

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université Mohamed Khider – Biskra

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

Département : Sciences Agronomiques

Ref :



جامعة محمد خيضر
بسكرة

جامعة محمد خيضر بسكرة
كلية العلوم الدقيقة و علوم الطبيعة و الحياة
قسم: العلوم الزراعية
المرجع :

Thèse présentée en vue de l'obtention du diplôme de

Doctorat en Sciences en : Sciences Agronomiques

**Étude bioécologique et répartition spatio-temporelle de la
pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* Zeller., 1839
(Lepidoptera, Pyralidae) dans des oasis de la wilaya de
Biskra. Étude du comportement alimentaire et essai de lutte.**

Soutenue le : 08/04/2017

Présentée par : **Mr HADJEB Ayoub**

Devant le jury composé de :

Président :	Mr BELHAMRA Mohamed	Professeur	Université Mohamed Khider Biskra
Directeur de thèse :	Mr OUKID Mohamed Laid	Professeur	Université Badji Mokhtar Annaba
Examineurs :	Mlle HABACHI Wafa	MCA	Université Badji Mokhtar Annaba
	Mlle GRARA Nedjoud	MCA	Université 8 Mai 1945 Guelma
	Mr MOUSSI Abdelhamid	MCA	Université Mohamed Khider Biskra

ANNÉE UNIVERSITAIRE 2016-2017

Remerciements

A l'issue de ce modeste travail, je tiens à remercier tout d'abord mon bon DIEU tout puissant, de m'avoir procuré patience et volonté pour aboutir et pour son aide miséricordieuse durant toutes mes années d'étude.

*Je tiens à remercier mon promoteur **Mr. OUAKID Mohamed Laïd.**, Professeur à l'Université de Annaba, pour avoir dirigé et guidé ce travail ; pour son soutien au cours de ma formation, merci pour votre aide scientifique et moral parce que je vous considère comme mon père, j'ai le grand plaisir d'être l'étudiant le plus gâté de votre équipe de recherche et je n'oublierai jamais que **le chef a toujours raison.***

*Je remercie **Mr. BELHAMRA M.**, Professeur à l'Université de Biskra, d'avoir accepté de présider le jury de soutenance malgré ces occupations, il me répond toujours avec un grand sourire pour me dire je serai disponible.*

*Je remercie **Mlle. HABBACHI W.**, Maître de Conférences à l'université de Annaba, d'avoir accepté d'examiner ce document et faire partie du jury de soutenance. Merci aussi pour vos conseils pertinents et votre aide au cours de ma préparation de thèse.*

*A vous, **Mlle GRARA N**, Maître de Conférences à l'Université de Guelma, je vous adresse mes sincères remerciements pour l'honneur que vous me faites en acceptant de participer à mon jury. Je vous réitère ma considération et mon estime.*

*Je tiens à remercier également **Mr MOUSSI Abdelhamid** Maître de Conférences à l'Université de Biskra, pour avoir accepté d'examiner mon travail et de faire partie de mon jury. Qu'il trouve ici, le témoignage de mon profond respect.*

*Je remercie **Mr. MEHAOUA Med Seghir** et **Mr. BENSALAH Kamel***

pour leur inestimable soutien et leurs encouragements au cours de ma formation, aussi leur contribution dans la réalisation de ce travail.

Je remercie du fond de mon cœur mon cher ami HICHEM pour le soutien et les services qu'il me rendait au cours de mes années d'études.

Mes grands remerciements à mes collègues enseignants du département des sciences agronomiques

Mes remerciements vont également au directeur de la station I.N.P.V. de Biskra Mr. NADJI S, et au personnel surtout Mr. NABIL, KARIMA, NACER

Mes remerciements sont adressés aussi au personnel de l'I.R.A de Mednine en Tunisie surtout Mr CHAIRA N., et NAKAZ K.

Je remercie mes chers collègues à l'Université de Annaba

Je remercie vivement tous mes enseignants et toute personne qui a contribué à ma formation.

Je ne manquerai de remercier les familles : Hadjeb, Souici, Saïdane, Farhi et Ouakid pour leur chaleureuse hospitalité.

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

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION	1
2. MATERIEL ET METHODES	7
2.1. Présentation de la région d'étude.....	7
2.2. Matériel biologique.....	8
2.2.1. Matériel végétal : Le palmier dattier (<i>Phoenix dactylifera</i> L.).....	8
2.2.1.1. Importance économique du palmier dattier.....	10
2.2.1.2. Valeur alimentaire des dattes	12
2.2.1.3. Les variétés de dattes utilisées	13
2.2.1.4. Choix des variétés de dattes	14
2.2.2. Matériel animal : La pyrale des dattes (<i>Ectomyelois ceratoniae</i>).....	17
2.2.2.1. Position systématique.....	17
2.3. Méthodologie de travail.....	17
2.3.1. Etude bioécologique et répartition spatiotemporelle de la pyrale des dattes dans la région de Biskra.....	17
2.3.1.1. Etude bioécologique.....	17
2.3.1.2. Etude de la répartition spatiotemporelle.....	20
2.3.1.3. Etude du niveau d'infestation et du nombre d'œufs pondus sur les dattes	23
2.3.2. Etude de l'influence de la qualité nutritionnelle des trois variétés de dattes sur (le comportement alimentaire) les performances biologiques d' <i>E. ceratoniae</i>	24
2.3.2.1. Les indices gravimétriques ou indices nutritionnels	24
2.3.2.2. Etude de l'effet des odeurs des extraits des trois variétés de dattes sur l'attractivité des larves d' <i>Ectomyelois ceratoniae</i>	28
2.3.2.3. Effet de la qualité nutritionnelle des dattes sur le sex-ratio et la fertilité des femelles et des œufs.....	30
2.3.2.4. Réalisation des extraits pour l'analyse chromatographique	31
2.3.2.5. Analyse des extraits par chromatographie en phase gazeuse/spectrométrie de masse (CPG/SM).....	31
2.3.3. Essai de lutte contre la pyrale des dattes par l'étude de la toxicité de quelques bio-pesticides	31
2.3.3.1. Le Spinosad.....	33
2.3.3.2. L'Azadirachtine.....	35
2.3.3.3. Le <i>Bacillus thuringiensis</i>	37
3. RESULTATS	38
3.1. Etude bioécologique et répartition spatiotemporelle d' <i>Ectomyelois ceratoniae</i> Zeller	38
3.1.1. La durée moyenne d'accouplement	38

3.1.2. Le nombre moyen de ponte et des œufs pondus par femelle et le nombre moyen des œufs par ponte.....	38
3.1.3. Le taux d'éclosion des œufs	40
3.1.4. La longévité moyenne des mâles et des femelles.....	40
3.1.5. Le Sex-ratio.....	41
3.1.6. Etude de la durées des différents stades de développement d' <i>Ectomyelois ceratoniae</i> élevés sur les variétés <i>Ghars</i> , <i>Deglet Nour</i> et <i>Mech Degla</i>	41
3.1.6.1. Durée du stade larvaire L1	43
3.1.6.2. Durée du stade L2	43
3.1.6.3. Durée du stade L3	44
3.1.6.4. Durée du stade L4	44
3.1.6.5. Durée du stade L5	44
3.1.6.6. Durée de stade Chrysalide	45
3.1.6.7. Durée du stade Adulte.....	45
3.1.7. Le poids moyen des chenilles des différents stades larvaires	46
3.1.7.1. Poids des larves de stade L2.....	47
3.1.7.2. Poids des larves de stade L3	47
3.1.7.3. Poids des larves de stade L4	47
3.1.7.4. Poids des larves de stade L5	48
3.1.7.5. Poids de stade chrysalide	48
3.1.7.6. Poids des Adultes	48
3.1.8. La taille moyenne des chenilles des différents stades larvaires.....	49
3.1.8.1. Taille des larves de stade L2	49
3.1.8.2. Taille des larves aux stades L3, L4, L5 et Chrysalide.....	49
3.1.8.3. Taille des adultes	50
3.1.9. Etude de la répartition spatiotemporelle de la pyrale des dattes.....	51
3.1.10. Etude de niveau d'infestation des dattes par <i>Ectomyelois ceratoniae</i> en fonction des stades phénologiques de la datte.....	54
3.2. Etude de comportement alimentaire de la pyrale des dattes	55
3.2.1. Analyse chromatographique des trois variétés de dattes utilisées	55
3.2.2. Etude des indices gravimétriques.....	61
3.2.2.1. Taux relatif d'ingestion (TRI).....	61
3.2.2.2. La digestibilité approximative (DA).....	62
3.2.2.3. L'efficacité de conversion en biomasse de la nourriture digérée (ECD)..	62
3.2.2.4. L'efficacité de conversion de la nourriture ingérée (ECI).....	63
3.2.2.5. Le taux relatif de croissance (TRC).....	63
3.2.3. Etude de la fécondité des femelles d' <i>Ectomyelois ceratoniae</i> Zeller en fonction des trois variétés de dattes	64
3.2.4. Effet des odeurs de trois variétés de dattes et leurs extraits sur l'attractivité des larves d' <i>Ectomeylois ceratoniae</i>	65

3.2.4.1. Etude de l'attractivité des larves d' <i>E. ceratoniae</i> par les odeurs des dattes fraîches en enceinte et en olfactomètre	65
3.2.4.2. Etude de l'attractivité des larves d' <i>E. ceratoniae</i> par les extraits de dattes au pentane en enceinte et en olfactomètre	70
3.2.4.3. Etude de l'attractivité des larves d' <i>E. ceratoniae</i> par les extraits de dattes à l'Hexane en enceinte close et en Olfactomètre.....	74
3.2.4.4. Etude de l'attraction des larves d' <i>E. ceratoniae</i> par les extraits de dattes au Dichlorométhane en enceinte close et en Olfactomètre	79
3.3. Etude toxicologique de trois bio-pesticides sur les cinq stades larvaires de la pyrale des dattes <i>Ectomyelois ceratoniae</i>	85
4. DISCUSSION	87
4.1. Etude bioécologique et répartition spatiotemporelle d' <i>Ectomyelois ceratoniae</i> Zeller dans la région de Biskra.....	87
4.1.1. Etude des aspects bioécologiques d' <i>Ectomyelois ceratoniae</i>	87
4.1.2. Répartition spatiotemporelle de la pyrale des dattes.....	91
4.2. Etude du comportement alimentaire de la pyrale des dattes vis à vis des trois variétés étudiées	95
4.2.1. Analyse biochimiques des dattes.....	95
4.2.2. Indices nutritionnels	98
4.2.3. Etude de l'effet des odeurs des extraits des trois variétés de dattes sur l'attractivité des larves.....	101
4.3. Etude de la toxicité des trois bio-pesticides sur la mortalité des larves de la pyrale dattes	103
5. CONCLUSION	108
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	111
Résumé	
Abstract	
ملخص	

Liste des figures

Figure 1. Limites administratives de la wilaya de Biskra	7
Figure 2. Les grands ensembles géographiques de la région de Biskra (Farhi, 2014)	8
Figure 3. Les 3 variétés étudiés au stades Tamar	15
Figure 4. La variété Deglet Nour et ces 3 stades de maturité.....	15
Figure 5. La variété Mech Degla et ces 3 stades de maturité	16
Figure 6. La variété Ghars et ces 3 stades de maturité	16
Figure 7. Procédé d'élevage en masse d' <i>E. ceratoniae</i> sur le milieu artificiel.....	19
Figure 8. Installation des pièges à phéromones	21
Figure 9. Site expérimental 1	22
Figure 10. Site expérimental 2	22
Figure 11. Site expérimental 3	23
Figure 12. Méthode de détermination des indices gravimétriques	27
Figure 13. Procédé d'extraction des trois variétés.....	28
Figure 14. Dispositif de test dans une enceinte close.....	29
Figure 15. Dispositif de test olfactif dans un olfactomètre.....	30
Figure 16. <i>Saccharopolyspora spinosa</i>	33
Figure 17. Structures de Spinosad (Spinosyn A et Spinosyn D)	33
Figure 18. Un double mode d'action Spinosad; A : Pulvérisation sur un support en présence du ravageur; B : Pulvérisation d'une feuille puis introduction et absorption de produit par le ravageur.....	34
Figure 19. Œufs déposés en chaine.....	39
Figure 20. Œufs déposés en amas.....	39
Figure 21. Œufs déposés isolément	40
Figure 22. La durée du cycle complet d' <i>E. ceratoniae</i> sur les trois variétés de datte	43
Figure 23. Fluctuations annuelles moyennes de la pyrale des dattes dans la région de Tolga ..	52
Figure 30. Fluctuations annuelles moyennes de la pyrale des dattes dans la région de Foughala	53

Figure 25. Fluctuations annuelles moyennes de la pyrale des dattes dans la région de Sidi Okba	53
Figure 26. Évolution de l'infestation chez les deux variétés de dattes par rapport aux stades phénologiques	55
Figure 27. Profil chromatographique des trois variétés au dichlorométhane.....	57
Figure 28. Profil chromatographique des trois variétés à l'Hexane.....	58
Figure 29. Moyennes de taux relatif d'ingestion chez les larves d' <i>Ectomyelois ceratoniae</i> nourries par les dattes des trois variétés	61
Figure 30. Taux moyen de digestibilité approximative chez les larves d' <i>Ectomyelois ceratoniae</i> nourries par les dattes des trois variétés	62
Figure 31. Pourcentage moyen de l'efficacité de conversion de la nourriture digérée chez les larves d' <i>Ectomyelois ceratoniae</i> nourries par les dattes des trois variétés.....	62
Figure 32. pourcentage moyen de l'efficacité de conversion de la nourriture ingérée chez les larves d' <i>Ectomyelois ceratoniae</i> nourries par les dattes des trois variétés.....	63
Figure 33. Estimation des moyennes de taux relatif de croissance chez les larves d' <i>Ectomyelois ceratoniae</i> nourries par les dattes des trois variétés	64

Liste des tableaux

Tableau 1. Production mondiale de dattes par pays en 2015 (mt)	11
Tableau 2. Composition biochimique de la datte	12
Tableau 3. Caractéristiques morphologiques des trois variétés de datte étudiées	14
Tableau 4. Caractéristiques chimiques des 3 variétés étudiées	14
Tableau 5. Composition du milieu d'élevage	19
Tableau 6. La durée d'accouplement chez d' <i>E.ceratoniae</i>	38
Tableau 7. Le nombre moyen des pontes par femelle et le nombre moyen des œufs pondus par ponte	38
Tableau 8. Taux d'éclosion des œufs	40
Tableau 9. La longévité des mâles et femelles d' <i>E.ceratoniae</i>	40
Tableau 10. Résultats de sexage des couples d' <i>E. ceratoniae</i>	41
Tableau 11. La durée des différents stades de développement en jours chez les trois variétés de datte	42
Tableau 12. Moyennes et groupe homogène pour la durée du stade larvaire L1.....	43
Tableau 13. Moyennes et groupe homogène pour la durée du stade larvaire L2.....	44
Tableau 14. Moyennes et groupe homogène pour la durée du stade larvaire L3.....	44
Tableau 15. Moyennes et groupe homogène pour la durée du stade larvaire L4.....	44
Tableau 16. Moyennes et groupe homogène pour la durée du stade larvaire L5.....	45
Tableau 17. Moyennes et groupe homogène pour la durée du stade chrysalide.	45
Tableau 18. Moyennes de durée du stade Adulte.	45
Tableau 19. Longévité des mâles et Femelles d' <i>E. ceratoniae</i> enregistré sur les trois variétés	46
Tableau 20. La durée moyenne des différents stades du cycle biologique d' <i>Ectomyelois ceratoniae</i>	46
Tableau 21. Le Poids moyen des différents stades de développement sur les trois variétés (Mech Degla, Deglet Nour et Ghars).	46
Tableau 22. Moyennes et groupe homogène pour le poids du stade larvaire L2	47
Tableau 23. Moyennes et groupe homogène pour poids du stade larvaire L3.	47
Tableau 24. Moyennes et groupe homogène pour poids du stade larvaire L4	48
Tableau 25. Moyennes de poids du stade larvaire L5.....	48

Tableau 26. Moyennes et groupe homogène du poids du stade chrysalide	48
Tableau 27. Moyennes et groupe homogène pour le poids du stade adulte.....	49
Tableau 28. Moyennes et groupe homogène de la taille au stade larvaire L2	49
Tableau 29. Moyennes de taille au stade larvaire L3, L4, L5 et chrysalides	49
Tableau 30. Moyennes et groupe homogène pour la taille du stade adulte.....	50
Tableau 31. Les tailles moyennes de différents stades sur les trois variétés (Mech Degla, Deglet Nour et Ghars)	50
Tableau 32. Les mesures (poids, taille, envergure des adultes) des différents stades d' <i>E.ceratoniae</i>	51
Tableau 33. Composés biochimiques identifiés dans les trois variétés de dattes étudiées.....	59
Tableau 34. Les moyennes des différents indices gravimétriques	61
Tableau 35. Nombre moyen d'œuf pondu par femelle.	64
Tableau 36. Attractivité en enceinte close des différents stades larvaires d' <i>E. ceratoniae</i> par les odeurs des dattes fraîches	65
Tableau 37. Attractivité en olfactomètre des différents stades larvaires d' <i>E. ceratoniae</i> par les odeurs des dattes fraîches	66
Tableau 38. Temps de latence (en secondes) de l'attractivité des stades larvaires d' <i>E.</i> <i>ceratoniae</i> par les odeurs des dattes fraîches en enceinte close	66
Tableau 39. Temps de parcours (en secondes) de l'attractivité des stades larvaires d' <i>E.</i> <i>ceratoniae</i> par les odeurs des dattes fraîches en enceinte close	68
Tableau 40. Temps de détection (en secondes) de l'attractivité des stades larvaires d' <i>E.</i> <i>ceratoniae</i> par les odeurs des dattes fraîches en olfactomètre	68
Tableau 41. Temps de parcours (en secondes) de l'attractivité des stades larvaires d' <i>E.</i> <i>ceratoniae</i> par les odeurs des dattes fraîches en olfactomètre	70
Tableau 42. Attractivité en enceinte close des différents stades larvaires d' <i>E. ceratoniae</i> par les odeurs des extraits.....	70
Tableau 43. Attractivité en olfactomètre des différents stades larvaires d' <i>E. ceratoniae</i> par les odeurs des extraits.....	71
Tableau 44. Temps de latence (en secondes) de l'attractivité des stades larvaires d' <i>E.</i> <i>ceratoniae</i> par les odeurs des extraits de dattes au pentane en enceinte close	71

Tableau 45. Temps de parcours (en secondes) de l'attractivité des stades larvaires d' <i>E. ceratoniae</i> par les odeurs des extraits de dattes au pentane en enceinte close	72
Tableau 46. Temps de détection (en secondes) de l'attractivité des stades larvaires d' <i>E. ceratoniae</i> par les odeurs des extraits de dattes au pentane en olfactomètre	73
Tableau 47. Temps de parcours (en secondes) de l'attractivité des stades larvaires d' <i>E. ceratoniae</i> par les odeurs des extraits de dattes au pentane en olfactomètre	74
Tableau 48. Attractivité en enceinte close des différents stades larvaires d' <i>E. ceratoniae</i> par les odeurs des extraits.....	75
Tableau 49. Attractivité en Olfactomètre des différents stades larvaires d' <i>E. ceratoniae</i> par les odeurs des extraits.....	75
Tableau 50. Temps de latence (en secondes) de l'attractivité des stades larvaires d' <i>E. ceratoniae</i> par les odeurs des extraits de dattes à l'hexane en enceinte close.	75
Tableau 51. Temps de parcours (en secondes) de l'attractivité des stades larvaires d' <i>E. ceratoniae</i> par les odeurs des extraits de dattes à l'hexane en enceinte close.	76
Tableau 52. Temps de détection (en secondes) de l'attractivité des stades larvaires d' <i>E. ceratoniae</i> par les odeurs des extraits de dattes à l'hexane en olfactomètre.	78
Tableau 53. Temps de parcours (en secondes) de l'attractivité des stades larvaires d' <i>E. ceratoniae</i> par les odeurs des extraits de dattes à l'hexane en Olfactomètre.....	78
Tableau 54. Attractivité en enceinte close des différents stades larvaires d' <i>E. ceratoniae</i> par les odeurs des extraits.	80
Tableau 55. Attractivité en Olfactomètre des différents stades larvaires d' <i>E. ceratoniae</i> par les odeurs des extraits.....	80
Tableau 56. Temps de latence (en secondes) de l'attractivité des stades larvaires d' <i>E. ceratoniae</i> par des odeurs des extraits de dattes au Dichlorométhane en enceinte closes.....	81
Tableau 57. Temps de parcours (en secondes) de l'attractivité des stades larvaires d' <i>E. ceratoniae</i> par les odeurs des extraits de dattes à dichlorométhanes en enceinte close	82
Tableau 58. Temps de détection (en secondes) de l'attractivité des stades larvaires d' <i>E. ceratoniae</i> par les odeurs des extraits de dattes au dichloromethane en olfactomètre.	83
Tableau 59. Temps de parcours (en secondes) de l'attractivité des stades larvaires d' <i>E. ceratoniae</i> par les odeurs des extraits de dattes à dichlorométhanes en olfactomètre.....	84
Tableau 60. Comparaison des CL 90 des trois biopesticides utilisés	86

Liste des annexes

Annexe 1. Taux moyen de la mortalité (%) des larves L1 d' <i>E. ceratoniae</i>	132
Annexe 2. Paramètres toxicologiques de l'azadirachtine (concentrations létales) sur les larves L1	126
Annexe 3. Taux moyen de la mortalité (%) des larves L2 d' <i>E. ceratoniae</i>	126
Annexe 4. Paramètres toxicologiques de l'azadirachtine (concentrations létales) sur les larves L2	126
Annexe 5. Taux moyen de la mortalité (%) des larves L3 d' <i>E. ceratoniae</i>	126
Annexe 6. Paramètres toxicologiques de l'Azadirachtine (concentrations létales) sur les larves L3	126
Annexe 7. Taux moyen de la mortalité (%) des larves L4 d' <i>E. ceratoniae</i>	126
Annexe 8. Paramètres toxicologiques de l'Azadirachtine (concentrations létales) sur les larves L4	127
Annexe 9. Taux moyen de la mortalité (%) des larves L5 d' <i>E. ceratoniae</i>	127
Annexe 10. Paramètres toxicologiques de l'Azadirachtine (concentrations létales) sur les larves L5	127
Annexe 11. Taux moyen de la mortalité (%) des larves L1 d' <i>E. ceratoniae</i>	127
Annexe 12. Paramètres toxicologiques du Spinosad (concentrations létales) sur les larves L1	127
Annexe 13. Taux moyen de la mortalité (%) des larves L2 d' <i>E. ceratoniae</i>	127
Annexe 14. Paramètres toxicologiques du Spinosad (concentrations létales) sur les larves L2	128
Annexe 15. Taux moyen de la mortalité (%) des larves L3 d' <i>E. ceratoniae</i>	128
Annexe 16. Paramètres toxicologiques du Spinosad (concentrations létales) sur les larves L3	128
Annexe 17. Taux moyen de la mortalité (%) des larves L4 d' <i>E. ceratoniae</i>	128
Annexe 18. Paramètres toxicologiques du Spinosad (concentrations létales) sur les larves L4	128
Annexe 19. Taux moyen de la mortalité (%) des larves L5 d' <i>E. ceratoniae</i>	128
Annexe 20. Paramètres toxicologiques du Spinosad (concentrations létales) sur les larves L5	129
Annexe 21. Taux moyen de la mortalité (%) des larves L1 d' <i>E. ceratoniae</i>	129
Annexe 22. Paramètres toxicologiques du <i>Bacillus thurigiensis</i> (concentrations létales) sur les larves L1	129
Annexe 23. Taux moyen de la mortalité (%) des larves L2 d' <i>E. ceratoniae</i>	129
Annexe 24. Paramètres toxicologiques du <i>Bacillus thurigiensis</i> (concentrations létales) sur les larves L2	129
Annexe 25. Taux moyen de la mortalité (%) des larves L3 d' <i>E. ceratoniae</i>	129
Annexe 26. Paramètres toxicologiques du <i>Bacillus thurigiensis</i> (concentrations létales) sur les larves L3	130
Annexe 27. Taux moyen de la mortalité (%) des larves L4 d' <i>E. ceratoniae</i>	130
Annexe 28. Paramètres toxicologiques du <i>Bacillus thurigiensis</i> (concentrations létales) sur les larves L4	130
Annexe 29. Taux moyen de la mortalité (%) des larves L5 d' <i>E. ceratoniae</i>	130
Annexe 30. Paramètres toxicologiques du <i>Bacillus thurigiensis</i> (concentrations létales) sur les larves L5	130

1. INTRODUCTION

La nutrition fournit à un organisme les composés chimiques nécessaires pour sa croissance, son développement, sa reproduction, sa défense, ses déplacements et sa survie (Slansky et Rodriguez 1987). En général, les insectes ont besoin à peu près des mêmes composés nutritionnels de base que les autres animaux (Dadd, 1985). La plupart de ces composés proviennent de la nourriture mais certains peuvent être synthétisés par l'insecte (Dadd, 1977). La plante hôte, comme source de nourriture, joue un rôle déterminant dans la dynamique des populations avec ses composantes nutritives (protéines, acides aminés, glucides, lipides, vitamines, minéraux, eau, etc.) et ses composantes non-nutritionnelles (composés allélochimiques) (phénols, polyphénols, monoterpènes, glucosinolates, alcaloïdes, etc.) (Ohgushi, 1992). Il est donc important de bien connaître les besoins alimentaires et l'utilisation de la nourriture par l'insecte afin de mieux comprendre son interaction avec l'écosystème et ainsi être plus apte à contrôler ses populations par l'intervention directe et/ou indirecte lorsque celui-ci entre en conflit avec nos intérêts économiques (Watt et al. 1990; Bauce et al. 2001). Le temps de développement, la mortalité et le poids des larves sont les indices de performance les plus importants et les plus étudiés dans le cadre des études liées à la dynamique des populations d'insectes. Le temps de développement affecte directement la durée d'exposition de l'insecte aux ennemis naturels. Plus la durée est longue, plus l'insecte sera exposé aux attaques des ennemis naturels ce qui diminuera ainsi les niveaux de population de l'insecte (Weseloh et Andreadis 1982). La mortalité causée par l'application des méthodes de contrôle ou par l'ingestion des composés de défense produits par la plante hôte sera déterminante sur le nombre d'individus qui formera la génération suivante ('Fitness'). Le poids des larves et des chrysalides est positivement corrélé avec le nombre d'œufs produits (Carisey et Bauce 1997; Carisey et Bauce 2002).

Plusieurs auteurs s'accordent pour affirmer que la qualité nutritionnelle de la source d'alimentation des insectes peut influencer la dynamique de leur population (Rhoades, 1983-1985; Schultz, 1988; Hunter et Price, 1992; Clancy, 1992 ; Shaw et al., 1978; Mattson et al., 1997). En effet, la qualité de la nourriture influence le fitness (valeur adaptative) de l'insecte en affectant ses performances biologiques de même que sa fécondité (Mattson et Scriber, 1987; Mattson et al., 1982; Clancy et al., 1995). Ainsi, l'alimentation a un impact direct sur la croissance de la population d'insectes

La dimension nutritive de la nourriture se compose de deux constituants majeurs, soit les substrats d'énergie (sucre) et les substrats protéiques (azote). Les sucres solubles sont

importants dans l'alimentation de plusieurs insectes pour leur croissance, mais ils ne sont pas considérés comme un nutriment essentiel (**Harvey, 1974; Clancy, 1992 ; Raubenheimer et Simpson, 1990; Clancy et al., 2004**). Les sucres ont pour effet d'augmenter le poids des adultes et de raccourcir le temps de développement de l'insecte (**Harvey, 1974; McLaughlin, 1986**). Il est aussi généralement accepté que les sucres ont un effet phagostimulant puissant sur les arthropodes (**Albert et Parisella, 1988; Albert et Jerett, 1980; Heron, 1965**).

Selon **Kennedy (1965)**, la sélection de la plante-hôte par un insecte est déterminée par des substances chimiques produites par la plante, lesquelles peuvent avoir un effet attractif ou répulsif, ce qui aide l'insecte à orienter son choix.

Le comportement de reconnaissance d'un hôte consiste en une succession de phases déclenchées par des stimuli perçus à courte distance ou au contact direct avec celui-ci. On distingue les stimuli physiques : vibratoires, visuels et tactiles et les stimuli chimiques : olfactifs et gustatifs. Ces signaux présentent une grande diversité dans leur ensemble et agissent le plus souvent en synergie sur les insectes, et en particulier sur les parasitoïdes (**Vinson, 1985**).

Les sens chimiques (olfaction et gustation) et la perception d'information physique (vision et audition) sont particulièrement développés chez les insectes phytophages, leurs permettant de détecter des informations aussi bien pour l'identification de leurs plantes hôtes, une source alimentaire, des partenaires sexuels, ou encore pour détecter la présence de congénères ou d'ennemis naturels. Bien que certaines de ces modalités sensorielles peuvent prédominer sur les autres à certaines étapes du processus de sélection de l'hôte, la discrimination d'un site de ponte est le résultat conjugué de l'olfaction, la gustation, la mécanoréception et la vision (**Ramaswamy, 1988, 1994 ; Bernays et Chapman, 1994**).

La question "où", certainement la plus étudiée (**Bernays, 1991**), relève des interactions plantes-insectes. La sélection des sites de ponte peut dépendre de la qualité, de la taille, des caractéristiques morphologiques et chimiques des hôtes mais aussi de la présence de marqueurs chimiques répulsifs qui évitent une surexploitation de l'hôte (**Roitberg & Prokopy, 1983**). Le nombre d'œufs pondus par site de ponte est donc fortement lié au "choix" du site de ponte. Ainsi, la taille de ponte peut être une réponse adaptative aux variations de la qualité et/ou de la taille de l'hôte (**Freese & Zwölfer, 1996; Luck et al., 1982**).

Face à l'amplification de la sensibilisation de l'environnement, des mesures législatives et réglementaires pour la limitation de l'utilisation des pesticides chimiques, et l'apparition de la résistance aux pesticides font la promotion de l'élaboration de stratégies de

luttons antiparasitaires alternatives telles que l'utilisation d'insecticides biologiques (**Trumble, 1990**).

Il est certain que plusieurs facteurs interagissent pour produire les oscillations périodiques des populations épidémiques. Ces facteurs peuvent inclure la génétique de la population et les insectes eux-mêmes (**Carson, 1968; Wallner, 1987**). Plusieurs études ont décrit des évidences de quelques divergences parmi les populations de lépidoptères en réponse aux plantes hôtes (**Futuyama et al., 1984; Philips et Barnes, 1975; Schneider et Roush, 1986, Thomas et al., 1987; Thompson, 1993; Singer et al., 1992; Singer et Parmesan, 1993; Carrière et Roitberg, 1995**).

La capacité de sélectionner un endroit propice au bon développement de sa progéniture affecte le succès reproducteur d'un individu (**Bell, 1991**). Chez les insectes, le choix de cet environnement est d'autant plus important que les soins parentaux des œufs et/ou des jeunes sont rares (**Price, 1997**) et que les juvéniles, après l'éclosion, sont relativement peu mobiles (**Bell, 1991**). Par conséquent, la première nourriture à laquelle la progéniture aura accès, sera généralement l'hôte sur lequel la femelle a pondu ses œufs. Dans ces conditions, une corrélation étroite devrait exister entre la préférence des femelles pour certains sites de ponte et la performance larvaire sur les plantes choisies par les femelles (hypothèse préférence/performance).

De manière générale, le comportement d'oviposition des femelles répond à deux objectifs: pondre un maximum d'œufs le plus rapidement possible et placer ses œufs dans un environnement idéal (**Cohen et al, 2002**).

Chez les insectes, les femelles déterminent généralement la qualité des hôtes en utilisant des indices perçus à distance (p. ex. les indices visuels tels que la couleur et la forme de l'hôte; les indices chimiques volatiles émis par une plante) et au contact de l'hôte (p. ex. les indices tactiles tels que la taille et la morphologie de l'hôte; les indices chimiques de contact) (**Stadler, 2002**). La qualité nutritionnelle d'un hôte est l'un des principaux facteurs intervenant dans le choix du site d'oviposition, dans la mesure où elle affecte la performance larvaire (p. ex. les apports en hydrocarbures et en azote d'une plante hôte; **Thompson et Pellmyr, 1991; Ohgushi, 1992**). Ceci est d'autant plus important que la valeur nutritive de l'hôte peut influencer directement le succès reproducteur des individus en affectant la survie des larves (**Awmack et Leather, 2002**) mais aussi leurs capacités reproductrices une fois devenues adultes (**Carrière, 1992; Delisle et Bouchard, 1995; Delisle et Hardy, 1997**). D'autre part, la

qualité et/ou la quantité de nourriture larvaire peut avoir un effet sur la qualité et la quantité de substance chimique émise par un individu durant le stade adulte. Cet effet peut être direct dans la mesure où ces composés chimiques sont souvent formés à partir de dérivés des plantes dont les larves se nourrissent. Par exemple, la phéromone sexuelle des individus peut varier en qualité et quantité en fonction de la plante hôte sur laquelle les individus se sont nourris durant le stade larvaire (chez les femelles; **McNeil et Delisle, 1989**; chez les mâles, voir **Conner et al., 1981**; **Boppré et Schneider, 1982**; **Boppré, 1986**); ceci ayant bien sûr des répercussions sur leurs capacités à trouver un partenaire sexuel, et donc sur leur succès reproducteur. De la même façon, la qualité de la nourriture larvaire des individus peut affecter leur capacité à transmettre des défenses chimiques à leur progéniture (**Conner et al., 1981**; **Boppré et Schneider, 1985**; **Dussourd et al., 1991**).

Les interactions entre les insectes et les plantes herbivores ont été une préoccupation majeure de la recherche depuis de nombreuses années, non seulement pour mieux comprendre les aspects écologiques et évolutifs fondamentaux de ces interactions interspécifiques, mais aussi dans la recherche d'efficace et écologiquement acceptable alternatives aux insecticides de synthèse pour la gestion des espèces nuisibles (**Ehrlich et Raven, 1964** ; **Fraenkel, 1959** ; **Kessler et Baldwin, 2002**).

Malgré les mesures de contrôle coûteux et souvent dangereuses pour l'environnement, les insectes restent les principaux ravageurs des cultures et des produits stockés. Les pesticides synthétiques sont actuellement les moyens les plus efficaces de lutte antiparasitaire, mais l'apparition de la résistance des insectes et d'autres effets secondaires négatifs a suscité la recherche de nouvelles alternatives.

Les plantes sauvages peuvent découler une protection adéquate contre les insectes herbivores à partir d'un "parapluie" de composés chimiques, qui peut être exploitée pour protéger les plantes de cultures sensibles (**Luo et al, 1995**) et représentent une base efficaces et respectueuses de l'environnement pour les pesticides botaniques.

Certains animaux, comme les humains, quand offert un éventail de différents aliments, peut combiner deux ou plusieurs d'entre eux pour obtenir un régime alimentaire nutritif. Ce comportement, appelé « auto-sélection des éléments nutritifs » (**Richter et al., 1938**), a été largement étudié chez les mammifères (**Rozin, 1976**) mais observé dans quelques arthropodes, y compris les araignées (**Greenstone, 1979**), les coléoptères (**Waldbauer et Bhattacharya,**

1973), les chenilles (Waldbauer *et al.*, 1984), les blattes (Cohen *et al.*, 1987), et les sauterelles (Bernays et Bright, 1993).

Beaucoup de méthodes de contrôle ont été utilisées pour maintenir les populations en dessous des niveaux de seuil économiques. Lutte contre la pyrale des dattes avec des insecticides ne sont pas efficaces, car les larves se nourrissent et se développent à l'intérieur du fruit, où ils sont protégés (Dhouibi 1989).

Dans ce contexte, on peut émettre l'hypothèse selon laquelle la perception d'indices à distance sera un avantage car elle permettra une prise de décision avant de se déplacer vers une source de nourriture, ceci contribuant à une réduction des déplacements (donc une réduction des dépenses énergétiques) vers des sites défavorables. Or, très peu d'études jusqu'à ce jour ont abordé le possible impact d'indices à distance sur la survie larvaire.

Comme nous venons de le voir précédemment, la recherche alimentaire chez les insectes requière certaines capacités de détection de l'hôte (perception de signaux visuels, olfactifs, physiques ou mécaniques). Nous nous intéresserons ici à étudier ces relations trophiques entre la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* et sa plante hôte le palmier dattier *Phoenix dactylifera* qui semblent être très intéressantes pour révéler plus de détails sur les mécanismes responsables de ces interactions.

La température semble être le principal facteur responsable des fluctuations des effectifs de l'*E. ceratoniae*. Donc, la pyrale des dattes ne se développe qu'entre certaines limites thermiques appelées températures effectives de développement, qui varient selon le stade de développement (Mehaoua, 2014).

Dans le cadre de cette thèse, j'ai cherché à mieux comprendre les interactions plante-pyrale, cette étude apparaît donc être intéressante d'une part dans un contexte de lutte biologique, d'une autre part dans une recherche fondamentale. Je présente d'abord une étude bioécologique et une répartition spatiotemporelle de l'espèce sur trois ans de suivi et dans trois régions différentes dans la région de Biskra par le biais des pièges à phéromones sexuelles afin de mettre le point sur l'abondance saisonnière de la pyrale et le taux d'infestation des dattes dans ces palmeraies. Ensuite, nous avons donc réalisé en laboratoire une expérience à l'aide des différences qualitatives entre les variétés de dattes utilisées dans la nourriture de l'insecte afin de déterminer l'impact de ces variations sur l'alimentation et les performances biologiques de la pyrale des dattes, cela par deux méthodes : La première est l'étude des indices nutritionnels comme la digestibilité approximative (DA), l'efficacité de la conversion en biomasse de la

nourriture digérée (ECD), l'efficacité de la conversion de la nourriture ingérée (ECI) et le taux relatif de croissance (TRC), le taux relatif d'ingestion (TRI) et la réduction de digestibilité (DA). La deuxième méthode est l'étude du comportement alimentaire de l'insecte vis-à-vis les trois variétés et leurs extraits au pentane, à l'hexane et au dichlorométhane, cela par des tests olfactométriques en enceinte close et en olfactomètre. Puis, nous avons réalisé une étude toxicologique de trois biopesticides, l'Azadirachtine, le *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* et le Spinosad dans le but de déterminer principalement en laboratoire, la toxicité de ces molécules sur les différents stades larvaires d'*E. ceratoniae* et d'étudier également leurs effets différés sur la croissance, la reproduction et le développement de la pyrale des dattes.

Enfin, nous concluons sur l'ensemble du travail et nous émettons quelques perspectives de travaux ultérieurs.



Matériel et Méthodes

2. MATERIEL ET METHODES

2.1. Présentation de la région d'étude

La Wilaya de Biskra est située à environ 420 Km au Sud-Est de la capital Alger, elle s'étend sur une superficie de 21671,2 Km² et compte actuellement 12 Dairas et 33 communes. Elle est limitée au Nord par la wilaya de Batna, le Nord-Est par la wilaya de Khenchela, le Nord-Ouest par la wilaya de Msila, le Sud-Est par la wilaya d'El Oued, le Sud-Ouest par la wilaya d'El Djelfa et au Sud par la wilaya de Ouargla. (Figure. 1)



Figure 1. Limites administratives de la wilaya de Biskra (in Farhi, 2014)

La région de Biskra appartient à deux grands groupes structuraux :

- **L'Atlas Saharien** : au Nord formant une longue série de reliefs orientés NE-SE, c'est le domaine de la Berbérie (Busson, 1989). Limité au Sud par la flexure sud atlasique, L'Atlas Saharien est né d'un long sillon subsidés compris entre les hauts plateaux et la plate-forme saharienne (Chabour, 2006). Les monts des Aurès prolongent l'Atlas Saharien vers le Nord-Est, ils se présentent sous forme d'une de synclinaux et anticlinaux de direction Est-Nord-Est (Guiraud, 1990).
- **La plate-forme saharienne** : relativement stable, où la tectonique est moins prononcée, appartient au craton africain, elle est caractérisée en général, par des régions plates (Chabour, 2006).

La région de Biskra constitue la transition entre les domaines atlasiques plissés du Nord et les étendues plates et désertiques du Sahara au Sud (Chebbah, 2007). Elle se présente en général, comme un piémont sans reliefs marqué, qui relie par pente douce ; les chaînes atlasiques aux étendues sahariennes du Sud (Goskov, 1964).

Le relief de la région de Biskra est constitué de quatre grands ensembles géographiques (Figure. 2)

Les montagnes : situées au Nord de la région presque découvertes de toutes végétations naturelles (El Kantara, Djemourah et M'chouneche).

Les plateaux : à l'Ouest de la région, ils s'étendent du Nord au Sud englobant presque la totalité des daïrates d'Ouled Djellal, Sidi Khaled et une grande partie de Ras El Miàad et Doucen.

Les plaines : sur l'axe d'El Outaya-Doucen, se développent vers l'Est et couvrent la quasi-totalité des daïrates de Doucen, El Outaya, Sidi Okba et Zribet El Oued.

Les dépressions : dans la partie Sud-Est de la wilaya de Biskra (Chott Melghir).

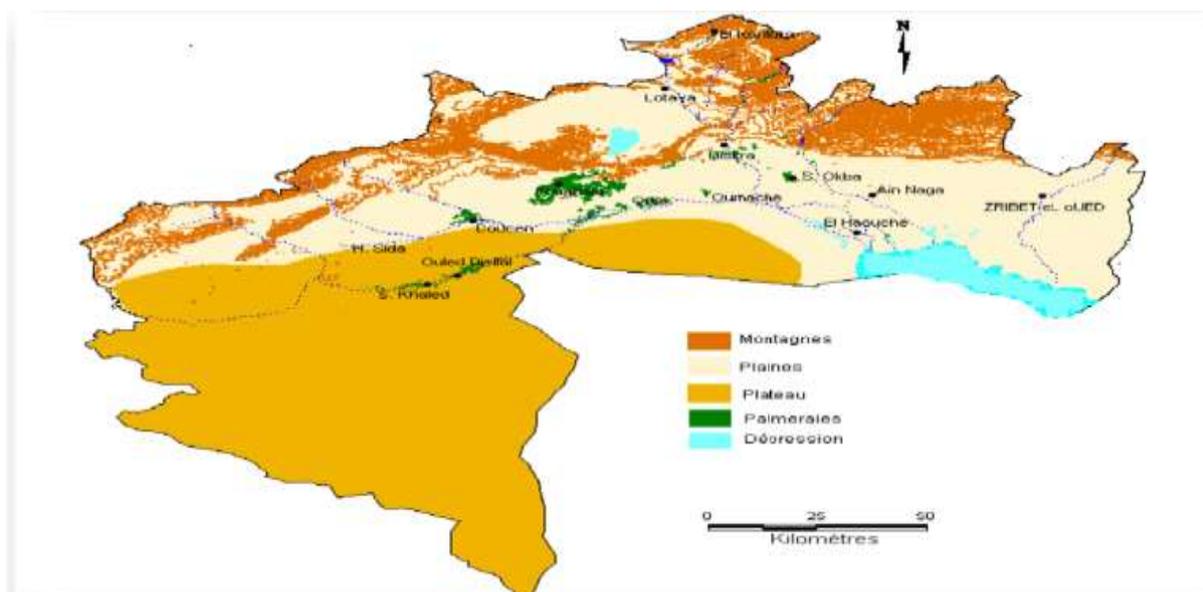


Figure 2 Les grands ensembles géographiques de la région de Biskra (in Farhi, 2014)

2.2. Matériel biologique

2.2.1. Matériel végétal : Le palmier dattier (*Phoenix dactylifera L.*)

Le palmier dattier (*Phoenix dactylifera L.*) est l'un des plus précieux arbres fruitiers domestiqués en raison de signification rituelle dans les sociétés humaines, les prestations de santé, la capacité de production dans des environnements semi-arides et arides durs, et la gamme de produits de subsistance de ses fruits et autres parties du grand palmier (Jain et al. 2011 ; Manickavasagan et al. 2012 ; Siddiq et al. 2014).

Le palmier dattier est la principale culture de l'agriculture à la fois traditionnelle et moderne algérienne subsaharienne. L'économie des provinces du sud (des wilayates) est principalement basée sur la culture du palmier dattier et de l'utilisation de son fruit sous-produits tels que la pâte, la farine, le sirop, le vinaigre, l'alcool, de la levure, et de la confiserie. Cela fournit une source importante de revenus pour les habitants des oasis. Toutes les parties du palmier dattier sont utilisées, y compris les feuilles et les troncs qui sont utilisés pour la vannerie et de la construction de maisons. Le fruit est consommé dans des formes fraîches et sèches, traitées pour produire du sirop (**Mimouni et Siboukeur. 2011**), ou fermentés pour produire du vin et de vinaigre (**Ould El Hadj et al. 2012**). Les folioles et les graines sont utilisées dans l'alimentation des bétails.

La datte provient du développement d'un des trois carpelles, après la fécondation de l'ovule. Lorsque, par suite d'une pollinisation défectueuse, elle n'a pu être effectuée, les deux autres carpelles se développent et donnent des fruits parthénocarpiques qui évoluent différemment de fruits normaux (**Munier, 1973 ; Ben Abdallah, 1986**).

Selon **Bousdira (2007) et Munier (1973)**, les principaux stades phénologiques de maturation sont les suivants :

Khalal : la datte commence son développement, grossit et prend une teinte verte pomme. Ce stade s'étend de juin à juillet. Il constitue la phase la plus longue de l'évolution de la datte et dure 4 à 14 semaines.

Bser : c'est le stade de développement de la datte durant lequel le fruit prend sa forme, sa taille finale et passe sa couleur verte à une couleur généralement jaune ou rouge, rarement verdâtre. Il dure 3 à 5 semaines.

Rotab : la datte passe du stade Bser, à ce stade, par l'apparition progressive de points d'amollissement. En général, ce changement de texture commence par la partie supérieure du fruit (sommet). Puis il y a une homogénéisation de la couleur et de la texture.

Il existe des variétés où l'amollissement apparaît de façon aléatoire. La datte devient translucide, sa peau passe du jaune chrome à une couleur brune presque noir, ou au vert selon les variétés. Il dure 2 à 4 semaines.

