



ةير و همجلا ةيرنازجلا ةيطارقميدلا ةيبعشنا
République Algérienne Démocratique et Populaire
قرازو ميلعتلا يلاعلا شحبلا و يملعلا



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Mohamed Khider Biskra

Faculté des sciences exactes et sciences de la nature et de la vie

Département des Sciences Agronomiques

THÈSE

Pour l'obtention du Diplôme de Doctorat En Sciences Agronomiques

**Evaluation des caractéristiques biologiques
d'*Ectomyelois ceratoniae* (Zeller, 1839) (Lepidoptera,
pyralidae) dans les conditions naturelles et contrôlées.
Stockage, conservation et lutte**

Présenté par : Mohamed Kamel BENSALAH

Devant le jury composé de :

Président	Mr BELHAMRA M.	Professeur	Université Khider M. Biskra
Promoteur	Mr OUAKID M.L.	Professeur	Université Badji M. Annaba
Examineurs:	Mme HABBACHI W.	Maitre de conférences A	Université Badji M. Annaba
	Mr TARAÏ N.	Maitre de conférences A	Université Khider M. Biskra
	Mr ADAMOÛ A.	Maitre de conférences A	Université Tledji A. Laghouat

Année Universitaire : 2014 - 2015

REMERCIEMENTS

Ces quelques lignes vont me permettre de remercier toutes les personnes qui m'ont beaucoup apporté au niveau scientifique mais aussi personnel, et sans qui, mon travail n'aurait pu aboutir.

En tout premier lieu, je remercie, Monsieur BELHAMRA Mohamed Professeur à l'Université Mohamed KHIDER de m'avoir fait l'honneur de présider le jury de ma thèse. Malgré vos multiples occupations et responsabilités vous avez toujours su m'apporter les conseils scientifiques judicieux qui s'imposent. Vos conseils et remarques pertinents m'ont toujours poussé à faire mieux. A vrai dire je ne saurai assez vous exprimer ma reconnaissance et ma profonde gratitude.

Je remercie vivement Madame HABBACHI Wafa maitre de conférences A à Université Badji Mokhtar. Annaba d'avoir accepté de juger ce travail et de faire partie de mon jury. Qu'elle trouve ici, l'expression de ma profonde gratitude.

A vous, Monsieur TARAÏ Nacer maitre de conférences A à l'Université Mohamed KHIDER Biskra, je vous adresse mes sincères remerciements pour l'honneur que vous me faites en acceptant de participer à mon jury.

Je tiens à remercier également Mr ADAMOU maitre de conférences A à l'Université TLEDJI Amar Laghouat, 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 tiens à exprimer mes plus vifs remerciements à Mr le professeur OUAKID Mohamed Laid qui fut pour moi un directeur de thèse attentif et disponible malgré ses nombreuses charges. Sa compétence, sa rigueur scientifique et son entendement m'ont beaucoup appris. Pour sa disponibilité à comprendre et à communiquer et sans oublier ses précieuses intuitions. Je tiens particulièrement à le remercier de la liberté d'action qu'il m'a donnée à chaque étape de cette aventure. Sincèrement, grâce à lui j'ai pu apprendre beaucoup de choses dont certaines sont fortes utiles pour mes travaux académiques bien sûr, mais aussi des choses importantes pour mon développement personnel. Grâce à lui aussi j'ai pu valoriser mes travaux en me mettant en relation avec plusieurs spécialistes de mon domaine de recherche. Je n'oublie la justesse de vos critiques a été très constructive et utile. Elles ont été et resteront des moteurs de mon

travail de chercheur. J'espère avoir été digne de la confiance qu'il m'ait accordée et que ce travail est finalement à la hauteur de ses espérances. Quoi qu'il en soit, j'ai beaucoup appris à ses côtés et je suis très honoré de l'avoir eu pour encadrant. Je lui exprime ma très profonde gratitude.

Mes sincères remerciements s'adressent à Mme Dr LAKHDARI F. directrice générale du C.R.S.T.R.A.

Je remercie profondément Monsieur GUIMEUR Kamel chef du département des sciences agronomiques (U.M.K. Biskra), pour le soutien moral.

Je remercie également mes amis enseignants du département des sciences agronomiques de l'U.M.K. Biskra.

Je remercie vivement Mrs CHAFAA Smail et SIBACHIR Abdelkarim pour leur soutien moral et leur encouragement.

Je tiens à remercier également tous les ingénieurs et les techniciens de la station régionale de la protection des végétaux de Biskra (SRPV).

Mes remerciements à Mme KAMELI M. Ingénieur en statistique à la station expérimentale des Bioressources des Ziban El Outaya (CRSTRA) pour sa contribution très efficace à la réalisation des analyses statistiques. Ton aide et ton soutien m'ont été précieux.

Je remercie vivement Melle FARHI Kamelia pour ses encouragements et son soutien pour la finalisation de ma thèse.

Je tiens à remercier également tous les chercheurs, ingénieurs et techniciens de la station expérimentale des Bioressources des Ziban El Outaya (C.R.S.T.R.A.).

Mes sincères remerciements à mes chers amis : M^{me} SALHI A., M^{me} CHIKH Y., MEHAOUA M.S., TABIB R., BOUBAKEUR N., SANA A., MAATALLAH S., MAATALAH A. et MENACER S., DROUAI H., HADJEB A., MESAK M.R., ROUMANI M. BENGUAGA Z. DJOUDI A.M., et BERDJOUH D.

Mes chaleureux remerciements vont également à tous mes étudiants que j'ai encadrés durant mon parcours de recherche.

Mes sincères remerciements vont aussi à Mr GHOLAM Atia propriétaire du site d'étude pour sa gentillesse et sa coopération sans limite.

Je remercie vivement Mr BENSALAH Nabil Directeur de la station de la météorologie de Biskra de nous avoir fourni des données climatiques de la région de Biskra.

Je remercie vivement Mrs DUCOM Patrick et CIESELA Yann pour leur accueil chaleureux et fructueux au niveau du laboratoire du LNDS Bordeaux.

A tous ceux qui ont contribué de près ou de loins à la réalisation de ma thèse je leur dis merci infiniment.

SOMMAIRE	Page
1-INTRODUCTION	1
2-MATERIEL ET METHODES	8
2.1- Présentation de la région de Tolga	8
2.1.1- Présentation du site d'étude de Magtoufa	8
2.2- Elevage de la pyrale	9
2.3- Etude du développement	13
2.3.1- Stades larvaires	13
2.3.2- Biométrie des stades larvaires	14
2.3.3- Cycle de vie	15
2.3.4- La durée de vie du mâle et de la femelle	16
2.3.5- Sex-ratio	16
2.4- Etude de la reproduction	16
2.4.1- Durée d'accouplement	17
2.4.2- Nombre de ponte	17
2.4.3- Œufs pondus par femelle	18
2.4.4- Incubation des œufs	18
2.4.5- Fertilité des œufs	18
2.5- Dynamique des populations en fonction des paramètres écologiques	19
2.6- Lutte	22
2.6.1- Microbiologique	22
2.6.1.1- <i>Bacillus thuringiensis</i> Var. kurstaki	22
2.6.2- Biologique	26
2.6.2.1- Présentation des auxiliaires autochtones	26
2.6.2.1.1- <i>Bracon hebetor</i> Say	26
2.6.2.1.2- <i>Phanerotoma flavitestacea</i> Nees	31
2.6.3- Physique	34
2.6.3.1- Présentation des gaz	34
2.6.3.1.1- Bromure de Méthyle	34
2.6.3.1.2- Phosphore d'aluminium (PH₃)	36
2.6.3.1.3- La chaleur	42
2.7- Analyse statistique	45
3- RESULTATS	46

3.1- Bio-écologie de la pyrale.....	46
3.1.1- Dynamique des populations en fonction des paramètres écologiques.....	46
3.1.2- Analyse statistique.....	48
3.1.2.1- Corrélation.....	48
3.1.2.2- Analyse de la variance.....	49
3.2- Etude du développement de la pyrale.....	50
3.2.1- Stades larvaires.....	50
3.2.2- Biométrie des stades larvaires.....	50
3.2.3- Cycle de vie.....	50
3.2.4- Durée de vie des femelles.....	51
3.2.5- Durée de vie des mâles.....	51
3.2.6- Sex-ratio de la pyrale.....	51
3.3- Etude de la reproduction de la pyrale.....	52
3.3.1- Durée d'accouplement.....	52
3.3.2- Nombre de pontes.....	52
3.3.3- Œufs pondus par femelle.....	52
3.3.4- Incubation des œufs.....	52
3.3.5- Fertilité des œufs.....	52
3.4- Analyse statistique des paramètres biologiques de la pyrale.....	52
3.5- Techniques de lutte.....	56
3.5.1- Microbiologique.....	56
3.5.1.1- <i>Bacillus thuringiensis</i> Var. <i>kurstaki</i>	56
3.5.2- Biologique.....	59
3.5.2.1- <i>Bracon hebetor</i>	59
3.5.2.1.1- Activité parasitaire de <i>Bracon</i> sur les larves de la pyrale.....	59
3.5.2.2- <i>Phanerotoma flavitestacea</i>	60
3.5.2.2.1- Activité parasitaire de <i>Phanerotoma</i> sur les œufs de la pyrale.....	60
3.5.3- Physique.....	62
3.5.3.1- Gaz.....	62
3.5.3.1.1- Bromure de Méthyle (CH ₃ Br).....	62
3.5.3.1.2- PH ₃	62

3.5.3.1.2.1- Phosphine avec ammoniac 48h et 72h (Enceinte 120 litres).....	62
3.5.3.1.2.2- Phosphine pure sans ammoniac 48h et 72h (Enceinte 11 litres).....	64
3.5.3.2- Chaleur.....	66
3.5.3.2.1- Traitement des larves néonates de la pyrale aux températures 53°C et 60°C pendant 15 mn et 30 mn.....	71
3.5.3.2.2- Traitement des stades larvaires (L ₁ L ₂ L ₃ L ₄ et L ₅) de la pyrale aux températures de 50°C 53°C et 58°C pendant 7 mn et 15 mn.....	72
4- DISCUSSION	74
CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES	94
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	98
Résumé	115
Abstract	116
ملخص	117

Liste des figures	Page
Figure 1 - Localisation de la zone d'étude de Magtoufa (Tolga, Biskra).....	9
Figure 2 – Site d'étude.....	9
Figure 3 - Evolution de la température et l'humidité relative dans la chambre d'élevage..	10
Figure 4 - Capture adulte, mises en accouplement et incubation.....	10
Figure 5 - Les constituants du milieu artificiel d'élevage de la pyrale.....	11
Figure 6 - Déversement des œufs dans le milieu artificiel d'élevage et incubation.....	12
Figure 7 - Larve mâle de la pyrale des dattes (Gr x 40).....	13
Figure 8 - Chrysalide de la pyrale près du trou de sortie.....	13
Figure 9 - Capsule céphalique de la pyrale.....	14
Figure 10 - Mesure de la longueur de la larve de la pyrale.....	15
Figure 11 - Accouplement de la pyrale des dattes et ponte.....	17
Figure 12 - Les différents modes de disposition des œufs.....	18
Figure 13 – Œufs fertiles de la pyrale.....	19
Figure 14 - Position du piège sur le palmier.....	21
Figure 15 - Présentation du piège à phéromone Delta Trap Russell IPM.....	21
Figure 16 - DiPel 8L.....	24
Figure 17 - Traitement par le Btk dans la palmeraie au stade de la datte fin Blah et debut B'ser.....	25
Figure 18 - Traitement par le Btk au stock.....	25
Figure 19 - Effet du Btk sur la pyrale L1.....	26
Figure 20 - Aspect des dattes traitées par le <i>Bacillus thuringiensis</i> Kurstaki.....	26
Figure 21 – Femelles de <i>B. hebetor</i> piquant son hôte (Gr X40).....	28
Figure 22 – Œufs de <i>B. hebetor</i> sur le corps de la chenille-hôte (Gr X50).....	28
Figure 23 – Larves de différentes tailles de <i>B. hebetor</i> sur la chenille de la pyrale.....	29
Figure 24 – Tissage des cocons (pré-nymphose) (Gr X50).....	29
Figure 25 – Opercule de sortie de l'imago de <i>B. hebetor</i> (Gr X40).....	30

Figure 26 – Oviposition de <i>P. flavitestacea</i> dans l’œuf de la pyrale (Gr X40).....	31
Figure 27 – Chenille-hôte de <i>P. flavitestacea</i> (Gr X40).....	32
Figure 28 – Sortie de la larve de <i>P. flavitestacea</i> de la chenille-hôte (Gr X40).....	33
Figure 29 - Pesée des échantillons à traiter.....	35
Figure 30 - Enregistreur de la température et de l’humidité Captssystemes®.....	38
Figure 31 - Concentration de PH ₃ en fonction de la température.....	38
Figure 32 - Phosphinomètre à cellule électrochimique, Modèle MX2100 de Oldham.....	39
Figure 33 - Appareils de mesure du PH ₃	39
Figure 34 - Différentes formulations de la Phosphine.....	40
Figure 35 - Phosphine pure gazeuse sous pression dans l'azote.....	40
Figure 36 - Traitement des dattes à la phosphine pure gazeuse sous pression.....	41
Figure 37 : Mesure de la teneur en eau.....	41
Figure 38 - Traitement avec pilules de phostoxin, (enceinte 11 litres).....	41
Figure 39 - Capteur (Captssystem®) de T°C et d’H.R. placé au centre du four.....	42
Figure 40 - Captssystem® à différents endroits de l’étuve.....	43
Figure 41 - Captssystem® pour mesurer la température à la surface des dattes.....	43
Figure 42 - Dynamique des populations de la pyrale durant les quatre années de suivi....	46
Figure 43 – Evolution de la température et de l’humidité dans l’enceinte du Ch3 Br.....	62
Figure 44 - Evolution de la température et de l’humidité dans l’enceinte du phostoxin....	63
Figure 45 - Evolution de la température et de l’humidité dans l’enceinte du Frisin.....	64
Figure 46 - Evolution de la température et de l’humidité relative dans l’ambiance du four.....	66
Figure 47 - Evolution de la température et de l’humidité relative à la surface d’une caisse de dattes placée au centre du four.....	66
Figure 48 - Evolution de la température à l’intérieur d’une datte se trouvant au milieu d’une caisse contenant des dattes placée au centre du four.....	67
Figure 49 - Evolution de la température dans l’ambiance du four pendant la cuisson.....	67
Figure 50 - Evolution de la température à la surface d’une caisse remplie de dattes pendant la phase de la cuisson.....	67
Figure 51 - Evolution de la température à l’intérieur d’une datte placée au milieu d’une caisse pendant la cuisson.....	67

Figure 52a - Evolution des températures dans le four, une caisse de dattes et dans une datte.....	68
Figure 52b – Evolution des températures et de l’humidité dans le four, une caisse de dattes et dans une datte.....	69
Figure 53 - Evolution de la température et humidité pour traitement 2h.....	70

Liste des tableaux	Page
Tableau 1: Suivi de l'infestation à différents niveaux sol et branchettes.....	48
Tableau 2: Corrélation entre le stade phenologique et la capture par mois.....	48
Tableau 3: Corrélation entre les captures par mois et la pluviométrie.....	49
Tableau 4: Stade phenologique et la température moyenne.....	49
Tableau 5: Anova entre nombre de capture et les températures moyennes mensuelles.....	49
Tableau 6: Le suivi du cycle des différents stades larvaires de la pyrale.....	50
Tableau 7: La biométrie des stades larvaires.....	50
Tableau 8: Cycle de vie du mâle et de la femelle.....	50
Tableau 9: Sex-ratio <i>E. ceratoniae</i>	51
Tableau 10: Corrélation entre le nombre total des œufs et le nombre de pontes...	52
Tableau 11: Corrélation entre Nombre total des œufs et la durée d'accouplement.....	53
Tableau 12: Corrélation entre Nombre de pontes et la fertilité.....	53
Tableau 13: Corrélation entre nombre total des œufs et nombre des œufs éclos.	53
Tableau 14: Corrélation entre le nombre des œufs éclos et la durée d'incubation des œufs.....	54
Tableau 15: Corrélation entre le nombre total des œufs et la longévité femelle...	54
Tableau 16: Corrélation entre la fertilité et la longévité des mâles.....	54
Tableau 17: Corrélation entre la longévité des mâles et la durée d'accouplement.	55
Tableau 18: Analyse de la variance entre la fertilité et le nombre total des œufs éclos.....	55
Tableau 19: Analyse de la variance entre le nombre de ponte et la longévité femelles.....	55
Tableau 20: Résultat du traitement de la pyrale par le Btk au laboratoire.....	56
Tableau 21: Résultat du traitement contre la pyrale des dattes dans le site d'étude.....	57
Tableau 22: Résultats du traitement au Btk au niveau du stock.....	58
Tableau 23: Cycle biologique de <i>Bracon hebetor</i> dans les conditions contrôlées	59
Tableau 24: Activité parasitaire de <i>Bracon hebetor</i> sur 5, 10 et 15 larves.....	59
Tableau 25: Cycle biologique de <i>Phanerotoma flavitestacea</i> dans les conditions contrôlées.....	60
Tableau 26: Activité parasitaire de <i>Phanerotoma</i> sur les œufs de la pyrale.....	60
Tableau 27: Efficacité du traitement au Bromure de Méthyle.....	62
Tableau 28: Évolution des concentrations de la Phosphine avec ammoniac 48h et 72h.....	62
Tableau 29: Efficacité traitement au Phostoxin.....	63
Tableau 30: Evolution des concentrations de la phosphine.....	64

Tableau 31: Efficacité du Frisin 48h.....	65
Tableau 32: Efficacité du Frisin 72h.....	65
Tableau 33: Traitement de la chaleur.....	69
Tableau 34: Les taux d'éclosion des œufs après le traitement à la chaleur.....	71
Tableau 35: Les taux de mortalité des larves au stade baladeur après les traitements.....	71
Tableau 36: les taux de mortalité des différents stades larvaires après le traitement.....	72
Tableau 37: Les moyennes des taux de mortalité des larves après le traitement à la chaleur.....	73
Tableau 38: Moyennes des taux de mortalité.....	73

Liste des abréviations

APFA : Accession à la Propriété Foncière Agricole

D.S.A. : Direction des services agricoles

PNDA : Plan national de développement agricole

I.P.W. : Inspection phytosanitaire de wilaya

F.A.O. Stat : Food agriculture organisation statistique

1- INTRODUCTION

En Algérie, selon les statistiques récentes disponibles, la phoeniciculture occupe une superficie évaluée à près de 164 000 hectares pour un nombre de palmiers estimé à plus de 18 millions palmiers et une production de dattes, toutes variétés confondues, de près de 790.000 tonnes par an.

Les oasis offrent un potentiel important pour le développement national, dans la wilaya de Biskra une évolution remarquable du nombre des palmiers et de la production passant de la campagne agricole (1992/1993) de 1547183 palmiers productifs dont la production 656055 Qx à la campagne agricole (2013/2014) de 3894898 palmiers productifs dont la production 3770396 Qx. C'est durant trois événements successivement, soit, en 1983 avant le démarrage de la mise en valeur dans le cadre de l'APFA en 1999 soit à la veille de la mise en place du PNDA et en 2003 soit près 4 années d'exécutions du PNDA. La wilaya de Biskra est la première région phoenicicole avec 25,6% de la superficie totale, 23,1% du nombre total de palmiers dattiers, 37% de la production nationale de dattes, à une époque où, la promotion des exportations hors hydrocarbures relève des priorités de l'Etat, la situation des exportations de la datte ne reflète pas les dispositifs d'encouragement mis en place. Tous les plans engagés par le Gouvernement pour relancer cette activité n'ont pas abouti à des résultats probants. (D.S.A., 2015).

En 2010 selon le ministre de l'Agriculture et du Développement rural, Rachid Benaïssa, a souligné que l'Etat a classé la phoeniciculture parmi les filières stratégiques dans le cadre du renouveau de l'économie agricole et rurale. Il a indiqué que la production de dattes a été inscrite dans les dix programmes visant la sécurité alimentaire et qu'un programme spécial a été tracé pour la promouvoir « en filière stratégique vue son importance au niveau local comme activité productive ou au niveau de l'exportation » R. (2010).

Du point de vue production mondiale, l'Algérie occupe la 4^{ème} place du classement avec des productions de 644741,00 T (2010), 724894,00 T (2011), 789357,00 T (2012), 848199,00 T (2013) (F.A.O. Stat, 2014).

La nature particulière de cette espèce botanique et de ses exigences climatiques qui font de l'environnement oasien un milieu particulier (Munier, 1973). Par ailleurs, il constitue un milieu extrêmement favorable à l'installation et la prolifération de certains bio agresseurs (Messar, 1995).

Sur le plan sanitaire, le palmier dattier est soumis aux attaques de plusieurs ravageurs : sur le tronc et sur les dattes (Khoualdia et *al.*, 1995).

Leur importance varie en fonction du temps, d'une année à l'autre et des conditions climatiques du milieu environnant, mais surtout du degré de prévention et de protection entrepris (Al-haidary, 1979).

(Dakhia et *al.*, 2013), Parmi les plus redoutables actuellement, au plan économique, sont la pyrale des dattes (*Ectomyelois ceratoniae*) et le Boufaroua (*Oligonychus afrasiaticus*) quelque soit le bassin phoenicicole. Les dégâts de la pyrale débutent sur le palmier et se poursuivent dans les stocks, généralement causés par les larves de cet insecte, et qui déprécient la qualité des dattes, soit les fruits au moment de la vente (10 à 30%) et envahissent toutes les dattes stockées en 3 ou 4 mois (Orstom, 1979).

(Al-Thonyan et Abo Aiana 1999), ont remarqués que les taux d'infestation des dattes par les principaux ravageurs, à savoir la cochenille blanche, la pyrale des dattes et le Boufaroua, peuvent varier d'une année à l'autre. Par conséquent, les pertes de qualité des dattes occasionnées par ces ravageurs, peuvent différer aussi.

Selon Wertheimer (1958), Munier (1973), Doumandji-Mitiche (1985), Benaddoun (1987) et Raache (1990), notent qu'au moment de la récolte le taux d'infestation varie de 10% jusqu'à 80%. Ce taux varie selon les années et les conditions climatiques, (Belhout, 2012).