Tamar : c'est le stade final de maturation de la datte. La consistance du fruit à ce stade est comparable à celle du raisin et des prunes. Dans la plupart des variétés, la peau adhérente à la pulpe et se ride à mesure que celle-ci diminue de volume ; dans certains cas, toutefois, la peau

très fragile craque lorsque la pulpe se réduit et laisse ainsi exposés des fragments de chair poisseuse qui attirent les insectes ou agglutinent des grains de sable. La couleur de l'épiderme est de la pulpe fonce progressivement. Le fruit perd beaucoup d'eau. Le rapport sucre/eau reste assez élevé empêchant la fermentation et l'acidification (oxydation).

2.2.1.1. Importance économique du palmier dattier

La phoeniculture est considérée comme le pivot central autour duquel s'articule la vie dans les régions sahariennes. Elle revêt une grande importance socioéconomique et environnementale dans de nombreux pays (**Dubost, 1990**). En Algérie, cette culture occupe une place de premier rang dans l'agriculture saharienne (emploi, sédentarisation de populations, produits) (**Benziouche, 2008**).

Avec plus de 17 millions de palmiers et plus de 800 variétés, l'Algérie occupe une place importante parmi les pays producteurs et exportateurs de dattes dans le monde. Plus encore, elle se classe en première place en termes de qualité, grâce à la variété *Deglet Nour*. En termes de recettes d'exportation, les dattes sont le premier produit agricole exporté par le pays. Depuis quelques années, la filière est marquée par un certain dynamisme qui se traduit par un accroissement conséquent de la production (**Benziouche et cheriet, 2012**).

La palmeraie de la wilaya de Biskra s'étend sur 42 040 ha, constituée de 4 213 332 palmiers soit 23,15 % du patrimoine phœnicicole national, assurant la production de 2917184 qx et le potentiel productif de la wilaya est composé de 3 537 605 palmiers soit 83,96 % du total, le reste étant constitué de jeunes palmiers, de pieds mâles (Dokkars) et de palmier en déclin (**D.S.A., 2015**). Ce qui caractérise la palmeraie de la wilaya de Biskra au plan national voire mondial est la prédominance de la variété *Deglet Nour* connue par la performance de la qualité de ses dattes.

Pendant les années **1980**, de nouveaux domaines de l'agriculture saharienne ont été créés, en particulier dans l'Adrar, El Oued, Biskra, Ouargla, et Ghardaïa. Dans la même période, dans ces régions, un réseau d'énergie électrique était en développement, et de nouvelles ressources en eau ont été mobilisées. Le nombre de palmiers dattiers est passé de 8 à 9 millions en 1990 par la création de grandes zones à Biskra, El Oued, El Guerrara, El Meniaa, Adrar et In Salah. Depuis 2000, les palmeraies algériennes ont connu une expansion qui a atteint 13,5 millions d'arbres qui occupent 120 830 ha en 2002 et à l'heure actuelle 18 millions d'arbres sur 169 380 ha (**Bouguedoura et al. 2010**).

Les français ont également fait d'importantes contributions au **XXe** siècle à la culture de la datte moderne dans leurs colonies d'Afrique du Nord en organisant la première conférence internationale de palmier dattier. En **1931**, une réunion d'une semaine a été organisée à Biskra, en Algérie (Sem Dattier**1931**), avec des présentations sur large climatiques, agronomiques, et les aspects économiques de la production de la date. L'une des recommandations était de promouvoir le cultivar *Deglet Noor* et la consommation de la datte comme un aliment fonctionnel (**Johnson et al. 2015**).

Sur le plan international, l'Algérie, occupe la 4^{ème} place avec 3.27% de la moyenne des exportations mondiales de dattes en quantité durant la période (2011-2012) (Tableau. 1). Cette situation a plusieurs causes telles la faiblesse de structuration de la filière et la mauvaise qualité des dattes conditionnées, suite à la mauvaise conduite des palmeraies, mais aussi les aléas climatiques (grandes chaleurs ou pluies) (**Benziouche et Cheriet, 2012**).

Les acteurs externes pèsent aussi de tout leur poids; la pression concurrentielle de la Tunisie et la saturation du marché international d'une part, et les contraintes à l'exportation rencontrées par les opérateurs et le non adéquation de la politique de promotion des exportations d'autre part, fragilisent fortement les positions compétitives des dattes algériennes, notamment sur les marchés européens.

Les exportations de dattes de l'Algérie se caractérisent par leur faiblesse, leur stagnation, leur irrégularité puis le recul du taux d'intégration au marché mondial qui ne dépasse pas 4.62% depuis l'indépendance à ce jour, malgré l'augmentation de la production. Par ailleurs, l'Algérie n'exporte que les variétés à haute valeur marchande comme la *Deglet Noor* (85.70%) et quelques quantités d'autres variétés de dattes fraîches (**Benziouche et Cheriet, 2012**).

Tableau 1. Production mondiale de dattes par pays en 2015 (mt)

Classement	Pays	Production (mt)
1	Egypte	1,470,000
2	Iran	1,066,000
3	Arabie Saoudite	1,050,000
4	Algérie	789,357
5	Iraq	650,000
6	Pakistan	600,000
7	Soudan (ancien)	433,500
8	Oman	270,000
9	Emirats Arabes Unis	250,000
10	Tunisie	190,000

Source : FAOSTAT (2015)

2.2.1.2. Valeur alimentaire des dattes

Les dattes sont riches en certains nutriments et fournissent une bonne source d'énergie rapide, en raison de leur teneur en glucides élevée (70-80%). En outre, la date de fruits contiennent des matières grasses (0,20-0,50%), protéines (2.30- 5.60%), les fibres alimentaires (de 6,40 à 11,50%), de minéraux (de 0,10 à 916 mg / 100 g de poids sec), des vitamines (C, B 1, B 2, B 3 et A) avec très peu de ou pas d'amidon (**Al-Shahib et Marshall, 2003**).

La composition chimique de dates peut varier, selon le cultivar, les conditions du sol et des pratiques agronomiques, ainsi que la phase de maturation (**Ahmed et al, 1995; Al-Farsi et al., 2007; Ismail et al, 2006**).

Dans l'alimentation humaine, les dattes sont riches en sucres, protéines, fibre, minéraux et certaines vitamines. Une source d'énergie rapide en raison de la forte teneur en sucre, les dattes ont été des bonbons; ils sont une excellente collation et actuellement recommandé en tant que telle. Quand les fruits arrivent à maturité (Tamar), saccharose s'inverse en glucose et fructose. Les dattes contiennent des quantités raisonnables de vitamine A, thiamine, riboflavine, et de la niacine et sont une bonne source de minéraux tels que le potassium, le calcium et le fer, ainsi que de fibre alimentaire (Tab.2). Le secteur de l'alimentation naturelle encourageait la consommation de la datte comme un aliment fonctionnel et comme possédant des qualités antioxydants. Les dattes sont inclus dans le groupe des choix alimentaires sains recommandés pour les personnes souffrant de diabète de type 2. Chaque cultivar de datte a un profil individuel des valeurs nutritionnelles (**Johnson et al. 2015**).

Tableau 2. Composition biochimique de la datte

Elément nutritif	Unité	Valeur par 100 g	
		<i>Deglet Noor</i>	<i>Medjool</i>
Macronutriments			
Eau	g	20.53	21.32
Energie	Kcal	282	277
Protéines	g	2.45	1.81
Total des lipides (graisses)	g	0.39	0.15
Glucides	g	75.03	74.97
Fibre, diététique totale	g	8.0	6.7
Sucres totaux	g	63.35	66.47
Minéraux			
Calcium, Ca	mg	39	64
Fer, Fe	mg	1.02	0.90
Magnésium, Mg	mg	43	54
Phosphore, P	mg	62	62

Potassium, K	mg	656	696
Sodium, Na	mg	2	1
Zinc, Zn	mg	0.29	0.44
Vitamines			
Vitamine C, acide ascorbique	mg	0.4	0.0
Thiamine	mg	0.052	0.050
Riboflavine	mg	0.066	0.060
Niacine	mg	1.274	1.610
Vitamine B6	mg	0.165	0.249
L'acide folique, DFE	µg	19	15
vitamine A, RAE	µg	0	.7
Vitamine A, IU	IU	10	149
Vitamine E	Mg	0.05	–
Vitamine K	µg	2.7	2.7

Source : (Johnson et al. 2015)

2.2.1.3. Les variétés de dattes utilisées

Les dimensions de la datte sont très variables, de 1.5 à 7 ou 8 cm de longueur et d'un poids varie entre 2 à 7 ou 8g (Djerbi, 1994).

Il existe environs 920 cultivars de dattes en Algérie qui se différencient par leur qualité et leur appréciation (Hannachi et al., 1998). Les principales variétés sont *Deglet Nour*, *Degla Beida*, *Mech Degla* et *Ghars*. Les autres variétés ont une importance économique très réduite car elles sont peu appréciées dans le Nord du pays et à l'étranger (Hadjari et Kadi Hanifi, 2005).

Les différentes catégories des dattes de la présente étude, ont des caractéristiques morphologiques et organoleptiques différentes. Ces différences sont notables entre la variété molle *Ghars*, la variété demi-molle *Deglet Nour* et la variété sèche *Mech Degla*, en particulier du point de vue de la couleur, de la consistance, de la texture (Tab.3), le rapport noyau/datte (Sayeh et Ould el Hadj, 2010) et même dans la composition biochimique (Tab.4) (Idder et al., 2009).

Tableau 3. Caractéristiques morphologiques des trois variétés de dattes étudiées

Caractère du fruit	Variété de dates		
	<i>Ghars</i>	<i>Deglet-Nour</i>	<i>Mech Degla</i>
Forme de la date	Ovoïde	Ovoïde	Ovoïde
Couleur au stade Tmar	Marron foncé	Marron clair	Beige
Consistance	Molle et demi-moelle	Demi-molle	Sèche
Plasticité	Tendre	Tendre	Dure
Texture	Fibreuse	Fibreuse	Farineuse
Goût	Parfumé	Parfumé	Fade
Poids de la datte (g)	8.81	10.97	6.69
Poids de la pulpe (g)	7.28	9.75	6.04
Taille de datte (cm)	4.47	4.11	3.94
Noyau/datte (%)	12.87	6.41	18.88

Source : (Sayah et Ould El Hadj, 2010)

Tableau 4. Caractéristiques chimiques des 3 variétés étudiées

Variété	Teneur en eau (%)	Pectine (% MS)	Sucres réducteurs (%)	Saccharose (% MS)	Sucres totaux (% MS)	Sucre/eau
Ghars	23,05	4,10	80,68	4,37	85,28	2,70
Deglet Nour	25,52	2,10	22,81	46,11	71,37	2,89
Mech Degla	13	7,30	20	51,40	80,07	3,60

Source : (Belguedj, 2002)

3.2.1.4. Choix des variétés de dattes

Le matériel végétal utilisé dans notre étude est constitué de trois variétés de dattes : la variété *Ghars*, la variété *Deglet-Nour* et la variété *Mech-Degla*.

Elles ont été choisies grâce à leur large consommation à l'échelle national Algérien et aussi international.

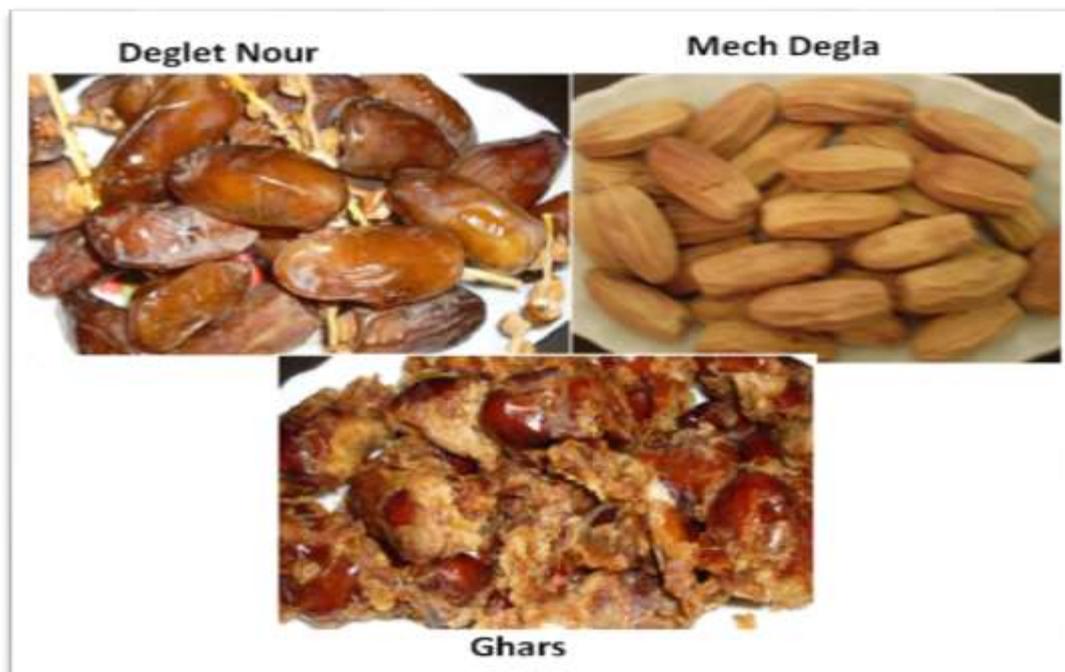


Figure 3. Les 3 variétés étudiés au stades Tamar

Deglet Nour

La datte *Deglet-Nour* d'un goût parfumé, est de forme fuselée ou ovoïde. À maturité, la datte est plutôt beige marron, l'épicarpe est lisse et brillant, le mésocarpe est très peu charnu de consistance demi-molle et de texture fibreuse.



Figure 4. La variété Deglet Nour et ces 3 stades de maturité

Mech Degla

Cette variété est de forme sub-cylindrique, légèrement rétrécie à son extrémité à maturité, la datte est plutôt beige clair teinté d'un marron peu prononcé. L'épicarpe est ridé, peu brillant et cassant. le mésocarpe est peu charnu de consistance sèche et de texture fibreuse (Buelgudji,1996).



Figure 5. La variété Mech Degla et ces 3 stades de maturité

Ghars

La datte *Ghars* se caractérise essentiellement par une consistance très molle, à maturité complète. Ses dimensions sont selon Belguedj, 2002 les suivantes (Un poids moyen de 9 g, une longueur moyenne de 4 cm et un diamètre moyen de 1,8 cm).



Figure 6. La variété Ghars et ces 3 stades de maturité

2.2.2. Matériel animal : La pyrale des dattes (*Ectomyelois ceratoniae*)

La pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* est considérée comme étant le déprédateur le plus redoutable de la datte. Elle constitue une contrainte principale à l'exportation (Doumandji, 1981; Doumandji-Mitiche, 1983; Raache, 1990 ; Benaddoun, 1987).

2.2.2.1. Position systématique

La pyrale des dattes est une espèce nuisible car elle vit sur le fruit mur ou proche de la maturité auquel elle cause des dégâts considérables (Balachowsky, 1972).

Embranchement :	Arthropoda
Sous embranchement :	Mandibulata
Classe :	Hexapoda
Ordre :	Lepidoptera
Famille :	Pyralidae
Sous famille :	Phycitinae
Genre :	<i>Ectomyelois</i>
Espèce :	<i>Ectomyelois ceratoniae</i> .

2.3. Méthodologie de travail

2.3.1. Etude bioécologique et répartition spatiotemporelle de la pyrale des dattes dans la région de Biskra

2.3.1.1. Etude bioécologique

Obtentions des insectes

Un élevage permanent d'*E. ceratoniae* est indispensable pour réaliser des expérimentations tout au long de l'année avec des insectes de qualités homogènes. On a opté pour un élevage en masse de la pyrale des dattes dont le but est d'obtenir un maximum de larves qui vont être utilisées pour les tests biologiques. L'origine de la souche s'est les dattes vireuses collectées de la région de Tolga pendant la période d'essai.

Cependant l'élevage en conditions artificielles sans renouvellement périodique de la souche peut favoriser la sélection de certains caractères physiologiques et comportementaux,

avec le risque que les individus d'élevage ne représentent plus l'espèce en conditions naturelles (**Schoonhoven, 1998**). Différentes études montrent d'ailleurs que chez certains insectes phytophages, le nombre de récepteurs antennaires, la sensibilité olfactive et les réponses comportementales (**Papaj et al., 1987**) d'insectes phytophage pouvaient diminuer après plusieurs générations d'élevage en laboratoire.

Collecte et mise en élevage des populations d'*E. ceratoniae*

L'unité d'élevage expérimentale est composée de quatre chambres, chacune de 9 mètres carrés, à savoir deux chambres de retenue larvaires, une salle de ponte et une salle de collection des adultes. Dans la première étape du processus de production, des femelles vierge ont été placés ensemble avec des mâle fertiles dans des cages de ponte construites localement (dimensions 65 cm (diamètre) x 65 cm (hauteur)) pendant quatre jours (Fig. 07) . La paroi des cages de ponte est composée de feuilles de papier amovible (papier Kraft), qui sont très appropriés pour le dépôt des œufs. Les papillons ont été fournis avec une solution de sucre sur rouleaux humides de ouate. Une série de ces cages est maintenue dans une chambre acclimaté (température de 28 ± 1 ° C, avec une photopériode de 16: 8 (L: D) et $65 \pm 5\%$ d'humidité relative (HR)), où ils ont été lentement mis en rotation sur des rails pour assurer une répartition égale de la lumière.

Le système est très efficace comme le montre bien la fécondité des femelles et la distribution aléatoire des œufs sur les feuilles de papier (**Mediouni et Dhouibi, 2007**).

L'approche est une modification du système qui a été développé pour le carpocapse au Canada (**Proverbs et Logan 1970**).

Après plusieurs jours, lorsque les papillons femelles avaient déposé suffisamment d'œufs, les feuilles de papier ont été enlevées des cages de ponte, ensuite les œufs pondus sont déversés dans des boites en plastique de modèle moyen (30cm*50cm*15cm), contenant le milieu d'élevage composé d'un mélange des ingrédients mentionnées dans le tableau 5.



Figure 7. : Procédé d'élevage en masse d'*E. ceratoniae* sur le milieu artificiel

Tableau 5. Composition du milieu d'élevage

Ingrédients	Quantités (grammes)
Son de blé	600,0
Saccharose	120,0
Levure	23,0
Mélange de Sel	20,0
Vitamine C	6,7
Aureomycine	6,7
Méthyle parabène	1,3
Lysine	3,0
Glycérine	150 millilitres
Eau distillée	250 millilitres
Calco : colorant rouge	41 millilitres

(Source : Mediouni et Dhouibi, 2007)

L'étude bioécologique a été réalisée en laboratoire de la Station Régionale de la Protection des Végétaux (S.R.P.V) de Biskra dans le but d'étudier :

- La durée moyenne d'accouplement ;
- Le nombre moyen des pontes par femelle ;
- Le nombre moyen des œufs pondus par ponte ;
- La durée moyenne de vie (longévité) des mâles et des femelles ;
- La durée d'incubation des œufs ;
- Le taux d'éclosion (le nombre des œufs éclos/nombre total des œufs pondus) ;
- La durée moyenne de chaque stade larvaire ;
- La durée moyenne du cycle de développement ;
- Le sexe ratio ;
- La longueur moyenne des chenilles des différents stades larvaires ;
- Le poids moyen des chenilles de chaque stade larvaire.

2.3.1.2. Etude de la répartition spatiotemporelle

Le suivi de l'évolution des populations de la pyrale des dattes a été réalisé à l'aide des pièges à phéromone sexuelle, qui sont placés au centre de la palmeraie espacés l'une de l'autre par une distance de 50 m (chaque piège peut couvrir 1 hectare), ils sont accrochés à des palmiers à une hauteur de 1,5 m du sol (**Al-Jamali, 2006**). La lecture des captures des pièges est hebdomadaire. Chaque piège est appâté par une capsule en caoutchouc contenant la phéromone sexuelle de la femelle d'*E. ceratoniae* qu'est le (Z)-8-tétradécon-1-ol. Le changement des phéromones est selon l'indication du fabricant (4 semaines en hiver et 2 semaines en été) (**Al-Jamali, 2007**). (Fig 8).

En parallèle des pièges à phéromones, nous avons placé un thermomètre électronique dans un abri météorologique à hauteur d'homme pour enregistrer les températures moyennes, maximales et minimales de notre station d'étude.



Figure 8. Installation des pièges à phéromones

L'étude de la répartition spatiotemporelle de la pyrale des dattes a été menée dans trois régions phoenicicoles différentes ; à savoir la région de Tolga, Foughala et Sidi Okba.

Station 1 :

Notre travail a été réalisé dans une exploitation privée appartenant à **Mr BEKIRINE** située dans une zone dénommée **DRAA EL BITTIKH** dans la commune de **Tolga** au Sud-Ouest du chef-lieu de la wilaya de Biskra à 3km de la ville de Tolga, caractérisé par une polyculture (Grenadier, Figuier, Abricotier, Vigne) et contient différentes variétés de dattiers avec une plantation anarchique *Mech Degla* (120 pieds). *Ghars* (30 pieds) et *Deglet Nour* (600 pieds), *Mechtar* (4 pieds), *Kahlaye* (3pieds), *Hammraye* (3pieds), *Horra* (3pieds) et (1pied) *Tanteboucht* plantées en 1950, alors qu'en 2003, il y a eu la plantation de quelques pieds de *Deglet Nour*. La densité de plantation est de 100 - 120 pieds /ha. L'irrigation est par submersion à une fréquence d'une fois par quinze jours en saison humide et d'une fois par semaine entre la mi-août et le mi- septembre.



Figure 9. Site expérimental 1

Station 2 :

La deuxième exploitation appartenant à **Mr LAADJAL** située dans une zone dénommée **DRAA EL BITTIKH** dans la commune de **Foughala** au Sud-Ouest du chef-lieu de la wilaya de Biskra à 5 km de ville cette exploitation de 1 ha est caractérisé par une polycultures (grenadier, figuier, agrumes ...) et Contient aussi différentes variétés de dattiers (*Deglet Nour* «120 pieds », *Mech Degla* « 8 pieds » et *Ghars* «2 pieds») avec une plantation anarchique et une irrigation par submersion de fréquence une fois par semaine.



Figure 10. Site expérimental 2

Station 3 :

Le site de Sidi Okba est une palmeraie privée conduite en polyculture, présentant les caractéristiques suivantes :

- Elle subit les vents chauds.
- ⇒ moyennement entretenue.
- ⇒ maturité précoce des dattes.
- ⇒ mené en polycultures (palmier dattier - grenadier).



Figure 11. Site expérimental 3

2.3.1.3. Etude du niveau d'infestation et du nombre d'œufs pondus sur les dattes

Le comportement d'*E ceratoniae* dans le fruit dépend de la variété de datte et de son stade de maturité. La pyrale effectue tout son développement larvaire à l'intérieur du fruit, excepté le premier stade, le début d'infestation se traduit par l'obturation du trou de pénétration par la soie, chez une datte "véreuse" (Dhouibi, 1982).

Pour évaluer le niveau d'infestation chez les trois variétés (*Deglet Nour*, *Mech Degla et Ghars*), nous avons réalisé un échantillonnage au hasard sur cinq palmiers de chaque variété et à chaque stade de maturité de datte. La collecte des échantillons de datte se fait chaque 15 jour pour les trois stades (*Loulou*, *Khلال* et *Bser*), puis chaque semaine pour les stades (*Rotab* et *Tmar*). Les échantillons sont mis dans des boites en plastique pour être examinés. Les observations sont réalisées sur les branchettes, les pédoncules puis les dattes (de l'extérieur pour le comptage des œufs et à l'intérieur pour les larves).

Tous les échantillons de dattes, de même stade de maturité et de même palmier, ont été placés dans un bocal en verre fermé par une toile pour permettre la ventilation et éviter la fuite

des papillons adultes. Cela permet le suivi du temps d'émergence de la pyrale (Les bocaux en verre étaient placés à température ambiante).

Au cours de chaque stade phénologique, les dattes ont été recueillies, soigneusement ouvert en utilisant un scalpel pour vérifier la présence de larves ou nymphes de la pyrale des dattes. Ces dattes ont ensuite été fermées afin que l'émergence des adultes puisse se reproduire naturellement. Cette observation a été faite directement à l'œil nu. Les papillons éventuels rencontrés ont été recueillis dans des tubes à essai et observés au microscope binoculaire pour l'identification des espèces.

Le taux d'infestation des dattes à chaque stade phénologique a été calculé par le pourcentage de dattes contenant au moins une larve ou de nymphe de la pyrale par rapport au nombre total de dattes de chaque palmier étudié. Les résultats d'infestation ont été regroupés par cultivar de palmier dattier dans chaque oasis d'étude.

2.3.2. Etude de l'influence de la qualité nutritionnelle des trois variétés de dattes sur (le comportement alimentaire) les performances biologiques d'*E. ceratoniae*

2.3.2.1. Les indices gravimétriques ou indices nutritionnels

L'étude de la relation entre l'insecte et sa plante hôte à l'aide des paramètres biologiques généraux comme le temps de développement, le poids et la survie est parfois insuffisante (**Kumbaşli, 2005**). On n'observe que les résultats d'un processus, en fonction de la nature de l'intrant: la nourriture (**Kumbaşli, 2005**). Pour comprendre le sens de ces résultats, il faut connaître ce qui se passe durant le processus d'alimentation de l'insecte, et cela au cours des différents stades de son développement (**Kumbaşli, 2005**).

Les indices nutritionnels élaborés par **Waldbauer (1968) et Montgomery (1983)** permettent de comprendre de quelle façon les nutriments sont utilisés par l'insecte et permettent aussi de détecter quelle phase du processus alimentaire est affectée lorsque l'insecte est confronté à un problème alimentaire. Les indices nutritionnels permettent donc de mieux comprendre les phénomènes impliqués entre l'intrant, la nourriture, et l'extrait, les performances de l'insecte (le temps de développement, le poids, la survie).

Les herbivores ont développé différentes stratégies pour faire face à une diminution du contenu nutritionnel dans leur diète alimentaire, par exemple en prolongeant la période 13 d'alimentation, de digestion et de développement ou en augmentant leur taux de consommation (**Bauce et al., 2002**). Les indices gravimétriques, mis au point par **Waldbauer en 1968**,

permettent d'étudier ces comportements alimentaires. Cette approche consiste à mesurer la quantité de nourriture consommée, digérée et convertie en biomasse. Les différents indices sont :

- *Digestibilité approximative (DA)* : la proportion de la nourriture ingérée qui a été assimilée ou absorbée par l'organisme.
- *Efficacité de conversion de la nourriture ingérée (ECI)* : mesure de la capacité de l'insecte à convertir la nourriture ingérée en biomasse.
- *Efficacité de conversion de la nourriture digérée (ECD)* : mesure de la capacité de l'insecte à convertir la nourriture digérée en biomasse.
- *Taux relatif de croissance (TRC)* : la croissance de l'insecte en fonction du temps.
- *Taux relatif d'ingestion (TRI)* : la quantité de nourriture ingérée en fonction du temps.

Sur une diète déficiente en nutriment, les insectes ont tendance à augmenter leur taux de consommation (**Schmidt et Reese, 1986; House, 1965; Soo Hoo et Fraenkel, 1966**). Le même comportement se produit sur une diète ayant une carence en azote chez les insectes (**Mattson, 1980 ; Lindroth, 1993**).

Les indices nutritionnels sont calculés à partir des poids secs de nourriture consommée, des excréments produits, des variations de biomasse chez l'insecte ainsi que des temps de développement mesurés des larvaires (L1-L5).

Nous avons pris des dattes saines des trois variétés (*Deglet Nour, Mech Degla et Ghars*) dont le poids initial est calculé par pesé, à l'aide d'un sécateur on sectionne la datte en deux parties, ensuite nous avons mis des œufs fraîchement pondus issus d'un élevage en masse à l'intérieur de ces dattes, un œuf pour chaque datte après l'élimination du noyau et on ferme ensuite la datte qui sera placée dans une petite boîte sur laquelle on indique la date de mise en place et le numéro de la boîte. Après éclosion, les larves néonates sont pesées au début de développement et on les laisse s'alimenter à l'intérieur des dattes jusqu'à ce qu'elles arrivent à la fin du 5^{ème} stade. La durée de développement est notée et les excréments (fèces) produits par chaque larve durant cette période sont ramassés et pesés, ainsi que le poids de la datte et les larves du stade L5 afin de déterminer la nourriture utilisée par la larve durant cette période. La différence entre le poids des dattes au départ et le poids final permet de connaître la quantité de nourriture ingérée par chaque larve.

Nous avons utilisé les indices de **Waldbauer, 1968** et en voici la description :

$$\text{Taux relatif d'ingestion } TRI = \frac{NI}{P * T}$$

$$\text{Taux relatif de croissance } TRC = \frac{GP}{P * T}$$

$$\text{Digestibilité approximative } DA = \left[\frac{NI - FP}{NI} \right] * 100$$

$$\text{Efficacité de conversion en biomasse de la nourriture digérée } ECD = \left[\frac{GP}{NI - FP} \right] * 100$$

$$\text{Efficacité de conversion en biomasse de la nourriture ingérée } ECI = \left[\frac{GP}{NI} \right] * 100$$

Où **GP** : gain en poids (poids initial – poids final) **P** : poids moyen (GP/log GP) **NI** : quantité de nourriture ingérée (poids secs) **FP** : quantité de fèces produites (poids secs) **T** : temps de développement (stade 2 au stade pupae)

NI a été obtenu en soustrayant le poids sec initial de la diète à celui du poids sec final. Pour obtenir le poids sec initial, nous avons mesuré le poids humide initial et nous avons estimé le pourcentage d'humidité de la diète. Pour ce faire, dans chacun des plateaux de 30 contenants, nous avons sélectionné deux contenants de diètes au hasard dont nous avons mesuré le poids humide et le poids sec. La moyenne de ces deux donnait le pourcentage d'humidité des diètes de ce plateau. Pour obtenir **FP**, nous avons séché les contenants de diètes avec les fèces. Lorsqu'ils étaient secs, nous les avons pesés. Par la suite, nous avons séparé les diètes des fèces et nous avons pesé le restant des diètes. La différence entre les deux mesures, nous donnait la valeur de **FP**. Le poids sec des pupes a été déterminé par une constante d'humidité, soit 29.37%. Le poids initial des larves a été estimé par une constante (4 mg).

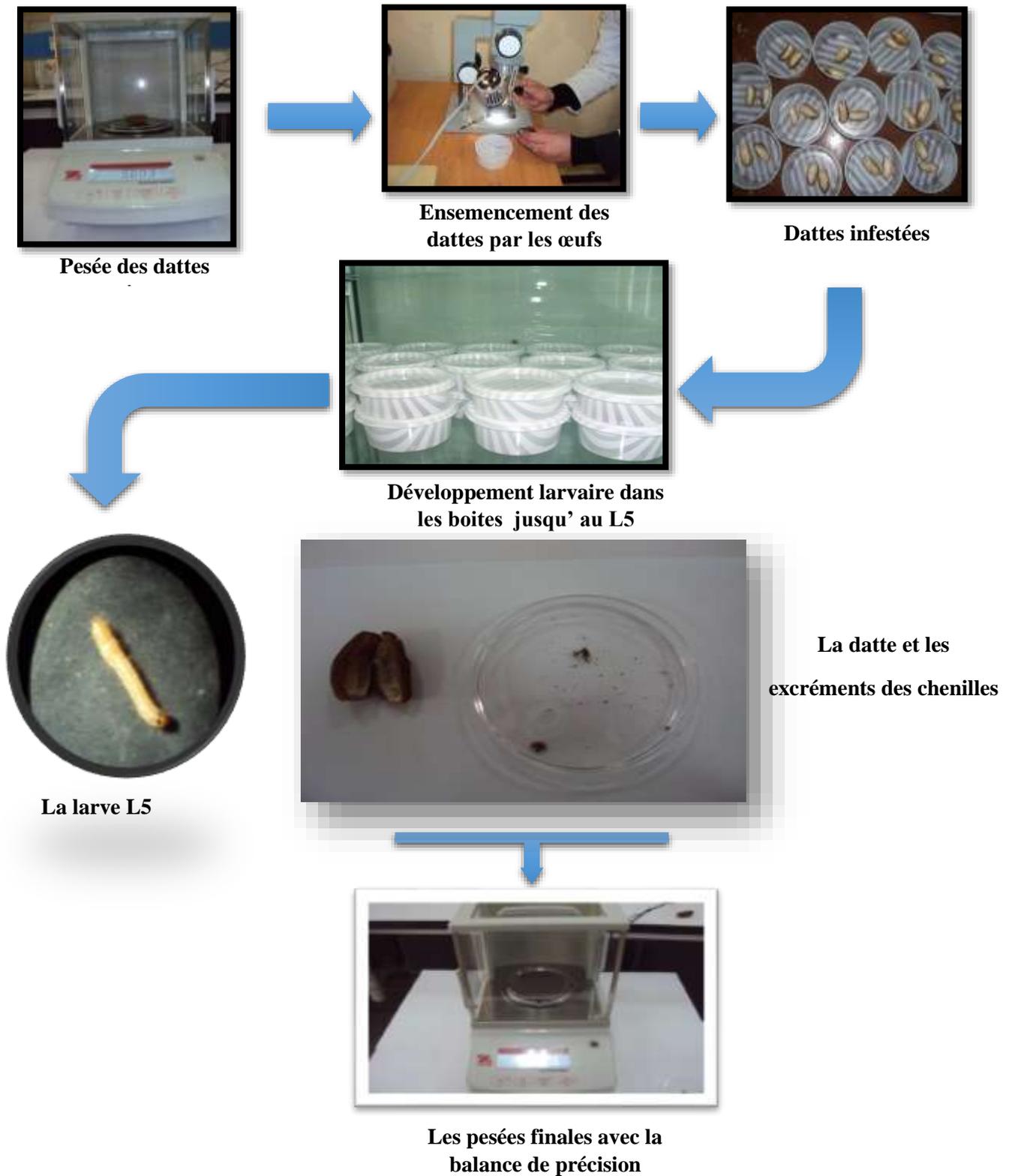


Figure 12. Méthode de détermination des indices gravimétriques

2.3.2.2. Etude de l'effet des odeurs des extraits des trois variétés de dattes sur l'attractivité des larves d'*Ectomyelois ceratoniae*

L'analyse de comportement alimentaire nous permet d'identifier l'influence d'une ou plusieurs molécules volatiles et permet de démontrer l'effet attractif de ces composés volatiles des plantes hôtes sur l'insecte.

Extraction des dattes

Pour obtenir des extraits des dattes, on va d'abord peser 50 gr de ces dattes pour chaque variété, puis on les coupe en petits morceaux à l'aide d'un couteau, on les place ensuite dans 100 ml de solvant ; pour cela on a utilisé trois solvants (deux solvants apolaires l'Hexane et le Pentane, puis un solvant polaire qui le Dichlorométhane), ensuite on mélange à l'aide d'un agitateur électrique pendant 60 min. les extraits sont filtrés à l'aide d'un entonnoir et la laine de verre afin d'éliminer toutes les impuretés (**Ouakid et al., 2005**).

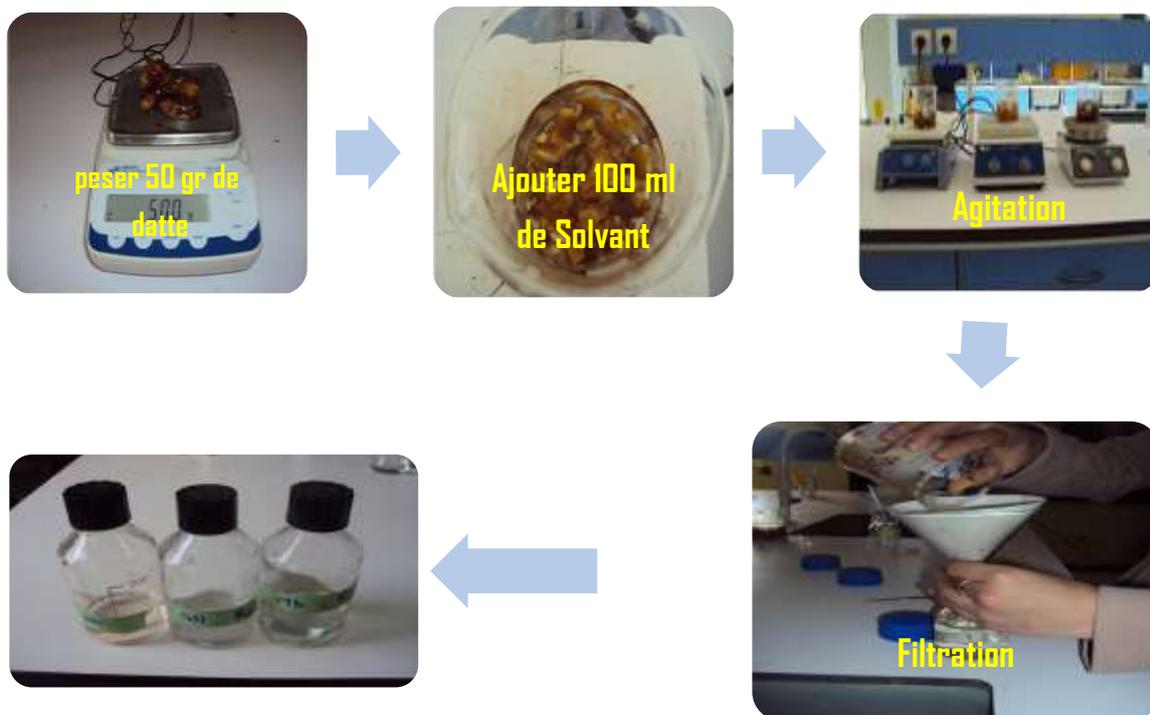


Figure 13. Procédé d'extraction des trois variétés

Tests en enceinte close

On teste les larves dans une enceinte close, en verre de « 50 x 20 x 25 cm » bordée d'un couvercle pour assurer la fermeture complète.

On introduit d'abord l'extrait de la datte ou la datte fraîche entière, on laisse l'odeur se diffuser après avoir remis le couvercle pendant 10 min, ensuite on introduit l'individu à tester

dans l'enceinte au niveau de la zone de latence et on note grâce à un chronomètre le temps entre l'introduction de l'individu dans l'enceinte et sa sortie de la zone de latence (le temps de latence), et le temps que met l'individu pour rentrer dans la zone où se trouve la source de l'odeur (c'est le temps de parcours). La somme du temps de latence et du temps de parcours donne le temps global de l'attraction, (Fig. 14).

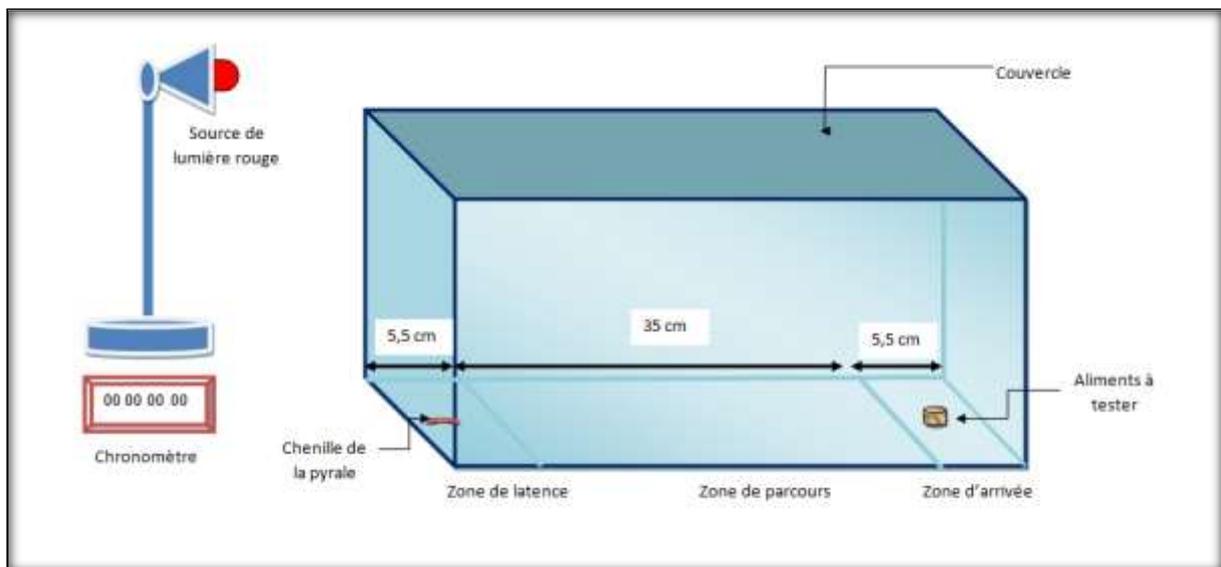


Figure 14. Dispositif de test dans une enceinte close

Tests en Olfactomètre (tube en Y)

On teste les larves dans un tube en verre sous forme d'Y, avec une entrée et deux sorties (Fig. 15), ces deux dernières sont alimentées par un flux d'air comprimé par un compresseur d'air.

On introduit l'extrait ou la datte fraîche au niveau 2 pour laisser diffuser l'odeur, puis les bouchons sont remplacés sur les deux sorties, ensuite on introduit l'individu à tester au niveau 1, alors que le niveau 3 c'est un témoin. On note le temps que met la chenille pour accomplir le trajet de la zone de détection (c'est le temps de détection), ensuite le temps que met l'individu pour arriver jusqu'à la zone où se trouve la source d'odeur (c'est le temps de parcours). La somme du temps de latence et du temps de parcours donne le temps global de l'attraction.

Les tests olfactifs se sont déroulés dans une pièce obscure et silencieuse éclairée par une lampe rouge à faible puissance. Tous les facteurs exogènes pouvant altérer les résultats ont été éliminés (autres odeurs, lumière, bruit,...)

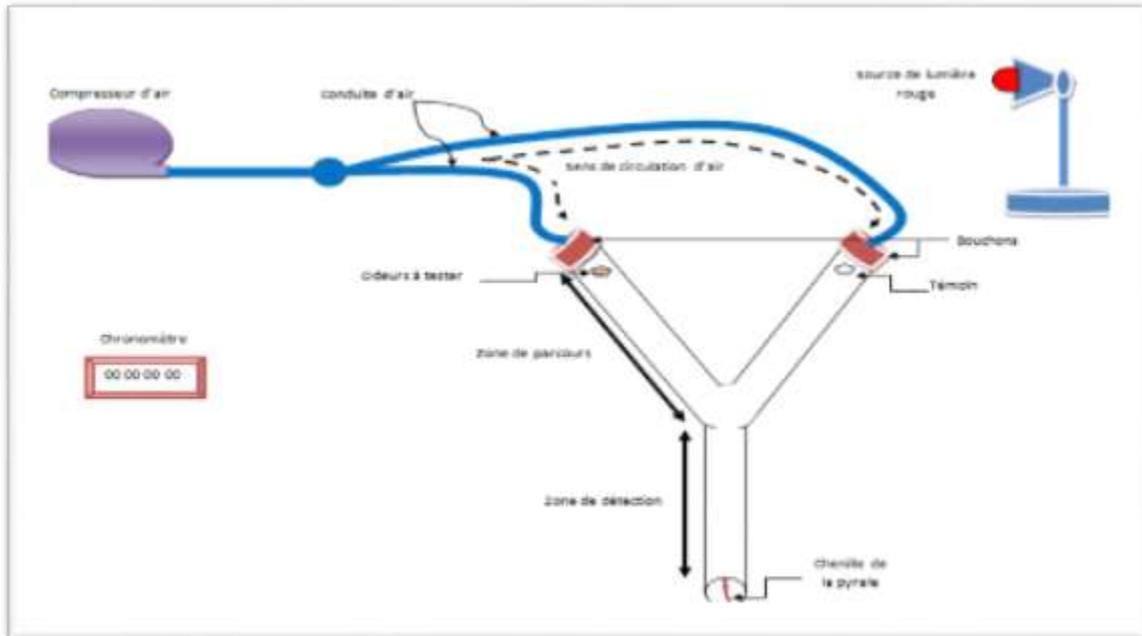


Figure 15. Dispositif de test olfactif dans un olfactomètre

Analyse statistique

Les données ainsi normalisées font l'objet d'une analyse de la variance (ANOVA) à un seul critère de classification, Le calcul de la plus petite différence significative (p.p.d.s) permet le classement des moyens.

La comparaison des moyennes est effectuée par des tests paramétriques. Les calculs ont été réalisés à l'aide du programme **EXLSTAT** (version 2014).

2.3.2.3. Effet de la qualité nutritionnelle des dattes sur le sex-ratio et la fertilité des femelles et des œufs

Les larves issues de l'élevage sur les trois variétés sont ensuite séparées par un sexage pour connaître le sex-ratio de chaque variété, ensuite on va les mettre dans des tubes à hémolyses avec un petit morceau de carton ondulé afin d'inciter ces larves à entrer en stade chrysalide, les tubes sont fermés par un bout de coton. A l'émergence des adultes, nous avons placé 10 couples de chaque variété dans des boites de pétri, dont la face inférieure est couverte par un papier blanc qui nous permet de dénombrer les œufs pondus, sur chaque boite.

Un suivi régulier et quotidien de chaque couple nous a permis de déterminer le nombre des œufs pondus par femelle et le taux d'éclosion des œufs

2.3.2.4. Réalisation des extraits pour l'analyse chromatographique

Tous les extraits ont été réalisés à partir de 4g de fruits pris au hasard dans le stock de dattes disponibles. Différents morceaux de fruits sont prélevés à la surface (peau comprise), dans la pulpe et dans la zone autour du noyau, trois échantillons ont été réalisés pour chacune des variétés de dattes étudiées.

Deux types de solvants (4ml par échantillon extrait) ont été utilisés: un solvant apolaire, l'hexane (meilleure extraction des composés apolaires) et un solvant polaire, le dichlorométhane (meilleure extraction des composés polaires). L'extraction dure 20 min à environ 22°C et est vortexé pendant 30 sec toutes les 5 min.

Les extraits obtenus sont alors filtrés sur laine de verre puis concentré à 50µl sous flux d'azote.

2.3.2.5. Analyse des extraits par chromatographie en phase gazeuse / spectrométrie de masse (CPG/SM)

Couplée à la chromatographie gazeuse-spectrométrie de masse (GC-MS), il a été utilisé avec succès pour l'analyse qualitative et quantitative des composés volatils dans diverses matrices de fruits (**Ibanez et al., 1998**).

Un microlitre de chaque échantillon est injecté dans un chromatographe en phase gazeuse couplé à un spectromètre de masse (**Shimadzu 2010**). L'appareil est équipé d'une colonne capillaire polaire en silice fondue de type CPWax 58CB (60 m x 0.15 mm ID, épaisseur de phase 0,15 µm, Varian). Ce type de colonne a été sélectionné suite à divers essais sur des colonnes de type polaire, apolaire ou de polarité intermédiaire.