Idder (1984), a ajouté que ce taux puisse varier d'une variété à une autre et d'une année à l'autre.

Sedra, (2003) à souligné que la pyrale occasionne des dégâts au champ à la maturité des fruits qui varient de 1 à 4%, mais les dommages réels dans les lieux de stockage peuvent atteindre 70%.

Les normes d'exportation exigées sont de plus en plus sévères, notamment en ce qui concerne ce déprédateur. Puisque la polyphagie de cet insecte redoutable rend impossible l'intervention contre elle, ce qui met la commercialisation des dattes à l'échelle nationale et internationale confrontée à la détérioration de la qualité du fruit par son action, par conséquence, (Abdelmoutalib, 2009).

Le niveau d'infestation par la pyrale varie d'une année à une autre lié surtout à l'état phytosanitaire de la palmeraie et aux conditions climatiques. Plusieurs auteurs ont étudiés l'évolution de l'infestation dans des périodes différentes en Algérie et dans d'autres pays ont trouvés des taux variables. Il est connu comme teigne de la caroube, le ver du cou de la grenade et le papillon de la datte à travers le monde. *A. ceratoniae* (Synonyme : *Ectomyelois ceratoniae*) est polyphytophage qui endommage de nombreux arbres fruitiers, (Warner, 1988).

Wertheimer (1958) rapporte un pourcentage d'attaque supérieur à 10% et pouvant atteindre 30% en Afrique du Nord. Pour Munier (1973), le pourcentage de fruits véreux à la récolte est de 8 à 10%, mais cette proportion peut être plus élevée jusqu'à 80%. Dans les oasis tunisien, la culture de grenadier est en voie de disparition à cause des attaques de la pyrale qui peuvent atteindre jusqu'à 80% de la production, (Khoualdia et *al.*, 1995).

Doumandji-Mitiche (1983), signale qu'au sol, le pourcentage de fruits attaqués est de 42,5% à Ouargla et augmente au niveau des lieux de stockage jusqu'à 64,7%. Un taux de 2 à 10% de perte en moyenne (Nay et Perring, 2005), jusqu'à 57% dans certaines conditions, (Idder et *al.*, 2009).

En Tunisie, la teigne du caroube entraîne des pertes économiques avec des taux d'infestation assez élevés de l'ordre de 90 % sur grenades, surtout dans le sud du pays, 75 % sur pistache, et 20% sur la datte. Le gouvernement a établi un niveau d'infestation maximum de 5 % pour la datte destinée au marché d'exportation, (Vreysen et *al.*, 2006).

La pyrale des dattes est classée sur la liste A des organismes nuisibles dont la lutte est obligatoire (décret exécutif N° 95-387 du 28 novembre 1995).

Le suivi du taux d'infestation durant trois années successives pendant la période de la récolte des dattes dans la palmeraie de Magtoufa (Tolga – Biskra – Algérie) a permis d'obtenir les taux d'infestation suivants sur les dattes au niveau des régimes (branchettes) : 2011 (21,26%), 2012 (11,06%) et 2013 (20,64%).

L'ampleur des dégâts occasionnés par la pyrale sur la production dattière et de part son statut d'organisme nuisible dont la lutte est obligatoire classée sur la liste A (décret exécutif N° 95-387 du 28 novembre 1995) nécessite l'utilisation de tous les moyens de lutte pour la

combattre et pour réussir à bien affaiblir les dégâts de ce ravageur il faut bien connaître son comportement vis-à-vis les conditions climatiques à savoir la température et la pluviométrie, (Bensalah et Ouakid, 2013).

(Huffaker et autres, 1999 in Roy, 2002), indiquent que les insectes qu'ils soient bénéfiques ou nuisibles, jouent un rôle prédominant dans nos environnements agricoles, ce sont des organismes ectothermes et les facteurs climatiques interagissent sur la distribution géographique, sur le nombre de générations annuelles ainsi que sur l'abondance des arthropodes présents dans les écosystèmes agricoles.

Selon Mc Closkey et *al.* (2009), les insectes sont particulièrement sensibles aux variations climatiques puisque leur métabolisme, ainsi que plusieurs aspects reliés à leur cycle vital, dépendent majoritairement du régime thermique atmosphérique. Conséquemment, le climat est souvent identifié comme l'un des éléments majeurs responsables des fluctuations des densités de populations de lépidoptères.

La température compte parmi les paramètres abiotiques influençant le plus la répartition et l'abondance des espèces à la surface du globe (Sutherst, 2000). A cet effet, elle peut être décrite par des fonctions spécifiques associées à la survie, au développement et à la reproduction des individus, lesquelles fonctions peuvent également être utilisées afin de prédire le développement des populations et les interactions entre espèces au sein d'une communauté, (Gibert, 2012).

Pour prévoir les accroissements ou les diminutions des populations et de comprendre les influences environnementales sur les fluctuations des effectifs des populations (Cailly, 2011) ; Il apparaît intéressant d'intensifier l'étude de l'influence des autres facteurs climatiques (température, humidité relative et vent) sur la dynamique des populations de la pyrale des dattes ; Par définition l'étude de la variation dans l'espace et le temps de la taille et de la densité de la population d'une ou plusieurs espèces, (Begon et *al.*, 1990 ; Juliano, 2007 ; Cailly, 2011 In Vallières, 2013).

Étant donné que durant toute leur existence, la température conditionne les processus vitaux tels que la croissance, l'alimentation, la mobilité, le développement et la reproduction, (Plouffe, 2012).

Aujourd'hui, au moins la moitié des espèces d'insectes répertoriés s'alimentent au dépend au d'énormes biomasse fournie par les plantes vivantes. On les appelle les insectes phytophages. En particulier dans notre étude les ravageurs comme l'espèce d'*Ectomyelois ceratoniae* (Schoonhoven *et al.*, 1998), qui est considérée comme l'ennemi le plus redoutable du palmier dattier en Algérie, elle peut causer des dégâts considérables pouvant atteindre 20 à 30% de la production dattier dans le bassin méditerranéen, (Abdelmoutaleb, 2008).

Le seuil maximum fixé à l'exportation est de 3%, il est alors impératif de diminuer ce taux d'infestation à un niveau acceptable pour être concurrentiel (Dhouibi, 2000), il est couramment admis qu'un seuil de 5 % d'infestation est acceptable au delà le produit pourrait être refusé, ainsi que certains grands distributeurs européens demandant 0% d'infestation, (Bernard, 2000).

En Algérie les normes d'exportation des dattes sont fixées par les services de la protection des végétaux selon la nature des dattes les taux d'infestation admis sont : Deglet Nour catégorie branchette : 2%, la datte Deglet Nour standar : 4% et les dattes sèches : 4-5 %, (I.P.W. / D.S.A., 2011).

Pour répondre aux exigences des pays importateurs des taux d'infestation par le Myelois l'état algérien a initié annuellement dans le cadre du fonds national de développement agricole (FNDA), une opération de lutte chimique contre les plus importants ravageurs de la datte qui s'inscrit dans la cadre d'une stratégie nationale visant à protéger la production dattière des ravageurs nuisibles, afin d'améliorer la production et la qualité des dattes algériennes dans les wilayas productrices de dattes.

Une enveloppe financière a été consacrée par le ministère de l'agriculture et du développement rural (MADR) pour l'opération de lutte contre les parasites des palmiers dattiers des wilayas productrices qui varie d'une année à une autre. Un montant de 143,12 millions de dinars (2010), 96 millions de dinars (2012), 96 millions de dinars (2013), 85,7 millions de dinars (2014) et 88 millions de dinars (2015).

Malgré la réussite des applications des pesticides pour limiter les dégâts des ravageurs des cultures, le système oasien est très fragile et impose l'utilisation d'autres moyens pour combattre les ravageurs sur cette culture, (Dhouibi, 2000).

De même les normes de qualité commerciale du Groupe de travail des normes de qualité des produits agricoles, organe de la Commission Économique des Nations Unies pour l'Europe (CEE-ONU), exige que les dattes doivent être exemptes de parasites vivants, quel que soit leur stade de développement et exemptes d'attaques de parasites visibles à l'œil nu, y compris d'insectes et/ou acariens morts et de leurs résidus ou déjections, (Nations Unies, 2010).

(Von Hagen et *al.*, 2014), notent que le système HACCP (analyse des risques et maîtrise des points critiques) est un système de management de la sécurité alimentaire qui traite des risques physiques, chimiques et biologiques liés aux produits alimentaires. Le système HACCP permet aux opérateurs impliqués dans la chaîne alimentaire de mettre en place des mécanismes de contrôle préventif au niveau de la production et de la transformation. Il permet d'identifier plus facilement les risques potentiels en matière de sécurité alimentaire, d'arrêter les mesures correctives à prendre, de cerner les points critiques à maîtriser durant tout le processus de production, d'établir des niveaux minimaux et maximaux pour les substances potentiellement nocives, de mettre en place des processus de suivi, de définir des actions correctives lorsque les niveaux critiques ne sont pas atteints.

Pour répondre à ses besoins les dattes destinées à l'exportation sont désinsectisées par le Bromure de Méthyle. Par contre et suite au protocole de Montréal, le Bromure de méthyle, gaz couramment utilisé pour la désinsectisation des dattes, doit être remplacé. Les questions à se poser quelle serait l'alternative efficace et économiquement comparable au Bromure de Méthyle ? Quel serait le programme de lutte intégrée à proposer et qui répond aux exigences économiques, sanitaires et environnementales ?

Cependant, la spécificité de ces dattes à haute teneur en eau pose des problèmes au niveau de la désinsectisation, puisque tout traitement qui nécessite une longue durée d'exposition à une température supérieure à 10°C, entraîne un problème de fermentation de la datte sans, qui plus est, être efficace à 100%.

Comme alternative aux méthodes chimiques utilisées comme le Bromure de Méthyle (un fumigant sera progressivement éliminé en 2015 selon le protocole de Montréal) (Finkelman et *al.*, 2010), le traitement à la chaleur des dattes s'avère être très intéressant, il permet l'élimination de tous les stades de la pyrale (Rahmani, 1997).

Cependant, il est important de signaler que la datte est un produit thermosensible et que le traitement à la chaleur une fois non maîtrisé, peut affecter certaines propriétés physiques et biochimiques de la datte, ainsi, l'efficacité de cette technique dépend essentiellement des facteurs de température et durée de traitement, (Hilal et *al.*, 2005).

La lutte biologique peut être considérée comme une manière d'utiliser les ennemis des espèces, considérées comme nuisibles, pour en réguler la population en dessous d'un seuil acceptable. Dans la pratique, la lutte biologique est utilisée depuis les balbutiements de l'agriculture pour protéger les cultures contre des agresseurs occasionnant de grosses pertes de récolte, (Lydie, 2010).

Notre recherche a pour objectif d'étudier et évaluer les paramètres bioécologiques de la pyrale dans le terrain et au laboratoire afin de proposer des techniques de lutte non polluantes et non toxiques pour protéger la datte contre la pyrale des dattes *in Situ* et dans les magasins de stockage et qui répondent aux normes de l'exportation. Ces moyens, sont : les moyens physiques (chaleur et gaz), biologiques (auxiliaires autochtones) et microbiologique (*Bacillus thuringiensis* Var. *Kurstaki*).

Notre travail est scindé en trois parties, la première étudie la fluctuation des populations en utilisant les pièges à phéromones sexuelles dans la palmeraie en fonction des conditions écologiques à savoir la température et la pluviométrie durant quatre années (2010, 2011, 2012 et 2013).

La deuxième partie consacrée à l'étude de la biologie de la pyrale des dattes et la biologie de son cortège parasitaire autochtone.

La troisième partie prend en charge l'aspect de l'application et l'essai des différentes techniques de lutte en fonction de toutes les données bioécologiques de la pyrale en laboratoire et dans la palmeraie étudiés dans la deuxième partie.

2-MATERIEL ET METHODES

2.1- Présentation de la région de Tolga

A l'Ouest de Biskra s'étend le Zab Gherbi où sont localisées les palmeraies de tous les Ziban. Tolga située dans le Nord Ouest de la wilaya de Biskra est distant de 36 km du chef lieu. Elle est limitée au nord par les communes de Bitam et m'doukel (wilaya de Batna) au nord ouest des communes de Zarzour et Ouled Slimane (wilaya de M'sila) à l'ouest les communes de Chaiba et El Ghrouss au sud ouest les communes de Foughala Bordj Ben Azzouz au Sud par la commune de Lioua, au sud est il y a les communes de Lichana et Bouchagroune et au sud elle est limitée par la commune d'El Loutaya, (Bensalah, 2009).

La commune de Tolga se situe entre 4°92' et 5°52' de latitude nord et entre 34°67' et 35°09' de longitude ayant une superficie de 121400 hectares.

Tolga est incontestablement le pôle agro-commercial le plus attractif et le plus dynamique sur toute la région du Zab El Gharbi (Dubost et *al.*, 1998).

2.1.1- Présentation du site d'étude de Magtoufa

Toute la zone de Magtoufa échappe aux traitements phytosanitaires la certification de la datte biologique a débuté en 2003 par un organisme de certification canadien ECOCERT (Matallah, 2009).

Notre suivi a été réalisé dans une exploitation phoenicicole privée ayant une surface de 15 ha créée en 1982 dans le cadre de la mise en valeur produisant des dattes Deglet-Nour âgées de 30 ans de qualité biologique certifié par l'organisation Canadienne ECOCERT. Elle est située dans le périmètre de Magtoufa sis dans la commune de Tolga à une quarantaine de km au sud ouest du chef lieu de Wilaya et dont les coordonnées géographiques sont : 34°45' 091" de latitude nord et 5°23'056" de longitude est le nombre de palmiers dattiers est de 200 pieds variétés Deglet-Nour avec en plus un pied de Mech Degla un Ghars une Guettara et un pied de la variété Tantboucht. Aucun pied mâle n'est planté.

La densité de plantation varie entre 7 à 8 mètres la diversification n'est pas importante deux espèces arboricoles y sont présentes : le figuier plus de 400 pieds et quelques grenadiers en plus de quelques rosiers.

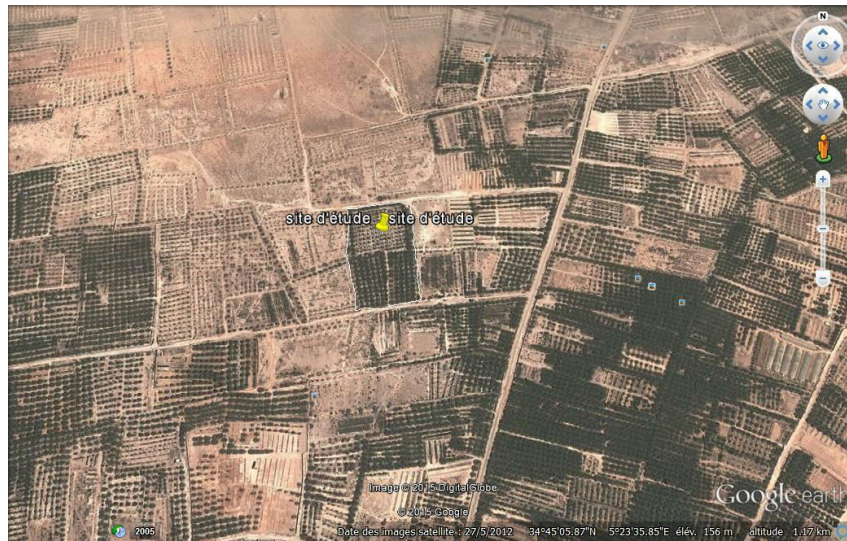


Figure 1- Localisation de la zone d'étude de Magtoufa (Tolga, Biskra)



Figure 2 – Site d'étude

2.2- Elevage de la pyrale

L'essentiel du travail de recherche durant quatre années depuis 2010 s'est effectué sur la souche d'*Apomyelois* (= *Ectomyelois*) *ceratoniae* Zeller, 1839 (Lepidoptera ; Pyralidae). Cette espèce est le modèle biologique de notre étude. Elle été choisie parmi plusieurs espèces qu'on peut les trouver dans les dattes en raison se son statut d'organisme de quarantaine de la liste A : Organismes nuisibles dont la lutte est obligatoire (Décret exécutif N° 95-387 du 5 Rajab 1416 correspondant au 28 novembre 1995 fixant la liste des ennemis des végétaux et les mesures de surveillance et de lutte qui leur sont applicables).

Pour suivre les différents paramètres biologiques de la pyrale il est nécessaire de lancer un élevage de masse de cette dernière. L'élevage a été conduit au niveau du laboratoire de la station régionale de la protection des végétaux (S.R.P.V.) avec une souche sauvage

d'*Apomyelois ceratoniae* provenant des dattes véreuses collectées des palmeraies certifiées « BIO » de la zone de Magtoufa située dans la région de Tolga.

Les dattes collectées ont été mis dans des paniers en plastique (dimensions) placés dans une chambre à ambiances contrôlées (température de $27\pm 1^\circ\text{C}$ et une humidité relative de $60\pm 5\%$ et une photopériode de 16 heures lumière et 8 heures obscurité) (Al-Izzi et *al.*, 1987 ; Al-Maliky et *al.*, 1988) afin d'accélérer l'émergence des papillons qui seront ensuite introduits dans les bocaux d'accouplement. Le but est bien évidemment de produire un très grand nombre de papillons adultes. Le stade adulte est en effet le stade le plus important puisqu'il sera à l'origine de la production d'œufs.

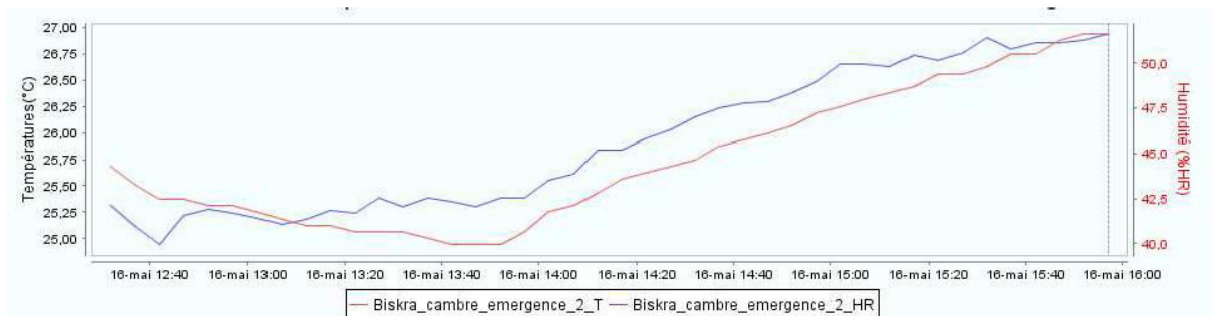


Figure 3 - Evolution de la température et l'humidité relative dans la chambre d'élevage

A l'aide d'un aspirateur d'insectes on récupère les adultes émergés des dattes. Ces adultes sont mis à l'intérieur des bocaux d'accouplement (bouteilles en plastique) pour favoriser la rencontre entre les deux sexes (mâles et femelles) (Fig. 4).



Figure 4 - Capture des adultes, mises en accouplement et incubation (Original, 2013)

Après accouplement les femelles pondent les œufs à l'intérieur des bocaux ces derniers sont déversés à travers un tulle à mailles fines dans le milieu d'élevage artificiel¹ composé de son de Blé (44%) ou Soja (40%), levure de Bière (4%), sucre (5%), Acide citrique (1%), Acide

¹ Proposé par AIEA de Vienne dans le cadre du projet 5/017 Alg/1999-2004. Lutte contre la pyrale des dattes par l'utilisation de la technique T.I.S.)

ascorbique (05%), gluten (3%), mélange de vitamines (1%), Methyl parabène (05%), mélange de sels (1%), Benzoate de Na (4%) et eau distillée (40%).



Figure 5 - Les constituants du milieu artificiel d'élevage de la pyrale (Original, 2010)

Avant de procéder au mélange des ingrédients du milieu artificiel on stérilise le Son de Blé ou le Soja à l'autoclave à une température de 120°C et une pression de 1bar pendant 15mn. Après refroidissement du son de blé ou le soja on ajoute les autres ingrédients et on mélange dans une boîte en plastique stérilisée. Ensuite le milieu est partagé dans des boîtes en plastique (30cm x 20cm x 15cm) à raison de 250g du milieu par boîte sur lesquelles il est indiqué la date du déversement des œufs. Après quelques jours les œufs éclosent et le développement larvaire va se faire à l'intérieur du milieu artificiel jusqu'au dernier stade larvaire (L4-L5).

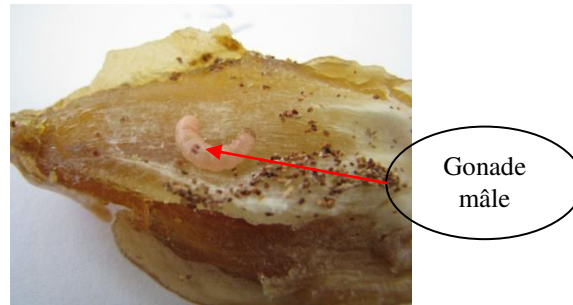


(Original, 2013)

Figure 6 - Déversement des œufs dans le milieu artificiel d'élevage et incubation

Au 4^{ème} stade larvaire et le début du stade larvaire L5 on procède au sexage. La distinction des larves mâles des femelles est reconnue par la présence de la gonade qui apparait comme une tache noire entre le 7^{ème} et le 8^{ème} segment abdominal sur la face dorsale des larves mâles (Fig. 7). A ce stade on sépare les larves mâles des larves femelles qui sont mis séparément chacune dans une un tube à hémolyse avec un morceau de carton ondulé comme support pour la chrysalide ainsi que pour une bonne émergence du papillon. Tous les tubes contenant les chrysalides des deux sexes sont rangés dans des boîtes en plastique placées dans la chambre à ambiances contrôlées.

Chez les chenilles du dernier stade un dimorphisme sexuel est visible si l'on examine l'insecte par transparence on observe les gonades mâles sur la face dorsale lors que les gonades femelles qui ne sont qu'à l'état d'ébauches, Audrey (1963) In Dhouibi (1982).