La programmation de température utilisée est la suivante : 40°C à 300°C, 3°C/min, puis 10 min à température finale. L'intégration des différents pics est réalisée automatiquement et la nature chimique des différents composés déterminée par comparaison avec les spectres de masse contenus dans la banque de donnée de l'appareil. Seule une étude qualitative de la composition chimique des extraits a été réalisée.

2.3.3. Essai de lutte contre la pyrale des dattes par l'étude de la toxicité de quelques bio-pesticides

Au cours de notre expérimentation nous avons procédé à un élevage de masse de pyrale *d'Ectomyelois ceratoniae* zeller dans un premier temps .

En deuxième lieu nous avons testés l'efficacité de trois bio pesticides déjà commercialisés sur marché sur d'autres lépidoptères a savoir le **Spinosad** (TRACER 240 SC),

l'Azadirachtine (BIOAZA 32) et le *Bacillus thurigiensis* sur les 5 stades larvaires de ce ravageur.

Dans le but de tester l'efficacité des trois bio-pesticides sur les larves de la pyrale des dattes, on a utilisé différentes concentrations pour chaque produit.

Au laboratoire, dans des boîtes de pétri qui contiennent le milieu d'élevage, nous avons appliqué un traitement sur 20 larves de chaque stade de développement, avec un témoin le tous en trois répétition. Les observations sont réalisées chaque 24 h pour le comptage des larves mortes à l'aide d'une loupe binoculaire et une épingle entomologique.

Les concentrations utilisées sont comme suite :

- Pour le Spinosad : 25 ppm, 50 ppm, 100 ppm et 200 ppm
- Pour l'Azadirachtine : 24ppm, 48ppm, 96ppm, 192ppm et 384ppm.
- Pour le *Bacillus thurigiensis* : 250 ppm, 500 ppm, 1000 ppm, 1500 ppm et 2000 ppm

Afin de caractériser le pouvoir insecticide de la molécule utilisée, nous avons déterminé, la concentration létale 50 % (CL 50). Les taux de mortalité corrigés obtenus sont transformés en probits et permettent d'établir une droite de régression en fonction des logarithmes décimaux des doses utilisées. A l'aide de la courbe, on détermine toutes les concentrations remarquables, selon les procédés mathématiques de **Finney (1971)**. La méthode de **Swaroop (1966)** permet le calcul de l'intervalle de confiance de la CL50.

Formule d'**Abbot** :

$$\frac{X-Y}{X} \times 100$$

X= Nombre de vivants dans le lot témoin

Y= Nombre de vivants dans le lot traité

Le paramètre slope, noté S est donné par la formule :

$$S = \frac{CL84}{CL50} + \frac{CL50}{CL16} / 2$$

La limite supérieure de la CL50 = CL50 x \int CL50

La limite inférieure de la CL50 = CL50 / \int CL50

2.3.3.1. Le Spinosad

Selon **Gao *et al.* (2007)** indique le Spinosad est un agent de lutte contre les insectes qui est dérivé d'une bactérie du sol d'origine naturelle, et qu'il est efficace sur plusieurs classes d'en particulier les insectes, les larves de lépidoptères. D'après **Salgado (1998)** qui montre que le Spinosad est un insecticide d'origine biologique (famille chimique des naturalités) composé d'un mélange de deux métabolites (Spinosynes A et D) (Fig.17) synthétisés par la bactérie *Saccharopolyspora spinosa*, du groupe des actinomycètes. Et est enregistré pour utilisation sur une variété des cultures dans de nombreux pays (**Gao *et al.*, 2007**) (Fig.18).

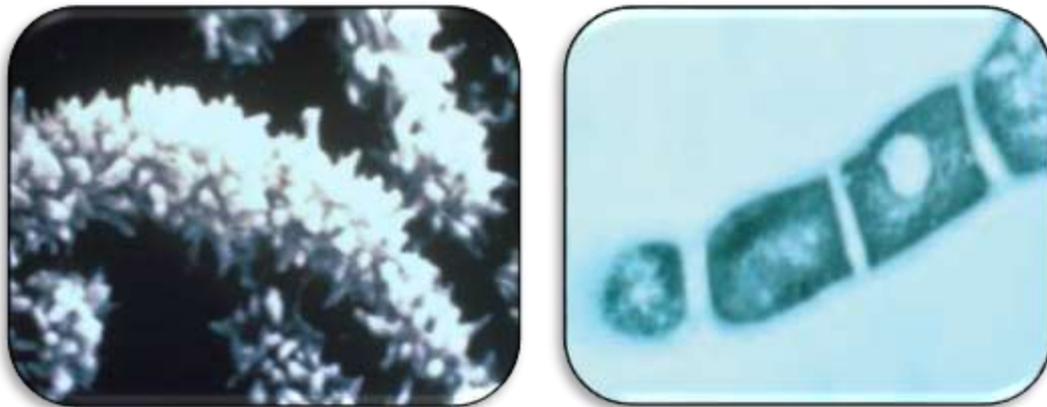


Figure 16. *Saccharopolyspora spinosa* (Mertz et Yaor, 1990).

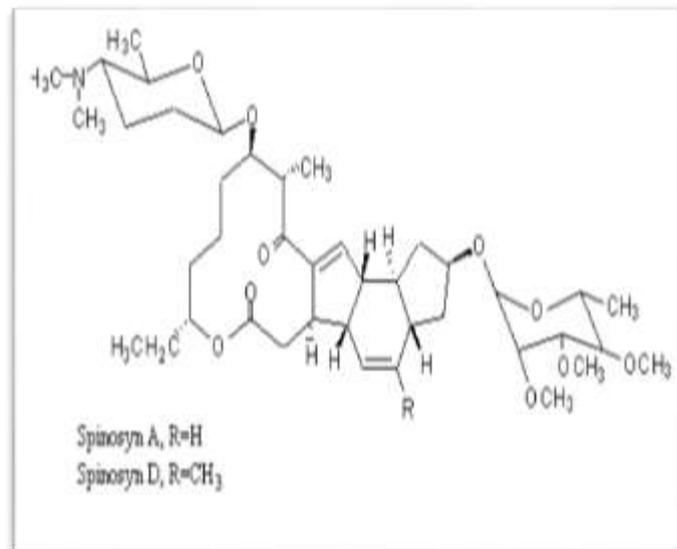


Figure 17. Structures de Spinosad (Spinosyn A et Spinosyn D) (Aboul-Enein *et al.*, 2012)

Mode d'action

Son action a été découverte par hasard sur certains insectes ; depuis, elle a été identifiée et bien caractérisée. Le produit agit essentiellement par ingestion mais également par contact (Fig.19), Spinosad outre un effet anti-appétant, agit sur le système nerveux des insectes, entraînant une contraction involontaire des muscles et une paralysie mortelle. La mort peut survenir jusqu'à deux jours après le traitement : il faut donc attendre un peu avant de procéder à un contrôle de l'efficacité (Jacquet, 2002).

Selon Salgado (1998), il possède en outre une action secondaire agit à la fois sur les récepteurs GABA.



Figure 18. Un double mode d'action Spinosad; A : Pulvérisation sur un support en présence du ravageur; B : Pulvérisation d'une feuille puis introduction et absorption de produit par le ravageur

Toxicité du produit

Le spinosad possède une très faible toxicité pour les mammifères. Il est par exemple 100 à 1000 fois moins toxique pour la faune aquatique et en particulier les poissons que les insecticides de la famille des pyréthriinoïdes (Brett, 1997).

D'après Saunders et Brett (1997), la dégradation du produit dans le sol se fait par les cycles naturels de dégradation par la lumière et la biomasse microbienne. La demi-vie du Spinosad sur les feuilles est de l'ordre de 1 à 15 jours, selon l'intensité lumineuse dans le sol, elle est l'ordre de quelques jours. Les métabolites du produit «spinosynes» pourraient par contre être plus persistants : leur accumulation dans le sol peut donc présenter un risque toxicologique à vérifier par un suivi précis.

Avantages : Selon Salgado (1998)

- Son mode d'action unique, le faible risque d'apparition de résistance croisée.
- Le faible impact sur les auxiliaires laisse penser que ce produit aurait un profil plutôt favorable.
- Faiblement toxique vis-à-vis des acariens prédateurs phytoséides.
- Aucune toxicité particulière n'a été remarquée sur la flore du sol, ainsi que sur les vers de terre
- Dose minime dans l'environnement
- Faible risque pour l'applicateur.
- Faible risque pour les organismes non ciblés.
- Sans risque pour les zones proches.
- Un excellent profil pour la protection intégrée

2.3.3.2. L'Azadirachtine

L'Azadirachtine est un composé majeur de l'huile de neem, pressés dans les fruits et les graines d'*Azadirachta indica* (Indica de neem ou margousier) (**Koul et al, 1990**). L'activité insecticide de l'Azadirachtine est assez complexe, car il peut agir comme un régulateur de croissance des insectes, mais pose aussi des activités d'alimentation et de dissuasion de ponte (**Schmutterer, 1990**). L'efficacité de ce produit a été testée contre la pyrale des dattes *E. ceratoniae* en Tunisie et les résultats obtenus montrent que l'Azadirachtine est très efficace contre la pyrale (**Schmutterer, 1990**).

D'après **François (2010)**, L'Azadirachtine (Azadirachtine A et B) est le principal composant actif de l'huile de neem. Le composé qui est l'Azadirachtine; est un tri-terpénoïde extrait des feuilles, des fruits, ou des graines. Il inhibe la prise de nourriture chez les insectes. Le neem contient de nombreuses substances avec des activités anti-inflammatoires, antibactériennes ou immunostimulantes.

Selon **Monique (2011)** et **Raizada (2001)** L'Azadiractine est un extrait de *Azadirachta indica* (neem ou margousier) ou sous-produit naturel du neem (*Azadirachta indica*), qui agit sur les insectes par ses propriétés répulsives sur les adultes ainsi que sa capacité d'inhibition de l'hormone responsable de la mue chez les stades larvaires (**Khoualdia, 2002**).

Selon **Macdonald, (1986)** l'Azadirachtine est caractérisé par :

- Sans danger pour les mammifères et les oiseaux.
- Utilisé aux doses efficaces.

-Il ne présente aucun risque important pour la plupart des organismes non ciblés comme les abeilles.

-Il se dégrade rapidement dans l'environnement.

Mode d'action

L'Azadirachtine possède un mode d'action à la fois par contact et systémique. (**Pierrette, 2011**). D'après (**Petit, 2008**) Son mode d'action Le neem agit sur différents stades de vie du cycle des insectes.

➤ **Le premier effet** observé est la répulsivité ou l'anti-appétence: les ravageurs refusent de consommer les cultures traitées et les abandonnent. L'Azadirachtine se fixerait sur le récepteur du goût qui entraînerait un rejet par les insectes de la plante traité.

➤ **Le deuxième effet** entraîne des bouleversements comportementaux et physiologiques, à terme létaux (3 à 15 jours après traitement). Dans ce cas, son mode d'action est de type régulateur de croissance, les substances du neem seraient responsables d'un blocage du système endocrinien par mimétisme avec des hormones du cycle, notamment l'ecdysone. On observe alors des dérèglements physiologiques et des blocages comportementaux chez les ravageurs.

D'après (**Koul et al, 1990**), l'Azadirachtine est un inhibiteur de croissance. D'une intervention sur la synthèse des ecdystéroïdes 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.

Il peut avoir d'autres effets comme :

- Arrêt ou ralentissement du développement des œufs et des larves
- Blocage des métamorphoses de larves et nymphes.
- Dérèglement des communications phénoménales au moment de la reproduction chez les adultes.
- Stérilisation d'adultes.
- Empoisonnement
- Inhibition des processus d'alimentation et de mastication.
- Inhibition de la synthèse de chitine. Le mode d'action est translaminaire à la différence de l'effet systémique qui change la composition de la sève du végétal traité.

Toxicité

Selon **Bélanger et Musabyimana (2005)** L'Azadirachtine est très toxique pour la faune aquatique type poisson.

-fortement absorbée par le sol et dégradée rapidement (Le temps de dispersion à 50 % de l'Azadirachtine dans le sol est compris entre 24 et 48 heures).

-Empêche une contamination des eaux létale aux poissons.

Avantages

Aucun résidu de solvants organiques dans l'extrait.

Seules des traces de substances indésirables telles que les composés de soufre et de phénols sont présentes, ce qui accroît d'ailleurs l'efficacité de l'extrait. L'extrait ne contient aucun des contaminants qui sont responsables de l'odeur forte fréquemment rencontrée. L'extrait obtenu est stérile. Il ne contient pas d'eau, pas de protéine ou de polysaccharide, évitant ainsi la possibilité d'un développement bactérien (**Bélanger et Musabyimana 2005**).

2.3.3.3. Le *Bacillus thuringiensis*

Le *Bacillus thuringiensis* est certainement le biopesticide le plus commercialisé dans le monde (**Riba et Silvy, 1989**). C'est une bactérie du sol formant des spores, et les préparations contenant *Bt* sont largement utilisées comme pesticides microbiens dans l'agriculture et la foresterie (**Gill et al., 1992**).

Le *Bt* est caractérisé par la production d'un cristal protéique durant la sporulation constitué de protéines présentant une activité insecticide spécifique (**Tirado-Montiel et al., 2001**).

Mode d'action

Bacillus thuringiensis var. *Kurstaki* est composée de cristaux protéiques (delta-endotoxine). Cette toxine n'agit que sur les insectes et particulièrement les Lépidoptères.

Les cristaux synthétisés par les bactéries sont constitués de protoxines, qui, une fois ingérées par l'insecte, sont digérées à pH alcalin par les protéases digestives et transformés en toxines polypeptidiques actives. Les δ -endotoxines activées par les protéases de l'insecte se fixent sur des récepteurs spécifiques situés sur les cellules de l'épithélium intestinal. L'intoxication se manifeste très rapidement par d'importantes lésions au niveau de l'intestin et par une paralysie du tube digestif, entraînant un arrêt immédiat de l'activité d'alimentation. La mort de l'insecte intervient en 24 à 48 heures après l'ingestion des cristaux et peut être ou non accompagnée d'une septicémie. Les aspects moléculaires du mécanisme qui aboutissent à la mort des insectes ne sont pas encore clairement définis (**Chaufaux, 1994**).

Résultats

3. RESULTATS

3.1. Etude bioécologique et répartition spatiotemporelle d'*Ectomyelois ceratoniae* Zeller

3.1.1. La durée moyenne d'accouplement

Le tableau 6, montre des variations dans la durée d'accouplement pour chaque couple, allant d'un minimum de 45 minutes à un maximum de 120 minutes (2 heures) avec une moyenne de $77 \pm 19,54$ minutes par couple.

Tableau 6. La durée d'accouplement chez d'*E.ceratoniae*

N° de couple	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Moyenne
La durée d'accouplement (Minute)	80	85	66	80	85	80	45	63	120	55	$77 \pm 19,54$

3.1.2. Le nombre moyen de ponte et des œufs pondus par femelle et le nombre moyen des œufs par ponte

La pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* en ponte dépose les œufs en plusieurs étapes sous forment d'amas.

Les résultats obtenus concernant le nombre moyen des œufs pondus par ponte calculé sur 10 boites contenant chacune un couple sont consignées sur le tableau 7. Après accouplement, on remarque que le nombre moyen des œufs pondus par ponte diminue à chaque fois que le nombre d'amas par femelle augmente, allant d'un minimum 82 œufs et un maximum de 186, avec une moyenne de 139,33 œufs par ponte.

Tableau 7. Le nombre moyen des pontes par femelle et le nombre moyen des œufs pondus par ponte

N° de la boîte	Amas 1	Amas 2	Amas 3	Amas 4	Amas 5	Amas 6	Nombre total des œufs
Boîte 1	61	21					82
Boîte 2	64	19	17				100
Boîte 3	119	49	9				177
Boîte 4	73	10	11				94
Boîte 5	80	37	11	42	9	7	186
Boîte 6	110	38	7				155
Boîte 7	84	33	42				159
Boîte 8	88	8	11				107
Boîte 9	125	49					174
Boîte 10	81	23					104
Moyenne	87,41	28,7	15,43	42	9	7	133,8



Figure 19. Œufs déposés en chaîne

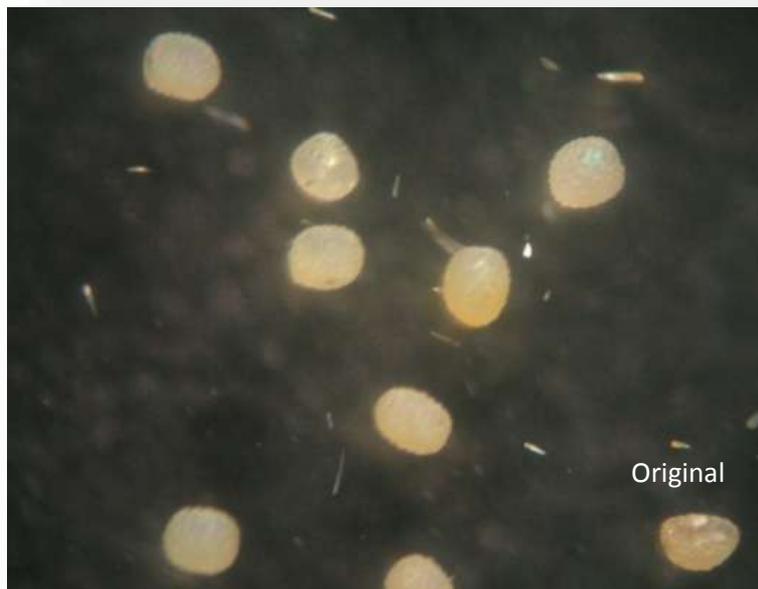


Figure 20. Œufs déposés en amas



Figure 21. Œufs déposés isolément

3.1.3. Le taux d'éclosion des œufs

Notre étude sur la fertilité d sur 20 œufs en 10 répétions a montré une variation très remarquable dans le taux d'éclosion (tableau 8). Le taux moyen d'éclosion des œufs est $11,6 \pm 1,43$, avec un minimum de 10 œufs et un maximum de 14 œufs éclos sur 20. (Tab. 8).

Tableau 8. Taux d'éclosion des œufs

N° de la boîte	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Moyenne
Nombre des œufs	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Nombre des œufs éclos	13	14	10	12	12	11	11	10	10	13	11,6±1,43

3.1.4. La longévité moyenne des mâles et des femelles

D'après le tableau 9, on remarque que la longévité minimale chez les mâles est de 1 jour, alors qu'elle est chez les femelles de 3 jours. La durée de vie maximale observée chez les mâles est de 6 jours par contre, les femelles ont une longévité maximale plus longue (8 jours). De ce fait, on a enregistré une durée moyenne de vie de $3,5 \pm 1,66$ jours pour les mâles et de $4,83 \pm 1,47$ jours pour les femelles dans des conditions d'élevage contrôlés.

Tableau 9. La longévité des mâles et femelles d'*E.ceratoniae*

N° de la boîte	La longévité des mâles	La longévité des femelles
Boîte 1	3 jours	4 jours
Boîte 2	3 jours	4 jours
Boîte 3	5 jours	8 jours
Boîte 4	6 jours	6 jours

Boite 5	6 jours	6 jours
Boite 6	6 jours	7 jours
Boite 7	3 jours	4 jours
Boite 8	2 jours	4 jours
Boite 9	2 jours	4 jours
Boite 10	3 jours	5 jours
Moyenne	3,5±1,66	4,83±1,47

3.1.5. Le Sex-ratio

Le Sex-ratio ou indice de reproduction et de répartition numérique des sexes désigne la proportion des descendants femelles sur le nombre total de descendants (**Do Thi Khanh, 2005**)

$$\text{Sex-ratio} = \text{Nombre des femelles} / \text{Nombre total d'individus}$$

Le tableau 10 enregistre une différence entre le nombre des mâles et des femelles, avec nombre moyen des mâles de 31,30±16,10 et 24,80±15,77 pour les femelles. Ces valeurs montrent que la proportion des mâles est plus élevée que celle des femelles. Le Sex-ratio calculé de la pyrale des dattes dans les conditions contrôlées sur un milieu d'élevage artificiel, est de 0,44±0,082.

Tableau 10. Résultats de sexage des couples d'*E. ceratoniae*

N° de La boîte	Nombre totale des Larves	Nombre des mâles	Nombre des femelles	Sex-ratio
La boîte 1	65	37	28	0,43
La boîte 2	31	20	11	0,35
La boîte 3	97	45	52	0,54
La boîte 4	33	16	17	0,52
La boîte 5	97	55	42	0,43
La boîte 6	41	22	19	0,46
La boîte 7	28	20	8	0,29
La boîte 8	95	55	40	0,42
La boîte 9	16	11	5	0,31
La boîte 10	58	32	26	0,45
Moyenne		31,30±16,10	24,80±15,77	0,44±0,082

3.1.6. Etude de la durées des différents stades de développement d'*Ectomyelois ceratoniae* élevés sur les variétés *Ghars*, *Deglet Nour* et *Mech Degla*

Le suivi du cycle biologique de la pyrale des dattes de la ponte jusqu'à l'émergence des adultes sur les trois variétés de dattes *Ghars*, *Deglet Nour* et *Mech Degla*, nous a permis de mesurer la durée moyenne d'incubation des œufs qui est presque la même pour les trois

variétés. Par contre la durée moyenne des cinq stades larvaires a montré une différence significatif entre les trois variétés étudiées avec une longue durée pour la variété *Ghars* (L₁-L₅ : 34,56 jours) et une durée plus courte pour les variétés *Deglet Nour* (27,84 jours) et *Mech Degla* avec (27,28 jours), de même, la durée moyenne la plus longue du stade chrysalide et la phase imaginaire ont été enregistrer sur les dattes de la variété *Ghars* avec respectivement 7,96 jours et 4,65 jours par rapport aux autres variétés (Tab. 11).

La durée moyenne du cycle complet sur les trois variétés est plus longue chez les dattes *Ghars* avec 51,01 jours et plus courte chez la variété *Deglet Nour* avec 42,30 jours qui est très proche de la variété *Mech Degla* avec 41,60 jours (Tab. 11).

Tableau 11. La durée des différents stades de développement en jours chez les trois variétés de datte

Durée des Stades (jours) Variétés	Incubation des Œufs	L1	L2	L3	L4	L5	Chrysalide	Adulte	Cycle complet
<i>Ghars</i>	3,84±0,37	6,12±0,73	7,52±1,00	6,04±0,68	5,92±1,00	8,96±3,60	7,96±2,86	4,65±0,91	51,01±1,70
<i>Deglet Nour</i>	3,88±0,33	6,28±0,46	6,04±0,68	5,04±0,73	4,08±1,04	6,4±2,42	6,28±1,95	4,3±0,91	42,42±1,06
<i>Mech Degla</i>	3,76±0,44	4,32±1,14	4,88±0,53	5,44±1,29	5,84±1,60	6,8±1,63	7,16±1,62	3,40±0,57	41,60±1,37
P		P < 0,0001	P < 0,0001	P = 0,0015	P < 0,0001	P < 0,0023	P = 0,0318	P = 0,0548	

On remarque d’après le Tableau 7 que la durée des différents stades de développement sont plus long dans les dattes de la variété *Ghars* sauf pour la durée d’incubation des œufs qui semble être la même, puisque ils proviennent tous des femelles issues de l’élevage sur milieu artificiel. Donc, la qualité alimentaire n’influe pas sur la durée d’incubation des œufs.

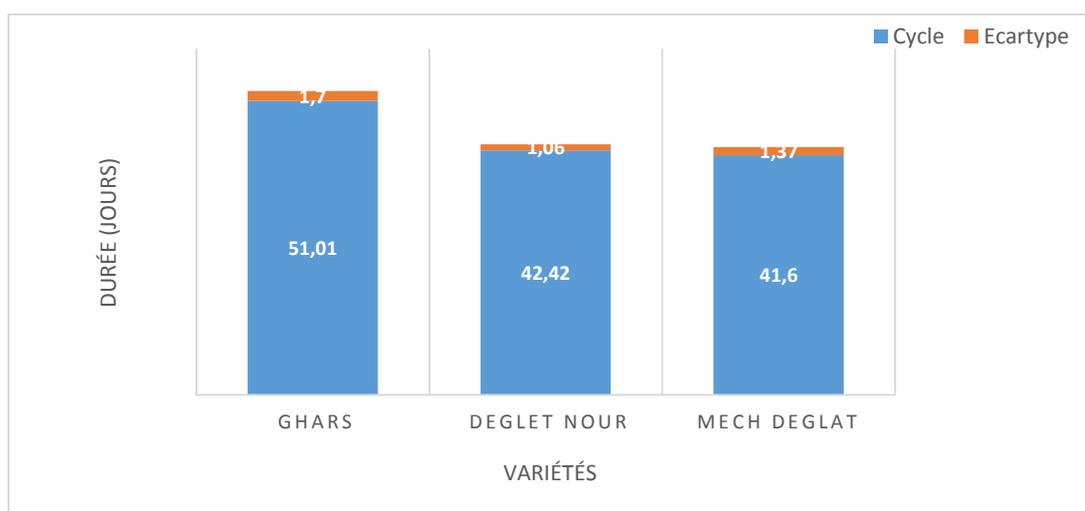


Figure 22. La durée du cycle complet d’*E. ceratoniae* sur les trois variétés de datte

3.1.6.1. Durée du stade larvaire L1

L’analyse de la variance des moyennes de la durée des stades larvaires d’*Ectomyelois ceratoniae* sur les trois variétés *Ghars*, *Deglet Nour* et *Mech Degla* montre des différences très hautement significative avec $P < 0,0001$ et 2 groupes homogènes.

Donc le groupe homogène A regroupe les variétés *Deglet Nour* et *Ghars* avec une durée plus longue enregistrée chez la variété *Deglet Nour* (6,28 jours), par contre la durée la plus courte a été marquer chez la variété *Mech Degla* (4,32 jours) qui appartient au groupe B (Tab. 12).

Tableau 12. Moyennes et groupe homogène pour la durée du stade larvaire L1

Variétés	Moyenne (Jours)	Ecartype	Groupes Homogènes
<i>Deglet Nour</i>	6,28	0,46	A
<i>Ghars</i>	6,12	0,73	A
<i>Mech Degla</i>	4,32	1,145	B

3.1.6.2. Durée du stade L2

L’analyse de la variance sur stade L2 montre des différences très hautement significative entre les trois variétés avec $p < 0,0001$.

La classification des moyennes fait ressortir 3 groupes homogènes, le groupe A représenté par la variété *Ghars* avec la durée la plus longue (7,52 jours), le groupe B contient la variété *Deglet Nour* avec 6,04 jours, le groupe C contient la variété *Mech Degla* avec la durée la plus courte (4,88 jours) (Tab. 13).

Tableau 13. Moyennes et groupe homogène pour la durée du stade larvaire L2

Variétés	Moyenne (jours)	Ecartype	Groupes Homogènes
<i>Ghars</i>	7,52	1,00	A
<i>Deglet Nour</i>	6,04	0,68	B
<i>Mech Degla</i>	4,88	0,53	C

3.1.6.3. Durée du stade L3

L'analyse de la variance de la durée moyenne du stade L3 sur les dattes *Ghars*, *Mech Degla* et *Deglet Nour* montre des différences hautement significative entre les trois variétés avec $P = 0,0015$.

Le classement des moyens fait ressortir deux groupes homogènes, le groupe A présenté par la variété *Ghars* avec la durée la plus longue 6,04 jours, le groupe B regroupe la variété *Mech Degla* et *Deglet Nour* avec respectivement une durée 5,04 jours et 5,44 jours (Tab. 14).

Tableau 14. Moyennes et groupe homogène pour la durée du stade larvaire L3

Variétés	Moyenne (Jours)	Ecartype	Groupes Homogènes
<i>Ghars</i>	6,04	0,68	A
<i>Mech Degla</i>	5,44	1,29	B
<i>Deglet Nour</i>	5,04	0,74	B

3.1.6.4. Durée du stade L4

L'analyse de la variance de la durée moyenne du stade L4 montre des différences très hautement significative entre les trois variétés avec $P < 0,0001$.

Les groupes homogènes sont : le groupe A contient les variétés *Mech Degla* et *Ghars* avec le durée la plus longue (5,92 jours), le groupe B contient la variété *Deglet Nour* avec une durée 4,08 jours (Tab. 15).

Tableau 15. Moyennes et groupe homogène pour la durée du stade larvaire L4

Variétés	Moyenne (jours)	Ecartype	Groupes Homogènes
<i>Ghars</i>	5,92	0,997	A
<i>Mech Degla</i>	5,84	1,60	A
<i>Deglet Nour</i>	4,08	1,04	B

3.1.6.5. Durée du stade L5

L'analyse de la variance de la durée moyenne du stade L5 montre des différences significative entre les trois variétés avec $P < 0,0023$.

On a deux groupes homogènes, le groupe A représenté par la variété *Ghars* avec la durée la plus longue (8,96 jours), le groupe B contient les deux variétés avec une court durée *Mech Degla* (6,80 jours) et *Deglet Nour* (6,40 jours). (Tab 16).

Tableau 16. Moyennes et groupe homogène pour la durée du stade larvaire L5

Variétés	Moyenne (Jours)	Ecartype	Groupes Homogènes
<i>Ghars</i>	8,96	3,60	A
<i>Mech Degla</i>	6,80	1,63	B
<i>Deglet Nour</i>	6,40	2,41	B

3.1.6.6. Durée de stade Chrysalide

L'analyse de la variance de la durée moyenne du stade Chrysalide sur les dattes *Ghars*, *Mech Degla* et *Deglet Nour* montre des différences significative entre les trois variétés avec $P = 0,0318$.

Le classement des moyens fait ressortir deux groupes homogènes, le groupe A présenté par la variété *Ghars* avec la durée la plus longue (7,96 jours), le groupe B regroupe la variété *Deglet Nour* avec la durée la plus courte (6,28 jours), par contre la variété *Mech Degla* elle peut être classée avec le groupe A et le groupe B (Tab. 17).

Tableau 17. Moyennes et groupe homogène pour la durée du stade chrysalide.

Variétés	Moyenne (jours)	Ecartype	Groupes Homogènes
<i>Ghars</i>	7,96	3,60	A
<i>Mech Deglat</i>	7,16	1,63	A B
<i>Deglet Nour</i>	6,28	2,41	B

3.1.6.7. Durée du stade Adulte

L'analyse de la variance de la durée moyenne du stade Adulte montre des différences non significative entre les trois variétés avec $P = 0,0548$.

Donc les adultes émergés des trois variétés ont presque la même longévité avec un maximum de 4,65 jours chez la variété *Ghars* et un minimum de 3,40 jours chez la variété *Mech Degla* (Tab. 18).

Tableau 18. Moyennes de durée du stade Adulte.

Variétés	Moyennes (jours)	Ecartype	Valeur de F	Probabilité
<i>Ghars</i>	4,65	0,944	3,323	0,0548
<i>Deglet Nour</i>	4,30	0,978		
<i>Mech Degla</i>	3,40	0,418		

Tableau 19. Longévité des mâles et Femelles d'*E. ceratoniae* enregistré sur les trois variétés

Variétés	La longévité des Males	La longévité des Femelles
<i>Ghars</i>	4	5,3
<i>Deglet Nour</i>	3,8	4,8
<i>Mech Degla</i>	3	3,8

Le suivi du cycle biologique de la pyrale des dattes de la ponte jusqu'à l'émergence des adultes dans les dattes de la variété *Mech Degla*, nous a permis de mesurer la durée moyenne d'incubation des œufs (4,6 jours), la durée moyenne des cinq stades larvaires (L₁-L₅ : 36,10 jours), la durée moyenne du stade chrysalide (9,4 jours) et phase imaginaire moyenne (4,16 jours) avec une durée moyenne du cycle complet de 54,26 jours (tableau 20).

Tableau 20. La durée moyenne des différents stades du cycle biologique d'*Ectomyelois ceratoniae*

Stade	Incubation des œufs	L1	L2	L3	L4	L5	Chrysalide	Adulte	Total
Durée	4,6	6,25	6	6,4	7	10,45	9,4	4,16	54,26

3.1.7. Le poids moyen des chenilles des différents stades larvaires

Nous remarquons d'après le tableau 21 une évolution du poids du stade L2 jusqu'au stade L5 sur les dattes des trois variétés, mais une diminution du poids a été enregistrer au stade chrysalide et adulte.

Tableau 21. Le Poids moyen des différents stades de développement sur les trois variétés (*Mech Degla*, *Deglet Nour* et *Ghars*).

Stade Poids moyen (mg)	L2	L3	L4	L5 Mâle	L5 Femelle	Chrysalide Mâle	Chrysalide Femelle	Adulte Mâle	Adulte Femelle
<i>Ghars</i>	0,25	1,96	5,85	12,88	17,57	9,29	10,77	4,33	7,70
<i>Deglet Nour</i>	0,38	2,65	7,34	13,86	19,6	8,01	11,62	5,5	8,55
<i>Mech Degla</i>	0,37	2,56	7,18	11,57	14,93	5,4	6,2	3,12	4,42

3.1.7.1. Poids des larves de stade L2

L'analyse de la variance des moyennes de poids des stades de développement d'*Ectomyelois ceratoniae* sur les trois variétés *Ghars*, *Deglet Nour* et *Mech Degla* montre des différences hautement significative avec $P = 0,0014$.

En regroupe les variétés *Deglet Nour* et *Mech Degla* dans le premier groupe homogène A avec un poids plus élevé sur *Deglet Nour* (0,38 mg), la variété *Ghars* appartient au deuxième groupe B avec un poids faible (0,25 mg) (Tab. 22).

Tableau 22. Moyennes et groupe homogène pour le poids du stade larvaire L2

Variétés	Moyennes (mg)	Ecartype	Groupes Homogènes
<i>Deglet Nour</i>	0,38	0,14	A
<i>Mech Degla</i>	0,37	0,11	A
<i>Ghars</i>	0,25	0,16	B

3.1.7.2. Poids des larves de stade L3

Le tableau 23 montre des différences significative entre le poids moyen des larves L3 élevés sur les trois variétés de dattes avec $P = 0,0445$.

Les groupes homogènes sont constitué par le groupe A qui contient les variétés *Mech Degla* et *Deglet Nour* marquant le poids le plus élevé avec respectivement 2,56 et 2,66 mg, le groupe B contient la variété *Ghars* avec le poids le plus faible (1,96 mg).

Tableau 23. Moyennes et groupe homogène pour poids du stade larvaire L3.

Variétés	Moyennes (mg)	Ecartype	Groupes Homogènes
<i>Deglet Nour</i>	2,66	1,14	A
<i>Mech Degla</i>	2,56	1,26	A
<i>Ghars</i>	1,96	0,64	B

3.1.7.3. Poids des larves de stade L4

Une différence significative a été observé entre le poids moyen des larves L4 élevés sur les trois variétés *Ghars*, *Deglet Nour* et *Mech Degla* avec $P = 0,0416$.

Après la classification des moyens, on obtenu deux groupes homogènes, le groupe A qui regroupe les variétés *Mech Degla* et *Deglet Nour* le poids le plus élevé enregistré chez les dattes de *Deglet Nour* (7,34 mg) et le groupe B qui englobe la variété *Ghars* avec 5,86 mg (Tab. 24).

Tableau 24. Moyennes et groupe homogène pour poids du stade larvaire L4

Variétés	Moyennes (mg)	Ecartype	Groupes Homogènes
<i>Deglet Nour</i>	7,34	2,02	A
<i>Mech Degla</i>	7,18	2,81	A
<i>Ghars</i>	5,86	1,76	B

3.1.7.4. Poids des larves de stade L5

L'analyse de la variance des moyens du poids des larves L5 montre des différences non significative sur les trois variétés avec $P = 0,0747$ (Tab. 25).

Tableau 25. Moyennes de poids du stade larvaire L5

Variétés	Moyennes (mg)	Ecartype	Valeur de F	Probabilité
<i>Deglet Nour</i>	15,98	3,98	2,69	0,0747
<i>Ghars</i>	14,76	3,83		
<i>Mech Degla</i>	13,59	3,04		

3.1.7.5. Poids de stade chrysalide

L'analyse de la variance du poids moyen des chrysalides montre des différences hautement significative sur les trois variétés étudiées avec $P = 0,0054$.

Le classement des moyens du poids des chrysalides fait ressortir deux groupes homogènes, le groupe A contient la variété *Ghars* avec un poids élevé (9,75 mg) et la variété *Deglet Nour*, le groupe B contient la variété *Mech Degla* avec un faible poids de 5,89 mg (Tab. 26).

Tableau 26. Moyennes et groupe homogène du poids du stade chrysalide

Variétés	Moyennes (mg)	Ecartype	Groupes Homogènes
<i>Ghars</i>	9,75	7,02	A
<i>Deglet Nour</i>	9,46	2,86	A
<i>Mech Degla</i>	5,89	2,00	B

3.1.7.6. Poids des Adultes

Entre le poids moyens des adultes enregistré sur les trois variétés on a pu remarquer une différence très hautement significative avec $P < 0,0001$.

Les deux groupes homogènes observés sont, le groupe A présenté avec les variétés *Deglet Nour* (6,72 mg) et *Ghars* (5,86 mg), par contre le groupe B comprend seulement la variété *Mech Degla* avec le plus faible poids (3,58 mg) (Tab. 27).

Tableau 27. Moyennes et groupe homogène pour le poids du stade adulte.

Variétés	Moyennes (mg)	Ecartype	Groupes Homogènes
<i>Deglet Nour</i>	6,72	2,33	A
<i>Ghars</i>	5,86	2,41	A
<i>Mech Degla</i>	3,85	1,57	B

3.1.8. La taille moyenne des chenilles des différents stades larvaires

3.1.8.1. Taille des larves de stade L2

L'analyse de la variance de la taille moyenne des larves stade L2 élevées sur les trois variétés de datte étudié montre des différences très hautement significative avec $p < 0,0001$.

la classification des moyens fait ressortir deux groupes homogènes, le groupe A avec les variété *Mech Degla* et *Deglet Nour* et le Groupe B avec la variété *Ghars* (Tab. 29).

Tableau 28. Moyennes et groupe homogène de la taille au stade larvaire L2

Variétés	Moyennes (mm)	Ecartype	Groupes Homogènes
<i>Deglet Nour</i>	3,68	0,80	A
<i>Mech Degla</i>	3,52	0,82	A
<i>Ghars</i>	2,68	0,83	B

3.1.8.2. Taille des larves aux stades L3, L4, L5 et Chrysalide

D'après les résultats obtenus, on remarque que la différence est non significative entre les tailles des larves L3, L4, L5 et chrysalides enregistré sur les trois variétés avec : $P(L3) = 0,3604$, $P(L4) = 0,1580$, $P(L5) = 0,1725$ et $P(\text{chrysalides}) = 0,3264$, les valeurs de moyenne de taille des stades L3, L4, L5 et chrysalides sont mentionné sur le tableau 29.

Tableau 29. Moyennes de taille au stade larvaire L3, L4, L5 et chrysalides

Variétés	Taille L3 (mm)	Taille L4 (mm)	Taille L5 (mm)	Taille Chrysalides (mm)
<i>Deglet Nour</i>	6,68	8,92	11,76	6,64
<i>Mech Degla</i>	6,48	8,68	11,44	6,64
<i>Ghars</i>	6,36	8,36	11,16	6,32

3.1.8.3. Taille des adultes

L'analyse de la variance de la taille des adultes des trois variétés montre une différence hautement significative avec $P = 0,0043$

En regroupe les variétés dans deux groupes homogènes : A avec de taille élevé sur *Deglet Nour* (8,32 mm) et *Ghars* (8,00 mm) le groupe B avec une faible des adultes sur *Mech Degla* (7,52mm) (Tab. 30).

Tableau 30. Moyennes et groupe homogène pour la taille du stade adulte.

Variétés	Moyenne (mm)	Ecartype	Groupes Homogènes
<i>Deglet Nour</i>	8,32	0,748	A
<i>Ghars</i>	8,00	0,816	A
<i>Mech Degla</i>	7,52	0,918	B

Nous remarquons aucune différence entre la taille des larves des stades L3, L4, L5 et chrysalide enregistré sur les trois variétés, par contre, au stade L2 la taille la plus élevé est signalé chez la variété *Deglet Nour* (3,68 mm) suivi par *Mech Degla* (3,52 mm), alors que la taille la plus faible est enregistré chez la variété *Ghars* avec 2,68 mm. Pour la taille des adulte on remarque aussi qu'elle plus grande sur les dattes de *Deglet Nour* (femelle : 9 mm et mâle : 7,80 mm) par rapport au *Ghars* (femelle : 8,66 mm et mâle : 7,38 mm) *Mech Degla* (femelle : 8 mm et mâle : 7,07 mm) (Tab. 31).

Tableau 31. Les tailles moyennes de différents stades sur les trois variétés (Mech Degla, Deglet Nour et Ghars)

Stade Taille moyen (mm)	L2	L3	L4	L5 Mâle	L5 Femelle	Chrysalide Mâle	Chrysalide Femelle	Adulte Mâle	Adulte Femelle
<i>Ghars</i>	2,68	6,48	8,36	11,15	11,75	5,92	6,75	7,38	8,66
<i>Deglet Nour</i>	3,68	6,68	8,9	11,3	12,7	6,2	6,8	7,8	9
<i>Mech Degla</i>	3,52	6,36	8,68	10,9	11,35	6,27	6,92	7,07	8

Les paramètres biologiques des différents stades d'*E.ceratoniae* sont consignés dans le tableau 32, représentant l'évolution du poids et de la taille moyenne d'*E.ceratoniae* en fonction des différents stades de développement de son cycle de vie. Nous remarquons l'augmentation du poids moyen en fonction de la taille moyenne des individus de stade L₁ jusqu'au stade L₅, où elle prend la valeur 1,38 mm de taille et 0,10 mg de poids dans le stade L₁, pour atteindre les valeurs moyennes de 9,00 mm de taille et 10,6 mg de poids augmenter au stade L₅ puis ce poids reste en augmentation contenu (mâle : 12,00 mg et femelle : 11,9 mg) accompagné par la diminution de la taille en phase chrysalide (mâle : 7,10 mm et femelle : 8.00 mm).

Dans la phase imaginale, nous observons une augmentation légère de la taille moyenne des mâles et des femelles avec respectivement 8.05 mm et 8.45 mm, mais concernant le poids moyen on a enregistré une diminution pour les mâles (9,70 mg) et une augmentation pour les femelles (14,4 mg). L'envergure moyenne est de 14,35 mm pour les mâles et 15,5 mm pour les femelles.

Tableau 32. Les mesures (poids, taille, envergure des adultes) des différents stades d'*E.ceratoniae*

Stades	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	L ₅	Chrysalide mâle	Chrysalide femelle	Adulte mâle	Adulte femelle
Poids moyen de 20 larves (mg)	0,10	0,70	1,50	3,90	10,6	12,00	11,90	9,70	14,40
La taille moyenne de 20 larves (mm)	1,38	2,52	3,33	6,77	9,00	7,10	8	8,05	8,45
L'envergure moyenne 20 adultes (mm)	-	-	-	-	-	-	-	14,35	15,5

3.1.9. Etude de la répartition spatiotemporelle de la pyrale des dattes

L'étude de la répartition spatiotemporelle de la pyrale des dattes sur trois ans et dans trois stations différentes de la région de Biskra est révélée sur les graphes 23, 24 et 25 ; Les résultats des relevés hebdomadaires des pièges à phéromones durant l'année s'étude montrent la présence de trois périodes de vol, cela en fonction des conditions climatiques de l'année et fonction de la station.

La première génération hivernale débute au mois de Janvier jusqu'à la fin Mars avec un maximum d'abondance au mois de Février, la deuxième s'étale du mois d'Avril jusqu'au mois d'Août avec un pic de vol pendant le mois de Mai et une troisième période de vol automnale et qui observé entre le mois de septembre et le mois de Décembre avec un vol important durant le

mois Octobre et Novembre, c'est la génération la plus abondante et la plus importante qui coïncide avec la maturité des dattes où les dégâts sont plus considérable.

La région la plus infesté est celle de Sidi Okba avec un maximum de capture de presque 250 individus par semaine au troisième génération durant l'année la plus infestée 2013. Alors que la région la moins infestée est la région de Foughala avec une troisième génération qui atteint un maximum de moins de 150 individus en 2013. Par contre la région de Tolga est marquée par une fluctuation moyenne avec 160 individus durant les trois années durant la troisième génération.

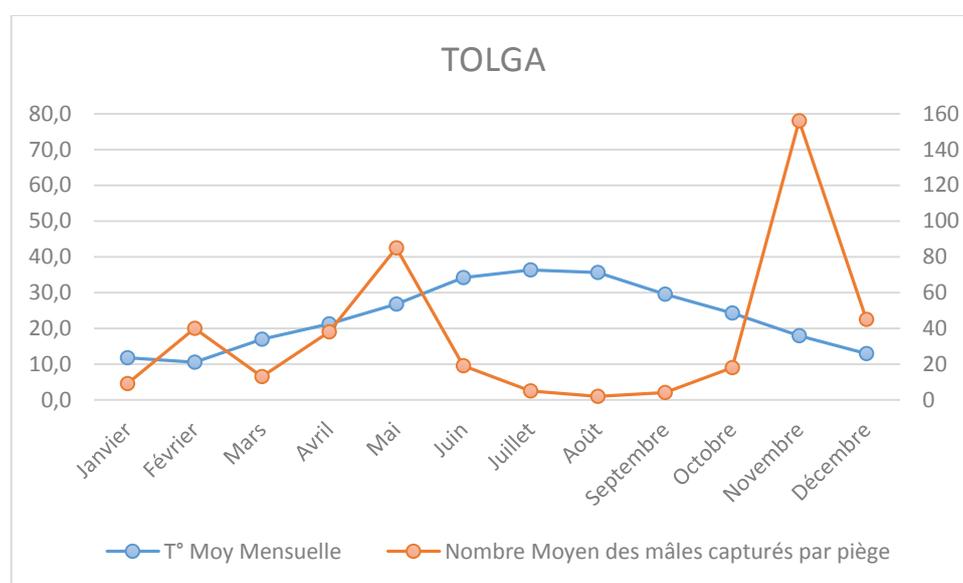


Figure 23. Fluctuations annuelles moyennes de la pyrale des dattes dans la région de Tolga

La figure 23 représente les fluctuations annuelles de la pyrale des dattes dans la région de Tolga qui est caractérisée par une forte densité de plantation de palmier par rapport aux autres régions de palmier, durant les trois ans d'étude on a pu observer trois génération de vols de la pyrale des dattes dans les palmerais de Tolga. L'année la plus infestée est 2013, avec un maximum de plus de 180 individus par semaine.