(Original, 2013)

Figure 7 - Larve mâle de la pyrale des dattes (Gr x 40)

2.3- Etude du développement

2.3.1- Stades larvaires

Dhouibi et Jarraya (1988), notent que la chenille de la pyrale des dattes passe par cinq stades larvaires dont la distinction entre ces différents stades est basée essentiellement sur la taille de capsule céphalique.

Le Berre (1978), mentionne que la chrysalide d'*Ectomyelois ceratoniae* ne présente pas des caractères particuliers son enveloppe chitineuse de couleur brun testacé mesure près d'un centimètre de long et est généralement entourée par un fourreau de soie lâche tissé par la chenille avant sa mue nymphale dans la plupart des cas la chrysalide se trouve dans la datte où la chenille a effectué son développement. Dans ce cas elle est orientée de telle façon que sa partie céphalique se trouve en contact avec un orifice ménager par la larve dans la paroi du fruit avant sa mue et par lequel sortira l'imago (Fig. 8).



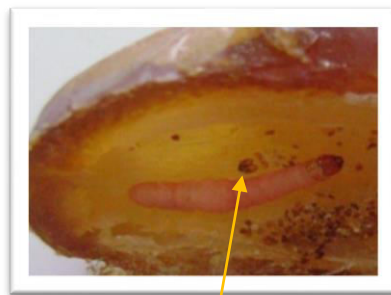
Original, 2010

Figure 8 - Chrysalide de la pyrale près du trou de sortie

Lepigre (1963), précise que dans les autres cas la chrysalide est placée dans un angle de mure un recoin de caisse ou une fente du stipe de palmier. La durée de vie de chrysalide est indéterminée.

Pour suivre la durée des différents stades larvaire nous avons procédé à l'élevage individuel de chaque stade larvaire dans une datte saine de la variété Deglet Nour pour éviter le cannibalisme chez l'*Apomyelois ceratoniae*. Juste après l'éclosion des œufs les larves néonates sont mises dans des dattes coupées en deux par un scalpel après avoir éliminé le noyau. Les dattes sont fermées et mises dans des petites boites en plastique stériles sur lesquelles on a indiqué la date.

Les observations quotidiennes sont réalisées à l'aide d'une loupe binoculaire pour déterminer la durée de chaque stade larvaire (Rejet de la capsule céphalique) (Fig. 9).



Matallah, 2011

Figure 9 - Capsule céphalique de la pyrale

2.3.2-Biométrie des stades larvaires

Le Berre (1978), note que la croissance se fait par mue successive au cours desquelles la longueur des chenilles passe de 1mm à 18mm et la largeur de 0,1 à 3mm.

Dhouibi (1991), indique que la larve L₁ possède 8 crochets avec une taille de 1,1 à 2mm et la capsule céphalique mesure 2,98 x 1/10mm ainsi L₂ est caractérisé par la présence de 12 crochets avec une taille de 2 à 2,3mm dont la capsule céphalique mesure 4,46 x 1/10mm. L₃ est distingué par 15 crochets et une taille de 3,3 à 5,6mm la dimension de la capsule céphalique est de 6,35 x 1/10mm. Les larves L₄ sont caractérisées par 32 crochets et une taille de 6,9 à 12,4mm dont la dimension de la capsule céphalique est de 10,25 x 1/10mm. Finalement les larves L₅ sont connues par la présence de 35 crochets et une taille 12,3 à 14,6 mm dont la capsule céphalique mesure 15,43 x 1/10mm.

Concernant la mesure biométrique et la durée des différents stades larvaire on a adoptée une méthode qui consiste à faire l'élevage dans des dattes saines de la variété Deglet Nour. Directement après éclosion des œufs les larves L_1 sont mises dans des dattes coupées en deux par un scalpel après avoir éliminé le noyau.

Les dattes sont fermées et mises dans de petites boites sur lesquelles on indique la date de la mise en place. Les mesures ont été effectuées sur chaque stade larvaire.

Les mesures de la taille moyenne de chaque stade larvaire ont été réalisées à l'aide d'un papier millimétrique, (Fig. 10).



Matallah, 2010

Figure 10 - Mesure de la longueur de la larve de la pyrale

2.3.3- Cycle de vie

Wertheimer (1958), indique que le pyralide *Myelois* passe successivement par les stades d'œuf chenille chrysalide et adulte ailé. Les chenilles évoluent lentement à l'intérieur des fruits d'autant plus lentement que la température est plus basse chaque ver passe dans le même fruit l'automne et l'hiver et se nymphose au printemps.

Viladerbo (1975), note que les chenilles entrent dans la datte juste après éclosion et creuse une galerie jusqu'à la cavité du noyau.

Le Berre (1978), mentionne que dans la palmeraie où s'accomplit le cycle biologique annuel d'*Ectomyelois ceratoniae* dont les chenilles peuvent s'alimenter grâce aux dattes sur pied depuis la nouaison jusqu'à la cueillette.

Selon Doumandji-Mitiche (1977), la durée de vie de la chenille variée de 1 à 8 mois lorsqu'elle atteint sa taille maximale le fruit dans lequel elle se trouve est très attaqué sa pulpe est remplacée par des excréments des fils de soie et des capsules reliquats des différentes mues.

Djerbi (1994), indique que l'insecte passe l'hiver sous forme de larve âgée dans les fruits momifiés. Au printemps les papillons apparaissent et déposent leurs œufs sur plusieurs plantes hôtes : l'insecte commence par attaquer les grenades de mai à aout puis s'installe sur les dattes en cours de maturité et les fruits murs en septembre sur lesquels il se développe jusqu'à la récolte. Les chenilles issues des œufs pénètrent dans les fruits et donnent des dattes véreuses).

2.3.4- La durée de vie du mâle et de la femelle

La durée de vie des femelles est évaluée de l'émergence du papillon jusqu'à sa mort.

2.3.5- Sex-ratio

La plupart des populations sont composés d'un mélange de mâles et de femelles. Le rapport entre le nombre d'individus dans les deux sexes est appelé sexe-ratio. La sexe-ratio primaire donne le rapport mâle-femelle au moment de la fécondation, il est généralement de 50/50 chez la plupart des espèces. La sex-ratio secondaire est déterminé dans la population échantillonnée, elle intègre donc les différences induites par la mortalité embryonnaire, la naissance (ou l'éclosion), le développement juvénile, les comportements différents des deux sexes, (Marmonier, 2006).

La sex-ratio où l'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) calculée par la formule suivante :

$$\text{Sex-ratio} = (\sum \text{♀} / \sum \text{♀} + \sum \text{♂})$$

2.4- Etude de la reproduction

Une dizaine de boîtes de Pétri ont été préparées contenant chacune un couple d'*Apomyelois ceratoniae*. Ceux-ci ont souvent tendance à s'accoupler et pondre pendant la phase obscure de la photopériode (qui est en l'occurrence imposée à 16 heures de jours et 8 heures de noir avec

au début et à la fin une heure de crépuscule (extinction lente des néons). Ces couples, placés pendant plusieurs jours dans des boîtes de Pétri dans la chambre d'émergence du laboratoire, ont alors pondu une quantité importante d'œufs dans la boîte de Pétri.

2.4.1-Durée d'accouplement

Le rapprochement sexuel est décrit par Wertheimer (1958) chez la pyrale des dattes cet auteur rapporte que presque aussi tôt après la mue imaginale les papillons s'accouplent à l'air libre ou même à l'intérieur de l'enclos où ils sont nés. Ils peuvent se rencontrer dans un espace limité de dimensions très réduites sans avoir besoin de voler au préalable. La copulation relativement longue dure plusieurs heures.

L'accouplement ne semble pas avoir lieu pour toutes les femelles au sein d'une population, (Doumandji, 1981).

Juste après leur introduction les deux papillons des deux sexes entrent en accouplement. La durée d'accouplement de la pyrale est comptée dès le début de la copulation jusqu'à la séparation du couple, (Fig. 11).

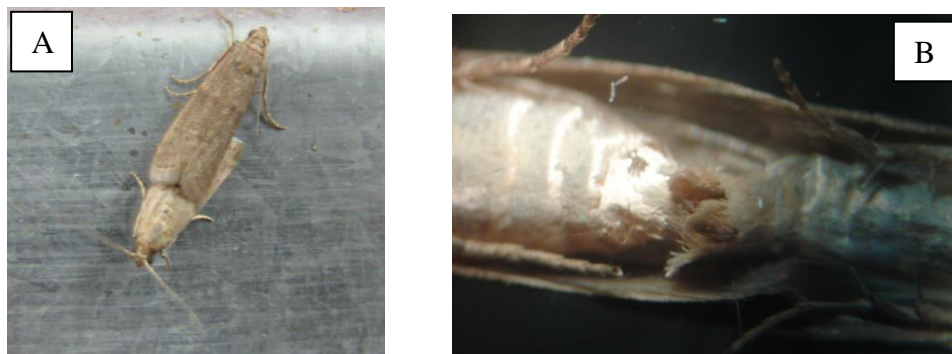


Figure 11 - Accouplement de la pyrale des dattes (Original, 2010)

A : face dorsale **B** : face ventrale

2.4.2- Nombre de pontes

Le dépôt des œufs commence 24 heures après la copulation et est échelonné sur une longue période de la vie de la femelle ainsi que les activités de ponte occupent 60% de la durée de vie imaginale et que la vitesse de ponte décroît régulièrement durant cette période, (Le Berre, 1978).

Charnov & Skinner (1985), notent qu'en conditions naturelles les insectes s'accouplent souvent avec plusieurs partenaires pondent à plusieurs reprises.

A la fin de l'accouplement on isole le mâle dans une autre boîte de Pétri pour protéger les œufs existant dans la boîte et on commence à compter les œufs pondus par la femelle. Chaque jour on compte les œufs pondus jusqu'à la fin des pontes et la mort de la femelle.

2.4.3- Œufs pondus par femelle

La ponte constitue une phase extrêmement importante de la vie d'un insecte, elle doit s'accomplir au bon moment et dans un endroit adéquat afin de maximiser les probabilités de survie des descendants, (Joseph *et al.*, 2009 ; Nottern-Hausmann et Dorn, 2010). Les œufs sont généralement déposés en groupe, possiblement afin de réduire la prédation, le parasitisme et de minimiser la dessiccation, (Faraji *et al.*, 2002, Gouinguéné *et al.*, 2006) In (Lepage, 2010).

Les œufs pondus sont dénombrés juste après le début jusqu'à la fin de la ponte.

La fécondité et le nombre des pontes sont calculés après 24 heures de la ponte.



Original, 2011

Figure 12 - Les différents modes de disposition des œufs

2.4.4- Incubation des œufs

Les œufs pondus par la femelle sont mis en incubation dans des boîtes de Pétri placées dans la chambre à ambiances contrôlées. Le contrôle est quotidien sous la loupe à lumière froide à l'intérieur de la chambre d'élevage afin de compter les œufs éclos par rapport au total pondus.

2.4.5- Fertilité des œufs

Les œufs éclos comptés pour déterminer la période d'incubation eux même vont servir d'indice pour déterminer la fertilité des œufs pondus par femelle, (Fig. 13).

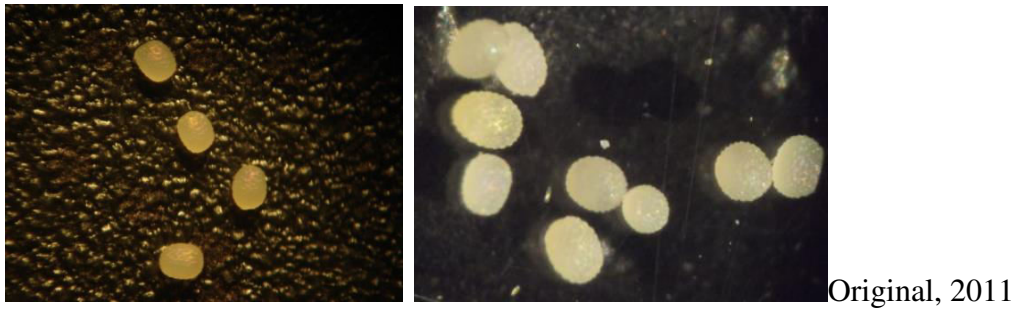


Figure 13 – Œufs fertiles de la pyrale

2.5- Dynamique des populations en fonction des paramètres écologiques

Les Organismes poïkilothermes, les insectes dépendent directement des conditions climatiques extérieures en régulant la vitesse de leur métabolisme (Andrewartha et Birch, 1954). Le réchauffement climatique aura donc un effet sur leur vitesse de développement en modifiant le voltinisme (le nombre de générations par année) (Altermatt, 2010), l'abondance de leurs populations (Estay *et coll.*, 2009), leur survie hivernale (Zhou *et coll.*, 1995) et leur aire de répartition (Porter *et coll.*, 1991). Une altération indirecte de la biologie d'un ravageur peut également survenir par la modification physiologique ou morphologique d'une plante cultivée en réponse aux changements climatiques, (Gagnon *et al.*, 2013).

La température peut être décrite par des fonctions spécifiques associées à la survie, au développement et à la reproduction des individus, lesquelles fonctions peuvent également être utilisées afin de prédire le développement des populations et les interactions entre espèces au sein d'une communauté, (Gibert, 2012).

Une des méthodes de contrôle probables qui mérite une considération c'est l'utilisation des pièges à phéromone sexuelle. Cette Phéromone sexuelle synthétique des lépidoptères été largement utilisé pour la surveillance le calendrier de pulvérisation et de contrôler les méthodes (par exemple attirer et tuer piégeage de masse ou la perturbation de l'accouplement), (Eiras, 2000).

Charmillot (1984), note que le piégeage est un moyen d'avertissement couramment utilisé pour estimer les populations des ravageurs et de déterminer le moment optimal pour les interventions.

Baggiollini *et al.* (1974), indiquent que l'utilisation des pièges à attractifs sexuels donne de bonnes indications sur l'époque d'apparition des papillons et l'importance de la population du ravageur.

Sur cette base nous avons utilisé cette méthode dans le but de :

- Détecter le début du vol des papillons de la pyrale de dattes.
- Déterminer et suivre la fluctuation des différentes générations.

L'évolution des émergences des adultes est déterminée par l'emploi de phéromones sexuelles dans le site d'étude contenant les pieds de la variété Deglet Nour.

La fréquence des émergences des adultes des différentes générations est déterminée grâce à l'utilisation des phéromones sexuelles type Russell IPM composé d'une plaque engluée sur laquelle est placée la capsule de phéromone lesquelles sont placées à l'intérieur du piège delta AA TRAP dans le site on a placé deux pièges accrochés sur un palmier dattier (Fig. 13) et les lectures des captures des pièges sont hebdomadaires. Le changement des phéromones est selon l'indication du fabricant (4 semaines en hiver et 2 semaines en été). L'emplacement des pièges est débuté début du mois de Janvier 2010 jusqu'à la fin du mois de Décembre 2013.

Le piège à phéromone est un instrument utile pour la détection de la présence du ravageur, renseigne sur l'importance de l'attaque et à déterminer le moment propice du déclenchement des traitements.

La phéromone est un signal échangé entre les individus de la même espèce et qui influe sur son comportement. La phéromone contenue dans une capsule attire les mâles du ravageur. Ce dernier vole autour de la capsule enfin épuisé il fini par tomber pièger sur le fond englué du piège, (Fiche technique du piège).

Le comptage des dattes échantillonnées se fait au laboratoire à l'aide d'une loupe binoculaire sous laquelle on examine la présence des œufs sur le péricarpe de la datte et on examine les larves à l'intérieur des dattes. La présence de ces dernières nous permet d'évaluer le taux d'infestation.



Figure14 - Position du piège sur le palmier original, 2010



Figure 15 - Présentation du piège à phéromone Delta Trap Russell IPM (Original, 2010)

L'infestation est évaluée pendant l'opération de la récolte durant la quelle on prend des branchettes à partir des différents régimes des différents palmiers de l'exploitation. Nous avons pris 5000 dattes durant chaque campagne de récolte. Par contre les dattes tombées au sol le nombre n'est pas défini. Les dattes échantillonnées sont mises dans des sachets en papier Kraft et prises au laboratoire pour contrôle. Au laboratoire les dattes sont ouvertes minutieusement à l'aide d'un scalpel et chaque datte qui renferme une larve ou les excréments ou une partie du corps de la pyrale est considérée comme véreuse. Après contrôle des dattes on estime le taux d'infestation par la formule suivante:

$$\text{Taux d'infestation}\% = \frac{\text{Nombre dattes véreuses}}{\text{Total des dattes observées}} \times 100.$$

2.6- Lutte

2.6.1- Microbiologique

Certains microorganismes sont pathogènes pour des ravageurs des cultures permettent d'effectuer des traitements renouvelables selon les besoins. Il peut s'agir de virus de bactéries ou de champignons.

2.6.1.1- *Bacillus thuringiensis* Var. *kurstaki*

Le *Bacillus thuringiensis* est une bactérie qui agit sur les larves d'*Ectomyelois ceratoniae* Zeller par ingestion avant leur pénétration dans les dattes, (Dhouibi, 1991).

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

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 digérés 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).

Les cristaux synthétisés par les bactéries sont constitués de protoxines, qui, une fois ingérées par l'insecte, sont digérés 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., 1995).

Pour effectuer les traitements contre la pyrale des dattes dans les conditions naturelles et dans le laboratoire nous avons utilisé le produit nommé DiPel 8L® (homologation N° 04 07 115 Nr. D extensions de l'homologation E 0745 184) DiPel ® est un *Bacillus Thuringiensis* Var. *kurstaki* (abrév. Btk) est un insecticide biologique présentant une activité spécifique sur les chenilles (larves) de lépidoptères. Il est issu de souche non génétiquement modifiée et est donc garantie non OGM (certification ECOCERT). DiPel 8L® est une suspension concentrée huileuse contenant les principes actifs (spores et cristaux) de la bactérie *Bacillus thuringiensis* sous espèce *Kurstaki*. Le titre en unités internationales d'activité est de 17600 UL par mg de produit (18000 UAAK/mg). DiPel 8L® est un insecticide agissant exclusivement après ingestion du végétal traité. Les larves arrêtent de s'alimenter quelques heures après l'ingestion et ne font plus de dégâts sur la végétation des arbres et dans les fruits dans le cas de la pyrale de la datte. Elles meurent ensuite dans les jours qui suivent. Contre la pyrale de la datte le DiPel 8®L est utilisé en application aérienne en UBV (ultra bas volume) à la dose de 1,5L/ ha de formulation pure non diluée sur les stades L1 (juste après l'éclosion et avant la pénétration dans le fruit). En cas de dilution avec de l'eau utiliser toujours un volume d'eau supérieure ou égale au volume de DiPel 8L® (Fiche technique DiPel 8L Atlas agro).

Le caractère spécifique de la pathogénicité des bio-pesticides à base de *Bacillus thuringiensis* confère à ceux-ci un certain des avantage économique par rapport aux insecticides conventionnels mais contre balancé par les coûts réduits de production (Cloutier, 1992). Actuellement, une dizaine de variétés de Bt sont offerts sur le marché ou exploitables pour réprimer des ravageurs importants, (Vincent et Coderre, 1992).



Figure 16 - DiPel 8L (Original, 2009)

Les traitements par le Btk effectués s’inscrivent de la campagne de lutte contre la pyrale des dattes pour les exploitation dites « Bio » dans la zone de Magtoufa réalisés par les services de la protection des végétaux de la wilaya de Biskra.

Les traitements sont réalisés par un pulvérisateur à gros débit de type Martignani porté sur camion tout terrain, (Fig. 17).

Deux traitements sont réalisés durant le stade fin Bser et début Tmar afin de couvrir toute la période d’activité de la pyrale, (Fig. 17).

Tous les palmiers sont traités par le DiPel 8L au volume de bouillie de 3litres/200 litres eau. Les dattes sont échantillonnées avant et après traitement pour les deux phases de l’application.

Pour chaque contrôle d’efficacité du traitement on prend 200 dattes.

La période du traitement doit coïncider avec l'éclosion des œufs du Myelois et l'apparition de larves du premier stade (stade baladeur). C'est-à-dire avant leurs pénétrations à l'intérieur du fruit.

La détermination de la période d'apparition des adultes et l'évolution de la courbe des vols a été faite par l'utilisation des pièges AA TRAP Delta et AA TRAP à entonnoir avec le diffuseur à phéromone du Myelois (l'opération a démarré une semaine avant le début des vols).

Un échantillonnage des fruits au niveau de chaque parcelle réservée aux traitements a été effectué avant chaque traitement pour évaluer le taux d'infestation avant le traitement.

Après le choix des sites et les parcelles de traitement on a :

Déterminé la période et la fréquence d'émergence des adultes par l'utilisation des pièges AA TRAP Delta et AA TRAP.



(Original, 2010)

Figure 17 - Traitement par le Btk dans la palmeraie au stade de la datte fin Blah et debut B'ser



(Original, 2010)

Figure 18 - Traitement par le Btk au stock



(Original, 2010)

Figure 19 - Effet du Btk sur la pyrale L1

(Original, 2010)

Figure 20 - Aspect des dattes traitées par le *Bacillus thuringiensis* Kurstaki

2.6.2- Biologique

Le parasitisme est un mode de vie très répandu chez les arthropodes. Un parasite, au sens large, est un organisme qui vit sur ou dans un autre organisme vivant, l'hôte, dont il tire une partie ou la totalité des nutriments nécessaires à sa survie. Cette association n'apporte aucun bénéfice à l'hôte, et peut même provoquer sa mort. De nombreuses espèces d'insecte, représentant 10% de toutes les espèces animales, ont adopté ce mode de vie (Askew, 1971).

Pour réaliser la lutte biologique il faut une maîtrise de l'élevage tant de l'auxiliaire que du ravageur à combattre, (Jourdeuil *et al.*, 1991).

2.6.2.1- Présentation des auxiliaires autochtones

2.6.2.1.1- *Bracon hebetor* Say

Bracon hebetor Say est un ecto - parasitoïde très polyphage grégaire de plusieurs espèces de larves de lépidoptères (Magro and Parra, 2001; Jhansi and Babu, 2002; Fagundes *et al.*, 2005;

Yasodha and Natarajan, 2006; Shojaei *et al.*, 2006; Desai *et al.*, 2007; Kyoung *et al.*, 2008; Mohapatra *et al.*, 2008).

Est un insecte ectoparasitoïde grégaire présente un agent important de contrôle naturel de nombreux ravageurs lépidoptères (Keever *et al.*, 1985). Ce parasite mesure 3mm de long il est de couleur jaunâtre avec des plages noires sur le prothorax, (Maafi and Chi, 2006).

Bracon hebetor est un insecte grégaire, ectoparasitoïde de nombreuses larves d'espèces de lépidoptères. Les femelles de ce parasitoïde sont synovigenic, elles ont un nombre très limité d'ovules matures. La production d'oeufs et leur maturation sont continues tout au long de la vie de la femelle (Jervis et Kidd, 1986; Godfray, 1994). C'est une espèce synovigenic, les femelles consomment leur hôtes et/ou autres sources de nutriments (par exemple, le nectar, pollen, exsudats de plantes, ou de miellat) pour l'entretien métabolique et la production d'œufs (Jervis et Kidd, 1986; Rivero et Casas, 1999) In (Akman Gunduze, and Gulel, 2010).

Le Braconide *Bracon hebetor* Say est un grégaire, idiobiont arrhénotoque ectoparasitoïde que parasite ses larves de lépidoptères et est un important agent de lutte biologique pour plusieurs organismes de lepidoptères de produits stockés. *B. hebetor* a été largement utilisé dans diverses études liées à accueillir - parasitoïdes interactions en raison de son taux élevé de reproduction, le temps de génération court, et la gamme considérable d'espèces hôtes, (Altuntaş & *al.*, 2010).

B. hebetor est un hyménoptère appartient à la superfamille des Ichneumonidés et à la famille des Braconidés le nom générique *Bracon* à été donné par Fabricius en 1804 et le nom spécifique *B. hebetor* à été retenu par Say en 1836, (Forouzan *et al.*, 2008).

Comme beaucoup de Braconidae le genre *Bracon* est cosmopolite (Risbec, 1950). Il se rencontre surtout dans les lieux de stockage où il parasite des chenilles des diverses espèces de pyrales. En effet *B. hebetor* est très polyphage et est présent dans toute l'Afrique occidentale et dans de nombreux autres pays, (Dième, 1986).

Une femelle de *B. hebetor* dès qu'elle est en existence de la chenille-hôte, elle recourbe son extrémité abdominale et pique latéralement son hôte à l'aide de sa longue tarière. Cette piqûre

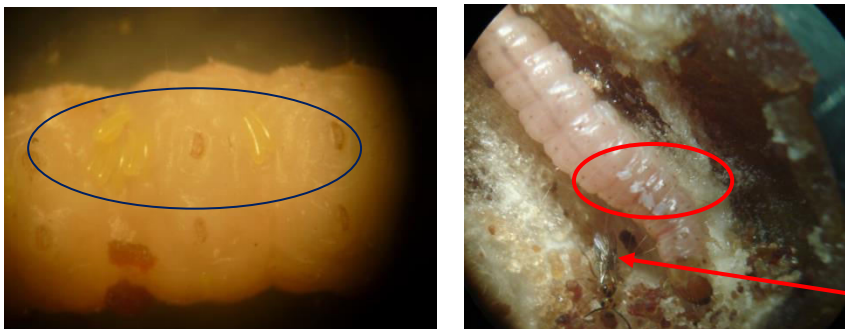
paralyse la chenille qui devient immobile ensuite la femelle dépose ses œufs quelque minutes plus-tard sur la chenille immobilisée, (Fig. 21).

Les œufs de *B. hebetor* de forme allongée et de couleur blanchâtre sont déposés sur le corps de la chenille âgée de préférence le long des replis cuticulaires. L'embryogénèse dure deux jours en moyenne, (Doumandji-Mitiche, 1983) (Fig. 21 et 22).



(Original, 2010)

Figure 21 – Femelles de *B. hebetor* piquant son hôte (Gr X40)

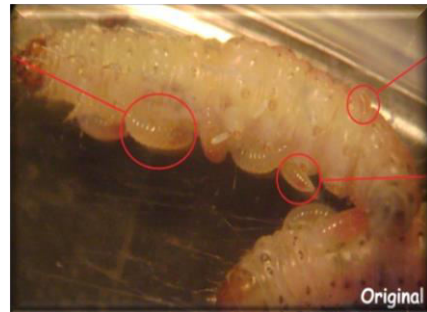


Femelle de *B. hebetor*

(Original, 2010)

Figure 22– Œufs de *B. hebetor* sur le corps de la chenille-hôte (Gr X50)

Cet ectoparasite lors de son développement larvaire passe par quatre stades (Soliman 1940 ; 1941 in Doumandji-Mitiche, 1983). Dès son éclosion la larve néonate se fixe sur son hôte afin de s'en nourrir. La larve est apode et mesure 7mm. Les larves des trois autres stades sont de plus grande taille (Fig. 23). Elles se nourrissent tout en étant fixées sur la cuticule de la chenille-hôte, (Hamadene, 1979).



Original, 2010

Figure 23 – Larves de différentes tailles de *B. hebetor* sur la chenille de la pyrale (Gr X40).

Le nombre maximal des larves qui peuvent se développer sur une larve de l'hôte dans les conditions contrôlées est de 12 larves, (Laing and Catagirone, 1969).

Les larves de *B. hebetor* arrivées au terme de leur développement atteignent une taille maximum de 35 mm, elles abandonnent alors le cadavre de leur hôte et construisent un cocon individuel en soie blanche où se réalise la nymphose. Il arrive très rarement que certaines larves ne finissent pas le tissage Leur corps reste alors nu elles meurent généralement, (Dième, 1986).



Original, 2010

Figure 24 – Tissage des cocons (pré-nymphose) (Gr X50)

L'imago sort en découpant grâce à ses mandibules un opercule à la partie antérieure du cocon.



Original, 2010

Figure 25 – Opercule de sortie de l'imago de *B. hebetor* (Gr X40)

Sur le cocon le trou de sortie peut être fait à n'importe quel endroit ; mais le plus souvent sur sa partie supérieure. Il arrive mais assez rarement que les adultes n'arrivent pas à quitter leur cocon. On observe alors des mortalités. Les jeunes adultes sortis des cocons restent pendant un temps assez court sur place avant de se déplacer. Les mâles partent à la recherche sans doute des femelles et peuvent s'accoupler tout de suite. Il faut noter que certains Bracons meurent dans le cocon au dernier stade de développement nymphal. Les causes de cette mort nous reste inconnues. Le décalage des temps d'émergence des mâles et des femelles n'est pas net chez *B. hebetor* ce qui peut jouer un rôle important dans la variation de la sex-ratio. La sortie des femelles en premier lieu ou en nombre beaucoup plus élevé peut entrainé en effet celles-ci à pondre avant leur fécondation or les femelles non fécondées ne donnent que des mâles. Une sortie des mâles en premier serait plutôt souhaitable, (Dième, 1986).

Pour mener les différent tests nous avons subdivisé les larves de la pyrale en lots de dix boîtes de Pétri pour chaque modalité (5 larves L3, 10 larves L3 et 15 larves L3) dans chaque boîte de Pétri est placé un couple de *Bracon hebetor* quelques minutes après leur émergence. Les boîtes sont bien fermées et sur les quelles on mentionne la date en suite on les introduit dans la chambre à ambiance contrôlées.

2.6.2.1.2 - *Phanerotoma flavitestacea* Nees

P. flavitestacea est un important parasite ovo-larvaire d'espèce de lépidoptères. Il a été rapporté comme un parasite d'*E. ceratoniae* Zeller *Paramyelois transitella* Walker *Ephestia kuehniella* Zeller, (Moreno & Jiménez, 1993).

C'est une petite guêpe Braconidae brun clair son court abdomen est large et légèrement comprimé il a trois segments abdominaux visibles, (Hawlitzky & Boulay, 1986).

P. flavitestacea est un hyménoptère Braconidae de la sous-famille de cheloninae l'espèce a été décrite par Fischer en 1959. Elle semble répandue dans tout le bassin méditerranéen, (Billiotti & Daumal, 1969).

P. flavitestacea appartient au groupe des parasites ovo-larvaires, la ponte se fait dans l'œuf de l'hôte le développement larvaire du parasite se déroule d'abord dans l'œuf puis dans les différents stades larvaires de la chenille-hôte, (Hawlitzky, 1972).



(Original, 2014)

Figure 26 – Oviposition de *P. flavitestacea* dans l'œuf de la pyrale (Gr X40)

La femelle après accouplement va prospector les œufs de l'hôte. Il est possible d'observer à ce moment des vibrations rapides des antennes qui explorent la surface du chorion avant la ponte.

Quand des œufs d'âges variés (1 heure à 5 jours) du lépidoptère sont offerts aux femelles parasites de *P. flavitestacea* l'endroit où l'œuf du parasite est déposé dépend du stade de développement de l'œufs-hôte au moment de l'oviposition, (Hawlitzky, 1979).

L'œuf de *P. flavitestacea* éclot dans l'œuf d'*E. kuehniella* 48h après son dépôt à 20°C (Hawlitzky, 1972). Ou au bout de 24h à 25°C, (Billiotti & Daumal 1969).

Si la femelle dépose son œuf dans un œuf d'*E. kuehniella* qui vient d'être pondu la larve du 1^{er} stade se trouve d'abord dans le vitellus de l'œuf-hôte. Un jour et demi après cette larve parasite pénètre dans la cavité générale de l'embryon et elle est alors endoparasite de la chenille-hôte néonate à son éclosion, (Hawlitzky 1972).

Selon Clement et Blinger Vansantheraj (1992), notent que les larves passent par trois stades déterminés par la forme et la taille des mandibules. Le premier stade larvaire du parasite dure de moyenne 25 Jours à 25°C. À ce moment la chenille-hôte parvient a son dernier stade cesse de s'alimenter et recherche un endroit favorable pour se nymphosé cette chenille s'immobilise dans son cocon, tandis que le parasite subit sa premier mue larvaire, (Billiotti & Daumal, 1969)



Original, 2010

Figure 27 – Chenille-hôte de *P. flavitestacea* (Gr X40)

Le second stade larvaire de *P. flavitestacea* est toujours endoparasite, cette larve consomme l'hémolymphe de la chenille-hôte (Hawlitzky & Boulay, 1986). A 25°C ce stade dure 10 jours (Billiotti & Daumal, 1969) après quoi la larve subit sa second mue.

La larve parasite au troisième stade sort progressivement de son hôte. Se rabat ensuite vers la partie postérieure de la chenille perce un orifice dans les téguments et les vide entièrement de leur contenu ne laissant finalement que les parties sclérotinisées la capsule céphalique notamment. C'est la phase d'alimentation sarcophage. Cette espèce présente donc à son dernier stade larvaire un comportement particulier qui la fait passer d'une mode de vie strictement endoparasite à une mode de vie ectoparasite.



(Original, 2010)

Figure 28 – Sortie de la larve de *P. flavitestacea* de la chenille-hôte (Gr X40)

Cette phase sarcophage dure 3 jours à 25°C en tenant compte du temps nécessaire à la larve parasite pour tisser son cocon de nymphose (Billiotti & Daumal, 1969). Selon le même auteur la durée du développement nymphal est d'une quinzaine de jours au laboratoire à 25°C. L'imago du parasite émerge en découpant dans le cocon un opercule circulaire situé à la partie apicale. Après leur émergence les imagos s'alimentent et s'accouplent. Les femelles sont aptes à pondre après deux jours période nécessaire à la maturation des œufs.

Les œufs de la pyrale déposés dans les bocaux d'accouplement sont récupérés à travers le tulle à mailles fines dans des boîtes de Pétri stériles. En suite on introduit un couple de *Phanerotoma* quelques minutes après leur émergence dans chacune des boîtes de Pétri contenant les œufs de la pyrale (5 œufs, 10 œufs, 15 œufs et 20 œufs). Après la mort de la femelle de *Phanerotoma* on dépose quelques grammes du milieu nutritif dans les boîtes de Pétri pour le développement des larves de la pyrale.

2.6.3- Physique

La lutte physique concernant les gaz et une partie de la chaleur ont été conduit au laboratoire national des denrées stockées de Bordeaux² dans le cadre du projet (MP/RAB/08/002 intitulé « Regional demonstration project on alternatives to the use of Methyl Bromide for treatment of high moisture dates (Algeria and Tunisia). Et une partie de la chaleur est testée au niveau du département des sciences agronomiques (U.M.K. Biskra).

2.6.3.1- Présentation des gaz

2.6.3.1.1- Bromure de Méthyle

Le Bromométhane ou Bromure de Méthyle (composé de brome et d'un radical alkyle) est un composé chimique organique halogéné dont la formule chimique est CH_3Br . C'est un gaz toxique et très écotoxique sans couleur et ininflammable sans odeur distinctive. Ses propriétés chimiques sont tout à fait semblables à celle du chlorométhane. C'est un insecticide de la famille des biocides. Il fait partie des gaz réfrigérants.

Le CH_3Br est un pesticide à large spectre utilisé dans le monde depuis les années 1930 contre des pathogènes telluriques. Toutefois le BM est l'un des rares produits chimiques non sélectifs homologués pour les utilisations agricoles et la lutte antiparasitaire, (Zoghلامي et al., 2010)

Batchelor (1998), Le Bromure de Méthyle est capable d'éliminer les parasites allant des micro-organismes pathogéniques et des nématodes présents dans le sol aux insectes et aux rongeurs qui infestent les denrées stockées ou les édifices.

La fumigation classique sous vide à 80 g/m³ pendant 2h. 8 g pour 100L, dosage par pesée, introduction en liquide.

Les concentrations de Bromure de Méthyle sont mesurées avec un appareil à conductivité thermique en fin de fumigation.

Tous les essais ont été conduits selon le protocole suivant qui a été défini en commun :

² Laboratoire National d'étude des techniques de fumigation et de protection des Denrées Stockées
LNDS-QUALIS - 71, avenue Edouard Bourleaux – BP 81 33883 VILLENAVE D'ORNON CEDEX
Tél 05 57 12 25 82 ou 84 - Fax : 05 57 12 25 91

Préparer les échantillons des différents stades de l'insecte (L1, L2, L3, L4, et L5), qui seront nécessaires afin de tester l'efficacité de diverses techniques de désinsectisation.

Des lots de dattes de 2,5 - 5 ou 10 kg sont préparés. Pendant le traitement les échantillons sont placés dans le même local de façon à ce qu'ils subissent les mêmes conditions de température et d'humidité.

Pendant le traitement, les mesures nécessaires sont réalisées, concentrations en gaz, et température. Cependant, les mesures de concentrations en gaz sont, souvent faites en fin de traitement seulement du fait de la petite taille des enceintes ou de l'utilisation du vide qui rend difficile les prélèvements de gaz.

L'examen des dattes est réalisé peu après la fin du traitement.

Un certain nombre de teneur en eau des dattes ont été réalisées.

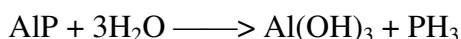
L'observation des infestations se fait sur larve et éventuellement sur nymphes, seuls stades visibles et sans doute présents, par décorticage des fruits qui sont reconnus infestés par examen visuel de l'orifice du pédoncule.



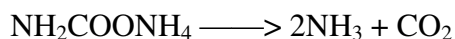
Figure 29 - Pesée des échantillons à traiter

2.6.3.1.2- Phosphure d'aluminium (PH₃)

Les fumigants au phosphure d'aluminium protègent les denrées entreposées des insectes nuisibles. Si la fumigation est faite avec Phostoxin® selon la procédure décrite sur l'étiquette les denrées ne seront pas contaminées. Les fumigants Degesch au phosphure d'aluminium et autres phosphures métalliques réagissent à l'humidité atmosphérique et dégagent un gaz le phosphure d'hydrogène (également appelé phosphine ou hydrogène phosphoré gazeux PH₃). Puisque *Phostoxin*® contient du phosphure d'aluminium (AIP) comme ingrédient actif la réaction chimique ci-dessous dégage du phosphure d'hydrogène :



Le phosphure d'hydrogène est un gaz extrêmement toxique pour les insectes les humains et toute autre forme de vie animale. Outre ses propriétés toxiques ce gaz corrode certains métaux et il peut s'enflammer spontanément au contact de l'air si la concentration dépasse la limite inférieure d'inflammabilité de 18% (v/v). Il contient également du carbamate d'aluminium qui libère de l'ammoniaque et du dioxyde de carbone comme suit :



Ces gaz sont essentiellement non inflammables et ils jouent le rôle d'agents inertes pour réduire les risques d'incendie. L'ammoniaque est aussi un agent avertisseur.

La phosphine PH₃ est un fumigène sous forme solide efficace sur tous les ravageurs des denrées stockées d'où son utilisation dans plusieurs pays du monde, (Fields et White, 2002).

La Phosphine a été utilisée mondialement pour plus de 50 ans comme gaz utile de fumigation contre les insectes des produits stockés, (Chaudhry, 2000). Même à faible dose le PH₃ est très toxique d'où son efficacité à l'égard des ravageurs des denrées stockées, (Taylor, 1989). D'un autre coté il ne laisse pas ou peu de résidus sur la denrée. Il est à souligner que le principal avantage de la Phosphine réside dans la facilité de son emploi, (White et Leesch, 1996) In (Ben Jemâa, 2013).

C'est un gaz qui diffuse très bien. Cette qualité intéressante pour le traitement pose cependant des problèmes d'étanchéité de l'enceinte. En effet sa molécule très petite (quelques Angströms) lui permet de traverser aisément le banco la brique le béton... Par contre il est bien arrêté par les bâches plastiques les peintures plastiques... (Une barrière plastique de quelques centaines de microns d'épaisseur est plus efficace que plusieurs dizaines de centimètres de béton). Il réagit très peu chimiquement (pas de résidus) mais attaque certains

métaux dont le Cuivre. Lors de son emploi on devra donc veiller à la protection des installations électriques des moteurs, (Cruz et *al.*, 1988).

Lindberg (2001), note que la phosphine est le produit chimique de rechange le plus couramment utilisé. Les produits actuellement homologués au Canada sont les phosphures de magnésium et d'aluminium Degesch. Selon les participants, les phosphures comportent quatre inconvénients majeurs, soit leur efficacité, leur coût, la durée du traitement et leur corrosivité pour les métaux. Ce caractère corrosif s'est avéré. Particulièrement évident pour certaines structures (poignées de porte en laiton). Bien que la phosphine coûte généralement moins cher que le bromure de méthyle, la longueur du traitement (trois à quatre jours contre 24 heures).

La phosphine est en effet peu efficace sur le stade œuf des insectes puisque son mode d'action qui agit sur la respiration cellulaire de l'insecte ne lui permet que très peu d'être ovicide étant donné que l'œuf d'insecte respire peu et de manière discontinue parfois, (Ciesela, 2008).

La phosphine empêche l'oxygène de pénétrer dans les mitochondries, l'obligeant ainsi à rester dans les cellules cette accumulation d'oxygène induit la formation de super oxydes qui sont les véritables agents biocides. La phosphine appliquée en conditions d'atmosphère pauvre en oxygène ne tue pas les insectes. Une concentration de phosphine relativement basse, 200 ppm, est suffisante pour démarrer le processus. En conséquence, les insectes à faible rythme respiratoire ne sont pas tués par le PH₃. Cela se passe à basse température et pour les stades à faible rythme respiratoire comme les oeufs ou les nymphes. Ducom, SD.

La phosphine dénature l'oxyhémoglobine et interfère avec la synthèse de protéines et d'enzymes de la respiration cellulaire dont la Cytochrome C oxydase dans les cellules cardiaques et respiratoires.

Les températures et les hygrométries sont enregistrées dans les enceintes elles-mêmes à l'aide de capteurs – enregistreurs de température et d'humidité miniatures, modèle CaptHygro de captSystèmes, précision 0,5% pour T°C et 5% pour HR.

Pour chaque condition des essais un capteur/enregistreur de la température et de l'humidité (CaptHygro et/ou captSystèmes®) est placé à côté des boîtes de Pétri ou dans l'enceinte ou dans la datte.

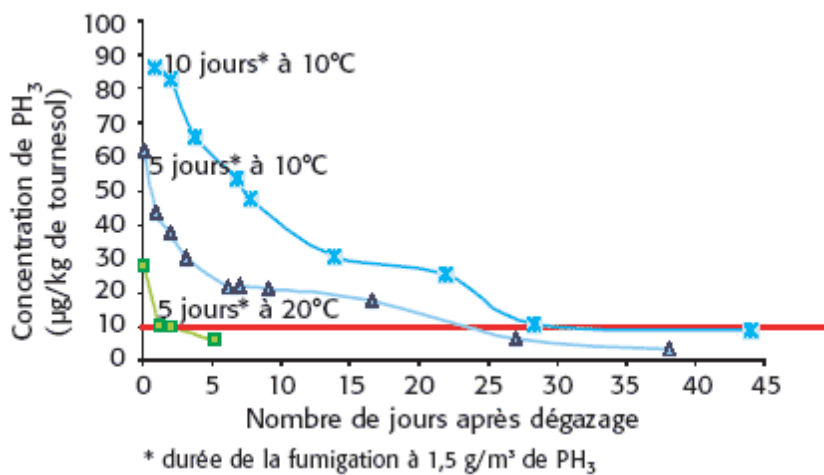


Original, 2009

Ducom, 2009

Figure 30 - Enregistreurs de la température et de l'humidité Captsystemes®***Phosphine avec ammoniac, 24h et 48h (enceinte 120 litres)***

Cette phosphine est celle produite classiquement par les générateurs habituels de phosphine, comprimés ou pilules. Le générateur mis en jeu ici est le Phostoxin. La dose habituelle est de 1 à 1,5 g/m³ (Fig. 31). Ici, pour des questions d'enceinte, on met 1 pilule par fût de 120 litres, ce qui fait 1,7 g/m³ de phosphine soit environ 1200 ppm. Cette pilule libère en même temps environ 100 ml d'ammoniac, NH₃, soit environ 800 ppm.

**Figure 31** – Concentration de PH₃ en fonction de la température

Dans tous les cas, les teneurs en résidus de phosphine dans les fruits sont inférieures à la LMR (0,1mg/ kg). Elles descendent en dessous de la limite de détection de l'analyse dans un délai de 3 à 30 jours selon les conditions de température et de durée de fumigation, (Fig. 32).