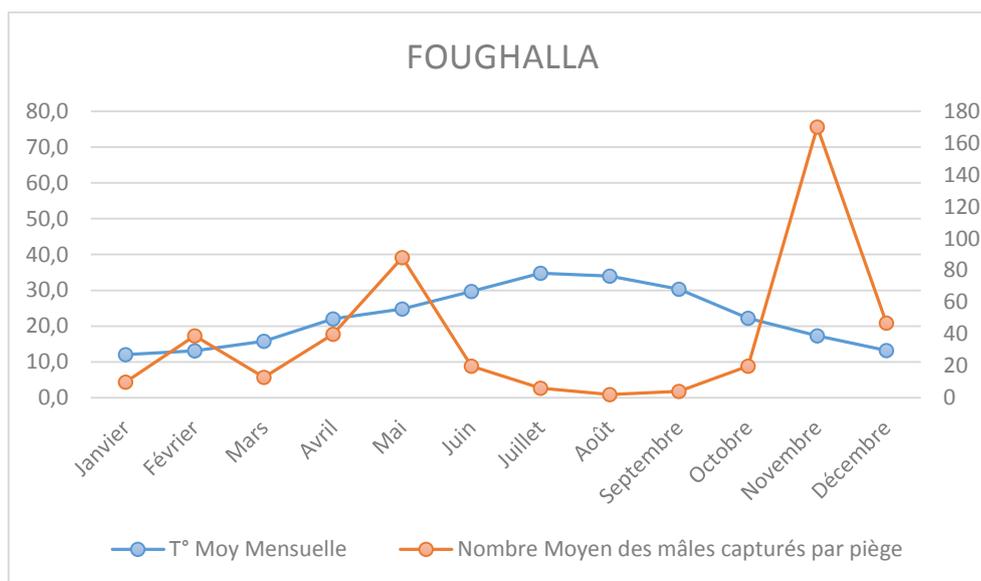


Figure 24. Fluctuations annuelles moyennes de la pyrale des dattes dans la région de Foughala

Les fluctuations annuelles de la pyrale des dattes dans les palmerais de la région de Foughala est révélés dans le figure 24, cette région est caractérisée par une nouvelle plantation de palmier dattier. Les techniques culturales sont bien respectés c’est pour cela, on n’a pas remarqué une grande infestation par la pyrale des dattes.

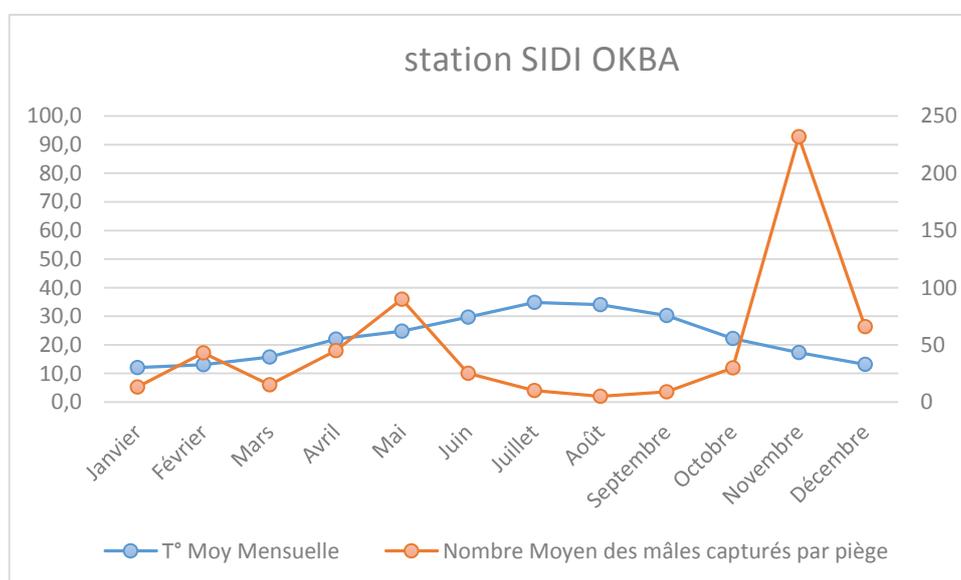


Figure 25. Fluctuations annuelles moyennes de la pyrale des dattes dans la région de Sidi Okba

La région de sidi Okba est caractérisée par une palmerais traditionnelle, c’est pour cela on a observé une forte attaque par la pyrale des dattes durant les trois ans d’étude, les techniques

utilisées sont très anciennes cela a un effet direct sur le taux d'infestation mentionné sur la figures 25.

3.1.10. Etude de niveau d'infestation des dattes par *Ectomyelois ceratoniae* en fonction des stades phénologiques de la datte

On remarque que le nombre d'œufs pondus sur les dattes pendant les stades *Loulou* et *début Blah* est nul, puis ce nombre croît au mois de juillet qui coïncide aussi avec le pic de vol de la deuxième génération. Ensuite le nombre d'œufs diminue parallèlement avec le nombre des femelles capturés pour s'annuler au mois d'Août. Au mois de Septembre et d'octobre le nombre des œufs pendus atteint son maximum, ce nombre élevé d'œufs enregistré durant cette période est synchronisé avec la maturité des dattes (**stade *Tmar***) et le troisième pic d'émergences des adultes. Le nombre d'œufs décroît brusquement au mois de décembre et reste nul jusqu'à la fin du troisième vol.

La figure 26 montre que l'infestation débute pour les deux variétés pendant la première semaine de septembre au stade début *Rotab* avec 2,72% chez la variété *Deglet Nour* et 2,46% chez la variété *Mech Degla*. Pour cette dernière on remarque une faible diminution du niveau d'infestation durant le mois d'octobre (stade *Tmar*), pour augmenter ensuite au mois de novembre à la récolte des dattes avec un taux de 4,60 %. Par contre chez la variété *Deglet Nour*, le niveau d'infestation a faiblement augmenté pendant le mois d'octobre pour s'accroître durant la période de récolte est atteindre un maximum de 17,31%.

Concernant la variété Ghars, le niveau d'infestation est nul durant tous les stades phénologiques, on a pas remarquer une infestation.

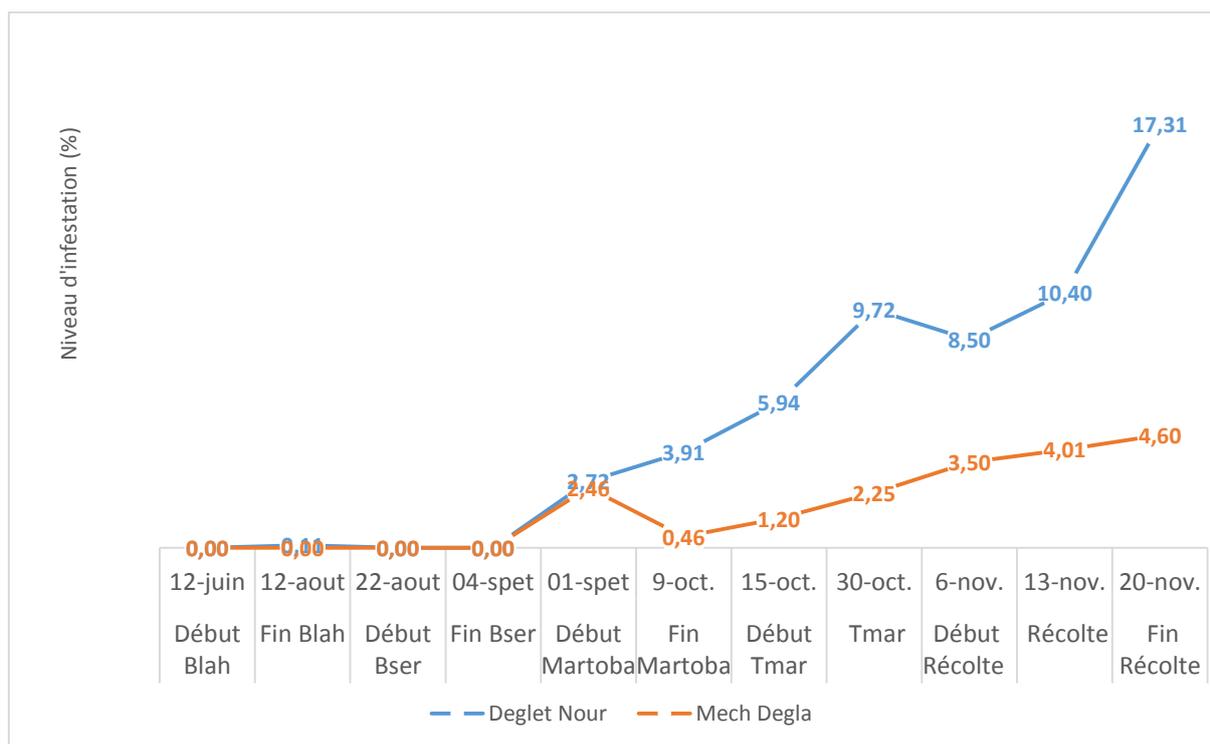


Figure 26. Évolution de l'infestation chez les deux variétés de dattes par rapport aux stades phénologiques

3.2. Etude de comportement alimentaire de la pyrale des dattes

3.2.1. Analyse chromatographique des trois variétés de dattes utilisées

A l'issue des analyses effectuées avec les deux solvants Hexane et Dichlorométhane, une liste de 67 composés identifiés dans les trois variétés de dattes étudiés a été constituée (tableau 32). Le tableau est divisé selon le temps de rétention des composés en trois grandes parties, la première est la fraction volatiles avec 28 composés ; du pic 1 au pic numéro 28, une fraction lourdes avec 34 composés du pic 29 au pic numéro 61 et une troisième partie qui correspond à la fraction des phytohormones du pic 62 au pic 67 qui compte 5 composés qui sont : **1,30-Triacontanediol, Olean-12-en-3-one, Lupenone, Lupeol, Lupenyl acetate.**

La majorité des composés ont été identifiés dans l'extrait par Hexane, par contre à l'extrait au Dichlorométhane, on a pu identifier des acides gras. La variété ghars comporte le plus grand nombre de composés avec 61 éléments en extrait à l'hexane et 44 éléments en extrait au dichlorométhane, la variété Mech Degla comporte 55 composés dans l'extrait à l'hexane et 41 éléments à l'extrait au dichlorométhane, par contre chez la variété Deglet Nour, on a pu identifier 46 composés en extrait à l'hexane et 43 composés à l'extrait au dichlorométhane.

À partir des composés identifiés dans les trois variétés de dattes étudiées, il peut être constaté qu'il existe une grande ressemblance et une certaine différence :

A l'Hexane, deux composés spécifiques seulement à la variété *Mech Degla* ont pu être caractérisés (**2,4-Dimethyl-2-decene** et **Beta-citronellol**) et dix composés spécifiques seulement à la variété *Ghars* (**Ethyl-11-dodecenoate, Syringaldehyde, Methyl-11-tetradecenoate, Methyl-9-tetradecenoate, Myristoleic acid, Ethyl-11-tetradecenoate, Ethyl-9-hexadecenoate, Ethyl-11-hexadecenoate, Ethyl linoleate et Ethyl oleate**) et cinq autres composés ont été identifiés dans ces deux variétés en commune (**Ethyl-9-tetradecenoate, Methyl-9-hexadecenoate, Methyl-11-hexadecenoate, Pentadecanoic acid et Ethyl octadecanoate**), alors que aucun élément spécifique à la variété *Deglet Nour* a été identifié.

L'extraction au dichlorométhane, a révélé un seul composé spécifique seulement à la variété *Ghars* qui est l'**Ethyl-9-hexadecenoate**, alors que un autre composé seulement a été identifié en commun pour les deux variétés *Ghars* et *Deglet Nour* qui est l'**Ethyl Linoleate**.

Les différents composés identifiés (Figs 44 et 45. Tableau 32) font partis de différentes classes chimiques: hydrocarbures (saturés ou insaturés), aldéhydes, acides (saturés ou non), esters et terpènes. Deux pics (pics A et B) n'ont pu être identifié; il s'agirait de deux hydrocarbures insaturés. Les composés les plus lourds que nous avons extraits font partis des phytohormones (pics 63 à 67).

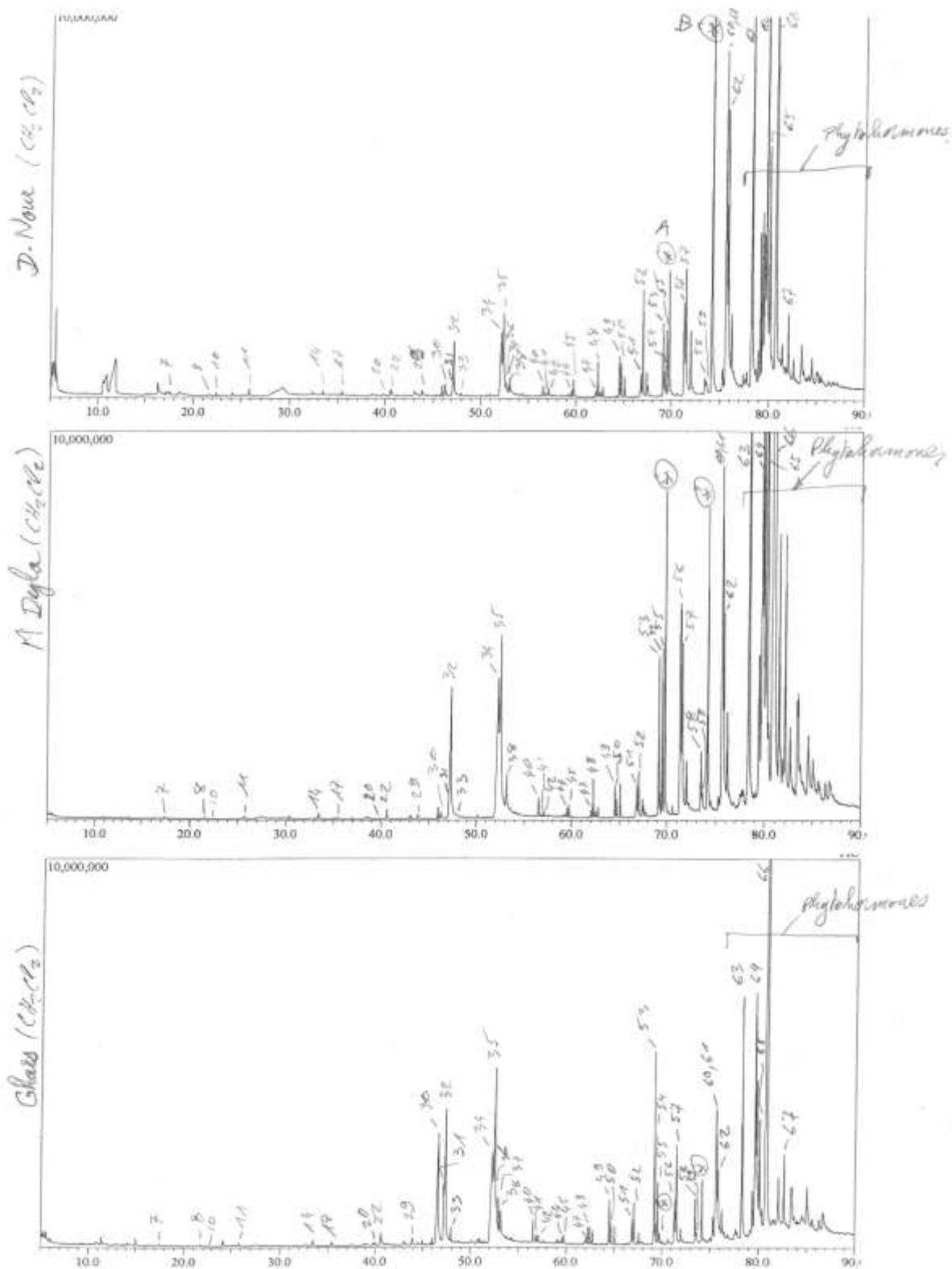


Figure 27. Profil chromatographique des trois variétés au dichlorométhane

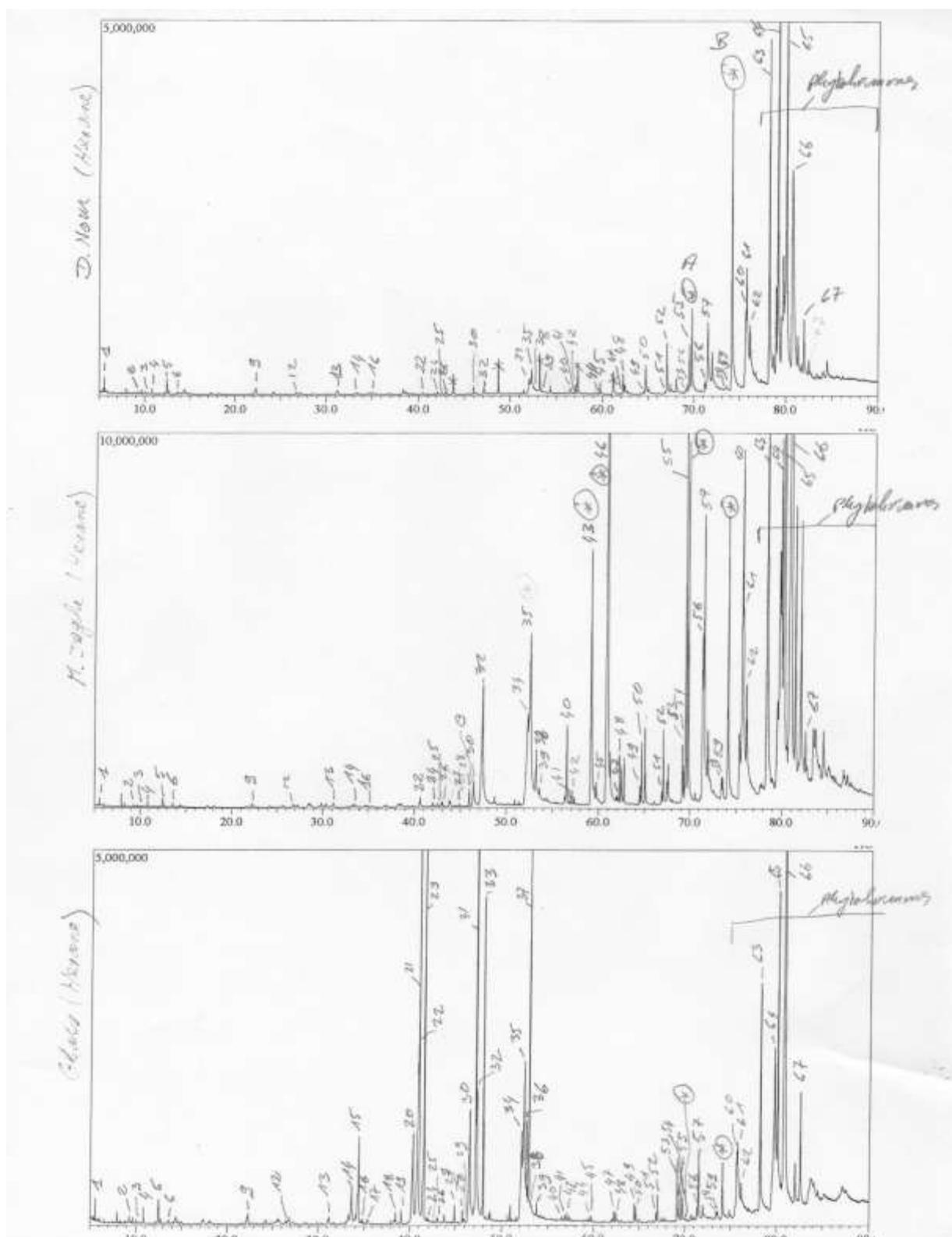


Figure 28. Profil chromatographique des trois variétés à l'Hexane

Tableau 33. Composés biochimiques identifiés dans les trois variétés de dattes étudiées

Pic	Solvant	Hexane			Dichloromethane		
		Deglet nour	Mech degla	Ghars	Deglet nour	Mech degla	Ghars
		Fraction volatile					
1	4-methyloctane	+	+	+			
2	Hexanoic acid	+	+	+			
3	Decane	+	+	+			
4	Limonene	+	+	+			
5	Dodecane	+	+	+			
6	Nonanal	+	+	+			
7	Octanoic acid				+	+	+
8	Nonanoic acid				+	+	+
9	Pentadecane	+	+	+			
10	4-vinylguaiaicol				+	+	+
11	Decanoic acid				+	+	+
12	Ethyl decanoate	+	+	+			
13	Dimethyl-ethyl phenol	+	+	+			
14	Dodecanoic acid	+	+	+	+	+	+
15	Ethyl-11-dodecenoate			+			
16	Hexadecane	+	+	+			
17	Syringaldehyde			+	+	+	+
18	Methyl-11-tetradecenoate			+			
19	Methyl-9-tetradecenoate			+			
20	Myristoleic acid			+	+	+	+
21	Ethyl-9-tetradecenoate		+	+			
22	Myristic acid	+	+	+	+	+	+
23	Ethyl-11-tetradecenoate			+			
24	Tetradecanal	+	+	+			
25	Isopropyl myristate	+	+	+			
26	Pentadecanone	+	+	+			
27	Methyl-9-hexadecenoate		+	+			
28	Methyl-11-hexadecenoate		+	+			
		Fraction lourde					
29	Pentadecanoic acid		+	+	+	+	+
30	Palmitoleic acid	+	+	+	+	+	+
31	Ethyl-9-hexadecenoate			+			+
32	Palmitic acid	+	+	+	+	+	+
33	Ethyl-11-hexadecenoate			+	+	+	+

34	Linoleic acid	+	+	+	+	+	+
35	Oleic acid	+	+	+	+	+	+
36	Ethyl linoleate			+	+		+
37	Ethyl oleate			+	+		+
38	Stearic acid	+	+	+	+	+	+
39	Ethyl octadecanoate		+	+			
40	Parsol	+	+	+	+	+	+
41	9-Tricosene	+	+	+	+	+	+
42	Tricosane	+	+	+	+	+	+
43	2,4-Dimethyl-2-decene		+				
44	9-Tetracosene	+	+	+	+	+	+
45	Tetracosane	+	+	+	+	+	+
46	Beta-citronellol		+				
47	9-Pentacosene	+	+	+	+	+	+
48	Pentacosane	+	+	+	+	+	+
49	9-Hexacosene	+	+	+	+	+	+
50	Hexacosane	+	+	+	+	+	+
51	9-Heptacosene	+	+	+	+	+	+
52	Heptacosane	+	+	+	+	+	+
53	9-Octacosene	+	+	+	+	+	+
54	Octacosane	+	+	+	+	+	+
55	Squalene	+	+	+	+	+	+
56	9-Nonacosene	+	+	+	+	+	+
57	Nonacosane	+	+	+	+	+	+
58	9-Triacontene	+	+	+	+	+	+
59	Triacontane	+	+	+	+	+	+
60	9-Hentriacontene	+	+	+	+	+	+
61	Hentriacontane	+	+	+	+	+	+
62	2-Nonacosanone	+	+	+	+	+	+
	Phytohormone						
63	1,30-Triacontanediol	+	+	+	+	+	+
64	Olean-12-en-3-one	+	+	+	+	+	+
65	Lupenone	+	+	+	+	+	+
66	Lupeol	+	+	+	+	+	+
67	Lupenyl acetate	+	+	+	+	+	+

3.2.2. Etude des indices gravimétriques

Le tableau 34 présente les résultats de l'analyse statistique des différents indices gravimétriques.

L'analyse statistique des différents indices gravimétriques montre une différence hautement significative pour tous les indices (Tab. 34).

Tableau 34. Les moyennes des différents indices gravimétriques

	<i>Mech Degla</i>	<i>Deglet Nour</i>	<i>Ghars</i>	DDL	F	P
TRI	0,023±0,0091	0,024±0,017	0,007±0,0021	2	11,13	0,0001
DA	71,48±12,460	49,39±19,61	65,86±7,11	2	6,698	0,0004
ECD	22,06±10,57	38,09±15,47	64,13±18,49	2	19,514	0,0001
ECI	14,73±5,26	17,33±6,51	42,73±15,59	2	22,96	0,0001
TRC	0,003±0,0001	0,004±0,0001	0,003±0,0001	2	42,92	0,0001

3.2.2.1. Taux relatif d'ingestion (TRI)

L'analyse de variance des moyens du Taux relatif d'ingestion (**TRI**) des larves d'*Ectomyelois ceratoniae* a montré une différence très hautement significatif entre les trois variétés étudiées avec $P < 0,0001$ (Tab. 34). Le taux relatif d'ingestion le plus élevé a été observé chez les larves nourries par la variété *Deglet Nour* (0,024±0,017), alors que le **TRI** le plus faible est enregistré chez la variété *Ghars* (0,007±0,0021) et un TRI moyen pour la variété *Mech Degla* (0,023±0,009) (Fig.29).



Figure 29. Moyennes de taux relatif d'ingestion chez les larves d'*Ectomyelois ceratoniae* nourries par les dattes des trois variétés

3.2.2.2.La digestibilité approximative (DA)

Selon le test de Newman & Keuls au seuil de 5%, il existe une différence très hautement significatif de la digestibilité approximative ($P < 0,0004$), les larves qui utilise la nourriture en grande quantité sont nourries par la variété *Mech Degla* avec une moyenne de $71,48 \pm 12,46$ %, alors que la digestibilité approximative la plus faible est observée chez la variété *Deglet Nour* ($49,39 \pm 19,61$ %), par contre la chez la variété *Ghars* elle est moyenne ($65,8 \pm 67,11$). (Fig. 30)

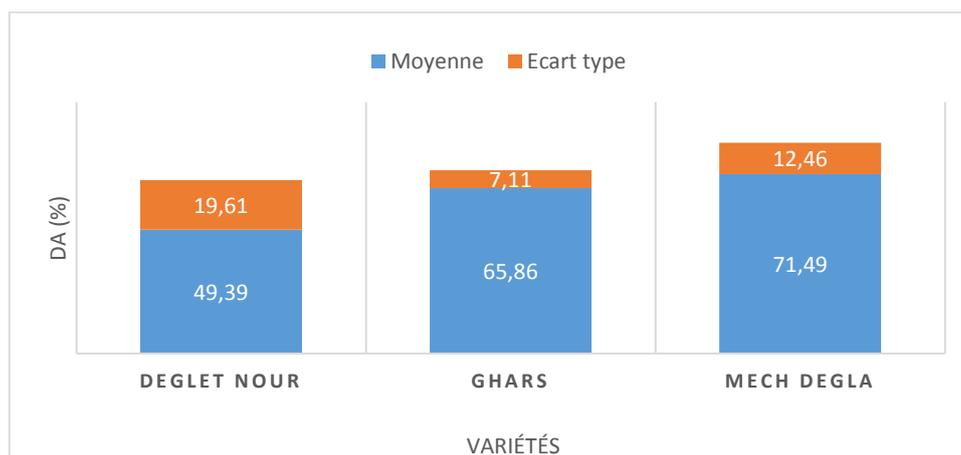


Figure 30. Taux moyen de digestibilité approximative chez les larves d’*Ectomyelois ceratoniae* nourries par les dattes des trois variétés

3.2.2.3.L’efficacité de conversion en biomasse de la nourriture digérée (ECD)

Les larves qui sont nourries de la variété *Ghars* ont beaucoup plus convertis la nourriture digérée en biomasse avec un taux moyen de $64,13 \pm 18,49$, alors que l’efficacité de conversion en biomasse chez la variété *Mech Degla* est plus faible (Fig.31). Cependant l’analyse statistique montre une différence très hautement significative avec $F = 19,51$; $P < 0,0001$. (Tab.34).

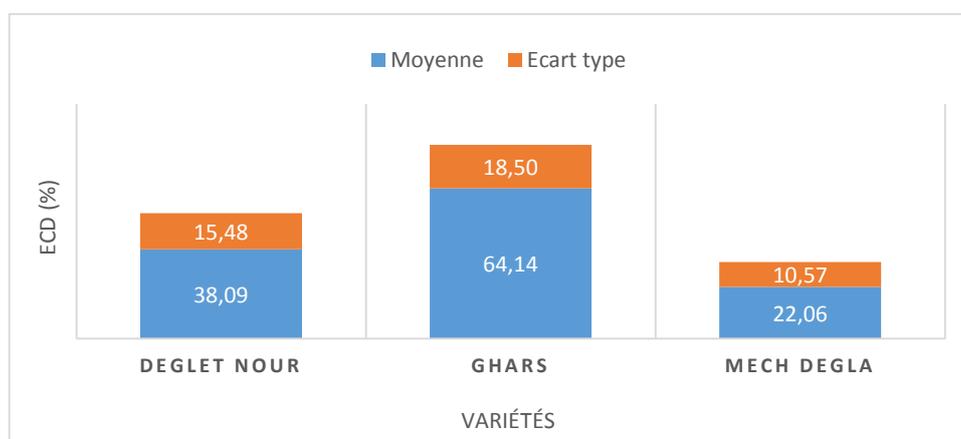


Figure 31. Pourcentage moyen de l’efficacité de conversion de la nourriture digérée chez les larves d’*Ectomyelois ceratoniae* nourries par les dattes des trois variétés

3.2.2.4.L'efficacité de conversion de la nourriture ingérée (ECI)

Selon le test de Newman & Keuls au seuil de 5%, il existe une différence très hautement significatif de L'efficacité de conversion en biomasse de la nourriture ingérée avec $F= 22,96$ et $P<0,0001$ (Tab.34), les larves qui sont nourries de la variété *Ghars* ont convertis une grande quantité de nourriture ingéré en biomasse ($42,73\pm 15,59$ %), par contre les larves de la variété *Mech Degla* et *Deglet Nour* ont convertis une faible quantité de nourriture avec respectivement ($14,73\pm 5,26$ %) et ($17,34\pm 6,51$ %). (Fig .32).

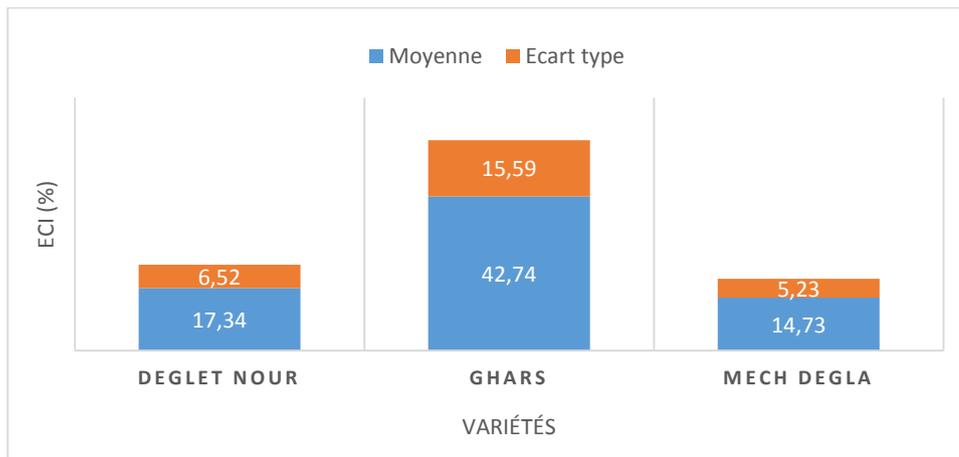


Figure 32 : pourcentage moyen de l'efficacité de conversion de la nourriture ingérée chez les larves d'*Ectomyeloides ceratoniae* nourries par les dattes des trois variétés

3.2.2.5.Le taux relatif de croissance (TRC)

L'analyse de variance des moyens du Taux relatif de croissance (**TRC**) des larves d'*Ectomyeloides ceratoniae* a montré une différence très hautement significatif entre les trois variétés étudiées avec $F=42,9$ et $P<0,0001$ (Tab.34). Le taux relatif de croissance le plus élevé a été observé chez les larves nourries par la variété Deglet Nour ($0,004\pm 0,0001$), alors que le **TRC** le plus faible est enregistré chez la variété Ghars et Mech Degla avec ($0,003\pm 0,0001$) et ($0,003\pm 0,0001$) (Fig.33).

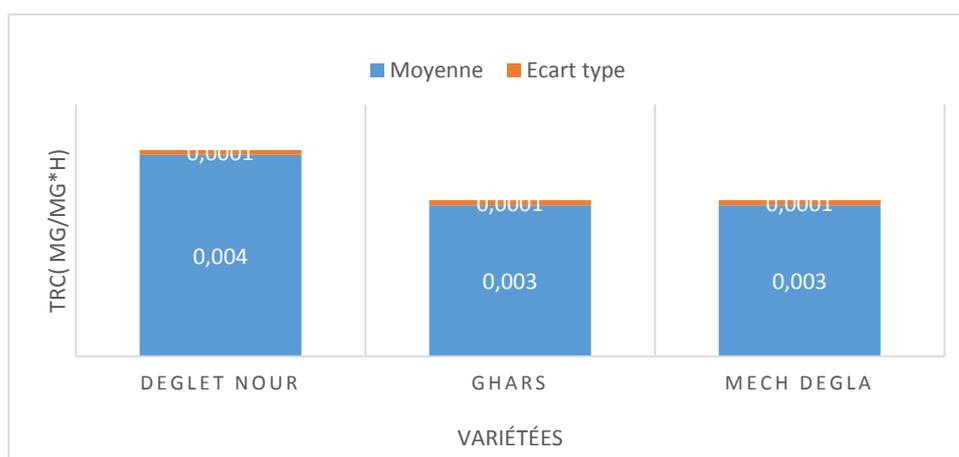


Figure 33: Estimation des moyennes de taux relatif de croissance chez les larves d’*Ectomyelois ceratoniae* nourries par les dattes des trois variétés

3.2.3. Etude de la fécondité des femelles d’*Ectomyelois ceratoniae* Zeller en fonction des trois variétés de dattes

L’analyse de la variance des moyens du nombre d’œufs pondus par femelle d’*Ectomyelois ceratoniae* et élevée sur les trois variétés *Ghars*, *Deglet Nour* et *Mech Degla*, elle montre une différence non significative entre les trois variétés de dattes avec $P < 0,92$; $F = 0,07$.

Donc la fécondité moyenne des femelles de la pyrale des dattes est semblable pour les trois variétés *Deglet Nour*, *Mech Degla* et *Ghars* avec respectivement 179,60 œufs, 169,30 œufs et 165,50 œufs (Tab 35).

Tableau 35. Nombre moyen d’œuf pondus par femelle.

Variétés	Nombre moyen d’œuf pondus par femelle	Valeur de F	Probabilité
<i>Deglet Nour</i>	179,60	0,079	0,924
<i>Mech Degla</i>	169,30		
<i>Ghars</i>	165,50		

3.2.4. Effet des odeurs de trois variétés de dattes et leurs extraits sur l'attractivité des larves d'*Ectomeylois ceratoniae*

3.2.4.1. Etude de l'attractivité des larves d'*E. ceratoniae* par les odeurs des dattes fraîches en enceinte et en olfactomètre

L'étude de l'attractivité des larves d'*E. ceratoniae* par les différentes odeurs des dattes fraîches se fait dans une enceinte close et un olfactomètre, les résultats des tests de comportement alimentaire sont mentionnées dans les tableaux 39 et 40.

D'après le tableau 21, on remarque que la variété Deglet Nour semble être la plus attirante pour tous les stades larvaires d'*E. ceratoniae* en enceinte close, ce qui est confirmé par l'olfactomètre (tableau 39). La variété Ghars n'attire que le stade L5 en enceinte close, par contre en olfactomètre, elle n'est pas attirante pour aucun stade larvaire. Alors que la variété Mech Degla en enceinte close n'attire que les stades L3 et L5, mais en olfactomètre, elle n'a attiré que le stade L3.

Les larves du cinquième stade semblent mieux attirées par la source odorante des trois variétés de dattes, avec un taux d'attraction varie entre 75% pour les variétés Mech Degla et Ghars et 100% pour la variété Deglet Nour.

Les tests en olfactomètre (Tab. 40) montrent que la variété Deglet Nour attire les larves de tous les stades larvaires avec des taux de 80 à 90%. Alors que la variété Ghars n'attire aucun stade larvaire, mais la variété Mech Degla attire que le troisième stade larvaire.

Tableau 36. Attractivité en enceinte close des différents stades larvaires d'*E. ceratoniae* par les odeurs des dattes fraîches

Stades larvaires	Variété Mech Degla			Variété Deglet Nour			Variété Ghars		
	A	NA	P	A	NA	P	A	NA	P
L2	14	6	0,930 NS	18	2	1,000	14	6	0,930 NS
L3	15	5	0,968	20	0	1,000	12	8	0,930 NS
L4	14	6	0,930 NS	20	0	1,000	11	9	0,930 NS
L5	15	5	0,968	19	1	1,000	15	5	0,968

N= 20

A= attractif

NA= non attractif

NS= non significatif

Tableau 37. Attractivité en olfactomère des différents stades larvaires d’*E. ceratoniae* par les odeurs des dattes fraîches

Stades larvaires	Variété Mech Degla			Variété Deglet Nour			Variété Ghars		
	A	NA	P	A	NA	P	A	NA	P
L2	12	8	0,930 NS	18	2	1,00	13	7	0,930 NS
L3	15	5	0,968	18	2	1,000	10	10	0,930 NS
L4	13	7	0,930 NS	18	2	1,000	13	7	0,930 NS
L5	13	7	0,930 NS	16	4	1,000	10	10	0,930 NS

N= 20 A= attractif NA= non attractif NS= non significatif

Etude des temps d’attractivité d’*E. ceratoniae* par les odeurs des dattes fraîches en enceinte close

L’étude des temps d’attractivité est réalisée à partir d’une analyse statistique et les résultats sont mentionnés dans le tableau 41.

Les temps de latence

Les résultats du tableau 40 présentent les différentes moyennes du temps que mettent les individus testés à détecter la source odorante (temps de latence).

Tableau 38. Temps de latence (en secondes) de l’attractivité des stades larvaires d’*E. ceratoniae* par les odeurs des dattes fraîches en enceinte close

	Variété Mech Degla	Variété Deglet Nour	Variété Ghars	F	P
L2	72,7±21,15	44,5±13,94	142,1±37,69	3,37	0,0448
L3	78,74±19,48	26,47±6,29	107,163±1,79	4,02	0,0267
L4	39,16±18,73	7,63±0,74	35,681±5,51	1,43	0,2536
L5	78,58±26,76	7,84±1,28	40,741±2,87	4,95	0,0126

Deuxième stade

Les larves L2 semblent mieux attirées par la variété Deglet Nour (44,5±13,94), et elles mettent plus de temps pour détecter l’odeur de la variété Ghars (142,1±37,69). Cependant l’analyse statistique montre une différence significative entre les moyennes d’attraction testées (F=3,37 ; P≥0,04). Pour cela on peut classer les odeurs en 2 groupes, le groupe A est constitué de la variété Deglet Nour, le groupe B constitué de la variété Ghars, mais la variété Mech Degla constitue un groupe commun AB.

Troisième stade

Les larves de L3 sont plus attirées par la variété Deglet Nour ($26,47 \pm 6,29$), et elles mettent plus de temps pour détecter l'odeur de la variété Ghars ($107,163 \pm 1,79$). Cependant l'analyse statistique montre une différence significative entre les moyennes d'attraction testées ($F=4,02$; $P \geq 0,02$). Pour cela on peut classer les odeurs en 2 groupes, le groupe A est constitué de la variété Deglet Nour, le groupe B constitué de la variété Ghars, mais la variété Mech Degla est en commun avec les deux groupes.

Quatrième stade

Les larves de L4 sont plus attirées par la variété Deglet Nour ($7,63 \pm 0,74$), et elles mettent plus de temps pour détecter l'odeur de la variété Mech Degla. Cependant l'analyse statistique ne montre aucune différence significative entre les moyennes d'attraction testées ($F=1,43$; $P \geq 0,25$).

Cinquième stade

Les larves de L5 sont plus attirées par la variété Deglet Nour ($7,84 \pm 1,28$), et elles mettent plus de temps pour détecter l'odeur de la variété Mech Degla ($78,58 \pm 26,76$). Cependant l'analyse statistique montre une différence significative entre les moyennes d'attraction testées ($F=4,95$; $P \geq 0,01$). Pour cela on peut classer les odeurs en 2 groupes, le groupe A est constitué de la variété Deglet Nour, le groupe B constitué de la variété Mech Degla, mais la variété Ghars est en commun avec les deux groupes.

Les temps de parcours

Le tableau 42 présente les différentes moyennes des temps de parcours et l'analyse statistique de ces derniers de tous les individus testés.

Au deuxième stade, les larves sont plus attirées par la variété Deglet Nour ($112,95 \pm 38,57$), et elles mettent plus de temps pour arriver à la source de la variété Mech Degla ($183,2 \pm 41,96$). Cependant l'analyse statistique ne montre aucune différence significative ($F=0,73$; $P \geq 0,48$).

Alors que les individus du troisième stade sont attirés toujours par la variété Deglet Nour ($60,68 \pm 21,34$), et elles mettent plus de temps pour arriver à localiser la source de la variété Ghars ($239,63 \pm 46,5$). Cependant l'analyse statistique montre une différence hautement significative entre les moyennes d'attraction testés ($F=6,92$; $P \geq 0,002$). Pour cela on peut classer les groupes homogènes comme suite : groupe A avec la variété Deglet Nour, groupe B avec la variété Mech et le groupe C qui est constitué par la variété Ghars.

Les larves de stade L4 sont eux aussi plus attirés par la variété Deglet Nour ($40,47 \pm 5,01$), et elles mettent plus de temps pour arriver à la source de la variété Ghars

(260,42±60,94). Cependant l'analyse statistique montre une différence significative entre les différentes moyennes d'attraction testées ($F=5,76$; $P \geq 0,006$), avec les homogènes suivants : groupe A constitué par la variété Deglet Nour, Groupe B constitué par la variété Ghars et un groupe commun AB constitué par la variété Mech Degla.

Concernant le stade L5, les individus sont plus attirés par la variété Deglet Nour (87,74±32), et elles mettent plus de temps pour arriver à localiser la variété Ghars (153,26±47,18). Cependant l'analyse statistique ne montre aucune différence significative ($F=0,65$; $P \geq 0,52$).

Tableau 39. Temps de parcours (en secondes) de l'attractivité des stades larvaires d'*E. ceratoniae* par les odeurs des dattes fraîches en enceinte close

	Variété Mech Degla	Variété Deglet Nour	Variété Ghars	F	P
L2	183,2±41,96	112,95±38,57	155,2±40	0,73	0,4865
L3	161,05±41,81	60,68±21,34	239,63±46,5	6,92	0,0029
L4	166,58±49,08	40,47±5,01	260,42±60,94	5,76	0,0068
L5	134,21±36,26	87,74±32	153,26±47,18	0,65	0,5274

*Etude des temps d'attractivité d'*E. ceratoniae* par les odeurs des dattes fraîches en olfactomètre*

Les temps de détection

Le tableau 43 représente l'analyse statistique des différents temps de détection que mettent les individus testés pour chaque stade larvaire en olfactomètre.

Tableau 40. Temps de détection (en secondes) de l'attractivité des stades larvaires d'*E. ceratoniae* par les odeurs des dattes fraîches en olfactomètre

	Variété Mech Degla	Variété Deglet Nour	Variété Ghars	F	P
L2	35,55±0,83	33±1,16	38,55±1,18	7,83	0,0014
L3	35±0,73	35,6±0,73	36,9±0,68	1,71	0,1947
L4	49,75±6,2	32,2±3,06	64,95±4,21	4,96	0,0122
L5	60,35±8,11	37,8±5,97	57,45±5,3	3,14	0,0547

Deuxième stade

Les larves les plus attirées pour la variété Deglet Nour ($33 \pm 1,16$), et elles mettent plus de temps pour détecter la variété Ghars ($38,55 \pm 1,18$). Cependant l'analyse statistique montre une différence hautement significative entre les moyennes d'attraction testés ($F=7,83$; $P \geq 0,001$). On peut classer les variétés selon les groupes suivants : groupe A avec Deglet Nour et Mech Degla et le groupe B avec la variété Ghars.

Troisième stade

Les larves de L3 sont plus attirées par la variété Mech Degla ($35 \pm 0,73$), et elles mettent plus de temps pour détecter la variété Ghars ($36,9 \pm 0,68$). Cependant l'analyse statistique montre aucune différence significative entre les moyennes testées ($F=1,71$; $P \geq 0,19$).

Quatrième stade

Les larves de L4 sont plus attirées par la variété Deglet Nour ($32,2 \pm 3,06$), et elles mettent plus de temps pour détecter l'odeur de la variété Ghars ($64,95 \pm 4,21$). Cependant l'analyse statistique montre une différence significative entre le moyennes testées ($F= 4,96$; $P \geq 0,01$). Les groupes homogènes sont classés comme suite : groupe A avec la variété Deglet Nour et le groupe B constitué par les variétés Mech Degla et Ghars.

Cinquième stade

Pour le cinquième stade larvaire, les individus sont plus attirés par la variété Deglet Nour ($37,8 \pm 5,97$), et ils mettent plus de temps pour détecter l'odeur de la variété Mech Degla ($60,35 \pm 8,11$). Cependant l'analyse statistique montre une différence significative entre les moyennes testées ($F=3,14$; $P \geq 0,05$). Les groupes homogènes sont classés comme suite : le groupe A avec la variété Deglet Nour, le groupe B avec la variété Mech Degla et un groupe commun AB avec la variété Ghars.

Les temps de parcours

Le tableau 44 résume les résultats de l'analyse statistique des différents temps de parcours que mettent les individus testés pour chaque stade larvaires en olfactomètre.

L'analyse statistique ne montre aucune différence significative entre les moyennes testées pour le deuxièmes stade larvaire ($F=1,4$; $P \geq 0,25$).

Alors qu'au troisième stade larvaire, les individus sont plus attirés par la variété Deglet Nour ($22,6 \pm 1,42$), et ils mettent plus de temps pour arriver à la source de la variété Ghars ($31,6 \pm 1,31$). Cependant l'analyse statistique montre une différence hautement significative entre les moyennes testées ($F=11,27$; $P \geq 0,0001$). Cela donne les groupes homogènes A avec la variété Deglet Nour et B avec les variétés Mech Degla et Ghars.