La phosphine est mesurée avec un phosphinomètre à cellule électrochimique, Modèle MX2100 de Oldham, 0-2000 ppm, précision 5%.



(Original, 2009)

Figure 32 - Phosphinomètre à cellule électrochimique, Modèle MX2100 de Oldham



Original, 2009

Figure 33 - Appareils de mesure du PH_3

1 pilule pèse 0,6g et peut libérer 0,2g de PH_3 . Concentration 0,2g de PH_3 ; 12 m³ = 1,7 g/m³. Cette pilule libère au même temps environ 100 ml d'ammoniac, NH_3 .



Original, 2009

Ducom, 2009

Figure 34 - Différentes formulations de la Phosphine***Phosphine pure sans ammoniac 24h et 48h (enceinte 10 L)***

C'est un cylindre de phosphine pure gazeuse sous pression dans l'azote, appelé FRISIN, qui contient 25g/m³ de PH₃. Pour retrouver la concentration mise dans les fûts, 1,7 g/m³ ou mg/l, dans une petite enceinte de 11litres, il faut introduire $1,7 \times 11 = 18,7$ mg PH₃ soit $18,7/25 = 0,748$ l de Frisin, soit ~750 ml.

Pour éviter une surpression dans l'enceinte, on a fait un vide puis on injecte le Frisin et on rétablit la pression atmosphérique.



Original, 2009

Figure 35 - Phosphine pure gazeuse sous pression dans l'azote



Original, 2009

Figure 36 - Traitement des dattes à la phosphine pure gazeuse sous pression

La mesure de la teneur en eau des dattes est réalisée sur 4 ou 5 g de morceaux d'une même datte qui sont mis dans une coupelle alu et séchés sur une balance exposée à une source infrarouge. Modèle MA150 de Sartorius, (Fig. 37).

La teneur en eau des dattes ne doit pas être supérieure à 26,0 % pour les variétés à sucre de canne et à 30,0 % pour les variétés à sucre inverti. Toutefois, pour les dattes de la variété Deglet Nour à l'état naturel, la teneur maximale en eau est fixée à 30,0 % (Nations Unies, 2010).



Original, 2009

Figure 37 : Mesure de la teneur en eau



Original, 2009

Figure 38 - traitement avec pilules de phostoxin, (enceinte 11 litres)

2.6.3.1.3. La chaleur

Pour comprendre le fonctionnement du four de la cuisson des dattes, nous avons placé des capteurs/enregistreurs de température et d'humidité relative dans un des trois fours de l'usine de conditionnement des dattes (SUDACO). En effet, ces fours sont actuellement utilisés pour traiter des dattes à la chaleur humide à une température de 65 à 70°C. Dix palettes de 50 caisses ont été introduites dans le four et trois capteurs ont été installés à des endroits différents :

- Capteur T °C / Hr % dans l'ambiance du four, au milieu de la pièce, afin de mesurer la chaleur et l'humidité relative du four par rapport aux indications de la consigne.
- Capteur T °C / Hr % placé sur les dattes dans une caisse située sur le haut de la 8ème palette introduite afin de voir la température et l'humidité relative régnant à la surface des dattes.
- Capteur de température placé à l'intérieur d'une datte à la place du noyau, située au centre d'une caisse dans la sixième caisse en partant du bas et sur la 5ème palette introduite, afin de mesurer la température interne de la datte par rapport à la consigne et surtout afin de voir l'éventuel décalage de température entre l'ambiance et l'intérieur de la datte et quelle est la vitesse d'atteinte de ce palier. Cette mesure correspond en fait aux conditions dans lesquelles se trouve une chenille pendant le traitement.

En règle générale, les fours accueillent pendant les traitements environ 10 palettes contenant chacune 5 piles de 10 caisses. Les caisses mesurent 15 cm de haut avec une épaisseur d'environ 12 cm de dattes, soit l'équivalent de 5 à 6 kg. D'habitude les dattes sont mises en traitement vapeur avec des quantités et des épaisseurs moins importantes, cependant dans ce lot traité les dattes étaient destinées à la fabrication de pâte de dattes, les quantités étaient donc plus importantes. La consigne réglée pour ce traitement d'une durée de 2 heures et demi environ était de 65°C, (Fig. 39).



Original, 2009

Figure 39 - Capteur (Captsystem®) de T°C et d'H.R. placé au centre du four

Autres essais sont réalisés au laboratoire dans une étuve de 64 litres modèle UT6 de Heraus (Fig. 40).



Original, 2009

Figure 40 - Captsystem® à différents endroits de l'étuve

Le test préliminaire a montré un écart de 3°C entre la température de la consigne et celle de la datte démontrée par deux essais préliminaires à savoir :

Essai 2h consigne 53°C

Essai 3 h consigne 53°C

Ces tests vont nous permettre d'avoir une idée sur l'évolution de la température et de l'humidité de l'ambiance ainsi que l'humidité de la datte. De même ils nous montrent l'effet sur la datte et sur les larves, (Fig. 41).



Original, 2009

Figure 41 - Captsystem® pour mesurer la température à la surface des dattes

Les œufs fertiles sont traités à la chaleur à différents degrés et à différent temps.

- Température du traitement (T_N) avec 4 niveaux : 50°C, 53°C, 58°C et 60°C.
- Durée du traitement (t_n) avec 3 niveaux : 7 min, 15 min, et 30 mn.
- Ecophases de pyrales (E_k) avec 7 niveaux :

Au cours d'une première étape les œufs jeune chenille ou larves néonates. Par le biais de la deuxième étape qui a été une suite de la première et pour plus de rigueur dans notre démarche méthodologique nous avons essayé le traitement sur les Cinq stades larvaires L_1 L_2 L_3 L_4 et L_5 .

Le déroulement de l'essai du traitement à la chaleur est réalisé selon quatre températures à savoir : 50°C, 53°C, 58°C, et 60°C durant 7, 15 et 30 mn répété trois fois.

Lors du traitement à la chaleur les œufs et les larves ont été placés dans des boîtes Pétri sont couvertes d'un film alimentaire empêchant tout refuge des larves vers l'extérieur.

Après chaque traitement les œufs et les larves sont observés sous la loupe avec lumière froide sont introduits en salle d'élevage et observées quotidiennement afin de noter l'éclosion des œufs.

Finkelman et *al.* (2004), ont été suggéré lorsque la température s'élève au dessus de son niveau optimal du métabolisme des larves l'insecte entre dans un état de stress caractérisé par des contractions musculaires involontaires qui causent la larve apode de quitter son site et finissent par tomber à partir de la date parallèlement des échantillons témoins n'ont pas été traités à la chaleur.

En effet Delobel (1997), a préposé d'enfermer les échantillons de plusieurs répétitions dans des boîtes de Pétri en verre de diamètre 9 cm une fois que toute les boîtes sont prêtes on les enfourne le plus rapidement possible dans l'étuve en une seule épaisseur à l'exception du témoin qui reste sur la paillasse un chronomètre est lancé au moment où la porte est refermée et les boîtes sont sorties de l'étuve lorsque leur temps d'exposition est atteint ici aussi le temps d'ouverture de la porte doit être minimal.

D'après Delobel (1997), les œufs sont considérés morts si les larves n'ont pas éclos après quelques jours en effet Doumandji et Doumandji-Mitiche (1976) plus de 82 % des œufs émis présentent une durée d'incubation de 105 à 140 heures.

Pour infirmer ou de confirmer le survivre des larves d'après Delobel (1997) les larves doivent être capables de courir et ne présenter à l'œil nu aucune malformation ils sont stimulés à l'aide de pinces et l'on observe leur mobilité seuls les individus incapables de se mouvoir sont considérés comme morts.

2.7- Analyse statistique

Les paramètres de la dynamique, de la biologie et du parasitisme sont traités par EXCEL[®] et le logiciel SPSS 20 (© Copyright IBM Corporation 1989, 2011.).

3- RESULTATS

3.1- Bio-écologie de la pyrale

La dynamique saisonnière des espèces caractérisées par de longs cycles de vie, soit les espèces univoltines et celles dont le développement se prolonge sur plus d'une année, en particulier lorsque les activités saisonnières sont modulées par la photopériode, devrait être peu affectée par les changements climatiques. Lorsque les facteurs qui régulent les activités saisonnières des insectes, tel la diapause, sont multiples (température, photopériode, humidité, effet maternel et autres) et interagissent entre eux, l'impact des changements climatiques devrait être moindre à court et moyen terme, (Brodeur et *al.*, 2013).

3.1.1- Dynamique des populations en fonction des paramètres écologiques

Le résultat du suivi de la dynamique des populations de la pyrale des dattes par l'utilisation de la phéromone dans la palmeraie durant toute la période de l'étude est représenté dans le graphe suivant :

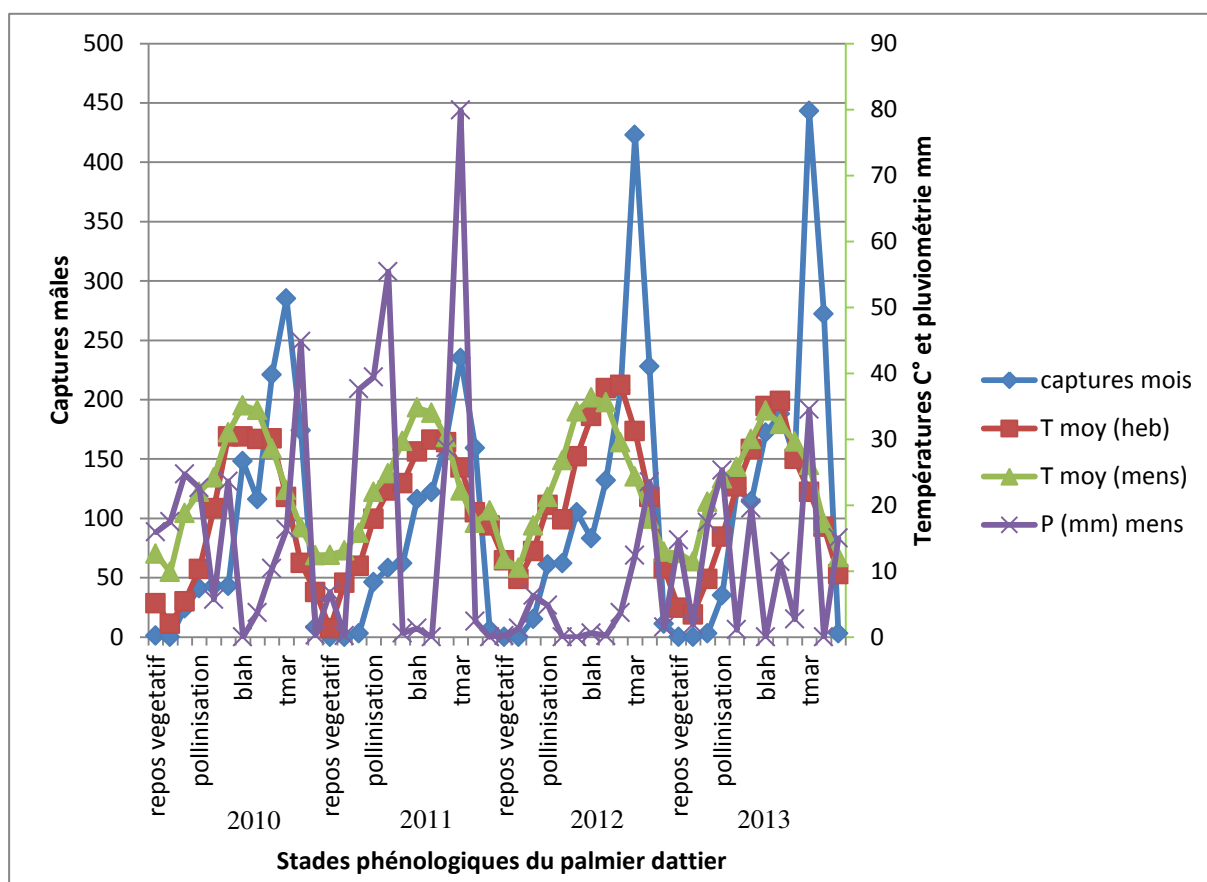


Figure 42 - Dynamique des populations de la pyrale durant les quatre années de suivi

Les résultats des relevés hebdomadaires des pièges à phéromones des mâles de la pyrale des dattes durant les années 2010, 2011, 2012 et 2013 on remarque que les captures durant les quatre années présentent la même allure de croissance. Par contre l'effectif diffère d'une année à une autre.

De même on remarque que la première génération commence à partir du mois de Mars ou le palmier est en phase de pollinisation pour donner naissance aux individus de la deuxième génération avec un effectif moyen qui apparait durant le mois de Juin qui marque le stade Loulou des dattes.

A partir du mois de Juillet jusqu'au mois de Septembre la datte connait une augmentation de taille et de couleur pour arriver au stade B'ser réceptif des pyrales qui marque le commencement de la synthèse des sucres ou on enregistre une augmentation des capture de la pyrale Août et Septembre 2010 (116 et 221 individus), Août et Septembre 2011(122 et 167 individus), Août et Septembre 2012 (132 et 208 individus) et Août et Septembre 2013 (188 et 150 individus).

Par contre à partir du Mois d'Octobre marqué par le début de la maturité des dattes on enregistre l'apparition de la troisième génération ou les effectifs sont très élevés Octobre et Novembre 2010 (285 et 174 individus), Octobre et Novembre 2011 (235 et 159 individus), Octobre et Novembre 2012 (423 et 228 individus) et Octobre et Novembre 2013 (443 et 272 individus). C'est cette génération qui est responsable aux dommages de qualité des dattes.

Le graphe 42, montre clairement l'évolution des populations de la pyrale en fonction des conditions climatiques. Les populations de la pyrale évoluent d'une manière proportionnelle aux conditions climatiques qui semblent influe d'une manière très étroite avec la dynamique des populations de la pyrale. Cette évolution est variable selon les années, selon les conditions climatiques et selon l'état phytosanitaire de la palmeraie.

Les résultats du suivi des relevés hebdomadaires des pièges à phéromones pour les mâles d'*Ectomyelois ceratoniae* durant les années 2010, 2011, 2012 et 2013 montrent la présence de trois périodes de vol au moment de la maturité des dattes.

En parallèle au piégeage qui donne une idée sur le taux d’infestation, le contrôle visuel des dattes tombées sur sol et les dattes au stockage permet de chiffrer ce taux d’infestation.

Nous présentons les différents taux d’infestation durant trois années successives 2011, 2012 et 2013.

Tableau 1 : Suivi de l’infestation à différents niveaux sol et branchettes

	Dattes au sol			Branchettes		
	dattes observées	dattes véreuses	taux d’infestation %	dattes observées	dattes véreuses	taux d’infestation %
2011	4560	3780	82,89	5000	1063	21,26
2012	2864	1551	54,16	5000	553	11,06
2013	5000	2558	51,16	5000	1032	20,64

L’évaluation de l’infestation durant trois années successives à différents niveaux a montré que le taux diffère d’une année à une autre ainsi que d’un niveau à un autre.

Les taux d’infestation obtenus durant les trois années de suivi pour les dattes au sol est comme suit : 2011(82,89%), 2012 (54,16%) et 2013 (51,16%) par contre pour les mêmes périodes pour les dattes branchettes nous avons eu les taux suivants : 2011(21,26%), 2012 (11,06%) et 2013 (20,64).

3.1.1- Analyse statistique

3.1.1.1- Corrélation

Tableau 2: Corrélation entre le stade phenologique et la capture par mois

		Stade phenologique palmier	Capture par mois
Stade phenologique palmier	Corrélation de Pearson	1	0,854**
	Sig. (bilatérale)		0,000
	N	208	208
capture par mois	Corrélation de Pearson	0,854**	1
	Sig. (bilatérale)	0,000	
	N	208	208

D’après les résultats de la corrélation Pearson on remarque une forte corrélation entre le nombre de capture par mois et les différents stades phenologiques de la datte.

Tableau 3: Corrélation entre les captures par mois et la pluviométrie

		Capture par mois	Pluviométrie
Capture par mois	Corrélation de Pearson	1	0,163*
	Sig. (bilatérale)		0,019
	N	208	208
Pluviométrie	Corrélation de Pearson	0,163*	1
	Sig. (bilatérale)	0,019	
	N	208	208

*. La corrélation est significative au niveau 0,05 (bilatéral).

Sig=0,019<0,05

On remarque qu'il ya une faible corrélation = 0,16 mais significative entre les capture des mâles et la pluviométrie.

3.1.1.2- Analyse de la variance

Tableau 4 : Stades phenologiques et la température moyenne

	Somme des carrés	ddl	Moyenne des carrés	F	Signification
Inter-groupes	611,224	156	3,918	1,668	0,018
Intra-groupes	119,833	51	2,350		
Total	731,058	207			

Sig=0,018<0,05

L'analyse de la variance montre qu'il y a un effet positif des températures moyennes du site sur les stades phenologique de la datte.

Tableau 5 : Anova entre nombre de capture et les températures moyennes mensuelles

	Somme des carrés	ddl	Moyenne des carrés	F	Signification
Inter-groupes	13400,498	36	372,236	210,163	0,000
Intra-groupes	302,872	171	1,771		
Total	13703,370	207			

Sig=0<0,005 alors il y a un effet positif des températures moyennes mensuelles du site sur le nombre de captures par mois.

3.2- Etude du développement de la pyrale

3.2.1- Stades larvaires

Tableau 6 : Le suivi du cycle des différents stades larvaires de la pyrale

Stades (N=40)	L1	L2	L3	L4	L5	Chrysalide	Adulte mâle	Adulte femelle
Durée moyenne (jours)	6,25±1,03	6,45±0,90	6,68±1,02	6,98±1,00	8,78±2,21	9,93±1,58	4,67±2	7,26±2

3.2.2- Biométrie des stades larvaires

Les mesures des différents stades larvaires sont indiquées dans le tableau suivant :

Tableau 7 : La biométrie des stades larvaires

Stades	L1	L2	L3	L4	L5	Chrysalide		Adulte	
						Mâle	Femelle	Mâle	Femelle
Taille moyenne (mm)	1±0,2	2±0,5	4±0,6	7±0,9	12±1,5	7±0,5	8±0,6	8±0,5	10±0,7

La biométrie des stades larvaires montrent une nette évolution d'un stade à un autre. Par contre à partir du stade chrysalide et du stade adulte on enregistre une différence de tailles entre les deux sexes mâle (chrysalide = 7±0,5 ; adulte = 8±0,5) par contre la femelle (chrysalide = 8±0,5 ; adulte =10±0,7).

3.2.3- Cycle de vie

Le suivi du cycle de vie des deux sexes est porté dans le tableau suivant :

Tableau 8 : cycle de vie du mâle et de la femelle

Total cycle du mâle (jours)	49,72±2
Total cycle de femelle (jours)	52,31±2
Cycle moyen (jours)	51,01±2

Le tableau 8 montre qu'il y a une différence de la durée entre les deux sexes de la pyrale élevé dans les même conditions et que le cycle de vie de la femelle dépasse celui du mâle (♂=49,72 ± 2 jours ; ♀=52,31 ± 2 jours).

3.2.4- Durée de vie des femelles

Le suivi de la longévité des femelles dans les conditions contrôlées a révélé une moyenne de $7,26 \pm 2,08$ jours.

3.2.5- Durée de vie des mâles

Le suivi de la longévité des mâles dans les conditions contrôlées a révélé une moyenne de $4,67 \pm 1,78$ jours.

3.2.6- Sex-ratio de la pyrale

Le résultat du tableau 9, montre une nette différence entre le nombre des femelles par rapport à celui des mâles, avec respectivement un total moyen de 55 et 32. Ces derniers montrent que le Sex-ratio de la pyrale de la datte élevée sur un milieu artificiel dans les conditions contrôlées est de 0,65 en faveur des femelles.

Tableau 9 : Sex-ratio *E. ceratoniae*

Couples	Total des larves	Total des femelles	Total des mâles	Sex-ratio
Couple 1	118	78	40	0,66
Couple 2	160	110	50	0,69
Couple 3	25	19	6	0,76
Couple 4	7	4	3	0,57
Couple 5	19	15	4	0,79
Couple 6	97	50	47	0,52
Couple 7	66	41	25	0,62
Couple 8	204	123	81	0,60
Moyenne	87	55	32	0,65

3.3- Etude de la reproduction de la pyrale

3.3.1- Durée d'accouplement

Dans les conditions contrôlées le suivi de la durée moyenne d'accouplement des adultes a donné une durée de 96,45 mn soit 1h 35 mn

3.3.2- Nombre de pontes

Le calcul du nombre de pontes des femelles en conditions contrôlées oscille d'un minimum d'une seule ponte à un maximum de sept pontes avec une moyenne de $4,18 \pm 1$ pontes.

3.3.3- Œufs pondus par femelle

Le suivi du nombre d'œufs pondus par femelle a révélé un nombre moyen de 18,02 œufs pondus par femelle par ponte avec un total moyen de 149,15 œufs.

3.3.4- Incubation des œufs

Le calcul de la durée moyenne d'incubation des œufs pondus par les femelles donne une durée moyenne de $3,21 \pm 1$ jours.

3.3.5- Fertilité des œufs

Le suivi de la fertilité des œufs pondus par les femelles indique une moyenne de 86,40%

3.4- Analyse statistique des paramètres biologiques de la pyrale

L'utilisation de la corrélation donne une idée sur le degré de liaison entre deux variables. Cette mesure peut démontrer l'existence le lien entre les variables indépendantes et dépendantes. Le coefficient R (de -1 à 1) nous permet de voir le degré de lien linéaire.

Tableau 10 : Corrélation entre le nombre total des œufs et le nombre de pontes

		Nombre total des œufs	Nombre de pontes
Nombre total des œufs	Corrélation de Pearson	1	0,362**
	Sig. (bilatérale)		0,000
	N	100	100
Nombre de pontes	Corrélation de Pearson	0,362**	1
	Sig. (bilatérale)	0,000	
	N	100	100

Sig<0,05 alors il y a une relation. La corrélation de Pearson = 0,362 ce qui montre une faible corrélation entre le nombre total des œufs pondus avec le nombre de ponte.

Tableau 11: Corrélation entre Nombre total des œufs et la durée d'accouplement

		Durée accouplement (mn)	Nombre total des œufs
Durée accouplement (mn)	Corrélation de Pearson	1	0,214*
	Sig. (bilatérale)		0,032
	N	100	100
Nombre total des œufs	Corrélation de Pearson	0,214*	1
	Sig. (bilatérale)	0,032	
	N	100	100

Sig <0,05

La corrélation de Pearson =0,214 alors une faible corrélation.

Par contre il y a un effet entre la durée de l'accouplement et le nombre total de ponte.

Tableau 12 : Corrélation entre Nombre de pontes et la fertilité

		Nombre de pontes	Fertilité
Nombre de pontes	Corrélation de Pearson	1	-0,063
	Sig. (bilatérale)		0,530
	N	100	100
Fertilité	Corrélation de Pearson	-0,063	1
	Sig. (bilatérale)	0,530	
	N	100	100

Sig > 0,05 ce qui induit qu'il n'y a pas un effet de la fertilité sur le nombre de ponte.

Tableau 13 : Corrélation entre nombre total des œufs et nombre des œufs éclos

		Nombre total des œufs	Nombre des œufs éclos
Nombre total des œufs	Corrélation de Pearson	1	0,786**
	Sig. (bilatérale)		0,000
	N	100	100
Nombre des œufs éclos	Corrélation de Pearson	0,786**	1
	Sig. (bilatérale)	0,000	
	N	100	100

Sig < 0,05. La corrélation de Pearson =0,786 ce qui induit à une relation forte entre le nombre total des œufs et le nombre des œufs éclos.

Tableau 14 : Corrélation entre le nombre des œufs éclos et la durée d’incubation des œufs

		Nombre des œufs éclos	Incubation œufs (j)
Nombre des œufs éclos	Corrélation de Pearson	1	-,018
	Sig. (bilatérale)		0,859
	N	100	100
Incubation œufs (j)	Corrélation de Pearson	-0,018	1
	Sig. (bilatérale)	0,859	
	N	100	100

Sig > 0,05 alors il n’y a pas de corrélation entre le nombre des œufs éclos et l’incubation.

Tableau 15 : Corrélation entre le nombre total des œufs et la longévité femelle

		Nombre total des œufs	Longévité femelles (Jours)
Nombre total des œufs	Corrélation de Pearson	1	0,294**
	Sig. (bilatérale)		0,003
	N	100	100
longévité femelles (Jours)	Corrélation de Pearson	0,294**	1
	Sig. (bilatérale)	0,003	
	N	100	100

Sig < 0,05 il y a une relation.

La corrélation de Pearson =0,294 alors la corrélation est faible. Ce qui montre qu’il n’y a pas un effet marquant du nombre total des œufs pondus sur la longévité des femelles.

Tableau 16 : Corrélation entre la fertilité et la longévité des mâles

		Fertilité	Longévité mâles (Jours)
Fertilité	Corrélation de Pearson	1	-0,062
	Sig. (bilatérale)		0,540
	N	100	100
Longévité mâles (Jours)	Corrélation de Pearson	-0,062	1
	Sig. (bilatérale)	0,540	
	N	100	100

Sig>0,05 ce qui montre qu’il n’existe pas de relation. Alors il n’ya pas de corrélation entre la durée d’accouplement et la longévité mâle.

Tableau 17: Corrélation entre la longévité des mâles et la durée d'accouplement

		Longévité mâles (Jours)	Durée accouplement mn
Longévité mâles (Jours)	Corrélation de Pearson	1	-0,073
	Sig. (bilatérale)		0,472
	N	100	100
durée accouplement (mn)	Corrélation de Pearson	-0,073	1
	Sig. (bilatérale)	0,472	
	N	100	100

Sig>0,05 ce qui indique qu'il n'y a pas de relation. Alors il n'y a pas de relation entre la durée d'accouplement et la longévité des mâles.

Tableau 18 : Analyse de la variance entre la fertilité et le nombre total des œufs éclos

	Somme des carrés	ddl	Moyenne des carrés	F	Signification
Inter-groupes	24180,281	3	8060,094	1,662	0,180
Intra-groupes	465598,229	96	4849,982		
Total	489778,510	99			

Sig =0,18>0,05 alors il n'y a pas d'influence de la fertilité sur le nombre total des œufs éclos.

Tableau 19 : Analyse de la variance entre le nombre de ponte et la longévité femelles

	Somme des carrés	ddl	Moyenne des carrés	F	Signification
Inter-groupes	18,117	8	2,265	1,180	0,320
Intra-groupes	174,643	91	1,919		
Total	192,760	99			

Sig=0,32 > 0,05 alors il n'y a pas d'influence du nombre de ponte sur la longévité femelles

3.5- Techniques de lutte

3.5.1- Microbiologique

3.5.1.1- Btk

Le résultat obtenu du traitement contre la pyrale par le Btk au laboratoire est présenté dans le tableau suivant :

Tableau 20 : Résultat du traitement de la pyrale par le Btk au laboratoire

	Boite0	Boite1	Boite2	Boite3	Boite4	Boite5	Boite6	Boite7	Boite8
	Non traité	Traité	Traité	Traité	Traité	Traité	Traité	Traité	Traité
Nombre d'œufs déposés	75	101	79	64	54	20	20	35	50
Fertilité 86%	65	87	68	55	46	17	17	30	43
Œufs non féconds	11	14	11	9	8	3	3	5	7
Larves mortes	3	73	57	46	39	17	17	30	43
Larves vivantes	62	0	0	0	0	0	0	0	0
Taux de mortalité par le Bt en %		84	84	84	84	100	100	100	100
Pourcentage de la mortalité corrigée %		100	100	100	100	100	100	100	100

Le tableau 20 montre un taux de mortalité maximum qui oscille de 84% à 100% des larves néonates exposées au Btk.

Le résultat du traitement réalisé *in situ* et au magasin de stockage est représenté dans le tableau suivant :

Tableau 21 : Résultat du traitement contre la pyrale des dattes dans le site d'étude

		2010			2011		
		1 ^{ere} décade	2 ^{eme} décade	3 ^{eme} décade	1 ^{ere} décade	2 ^{eme} décade	3 ^{eme} décade
avant traitement	Traitements						
	Contrôles	200 fruits	200 fruits	200 fruits	200 fruits	200 fruits	200 fruits
	Fruits infestés	95	79	14	8	5	4
	Œufs	25	14	4	3	13	0
	Larves	54	44	10	5	0	0
	Larves mortes	0	29	8	4	0	3
	Taux de mortalité larvaire %	0	65,9	80	80	100	100
	taux infestation %	48	39,5	7	4	0	1
après traitement	Traitements						
	Contrôles		200 fruits	200 fruits	200 fruits	200 fruits	200 fruits
	Fruits infestés		18	13	4	0	0
	Œufs		8	7	7	0	0
	Larves		10	6	4	0	0
	Larves mortes		1	1	4	0	1
	Taux de mortalité larvaire %		10	16,66	100	100	100
	Taux infestation %		9	6,5	2	0	0,5

Le traitement réalisé dans la palmeraie durant deux années (2010 et 2011) durant le mois d'Octobre avec le Btk a présenté une efficacité sur les larves L1 de la pyrale avant leur introduction dans les dattes. Le niveau d'infestation du site présente un taux de 39,5% après trois applications du Btk on a eu un taux de 0,5%.

Nous avons réalisé un traitement à la même dose homologuée (1,5 L/Ha) sur les dattes en stockage.

Tableau 22 : Résultats du traitement au Btk au niveau du stock

Stock Magtoufa 2010	Fruits Examinés	Fruits attaqués	Taux infestation %	Total larves	Larves mortes	Efficacité %
Avant 1ere application	1000	201	20,1	198	3	
Après 1eme application	1000	88	8,8	66	54	81,82
Après 2eme application	1000	33	3,3	28	21	75,00
Stock Magtoufa 2011						
Avant 1ere application	1000	183	18,3	100	19	
Après 1eme application	1000	93	9,3	39	28	71,79
Après 2eme application	1000	40	4	11	8	72,73

Les deux applications sur les dattes dans le magasin de stockage ont montré une réduction du taux d'infestation de 20,1% à 3,3% durant l'année 2010 avec une efficacité marquée du traitement de 75 et 81,82%. Par contre pour l'année 2011 nous avons eu une réduction de 18,3% à 4% avec une efficacité du traitement de 67,86 et 72,73%.

3.5.2- Biologique

3.5.2.1- *Bracon hebetor*

Le résultat du traitement des données du cycle biologique de *Bracon* sont portés dans le Tableau 23.

Tableau 23 : Cycle biologique de *Bracon hebetor* dans les conditions contrôlées

	Incubation œuf (j)	Stades larvaires (j)	Nymphe (j)	Durée totale de cycle (j)
Moyenne	1,47±0,57	2,43±0,86	7,13±0,57	11,03±1,27

D’après les résultats mentionnés dans le tableau ci-dessus on remarque que la durée moyenne du cycle de vie du *Bracon* est de $11,03 \pm 1,27$ jours repartis en trois phases.

La phase incubation des œufs ayant une période de $1,47 \pm 0,57$ jours, la phase larvaire qui dure $2,43 \pm 0,86$ jours et la phase nymphale marque une durée de $7,13 \pm 0,57$ jours.

3.5.2.1.1- Activité parasitaire de *Bracon* sur les larves de la pyrale

Pour chaque modalité de 10 répétitions on a introduit dans la boîte de Pétri une femelle de *Bracon*.

Tableau 24 : Activité parasitaire de *Bracon hebetor* sur 5, 10 et 15 larves

Nombre larves	Parasite	Répétitions									
		R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10
5	Emergence <i>Bracon</i>	27	53	26	29	27	15	28	20	39	41
10		41	11	54	62	19	54	41	62	19	27
15		97	54	03	55	21	27	34	32	34	71

R : nombre d’œufs de *Bracon* par larve de pyrale

D’après le test d’homogénéité des variances (statistique de Levene) appliqué aux larves parasitées et piquées non parasitées a montré qu’il existe une nette différence entre les deux ce qui veut dire qu’il y a un effet très positif du parasite sur les larves de la pyrale.

De même les résultats du parasitisme ($F= 0,946$ et $P=0,40$) et de la paralysie des larves ($F=1,85$ et $P= 0,000$) sont significatifs.

Les comparaisons multiples montrent qu’il existe une forte corrélation de l’effet du parasite sur les 10/15 larves et inversement (La différence moyenne est significative au niveau 0,05).

Le résultat du parasitisme de *Bracon* montre qu'il y a une forte corrélation entre les larves piquées parasitées et les larves piquées non parasitées dans les cas des boîtes séparées.

Ce résultat nous a permis de voir que le rendement parasitaire de *Bracon* est très élevé pour le test des 15 larves parasitées par la femelle de *Bracon*.

3.5.2.2- *Phanerotoma flavitestacea*

Tableau 25 : Cycle biologique de *Phanerotoma flavitestacea* dans les conditions contrôlées

	Vie endoparasite (j)	Vie sarcophage (j)	Nymphe (j)	Total (j)
Moyenne	33,17±2,56	3,33±0,52	12,17±1,17	48,83±2,71

D'après les résultats mentionnés dans le tableau 25 montrent que la durée moyenne de vie de *Phanerotoma* est de 48,83 ± 2,71 jours repartis en trois phases distinctes.

La phase endoparasite marque une moyenne de 33,17 ± 2,56 jours quant à la phase sarcophage dure 33,3 ± 0,52 jours et la phase nymphale marque une durée de 12,17 ± 1,17 jours.

3.5.2.2.1- Activité parasitaire de *Phanerotoma* sur les œufs de la pyrale

L'activité parasitaire du *Phanerotoma* sur la pyrale des dattes est présentée dans le tableau suivant :

Tableau 26 : Activité parasitaire de *Phanerotoma* sur les œufs de la pyrale

Nombre œufs	Emergences	Répétitions									
		R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10
5	Emergence <i>Phanerotoma</i>	1	2	1	0	1	0	0	1	5	1
	Emergence Pyrale	0	0	2	2	2	3	1	1	2	3
10	Emergence <i>Phanerotoma</i>	0	5	2	2	3	2	0	6	3	2
	Emergence Pyrale	5	1	0	4	3	3	6	1	3	5
15	Emergence <i>Phanerotoma</i>	11	0	7	0	0	0	0	0	1	0
	Emergence Pyrale	0	11	1	5	2	3	9	7	5	5
20	Emergence <i>Phanerotoma</i>	2	0	0	1	2	1	2	0	1	1
	Emergence Pyrale	1	12	13	16	9	0	15	0	10	16

Test d'homogénéité des variances de Levene ($P=0,010 < 0,05$) ($F=0,877 < P=0,462$). D'après le test d'homogénéité et le test ANOVA à montrer qu'il y a un effet positif de *Phanerotoma* sur les œufs de la pyrale ($P= 0,010$).

D'après les résultats de la comparaison multiples (0,05) on remarque que l'effet parasitaire de *Phanerotoma* sur 5 œufs/20 œufs ($=0,998$) a montré un résultat optimal de même pour 15 et 20 œufs ($=0,998$) on a enregistré un effet meilleur cela montre que si le nombre des œufs est élevé le rendement parasitaire est meilleur de *Phanerotoma*.

D'après les résultats du parasitisme des deux auxillaires on peut proposer alors une dose de lâcher pour l'auxillaire *Phanerotoma*.

Une femelle de pyrale pond en moyenne 18 œufs ayant une fertilité de 86 soit 15 œufs fertiles

Le nombre moyen de mâles capturés par mois est de 102 /ha

Sex-ratio 1 : 102 femelles

$102 \times 18 = 1836$ œufs avec une fertilité de 86% : 1579 œufs fertiles

1 femelle de *Phanerotoma* parasite 20 œufs de pyrale donc il faut : 80 femelles

Donc la dose de lâcher est : 80 femelles de *Phanerotoma*/ha ($80 \times 10 = 800$)

3.5.3- Physique

3.5.3.1- Gaz

3.5.3.1.1- Bromure de Methyl (Ch₃Br)

Gaz de référence parce que c'est un gaz total dont l'effet est imminent sur les insectes.

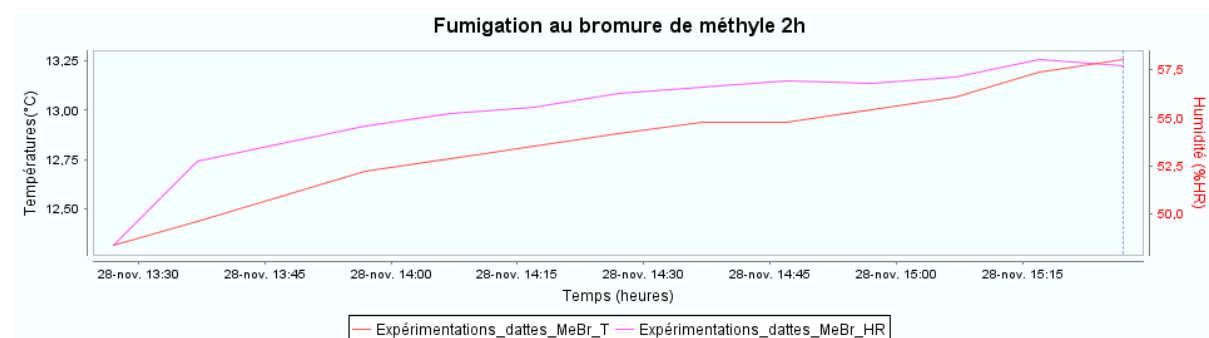


Figure 43 – Evolution de la température et de l’humidité dans l’enceinte du Ch₃ Br

La température et l’humidité lors du traitement sont respectivement 12,8°C et 55,3%

Aucun problème pour le Bromure à des températures basses.

Tableau 27 : Efficacite du traitement au Bromure de Methyle

Stade	Nombre	Vivants	Morts	Efficacité %
L1	8	0	8	100
L2	4	0	4	100
L3	5	0	5	100
L4	1	0	1	100
L5	0	0	0	100
Total	18	0	18	100

L’efficacité du Bromure est marquante puisque il ne laisse aucun insecte vivant à l’intérieur des dattes en un temps très court.

3.5.3.1.2- PH₃

3.5.3.1.2.1 - Phosphine avec ammoniac 48h et 72h (Enceinte 120 litres)

Évolution des concentrations lors du test sont indiquées dans le tableau 28

Tableau 28 : Évolution des concentrations de la Phosphine avec ammoniac 48h et 72h

Concentrations	24 h	48 h
Phosphine avec ammoniac 48h	934	950
Phosphine avec ammoniac 72h	933	816

Les concentrations se situent dans la fourchette attendue par rapport aux 1200 ppm introduites. Donc la sorption est faible.

La température pour les durées prévues est suffisante pour tuer les larves mais pas pour tuer des œufs ou les nymphes.

La température et l'humidité enregistrées sont respectivement 17,7°C et 79,6%.

L'évolution de la température et l'hygrométrie sur les 72 h sont indiquées dans la figure suivante :

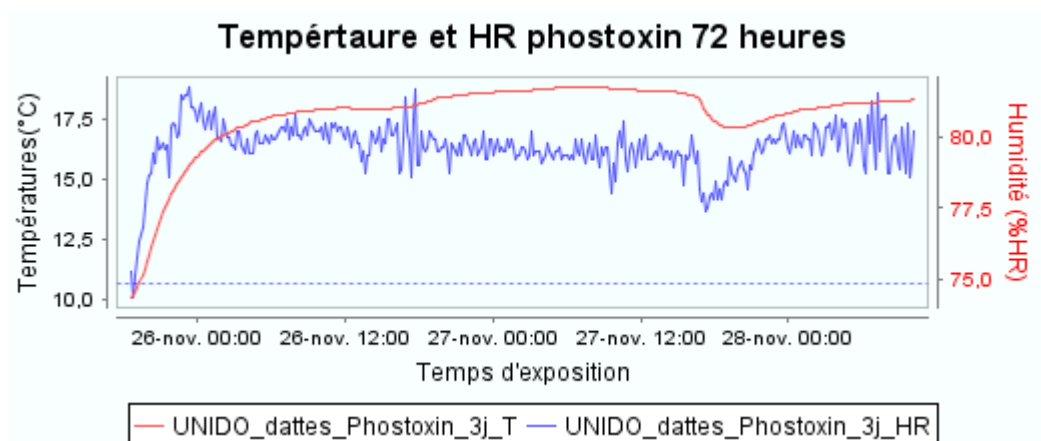


Figure 44 - Evolution de la température et de l'humidité dans l'enceinte du phostoxin

Durée de 48H

Toutes les larves sont mortes. Mais la durée de 48h est beaucoup trop courte pour tuer les œufs.

Durée de 72H

La durée de 72h est totale sur tous les stades larvaires.

Tableau 29: Efficacité du traitement au Phostoxin

Stades	Nombre	Vivants	Morts	Efficacité %
L1	17	0	17	100
L2	12	0	12	100
L	7	0	7	100
L4	2	0	2	100
L5	2	0	2	100
Total	40	0	40	100

La durée de 72h est trop courte en dessous de 30°C pour espérer tuer les œufs.

3.5.3.1.2.2- Phosphine pure sans ammoniac 48h et 72h (Enceinte 11 litres)

L'évolution des concentrations de la phosphine pour les deux temps (24h et 48h) sont comme sous indiquées dans le tableau 30.

Tableau 30 : Evolution des concentrations de la phosphine

Concentrations	24 h	48 h
Phosphine sans ammoniac 48h	933	920
Phosphine sans ammoniac 72h	816	747

Les concentrations se situent dans la fourchette attendue par rapport aux 1200 ppm introduites. La sorption est faible.

La température et l'humidité enregistrées lors de l'essai est respectivement 18,7°C et 78,6%. L'évolution de la température et de l'hygrométrie sur les 72 h est indiquée dans la figure suivante :

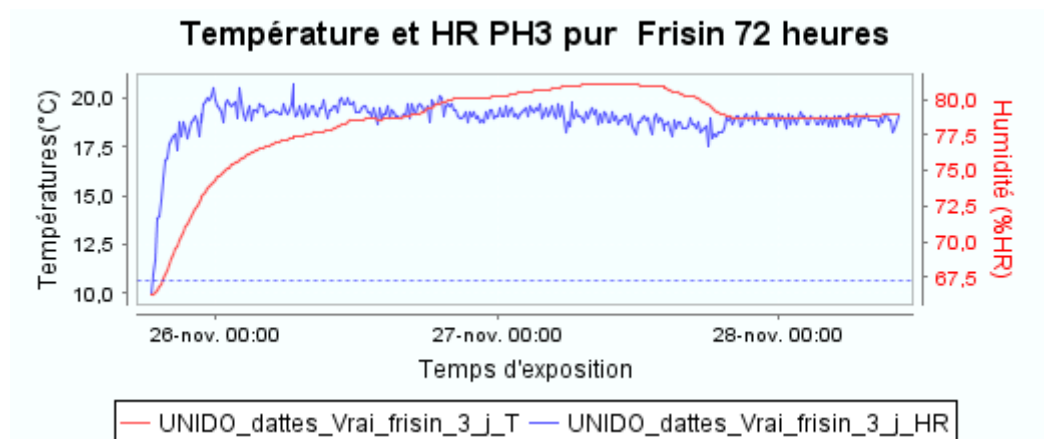


Figure 45 - Evolution de la température et de l'humidité dans l'enceinte du Frisin

Température pour les durée prévues suffisante pour tuer les larves pas pour tuer des œufs ou des nymphes.

L'action de la phosphine pure pendant 48h sur les différents stades larvaire de la pyrale est présentée dans le tableau.

Tableau 31 : Efficacité du Frisin 48h

Stades	Nombre	Vivants	Morts	Efficacité %
L1	19	0	19	100
L2	11	0	11	100
L3	4	0	4	100
L4	3	0	3	100
L5	1	0	1	100
Total	38	0	38	100

Les résultats montrent que l'effet est marquant sur les cinq stades larvaires. Mais la durée de 48h est beaucoup trop courte pour tuer les œufs.