Tableau 41. Temps de parcours (en secondes) de l'attractivité des stades larvaires d'*E. ceratoniae* par les odeurs des dattes fraîches en olfactomètre

	Variété Mech Degla	Variété Deglet Nour	Variété Ghars	F	P
L2	26±1,89	28,7±1,35	29,15±1,37	1,4	0,2579
L3	29±1,32	22,6±1,42	31,6±1,31	11,27	0,0001
L4	45,25±7,3	21,3±2,11	33,3±4,56	5,46	0,0082
L5	40,75±5,97	40,65±8,06	38±4,76	0,05	0,9477

Les individus de quatrième stade larvaire sont plus attirés par la variété Deglet Nour (21,3±2,11), et ils mettent plus de temps pour arriver à la source de la variété Mech Degla (45,25±7,3). Cependant l'analyse statistique montre une différence entre les moyennes testés (F= 5,46 ; P≥0,008). On peut classer les groupes homogènes comme suite : A avec la variété Deglet Nour, B avec la variété Mech Degla et AB avec la variété Ghars.

L'analyse statistique ne montre aucune différence significative entre les moyennes testés du stade L5 (F=0,05 ; P≥0,94)

3.2.4.2. Etude de l'attractivité des larves d'*E. ceratoniae* par les extraits de dattes au pentane en enceinte et en olfactomètre

Les résultats obtenus lors des tests olfactifs par les odeurs des extraits des dattes des différentes variétés sont mentionnées dans les tableaux 44 et 46.

Ces résultats montrent que le cinquième stade larvaire est attiré par les extraits des trois variétés en enceinte close, alors que les autres stades larvaires sont attirés seulement par l'extrait de la variété Deglet Nour. Par contre en olfactomètre, sauf l'extrait de Deglet Nour qui attire tous les stades larvaires de la pyrale des dattes avec des taux qui varient entre 80 à 90%, mais les extraits des variétés Mech Degla et Ghars n'attirent aucuns stades larvaires.

Tableau 42. Attractivité en enceinte close des différents stades larvaires d'*E. ceratoniae* par les odeurs des extraits

Stades larvaires	Extrait Mech Degla			Extrait Deglet Nour			Extrait Ghars		
	A	NA	P	A	NA	P	A	NA	P
L2	13	7	0,930 NS	18	2	1,000	12	8	0,930 NS
L3	13	7	0,930 NS	19	1	1,000	13	7	0,930 NS
L4	14	6	0,930 NS	20	0	1,000	14	6	0,930 NS
L5	15	5	0,968	19	1	1,000	15	5	0,968

N= 20

A= attractif

NA= non attractif

NS= non significatif

Tableau 43. Attractivité en olfactomètre des différents stades larvaires d'*E. ceratoniae* par les odeurs des extraits

Stades larvaires	Extrait Mech Degla			Extrait Deglet Nour			Extrait Ghars		
	A	NA	P	A	NA	P	A	NA	P
L2	14	6	0,930 NS	18	2	1,000	8	12	0,930 NS
L3	12	8	0,930 NS	20	0	1,000	10	10	0,930 NS
L4	12	8	0,930 NS	17	3	1,000	9	11	0,930 NS
L5	10	10	0,930 NS	16	4	1,000	10	10	0,930 NS

N= 20

A= attractif

NA= non attractif

NS= non significatif

*Etude des temps d'attractivité d'*E. ceratoniae* par les odeurs des extraits de dattes au pentane en enceinte close*

Les temps de latence

Le tableau 47 présente les résultats de l'analyse statistique des différents temps de latence que mettent les individus de chaque stade larvaire pour détecter l'odeur des extraits.

Les résultats montre une différence significative seulement pour les stades L2 et L3 (FL2=3,44 et FL3=2,57 ; PL2≥0,04 et PL3≥0,08), les individus de ces deux stades larvaires sont plus attirés par l'extrait de la variété Deglet Nour avec respectivement (28,11±3,36) et (24,1±2,87), et ils mettent plus de temps pour détecter la source de l'extrait Ghars (49,61±8,17) et (59,25±18,52).

Tableau 44. Temps de latence (en secondes) de l'attractivité des stades larvaires d'*E. ceratoniae* par les odeurs des extraits de dattes au pentane en enceinte close

	Extrait Mech Degla au pentane	Extrait Deglet Nour au pentane	Extrait Ghars au pentane	F	P
L2	36,5±4,61	28,11±3,36	49,61±8,17	3,44	0,0435
L3	36,05±4,52	24,1±2,87	59,25±18,52	2,57	0,0896
L4	23,78±12,84	11,56±2,98	22,17±2,76	0,72	0,4923
L5	33,29±6,68	21,12±3,86	29,94±7,05	1,17	0,3242

Les temps de parcours

Les résultats de l'analyse statistique des temps de parcours que mettent les larves de tous les stades sont mentionnées dans le tableau 48.

Tableau 45. Temps de parcours (en secondes) de l'attractivité des stades larvaires d'*E. ceratoniae* par les odeurs des extraits de dattes au pentane en enceinte close

	Extrait Mech Degla au pentane	Extrait Deglet Nour au pentane	Extrait Ghars au pentane	F	P
L2	234,39±54,86	125,05±40,53	205,39±57,67	1,35	0,273
L3	243,95±55,23	55,45±25,48	212±51,79	4,25	0,0216
L4	190,78±54,54	58,56±11,12	182,44±52,57	2,45	0,1016
L5	121,18±42,34	76,65±32,5	147,18±47,87	0,8	0,4571

Deuxième stade

Les larves les plus attirées pour la variété Deglet Nour (125,05±40,53), et elles mettent plus de temps pour arriver à la variété Mech Degla (234,39±54,86). Cependant l'analyse statistique ne montre aucune différence significative entre les moyennes d'attraction testés (F=1,35; P≥0,27)

Troisième stade

Les larves de L3 sont plus attirées par la variété Deglet Nour (55,45±25,48), et elles mettent plus de temps pour arriver la variété Mech Degla (243,95±55,23). Cependant l'analyse statistique montre une différence significative entre les moyennes testées (F=4,25; P≥0,02). Les groupes homogènes sont classés comme suite : groupe A avec la variété Deglet Nour et le groupe B constitué par les variétés Mech Degla et Ghars.

Quatrième stade

Les larves de L4 sont plus attirées par la variété Deglet Nour (58,56±11,12), et elles mettent plus de temps pour arriver l'odeur de la variété Mech Degla (190,78±54,54). Cependant l'analyse statistique montre une différence significative entre le moyennes testées (F=2,45; P≥0,10). Les groupes homogènes sont classés comme suite : le groupe A avec la variété Deglet Nour, le groupe B avec la variété Mech Degla et la variété Ghars.

Cinquième stade

Pour le cinquième stade larvaire, les individus sont plus attirés par la variété Deglet Nour (76,65±32,5), et ils mettent plus de temps pour arriver l'odeur de la variété Ghars (147,18±47,87). Cependant l'analyse statistique ne montre aucune différence significative entre les moyennes testées (F=0,8 ; P≥0,45).

Etude des temps d'attractivité d'*E. ceratoniae* par les odeurs des extraits de dattes au pentane en olfactomètre

Les temps de détection

Dans le tableau 49 nous avons résumé les résultats de l'analyse statistique des différents temps que mettent les individus de tous les stades larvaire pour détecter l'odeur des trois extraits de dattes.

Les larves de stade L2 sont plus attirées par la variété Deglet Nour ($30,45 \pm 1,86$), mais elles mettent plus de temps pour détecter l'odeur de la variété Mech Degla ($41,35 \pm 4,01$). L'analyse statistique montre une différence significative entre les moyennes testées ($F=4,59$; $P \geq 0,01$). On peut classer les groupes homogènes comme suite : groupe A avec la variété Deglet Nour, le groupe B avec la variété Mech Degla et le groupe commun AB avec la variété Ghars.

Les individus du troisième stade larvaire sont plus attirés par la variété Deglet Nour ($33,5 \pm 1,39$), et ils mettent plus de temps pour détecter l'odeur de la variété Mech Degla ($37,8 \pm 1,57$) ; cependant l'analyse statistique montre une différence hautement significative entre les moyennes testées ($F=3,76$; $P \geq 0,03$). Alors que les groupes homogènes sont classés comme suite : groupe A constitué de la variété Deglet Nour et le groupe B constitué des variétés Mech Degla et Ghars.

L'analyse statistique des deux derniers stades larvaires L4 et L5 ne montre aucune différence significative entre les moyennes testées ($F_{L4}=1,47$ et $F_{L5}=2,39$; $P_{L4} \geq 0,24$ et $P_{L5} \geq 0,10$).

Tableau 46. Temps de détection (en secondes) de l'attractivité des stades larvaires d'*E. ceratoniae* par les odeurs des extraits de dattes au pentane en olfactomètre

	Extrait Mech Degla au pentane	Extrait Deglet Nour au pentane	Extrait Ghars au pentane	F	P
L2	41,35±4,01	30,45±1,86	36,35±1,01	4,59	0,0164
L3	37,8±1,57	33,5±1,39	37,55±0,69	3,76	0,0324
L4	64,95±16,8	35,65±6,49	52,6±9,51	1,47	0,243
L5	63,95±11,97	34,85±5,41	43,6±15,47	2,39	0,1051

Les temps de parcours

Le tableau 50 présente les résultats de l'analyse statistique des différents temps de parcours que mettent les individus des stades larvaires pour arriver à la source des extraits de dattes.

L'analyse statistique montre qu'il n'existe aucune différence significative entre les moyennes testées pour tous les stades larvaires.

Tableau 47. Temps de parcours (en secondes) de l'attractivité des stades larvaires d'*E. ceratoniae* par les odeurs des extraits de dattes au pentane en olfactomètre

	Extrait Mech Degla au pentane	Extrait Deglet Nour au pentane	Extrait Ghars au pentane	F	P
L2	41,35±4,01	30,45±1,86	36,35±1,01	4,59	0,0164
L3	37,8±1,57	33,5±1,39	37,55±0,69	3,76	0,0324
L4	64,95±16,8	35,6± 6,49	52,6±9,51	1,47	0,243
L5	63,95±11,97	34,85±5,41	43,6±15,47	2,39	0,1051

3.2.4.3. Etude de l'attractivité des larves d'*E. ceratoniae* par les extraits de dattes à l'Hexane en enceinte close et en Olfactomètre

Les résultats obtenus lors des tests olfactifs par les odeurs des extraits des dattes des différentes variétés sont mentionnées dans les tableaux 51 et 52.

D'après le tableau 51, les tests en enceinte close montre révèlent que la variété Deglet Nour est la plus attirante pour tous les stades larvaires d'*E. ceratoniae*, ces résultats sont les que celle obtenue par les tests en Olfactomètre (tableau 52). Les variétés Mech Degla et Ghars n'attirent que le dernier stade (L5) en enceinte close, par contre en Olfactomètre, elles ne sont pas attirante pour aucun stade larvaire.

Les larves du cinquième stade semblent mieux attirées par la source odorante des trois variétés de dattes, avec un taux d'attraction varie entre 68% pour les variétés Mech Degla et Ghars et 96% pour la variété Deglet Nour.

Les tests en Olfactomètre (Tab. 52) montrent que la variété Deglet Nour attire les larves de tous les stades larvaires avec des taux de 68 à 96%. Alors que les variétés Ghars Mech Degla n'attirent aucun stade larvaire.

Tableau 48. Attractivité en enceinte close des différents stades larvaires d'*E. ceratoniae* par les odeurs des extraits.

Stades larvaires	Extrait Mech Degla à l'Hexane			Extrait Deglet Nour à l'Hexane			Extrait Ghars à l'Hexane		
	A	NA	P	A	NA	P	A	NA	P
L2	6	19	0,828 NS	17	8	0,950	7	18	0,828 NS
L3	9	16	0,828 NS	22	3	1,000	16	9	0,828 NS
L4	13	12	0,828 NS	24	1	1,000	16	9	0,828 NS
L5	17	8	0,950	24	1	1,000	17	8	0,950

N= 25 A= attractif NA= non attractif NS= non significatif

Tableau 49. Attractivité en Olfactomètre des différents stades larvaires d'*E. ceratoniae* par les odeurs des extraits.

Stades larvaires	Extrait Mech Degla à l'Hexane			Extrait Deglet Nour à l'Hexane			Extrait Ghars		
	A	NA	P	A	NA	P	A	NA	P
L2	13	12	0,828 NS	17	8	0,950	10	15	0,828 NS
L3	14	11	0,828 NS	21	4	1,000	12	13	0,828 NS
L4	16	9	0,828 NS	23	2	1,000	16	9	0,828 NS
L5	16	9	0,828 NS	22	3	1,000	16	9	0,828 NS

N= 25 A= attractif NA= non attractif NS= non significatif

Etude des temps d'attractivité d'*E. ceratoniae* par les odeurs des extraits de dattes à l'hexane en enceinte close

Les temps de latence

Le tableau 53 Présente les résultats de l'analyse statistique des différents temps de latence que mettent les individus de chaque stade larvaire pour détecter l'odeur des extraits.

Tableau 50. Temps de latence (en secondes) de l'attractivité des stades larvaires d'*E. ceratoniae* par les odeurs des extraits de dattes à l'hexane en enceinte close.

	Extrait Mech Degla à l'hexane	Extrait Deglet Nour à l'hexane	Extrait Ghars à l'hexane	DDL	F	P
L2	106,00±33,72	79,35±14,91	92,71±19,73	2	0,410	0,667
L3	82,33±15,35	52,04±16,04	97,75±22,86	2	1,691	0,196
L4	48,08±7,14	32,87±4,63	33,00±7,11	2	1,691	0,194
L5	51,11±6,01	40,92±6,20	50,52±6,18	2	1,749	0,183

Deuxième stade

Les larves de L2 sont plus attirées par la variété Deglet Nour (79,35±14,91 secondes), elles mettent plus de temps pour sortir de la zone de latence avec les extraits de la variété Mech Degla (106,00±33,72 secondes). Cependant l'analyse statistique ne montre aucune différence significative entre les temps moyens de latence entre les trois variétés (F=0,41; P<0,66).

Troisième stade

Les larves de L3 aperçoivent plus rapidement l'odeur les extraits de la variété Deglet Nour (52,04±16,04secondes), alors qu'elles mettent beaucoup de temps pour sortir de la zone de latence avec les extraits de la variété Ghars (97,75±22,86secondes). Cependant l'analyse statistique ne montre aucune différence significative entre les temps moyens de latence entre les trois variétés (F=1,69; P<0,19).

Quatrième stade

Les larves L4 détectent plus rapidement l'odeur des extraits de la variété Deglet Nour (32,87±4,63secondes). Par rapport à l'odeur de la variété Mech Degla (48,08±7,14secondes). Cependant l'analyse statistique ne montre aucune différence significative entre les temps moyens de latence entre les trois variétés (F=1,69; P<0,19).

Cinquième stade

Ainsi le cinquième stade larvaire, les individus détectent plus rapidement l'odeur des extraits de la variété Deglet Nour (40,92±6,18secondes), alors qu'elles mettent plus de temps pour aperçoivent l'odeur de la variété Mech Degla (51,11±6,01secondes). Cependant l'analyse statistique ne montre aucune différence significative entre les temps moyens de latence entre les trois variétés (F=1,74; P<0,18).

Les temps de parcours

Les résultats de l'analyse statistique des temps de parcours que mettent les larves de tous les stades sont mentionnées dans le tableau 54.

Tableau 51. Temps de parcours (en secondes) de l'attractivité des stades larvaires d'*E. ceratoniae* par les odeurs des extraits de dattes à l'hexane en enceinte close.

	Extrait Mech Degla à l'hexane	Extrait Deglet Nour à l'hexane	Extrait Ghars à l'hexane	DDL	F	P
L2	319,66±26,85	238,05±31,70	251,14±26,85	2	1,155	0,330
L3	190,60±7,42	110,54±19,01	167,00±21,64	2	3,58	0,036
L4	158,25±17,80	83,75±7,69	109,31±20,15	2	6,326	0,003
L5	94,74±10,54	79,83±10,37	93,35±7,24	2	0,758	0,473

Deuxième stade

Les larves les plus attirées pour la variété Deglet Nour avec (238,05±31,70secondes), alors que les larves de la variété Mech Degla prend plus de temps pour arriver à l'extrait (319,66±26,85secondes). Cependant l'analyse statistique ne montre aucune différence significative entre les temps moyens de parcours entre les trois variétés étudiés (F=1,15; P<0,33).

Troisième stade

Les larves de L3 sont plus attirées par la variété Deglet Nour (110,54±19,01secondes), et elles mettent plus de temps pour repérer l'odeur de la variété Mech Degla (190,60±7,42secondes). Cependant l'analyse statistique montre une différence significative entre les temps moyens de parcours entre les trois variétés étudiés (F=3,5; P<0,036). Les groupes homogènes sont classés comme suite : groupe A avec la variété Mech Degla, le groupe B avec la variété Ghars et le groupe C avec la variété Deglet Nour.

Quatrième stade

Les larves de L4 sont plus attirées par la variété Deglet Nour avec (83,75±7,69secondes), et elles mettent plus de temps pour détecter l'odeur de la variété Mech Degla (158,25±17,80secondes). Cependant l'analyse statistique montre une différence hautement significative entre les temps moyens de parcours entre les trois variétés étudiés (F=6,32; P<0,003). Les groupes homogènes sont classés comme suite : le groupe A avec la variété Mech Degla et le groupe B constitue de la variété Ghars et Deglet Nour.

Cinquième stade

Ainsi le cinquième stade larvaire, les individus sont plus attirés par la variété Deglet Nour (79,83±10,37secondes), et ils mettent plus de temps pour arriver à l'odeur de la variété Mech Degla (94,74±10,54secondes). Mais l'analyse statistique ne montre aucune différence significative entre les temps moyens de parcours entre les trois variétés étudiés (F=0,758; P<0,47).

Etude des temps d'attractivité d'E. ceratoniae par les odeurs des extraits de dattes à l'hexane en olfactomètre

Les temps de détection

Les résultats de l'analyse statistique des différents temps que mettent les individus de tous les stades larvaires pour détecter l'odeur des trois extraits de dattes sont résumés dans le tableau 55.

L'analyse statistique montre qu'il n'existe aucune différence significative entre les temps moyens de détection des trois variétés pour tous les stades larvaires.

Tableau 52. Temps de détection (en secondes) de l'attractivité des stades larvaires d'E. ceratoniae par les odeurs des extraits de dattes à l'hexane en olfactomètre.

	Extrait Mech Degla à l'hexane	Extrait Deglet Nour à l'hexane	Extrait Ghars Al'hexane	DDL	F	P
L2	415,07±21,16	410,05±12,55	427,80±13,98	2	0,284	0,754
L3	221,35±13,96	212,85±8,91	235,66±12,56	2	0,974	0,385
L4	169,31±8,30	156,43±5,81	175,12±8,99	2	1,763	0,181
L5	179,56±19,94	156,86±10,44	175,06±11,59	2	0,828	0,445

Les temps de parcours

Le tableau 56 présente les résultats de l'analyse statistique des différents temps de parcours que mettent les individus des stades larvaires pour arriver à la source des extraits de dattes.

Tableau 53. Temps de parcours (en secondes) de l'attractivité des stades larvaires d'E. ceratoniae par les odeurs des extraits de dattes à l'hexane en Olfactomètre.

	Extrait Mech Degla à l'hexane	Extrait Deglet Nour à l'hexane	Extrait Ghars à l'hexane	DDL	F	P
L2	222,00±21,84	194,11±17,94	206,20±18,63	2	0,537	0,589
L3	156,71±15,03	121,00±9,17	175,25±14,45	2	5,28	0,008
L4	132,751±11,95	116,56±8,60	170,00±8,03	2	9,84	0,0002
L5	121,18±10,34	111,45±6,37	153,75±10,37	2	9,84	0,003

Deuxième stade

Les larves les plus attirées par l'extrait de la variété Deglet Nour avec une durée de 194,11±17,94 secondes, alors qu'elles prennent plus de temps pour arriver à l'extrait de la variété Mech Degla (222,00±21,84 secondes). Cependant l'analyse statistique ne montre aucune différence significative entre les temps moyens de parcours des trois variétés (F=0,53; P<0,58).

Troisième stade

Les larves de L3 sont plus attirées par la variété Deglet Nour (121,00±9,17secondes), et elles mettent plus de temps pour arriver la variété Ghars (175,25±14,45secondes). Cependant l'analyse statistique montre une différence hautement significative entre les temps moyens de parcours des trois variétés (F=5,28; P<0,008). Les groupes homogènes sont classés comme suite : le groupe A est constitué de la variété Mech Degla et Ghars, le groupe B avec la variété Deglet Nour.

Quatrième stade

Les larves de L4 sont plus attirées par les extraits de la variété Deglet Nour avec (116,56±8,60secondes), et elles mettent plus de temps pour arriver l'odeur de la variété Ghars (170,00±8,03secondes). Cependant l'analyse statistique montre une différence très hautement significative entre les temps moyens de parcours des trois variétés (F=9,84; P<0,0002). Les groupes homogènes sont classés comme suite : le groupe A avec la variété Ghars et le groupe B constitue de la variété Mech Degla et Deglet Nour.

Cinquième stade

Les individus cinquième stade larvaire sont plus attirés par les extraits de la variété Deglet Nour (111,45±6,37secondes), et ils mettent plus de temps pour arriver l'odeur de la variété Ghars (153,75±10,37secondes). Cependant l'analyse statistique montre différence très hautement significative entre les temps moyens de parcours des trois variétés (F=9,84; P<0,003). Les groupes homogènes sont classés comme suite : le groupe A avec la variété Ghars et le groupe B constitue de la variété Mech Degla et Deglet Nour.

3.2.4.4. Etude de l'attraction des larves d'*E. ceratoniae* par les extraits de dattes au Dichlorométhane en enceinte close et en Olfactomètre

Les résultats obtenus lors des tests olfactifs par les odeurs des extraits des dattes des différentes variétés sont mentionnés dans les tableaux (57 et 58).

D'après (Tab 57), les tests en enceinte close montre que la variété Deglet Nour est la plus attirante pour tous les stades larvaires d'*E.ceratoniae*, ces résultats sont les que celle obtenue par les tests en Olfactomètre (Tab57) . Les variétés Mech Degla et Ghars n'attirent que le dernier stade (L5) en enceinte close, par contre en Olfactomètre, elles ne sont pas attirante pour aucun stades larvaires.

Les larves du cinquième stades semblent mieux attirées par la source odorante des trois variétés de dattes, avec un taux d'attraction varie entre 80% pour les variétés Mech Degla et Ghars et 96%pour la variété Deglet Nour .

Les tests en Olfactomètre (Tab 57) montrent que la variété Deglet Nour attire les larves de tous les stades larvaires avec des taux de 80à 96%. Alors que les variétés Ghars et Mech Degla n'attirent aucun stade larvaire.

Tableau 54. Attractivité en enceinte close des différents stades larvaires d'*E. ceratoniae* par les odeurs des extraits.

Stades larvaires	Extrait Mech Degla au Dichlorométhane			Extrait Deglet Nour au Dichlorométhane			Extrait Ghars au Dichlorométhane		
	A	NA	P	A	NA	P	A	NA	P
L2	18	7	0,988	9	16	0,828 NS	7	18	0,828 NS
L3	17	8	0,950	16	9	0,828 NS	15	10	0,828 NS
L4	21	4	1,000	13	12	0,828 NS	16	9	0,828 NS
L5	24	1	1,000	20	5	0,998	20	5	0,998

N= 25 A = attractif NA = non attractif NS = non significatif

Tableau 55. Attractivité en Olfactomètre des différents stades larvaires d'*E. ceratoniae* par les odeurs des extraits.

Stades larvaires	Extrait Mech Degla au Dichlorométhane			Extrait Deglet Nour au Dichlorométhane			Extrait Ghars au Dichlorométhane		
	A	NA	P	A	NA	P	A	NA	P
L2	18	7	0,988	11	14	0,828 NS	13	12	0,828 NS
L3	17	8	0,950	13	12	0,828 NS	11	14	0,828 NS
L4	18	7	0,988	14	11	0,828 NS	14	11	0,828 NS
L5	20	5	0,998	11	14	0,828 NS	13	12	0,828 NS

N= 25 A = attractif NA = non attractif NS = non significatif

Etude des temps d'attractivité d'E. ceratoniae par les odeurs des extraits de dattes au dichlorométhane en enceinte close

Les temps de latence

Le tableau 59 Présente les résultats de l'analyse statistique de différentes moyennes du temps de latence que mettent les individus de chaque stade larvaire pour détecter l'odeur des extraits.

Tableau 56. Temps de latence (en secondes) de l'attractivité des stades larvaires d'E. ceratoniae par des odeurs des extraits de dattes au Dichlorométhane en enceinte closes.

	Extrait Mech Degla au Dichlorométhane	Extrait Deglet Nour au Dichlorométhane	Extrait Ghars au Dichlorométhane	DDL	F	P
L2	63,000 ± 4,758	80,571 ± 33,986	237,056 ± 38,698	2	7,930	0,002
L3	14,529 ± 24,924	26,750±4,919	38,750 ± 30,506	2	10,361	0,000
L4	16,154 ± 3,470	56,538 ± 13,502	99,810 ±21,586	2	5,982	0,005
L5	33,000 ± 9,092	38,100 ± 7,137	147,250 ± 30,667	2	10,927	0,0001

Deuxième stade

Les larves de L2 sont plus attirées par la variété Deglet Nour (63,000 ± 4,758 secondes), elles mettent plus de temps pour sortir de la zone de latence avec les extraits de la variété Ghars (237,056±38,698secondes). Cependant l'analyse statistique montre une différence hautement significative entre les temps moyens de latence entre les trois variétés (F=7,930; P< 0,002).

Troisième stade

L'analyse statistique montre une différence hautement significative avec (F=10,361;P<0,000), les individus du 3eme stade sont sortent plus rapidement de la zone de latence par les extraits de Deglet Nour (14,529 ± 24,924 secondes), alors qu'elles mettent plus de temps (38,750 ± 30,506 secondes) par l'extrait de la variété Ghars.

Quatrième stade

Les larves L4 détectent plus rapidement l'odeur des extraits de la variété Deglet Nour (16,154 ± 3,470secondes). Par rapport à l'odeur de la variété Ghars (99,810 ±21,586 secondes). Cependant l'analyse statistique montre une différence hautement significative entre les temps moyens de latence entre les trois variétés (F=5,982; P< 0,005).

Cinquième stade

Les larves L5 détectent plus rapidement l'odeur des extraits de la variété Deglet Nour ($33 \pm 9,1$ secondes). Par rapport à l'odeur de la variété Ghars ($99,8 \pm 21,6$ secondes). Cependant l'analyse statistique montre une différence très hautement significative entre les temps moyens de latence entre les trois variétés ($F=5,982$; $P<0,0001$). par l'extraits de la variété Ghars.

Les temps de parcours

Le tableau 60 Présente les résultats de l'analyse statistique des différents moyennes du temps de parcours que mettent les individus de chaque stade larvaire pour détecter l'odeur des extraits.

Tableau 57. Temps de parcours (en secondes) de l'attractivité des stades larvaires d'*E. ceratoniae* par les odeurs des extraits de dattes à dichlorométhane en enceinte close

	Extrait Mech Degla au Dichlorométhane	Extrait Deglet Nour au Dichlorométhane	Extrait Ghars au Dichlorométhane	DDL	F	P
L2	44,444±8,595	89,889±11,937	102,857±30,506	2	4,918	0,014
L3	23,765±3,128	72,000 ± 5,022	90,188 ± 7,044	2	46,964	0,0001
L4	65,308 ± 5,287	70,857 ± 8,507	88,385± 13,490	2	0,710	0,497
L5	49,042 ±12,246	64,150 ± 10,439	85 ± 26,905	2	1,108	0,337

Deuxième stade

Les larves l2 les plus attirées pour la variété Deglet Nour avec ($44,444 \pm 8,595$ secondes), alors que les larves de la variété Ghars prend plus de temps pour arriver à l'extrait ($90,18 \pm 7,044$ secondes). Cependant l'analyse statistique montre une différence significative entre les temps moyens de parcours entre les trois variétés étudiés ($F=4,918$; $P<0,014$)

Troisième stade

Les larves de L3 sont plus attirées par la variété Deglet Nour ($23,765 \pm 3,128$ secondes), et elles mettent plus de temps pour repérer l'odeur de la variété Ghars ($90,188 \pm 7,044$ secondes). Cependant l'analyse statistique montre une différence très hautement significative entre les temps moyens de parcours entre les trois variétés étudiés ($F=46,964$; $P<0,0001$).

Quatrième stade

Les larves de L4 sont plus attirées par la variété Deglet Nour avec ($65,308 \pm 5,287$ secondes), et elles mettent plus de temps pour détecter l'odeur de la variété Ghars

(88,385±13,490secondes). Cependant l'analyse statistique ne montre aucune différence significative entre les temps moyens de parcours entre les trois variétés étudiés (F=0,710; P<0,497).

Cinquième stade

Ainsi le cinquième stade larvaire, les individus sont plus attirés par la variété Deglet Nour (49,042 ±12,246secondes), et ils mettent plus de temps pour arriver à l'odeur de la variété Ghars (85 ± 26,9secondes).Mais l'analyse statistique ne montre aucune différence significative entre les temps moyens de parcours entre les trois variétés étudiés (F=1,108; P<0,337).

Etude des temps d'attractivité d'E. ceratoniaepar les odeurs des extraits de dattes au dichlorométhane en olfactomètre

Les temps de détection

Le tableau 61 résume les résultats de l'analyse statistique des différents moyennes du temps de détection que mettent les individus de chaque stade larvaire pour détecter l'odeur des extraits.

Tableau 58. Temps de détection (en secondes) de l'attractivité des stades larvaires d'E. ceratoniaepar les odeurs des extraits de dattes au dichloromethane en olfactomètre.

	Extrait Mech Degla au Dichlorométhane	Extrait Deglet Nour au Dichlorométhane	Extrait Ghars au Dichlorométhane	DDL	F	P
L2	93,000± 38,698	189,615± 31,890	237,056± 20,658	2	3,677	0,034
L3	124,588± 24,390	178,091± 56,529	397,000±38,318	2	16,615	0,0001
L4	94,167± 28,257	134,857±32,606	218,357± 50,183	2	2,309	0,114
L5	153,200± 33,395	170,400± 35,059	320,154± 47,895	2	5,614	0,007

Deuxième stade

Les larves les plus attirées pour la variété Deglet Nour (93,000± 38,698secondes), et elles mettent plus de temps pour détecter la variété Ghars (237,056± 20,658 secondes). Cependant l'analyse statistique montre une différence significative entre les moyennes d'attraction testés (F=3,677; P<0,034).

Troisième stade

Les larves de L3 sont plus attirées par la variété Deglet Nour (124,588± 24,390 secondes), et elles mettent plus de temps pour détecter la variété Ghars (397,000±38,318secondes). Cependant l'analyse statistique montre une différence très hautement significative entre les moyennes testées (F=16,615; P< 0,0001).

Quatrième stade

Les larves de L4 sont plus attirées par la variété Deglet Nour ($94,167 \pm 28,257$ secondes), et elles mettent plus de temps pour détecter l'odeur de la variété Ghars ($218,357 \pm 50,183$ secondes). Cependant l'analyse statistique ne montre aucune différence significative entre le moyennes testées ($F= 2,309$; $P<0,114$).

Cinquième stade

Pour le cinquième stade larvaire, les individus sont plus attirés par la variété Deglet Nour ($153,200 \pm 33,395$ secondes), et ils mettent plus de temps pour détecter l'odeur de la variété Ghars ($320,154 \pm 47,895$ secondes). Cependant l'analyse statistique montre une différence hautement significative entre les moyennes testées ($F=5,614$; $P<0,007$).

Les temps de parcours

Le tableau 62 Présente les résultats de l'analyse statistique des différents moyennes du temps de parcours que mettent les individus de chaque stade larvaire pour détecter l'odeur des extraits.

Tableau 59. Temps de parcours (en secondes) de l'attractivité des stades larvaires d'*E. ceratoniae* par les odeurs des extraits de dattes à dichlorométhane en olfactomètre.

	Extrait Mech Degla au Dichlorométhane	Extrait Deglet Nour au Dichlorométhane	Extrait Ghars au Dichlorométhane	DDL	F	P
L2	40,769± 9,284	44,444± 8,698	59,818± 13,470	2	0,962	0,391
L3	19,118± 6,035	56,455±15,529	66,846± 17,020	2	5,099	0,011
L4	30,571± 5,206	39,571±21,109	84,667± 14,626	2	1,849	0,172
L5	35,733± 13,849	46,450± 7,477	67,846± 38,336	2	0,558	0,576

Deuxième stade

Les larves les plus attirées par l'extrait de la variété Deglet Nour avec une durée de ($40,769 \pm 9,284$ secondes), alors qu'elles prennent plus de temps pour arriver à l'extrait de la variété Ghars ($59,818 \pm 13,470$ secondes). Cependant l'analyse statistique ne montre aucune différence significative entre les temps moyens de parcours des trois variétés ($F= 0,962$; $P<0,391$).

Troisième stade

Les larves de L3 sont plus attirées par la variété Deglet Nour ($19,118 \pm 6,035$ secondes), et elles mettent plus de temps pour arriver la variété Ghars ($66,846 \pm 17,020$ secondes). Cependant l'analyse statistique montre une différence significative entre les temps moyens de parcours des trois variétés ($F= 5,099$; $P<0,011$).

Quatrième stade

Les larves de L4 sont plus attirées par les extraits de la variété Deglet Nour avec ($30,571 \pm 5,206$ secondes), et elles mettent plus de temps pour arriver l'odeur de la variété Ghars ($67,846 \pm 38,336$ secondes). Cependant l'analyse statistique ne montre aucune différence significative entre les temps moyens de parcours des trois variétés ($F=1,849$; $P<0,172$).

Cinquième stade

Les individus cinquième stade larvaire sont plus attirés par les extraits de la variété Deglet Nour ($35,733 \pm 13,849$ secondes), et ils mettent plus de temps pour arriver l'odeur de la variété Ghars ($67,846 \pm 38,336$ secondes). Cependant l'analyse statistique ne montre aucune différence significative entre les temps moyens de parcours des trois variétés ($F=0,558$; $P<0,576$).

3.3. Etude toxicologique de trois bio-pesticides sur les cinq stades larvaires de la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae*

Au cours de nos bio-essai nous avons évalué la toxicité de trois biopesticides par ingestion sur les larves alimentées de du milieu traité par le biopesticide au cours de temps.

D'après les observations enregistrés on remarque que les taux moyen de mortalité corrigée son proportionnel aux différentes doses utilisées, quel que soit la durée d'exposition des larves au biopesticide utilisé.

Donc le taux de mortalité observé est en corrélation positive avec les doses et la durée d'exposition des larves au biopesticide, avec un taux de mortalité faible pour un temps léthal court et une mortalité élevée pour une durée d'exposition longue, de même la dose la plus faible provoque la mortalité la plus faible (voir annexe).

Nos résultats montrent que la CL90, diminue peu à peu avec le temps pour les stades larvaires. Donc le biopesticide devient de plus en plus toxique que la durée d'exposition des larves est plus longue. Mais la plus faible mortalité corrigée a été observé dans un temps léthal court et chez les larvaires âgées traitées par la plus faible concentration (voir annexe).

Les larves d'*Ectomyelois ceratoniae* Zeller sont sensibles au trois biopesticides, cette sensibilité est traduite par des taux de mortalité élevé pour les doses utilisées après une durée d'exposition de 24h, 48h, 72h, 96h, 120h et 144h.

Selon le tableau 60 La comparaison des CL90 après 120 heures d'exposition pour les trois biopesticides utilisés durant notre bio-essai, montre que le Spinosad est le produit le plus toxique pour tous stades larvaires avec une CL90 de 345,04 pour le premier stade larvaire et une CL 90 de 8822,45 pour le dernier stade larvaire, ensuite c'est le Bacillus avec une CL 90

de 885,04 pour le stade L1 et une CL90 et en dernier lieu c l'Azadirachtine avec une CL 90 très élevée (2461,45).

Après 120 heures d'exposition, la CL 90 des trois biopesticides augmente proportionnellement en fonction des stades larvaires de la pyrale des dattes

Tableau 60. Comparaison des CL 90 des trois biopesticides utilisés

Stade larvaire	CL 90 après 120 heures		
	BACILLUS	SPINOSAD	AZADIRACHTNE
L 1	885,04	345,04	2461,45
L 2	1321,88	508,21	5479,15
L 3	3157,47	2499,46	5601,07
L 4	7190,33	3280,05	6167,44
L 5	10337,87	8822,45	16490,32

Discussion

4. DISCUSSION

4.1. Etude bioécologique et répartition spatiotemporelle d'*Ectomyelois ceratoniae* Zeller dans la région de Biskra

4.1.1. Etude des aspects bioécologiques d'*Ectomyelois ceratoniae*

La variation de la durée d'accouplement chez la pyrale des dattes en milieu contrôlé est peut être due à la concurrence entre les mâles dont certains perturbent les couples déjà en accouplement, ce qui explique les courtes durées de copulation, on pense aussi qu'elle est en relation directe avec le nombre d'œufs porté par femelle c'est-à-dire que le mâle reste en copulation le temps nécessaire pour féconder les œufs porté par la femelle. Il ne faut pas négliger les conditions d'élevage qui peuvent influencer également sur la durée d'accouplement. Nos résultats sont proches de celle de **Wertheimer (1958)**, qui indique que l'accouplement chez l'*E.ceratoniae* est relativement assez long et peut atteindre plusieurs heures.

D'après nos résultats, on remarque que le nombre des œufs pondus par ponte est conditionné par le nombre de pontes par femelle, cela peut être expliqué par le taux de fertilité de la femelle qui diminue après chaque ponte en fonction de son âge. D'autre part, la variation du nombre totale des œufs pondus par femelle et le nombre moyen par ponte semble être en relation avec le nombre des œufs porté par femelle. Nos résultats sont comparables à celle trouvée par **Le Berre (1975)**, qui a constaté que la ponte représente 58% de la durée de vie de la femelle et il remarque aussi une décroissance régulière du nombre moyen d'œufs pondus chaque jour par les femelles, le même auteur précise que la ponte est échelonnée sur une longue période de la vie de la femelle et la vitesse de ponte décroît régulièrement durant la vie imaginaire (**Le Berre, 1978**).

On pense aussi que la qualité nutritive des aliments (milieu d'élevage artificiel) ingérés par les différents stades larvaires, le support de ponte (boîte de pétri), la température et l'humidité relative de la chambre d'élevage influent sur la fertilité des femelles. Ces résultats confirment les travaux de **Doumandji (1981)**, qui a enregistré une variation dans le nombre d'œufs pondus par femelle en fonction des conditions de la température et de l'humidité de l'air et aussi de la valeur nutritive de l'aliment au cours des différents stades larvaires. Le même auteur précise que la moyenne des œufs pondus par individu est de 116,6 œufs à 30±1°C et une humidité relative de 70±10%, il a signalé aussi que **Tokmakoglu et al., (1967)**, ont estimé les pontes de l'*Ectomyelois ceratoniae* à une moyenne de 117 œufs avec une valeur extrême allant de 80 à 170 œufs.

On a remarqué au cours notre travail que la femelle pondre ces œufs en forme de chaines, en amas ou isolé. En effet **Wertheimer (1958)** et **Le Berre (1978)**, notent que les femelles d'*E.ceratoniae* émettent entre 60 à 120 œufs dans la palmeraie et que les pontes peuvent s'effectuées isolément ou par groupe. Selon **Doumandji-Mitiche (1983)**, la pyrale de caroube émet ces pontes généralement à raison d'un œuf par fruit.

Le faible taux d'éclosion enregistré en laboratoire est probablement en rapport avec la fertilité des œufs et aux conditions d'élevage. En effet, les observations en laboratoire permettent à **Warthiemere (1958)**, de penser que la proportion d'œufs féconds est relativement faible chez l'*Ectomyelois ceratoniae*.

D'après nos résultats obtenus dans les conditions contrôlées, il paraît que les variations de la durée de vie des mâles et des femelles est influencée par le rôle de chacun qui consiste à l'oviposition pour les femelles où leur activité devient très marquée et qui dure plusieurs jours en fonction de la fertilité des femelles et le nombre de ponte, en revanche, les mâles sont très actives juste après l'émergence (déplacement, vibration des antennes et les ailes) et puis leur activité diminue après l'accouplement, ils restent immobiles jusqu'à leur mortalité après quelque jours.. De même **Le Berre (1978)**, a indiqué que la ponte de la pyrale des dattes est échelonnée sur une longue période de vie de la femelle, ainsi que les activités de ponte occupent 65 % de la durée de la vie imaginale, c'est pendant la phase imaginale que s'exprime l'un des comportements les plus importants pour la continuation de l'espèce : le comportement reproducteur, devant lequel les autres activités de l'insecte n'ont qu'une importance relative.

Les calculs en laboratoire de la longévité moyenne des adultes de la pyrale mis juste après leur émergences dans des boites de pétri sans nourriture, sont comme celle obtenus par **Wertheimer (1958)**, qui montre que les adultes des deux sexes d'*E.ceratoniae* meurent 3 à 4 jours après leur émergence. En effet **Lepigere (1963)**, signale qu'en élevage, les papillons lorsqu'ils sont alimentés, comme ils ont la possibilité dans la nature, peuvent acquérir une longévité atteignant 12 jours. **Le Berre (1975)**, note aussi que la longévité maximum observée est de 12 jours pour les mâles et de 11 jours pour les femelles, la durée moyenne de vie des mâles est de 6,26 jours, celle des femelles est de 5,92 jours.

Inversement à nos résultats, **Doumandji (1981)**, estime que sur trois espèces de plante hôte, la longévité des mâles est plus élevée que celle des femelles avec respectivement une moyenne générale de longévité de 7, 73 jours pour les mâles et 5,61 jours pour les femelles. Cependant, **Tokmakoglu et al. (1967)**, notent une espérance de vie de 2 à 3 jours. La longévité des imagos s'accroît avec la diminution de la température et avec l'augmentation de l'humidité (**Cox, 1976**).

La différence du pourcentage d'individus observée entre les deux sexes avec dominance des mâles est peut être liée au régime alimentaire de la pyrale ou en fonction de l'espèce considérée. Contrairement à nos résultats, **Le Berre (1975)**, montre la présence d'un léger déséquilibre entre les deux sexes, 48,2% de mâle contre 51,8% de femelle en faveur des femelles.

Les résultats de l'étude du cycle de développement de la pyrale montrent, que durant l'incubation, les œufs changent de couleur allant de la coloration blanchâtre vers le jaune puis deviennent rose juste avant leur éclosion. Alors que **Doumandji (1981)**, montre que la coloration des œufs fraîchement pondus est blanche et puis cette coloration devient rose au bout de 24 heures. La durée d'incubation des œufs est probablement influencée par les conditions d'élevage. Nos résultats sont proches de celle obtenus par **Wertheimer (1958)** et **Lepigre (1963)**, avec une durée d'incubation de 3 à 7 jours, **Le Berre (1978)** et **Dhouibi (1982)** ont montré aussi que sous une température de 27 °C et une humidité relative de 70 %, la durée d'incubation des œufs d'*E.ceratoniae* varie de 3 à 4 jours. **Zouioueche et Rahim (2008)**, ont enregistré une durée moyenne d'incubation de 2,33 jours sur un milieu d'élevage artificielle.

Nous avons aussi remarqué une durée moyenne semblable pour les quatre premiers stades larvaires (L₁, L₂, L₃ et L₄), tandis que la durée moyenne du stade L₅ est plus longue que les premiers, due probablement au temps important que demande le stade L₅ pour son passage au stade chrysalide. Sur le milieu d'élevage artificiel.

La durée moyenne du cycle biologique de l'*Ectomyelois ceratoniae* semble être influencée par la température de la chambre d'élevage (27 ±1°C) et la qualité nutritive de la plante hôte. En effet, **Tokmakoglu et al (1967)**, montre que la période nécessaire pour qu'un individu arrive au terme de son développement, varie entre 34 et 61 jours, le plus fréquemment entre 40 et 45 jours pour le cycle entier de l'œuf à l'adulte. Par contre **Cox (1976)**, indique qu'à une température qui varie entre 15 et 20 °C, aucune éclosion n'a lieu et mentionne qu'à 70 % d'humidité relative, la durée moyenne de développement est de 48 jours à 20 °C, elle diminue à 30 jours à 25 °C et de 23 jours à 30 °C et aussi précise que le niveau thermique optimal pour le développement des chenilles d'*E.ceratoniae* est de 30 °C et une humidité relative supérieure ou égale à 70 % qui favorise une croissance larvaire. Par contre, **Zouioueche et Rahim (2008)**, ont obtenus une durée moyenne du cycle biologique de la pyrale des dattes de 72,5 jours dans un milieu artificiel.

La durée d'incubation des œufs sur les trois variétés *Mech Degla*, *Deglet Nour* et *Ghars* est probablement influencée par les conditions d'élevage (27±1°C et 65 % HR). Donc, il n'y a aucune différence entre la durée d'incubation des œufs sur les trois variétés. Nos résultats sont

proches de celle obtenus par **Wertheimer (1958)** et **Lepigre (1963)**, avec une durée d'incubation de 3 à 7 jours. Par contre **Naidji et Kebici (2009)**, ont montré que la durée moyenne d'incubation des œufs été de 4,6 jours sur les dattes de la variété *Mech Degla*, Aussi, **Zouioueche et Rahim (2008)**, ont enregistré sur le milieu d'élevage artificielle une durée moyenne d'incubation plus courte avec 2,33 jours.

Les différences enregistrées dans la durée des stades (L1-L5) sont probablement due à la qualité nutritive des trois variétés et aux caractéristiques physiques des dattes. Donc, la faible qualité nutritive des dattes de la variété Ghars a éventuellement ralenti le développement des stades larvaires de la pyrale. De même **Doumandji, (1981)** montre que la pyrale exige pour son développement des fruits plus ou moins mûrs et en voie de dessèchement.

Le milieu d'élevage influe sur la durée des stades larvaire est que la durée des stades (L1-L5) enregistré sur les dattes *Ghars* (34,56 jours) ; *Deglet Nour* (27,84 jours) ; *Mech Degla* (27,28 jours) sont presque proche à celle indiqué par **Naidji et Kebici, (2009)** avec 36,10 jours sur *Mech Degla*. Donc, les larve élevées sur les dattes ont une durée plus courte par rapport à celles élevées sur milieu artificielle avec une durée de 40,50 jours (**Soudani et Torki, 2009**) et 54,50 jours (**Zouioueche et Rahim, 2008**) qui sont presque deux fois plus long que nos résultats obtenus sur les dattes de variété *Mech Degla* et *Deglet Nour*. L'étude du niveau d'infestation par la pyrale des dattes sur plusieurs variétés de datte dans la région de Ouargla, a montré que la variété Ghars est la moins infestée et que l'*Ectomyelois ceratoniae* préfère se nourrir et pondre ses œufs sur des dattes légèrement acide à neutre à fort taux de saccharose, afin d'assurer à sa descendance les meilleurs conditions de nutrition (**Idder-Ighili et al, 2009**).