L'action de la phosphine pure pendant 72h sur les différents stades larvaire de la pyrale est comme suit :

Tableau 32 : Efficacité du Frisin 72h

Stades	Nombre	Vivants	Morts	Efficacité %
L1	15	0	15	100
L2	7	0	7	100
L3	4	0	4	100
L4	8	0	8	100
L5	5	0	5	100
Total	39	0	39	100

Elle est totale sur tous les stades larvaires. Par contre cette durée de 72h est trop courte pour tuer les œufs.

3.5.3.2- Chaleur

Les mesures de température ont été réalisées dans un four qui fonctionne par la chaleur humide et qui est utilisé dans le cadre des traitements à la chaleur. Le four fonctionne pour réhydrater les dattes qualifiée de « écart de tri » destinées à la fabrication de pâte ou à l'exportation qui nécessitent un traitement à environ 65 à 70°C. Après avoir placé des capteurs enregistreurs de température et d'humidité relative nous avons enregistré les résultats suivant :

Les résultats obtenus des mesures de la température et de l'humidité du four de cuisson des dattes sont les suivants :

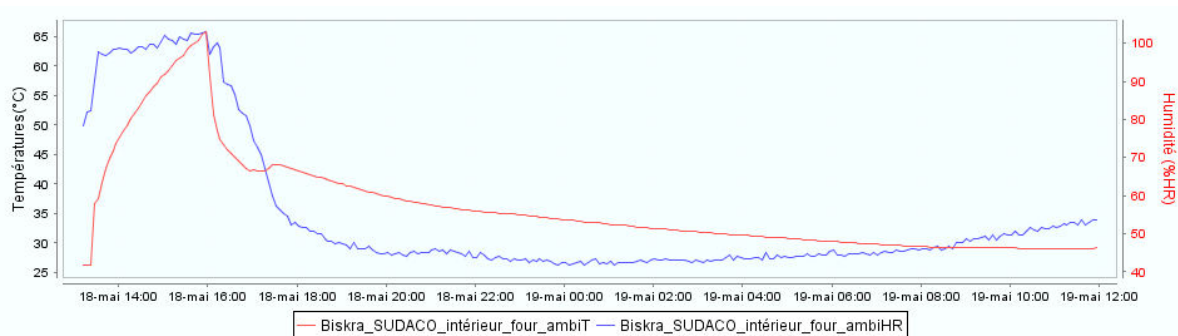


Figure 46 - Evolution de la température et de l'humidité relative dans l'ambiance du four

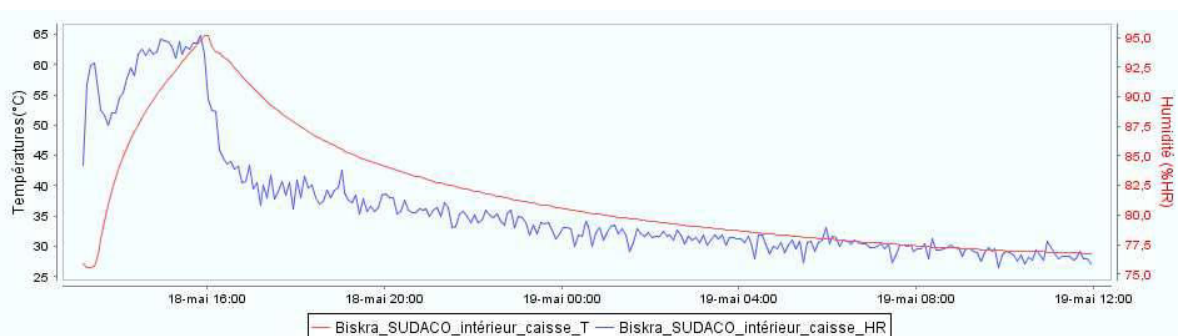


Figure 47 - Evolution de la température et de l'humidité relative à la surface d'une caisse de dattes placée au centre du four

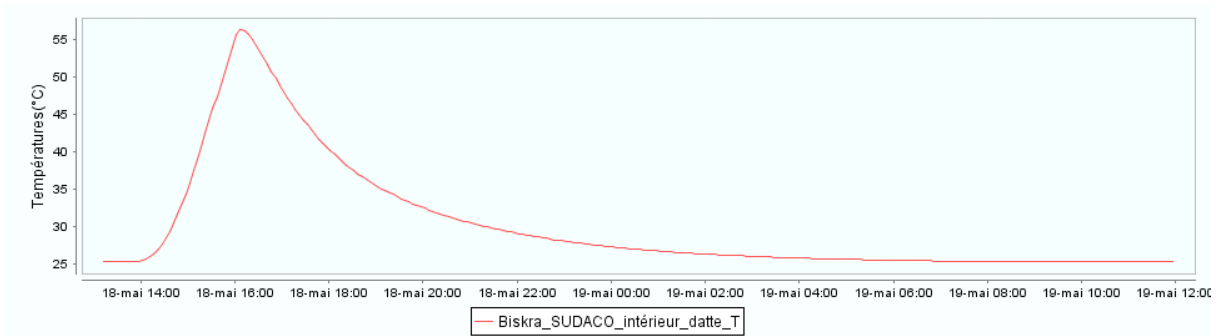


Figure 48 - Evolution de la température à l'intérieur d'une datte se trouvant au milieu d'une caisse contenant des dattes placée au centre du four

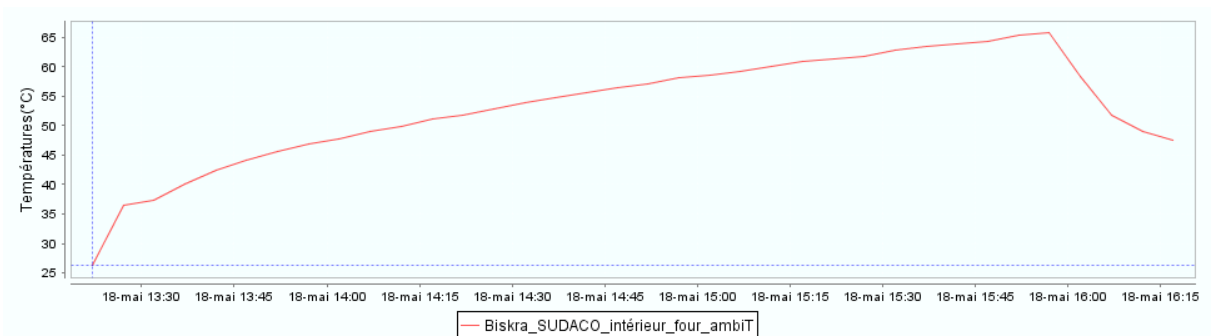


Figure 49 - Evolution de la température dans l'ambiance du four pendant la cuisson

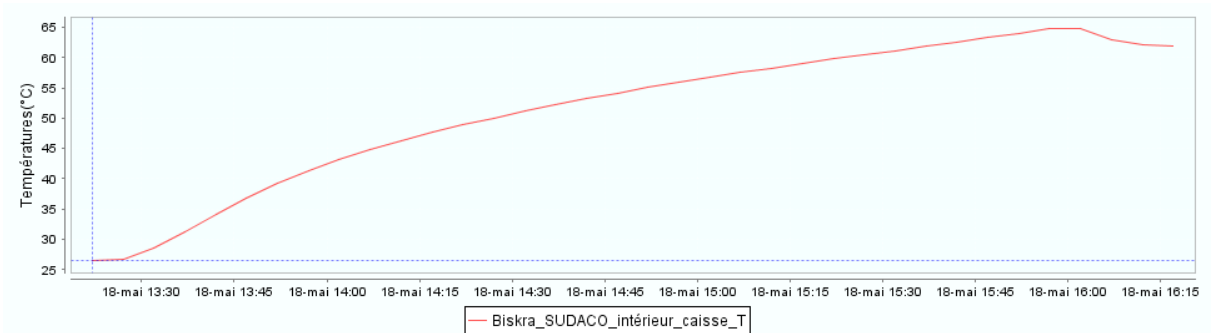


Figure 50 - Evolution de la température à la surface d'une caisse remplie de dattes pendant la phase de la cuisson

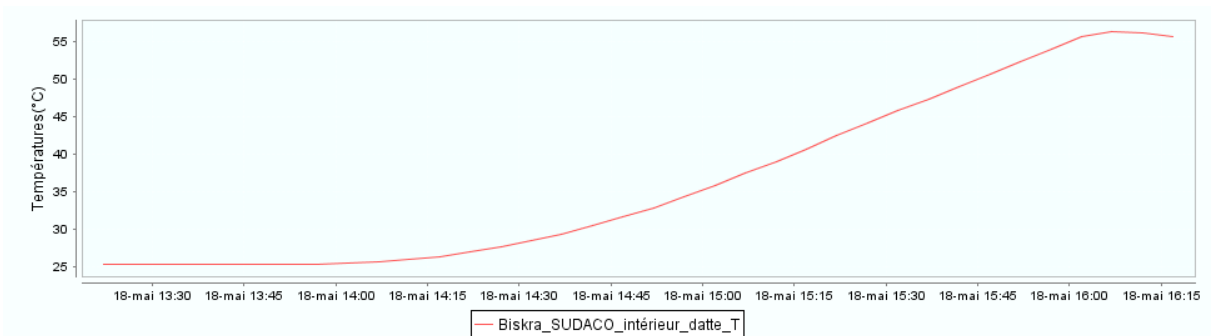


Figure 51 - Evolution de la température à l'intérieur d'une datte placée au milieu d'une caisse pendant la cuisson

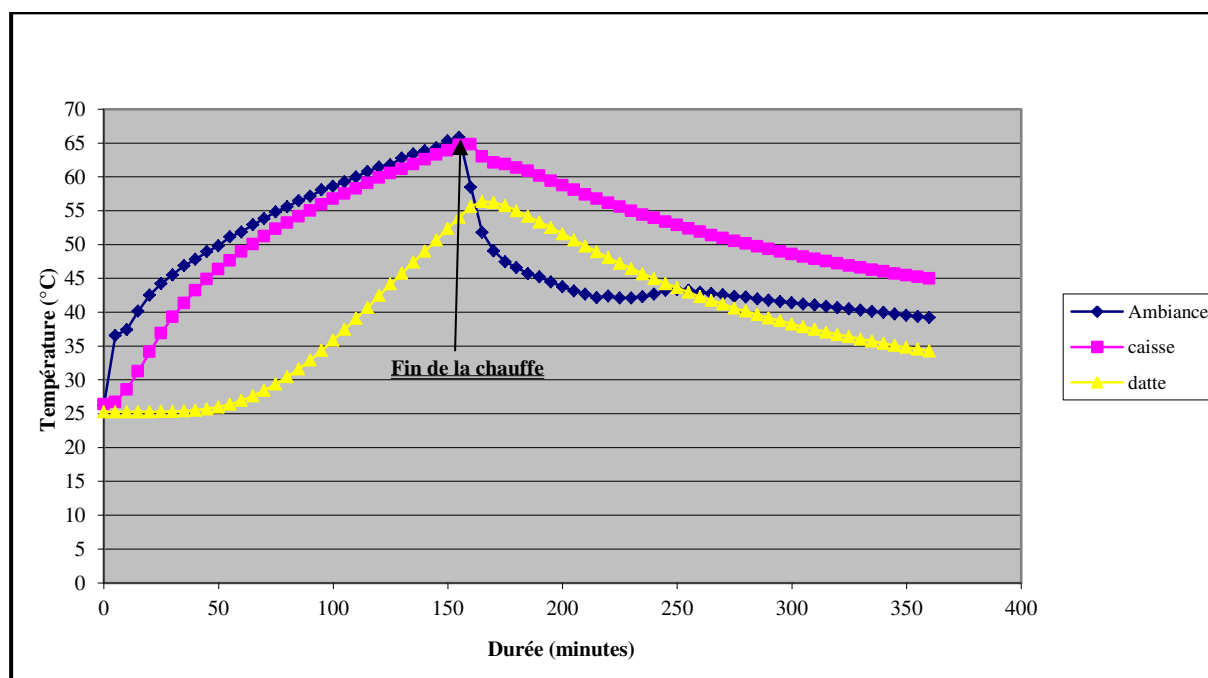


Figure 52a - Evolution des températures dans le four, une caisse de dattes et dans une datte

Les mesures effectuées lors des traitements à la chaleur humide montrent que les courbes de température et d'humidité relative sont quasiment identiques, ce qui signifie qu'il existe une bonne homogénéisation de la vapeur dans la chambre et dans un temps assez court. De plus la consigne reflète bien la température maximale atteinte. Cependant la courbe de température enregistrée à l'intérieur de la datte montre qu'il existe une différence de température d'environ 10°C entre l'ambiance et l'intérieur d'une datte. De plus on remarque que cette température d'environ 65°C dans l'ambiance et 55°C dans la datte n'a été atteinte qu'après 2h30, soit au moment où le four a été arrêté.

Des tests ont été effectués au laboratoire pour mesurer la teneur en eau des dattes qualifiée fraîches.

Les teneurs en eau ont été prises sur un certain nombre de dattes et peut rapporter trois types de résultats :

Dattes fraîches: 39,2% de teneur en eau

Dattes demi-fraîches : 30,0% de teneur en eau

Dattes faiblement fraîches: 28,2 % de teneur en eau

Les teneurs en eau sont donc assez élevées pour des fruits dits « fraîches ».

Des essais préliminaires menés à l'étuve du laboratoire pour voir l'évolution et l'effet de la température 53° pour une consigne de 56°C pendant 3h.

Tableau 33 : Traitement par chaleur

Stades	Nombre	Vivants	Morts	Efficacité %
L1	8	0	8	100
L2	5	0	5	100
L3	11	0	11	100
L4	6	0	6	100
L5	2	0	2	100
Total	32	0	32	100

D'après les résultats on remarque que toutes les larves sont mortes à cette température. Par contre la température de 53°C pendant 3h affecte la qualité des dattes surtout fraîches. Mais aucune larve n'est sortie des dattes.

50°C pour une consigne de 53°C pendant 2h

L'évolution de la Température et hygrométrie de l'ambiance ainsi que la température à l'intérieur de la datte sont indiquées dans le graphe ci dessous:

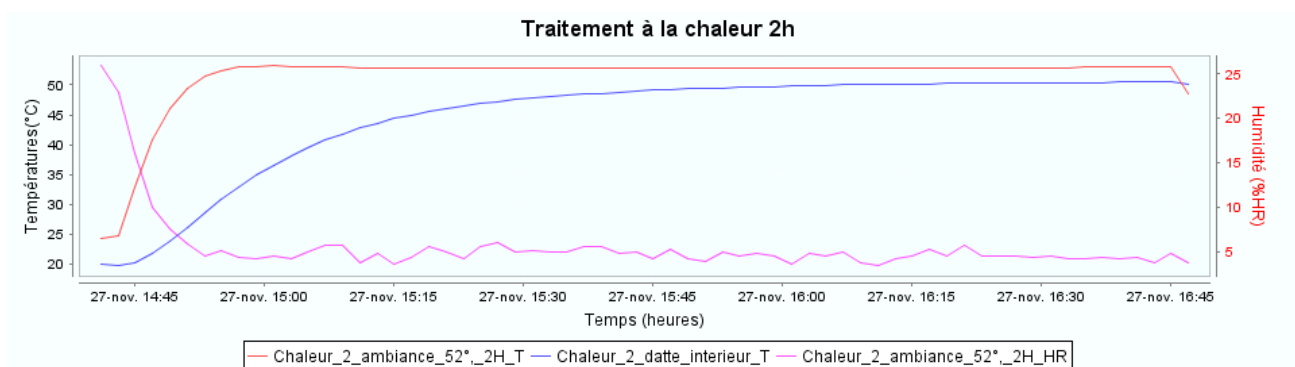


Figure 52b – Evolution de la température et l'humidité dans le four, une caisse de dattes et dans une datte

D'après le suivi de la température interne de l'étuve et la température à l'intérieur de la datte on constate qu'il y a une différence de 6,8°C pendant le traitement par contre durant dernière heure on constate un retard bien prévisible entre la température ambiante et la température au sein des dattes mais plus surprenant il reste un écart constant de 3°C entre la consigne c'est à dire la température ambiante et la température à l'intérieur du lot de dattes.

Après pesé des dattes on a trouvé une perte d'eau de 14% de l'échantillon.

50°C pour une consigne de 53°C pendant 3h

L'évolution de la Température et hygrométrie de l'ambiance ainsi que la température à l'intérieur de la datte sont indiquées.

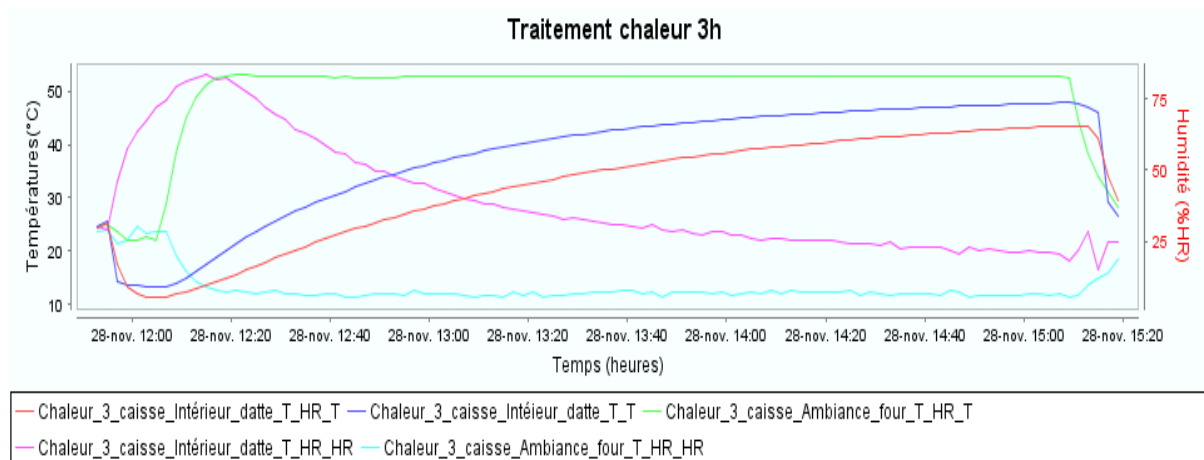


Figure 53 - Evolution de la température et humidité pour traitement 3h

D'après le suivi de la température interne de l'étuve et la température à l'intérieur de la datte on constate un écart de 6,8°C pendant le traitement.

Par contre durant dernière heure on constate un retard bien prévisible entre la température ambiante et la température au sein des dattes mais plus surprenant il reste un écart constant de 3°C entre la consigne c'est à dire la température ambiante et la température à l'intérieur du lot de dattes.

Après pesé des dattes on a trouvé une perte d'eau de 14% de l'échantillon.

L'équilibre des températures entre la température ambiante du four et le capteur au cœur d'une datte montre un écart de 7°C.

D'après les résultats obtenus auparavant sur les larves seules à l'intérieur des dattes on a mené d'autres essais sur les œufs et larves pour d'autres températures et d'autres temps d'exposition.

Au départ nous avons évalué les taux d'éclosion des œufs dont les valeurs sont exposées au tableau ci-dessous :

Tableau 34 : Les taux d'éclosion des œufs après le traitement à la chaleur.

Taux d'éclosion des œufs % par traitement				
	T ₁		T ₂	
Répétition	t ₁	t ₂	t ₁	t ₂
R₁	0	0	0	0
R₂	0	0	0	0
R₃	0	0	0	0

T₁= 53°C T₂= 60°C t₁= 15mn t₂= 30mn R : répétition

Les données ci-dessus montrent que les œufs n'ont pas éclos pour les deux températures (53°C et 60°C) et pour les deux durées d'exposition.

3.5.3.2.1-Traitement des larves néonates de la pyrale aux températures 53°C et 60°C pendant 15 mn et 30 mn.

Les résultats de l'essai sont portés dans le tableau suivant :

Tableau 35 : Les taux de mortalité des larves au stade baladeur après les traitements

Taux de mortalité % des larves néonates				
	T ₁		T ₂	
Répétition	t ₁	t ₂	t ₁	t ₂
R₁	100	100	100	100
R₂	100	100	100	100
R₃	100	100	100	100

T₁= 53°C T₂= 60°C t₁= 15mn t₂= 30mn R : répétition.

Le tableau 35 montre que les différents traitements sont similaires et ont engendré une mortalité de toutes les larves au stade baladeur.

3.5.3.2-Traitement des stades larvaires (L₁ L₂ L₃ L₄ et L₅) de la pyrale aux températures de 50°C 53°C et 58°C pendant 7 mn et 15 mn.

Après le traitement des différents stades larvaires nous avons évalué les taux de mortalité de chaque stade qui sont portés dans le tableau suivant :

Tableau 36 : les taux de mortalité des différents stades larvaires après le traitement thermique.

Traitement	Taux de mortalité % / Larves				
	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	L ₅
T ₁ t ₁	100	20	20	0	0
T ₁ t ₁	80	80	0	0	0
T ₁ t ₁	100	40	0	20	0
T ₁ t ₂	100	40	40	20	0
T ₁ t ₂	100	80	40	0	0
T ₁ t ₂	100	80	40	20	0
T ₂ t ₁	100	40	20	20	0
T ₂ t ₁	100	40	20	0	0
T ₂ t ₁	100	60	40	20	0
T ₂ t ₂	100	80	80	80	40
T ₂ t ₂	100	80	60	60	60
T ₂ t ₂	100	60	60	60	40
T ₃ t ₁	100	80	80	60	60
T ₃ t ₁	100	80	60	80	80
T ₃ t ₁	100	80	100	100	60
T ₃ t ₂	100	100	100	100	100
T ₃ t ₂	100	100	100	100	100
T ₃ t ₂	100	100	100	100	100

Tableau 37 : Les moyennes des taux de mortalité des larves après le traitement à la chaleur

	Moyennes des taux de mortalité des larves				
Traitement	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	L ₅
T₁t₁	93,33	46,67	66,7	66,7	0,00
T₁t₂	100,00	66,67	40,00	13,33	0,00
T₂t₁	100,00	46,67	26,67	13,33	0,00
T₂t₂	100,00	73,33	66,67	66,67	46,67
T₃t₁	100,00	80,00	80,00	80,00	66,67
T₃t₂	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

T₁= 50°C T₂= 53°C T₃=58°C t₁=7mn t₂=15mn L : stade larvaire T_{Nt_n}=combinaison
température-temps :

Ex : T₁t₁= traitement des larves à une température de 50°C durant 7mn

T₁t₂= traitement des larves à une température de 50°C durant 15mn.