L'augmentation de poids en fonction de taille des individus de cette espèce peut être expliquée par la quantité de nourriture disponible pour les larves de chaque stade. Au cours de notre suivi nous avons remarqué un raccourcissement dans leur forme en phase chrysalide ce qui expliquée la diminution de leur taille qui est accompagné d'une augmentation de poids dans ce stade.

La différence entre le poids des mâles et des femelles est très remarquable, ce là est probablement lié avec le nombre des œufs portés dans l'abdomen de la femelle. Aussi l'envergure liée avec la taille de l'individu. Selon **Le Berre (1975)**, la taille des femelles est plus grande que les mâles avec 10,35 mm pour les femelles et 9,32 mm pour les mâles et montre le rapport entre la taille de femelle et le nombre des œufs portées.

Gothilf (1969), fait la reconnaissance des différents stades larvaires de *E.ceratoniae* sur la longueur du corps des chenilles, une larve néonate mesure entre 1,5 et 2,5 mm tandis qu'un individu du second stade se caractérise par une taille compris entre 2,5 et 3,5mm. Pourtant

Dhouibi (1982), donne des mensurations allant de 1,1 à 2 mm pour L₁, de 2 à 2,3 mm pour L₂, de 3,3 à 5,8 mm pour L₃, de 6,9 à 12,4 mm pour L₄, de 12,3 à 14,6 mm pour L₅, de 6 à 12 mm pour l'adulte et de 16 à 22 mm d'envergure. Cela est proche de nos résultats.

Les faibles poids des larves L₂, L₃, L₄ sur Ghars peut être expliqué par la consistance molle du fruit ne permettant pas une prise de nourriture suffisante pour les larves ce qui leurs induit un faible développement, par contre les dattes de la variété Mech Degla et Deglet Nour, qui sont de consistance sèche et demi-molle présente un poids élevée des larves. Le même auteur (**Idder et al, 2009**), montre que La pyrale de datte préfère des variétés à taux de saccharose élève et à pH légèrement acide (*Mech Degla et Deglet Nour*).

La diminution de poids des adultes sur les trois variétés est principalement due à une transformation larvaire pour donner des nouveaux adultes, la diminution de poids permet à l'adulte de pouvoir volée.

La faible taille des larves L₂ alimentées des dattes de la variété *Ghars* peut être expliqué par la consistance molle des fruits qui empêche le développement normal des larves, après un certain temps les dattes de la variété *Ghars* deviennent de plus en plus sèche ce qui permet aux larves de bien se développer. On a remarqué que sur les trois variétés de la datte les stades L₃, L₄, L₅ et Chrysalide ont presque la même taille. Nos résultat est proche à celle obtenue par **Gothilf (1969)**, fond que la larve du second stade se caractérise par une taille compris entre 2,5 et 3,5mm. La taille élevée des larves L₂ enregistrées dans les dattes de la variété *Deglet Nour* est probablement due à la qualité nutritive de cette variété. **Belguedj (2002)**, a indiqué que la variété *Deglet Nour* contient 22,81% de sucre réducteur et 46,11% de saccharose par rapport aux sucres totaux, la variété *Mech Degla* contient 20% de sucre réducteur et 51,40% de saccharose, contrairement à la variété *Ghars* qui contient 80,68% de sucres réducteurs et 4,37% de saccharose, ce qui nous laisse pensé que l'*Ectomyelois ceratoniae* a une préférence au saccharose par rapport aux sucres réducteurs. Ces résultats confirmés les travaux de **Saggou (2001)**, qui précise que le niveau d'infestation par la pyrale des dattes est lié à la teneur en saccharose.

4.1.2. Répartition spatiotemporelle de la pyrale des dattes

Les papillons de la première génération sont issus des larves des dattes tombées sur sol ou stockée de l'année précédente dans des abris de la palmeraie où les températures moyennes sont optimal pour l'éclosion des œufs et le développement des chenilles qui ont passée par une hibernation due au baisses températures pendant l'hiver. **Le Berre (1978)**, confirme que les adultes de la première génération proviennent des larves qui sont développées dans les dattes restées au cours de l'hiver dans la palmeraie après la récolte.

Doumandji (1981), a noté que dans la nature, les vols des papillons semblent avoir lieu du mois d'Avril à Mai. Par contre nos résultats montre que les vols de pyrale sont plus avancés, elle débute au mois Mars où les températures moyennes atteint 16,09 °C pour s'accroître pendant le mois d'Avril avec l'élévation des températures (20,07°C) pour se poursuivre pendant le mois de Mai (22,01°C) et diminue durant la première quinzaine de Juin pour marquer la fin de la première génération. Ces résultats confirment les travaux de **Dhouibi (1982)** qui a signalé que dans l'oasis l'apparition des premiers adultes est précoce et le facteur responsable de ce décalage est la température.

Pour **Le Berre (1978)**, la phase larvaire qui s'étend de Septembre à Mars-Avril est particulièrement longue en raison de climat relativement froid de l'hiver saharien, les émergences des adultes de première génération se font lorsque la température moyenne dépasse 15 °C. Aussi, **Wertheimer (1958)**, précise que l'apparition des premiers adultes se produit à des températures moyennes de 15°C, entre les derniers jours de Mars et le 15 Avril, mais le nombre journalier de papillon éclos est très faibles, il augmente ensuite rapidement pour atteindre son maximum entre le 20 Avril et le 15 Mai, puis l'importance journalière de vol décroît rapidement et cesse complètement entre le 1^{er} et le 10 Juin. Tandis que, les pontes ne peuvent avoir lieu qu'à une température supérieure ou au moins égale à 17 °C (**Doumandji, 1981**), alors que les œufs éclosent 3 à 4 jours après la ponte et les chenilles de cette génération se développent plus rapidement que les précédentes, en liaison avec l'élévation de la température (**Le Berre, 1978**). Ainsi, le rythme des éclosions se précipite à partir de 20 °C, et atteint son apogée entre 23 et 26 °C de température moyenne (**Wertheimer, 1958**).

La deuxième génération apparaît à partir du mois de Juin, et s'étale jusqu'au mois d'Août. Les adultes de cette génération sont issues des larves de la génération précédente. Le nombre de capture est très réduit au début mais le développement larvaire est très rapide grâce aux températures favorables enregistrées dans la palmeraie au mois de juin (29,15°C) qui accélère l'émergence des adultes qui vont atteindre leur maximum pendant le mois de Juillet. Nos résultats confirment les travaux de **Doumandji (1981)**, qui signale que le niveau thermique optimal pour le développement des chenilles est de 30°C. Aussi, **Le Berre (1978)**, précise que le déroulement de la deuxième génération est assez semblable à la génération précédente mais le vol est moins important, cependant, la croissance des chenilles est rapide et les premiers adultes de la deuxième génération apparaissent vers la fin de la première quinzaine de Juin (**Wertheimer, 1958**).

Le vol des papillons de l'*Ectomyelois ceratoniae* diminue ensuite vers la mi-août, due probablement à l'élévation des températures et la faible humidité relative durant les mois de Juillet et Août avec respectivement une moyenne maximale de 36,70 °C et 35,37 °C. **Doumandji (1981)** montre aussi que la température optimum pour les sorties imaginales est de 24 °C ou au-dessus. A 20 ou 30 % d'humidité de l'air, par un temps de sirocco, vent chaud et sec, les apparitions de papillon sont rares. **Le Berre (1975)**, confirme aussi que les expériences de laboratoire semblent montrer que la pyrale des dattes ne survit pas à des températures supérieures à 35° C en atmosphère sèche (**Le Berre, 1975**).

Le vol de la troisième génération commence vers la fin Août pour s'accroître durant le mois de Septembre où la température moyenne ambiante avoisine les 24,85°C et qui coïncide avec la maturité des premiers fruits de datte. **Wertheimer (1958)** montre que les papillons nés en Août pondent leurs œufs directement dans les régimes, et à partir de la fin de ce mois, les rigueurs thermiques de l'été saharien se relâchent et la rapidité de croissance des chenilles diminue. Le même auteur a souligné aussi que les chenilles rentrent en chrysalides à partir de la fin d'Août et le début de vol de troisième génération commence dans les derniers jours du mois.

A la pleine maturité des dattes (Octobre) la population de pyrale atteint son maximum à des températures moyennes de 20,23°C pour diminuer ensuite avec l'abaissement des températures moyennes dans le mois de Novembre (14,11°C). Les travaux de **Cox (1976)** cité par **Doumandji (1981)** montre que la durée moyenne de développement est de 48 jours à 20°C, diminue à 30 jours à 25 °C, et de 23 jours à 30 °C. Les adultes de la troisième génération sont les principaux responsables de la contamination de la récolte pendante, car son vol coïncide avec la maturation de la plupart des variétés des dattes qui ne sont pas encore cueillies (**Le Berre, 1978**).

A partir du mois de Décembre jusqu'au mois de Février les larves ralentissent leurs développement suite aux températures basses durant cette période **Doumandji (1981)**, a souligné que les chenilles restent actifs durant l'hiver, mais leurs développement est très ralenti. Selon le même auteur, la ponte doit débiter avec une température ou mois de 17,5 °C, l'accouplement à plus de 19°C, les éclosions à partir de 15 °C et les sorties imaginales sont de 24 °C, alors que la température enregistré dans notre station expérimentale est de 11, 25 °C au mois de Décembre, 10, 59°C à Janvier et de 12, 59°C pendant le mois de Février.

Wertheimer (1958) a indiqué que le plus grand nombre des chenilles issues du troisième vol surprises par le rafraîchissement automnal ralentissent leurs activités biologiques

et restent dans les fruits sans tentés de sortir, il n'est y a désormais d'autres vols jusqu'au printemps suivant. Le même auteur considère que les larves adultes de la troisième génération constituent la forme d'attente jusqu'au retour de la chaleur printanière (début de la première génération). Il mentionne aussi que quelques individus seulement terminent cependant leur transformation en papillon dans le hangar de producteur et ont la possibilité de retourner en palmeraie.

D'après nos observations à la palmeraie, on constate que le niveau d'infestation des dattes de la variété Ghars est presque nul durant tous les stades phénologiques. Par contre chez les deux autres variétés (Deglet Nour et Mech Degla), le taux d'infestation à la maturité complète des dattes est plus important que ceux des autres stades, il a atteint son maximum dans une durée d'un mois avec une augmentation progressive. En effet, **Doumandji-mitiche (1985)**, signale que la femelle *Ectomyelois ceratoniae* ne commence à pondre que sur les dattes mures.

La variation du niveau d'infestation entre les différents stades phénologiques de la datte peut être expliquée par les changements de constitutions biochimiques de la datte au cours de son développement, avec une augmentation du sucre et diminution de l'acidité. De même, **Saggou (2001)**, a montré que l'infestation augmente avec la diminution de l'acidité des dattes, donc la pyrale des dattes préfère des fruits à pH légèrement acide.

La différence du taux d'infestation entre les trois variétés avec un niveau d'infestation élevé chez les variétés *Deglet Nour* et *Mech Degla* avec respectivement 22% et 14% par rapport à la variété *Ghars* (1%), cette variation est peut être due à la qualité nutritive de la plante hôte. Ces résultats sont confirmés par les travaux de **Saggou (2001)**, qui précise que le niveau d'infestation par la pyrale des dattes est lié à la teneur en saccharose.

Belguedj (2002), a indiqué que la variété *Deglet Nour* contient 22,81% de sucre réducteur et 46,11% de saccharose par rapport aux sucres totaux, la variété *Mech Degla* contient 20% de sucre réducteur et 51,40% de saccharose, contrairement à la variété *Ghars* qui contient 80,68% de sucres réducteurs et 4,37% de saccharose, ce qui nous laisse pensé que *Ectomyelois ceratoniae* a une préférence au saccharose par rapport aux sucres réducteurs.

Donc, les variétés *Deglet Nour* et *Mech Degla* sont plus infestées par la pyrale de dattes. Toutefois, la variété *Deglet Nour* montre un niveau d'infestation légèrement plus élevé que *Mech Degla*.

Cette variabilité du taux d'infestation est aussi enregistrée au niveau des différents stades phénologiques. L'infestation commence généralement au début de stade *Mratba* pour les variétés *Deglet Nour* et *Mech Degla* à l'exception de la variété *Ghars*.

Ces peut être due à La préférence alimentaire de l'*E .ceratoniae* dont il préfère le saccharose qui se trouve en quantité importante dans la variété *Deglet Nour* et *Mech Degla*; on a pu aussi remarquer que la consistance du fruit a permis une infestation plus importante des dattes de *Deglet Nour* par rapport à *Mech Degla*.

4.2. Etude du comportement alimentaire de la pyrale des dattes vis à vis des trois variétés étudiées

4.2.1. Analyse biochimiques des dattes

La datte subit plusieurs changements internes et externes au cours de ses différents stades de croissance et de maturation. La valeur et la qualité nutritive des dattes sont influencés par divers changements chimiques qui ont lieu au cours de ce processus de maturation (**Al-Hooti et al., 1997**).

En général, la maturation est un processus régulé génétiquement, dans lequel les deux changements moléculaires et biochimiques conduit à la modification physique de fruits, y compris les changements de couleur, le ramollissement et la maturation d'une arôme et une saveur caractéristique (**Seymour et al., 1993**).

Aucune différence qualitative n'a pu être mis en évidence entre les extraits réalisés à l'hexane et au dichlorométhane et ce, quelle que soit la variété de datte étudiée (voir figures comparatives). Cependant, le pourcentage des différents composés présents dans les extraits est variable selon la variété de datte étudiée.

Les différents composés identifiés font partis de différentes classes chimiques: hydrocarbures (saturés ou insaturés), aldéhydes, acides (saturés ou non), esters et terpènes. Deux pics (pics A et B) n'ont pu être identifié; il s'agirait de deux hydrocarbures insaturés. Les composés les plus lourds que nous avons extraits font partis des phytohormones (pics 63 à 67).

Un certain nombre de composés extraits (pics 7, 11,12,14, 22, 30, 32,34, 35, 38) ont déjà été mis en évidence dans des extraits d'huile de noyau et de chair de différentes variétés de *Phoenix dactylifera* (**Fayadh et Al-Showiman, 1990**). D'autres, ont été identifiés dans la fraction volatile émise par les fruits au cours de leur maturation (pics 4, 6, 9, 12, 15, 16, 21, 22, 29, 31, 32,3 4, 35, 38, 46) (**El Arem et al., 2011**).

L'un des critères les plus importants de la qualité des fruits est la saveur. La formation de composés de saveur et d'arôme dans les fruits est un processus dynamique, parce que les substances volatiles sont continuellement synthétisés et développés pendant la croissance et la maturation des fruits, de sorte que la composition volatile change à la fois qualitativement et quantitativement. Dans les études sur les composés volatiles des dattes au stade mature, environ

100 composés ont été identifiés, notamment les alcools, aldéhydes, esters, cétones, lactones et les terpènes (**Jaddou et al, 1984; Reynes et al, 1996; Torres et al, 1996**). Jusqu'à présent seulement **Reynes et al. (1996)** ont étudié les compositions aromatiques volatils de trois fruits matures de dattes tunisiennes (*Alig, Deglet Nour et Kentichi*) mais aucune recherche a été effectuée sur l'évolution des composés volatiles de datte pendant la maturation.

La composition chimique de plusieurs variétés de datte qui sont influencée par l'étape de maturation a été étudiée par **Ismail et al. (2006)** Ils ont déterminé la composition chimique, le sucre, le glucose, le fructose et certains minéraux. Ils ont montré que le glucose et le fructose contenu augmentent rapidement avec la maturation, alors que les sucres totaux peuvent représenter plus de 50% du poids frais au stade Tamar, ces fruits peuvent contenir du potassium comme source minérale majeure. Les caractéristiques de qualité et de stabilité à l'oxydation d'huile de graines de datte a également été étudiée en détail et de l'acide oléique est connu pour être présent en tant que composante majeure de l'huile (**Besbes et al., 2004**). Ces caractéristiques de composition prouvent l'importance des fruits de la datte comme un supplément nutritionnel, en plus de jouer un appel sensorielle esthétique.

Le fruit de datte subit plusieurs changements internes et externes au cours de ses différents stades de croissance et de maturation. La qualité et la valeur nutritive des dates sont influencés par divers changements chimiques qui ont lieu au cours de ce processus de maturation (**Al-Hooti et al., 1997**). En général, la maturation est un processus régulé génétiquement, dans lequel les changements moléculaires et biochimiques conduit à la modification physique du fruit, y compris des changements de couleurs, de ramollissement et la maturation d'un arôme et une saveur caractéristique (**Seymour et al., 1993**). La synthèse de composés aromatiques volatils est associée à la maturation du fruit et, par conséquent, il dépend de son stade de maturation à la récolte (**Mattheis et al., 1995**). L'arôme du fruit est le résultat d'un assortiment spécial et un mélange de différents métabolites. Les différentes proportions des composants volatils et la présence ou l'absence de composants de trace déterminent les propriétés aromatiques globales du fruit (**Ayala-Zavalla et al., 2004**).

Seules quelques études sur les composés volatils de dattes ont déjà été entreprises, en utilisant différentes méthodes analytiques, **Jaddou et al., (1984)** par distillation à basse température et sous pression réduite ont obtenus et identifiés trente-huit composés aromatiques volatils à partir du cultivar iranien *Zahdi*. Utilisation de l'espace libre et la méthode d'extraction au pentane, **Reynes et al. (1996)** ont pu identifier trente-six composés aromatiques à partir de trois cultivars de dattes tunisiennes (*Alig, Deglet Nour et Kentichi*). Avec la même méthode,

Torres et al. (1996) ont identifié vingt-cinq composés. En outre, **Harrak et al. (2005)** avec extraction par espace de tête dynamique et micro-ondes désorption, quarante-sept composants volatils dans huit cultivars de dattes marocaines. A la suite de ces études, plus d'une centaine de composés ont été identifiés en tant que constituants de l'arôme de dattes douces. Parmi eux, les alcools, les aldéhydes, les cétones, les hydrocarbures, les acides gras libres, esters, hydrocarbures terpéniques et de phénols sont les plus importants (**El Arem et al., 2012**).

Les travaux de **Narain (2007)** montrent que les extraits volatils obtenus à partir de la pulpe charnue des dattes, un nombre total de 78 composants ont été séparés, dont 35 composés ont été positivement identifiés et 8 provisoirement identifiés. Les autres composants ne peuvent pas être identifiés. Parmi les composants identifiés, 14 esters représentant une superficie d'environ 23%, 10 alcools (surface moyenne de 17%), 4 lactones (surface moyenne 8%), 8 aldéhydes, (15%) et 3 cétones (superficie moyenne de 3,5%). Les principaux composés volatiles identifiées positivement étaient l'acétate d'éthyle (9%), l'acétaldéhyde (6,5%), l'acétate d'isopropyle (6%), δ -valérolactone (6%), octanal (3,7%), l'alcool furfurylique (3,7 %), le furfural 5-méthyl (2,4%), tandis que le linalol (3,9%) et γ -undecalactone (1,5%) ont été provisoirement identifiés.

Le rôle des phagostimulants dans le comportement alimentaire des insectes phytophages est l'objet d'une étude intensive. Divers groupes de composés tels que des sucres, des acides aminés, des vitamines, etc., se sont avérés provoquer une réponse d'alimentation chez les insectes. Parmi les carbohydrates, un large éventail d'insectes a montré une réponse intensive pour le saccharose (voir, par exemple, les travaux de **Lipke & Fraenkel, 1956; House, 1965; Davis, 1968; Schoonhoven, 1968**. Autres sucres, par exemple, le fructose, le glucose, le maltose et le raffinose étaient aussi efficaces comme stimulants alimentaires (**Davis, 1968**). Parmi les alcools polyvalents l'inositol expose la stimulation de l'alimentation pour certaines espèces d'insectes (**Ito, 1960; Yamamoto & Fraenkel, 1960**).

Dans la plupart des insectes étudiés, le saccharose, le raffinose, le maltose, le fructose et le glucose ont été trouvés très actif, bien que leur ordre relatif exact en ce qui concerne la phagostimulation diffère d'une espèce à autre (**Ito, 1960**).

Le Saccharose a été jugé le sucre le plus acceptable dans un grand nombre d'insectes, bien que plusieurs exceptions sont connus. Un exemple est le tribolium brun, *Tribolium consom*, pour lequel le maltose a un taux de phagostimulation plus élevé que le saccharose à 0-1 M (**Loschiavo, 1965**). Le n-fructose a été jugée très attrayant pour de nombreux autres insectes. Ainsi, les adultes du moustique de la fièvre jaune, *Aedes aegypti* (**Galun et Fraenkel,**

1957), la mouche des fruits, *Drosophila melanogaster* (Hasset, 1948), la coccinelle mexicaine des haricots, *Epilachna varivestis* (Augustin et al., 1964) et les larves de la tordeuse des bourgeons de l'épinette, *Choristoneura fumiferana* (Heron, 1965) qui ont répondu positivement au fructose à un degré similaire ou même plus que le saccharose. Une activité relativement faible de fructose a été trouvée dans les deux variétés de la fourmi de feu importée, *Solenopsis saevissima saevissima* et *Solenopsis saevissima richteri* (Ricks et Vinson, 1970).

4.2.2. Indices nutritionnels

Des recherches réalisées par Daryaei et al. (2008) ont montré que les larves de la spongieuse préfèrent certains clones de peupliers aux autres, et que les caractéristiques physico-chimiques de différentes feuilles ont un effet considérable, non seulement sur le choix de l'hôte par le parasite, mais aussi sur les indices nutritionnels.

D'autres travaux de recherches (Coyle et al., 2006) ont montré une corrélation entre la résistance et les caractéristiques de croissance sur différentes plantes hôtes. Les plantes qui ne permettent pas un bon développement des chenilles ont une meilleure résistance contre le défoliateur des feuilles.

Selon les théories courantes d'interactions plante-herbivore (Feeny, 1976), la défense chimique se divise en deux groupes majeurs: la défense qualitative (les toxines) et la défense quantitative (les tannins et la résine) s'exprime par la réduction de l'efficacité digestive de l'herbivore (Berenbaum, 1995). Comme pour la faible DA des chenilles observée sur le chêne kermès.

Les hypothèses de disponibilité des ressources (Bryant et al., 1983; Coley et al., 1985) tiennent principalement en compte les coûts matériels de production alors que les théories basées sur la pression de sélection des ravageurs phytophages (Feeny, 1976 ; Rhoades et Cates, 1976 ; Rhoades, 1979 ; McKey et al., 1978) se focalisent sur le bénéfice accru pour l'organisme producteur du métabolite secondaire. Le bénéfice engendré par une substance secondaire, en termes de valeur adaptative accrue (fitness) en présence de ravageurs phytophages, est à mettre en relation avec les coûts en termes de diminution de fitness dû à la production, le transport, le stockage et l'utilisation des métabolites secondaires. Il est cependant difficile de quantifier ces coûts. La production des tannins par la plante vise également à réduire la valeur nutritionnelle de la plante; ce qui diminue le comportement de nutrition de nombreuses espèces d'insectes (Feeny, 1976).

Osier et al, (2000) ont montrés que les paramètres de performance des herbivores sont positivement corrélés à la concentration foliaire en azote. **Etebari et al. (2007)** ont démontré que le niveau d'azote dans l'alimentation d'un insecte a un effet direct sur les indices nutritionnels. Une analyse des minéraux et des tannins des plantes hôtes semble être nécessaire pour confirmer leur interaction avec les indices nutritionnels (**Robert et al, 1989**).

Nos résultats montre que les larves nourries par les dattes *Deglet Nour* et *Mech Degla*, présentent des taux relatif d'ingestion (TRI) plus importants que celles nourries sur les dattes Ghars, cela est essentiellement due à la quantité de nourriture consommée et à la durée du cycle de développement qui parait plus long chez les larves alimentées par les dattes *Ghars*. Ainsi, le taux d'ingestion décroît quand la durée du cycle de développement augmente (**Gremare et Amouroux, 1988**). Aussi, **Guidi (1986)**, a signalé que la décroissance des taux d'ingestion avec la durée des expériences peut être causée soit par une nutrition intermittente, soit par un épuisement de la source de nourriture.

Le poids des fèces des larves nourries sur les variétés *Ghars* et *Mech Degla* est moins important que celui de la variété *Deglet Nour*. Cette différence est peut être due au taux de digestibilité approximative (DA) élevé chez les variétés *Ghars* et *Mech Degla* par rapport à la variété *Deglet Nour*.

La faible efficacité de conversion de la nourriture ingérée (ECI) et digérée (ECD) chez les larves nourries des variétés *Deglet Nour* et *Mech Degla* par rapport à celles élevées sur la variété Ghars, peuvent être expliquée par la teneur faible en eau des dattes. D'après **Scriber (1977)**, les larves de *Hyalophora cecropia* L. (Lepidoptera : Saturnidae), nourries de feuillage de *Prunus serotina* Ehrh à faible teneur en eau (49, 12%) ont des taux de conversion en biomasse larvaire plus bas que celles nourries de feuillage à forte teneur en eau (69, 97%). Donc, l'eau peut limiter la croissance et le développement des insectes (**Scriber 1977; Mattson et Scriber 1987**).

Aussi, la qualité nutritionnelle des dattes peuvent influencé le taux de ces deux indices ECI et ECD par la quantité d'énergie consommée pour assurer les fonctions physiologiques et l'activité générale de l'insecte (**Milat Bissaad et al ., 2011**) . Ce qui peut expliquer le taux élevé des sucres réducteurs présent dans les dattes de la variété *Ghars* (34,80 %) par rapport à la variété *Deglet Nour* (17,60 %) et *Mech Degla* (17,06) (**Arif, 2011**), qui sont parmi les composés nutritifs qui jouent un rôle primordial dans la croissance et le développement des insectes phytophages, et leur principale source d'énergie (**Brewer et al ., 1985**).

Il faut savoir aussi que la présence des tannins dans les aliments rendent inaccessible une bonne partie de l'azote nécessaire pour la croissance des insectes ce qui force ces derniers à augmenter leur digestibilité (DA) et allongent leur durée de développement par la forte concentration de tannins (**Kumbaşli, 2005**). Le même auteur précise que la diminution d'efficacité de conversion est probablement liée à un manque d'énergie de l'insecte dont une quantité importante de celle-ci est consacrée à la réparation des cellules épithéliales endommagées par les tannins. Ainsi, **Berenbaum (1995)**, suggère que si les tannins forment des complexes avec les protéines et diminuent leur digestibilité, les indices nutritionnels comme la digestibilité approximative (DA), l'efficacité de la conversion en biomasse de la nourriture digérée (ECD), l'efficacité de la conversion de la nourriture ingérée (ECI) et le taux relatif de croissance (TRC) seront plus bas chez les insectes nourries par une alimentation contenant les tannins. Les performances biologiques et les indices gravimétriques nutritionnels des larves d'*Ectomyelois ceratoniae* sont probablement influencés par la présence des tanins dans les dattes.

D'après nos résultats, on remarque que la qualité nutritive des trois variétés n'exerce aucun effet sur le nombre des œufs pondus par les femelles d'*E. ceratoniae*. Ces résultats sont les même que celle trouvée par **Khechana et Sassoui (2009)**. Ce nombre d'œuf pondu peut être expliqué par la taille de la femelle qui paraît avoir une corrélation avec le taux de fécondité (**Le Berre, 1975**). Par contre, **Doumandji (1981)**, a mentionné que la valeur nutritive de l'aliment au cours des différents stades larvaires influe sur le nombre d'œufs pondus par femelle. De même, **Djazouli et al, (2009)**, ont montrés que les substances extraites à partir des dattes ont permis d'avoir une certaine corrélation entre la fécondité des femelles d'*Ectomyelois ceratoniae*, et les stades phénologiques, En général, la fécondité totale moyenne des femelles augmente avec la dose des extraits actifs stimulateurs de ponte.

On pense que seule la température et l'humidité relative qui peuvent avoir un effet sur la fertilité des femelles. Ces résultats confirment les travaux de **Doumandji (1981)**, qui a enregistré une variation dans le nombre d'œufs pondus par femelle en fonction des conditions de la température et de l'humidité de l'air. Le même auteur précise que la moyenne des œufs pondus par individu est de 116 œufs à $30\pm 1^\circ\text{C}$ et une humidité relative de $70\pm 10\%$. **Mehaoua et al (2016)**, ont trouvé que les femelles de la pyrale émettent entre 41 et 239 œufs dans les conditions contrôlées.

Le faible taux d'éclosion enregistré au laboratoire est probablement en rapport avec la fertilité des œufs, aux conditions d'élevage et ne semble pas être influencé par la qualité

nutritive des différentes variétés de dattes. Mais il est peut être due à la durée d'accouplement qui est apparemment en relation avec la fertilité des œufs. En effet, les observations de laboratoire permettent à **Warthiemere (1958)**, de penser que la proportion d'œufs féconds est relativement faible chez l'*Ectomyelois ceratoniae*.

D'après nos résultats, nous pouvons constater que le sex-ratio observé chez les variétés *Deglet Nour* et *Ghars* est plus élevé par rapport à la variétés *Mech Degla*, ce qui peut expliquer la forte infestation des dattes de la variété *Deglet Nour* par rapport aux autres variétés (**Idder et al., 2009**). Cette différence enregistrée entre les trois variétés peut être dus à la composition biochimique des dattes.

Nous constatons aussi que, le nombre de femelles est plus moins élevé par rapport à celui des mâles chez les variétés *Deglet Nour* et *Ghars*, alors que chez la variété *Mech Degla* le nombre des mâles est légèrement plus élevé par rapport au femelle. **Naidji et Kebici (2009)**, ont enregistré sur milieu artificiel, un pourcentage des males (55,79%) plus élevé que celle des femelles (44,21%). Par contre, **Le Berre (1975)**, a montré la présence d'un léger déséquilibre entre les deux sexes, 48,2% de mâles contre 51, 8% de femelles en faveur des femelles.

4.2.3. Etude de l'effet des odeurs des extraits des trois variétés de dattes sur l'attractivité des larves

Tous les insectes phytophages ont plus ou moins tendance à se spécialiser sur certaines espèces végétales, appelées plantes hôtes, auxquelles ils sont adaptés pour survivre et se reproduire (**Simmonds, 2000**). Les insectes sont caractérisés par leur abondance, leur diversité, leur étendue géographique et exceptionnel par la richesse de leur répertoire comportemental (**Kaiser, 1999**). Si on observe le comportement des insectes dans les conditions naturelles, on constate qu'ils obéissent à des impressions sensorielles très variées qui exigent des organes des sens richement développés (**Habbachi, 2009**).

Les molécules extraites de la variété *Deglet Nour* sont attractives, chez *E. ceratoniae*, sont essentiellement de nature apolaires puisqu'ils sont extraient avec de l'hexane. Le comportement alimentaire des larves débutent par un comportement de détection de l'odeur, après la détection, l'individu se dirige vers la source odorante. Les individus âgés (L4, L5) de la pyrale des dattes testés sont plus attirés que les individus jeunes (L2, L3). Cela est dû au développement des organes sensoriels au cours de la croissance larvaires. Il existe cependant très peu d'information sur les mécanismes comportementaux associés à la quête de nutriments

à différents stades larvaires (**Etilé, 2008**), pour cela **Boulard (1988)** a indiqué que les besoins nutritionnels d'un insecte changent au long de leur développement.

Les résultats d'attractivité des stades larvaires par l'odeur des trois variétés de datte a permis de bien montrer les préférences alimentaires de la pyrale des dattes sur le plan olfactif. D'après nos résultats de l'attractivité des différents stades larvaires d'*Ectomyelois ceratoniae* par les différents extraits des dattes, on remarque que les individus testés sont significativement attirés par l'odeur de la variété *Deglet Nour* de 68% à 96% en olfactomètre et enceinte close, ce choix est due à la présence de molécules odorantes qui attirent la pyrale, ces résultats sont en accord avec les résultats obtenue par **Hadjeb (2011)**, qui a prouvé une attractivité des larves d'*E. ceratoniae* par les dattes et les extraits des dattes de la variété *Deglet Nour* au pentane en enceinte close et Olfactomètre.

Arif (2011), a révélé que les dattes de Deglet-Nour sont les plus attractives, quelques soit les combinaisons d'odeurs (Air pur, *Degla Beida* et *Ghars*. Autrement dit, *Deglet Nour* a attiré environ 50 % des femelles testées (175 individus), contre 36 % pour *Ghars* et 14% pour *Degla Beida*. Parmi les femelles attirées, 59% ont atteint la source d'odeur, alors 41% ont atterri entre 10 à 50 cm de la source d'odeur. Le pourcentage de femelles qui a atteint la source d'odeur est plus élevé lorsque les dattes de *Deglet Nour* sont soumises aux tests.

D'autres travaux, ont montré que les chenilles des deux premiers stades larvaires de *Lymantria dispar* sont plus attirées par les extraits pentaniques de chêne-liège et d'aubépine alors que les larves les plus âgées répondent plus aux extraits de *Quercus suber* et *Q. faginea* (**Ouakid et al., 2005**).

Plusieurs expériences menées en Olfactomètre ont montré que les femelles *Trybliographa rapae* étaient attirées par les odeurs émises par les racines infestées. Ainsi, les femelles préfèrent les odeurs de racines de Brassicacées infestées par *Delia radicum* ou naturellement putréfiées, aux odeurs de plantes saines (**Vet, 1985**). Cependant, elles sont capables de distinguer les odeurs de racines infestées, des odeurs de racine naturellement putréfiées (**Jones, 1986**). Des expériences plus récentes ont montré que les odeurs des larves de *D. radicum* ou de leurs fèces, ainsi que les odeurs de racines de navets saines n'étaient pas attractives pour les femelles *T. rapae*, alors que les odeurs de racines de navets infestées par *D. radicum* étaient en revanche très attractives (**Neveu, 1998**).

La sélection des plantes par les insectes consiste en une séquence comportementale en réponse à un ou plusieurs stimuli associés à la plante (**Bénédet, 1999**). Les composés

allélochimiques (attractifs ou répulsifs) contenus dans les végétaux jouent un rôle majeur dans l'acceptation de la plante par l'insecte. **Witzgall et al. (2008)**, ont désigné que les signaux odorants et les signaux visuels sont importants pour la survie des espèces. Ces signaux odorants sont les signaux chimiques qui guident les insectes vers leurs nourritures qu'ils préfèrent et sur laquelle se base un insecte phytophage dans le choix d'un site de ponte (**Stadler, 2002 et Banaigs, 2004**). Ce sont également des molécules en suspension dans l'air ambiant (molécules volatiles à propriétés odorantes) qui permettent à l'insecte de détecter le partenaire sexuel, de localiser ses prédateurs ou encore d'identifier ses congénères (**Masson et Brossut, 1981**). En effet l'odorat reste la modalité sensorielle la plus fréquente (**Schröder et Hilker, 2008**).

L'identification globale du « message odeur » par l'insecte implique une succession d'événements qui se situent en trois niveaux complémentaires, le niveau moléculaire où s'établit l'interaction spécifique entre le stimulus et le système récepteur, le niveau cellulaire où s'effectue le codage olfactif, le niveau central où se fait la reconnaissance globale du message qui finalement débouchera sur l'acte comportemental (**Anbi et Boubeguir, 1999, in Habbachi, 2009**).

Cette succession d'événements implique une étape primordiale qui est celle de la détection différentielle d'informations chimiques variées en provenance du milieu environnant (**Masson et Brossut, 1981**).

4.3. Etude de la toxicité des trois bio-pesticides sur la mortalité des larves de la pyrale dattes

Les activités biologiques déclarées des extraits de neem, *Azadirachta indica* (A. Juss.), ou de son composant le plus actif, le azadirachtin limonoïde (AZA), inclure l'alimentation et la dissuasion de ponte, la répulsion, la perturbation de la croissance, de remise en forme réduite, et la stérilité (**Schmutterer, 1985; Rembold, 1989; Koul et al, 1990**). Parmi ces activités biologiques, la perturbation de développement (de l'échec de la mue) est considéré comme l'effet économiquement la plus importante (**Saxena, 1989; Wood, 1990**). Une des premières études de l'effet régulateur de croissance des insectes (IGR) de l'Azadirachtine démontré que le traitement oral et topique combiné affecté le développement de la teigne des crucifères, *Plutella xylostella* (L.), le papillon blanc du chou, *Pieris brassicae* (L.), la noctuelle du tabac, *Heliothis virescens* (F.), et le dysdercus du coton, *Dysdercus Fasciatus* Signoret (**Ruscoe, 1972**). Bien que la sensibilité varie selon les espèces, l'activité de l'IGR AZA a été enregistrée pour les insectes de plusieurs ordres (**Schmutterer, 1990**).

D'après les observations enregistrés on remarque que les taux de mortalité son proportionnel aux différentes doses utilisées, quel que soit la durée d'exposition des larves au Spinosad (**Hadjeb et al., 2014**).

L'utilisation du Spinosad à des concentrations élevées contre la punaise velue (espèce), a permis d'atteindre 80% de mortalité, alors que les faibles concentrations, la mortalité été entre 60-65%, mais ce tardivement (7 jours après le traitement).

Nos résultats confirment l'essai de lutte biologique réalisée en Tunisie pendant l'année 2000 sur le palmier dattier et montrent que le Spinosad est très efficace contre la pyrale des dattes même à une faible dose (**Khoualdia et al., 2002**).

Nos résultats montrent que la CL50, diminue avec le temps d'exposition au Spinosad. Donc l'effet topique du Spinosad exige des fortes doses pour atteindre un taux de mortalité élevé avec un temps léthal très court. Pour contre l'effet du Spinosad par ingestion exige un temps léthal plus long même avec des faible doses il peut causer la mortalité totale des larves. **Arla (2003)**, précisent que le Spinosad est 5 à10 fois plus effectif par ingestion que par contact (**Hadjeb et al., 2016**).

Après l'application du Spinosad, l'espèce montrent des contractions musculaires involontaires et des signes de paralysie ceci est expliqué par l'action neurotoxique de ces composés observée par (**Salgado 1998 et Salgado et al., 2005**).

Le Spinosad a aussi été démontré actif chez différentes espèces, dont les parasites des Hyménoptères (**Penagos et al., 2005**). Le Spinosad est également efficace contre *Aedes albopictus* (Skuse) avec une CL50 de 0,3 ppm (**Bond et al., 2004**). un autre étude a démontré que le Spinosad est hautement toxique contre *Helicoverpa armigera* (Hübner) avec une CL50 de 0,41 ppm (**Wang et al., 2009**). D'autre résultats en démontré que le spinosad a des doses sublétaux affecte le cerveau du *Oreochromis Niloticus* (**Piner et al., 2012**). D'après **Williams et al. (2003)**, le Spinosad est efficace sur les jeunes larves des lépidoptères.

Pour le deuxième produit utilisé qui est l'Azadirachtine et d'après les observations enregistrés, on remarque que les taux de mortalité son proportionnel aux différentes doses utilisées, quel que soit la durée d'exposition des larves à l'azadirachtine. Donc, nos résultats confirme les travaux de **Rharrabe et al., (2008)**, qui précise que le traitement des larves de *Plodia interpunctella* Hübner par l'Azadirachtine, montre une corrélation positive entre les doses et le taux de mortalité observé (7% à 2ppm et 10% à 4ppm) pour un temps léthal de 96h.

La mortalité corrigée des larves L1 traitées par les cinq doses (24mg/l, 48mg/l, 96mg/l, 192mg/l, 384mg/l) observé en 24heures est peut-être dû au contacte l'Azadirachtine avec les

larves. D'après (**Mordue et Blackwell, 1993**), l'Azadirachtine agit seulement par contact, l'effet par ingestion est un phénomène qui ne cause pas forcément la mortalité des insectes. Le même auteur précise que ce bio-pesticide inhibe le développement et la croissance des larves ce qui engendre leur mortalités.

D'après le travail de **Lagha (2012)**, la mortalité des larves était corrélée positivement avec les concentrations utilisées et le temps d'exposition à l'Azadirachtine, Pour une durée d'exposition de 24h des larves L1, la mortalité moyenne enregistrée est de 21,67% avec la dose la plus faible de 24 ppm, par contre chez la plus forte concentration de 384 ppm, la mortalité obtenu est de 50%, cette mortalité a augmenté après cinq jours (120 h), pour atteindre 35,07% chez les larves traitées avec la dose 24 ppm, mais la mortalité a atteint son maximum avec 68,73 % pour la même durée d'exposition avec la forte concentration de 384 ppm.

Nos résultats dévoilent que dans un temps léthal long (48h, 72h, 96h et 120h), la mortalité observée chez les larves L1 de la pyrale des dattes a dépassé 50% par rapport à une durée d'exposition courte (24h) où le taux de mortalité corrigée n'a pas atteint les 50%. Cela est probablement le résultat de l'effet combiné du produit, par contact et par ingestion. L'Azadirachtine est très efficace contre les larves (**Macdonald, 1986**).

Le *Bacillus thuringiensis var. kurstaki* est une bactérie qui agit sur les larves d'*Ectomyelois ceratoniae* Zeller par ingestion avant leur pénétration à l'intérieur les dattes (**Dhouibi, 1989**). En 1911, Berliner avait déjà noté la spécificité de *Bt k* et suggère son utilisation dans la lutte contre les ravageurs de cultures. C'est en Europe, en particulier en France, que furent réalisées les premières tentatives d'utilisation, pour contrôler la pyrale du maïs (*Osfrina nubilalis*) ou la piéride du Thou (*Pieris brassicae*), avant même que ne soit connue la nature de l'agent pathogène (**Lecadet et dedonder 1967**).

Les résultats de notre travail motionne la toxicité des quatre concentrations appliquées de *Bacillus thuringiensis var. kurstaki* sur les jeunes stades d'*Ectomyelois ceratoniae* Zeller.

Notre essai biologique prouve que la moyenne de la mortalité des larves après 168h de l'exposition avec la *Bacillus var .kurstaki* été sensiblement plus haut que les larves mortes après 24 heures. Cela reflète une toxicité retardée du produit examiné qui est besoin d'une longue période d'exposition des larves du ce des lépidoptères. En outre la moyenne de la mortalité des larves est proportionnelle avec la durée d'exposition des larves au *Bt k* et avec la concentration de produit.

Nos résultats sont proches de celle obtenus avec les travaux de **Shoushtari et al (2011)**, ont prouvé que le pourcentage de la mortalité était sensiblement différent dans toutes les

concentrations. Alors la mortalité larvaire par différentes doses utilisées est franchement corrélée avec la durée de l'exposition de la pyrale des dattes au produit.

Nos résultats ont également indiqué que l'effet du *Bacillus thuringiensis* var .kurstaki augmente plus que la durée de l'exposition des larves à l'augmentation de bio-pesticide.

D'après **Chaufaux (1994)**, la mort de l'insecte intervient en 24h à 48 heures après l'ingestion des cristaux de *Bacillus thuringiensis*. Elle produit une toxine qui, lorsque ingérée par la chenille, détruit son système digestif et la chenille cesse ainsi de se nourrir et mort dans les jours suivants du traitement (**Lambert, 2010**).

Le travail de **Gry (1971)**, constaté également que les proportions de criquets (*lacusta migratoria migratorioides*) tués par la toxine de *Bt k* dans les différents lots traités sont d'autant plus élevées que les doses qui leur sont appliquées sont plus fortes. Lorsque l'on représente par des points le taux de mortalité en fonction des doses de toxine, A tout criquet correspond une dose de toxine, la "dose seuil", à partir de laquelle la toxine entraîne la mort du criquet.

Les doses mortelles calculées pour la mortalité de 50% (CL50) dans le temps différent mortel, prouvent que la *Btk* est moins toxique aux larves des *d'Ectomyelois ceratoniae* Zeller pendant peu de durée d'exposition (24 heures), mais ce devient de plus en plus toxique que l'exposition aux larves de biopesticide est prolongée. Les résultats de **Catarino et al, (2015)** ont prouvés que ce composé a mené à une dose-temps-mortalité puisque la valeur CL50 diminue en fonction du temps. D'après **Valadez-Lira et al.(2011)** et **Gama et al, (2013)**, une relation négative peut être observée entre le temps d'exposition et la LD50 pour le *B. thuringiensis*, cela signifie que, avec un temps d'exposition plus long, la valeur CL50 diminue et le taux de mortalité des larves *Aedes aegypti* augmente. **Mehaoua et al. (2013)**. Nos résultats sont semblables à ceux obtenus par **Lereclus et Chaufaux (1986)** qui ont signalé aussi que les cristaux ingérés par une larve sensible (jeune stade), sont rapidement hydrolysés et la toxine provoque alors une paralysie du tube digestif donc les insectes meurent de toxémie ou de septicémie dans les jours qui suivent le traitement.

Donc selon **Lambert (2010)**, le *Bt* variété *kurstaki* (*Btk*) est efficace seulement sur les jeunes larves de la spongieuse ou le bombyx disparate (*Lymantria dispar* Linnaeus). Par contre **Ouakid (2006)** a prouvé que le *Bt* est efficace contre tous les stades larvaires de *Lymantria dispar* Linnaeus

Les travaux de **Shoushtari et al. (2011)**, montre que la susceptibilité relative des étapes de la vie *T. urticae* a été calculée au CL50, les larves et les protonymphs étaient plus susceptibles du *B. thuringiensis* que des deutonymphs et des adultes

Wraight et Ramos (2005), montrent que le traitement de milieu avec un taux bas combiné du *B. thuringiensis* avec le taux de *Bacillus bassiana* a causé une réduction significative plus grande des nombres larvaires qu'un taux bas du *Bacillus thuringiensis* seul et dans ce cas-ci, les traitements combinés a eu comme conséquence une 35% plus grande réduction qu'être prévu de l'action indépendante. Un résultat similaire a été obtenu quand le taux élevé de *Bacillus thuringiensis* était appliqué alors le *Bacillus bassiana* considéré comme un agent le plus actif. Les mêmes auteurs qui mentionner l'analyse a prouvé que les populations traitées avec les biopesticides combinés étaient inférieures à ceux traités avec le produit bactérien seulement, et l'interaction. Comme vu dans les 1998 et 1999 saisons, combiné taux du produit fongique et à bas taux moyens du bactérien (*Bt*) le produit a produit la plus grande réduction numérique dedans populations larvaires (**Wraight et Ramos, 2005**).

Conclusion

5. CONCLUSION

La protection des cultures a connu d'énorme progrès au cours du dernier siècle, et s'est améliorée considérablement avec la découverte et l'utilisation des pesticides organiques de synthèse. Ces derniers ont rendu d'énormes services à l'humanité dans la lutte contre les ravageurs.

L'étude de niveau d'infestation de la pyrale des dattes sur trois variétés nous a permis de conclure que l'infestation débute à la maturation des fruits aussi et les deux variétés *Deglet Nour* et *Mech Degla* sont les plus infestées par la pyrale par rapport à la variété *Ghars*. Cette différence paraît influencée par une préférence de la pyrale aux dattes *Deglet Nour* et *Mech Degla* contenant un taux de saccharose plus élevé par rapport aux dattes *Ghars*. Une différence a été également observée entre la variété *Deglet Nour* et *Mech Degla* qui peut être due à la consistance des dattes où on trouve que les dattes des variétés demi molles sont plus facile à être pénétrer par les larves L₁ par rapport aux variétés sèches et les variétés molles.

Le suivi à l'aide des pièges à phéromones nous a permis d'observer la présence de trois générations d'*Ectomyelois ceratoniae*, successives et chevauchantes, la première débute à partir du mois de Mars jusqu'à la fin Mai avec un pic de vol pendant le mois d'Avril, la deuxième commence au début du mois de Juin et se termine à la fin du mois Août et la troisième génération commence au début Septembre et s'étale jusqu'au mois de Novembre, cette dernière coïncide avec la maturité des dattes et elle est responsable de la quasi-totalité des pertes.

L'étude du potentiel biologique de la pyrale des dattes *E. ceratoniae* sur trois variétés de datte (*Deglet Nour*, *Mech Degla* et *Ghars*) afin d'examiner l'impact de la qualité nutritive sur la biométrie et la durée des différentes stades larvaires d'une part et d'étudier le comportement alimentaire de ce ravageur et sa relation avec son plante-hôte d'autre part.

L'étude de la durée des différents stades de développement de la pyrale sur les trois variétés de dattes prouve que l'*Ectomyelois ceratoniae* marque la durée des stades larvaires les plus longues sur les dattes de la variété *Ghars* avec une durée moyenne du cycle complet de 51,01 jours, elle est plus courte chez la variété *Mech Degla* avec 41,60 jours qui est très proche à la variété *Deglet Nour* avec 42,30 jours. D'autre part les mesures (poids et taille) effectuées sur les différents stades larvaires élevées dans les trois variétés de dattes montrent que chaque stade larvaire est caractérisé par sa taille et son poids qui augmentent d'un stade à un autre. En fin l'analyse de variance confirme que la variété *Deglet Nour* présente les mesures de poids et

taille les plus élevé. C'est la variété la plus performante pour un bon développement de la pyrale des dattes.

L'étude de comportement alimentaire de *E.ceratoniae* au laboratoire dans les conditions semi -contrôlés en enceinte close et olfactomètre, nous a permis de mettre en évidence que cette espèce est toujours attirée par les différentes odeurs soit alimentaire soit les extraits de datte au pentane de la variété *Deglet Nour*. La détection de l'odeur se fait par les antennes en phase de latence. Nous avons aussi décrits toutes les séquences comportementales qui conduisent l'individu à la source odorante passant par une phase de parcours et une phase d'arrivée à la source odorante. Nous avons aussi calculé la durée des différentes séquences du comportement alimentaire de ce ravageur et établi les différents temps que mettent les individus à détecter et arriver à la source odorante. L'étude de comportement alimentaire de *E.ceratoniae* à travers l'extraction des substances des dattes nous guident aux quelques donnés sur la nature du stimulus qui attire les individus de cette espèce.

Les tests effectués pour essayer de décrypter le comportement alimentaire d'*E.ceratoniae* ont permis d'abord de montrer l'existence des molécules qui guident les individus des différents stades testés vers la source odorante. On a caractérisé l'attractivité des différents stades en fonction d'odeurs. Nos tests, en enceinte close et olfactomètre (tube Y.) montrent des différences d'attraction entre les différents stades de développement de la pyrale. Nous avons pu caractériser l'attractivité des stades en fonction du temps ainsi que les aliments attractifs.

Au terme de ce travail consacré à l'étude toxicité de trois bio-pesticides : le Spinosad, le *Bacillus thirigiensis* et l'azadirachtine sur les jeunes larves de la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* Zeller nous avons déterminé les doses létales sur larves.

Pour le Spinosad, la plus faible mortalité corrigée a été observé dans un temps léthal court et chez les larves traitées par la plus faible concentration. Alors que la mortalité la plus élevé a été observé dans une durée d'exposition plus longue chez les larves traitées par la plus forte concentration.

La CL50 est corrélé positivement avec la durée d'exposition des larves au bio-pesticide, elle est faible dans un temps léthal plus long et élevé pour un temps léthal court. Donc le Spinosad est plus toxique pour les jeunes larves dans une longue durée d'exposition. La sensibilité des larves de la pyrale traitée au Spinosad varie selon la durée d'exposition.

Les résultats obtenus montrent que le *Bacillus thuringiensis* est prometteur comme larvicide contre l'*Ectomyelois ceratoniae*, il pourrait être une bonne alternative aux pesticides chimiques. La CL50 calculé est fortement corrélé avec la durée de l'exposition des larves au biopesticide, il est faible dans un temps létal plus long et élevé pour un temps létal court. Ceci montre que la *Bacillus thuringiensis* var .kurstaki possède une toxicité élevée pour les larves de la pyrale des dattes, mais cette toxicité varie selon la durée d'exposition et la concentration du biopesticide.

L'étude de la toxicité des trois biopesticides sur les différents stades larvaires de la pyrale des dattes a montré que le Spinosad est le produit le plus toxique quel que soit le stade de développement et la durée d'exposition et qu'une combinaison d'une lutte intégrée des trois biopesticides sera efficace pour la lutte contre *Ectomyelois ceratoniae* .

Mais ce travail mérite d'être poursuivi par l'étude de l'effet différé de ces produits sur le développement et la croissance de la pyrale des dattes en recherchant les doses sublétales capables de réduire le niveau d'infestation au-dessous du seuil de nuisibilité toléré par les services de protection des végétaux.

Les résultats obtenus sont très encourageante. Nous estimons intéressant d'approfondir le travail, avec tout d'abord :

- L'étude du niveau d'infestation des trois variétés sur terrain afin de compléter le travail du laboratoire, cela dans le but de mieux comprendre les relations trophiques entre la pyrale des dattes et le palmier dattier ;
- Etude bioécologique du ravageur sur plusieurs variétés de dattes et sur différents stades phénologiques, afin de démontrer l'influence de l'hétérogénéité de la qualité nutritive de la nourriture sur la performance biologique de ce ravageur pour être plus apte à contrôler ses populations par l'intervention directe et/ou indirecte, on prenant en considération la protection de l'environnement, de la santé humaine ;
- Chercher d'autres plantes hôtes qui peuvent servir comme plantes de substitution.



Références bibliographiques

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Aboul-Enein A.M., Aboul-Soud M. A. M., Said H. K., Ali H. F. M., Ali Z. Y., Mahdi A M., Giesy J. P. 2012.** Hepatoprotective effects of antioxidants against non-target toxicity of the bio-insecticide Spinosad in rats: *African Journal of Pharmacy and Pharmacology* 6 (8): 550-559.
- Ahmed I. A., Ahmed A. W. K., and Robinson R. K. 1995.** Chemical composition of date varieties as influenced by the stage of ripening. *Food Chemistry*, 54, 305–309.
- Albert P.J. and Jerrett P.A. 1980.** Feeding preferences of spruce budworm (*Choristeneura fumiferana* Clem.) larvae to some host-plant chemicals. *Journal of Chemical Ecology*. 7 (2): 391-402.
- Albert P.J. and Parisella S. 1988.** Physiology of a sucrose-sensitive cell on the galea of the eastern spruce budworm larvae, *Choristeneura fumiferana*. *Physiological Entomology*. 13: 243-247.
- Al-Farsi M., Alasalvar C., Al-Abid M., Al-Shoaily K., Al-Amry M., & Al-Rawahy F. 2007.** Compositional and functional characteristics of dates, syrups, and their by-products. *Food Chemistry*, 104: 943-947.
- Al-Hooti, S. Sidhu J.S., et Qabazard H. 1997.** Physicochemical characteristics of five date fruit cultivars grown in the United Arab Emirates. *Plant Foods for Human Nutrition* 50:101–113.
- Al-Jamali N. A. 2007.** Factors affecting the efficiency of pheromone traps in attracting the male adults of pomegranate fruit worm *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera ; Pyralidae). *J. Karbala University*. 5 (4): 623-628.
- Al-Jamali N. A. 2006.** Economical importance of the increasing number of chemical sprays for the control of pomegranate fruit worm *Ectomyelois ceratoniae* Zeller at Mikdadiah/ Dialah .*J. of Karbala University* (special issue) pp.84 – 89.
- Al-Shahib W., et Marshall R. J. 2003.** The fruit of the date palm: its possible use as the best food for the future. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 54 (4): 247–259.
- Arif Y., 2011.** Etude de l'interaction entre la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* (Lepidoptera : Pyralidae) et certains cultivars de palmier dattier. Mémoire Magister en Entomologie agricole et forestière. Univ. Batna 74p.

- Arla., 2003.** Registered Microbials and Pheromones in Canada.0-6.
- Augustine M. G., Fisk F. W., Davidson R. H., Lapidus J. B. & Cleary R. W. 1964.** Host-plant selection by the Mexican bean beetle *Epilachna varivestis*. *Ann. ent. Sot. Am.* 57: 127-134.
- Awmack C. S., and Leather S. R. 2002.** Host plant quality and fecundity in herbivorous insects. *Annual Review of Entomology*, 47: 817-844.
- Ayala-Zavalaa J.F., Wangb S.Y., Wanga.Y., et Gonzalez-Aguilar G.A. 2004.** Effect of storage temperatures on antioxidant capacity and aroma compounds in strawberry fruit. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.* 37 : 687–695.
- Balachowsky A.S. 1972.** Entomologie appliquée à l’agriculture. Traité, Tome II - Lépidoptères. (Eds) Massie et Cie, Paris. Pp 1199-1200.
- Banaigs B., 2004.** La communication chimique dans le monde vivant. Pp 133-146.
- Bauce É., Bérubé R., Carisey N. and Charest M. 2001.** La tordeuse des bourgeons de l’épinette. Acquisition et transfert de connaissances au laboratoire d’entomologie forestière de l’Université Laval. Monographie.
- Bauce É., Bidon Y. and Berthiaume R. 2002.** Effects of food nutritive quality and *Bacillus thuringensis* on feeding behaviour, food utilization and larval growth of spruce budworm *Choristoneura fumiferana* (Clem.) when exposed as fourth- and sixth-instar larvae. *Agricultural and Forest Entomology* 4: 57-70.
- Bélanger A. et Musabyimana T., 2005.** Le Neem contre les insectes et les maladies. *Agriculture et Agroalimentaire Canada*. Québec. 13p.
- Belguedj M., 2002.** *Caractéristiques des cultivars de dattier du Sud-est du Sahara Algérien.* Vol 2. Ed. INRA. Alger. 67 p.
- Benaddoun A. 1987.** Etude bio-écologique d’*Ectomyelois ceratoniae* (Lepidoptera- Pyralidae) à Ghardaïa. Mémoire Ing., INA El Harrach, Alger, 53 p.
- Bénédet F., 1999.** Modalités de reconnaissance d’un ravageur *Acrolepiopsis assectella* par son parasitoïde, *Diadromus pulchellus* : identification et perception d’un signal polypeptidique. Thèse doct. Univ. de tours. France. 180 p.

- Benziouche S., 2008.** L'impact du PNDA sur les mutations du système de production oasien dans le sud algérien, *Revue des Régions Arides*, 21.1321-1330.
- Benziouche S., et Cheriet F. 2012.** Structure et contraintes de la filière dattes en Algérie, *New Medit.* 4, 49-57.
- Berenbaum M. R. 1995.** The chemistry of defense: theory and practice. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 92: 2-8.
- Bernays E. A., and Bright K. L. 1993.** Mechanisms of dietary mixing in grasshoppers: A review. *Comp. Biochem. Physiol.* 104A: 125–131.
- Bernays E.A, and Chapman, R.F. 1994.** Host-plant Selection by Phytophagous Insects. Contemporary Topics in *Entomology* 2. New York: Chapman and Hall. 312 p.
- Bernays E.A. 1991.** Insect-plant interactions. CRC Press, London, 2, 251 p.
- Besbes S., Blecker C., Deroanne C., Drira N.E. and Attia, H. 2004.** Date seeds: chemical composition and characteristic profiles of the lipid fraction. *Food Chemistry*, 84(4), 577-584.
- Bond J.G., Marina C.F., Williams T. 2004.** The naturally derived insecticide spinosad is highly toxic to *Aedes* and *Anopheles* mosquito larvae.- *Medical and Veterinary Entomology* 18: 50-56
- Boppré M. 1986.** Insects pharmacophagously utilizing defensive plant chemicals (pyrrolizidine alkaloids). *Naturwissenschaften*, 73: 17-26.
- Boppré M., et Schneider, D. 1982.** Insects and pyrrolizidine alkaloids. *Proc. 5th int. Symp. Insect-Plant Relationships*, 373-375.
- Boppré M., et Schneider, D. 1985.** Pyrrolizidine alkaloids quantitatively regulate both scent organ morphogenesis and pheromone biosynthesis in male *Cretonotos* moths (Lepidoptera: Arctiidae). *Journal of Comparative Physiology A*, 157 : 569-577.
- Bouguedoura N., Bennaceur M., Benkhalifa A. 2010.** *Le palmier dattier en Algérie: Situation, contraintes et apports de la recherche.* In: *Biotechnologie du palmier dattier.* Ed IRD, Montpellier, France, pp 15–22.
- Boulard M., 1988.** Biologie et comportement des cigales de France. *Insectes.* N°69. Pp7-14

- Bousdira K. 2007.** Contribution à la connaissance de la biodiversité du palmier dattier pour une meilleure gestion et une valorisation de la biomasse : caractérisation morphologique et biochimique des dattes des cultivars les plus connus de la région du Mزاب, classification et évaluation de la qualité. Mémoire de magistère, Univ. Boumerdès, 146p.
- Brewer W., Capinera J.L., Deshon R.E., and Walmsley M.L., 1985.** Influence of foliar nitrogen levels on survival, development and reproduction of western spruce budworm, *Choristoneura occidentalis* (Lepidoptera: Tortricidae). *Canadian Entomologist*, 117: 23-32.
- Bryant J. P., Chapin F. S. and Klein D. R. 1983.** Carbon nutrient balance of boreal plants in relation to vertebrate herbivory. *Oikos* 40: 357-368.
- Busson G. 1989.** *Dynamique sédimentaire de plate-forme épicontinentale : le crétacé moyen du Sahara Algéro-tunisien*, Ed. Technip, Paris, 238 p.
- Carisey N. and Bauce É. 1997.** Impact of balsam fir foliage age on sixth-instar spruce budworm growth, development and food utilization. *Canadian Journal of Forest Research*, 27: 257-264.
- Carisey N. and Bauce É. 2002.** Does nutrition-related stress carry over to spruce budworm, *Choristoneura fumiferana* (Lepidoptera: Tortricidae) progeny? *Bulletin of Entomological Research* 92: 101-108.
- Carrière Y. 1992.** Host plant exploitation within a population of a generalist herbivore, *Choristoneura rosaceana*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 65 : 1-10
- Carrière Y. and Roitberg B.D. 1995.** Evolution of host-selection behavior in insect herbivores: genetic variation and covariation in host acceptance within and between populations of *Choristoneura rosaceana* (Family: Tortricidae). *The obliquebanded leafroller. Heredity*, 74:357-368.
- Carson H.L., 1968.** The population flush and its genetic consequences. *In Population Biology and Evolution*. Eds. R.C. Lewontin. Syracuse, New York: Syracuse Univ. Press. P. 123-137.
- Catarino R., Graziano Ceddia G., Areal F.J., and Park J. 2015.** The impact of secondary pests on *Bacillus thuringiensis* (Bt) crops. *Plant Biotechnology Journal* 13, pp. 601–612
- Chabour N. 2006.** Hydrogéologie des domaines de transition entre l'Atlas saharien et la plate-forme saharienne à l'Est de l'Algérie. Thèse doctorat. Univ. Mentouri, Constantine. 176p.

- Chaufaux J. 1994.** Utilisation de bio-pesticides contre les ravageurs des cultures :le point sur *Bacillus thuringiensis*. *Journal insectes et culture* 34 : 2-6.
- Chebbah M. 2007.** Lithostratigraphie, Sédimentologie et modèles de bassins des dépôts néogènes de la région de Biskra, de part et d'autre de l'accident Sud atlasique (Zibans, Algérie). Thèse doctorat. Univ. Biskra.
- Clancy K.M., 1992.** The role of sugars in western spruce budworm nutritional ecology. *Ecological Entomology*. 17: 189-197.
- Clancy K.M., Chen Z. and Kolb T.E. 2004.** Foliar nutrients and induced susceptibility: genetic mechanisms of Douglas-fir resistance to western spruce budworm defoliation. *Canadian Journal of Forest Research*. 34: 939-949.
- Clancy K.M., Wagner M.R. and Reich P.B. 1995.** Ecophysiology and insects herbivory. *In Ecophysiology of Coniferous Forests*. Eds. W. K. Smith and T. M. Hinckley. *Academic Press*, San Diego, p. 125-170.
- Cohen R. W., Heydon S. L., Friedman S., and Waldbauer G. P. 1987.** Nutrient self-selection by the omnivorous cockroach, *Supella longipalpa*. *J. Insect Physiol.* 33: 77–82.
- Cohen R.W., Mahoney D.A., and Can H.D. 2002.** Possible Regulation of Feeding Behavior in Cockroach Nymphs by the Neurotransmitter Octopamine. *Journal of Insect Behavior*, Vol. 15, No. 1:37-50.
- Coley P. D., Bryant J. P., Chapin F. S. 1985.** Resource availability and plant anti-herbivore defense. *Science*, 230: 895-899.
- Conner W. E., Eisner T., Vander Meer R. K., Guerrero A., et Meinwald J. 1981.** Precopulatory sexual interaction in an arctiid moth (*Uthetheisa ornatix*): role of a pheromone derived from dietary alkaloids. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 9 : 227-235.
- Coyle D. R., Coleman M. D., Durant J. A. and Newman L. A. 2006.** Multiple factors affect pest and pathogen damage on 31 *Populus* clones in South Carolina, *Biomass and Bioenergy*, 30: 759-768.
- D.S.A., 2015.** Statistiques série B. Direction des Services Agricoles.

- Dadd R.H. 1977.** Qualitative requirements and utilization of nutrients: insects. In: *Handbook Series in Nutrition and Food*, section D, vol. 1, *Nutritional Requirements*, (Eds) M. Rechcigl . Cleveland: C.R.C. Press, pp. 305-346.
- Dadd R.H. 1985.** Nutrition: organisms. In: *Comprehensive Insect Physiology, Biochemistry and Pharmacology*, vol. 4, ed. G.A. Kerkut & L.I. Gilbert. Oxford: Pergamon Press, pp. 313-390.
- Daryaei M. G., Darvishi S., Etebari K. and Salehi M. 2008.** Host Preference and Nutrition Efficiency of the Gypsy Moth, *Lymantria dispar* L. (Lymantriidae: Lepidoptera), on different Poplar Clones. *Turk J. Agric. For.* 32: 469-477.
- Davis G. R. F. 1968.** Phagostimulation and consideration of its role in artificial diets. *Bull. ent. Sot. Am.* 14: 27-30.
- Delisle J., et Bouchard A. 1995.** Male larval nutrition in *Choristoneura rosaceana* (Lepidoptera: Tortricidae): An important factor in reproductive success. *Oecologia*, 104 : 508-517.
- Delisle J., et Hardy M. 1997.** Male larval nutrition influences the reproductive success of both sexes of the Spruce Budworm, *Choristoneura fumiferana* (Lepidoptera: Tortricidae). *Functional Ecology*, 11 : 451-463.
- Dhouibi M. H. 1982.** Etude bioécologique d'*Ectomyelois ceratoniae* (Zeller) (Lepidoptera, Pyralidae) dans les zones présahariennes de la Tunisie Thèse de Docteur Ingénieur Université Pierre et Marie Curie, Paris. 145 p.
- Dhouibi M. H. 1989.** Biologie et écologie d'*Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) dans deux biotopes différents au sud de la Tunisie et recherches de méthodes alternatives de lutte. Thèse de Doctorat d'Etat en Sciences Naturelles. Université Pierre et Marie Curie, Paris VI, France.
- Djazouli Z., Alem L., Drir A., Mostefaoui H., et Doumandji-Mitiche B., 2009.** Apports des infochimiques (mediateurs chimiques) dans l'évaluation du potentiel biotique de la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* dans les palmerais anthropisées. *Séminaire International Protection et Préservation des Ecosystèmes Sahariens*.
- Djerbi M., 1994.** *Précis de phoniciculture*. FAO. 192 P.

- Doumandji S. 1981.** Biologie et écologie de la pyrale des caroubes dans le Nord de l'Algérie, *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera-Pyalidae). Thèse doctorat ès Science, Univ. Paris VI, 1981, 138 p.
- Doumandji-Mitiche B. 1983.** Contribution à l'étude bio-écologique des parasites et prédateurs de la pyrale des caroubes *Ectomyelois ceratoniae* en Algérie en vue d'une éventuelle lutte biologique contre ce ravageur. Thèse Doctorat ès Science, Univ. Paris VI, 1983, 253 p.
- Dubost D. 1990.** *Mutation du système de production oasien en Algérie.* Ed CRSTRA. Alger.
- Dussourd D. E., Harvis C. A., Meinwald J., et Eisner T. 1991.** Pheromonal advertisement of a nuptial gift by a male moth *Uthetheisa ornatrix*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 88: 9224-9227.
- Ehrlich P.R., Raven P.H. 1964.** Butterflies and plants: a study in coevolution. *Evolution*, 18: 586-608.
- El Arem A., Flamini G., Saafi E. B., Issaoui M, Zayene N., Ferchichi A., Hammami M., Helal A, et Achour, L. 2011.** Chemical and aroma volatile compositions of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) fruits at three maturation stages. *Food Chemistry*, 127: 1744 -1754.
- El Arem A., Saafi E. B., Flamini G., Issaoui M., Ferchichi A., Hammami M., Helall A.N., and Achour L. 2012.** Volatile and nonvolatile chemical composition of some date fruits (*Phoenix dactylifera* L.) harvested at different stages of maturity. *International Journal of Food Science and Technology*. 47: 549-555.
- Etebari K., Ebadi R. and Matindoost L. 2007.** Physiological changes of silkworm (*Bombyx mori* L.) larvae fed on mulberry leaves supplemented with nitrogenous compounds. *J. Entom. Res. Soc.* 9: 1-15.
- Etilé E., 2010.** Comportement alimentaire d'un herbivore polyphage, la livré des forêts. *Antennae*. Vol. 17 N °2. Pp 8-9.
- FAOSTAT, 2015.** <http://www.fao.org/faostat/fr>, Base de données accès libre.
- Farhi Y. 2014.** Structure et dynamique de l'avifaune des milieux steppiques présahariens et phoenicicoles des Zibans. Thèse doctorat. Univ. Biskra. 359p.
- Fayadh J.M., and Al-Showiman S.S. 1990.** Chemical composition of Date Palm (*Phoenix dactylifera* L.). *Jour. Chem. Soc. Pak.* Vol. 12: 84-103.

- Feeny P. P. 1976.** Plant apparency and chemical defense. *Recent Advances in Phytochemistry*, 10: 1-40.
- Finney D.J., 1971.** Probit Analysis. Third edition. Cambridge University Press, London, UK. 333 p.
- Fraenkel G.S. 1959.** The raison dieter of secondary plants substances. *Science*, 219:1466–70.
- François F., 2010.** Bio-contrôle pour la protection des cultures. 15 recommandations pour soutenir les technologies vertes .Ed : paris : 132-133.
- Freese G. and Zwölfer H. 1996.** The problem of optimal clutch size in a tritrophic system : The oviposition strategy of the thistle gallfly *Urophora cardui* (Diptera : Tephritidae). *Oecologia* 108 : 293-302.
- Futuyma D.J , Cort R.P. and Noodwijk I. 1984.** Adaptation to hosts plants in the fall cankerworm (*Alsophila pometaria*) and its bearing on the evolution of host affiliation in phytophagous insects. *The American Naturalist*. 123: 287-296.
- Galun R. & Fraenkel G. 1957.** Physiological effects of carbohydrates in the nutrition of a mosquito, *Aedes aegypti* and two flies, *Sarcophaga bullata* and *Musca domestica*. *J. Cell. Camp. Physiol.* 50, 1-23.
- Gao R., Dong J., Zhang W., et Chen W.L. 2007.** Dietary risk assessment of spinosad in China: *Regulatory Toxicology and Pharmacology* 49: 31-42.
- Gill S.S., Cowles E.A., Pietrantonio P.V., 1992.** The mode of action of *Bacillus thuringiensis* δ -endotoxins. *Ann. Rev. Entomol*, 37: 615-636.
- Goskov H. 1964.** Notice explicative de la carte hydrogéologique de Biskra. 40p.
- Greenstone M. H. 1979.** Spider feeding behavior optimizes dietary essential amino acid composition. *Nature* 282: 501–503.
- Gremare A, Amouroux Jm (1988).** Étude expérimentale des taux d'ingestion et de métabolisme de *Eupolymnia nebulosa* : influence de l'état de maturation sexuelle. *Oceanologica Acta*, 11(3), 299-305.
- Gry J. 1971.** Action de la toxine soluble thermostable de *Bacillus thurigiensis* sur la croissance et le développement du criquet migrateur africain *Locusta migratorai migratoricides* (R. et F.) (Orthptera Acrididae). Thèse de doctorat Biologie animale Univ. Paris Sud. 109 p.

- Guidi L. D., 1986.** The feeding response of the epibenthic amphipod *Siphonocoetes dellavallei* Stebbing to varying particles size and concentrations, *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 98, 51-63.
- Guiraud R. 1990.** Evolution post-triasique de l'avant pays de la chaîne alpine en Algérie d'après l'étude du bassin du Hodna et des régions voisines. Pub. O.N.G. Alger, 259 p.
- Guiraud R., 1990.** Evolution post-triasique de l'avant pays de la chaîne alpine en Algérie d'après l'étude du bassin du Hodna et des régions voisines. Pub O.NG. 259 p.
- Habbachi W., 2009.** Etude de deux espèces de Blattellidae *Loboptera desipiens* et *Blattella germanica* (L.) : reproduction et comportement sexuelle .Memoire. Mag. Univ Annaba. 88p.
- Hadjari M et Kadi Hanifi M. 2005.** La mise en œuvre de la fermentation de jus de datte étude cinétique et biochimique, mémoire Ing. Sciences alimentaire. Mascara. p 21-22-23.
- Hadjeb A. 2011.** Influence de la qualité nutritive de trois variétés de dattes sur le potentiel biologique de la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* (Zeller, 1839).Memo. Mag en sciences agronomiques. Univ. Biskra .55P.
- Hadjeb A., Mehaoua M.S., and Ouakid M.L. 2013.** Test of biological control against date moth *Ectomyelois ceratoniae* Zeller.(Lepidoptera, Pyralidae) by Spinosad. *Int. J. Adv. Res. Biol.Sci.* 1(7): 81–84.
- Hadjeb A., Mehaoua M.S., and Ouakid M.L. 2016.** Toxic effects of Spinosad (bio insecticide) on larval instars of date moth *Ectomyelois ceratoniae* (Lepidoptera, Pyralidae) under controlled conditions. *Courrier de Savoir.* 21: 47-52
- Hannachi S., Benkhalifa A., Khitri D., et Brac de la perrière R.A. 1998.** Inventaire de la palmeraie algérienne. 255p.
- Harrak H., Reynes M., Lebrun M., Hamouda A. and Brat P. (2005).** Identification et comparaison des composés volatils des fruits de huit variétés de dattes marocaines. *Fruits*, 60, 267–278.
- Harvey G.T. 1974.** Nutritional studies of eastern spruce budworm (Lepidoptera: Tortricidae) I. Soluble sugars. *The Canadian Entomologist.* 106:353-365.
- Hasset C. H. 1948.** The utilization of sugars and other substances by *Drosophila*. *Biof. Bull.* 95: 114-123.

- Heron R.G. 1965.** The role of chemotactic stimuli in the feeding behaviour of spruce budworm on white spruce. *Canadian Journal of Zoology*. 43:247-269.
- House H.L. 1965.** Insect nutrition. In *The physiology of insecta*. Eds. M. Rockstein. *Academic Press*, New York, Vol II.
- Hunter M. D. and Price P.W. 1992.** Playing chutes and ladders: heterogeneity and the relative roles of bottom-up and top-down forces in natural communities. *Ecology*, 73: 724-732.
- Ibanez E., Lopez-Sebastian S., Ramos E., Tabera J. and Reglero G. 1998.** Analysis of volatile fruit components by headspace solid-phase microextraction. *Food Chemistry*, 63, 281–286.
- Idder M., Idder I., Saggou,H et Pintureau B., 2009.**Taux d'infestation et morphologie de la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* Zeller sur différentes variété du palmier dattier *Phoenix dactylifera* L. *Cah Agric*,Vol. 18 N°1. Pp 63-71.
- Ismail B., Haffar I., Baalbaki R., Mecheref Y., & Henry J. 2006.** Physico-chemical characteristics and total quality of five date varieties grown in the United Arab Emirates. *International Journal of Food Science and Technology*, 41, 919–926.
- Ito T. 1960.** Effect of sugars on feeding of larvae of the silkworm, *Bombyx mori*. *J. Insect Physiol.* 5: 95-107.
- Jacquet V., Gueguen F., Dutton R. 2002.** Intérêt du Spinosad en viticulture pour lutter contre les lépidoptères. les thrips ET la drosophile, *Annales 6e CIRA*, Montpellier, 4-6 décembre 2002, 8 p.
- Jaddou H., Mhaisen M. T., and Al-Hakim M. 1984.** Flavour volatile analysis of Zahdi dates by gas liquid chromatography. *Date Palm Journal*, 3(2), 367–379.
- Jain S.M., Al- Khayri J.M., Johnson D.V. 2011.** Date palm biotechnology. (eds) Springer, Dordrecht. 125p.
- Johnson D.V., Al-Khayri J.M. and Jain S. M. 2015.** Chapter1, Introduction: Date Production Status and Prospects in Asia and Europe. J.M. Al-Khayri et al. (eds.), *Date Palm Genetic Resources and Utilization: Volume 2: Asia and Europe*, pp: 1-16.

- Jones T.H., 1986**-The biology of host and parasitoid. *Patterns of Parasitism by Trybliographa Rapae Westw.* A Cynipid Parasitoid of the Cabbage Root Fly. PhD Thesis. University of London, UK. 132 p.
- Kaiser L., 1999.** Le comportement des insectes. *Annal. Soc. Entomol. Fr. (N.S)*, 35 Section 4 : *Comportement*. Pp 136-147.
- Kennedy J.S. 1965.** Mechanisms of host plant selection. *Ann. Appl. Biol.* 56 : 317-322.
- Kessler A. et Baldwin I.T. 2002.** Plant responses to insect herbivory: the emerging molecular analysis. *Ann Rev Plant Biol.* 53:299–328.
- Khechana Y., Sassoui., A., 2010.** Etude de la biologie de la pyrale des dattes *Ectomylois ceratoniae* Zeller., 1839 sur trois variétés de dattes (*Ghars, Deglet Nour, Mech Degla*) et essai de lutte biologique par le spinosad dans les conditions contrôlées. Mémoire. Ing. Biskra. 64p.
- Khoualdia O., Takrouni M. L., Ben Mahmoud O., Rhouma A., Alimi E., Bel Hadj R., Abib M., Brun J. 2000.** Lutte contre la pyrale des dattes dans le sud Tunisien. Essai de deux produits naturels, le spinosad et l'azadiractine, Laboratoires A.C.L, Tunisie. Pp 15-17.
- Koul O., M. B. Isman and C. M. Ketkar 1990.** Properties and uses of neem, *Azadirachta indica*. *Can. J. Bot.* 68:1-11.
- Kumbaşli M. 2005.** Études sur les composés polyphénoliques en relation avec l'alimentation de la tordeuse des bourgeons de l'épinette [*Choristoneura fumiferana* (Clem.)]. Thèse (Ph.D.). Fac. de Foresterie et de géomatique. Univ. Laval. Québec: 176 pp.
- Lagha M., 2012.** Etude de la toxicité de l'Azadirachtine (biopesticide) sur la mortalité et la fertilité des femelles et des œufs de la pyrale des dattes *Ectomylois ceratoniae* Zeller., 1839 (Lepidoptera, Pyralidae) dans les conditions contrôlées. Mémoire Ing. Univ. Biskra 67p.
- Lambert N. 2010.** Lutte biologique aux ravageurs : applicabilité au Québec : Essai présenté au Centre Universitaire de Formation en Environnement en vue de l'obtention du grade de maître en environnement (M. Env.). Sherbrooke, Québec, Canada, 87p.
- Le Berre M., 1978.** Mise au point sur le problème du ver de la datte, *Myelois ceratoniae* Zell. *Bull. Agr. Sahar.* 1, (4) , Pp 1 – 35.

- Lecadet M.M., et Dedonder R. 1967.** Enzymatic hydrolysis of the crystals of *Bacillus thuringiensis* by the proteases of *Pieris brassicae* I. Preparation and fractionation of the lysates. *Journal of Invertebrate Pathology* 9: 310-321
- Lereclus D., Chaufaux J.1986.** Etat actuel de la lutte biologique a l'aide de *Bacillus thuringiensis*: ce bioinsecticide permettra t il demain d'attendre le doryphore .INRA20 (4) :15-20.
- Lindroth R.L. 1993.** Food conversion efficiencies of insect herbivores. *Food Insects Newsletter*. 6: 8-11.
- Lipke H. & Fraenkel G. 1956.** Insect nutrition. *A. Rev. Ent.* 1: 17-44.
- Loschiavo S. R. 1965.** The chemosensory influence of some extracts of brewer's yeast and cereal products on the feeding behaviour of the confused flour beetle, *Tribolium confusum* (Coleoptera: Tenebrionidae). *Ann. ent. Sot. Am.* 58: 578-588.
- Luc Petit J., 2008.** Le nim ou (neem), l'arbre miracle? L'insecticide se fait désirer N° 57 BIOFIL. Culture spécialisées : 49-50.
- Luck R.F., Podoler H. and Kfir R. 1982.** Host selection and egg allocation behavior by *Aphytis melinus* and *A. lingnanensis*: comparison of two facultatively gregarious parasitoids. *Ecological Entomology* 7: 397-408.
- Luo L.E; Van Loon, J. J. A. Schoonhoven L. M. 1995.** Behavioral and sensory responses to some neem compounds by *Pieris brassicae* larvae. *Physiol. Entomol.* 20, 134-140.
- Macdonald J., 1986.** Entomologie et Produits Naturels Huile Végétal Neem Naturel. Laboratoires Ultrateck Laboratoires Inc. *Ecological Agriculture Projects*. Pp 2-4.
- Manickavasagan A., Essa M.M., Sukumar E. 2012.** Dates: production, processing, food, and medicinal values. (eds) CRC Press, Boca Raton. 230 p.
- Masson C. & Brossut R., 1981-** La communication chimique chez les insectes. Ed. CNRS. Paris. La Recherche, 121, 406-416.
- Mattheis, J.P., D.A. Buchanan, and J.K. Fellman. 1995.** Volatile compound production by Bisbee Delicious apples after sequential atmosphere storage. *J. Agric. Food Chem.* 43:194-199.

- Mattson W.J. 1980.** Herbivory in relation to plant nitrogen content. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 11: 119-160
- Mattson W.J. and Scriber J. M. 1987.** Nutritional ecology of insect folivores of woody plants: water, nitrogen, fiber and mineral considerations. *In Nutritional Ecology of Insects, Mites, Spiders, and Related Invertebrates*. Eds. F. Slansky, Jr. and J. Rodriguez. *John Wiley*, New York, p. 105-146.
- Mattson W.J., Haack R.A., Lawrence R.K. and Slocum S.S. 1997.** Considering the nutritional ecology of the spruce budworm in its management. *Forest Ecology and Management*. 39: 183-210.
- Mattson W.J., Lorimer N. and Leary R.A. 1982.** Role of plant variety (trait vector dynamics and diversity) in plant/herbivore interactions. *In Resistance to Diseases and Pests in Forest Trees*. Eds. H. M. Heybroek, B.R. Stephen and K. von Weissenberg. Podoc, Wageningen, The Netherlands, p 295-303.
- McKey D., Waterman P. G., Mbi C. N., Gartlan J. S. and Struhsaker T. T. 1978.** Phenolic content of vegetation in two African rain forests: *Ecological implications*. *Science*, 202: 61-64.
- McLaughlin B.M. 1986.** Performance of the spruce budworm, *Choristoneura fumiferana*, in relation to dietary and foliar levels of sugar and nitrogen. M.S. thesis, Michigan State University. East Lansing, Michigan. 120 p.
- McNeil J. N., and Delisle J. 1989.** Are host plants important in pheromone-mediated mating systems of Lepidoptera? *Experientia* 45 : 236-240.
- Mediouni 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.
- Mehaoua M. S. 2014.** Abondance saisonnière de la pyrale des dattes (*Ectomyelois ceratoniae* Zeller., 1839), bio écologie, comportement et essai de lutte. Thèse de doctorat. Univ. Biskra. 125 p.
- Mehaoua M.S., Hadjeb A., Belhamra M., and Ouakid M.L., 2016.** Influence of temperature on seasonal abundance of *Ectomyelois ceratoniae* zeller, 1839 (lepidoptera, pyralidae) in Tolga palm Grove. *Courrier de Savoir*. 20 : pp.167-174.

- Mehaoua M.S., Hadjeb A., Lagha M., Bensalah M.K. et Ouakid M.L. 2013.** Study of the Toxicity of Azadirachtin on Larval Mortality and Fertility of Carob Moth's Female *Ectomyelois ceratoniae* (Lepidoptera, Pyralidae) Under Controlled Conditions. *American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture*. 7 : 1-9.
- Mertz F. P., Yao R. C. 1990.** *Saccharopolyspora spinosa* sp. Nov. Isolated from Soil Collected in a Sugar Mill Rum Still. *Int. J. System. Bacteriol* 40:34-39.
- Milat Bissaad F. Z., Bounaceur F., Halouane F., Outtar F., et Doumandji-Mitiche B.,2011.** Etude de l'effet de deux champignons entomopathogènes *Beauveria bassiana* et *Metarhizium anisopliae* varacridum sur le comportement alimentaire de *Schistocerca gregaria*. Vol. 1 N°2. Pp 40-51.
- Mimouni Y., Siboukeur O. 2011.** Etude des propriétés nutritives et diététiques de sirops de dattes extraites par diffusion en comparaison avec des sirops à haute teneur en fructose (isoglucose) issus de l'industrie de l'amidon. *Ann Sci Tech* 3:1–11
- Monique J., 2011.** Protection des cultures biologiques (lutte directe) Substances et produits autorisés, institut technique et agriculture biologique. Document réalisé avec le soutien financier du CASDAR et de France AgriMer, 134p.
- Montgomery M.E. 1983.** Biomass and nitrogen budgets during larval development of *Lymantria dispar* and *Choristoneura fumiferana*: allometrics relationships. In: Talerico R.L., Montgomery M. (Eds) CANUSA workshop on forest defoliator-hostinteractions: a comparison between gypsy moth and spruce budworm, New Haven, CT, 5-7 April 1983 General Technical Report NE-85. USDA *Forest Service, Broomall, PA*. pp. 133-140.
- Mordue A.J.L., Blackwell A., 1993.** Azadirachtin: an update. *Journal of Insect Physiology* 39, Pp 903–924.
- Munier P., 1973 –** *Le palmier dattier*. Ed. G.-P. Maisonneuve & Larousse. Paris, 221 p. N° 57 BIOFIL. Culture spécialisées, P49-50.
- Narain N. 2007.** Volatile Compounds in Date Palm Fruit. Proc. III rd IC on Date Palm. Eds: A. Zaid et al. *Acta Hort* 736, 261-266.
- Neveu N., 1998.** Sélection de l'hôte chez *Trybliographa rapae* W. (Hymenoptera : Figitidae), parasitoïde de la mouche du chou *Delia radicum* L. (Diptera : Anthomyiidae): perspectives d'application en lutte biologique. Thèse de doctorat. Univ. Rennes 1. France. pp 145-200.

- Ohgushi, T. 1992.** Resource limitation on insect herbivore populations. In: Effects of resource distribution on animal-plant interactions. Edited by M.D. Hunter, Ohgushi & P.W. Price. *Academic Press Inc.* pp. 199-241.
- Osier T. L., Hwang S. Y. and Lindroth R. L. 2000.** Effects of phytochemical variation in quaking aspen *Populus tremuloides* clones on gypsy moth *Lymantria dispar* performance in the field and laboratory. *Ecol. Entom.* 25: 197-207.
- Ouakid M.L., Farine J.P., et Soltani N. 2005.** Effets des extraits de plantes associées au chêne-liège sur l'attraction en enceinte des chenilles de *Lymantria dispar*. *Integrated Protection in Oak Forests. Bull.* 28(8), 2005, pp. 171-178.
- Ouakid M.L. 2006.** Bioécologie de *Lymantria dispar* L. (Lepidoptera, Lymantriidae) dans les subéraies d'El Tarf : comportement alimentaire et essais insecticides. Thèse de Doctorat d'Etat en Sciences Naturelles, mention Biologie Animale, Département de Biologie, Université d'Annaba.
- Ould El Hadj M.D., Cheick M., Hamdi W. 2012.** Etude comparative de la production d'éthanol brut à partir de trois variétés de dattes communes (Degla Beida, Tachrewit et Hamraya) réparties dans les différentes classes de dattes (molle, demi molle et sèche) de la cuvette de Ouargla (Sahara septentrional est algérien). Algérien. *J Arid Envir* 2:78–87.
- Papaj D.R., Prokopy R.J., McDonald P.T., and Wong.T.T.Y. 1987.** Differences in learning between wild and laboratory *Cemtilis capitata*. *Entomol. Exp. Appl.* 45:65-72.
- Penagos D.I., Cisneros J., Hernandez O and Williams T. 2005.** Lethal and sublethal effects of the naturally derived insecticide spinosad on parasitoids of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera ; Noctuidae). *Biocontrol Sci. Technol* 15(1) : 81-95.
- Phillips P.A. and Barnes M.M. 1975.** Host race formation among sympatric apple, walnut and plum populations of the codling moth, *Laspeyresia pomonella*. *Annals Entomological Society of America.* 68: 1053- 1060.
- Pierrette L., 2011.** Essai d'efficacité de Bio insecticide à base Azadirachtine contre le puceron vert du pêcher, *Myzus persicae* (Sulzer), dans la culture de la laitue frisée biologique. Réseau de dépistage écologique de la Mauricie. P2.
- Piner P., et Nevin U. 2012.** Organic insecticide spinosad causes in vivo oxidative effects in the brain of oreochromis niloticus. Inc, *Environ Toxicol* 10: 1-8.

- Price, P. W., 1997.** Insect ecology. 3rd edition. *John Wiley and Sons, Inc.*, New York.
- Proverbs M. D., and Logan D.M. 1970.** A rotating oviposition cage for the codling moth *Carpocapsa pomonella*. *The Canadian Entomologist* 102: 42-49.
- Raache A. 1990.** Etude comparative des taux d'infestation de deux variétés de dattes (Deglet-Nour et Ghars) par la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera-Pyralidae) dans deux biotopes différents (palmeraies moderne et traditionnelle) dans la région de Ouargla. Mémoire Ing., ITAS, Ouargla, 85 p.
- Raizada R.B., 2001.** Azadirachtin, a neem biopesticide: subchronic toxicity assessment in rats., Pesticide Toxicology Laboratory, *Industrial Toxicology Research*, Vol 39, Issue 5. Pp: 477–483.
- Ramaswamy S. B. 1988.** Host finding by moths: sensory modalities and behaviours, *Journal of insect Physiology*. 34: 235 -249.
- Ramaswamy S.B. 1994.** Physiological basis of feeding and oviposition behaviour in moths. Functional Dynamics of Phytophagous Insects (ed. by T. N. Ananthakrishnan), *Oxford & IBH Publishing*. pp. 55–78.
- Raubenheimer D. and Simpson S.J. 1990.** The effects of simultaneous variation in protein, digestible carbohydrate and tannic acid on the feeding behaviour of larval *Locusta migratoria* (L.) and *Schistocera gregaria* (Forsk.) I. Short-term studies. *Physiological Entomology*. 15: 219-233.
- Rembold H., 1989.** Isomeric azadirachtins and their mode of action. In: M. Jacobson [ed.], *Focus on Phytochemical Pesticides*. Vol. I. The Neem Tree. CRC Press, Boca Raton, FL., pp. 47-68.
- Reynes M., Lebrun M., and Shaw, P. 1996.** Identification des arômes de trois variétés de dattes. (Éds.), *Le palmier dattier dans l'agriculture d'oasis des pays méditerranéens*. Paris, France: CIHEAM. (Vol. 28, p. 212).
- Rharrabe K., Amri H., Bouayad N., Sayah F., 2008-** Effects of azadirachtin on post-embryonic development, energy reserves and a-amylase activity of *Plodiainter punctella* Hübner (Lepidoptera: Pyralidae). Centre des Etudes Environnementales Méditerranéennes, Laboratoire de Biologie Appliquée & Sciences de l'environnement. Faculté des Sciences et Techniques. Université Abdelmalek Essaâdi. Tanger.MAROC : 290-294.

- Rhoades D. F. 1979.** The antiherbivore chemistry of Larrea. In: Creosote bush: *Biology and chemistry of Larrea in New World deserts*: 135-175.
- Rhoades D. F. and Cates R. G. 1976.** Toward a general theory of plant antiherbivore chemistry. *Recent Advances Phytochemistry?* 10: 168-213.
- Rhoades D.F. 1983.** Herbivore population dynamics and plant chemistry. In Variable plants and herbivores in natural and managed ecosystems. Eds. R.F. Denno and M. S. McClure. Academic Press, San Diego, Calif. P. 155-220.
- Rhoades D.F. 1985.** Offensive-defensive interactions between herbivores and plants : their relevance in herbivore population dynamics and ecological theory. *The American Naturalist*. 125: 205-238.
- Riba G., Silvy C. 1992.** Combattre les ravageurs des cultures. Enjeux et Perspectives, INRA, Paris, 230 p.
- Richter C., Holt L.J., and Barelar B.J. 1938.** Nutritional requirements for normal growth and reproduction in rats studied by the self-selection method. *Am. J. Physiol.* 122: 734-744.
- Ricks B. L. and Vinson S. B. 1970.** Feeding acceptability of certain insects and various water-soluble compounds to two varieties of the imported fire ant. *J. econ. Ent.* 63:145-148.
- Robert M., Mercade M.E., Bosch M.P., Parra J.L., Espuny M.J., Manresa M.A., and Guinea J. 1989.** Effect of the carbon source on biosurfactant production by *Pseudomonas aeruginosa* 44T. *Biotechnol. Lett.*, 11: 871-874.
- Roitberg B.D. and Prokopy R.J. 1983.** Host deprivation influence of response of *Rhagoletis pomonella* to its oviposition-detering pheromone. *Physiological Entomology*, 8 : 69-72.
- Rozin P. 1976.** The selection of foods by rats, humans, and other animals. (eds.), *Advances in the Study of Behaviour, Vol. 6*, Academic Press, New York, pp. 21-76.
- Ruscoe, C. N. E., 1972.** Growth disruption effects of an insect antifeedant. *Nature, New Biol.* 236, 159-160.
- Saggou H., 2001.** Relations entre les taux d'infestation par la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera- Pyralidae) et les différentes variétés de dattes dans la région d'Ouargla. Mémoire. Ing. ITAS. Ouargla.70p.

- Salgado V. L., 1998.** Studies on the mode of action of Spinosad: Insect symptoms and physiological correlates. *Pestic. Biochem. Physiol.*, 60: 91-102.
- Salgado V. L., Sparks T. C., 2005.** The spinosyns: chemistry, biochemistry, mode of action, and resistance. in: L.I. Gilbert K. Iatrou, S.S. Gill (eds.), *Comp. Insect Mol. Sci. Cont.*, 6:137-173.
- Saunders DG, Bret BL. 1997.** Fate of spinosad in the environment. *Down Earth* 52:14–20.
- Saxena R. C., 1989.** Insecticides from neem. In: J. T, Arnason, B. J. R. Philogene & P. Morand [eds.], *Insecticides of Plant Origin*. ACS Symposium Series No. 387. *Amer. Chem. Soc.*, Washington, pp. 110-135.
- Sayah Z. et Ould el hadj M. D. 2010.** Etude comparatives des caractéristiques physico-chimique et biochimique des dattes de la cuvette de Ouargla. *Annales des sciences et technologie* .Vol. 2. Pp 87-92.
- Schmidt D. J. and Reese J. C. 1986.** Sources of error in nutritional index studies of insects on artificial diet. *Journal Insect Physiology*. 32 (3): 193-198.
- Schmutterer H., 1985.** Which insect pests can be controlled by application of neem seed kernel extracts under field conditions? *Z. ang. Ent.* 100: 468-475.
- Schmutterer H., 1990.** Properties and potential of natural pesticides from the neem tree, *Azadirachta indica*. *Annu. Rev. Entomol.* 35: 271-297.
- Schneider J. C. and Roush, R.T. 1986.** Genetic differences in ovoposition preference between two populations of *Heliothis virescens*. In *Evolutionary Genetics of Invertebrates Behaviors*, Eds. M.D. Huettel Plenum, New York. P. 163-171.
- Schoonhoven L. M. 1968.** Chemosensory bases of host plant selection. *A. Rev. Ent.* 13:115-136.
- Schultz J.C. 1988.** Plant responses induced by herbivores. *Trends in Ecology and Evolution*. 3: 45-49.
- Scriber, J.M., 1977.** Limiting effects of low leaf-water content on the nitrogen utilization, energy budget, and larval growth of *Hyalophora cecropia* (Lepidoptera: Saturniidae). *Oecologia*. N° 28. Pp 269-287.

- Seymour G.B., Taylor J.E., and Tucker G.A. 1993.** Biochemistry of fruit ripening. *Chapman and Hall Publishers*, London, 454 p.
- Shaw G.G., Little C.H.A. and Durzan D.J. 1978.** Effect of fertilization of balsam fir trees on spruce budworm nutrition and development. *Canadian Journal of Forest Research*. 8: 364-374.
- Shoushtari R.Z., Modarres S.S., Abbas N.A., Zamani A. 2011.**The first international conference (babylon and razi universities 141: 2072-3875.
- Siddiq M., Aleid S.M., Kader A.A. 2014.** Dates: postharvest science, processing technology and health benefits. (Eds) *Wiley Blackwell*, Chichester. pp 285–303.
- Simmonds M.S.J., 2000.** Importance of avonoids in insect-plant interactions:feeding and oviposition. *Phytochemistry*. N° 56. Pp 245-252.
- Singer M.C. and Parmesan C. 1993.** Sources of variations in patterns of plant-insect association. *Nature*. 361: 251-253.
- Singer M.C., Vasco D. and Thomas C.D. 1992.** Rapidly evolving associations among oviposition preferences fail to constrain evolution of insect diet. *The American Naturalist*. 139: 9-20.
- Slansky F.Jr. and Rodriguez J.G. 1987.** Nutritional ecology of insects, mites, spiders, and related invertebrates: an overview, In: F. Slansky Jr. and J.G. Rodriguez (eds.), *Nutritional ecology of insects, mites, spiders, and related invertebrates*. Wiley, New York, pp. 1-69.
- Soo Hoo C.F. and Fraenkel G. 1966.** The consumption, digestion and utilization of food plants by a phytophagous insect, *Prodenia eridania* (Cramer). *Journal of Insect Physiology* 12: 711-730.
- Stadler E. 2002.** Plant chemical cues important for egg deposition by herbivorous insects. Dans: *Chemoecology of insect eggs and egg deposition*. Édité par M. Hilker, and T. Meiners, Blackwell Publishing, Berlin. Pp 171-204.
- Swaroop S., Gilroy A.B., Uemura K., 1966.** Statistical Methods in Malaria Eradication. World Health Organization, *Monograph Series* 51: 1-164.

- Thomas C.D., NG, D., Singer M.C., Mallet, J. L.B., Parmesan C and Billington H.L. 1987.** Incorporation of a European weed into the diet of a North American herbivore. *Evolution*. 41: 892-901.
- Thompson J. N. 1993.** Preference hierarchies and the origin of geographic specialization in host use in swallowtail butterflies. *Evolution*. 47: 1585-1594.
- Thompson J. N., et Pellmyr O. 1991.** Evolution of oviposition behavior and host preference in Lepidoptera. *Annual Review of Entomology*, 36 : 65-89.
- Tokmakoglu C., Soulu O. 2. et Devecigglu H., 1967.** *Myelois ceratoniae* Zeller nin biyolojisi ve mücadelesi metodlari iizerinde ararrirmalar. *Bitki Koruma Biilt.* Vol 7, n. 3, 91.106.
- Torres P., Reynes M., Lebrun M., and Ferry M. 1996.** Volatile constituent of dates from *Phoenix dactylifera* grown in Elche. In M. Ferry, D. Greiner, S. Bedrani, & J. P. Tonneau (Éds.), *Le palmier dattier dans l'agriculture d'oasis des pays méditerranéens* Paris, France: CIHEAM (Vol. 28, p. 214)..
- Trumble J T. 1990.** Vegetable insect control with minimal use of pesticides. *HortScience* 25. 159-164.
- Valadez-Lira J.A. Alcocer-Gonzalez JM., Damas G., Nunuz-Mejia G., Oppert B., Rodriques Padilla C. 2011.** Comparative evaluation of phenol oxidase activity in different larval stages of four lepidopteron pests after exposure to *Bacillus thuringiensis*. *J Insect Sci* 12: 1-11.
- Vet L.E.M., 1985.** Olfactory microhabitat location in some *Eucoilid* and *Alysiine* species (Hymenoptera), larval parasitoids of Diptera. *Neth. Journal. Zool.* 35 (4) : 720-730.
- Vinson S. B. 1985.** The behavior of parasitoids. In: *Comprehensive Insect Physiology, Biochemistry, and Pharmacology*, Vol. 9 Behavior. Kerkut, G. A. & Gilbert, L. I. (Eds), Pergamon press, New York. pp. 417-469.
- Waldbauer G. P., and Bhattacharya A. K. 1973.** Self-selection of an optimum diet from a mixture of wheat fractions by the larvae of *Tribolium confusum*. *J. Insect Physiol.* 19: 407-418.
- Waldbauer G. P., Cohen R. W. and Friedman S. 1984.** Self-selection of an optimal nutrient mix from defined diets by larvae of the corn earworm, *Heliothis zea* (Boddie). *Physiol. Zool.* 57, 590–597.

- Waldbauer, G.P. 1968.** The consumption and utilization of food by insects. *Adv. Insect Physiol.*5: 229-288.
- Wallner W.E. 1987.** Factors affecting insect population dynamics: differences between outbreak and non-outbreak species. *Annual Review of Entomology.* 32: 317-340.
- Wang D., Gong P., Li M., Qiu X., Wang K. 2009.** Sublethal effects of spinosad on survival, growth and reproduction of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). *Pest Management Science* 65: 223-227.
- Watt A.D., Leather S.R., Hunter M.D. and Kidd N.A.C. 1990.** Population dynamics of forest insects. *Intercept*, Andover. 408 p.
- Wertheimer M. 1958.** Un des principaux parasites du palmier dattier : Le Myelois decolor. *Fruit* 13 (8): 109-128.
- Weseloh R.M. and Andreadis T.G. 1982.** Possible mechanism for synergism between *Bacillus thuringiensis* and the gypsy moth (Lepidoptera: Lymantriidae) parasitoid, *Apanteles melanoscelus* (Hymenoptera: Braconidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 75: 435-438.
- Witzgall P., Stelinski L., Gut L., et Thomson D., 2008.** Codling Moth Management and Chemical Ecology. *Annu. Rev. Entomol.* 53 : 503–22.
- Wood T., 1990.** Efficacy of neem extracts and neem derivatives against several agricultural insect pests. In: J. C. Locke & R. H. Lawson [eds.], *Neem's Potential in Pest Management Programs*, Proc. USDA *Neem Workshop*. USDA ARS-86, pp. 76-84.
- Wraight S.P., and Ramos M.E. 2005.** .Synergistic interaction between *Beauveria bassiana*- and *Bacillus thuringiensis tenebrionis*-based biopesticides applied against Weld populations of Colorado potato beetle larvae .USDA-ARS, *U.S. Plant, Soil and Nutrition Laboratory*, Tower Road, Ithaca, NY 14853, USA 90 :139-150.
- Yamamoto R. T., and Fraenkel G. 1960.** The physiological basis for the selection of plants for egg-laying in the tobacco hornworm, *Protoparce sexta* (Johan.). *11 Int. Congr. Entomol.* 3: 127-133.



Annexe

Annexe 1. Taux moyen de la mortalité (%) des larves L1 d'*E. ceratoniae*

Durée d'exposition	24ppm	48ppm	96ppm	192ppm	384ppm	DDL	F	P
24 heures	23,33	30,00	26,67	50,00	50,00	4	11,700	0,0009
48 heures	27,12	32,20	30,51	50,85	54,24	4	12,438	0,0007
72 heures	32,76	36,21	37,93	55,17	58,62	4	7,645	0,0043
96 heures	34,48	39,66	41,38	60,34	63,79	4	7,063	0,0057
120 heures	36,84	42,11	43,86	75,44	68,42	4	14,177	0,0004

Annexe 2. Paramètres toxicologiques de l'azadirachtine (concentrations létales) sur les larves L1

Durée d'exposition	Droite de régression	R ²	CL16	CL50	CL84	CL90	Slope
24 heures	$Y = 3,317 + 0,661 * X$	0,802	11,01	351,68	11237,79	30487,02	31,95
48 heures	$Y = 3,446 + 0,638 * X$	0,845	7,53	272,73	9874,48	27830,06	36,21
72 heures	$Y = 3,654 + 0,603 * X$	0,891	3,83	170,68	7610,73	22779,57	44,59
96 heures	$Y = 3,61 + 0,675 * X$	0,905	3,85	114,62	3408,73	9076,66	29,74
120 heures	$Y = 3,433 + 0,84 * X$	0,761	4,80	73,36	1120,48	2461,45	15,27

Annexe 3. Taux moyen de la mortalité (%) des larves L2 d'*E. ceratoniae*

Durée d'exposition	24ppm	48ppm	96ppm	192ppm	384ppm	DDL	F	P
24 heures	1,67	5,00	8,33	15,00	21,7	4	5,114	0,0166
48 heures	5,00	11,67	15,00	26,67	33,3	4	8,141	0,0035
72 heures	8,33	18,33	20,00	35,00	43,3	4	15,850	0,0002
96 heures	16,67	27,59	34,48	46,55	53,4	4	25,767	< 0,0001
120 heures	22,22	33,33	40,74	51,85	61,1	4	44,902	< 0,0001

Annexe 4. Paramètres toxicologiques de l'azadirachtine (concentrations létales) sur les larves L2

Durée d'exposition	Droite de régression	R ²	CL16	CL50	CL84	CL90	Slope
24 heures	$Y = 1,444 + 1,091 * X$	0,987	222,76	1817,17	14823,27	27170,47	8,16
48 heures	$Y = 2,043 + 0,995 * X$	0,977	93,83	937,26	9361,74	18192,80	9,99
72 heures	$Y = 2,319 + 0,981 * X$	0,962	52,38	540,66	5580,68	10948,32	10,32
96 heures	$Y = 2,888 + 0,868 * X$	0,985	19,38	271,13	3792,43	8122,27	13,99
120 heures	$Y = 3,085 + 0,855 * X$	0,995	11,93	173,69	2528,86	5479,15	14,56

Annexe 5. Taux moyen de la mortalité (%) des larves L3 d'*E. ceratoniae*

Durée d'exposition	24ppm	48ppm	96ppm	192ppm	384ppm	DDL	F	P
24 heures	1,7	3,3	5,0	8,3	5,0	4	1,175	0,3787
48 heures	1,7	3,3	8,3	11,7	21,7	4	8,314	0,0032
72 heures	3,4	5,1	13,6	20,3	27,1	4	14,092	0,0004
96 heures	10,5	12,3	26,3	36,8	40,4	4	11,561	0,0009
120 heures	16,1	23,2	30,4	48,2	53,6	4	13,596	0,0005

Annexe 6. Paramètres toxicologiques de l'Azadirachtine (concentrations létales) sur les larves L3

Durée d'exposition	Droite de régression	R ²	CL16	CL50	CL84	CL90	Slope
24 heures	$Y = 2,347 + ,468 * X$	0,663	3497,87	466448,20	62201866,78	255425914,68	133,35
48 heures	$Y = 1,343 + 1,108 * X$	0,989	252,92	1997,75	15779,92	28656,31	7,90
72 heures	$Y = 1,665 + 1,078 * X$	0,973	148,30	1240,77	10380,87	19167,27	8,37
96 heures	$Y = 2,397 + ,948 * X$	0,941	49,74	556,90	6234,92	12522,16	11,20
120 heures	$Y = 2,681 + ,95 * X$	0,976	24,79	276,09	3075,35	6167,44	11,14

Annexe 7. Taux moyen de la mortalité (%) des larves L4 d'*E. ceratoniae*

Durée d'exposition	24ppm	48ppm	96ppm	192ppm	384ppm	DDL	F	P
24 heures	0,0	0,0	0,0	3,3	3,3	4	1,518	0,2693
48 heures	0,0	0,0	0,0	10,0	8,3	4	7,460	0,0047
72 heures	1,7	5,0	6,7	13,3	18,3	4	5,240	0,0154
96 heures	1,7	5,0	11,7	25,0	25,0	4	10,818	0,0012
120 heures	1,7	6,7	11,7	30,0	30,0	4	11,608	0,0009
144 heures	1,7	6,9	12,1	34,5	36,2	4	12,154	0,0007
168 heures	1,7	12,1	25,9	37,9	41,4	4	23,855	< 0,0001

Annexe 8. Paramètres toxicologiques de l'Azadirachtine (concentrations létales) sur les larves L4

Durée d'exposition	Droite de régression	R ²	CL16	CL50	CL84	CL90	Slope
24 heures	$Y = -4,995 + 3,162 * X$	0,750	702	1448,69	2988,75	3683,72	2,06
48 heures	$Y = -5,759 + 3,649 * X$	0,743	474	888,14	1663,49	1993,88	1,87
72 heures	$Y = 1,587 + 0,988 * X$	0,975	280	2847,43	280,46	280,46	5,13
96 heures	$Y = 1,191 + 1,287 * X$	0,945	154	911,16	5399,12	9024,02	5,93
120 heures	$Y = 1,079 + 1,388 * X$	0,941	128	668,23	3478,78	5601,07	5,21
144 heures	$Y = 1,847 + 1,539 * X$	0,951	113	499,47	2211,59	3398,24	4,43
168 heures	$Y = 1,027 + 1,556 * X$	0,892	82	357,55	1557,69	2382,28	4,36

Annexe 9. Taux moyen de la mortalité (%) des larves L5 d'*E. ceratoniae*

Durée d'exposition	24ppm	48ppm	96ppm	192ppm	384ppm	DDL	F	P
24 heures	0,0	0,0	0,0	1,7	1,7	4	0,750	0,5801
48 heures	1,7	1,7	5,0	5,0	3,3	4	0,422	0,7893
72 heures	1,7	1,7	6,7	11,7	15,0	4	5,589	0,0126
96 heures	3,3	3,3	10,0	18,3	21,7	4	5,323	0,0147
120 heures	3,4	3,4	13,6	22,0	25,4	4	12,854	0,0006
144 heures	3,4	3,4	15,3	27,1	33,9	4	19,840	< 0,0001
168 heures	3,4	6,8	15,3	35,6	37,3	4	33,919	< 0,0001

Annexe 10. Paramètres toxicologiques de l'Azadirachtine (concentrations létales) sur les larves L5

Durée d'exposition	Droite de régression	R ²	CL16	CL50	CL84	CL90	Slope
24 heures	$Y = 4,55 + 2,88 * X$	0,750	947,29	4103,76	5672,10	67882,30	22,22
48 heures	$Y = 2,441 + 0,346 * X$	0,474	531,73	2244,07	4558,45	66089,77	13,15
72 heures	$Y = 1,363 + 1,032 * X$	0,925	363,55	3343,68	30753,01	58355,97	9,20
96 heures	$Y = 1,66 + 1,015 * X$	0,927	204,57	1952,72	18639,89	35752,01	9,55
120 heures	$Y = 1,533 + 1,126 * X$	0,908	156,97	1199,61	9167,60	16490,32	7,64
144 heures	$Y = 1,197 + 1,345 * X$	0,926	122,49	672,22	3689,05	6030,76	5,49
168 heures	$Y = 1,272 + 1,375 * X$	0,957	97,27	514,37	2719,85	4398,91	5,29

Annexe 11. Taux moyen de la mortalité (%) des larves L1 d'*E. ceratoniae*

Durée d'exposition	25 ppm	50 ppm	100 ppm	200 ppm	DDL	F	P
24 heures	10,2	15,3	19,0	22,0	4	2,831	0,106
48 heures	20,7	32,8	38,9	41,4	4	2,831	0,106
72 heures	35,2	51,9	55,6	64,8	4	2,831	0,106
96 heures	47,1	66,7	72,5	100,0	4	2,831	0,106
120 heures	61,2	75,5	85,7	100,0	4	2,831	0,106
144 heures	68,2	84,1	100,0	100,0	4	2,831	0,106

Annexe 11. Paramètres toxicologiques du Spinosad (concentrations létales) sur les larves L1

Durée d'exposition	Droite de régression	R ²	CL16	CL50	CL84	CL90	Slope
24 heures	$Y = 3,28 + 0,624 * X$	0,942	14,49	568,60	22312,99	64365,60	39,24
48 heures	$Y = 2,872 + 0,833 * X$	0,932	22,95	358,61	5604,02	12392,45	15,63
72 heures	$Y = 2,74 + 0,919 * X$	0,845	23,83	287,87	3478,16	7140,92	12,08
96 heures	$Y = 2,243 + 1,152 * X$	0,832	33,88	247,30	1805,14	3204,27	7,30
120 heures	$Y = ,703 + 1,893 * X$	0,971	55,54	186,18	624,16	885,04	3,35
144 heures	$Y = -2,41 + 3,323 * X$	0,822	85,24	169,79	338,21	412,66	1,99

Annexe 12. Taux moyen de la mortalité (%) des larves L2 d'*E. ceratoniae*

Durée d'exposition	25 ppm	50 ppm	100 ppm	200 ppm	DDL	F	P
24 heures	8,6	12,1	15,5	19,0	4	1,482	0,291
48 heures	9,8	17,6	29,4	39,2	4	5,086	0,029
72 heures	18,4	32,7	49,0	53,1	4	9,553	0,005
96 heures	38,8	44,9	65,3	69,4	4	11,484	0,003
120 heures	59,2	67,3	79,6	81,6	4	9,991	0,004
144 heures	66,0	78,7	89,4	100,0	4	75,144	< 0,0001

Annexe 13. Paramètres toxicologiques du Spinosad (concentrations létales) sur les larves L2

Durée d'exposition	Droite de régression	R ²	CL16	CL50	CL84	CL90	Slope
24 heures	$y=2,895+0,540*x$	0,993	113,89	7909,48	549306,60	1868450,00	69,45
48 heures	$y=2,115+1,149*x$	0,994	44,19	324,25	2379,11	4229,45	7,34
72 heures	$y=2,606+1,119*x$	0,942	17,81	137,85	1066,96	1926,28	7,74
96 heures	$y=3,336+0,966*x$	0,933	4,93	52,79	565,03	1120,15	10,70
120 heures	$y=4,133+0,794*x$	0,946	0,69	12,36	221,03	508,21	17,89
144 heures	$y=0,142+3,459*x$	0,808	13,09	25,38	49,20	59,56	1,94

Annexe 14. Taux moyen de la mortalité (%) des larves L3 d'*E. ceratoniae*

Durée d'exposition	25 ppm	50 ppm	100 ppm	200 ppm	DDL	F	P
24 heures	5,2	10,3	13,8	17,2	4	2,084	0,181
48 heures	14,0	15,8	26,3	33,3	4	7,427	0,011
72 heures	21,4	23,2	35,7	41,1	4	2,720	0,115
96 heures	29,1	34,5	47,3	58,2	4	24,952	0,0002
120 heures	35,2	42,6	57,4	63,0	4	12,170	0,002
144 heures	31,3	37,5	56,3	75,0	4	39,455	< 0,0001

Annexe 15. Paramètres toxicologiques du Spinosad (concentrations létales) sur les larves L3

Durée d'exposition	Droite de régression	R ²	CL16	CL50	CL84	CL90	Slope
24 heures	$y=2,403+0,738*x$	0,949	148,39	3303,47	73541,28	180117,35	22,26
48 heures	$y=2,786+0,772*x$	0,949	37,99	737,69	14324,78	33727,12	19,42
72 heures	$y=3,196+0,690*x$	0,932	14,90	411,62	11370,96	29640,40	27,63
96 heures	$y=3,192+0,868*x$	0,981	8,65	121,05	1693,12	3626,16	13,99
120 heures	$y=3,441+0,836*x$	0,973	4,73	73,25	1133,51	2499,46	15,47
144 heures	$y=2,563+1,321*x$	0,959	12,36	69,95	395,96	653,11	5,66

Annexe 16. Taux moyen de la mortalité (%) des larves L4 d'*E. ceratoniae*

Durée d'exposition	25 ppm	50 ppm	100 ppm	200 ppm	DDL	F	P
24 heures	6,7	8,3	10,0	15,0	4	1,714	0,241
48 heures	8,3	15,0	20,0	21,7	4	3,769	0,059
72 heures	33,3	40,0	46,7	60,0	4	14,553	0,001
96 heures	38,3	48,3	53,3	61,7	4	3,374	0,075
120 heures	40,0	55,0	56,7	66,7	4	6,035	0,019
144 heures	46,7	55,0	65,0	68,3	4	6,139	0,018
168 heures	51,7	58,3	68,3	71,7	4	5,461	0,024

Annexe 17. Paramètres toxicologiques du Spinosad (concentrations létales) sur les larves L4

Durée d'exposition	Droite de régression	R ²	CL16	CL50	CL84	CL90	Slope
24 heures	$y = 2,781+0,496*X$	0,953	294,27	31696,71	3011831,32	11419873,42	101,37
48 heures	$y = 2,753+0,667*X$	0,905	75,48	2337,84	72413,59	195098,92	30,97
72 heures	$y = 3,499+0,741*X$	0,970	4,83	106,08	2332,10	5691,09	21,98
96 heures	$y = 3,831+0,637*x$	0,985	1,88	68,42	2491,09	7032,27	36,41
120 heures	$Y = 3,824+0,699*X$	0,920	1,82	48,13	1273,94	3280,05	26,47
144 heures	$y = 4,032+0,645*x$	0,970	1,10	31,68	1103,15	3074,34	31,82
168 heures	$y = 4,157+0,630*x$	0,973	1,74	21,78	825,40	2357,12	25,21

Annexe 18. Taux moyen de la mortalité (%) des larves L5 d'*E. ceratoniae*

Durée d'exposition	25 ppm	50 ppm	100 ppm	200 ppm	DDL	F	P
24 heures	1,7	3,3	10,0	13,3	4	3,955	0,053
48 heures	10,0	15,0	18,3	21,7	4	21,626	0,0003
72 heures	16,7	21,7	25,0	38,3	4	10,336	0,004
96 heures	23,3	28,3	31,7	41,7	4	5,590	0,023
120 heures	26,7	30,0	35,0	43,3	4	4,568	0,038
144 heures	28,3	33,3	36,7	46,7	4	6,751	0,014
168 heures	28,3	35,0	40,0	46,7	4	5,758	0,021
192 heures	30,0	36,7	43,3	50,0	4	7,247	0,011

Annexe 19. Paramètres toxicologiques du Spinosad (concentrations létales) sur les larves L5

Durée d'exposition	Droite de régression	R ²	CL16	CL50	CL84	CL90	Slope
24 heures	$y = 1,200 + 1,195 * x$	0,963	222,69	1513,27	10283,33	17880,72	6,80
48 heures	$y = 3,010 + 0,533 * x$	0,963	73,74	5414,81	397591,55	1374315,05	73,43
72 heures	$y = 3,007 + 0,707 * x$	0,937	25,84	659,10	16811,29	42823,60	25,51
96 heures	$y = 3,481 + 0,552 * x$	0,960	8,92	564,69	35763,67	118454,27	63,33
120 heures	$y = 3,650 + 0,499 * x$	0,969	5,16	507,47	49934,05	187822,45	98,40
144 heures	$y = 3,677 + 0,521 * x$	0,956	4,27	346,22	28065,75	99823,37	81,06
168 heures	$y = 3,686 + 0,535 * x$	0,996	3,96	285,81	20651,58	71054,04	72,26
192 heures	$y = 3,666 + 0,581 * x$	1,000	3,84	197,72	10179,94	31760,94	51,49

Annexe 20. Taux moyen de la mortalité (%) des larves L1 d'*E. ceratoniae*

Durée d'exposition	250 ppm	500 ppm	1000 ppm	1500 ppm	2000 ppm	DDL	F	P
24 heures	40,0	51,7	55,0	58,3	65,0	4	5,878	0,0107
48 heures	45,0	56,7	61,7	66,7	76,7	4	6,678	0,0070
72 heures	50,9	58,2	63,6	70,9	83,6	4	3,754	0,0408
96 heures	54,7	62,3	69,8	81,1	90,6	4	8,419	0,0031
120 heures	62,7	78,4	88,2	96,1	98,0	4	33,074	< 0,0001
144 heures	83,3	89,6	95,8	100,0	100,0	4	4,346	0,0271

Annexe 21. Paramètres toxicologiques du *Bacillus thuringiensis* (concentrations létales) sur les larves L1

Durée d'exposition	Droite de régression	R ²	CL16	CL50	CL84	CL90	Slope
24 heures	$Y = 3,28 + 0,624 * X$	0,942	14,49	568,60	22312,99	64365,60	39,24
48 heures	$Y = 2,872 + 0,833 * X$	0,932	22,95	358,61	5604,02	12392,45	15,63
72 heures	$Y = 2,74 + 0,919 * X$	0,845	23,83	287,87	3478,16	7140,92	12,08
96 heures	$Y = 2,243 + 1,152 * X$	0,832	33,88	247,30	1805,14	3204,27	7,30
120 heures	$Y = ,703 + 1,893 * X$	0,971	55,54	186,18	624,16	885,04	3,35
144 heures	$Y = -2,41 + 3,323 * X$	0,822	85,24	169,79	338,21	412,66	1,99

Annexe 22. Taux moyen de la mortalité (%) des larves L2 d'*E. ceratoniae*

Durée d'exposition	250 ppm	500 ppm	1000 ppm	1500 ppm	2000 ppm	DDL	F	P
24 heures	30,5	35,6	42,4	54,2	71,2	4	12,232	0,0007
48 heures	36,2	43,1	50,0	60,3	77,6	4	8,767	0,0026
72 heures	41,1	51,8	58,9	69,6	83,9	4	8,997	0,0024
96 heures	44,4	59,3	74,1	77,8	88,9	4	21,140	< 0,0001
120 heures	51,0	66,7	82,4	84,3	98,0	4	24,870	< 0,0001
144 heures	65,3	83,7	91,8	98,0	100,0	4	25,593	< 0,0001

Annexe 23. Paramètres toxicologiques du *Bacillus thuringiensis* (concentrations létales) sur les larves L2

Durée d'exposition	Droite de régression	R ²	CL16	CL50	CL84	CL90	Slope
24 heures	$Y = 1,827 + 1,06 * X$	0,834	113,55	984,91	8542,87	15938,70	8,67
48 heures	$Y = 1,95 + 1,08 * X$	0,835	80,03	666,92	5557,86	10250,40	8,33
72 heures	$Y = 1,83 + 1,193 * X$	0,882	66,61	454,12	3095,85	5388,07	6,82
96 heures	$Y = 1,518 + 1,373 * X$	0,960	64,44	334,26	1733,95	2788,91	5,19
120 heures	$Y = 0,317 + 1,911 * X$	0,843	85,14	282,20	935,31	1321,88	3,31
144 heures	$Y = -2,369 + 3,113 * X$	0,798	111,61	232,90	486,00	600,98	2,09

Annexe 24. Taux moyen de la mortalité (%) des larves L3 d'*E. ceratoniae*

Durée d'exposition	250 ppm	500 ppm	1000 ppm	1500 ppm	2000 ppm	DDL	F	P
24 heures	16,7	21,7	33,3	40,0	46,7	4	4,250	0,0289
48 heures	23,3	28,3	41,7	51,7	58,3	4	4,719	0,0213
72 heures	31,7	41,7	53,3	60,0	66,7	4	8,320	0,0032
96 heures	44,1	45,8	61,0	71,2	71,2	4	9,227	0,0022
120 heures	47,3	50,9	69,1	80,0	87,3	4	15,659	0,0003
144 heures	54,5	60,0	81,8	90,9	98,18	4	19,079	0,0001

Annexe 25. Paramètres toxicologiques du *Bacillus thuringiensis* (concentrations létales) sur les larves L3

Durée d'exposition	Droite de régression	R ²	CL16	CL50	CL84	CL90	Slope
24 heures	$Y = 1,609 + 0,990 * X$	0,984	2662,27	2662,27	26902,83	52456,34	5,55
48 heures	$Y = 1,636 + 1,068 * X$	0,970	1411,93	1411,93	12050,15	22377,56	4,77
72 heures	$Y = 2,017 + 1,023 * X$	0,982	824,01	824,01	7728,13	14747,54	5,19
96 heures	$Y = 2,601 + 0,901 * X$	0,921	459,83	459,83	5839,43	12162,33	6,85
120 heures	$Y = 1,519 + 1,361 * X$	0,927	361,14	361,14	1942,63	3157,47	3,19
144 heures	$Y = -0,129 + 2,082 * X$	0,884	290,73	290,73	873,30	1199,66	2,00

Annexe 26. Taux moyen de la mortalité (%) des larves L4 d'*E. ceratoniae*

Durée d'exposition	250 ppm	500 ppm	1000 ppm	1500 ppm	2000 ppm	DDL	F	P
24 heures	8,3	10,0	11,7	15,0	11,7	4	1,038	0,4345
48 heures	13,3	16,7	25,0	33,3	45,0	4	4,991	0,0179
72 heures	20,3	30,5	33,9	47,5	59,3	4	10,460	0,0013
96 heures	32,1	50,0	50,0	58,9	69,6	4	8,330	0,0032
120 heures	40,0	60,0	61,8	70,9	78,2	4	4,293	0,0281
144 heures	44,4	63,0	74,1	77,8	88,9	4	20,714	< 0,0001
168 heures	62,7	78,4	88,2	96,1	96,1	4	10,867	0,0012

Annexe 27. Paramètres toxicologiques du *Bacillus thuringiensis* (concentrations létales) sur les larves L

Durée d'exposition	Droite de régression	R ²	CL16	CL50	CL84	CL90	Slope
24 heures	$Y = 2,909 + 0,3 * X$	0,726	4518,56	9332543,01	19275249131,91	174582215292,05	2065,38
48 heures	$Y = 1,277 + 1,05 * X$	0,930	396,80	3513,29	31106,93	58382,91	8,85
72 heures	$Y = 1,546 + 1,076 * X$	0,913	193,10	1621,95	13623,66	25183,45	8,40
96 heures	$Y = 2,361 + 0,924 * X$	0,890	60,22	717,89	8557,74	17501,43	11,92
120 heures	$Y = 2,367 + 1,015 * X$	0,929	41,14	392,73	3748,79	7190,33	9,55
144 heures	$Y = 1,625 + 1,352 * X$	0,955	57,64	313,55	1705,61	2781,19	5,44
168 heures	$Y = 0,450 + 1,989 * X$	0,956	61,32	193,90	613,17	854,92	3,16

Annexe 28. Taux moyen de la mortalité (%) des larves L5 d'*E. ceratoniae*

Durée d'exposition	250 ppm	500 ppm	1000 ppm	1500 ppm	2000 ppm	DDL	F	P
24 heures	3,3	5,0	6,7	5,0	10,0	4	0,649	0,6405
48 heures	11,7	13,3	23,3	30,0	33,3	4	6,296	0,0085
72 heures	18,6	20,3	39,0	44,1	55,9	4	24,551	< 0,0001
96 heures	26,8	35,7	46,4	55,4	67,9	4	41,819	< 0,0001
120 heures	35,7	42,9	50,0	60,7	76,8	4	18,084	0,0001
144 heures	40,0	50,9	61,8	70,9	78,2	4	13,928	0,0004
168 heures	50,0	63,0	74,1	77,8	88,9	4	8,779	0,0026

Annexe 29. Paramètres toxicologiques du *Bacillus thuringiensis* (concentrations létales) sur les larves L5

Durée d'exposition	Droite de régression	R ²	CL16	CL50	CL84	CL90	Slope
24 heures	$Y = 2,05 + 0,47 * X$	0,690	14475,66	1890582,98	246918250,68	1007869389,71	130,60
48 heures	$Y = 1,55 + 0,91 * X$	0,954	499,29	6183,14	76571,28	158328,99	12,38
72 heures	$Y = 1,16 + 1,18 * X$	0,929	257,89	1795,71	12503,57	21894,70	6,96
96 heures	$Y = 1,62 + 1,13 * X$	0,954	129,14	979,83	7434,28	13344,73	7,59
120 heures	$Y = 1,942 + 1,081 * X$	0,856	81,07	674,31	5608,46	10337,87	8,32
144 heures	$Y = 2,05 + 1,11 * X$	0,981	57,77	454,63	3577,70	6490,11	7,87
168 heures	$Y = 2,047 + 1,217 * X$	0,9410	40,67	266,97	1752,39	3016,75	6,56

RÉSUMÉ

Dans les zones arides, les dattes ont représenté un fruit providentiel, un des piliers de l'économie oasienne, procurant la stabilité des établissements humains et assurant une diversité de l'alimentation. En outre, traditionnellement les dattes sont utilisées en tant que remède.

Les changements globaux, le raccourcissement du cycle phénologique, l'infestation par la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* (Zeller, 1839) constituent autant de menaces sur la durabilité de cet écosystème oasien. Aussi, compte tenu de l'importance économique de cette seule culture exportée, il est important d'assurer une veille écologique sur le long terme

Dans le cadre de cette thèse, j'ai cherché à mieux comprendre les interactions plante-pyrale, cette étude apparaît donc être intéressante d'une part dans un contexte de lutte biologique, d'une autre part dans une recherche fondamentale.

Je présente d'abord une étude bioécologique et une répartition spatiotemporelle de l'espèce sur trois ans de suivi et dans trois régions différentes dans la région de Biskra. Ensuite, nous avons donc réalisé en laboratoire une expérience à l'aide des différences qualitatives entre les variétés de dattes utilisées dans la nourriture de l'insecte afin de déterminer l'impact de ces variations sur l'alimentation et les performances biologiques de la pyrale des dattes, cela par deux méthodes : La première est l'étude des indices nutritionnels. La deuxième méthode est l'étude du comportement alimentaire de l'insecte vis-à-vis les trois variétés et leurs extraits, cela par des tests olfactifs en enceinte close et en olfactomètre. Puis, nous avons réalisé une étude toxicologique de trois biopesticides, l'Azadirachtine, le *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* et le Spinosad dans le but de déterminer principalement en laboratoire, la toxicité de ces molécules sur les différents stades larvaires d'*E. ceratoniae* et d'étudier également leurs effets différés sur la croissance, la reproduction et le développement de la pyrale des dattes.

Enfin, nous concluons sur l'ensemble du travail et nous émettons quelques perspectives de travaux ultérieurs.

L'étude du niveau d'infestation de la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* Zeller sur trois variétés de palmiers dattiers (*Deglet Nour*, *Mech Degla* et *Ghars*) dans la région de Biskra a montré que les deux variétés *Deglet Nour* *Mech Degla* sont plus infestées par l'*E. ceratoniae* comparativement à la variété *Ghars*. Le suivi de la dynamique de population de la pyrale à l'aide des pièges à phéromones (AA TRAP EC) nous a permis de constater la présence de trois générations successives et chevauchantes.

Les tests effectués pour essayer de décrypter le comportement alimentaire d'*E. ceratoniae* ont permis d'abord de montrer l'existence des molécules qui guident les individus des différents stades testés vers la source odorante. On a caractérisé l'attractivité des différents stades en fonction d'odeurs. Nos tests, en enceinte close et olfactomètre (tube Y.) montrent des différences d'attraction entre les différents stades de développement de la pyrale. Nous avons pu caractériser l'attractivité des stades en fonction du temps ainsi que les aliments attractifs.

Pour l'étude toxicologique des trois bio-pesticides utilisés contre la pyrale des dattes on a remarqué que les taux de mortalité sont proportionnels aux différentes doses utilisées, quel que soit la durée d'exposition des larves au produit. Nous avons aussi déterminé que le Spinosad diminue fortement le taux de fertilité des femelles et des œufs même avec l'utilisation des doses très faible. Le *Bacillus thuringiensis* est prometteur comme larvicide contre l'*Ectomyelois ceratoniae*

Mots clés : Zones arides, palmier dattier, pyrales des dattes *Ectomyelois ceratoniae*, potentiel biologique, comportement alimentaire, essai toxicologique.

ABSTRACT

Bioecological study and spatio-temporal distribution of the date moth *Ectomyelois ceratoniae* Zeller, 1839 (Lepidoptera, Pyralidae) in Oases of Biskra. Study of feeding behavior and Control assay

In arid zones, dates represented a providential fruit, a pillar of oasis economy, providing stability of human settlements and ensuring food diversity. In addition, traditionally dates are used as remedy.

Global changes, shortening the phenological cycle, infestation of *Ectomyelois ceratoniae* (Zeller, 1839), constitute threats to the sustainability of this oasis ecosystem. Also, given the economic importance of this single export crop, it is important to ensure ecological watch over the long term.

As part of this thesis, I tried to understand the plant-moth interactions, this study appears therefore to be interesting firstly in the context of biological control, on the other hand in a basic research.

First, I present a bio-ecological study and spatiotemporal distribution of the species over three years of monitoring and in three different regions in the Biskra region. Then we have therefore made a laboratory experiment using qualitative differences between the varieties of dates used in food for the insect to determine the impact of these changes on food and biological performance of borer dates, it by two methods: the first is the study of nutritional indices. The second method is the study of feeding behavior of the insect towards the three varieties and their extracts, it by olfactory tests in-vessel and olfactometer. Then we conducted a toxicological study of three biopesticides, the Azadirachtin, *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* and spinosad in order to determine primarily in the laboratory, the toxicity of these molecules on different larval stages of *E. ceratoniae* and also study their delayed effects on growth, reproduction and development of date moth.

Finally, we conclude on the overall work and we send some prospects of further work.

The study of the level of infestation of the date moth *Ectomyelois ceratoniae* Zeller on three varieties of date palms (Deglet Nour, Mech Degla and Ghars) in the region of Biskra showed that both varieties Deglet Nour and Mech Degla are infested compared to Ghars variety.

Monitoring the population dynamics of the moth with pheromone traps (AA TRAP EC) has enabled us to see the presence of three successive and overlapping generations.

Tests conducted to try to decipher the feeding behavior of *E. ceratoniae* allowed first to show the existence of the molecules that guide individuals to different stages tested the odor source. We characterized the attractiveness of different stages in terms of smell. Our tests in closed chamber and Olfactometer (Y. tube) show differences of attraction between the different development stages of the moth. We have characterized the attractiveness of stages as a function of time as well as attractive food.

For the toxicological study of three bio-pesticides used against *Ectomyelois ceratoniae*, we noticed that the mortality rate is proportional to the dose levels used, regardless of the duration of exposure of larvae to the product. We also determined that Spinosad greatly reduces the fertility of females and even eggs with the use of very low doses. *Bacillus thuringiensis* is promising as a larvicide against the *Ectomyelois ceratoniae*.

Keywords: Arid region, date palm, date moth *Ectomyelois ceratoniae*, biological potential, feeding behavior, toxicity test.

ملخص

دراسة حيوية بيئية والتوزيع الزمني المكاني لفراشة التمرور *Ectomyelois ceratoniae* Zeller., 1839 (Lepidoptera, Pyralidae) في واحات بسكرة. دراسة سلوك التغذية وتجربة مكافحة .

في المناطق القاحلة، تمثل التمرور فاكهة مقدسة، دعامة لاقتصاد الواحات، وتوفير الاستقرار للمستوطنات البشرية وضمان تنوع الغذاء. وبالإضافة إلى ذلك، يتم استخدام التمرور تقليديا كعلاج. التغيرات العالمية، وتقصير الدورة الفيزيولوجية، إصابة التمرور بسوسة التمر (*Ectomyelois ceratoniae*)، تشكل تهديدا لاستدامة هذا النظام البيئي. أيضا، نظرا للأهمية الاقتصادية لهذا المحصول الوحيد المصدر، فمن المهم لضمان مراقبة بيئية على المدى الطويل وكجزء من هذه الأطروحة، حاولنا فهم التفاعلات بين النبات العائل و سوسة التمر ، وبالتالي يبدو أن هذه الدراسة ستكون مثيرة للاهتمام أولا في سياق مكافحة البيولوجية، من ناحية أخرى في البحوث الأساسية.

أولا، أقدم دراسة حيوية بيئية والتوزيع الزمني المكاني للحشرة على مدى ثلاث سنوات من الرصد وفي ثلاث مناطق مختلفة في منطقة بسكرة. ثم قمنا بالتالي جعل تجربة في المختبر باستخدام الاختلافات النوعية بين أصناف من التمرور المستخدمة في تغذية الحشرات لتحديد أثر هذه التغيرات على الغذاء و الأداء البيولوجي للحشرة، بفضل طريقتين: الأولى هي دراسة المؤشرات الغذائية. الأسلوب الثاني هو دراسة سلوك التغذية من الحشرات وجها لوجه مع الأصناف الثلاثة من التمرور، وذلك باختبارات الشم في علبة زجاجية و olfactometer. ثم أجريت دراسة السمية لثلاثة مبيدات حيوية، Azadirachtine و *Bacillus thuringiensis* var. kurstaki و Spinosad من أجل تحديد في المختبر، سمية هذه الجزيئات على مراحل اليرقات مختلفة من *E. ceratoniae* وأيضا دراسة تأخر آثارها على النمو والتكاثر والتنمية من سوسة التمرور.

وأخيرا، فإننا نختم موضوعنا بشكل عام ونرسل بعض الاحتمالات لمزيد من العمل. أظهرت دراسة مستوى الإصابة بفراشة *Ectomyelois ceratoniae* على ثلاثة أصناف من نخيل التمر (دقلة نور، مش دقلة وغرس) في منطقة بسكرة أن كلا من أصناف دقلة نور ومش دقلة هي الأكثر إصابة مقارنة بغرس. رصد الديناميات الموسمية من السوسة بفضل الفخاخ الفرمونية (AA TRAP EC) مكن لنا أن نرى وجود ثلاثة أجيال متعاقبة ومتداخلة.

التجارب التي أجريت لمحاولة فك سلوك التغذية سمحت لنا أولا باظهار وجود الجزيئات التي توجه الأفراد من مختلف مراحل السوسة نحو مصدر الرائحة. تمكنا أيضا من تمييز جاذبية المراحل المختلفة من حيث الرائحة. تجاربنا في غرفة مغلقة و Olfactometers (أنبوب Y). تظهر الاختلافات في الجاذبية بين مراحل النمو المختلفة من السوسة. لقد تمكنا من وصف الجاذبية لكل المراحل حسب الوقت وكذلك جاذبية الطعام.

دراسة السمية لثلاثة مبيدات حيوية المستخدمة ضد *Ectomyelois ceratoniae* لاحظنا أن معدل وفيات يتناسب مع مستويات الجرعة المستخدمة، بغض النظر عن مدة التعرض من اليرقات لهذا المنتج. استنتجنا أيضا أن spinosad يقلل بدرجة كبيرة من خصوبة الإناث وحتى البيض مع استخدام جرعات منخفضة للغاية. استخدام *Bacillus thuringiensis* كمبيد واعد ليرقات *Ectomyelois ceratoniae*

كلمات البحث: المناطق الجافة، نخيل التمر، *Ectomyelois ceratoniae*، إمكانات بيولوجية، سلوك التغذية، اختبار السمية.