Le tableau ci dessus montre que la mortalité la plus marquée pour tous les stades a concernée le traitement T₃t₂.

Afin de vérifier ce résultat obtenu on a ouvert 5 dattes et on a introduit une larve à l'intérieur de chaque une datte qu'on a bien fermé. Ces dattes ont subit le traitement T₃t₂ on a obtenu le résultat suivant :

Tableau 38 : Moyennes des taux de mortalité

	Moyennes de taux de mortalité % / Larves				
Traitement	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	L ₅
T₃t₂	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

4-DISCUSSION

Le palmier dattier (*Phoenix Dactylifera* L) avec son fruit la datte, recèle des ressources dont l'importance n'est plus démontrée. Symbole de l'agriculture oasienne, ils sont créateurs de la source de valeurs inestimables: valeurs économiques (Belguedj, 2002).

La pyrale des dattes est le principal ravageur des dattes sur régime, (Bouka et *al.*, 2000).

Elle est surtout représentée par l'espèce *Ectomyelois ceratoniae*, occasionne des dégâts au champ à la maturité des fruits, mais les dommages réels dans les lieux de stockage, (Sedra, 2003).

Selon Cox (1976), la pyrale des dattes passe l'hiver à l'état larvaire dans les dattes.

Nous avons remarqué que dans les dattes qu'on a ouvert pour contrôle on ne rencontre qu'une seule larve et lorsque ont met plusieurs larves dans une même boîte de Pétri on assiste au phénomène de cannibalisme. Nous avons observé aussi, que les larves âgées après qu'elles devorent les petites larves tissent la soie autour d'elles pour se protégés.

Le Berre (1978), note qu'il est extrêmement rare de trouver dans la même datte deux larves d'*Ectomyelois ceratoniae*, cela est dû au phénomène de cannibalisme qui caractérise cette espèce.

On peut ajouter aussi qu'Idder et *al* (2009), ont montré que même si l'on rencontre quelquefois deux ou trois larves de la pyrale dans un fruit, il ne sort qu'un papillon par datte à cause des phénomènes de cannibalisme.

Nous avons observé l'émergence de la mouche des fruits *Ceratitis capitata* à partir des dattes placées dans la chambre d'émergence. Le nombre n'été pas assez élevé (24 mouches).

La fluctuation des populations de la pyrale semble influencer par les paramètres écologiques (température et pluviométrie).

Durant les quatre années 2010, 2011, 2012 et 2013 de suivi de la dynamique des populations de la pyrale des dattes, on remarque une fluctuation irrégulière des températures et de la pluviométrie. Cette fluctuation est proportionnelle aux captures des mâles de la pyrale.

Le nombre d'adultes capturés est en fonction de ces températures et des pluviométries durant chaque année on remarque l'existence de trois pics, le premier, correspondant au maximum de vol des adultes issus des larves hivernantes ou les températures sont très basses défavorables pour l'accélération du cycle de la pyrale et une très faibles pluviométrie, qui se situe de Mars jusqu'à la fin Mai qui coïncide avec stade Loulou stade non réceptif à la pyrale et qui représente la première génération.

Le second pic correspond au début de la deuxième génération, de la fin du mois de Juillet ou les températures sont très élevées mais le stade de la datte est encore non réceptif pour la pyrale. L'existence de ces papillons et la présence des dattes dans les magasins traditionnels non contrôlés ou bien des dattes tombées au sol et/ou accrochées dans les palmiers. Le mois d'Août marque la véraison de la datte au stade B'ser qui marque le stade réceptif pour la pyrale c'est à ce moment ou les dattes commencent à synthétiser les sucres.

Le troisième pic enregistré durant le mois d'Octobre qui coïncide avec stade Tmar la maturité des dattes ou les températures sont optimales pour un développement maximum de papillons.

C'est la troisième génération la plus redoutable. Lorsque les températures deviennent basses on note une régression très accentuée de la population de la pyrale jusqu'à la fin du mois de Décembre qui marque la phase d'hivernation de la pyrale.

On a remarqué la présence de l'insecte durant toute l'année depuis Janvier à Décembre. La présence d'un faible effectif durant les trois derniers mois marque l'existence d'une quatrième génération numériquement faible issue des magasins de

stockage à l'intérieur des palmeraies, dattes par sol et représente une source d'infestation.

Au moment de la récolte des dattes Deglet Nour en branchettes les températures sont beaucoup moins élevées. C'est pourquoi il semble difficile d'atteindre une température suffisamment élevée pour obtenir le seuil léthal à l'intérieur de la datte à cette période de l'année.

Ce qui est pareil sans doute aux travaux de Sentis (2012), qui a apporté qu'une légère augmentation de la température conduit à un accroissement de l'activité, du développement, de la reproduction et, dans certains cas, du nombre de générations par année. Les insectes sont capables de supporter l'exposition à des pointes de températures élevées pourvu qu'elles soient séparées par une période de répit à température favorable ; L'ensemble de ces résultats suggèrent que la fréquence et l'amplitude des pics de température sont les deux principaux facteurs qui déterminent l'impact des températures extrêmes sur les insectes.

Gagnon et *al.* (2013), notent que les insectes dépendent directement des conditions climatiques extérieures en régulant la vitesse de leur métabolisme. Le réchauffement climatique aura donc un effet sur leur vitesse de développement en modifiant le voltinisme (le nombre de générations par année), l'abondance de leurs populations, leur survie hivernale, et leur aire de répartition. Le même auteur ajoute que bien que les agents pathogènes dépendent également de la température, leur succès reproducteur ainsi que leur vitesse de développement sont extrêmement liés à l'humidité.

Cependant, Mehaoua (2014), confirme que les températures basses en hiver dans la région de Biskra limitent l'émergence et le développement de l'*Ectomyelois ceratoniae*. Il existe une forte corrélation entre les températures basses et la diminution de l'effectif de la pyrale de la datte.

D'après Brodeur et *al.* (2013), indiquent que pour une même zone climatique, les espèces qui exploitent des habitats où la température est relativement constante (ex. le sol) répondent moins aux changements de température que les espèces qui vivent là

où les régimes de température se caractérisent par de plus fréquentes et importantes amplitudes.

Alors que Gagnon (2013), ajoute que l'interaction plante-insecte ravageur, les cycles saisonniers des insectes herbivores et de leur plante hôte sont fortement liés et une simple modification de la température pourrait altérer le synchronisme plante-insecte et ainsi augmenter ou diminuer les dommages causés à la plante.

Balachowsky (1972) et Doumandji (1981), affirment que le nombre de génération d'*Ectomyelois ceratoniae* varie d'un pays à l'autre et dans une même localité d'une plante hôte à une autre. De même Wertheimer (1958) a remarqué la présence de trois générations importantes qui se succèdent au cours de l'année.

Similaire à nos résultats Doumandji (1981), cite quatre générations dans des conditions optimales. Semblable aux observations de Wertheimer (1958) et Le Berre (1978), qui ont signalé que la première génération qui est issue des larves des dattes tombées au sol ou stockées de l'année précédente dans des abris de la palmeraie, où les vols des papillons semblent débiter de mars à Mai.

Les résultats de Torki et Soudani (2009), montrent que le nombre élevé d'individus capturés durant les mois de Août et Septembre correspond à la fin de la deuxième génération et le début de troisième génération qui s'étale jusqu'à la fin Novembre, cette génération qui coïncide avec le début et la fin de la maturité des dattes ou les dégâts sont plus considérable.

Nos résultats sont similaires aux celles trouvés par Zouioueche (2011) qui a observée qu'il est vraisemblable que les pics de vol enregistrés durant trois mois de septembre jusqu'au novembre correspondent à la troisième génération de la pyrale des dattes, elle coïncide avec la maturité des dattes et ces individus sont les responsables de l'infestation des dattes sur terrain.

De même Khireddine et Fkieh (2011), ont signalé que la première génération débute de Mars jusqu'à Mai, elle est issue des larves des dattes stockés dans la palmeraie.

Wertheimer (1958), a rapporté aussi 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 papillons émergés est très faible.

Selon Dhouibi (1982), indique que l'apparition des premiers adultes est précoce et le facteur responsable de ce décalage est la température ; Les adultes de la pyrale des dattes ne peuvent pas voler lorsque la température moyenne est au dessous de 14°C.

Le Berre (1978), qui a signalé que les émergences des adultes de première génération se font lorsque la température moyenne dépasse 15°C.

Le cycle de la pyrale des dattes (*Ectomyelois ceratoniae*) dépend étroitement de la nature du milieu nutritif et des conditions écologiques d'élevage pour notre résultat de notre suivi de développement est comme suit :

La biométrie en mm : L1 (1±0,2), L2 (2±0,5), L3 (4±0,6), L4 (7±0,09), L5 (12±1,5), chry mâle (7±0,5), chry femelle (8±0,6), adulte mâle (8±0,5) adulte femelle (10±0,7).

Le cycle de vie est de 49,72 ± 2 jours pour le mâle et 52,31 ± 2 jours pour la femelle.

Zare et *al.* (2013), indique que les temps de développement de différents stades de *A. ceratoniae* sur trois cultivars de grenade Shahvar, Gabri et Malas Daneh siah à 30 ± 1°C, 70 ± 5 % d'humidité relative et 16h:8h (L:D) sont successivement 43,00 ± 0,42 jours, 45,34 ± 0,43 jours et 46,1 ± 0,43 jours.

Tokmakoglu et *al.* (1967), désignent 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.

A une température de 27±1°C, Hadjeb (2011), les larves nourries sur les dattes Deglet Nour ont marqué une durée des stades larvaires (L1-L5) de 27,84 jours proche de celle obtenue par Naidji et Kebici, (2009), avec une durée moyenne de 36,10 jours.

De même Benalia, (2009), a montré que le développement larvaire dure 31 jours à une température de $27^{\circ}\text{C} \pm 1$.

Alors que Zouioueche et Rahim (2008), ont enregistré dans les mêmes conditions une durée moyenne de 54,5 jours.

Torki et Soudani (2009), signalent que la durée moyenne de développement des stades larvaire (L1-L5) dure 40,5 jours dans une température de $34 \pm 1^{\circ}\text{C}$.

Alors que Norouzi et *al.* (2008), mentionne qu'à une température de $30^{\circ}\text{C} \pm 1$, la durée moyenne de développement larvaire est de $72,90 \pm 1,19$ jours.

Par contre Al-Rubeai (1987), a rapporté que dans une température de $30 \pm 1^{\circ}\text{C}$, le développement larvaire dure $16,4 \pm 0,21$ jours.

La durée du stade chrysalide semble être influencée par les températures, elle est long à une température de 20°C est de courte durée à 30°C . Ces résultats confirme les travaux de Cox (1976), qui enregistré une durée du stade chrysalide 5-7 jours à 30°C , 9 jours à 25°C et 15 jours à 20°C .

Selon Norouzi et *al.* (2008), précisent que la durée moyenne du stade chrysalide est de $7,23 \pm 0,091$ jours obtenue à une température de $30^{\circ}\text{C} \pm 1$.

Mais Alrubeai (1987), mentionne que dans une température de $30^{\circ}\text{C} \pm 1$, à l'hygrométrie $65 \pm 5\%$ la durée de stade chrysalide est entre 6-9 jours, Aussi, dans une chambre à ambiance contrôlées (24 à 28°C - Hr : 65%) l'*E. ceratoniae* a enregistré une durée moyenne du stade chrysalide de 8 jours (Zouioueche et Rahim, 2008).

De même, Gothilf (1970), montre que 9 jours suffisent pour que la nymphose arrive à son terme à $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$ et à $75 \pm 5\%$ d'humidité relative.

Alors que Torki et Soudani (2009), ont observé une durée moyenne du stade chrysalide de 8,5 jours dans une température de $34 \pm 1^{\circ}\text{C}$. La durée du cycle de

développement est la plus long à une température de 20°C, alors qu'elle est la plus courte à 30°C.

Alors que, Naidji et Kebici (2009), ont enregistré une durée moyenne du cycle de développement de 54 jours à une température de 27°C ± 1.

Nous avons pu constater que l'accouplement des papillons débute quelques minutes après l'exposition des couples mis dans les boîtes de Pétri. Par contre on a observé que la ponte commence 24h après l'accouplement.

La durée d'accouplement dans les conditions contrôlées des adultes de la pyrale est de 96,45 mn.

De même, Naidji et Kebici (2009), enregistrent une moyenne de 77mn dans les conditions contrôlées. Ces résultats peuvent être influencés par les conditions d'élevage telles que la température et l'intensité de la lumière.

Wertheimer (1958), indique que l'accouplement chez la pyrale est relativement assez long et peut atteindre plusieurs heures.

La variation du nombre des œufs pondus dans chaque ponte dépend de l'âge et de la fertilité de la femelle ainsi que les conditions d'élevage telles que la température, et la qualité et la quantité de la nourriture ingérée. Le nombre total moyen des œufs pondus par ponte atteint un nombre de 149 œufs avec un nombre moyen de ponte de 18,02±1. Le nombre moyen des œufs pondus par ponte est de 38 œufs.

Par contre, Naidji et Kebici (2009), ont obtenu une moyenne des œufs pondus par femelles de 139,33 œufs sans alimentation des femelles, ainsi que le nombre moyen des pontes est de 2,91 pontes par une moyenne des œufs par ponte de 23,32 œufs.

Selon le Berre (1975), constate que la ponte représente 58% de la durée de vie de la femelle.

De même Wertheimer (1958) et le Berre (1978), notent que la femelle de la pyrale émette entre 60 et 120 œufs et que la ponte peut s'effectuée isolément ou par groupe.

De même Dhoubi (1982), note que dans les conditions bien contrôlées, une femelle peut pondre jusqu'à 215 œufs. Le même auteur, indique que la capacité de reproduction de la pyrale des dattes dépend de certains facteurs, particulièrement la possibilité de s'accoupler, la longévité et de la nature des substrats de ponte.

Semilaire à nos résultats Khechana et Sassoui (2010), ont pu avoir une moyenne d'incubation de 3,4 jours. Par contre Zouioueche et Rahim (2008), ont obtenu une durée moyenne d'incubation de 2,33 jours.

On peut dire que la température influence de façons directes sur la durée d'incubation. Gothilf (1960), mentionne qu'à 30°C la durée d'incubation est à peine 3 jours.

Zouioueche (2008), désigne qu'une température varie entre 15 et 20°C, aucune éclosion n'a eu lieu.

D'autre part, Wertheimer (1958) et Le Berre (1978), indiquent que les œufs éclosent 3 à 4 jours après la ponte.

Le taux d'éclosion (fertilité) des œufs de la pyrale des dattes dans les conditions contrôlées est de 86,40%.

Khechana et Sassoui (2010), montrent que le taux d'éclosion des œufs sont très proche dans les trois variétés, Ghars, Deglet-Nour et Mech Degla avec respectivement des moyennes de 78,59 % - 85,20 % et 79,45 %.

Par contre, les observations au laboratoire menées par Wertheimer (1958), montrent que la proportion d'œufs fécondés est relativement faible chez la pyrale des dattes.

De nos résultats obtenus dans les conditions contrôlées et avec l'alimentation des adultes avec une solution sucrée, on observe une variation de durée de vie entre les mâles et les femelles. On peut dire que les activités de chaque sexe peut influencée, qui consiste à l'oviposition pour les femelle où cette activité dure plusieurs jours selon la fertilité de la femelle et le nombre de ponte, en revanche, l'activité des mâles est généralement actives après l'émergence et elle diminue après l'accouplement, ils

restent immobiles jusqu'à la mortalité. La durée de vie moyenne des mâles et des femelles est respectivement $4,67 \pm 1,78$ jours et $7,26 \pm 2,08$ jours.

Par contre, Khechana et Sassoui (2010), indiquent que la longévité des mâles et femelles dans les trois variétés des dattes Ghars, Mech Degla et Deglet-Nour sont respectivement (mâles : 4, 3 et 3,8 jours) (femelles : 5,3 – 3,8 et 4,8 jours).

Gothilf (1969), qui signale que la longévité moyenne des femelles nourries avec une solution miellée varie de 4 à 7 jours.

De même Dhouibi (1981), indique que la longévité moyenne des femelles alimentées avec une solution sucrée est de $7,05 \pm 0,42$.

En effet, Le Berre (1978), mentionne que la ponte de la pyrale des dattes est échelonnée sur une longue période de vie de la femelle, ainsi que l'activité de ponte occupe 65% de la durée de la vie imaginale.

Par contre, Doumandji (1981), estime que sur trois espèces de plantes 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.

D'autre part, Wertheimer (1958), signale que dans les conditions naturelles, le papillon n'a pas besoin de s'alimenter.

La Sex-ratio de la pyrale de la datte élevée sur un milieu artificiel dans les conditions contrôlées est de 0,65. De même, Le Berre (1975), montre la présence d'un léger déséquilibre entre les deux sexes, 48,2% mâles, contre 51,8% pour les femelles en faveur des femelles.

De même (Matallah, 2011), a trouvé la sex-ratio dans les conditions contrôlées sur un milieu d'élevage artificiel est de 0,58 pour les femelles et 0,41 pour les mâles.

Le suivi du cycle de vie de *Bracon hebetor* dans les conditions contrôlées, nous à permis d'avoir une durée du cycle de ce parasitoïde, de $11,03 \pm 1,27$ jours.

Forouzan et al. (2008), signalent Toutefois, aucune larve ne peut survivre et se développer à 16°C. La durée le plus contre est $8,63 \pm 0,069$ jours à 35°C et la plus longue $32,66 \pm 0,33$ jours à 18°C.

D'après Doumandji-Mitiche (1977), note que le cycle biologique de *Bracon hebetor* et la durée du stade embryonnaire au stade imaginal 13 jours en moyenne, à 26°C de température et 60% environ d'humidité relative.

Pour la période d'incubation des œufs sur *Helicoverpa armigera* (Hubner) Hardwick Manishkumar & al. (2013) ont eu un résultat comparable à le notre.

De même que Benson (1973), Strand et Godfray (1989) In Ghimire (2008), signalent que la durée de développement de *B. hebetor* global de la ponte à l'émergence des adultes est de 10 à 13 jours à 27°C.

D'après nos résultats, la durée d'incubation des œufs varie entre 1 à 3 jours.

Dième (1986), note que la durée d'incubation des œufs dure de 1 à 2 jours à une température qui varie entre 22 et 26°C.

De même Mazroua (2012), montre que l'incubation des œufs est de 1 jour dans une température de 28 à 29°C.

Le développement des stades larvaires dans notre étude à pris une durée moyenne de 3 ± 1 jours et quant à la nymphose enregistre une durée moyenne 5 ± 2 jours.

Benson (1973) In Ghimire (2008), note qu'il y a quatre stades larvaires avec la durée de développement larvaire totale de 36 h à 5 jours, en fonction de la température d'élevage.

Également Forouzan et *al.* (2008), ont constaté que la durée de développement larvaire dure une moyenne de $3,42 \pm 0,03$ jours et la période de nymphose dure une moyenne de $6,89 \pm 0,05$ jours à 28°C et HR de $60 \pm 5\%$ et une photopériode de 16h : 08h.

À partir de nos résultats obtenus dans cette étude, la longévité des imagos de *B. hebetor* est très variable. Il y a une différence remarquable entre les deux sexes dans leurs durées de vie, les femelles caractérisées par une durée de vie longue par rapport aux mâles.

D'après nos données la longévité des mâles est d'une moyenne 4 ± 1 jours et que la durée de vie des femelles était de moyenne varie entre 9 ± 2 jours.

De même Dotten (1911) et Benson (1973) In Ghimire (2008), ont constaté que la durée de vie des femelles et mâles affamés peuvent vivre entre 6 - 10 et 4 - 10 jours, respectivement, à 25°C .

Également Mohammed Ali et Shishehbor (2013), ont noté que la première génération élevée sur la farine de blé donnée une longévité des femelles de moyenne de $9,26 \pm 0,93$ jours et chez les mâles une moyenne de $7 \pm 0,93$ jours.

Nos résultats montrent que le nombre de la descendance femelle de *B. hebetor* augmente de $26 \pm 1,3$ adultes pour une fertilité de 65% et une sex-ratio 1/1.

Quelques parasitoïdes grégaires peuvent optimiser leur potentiel de reproduction en régulant le nombre des œufs sur un hôte (taille de la ponte) et la progéniture sex-ratio, (see van Alpen and Jervis, 1996; Godfray, 1994; Waage, 1986 In Yu et *al.*, 2003).

Dième (1986), a noté que la proportion entre les nombres de mâles et femelles est très variable. Les femelles non fécondées pondent des œufs qui donnent uniquement des mâles.

Ghimire (2008), mentionne que le nombre de descendant adulte a été produit sur *E. kuehniella* est de moyenne de $61,51 \pm 5,40$ adultes/femelle/5jours, au cours de cinq

jours consécutifs et la progéniture total produite par femelle est de moyenne de 568,2 ± 43,2 adultes.

Également Mohammad Ali et Shishehbor (2013), ont mentionné que le pourcentage de ration des femelles de la première génération et de la deuxième génération élevé sur la farine de blé est de moyenne de 50,00 ± 0,07% et 36,72 ± 0,03%, respectivement.

L'analyse de nos résultats obtenus en laboratoire montre que le pourcentage de la fertilité des œufs varie de moyenne de 46%, 100% et 71% en fonctions du nombre de larve respectivement 5, 10 et 15.

De même Djoghma et Meghezi Bekhouche (2011), ont montré un résultat remarquable sur la fertilité des œufs dont le taux moyen d'éclosion des œufs est de 93,10%.

Doumandji-Mitiche (1977), a indiqué que le taux de fertilité des femelles de *B. hebetor* soit lié au nombre de chenilles disponibles. Le même auteur signalé que le nombre de chenilles-hôtes passé de 1 à 7 la fertilité des œufs va en augmentant de moyenne de 52 à 219 œufs fertiles, respectivement.

Le suivi de l'activité du parasitisme de *Bracon hebetor* a montré que le taux de parasitisme de 100% sur les larves et que le parasitoïde ne pond pas ses œufs sur les larves du premier stade larvaire ou les larves ayant une faible taille de la pyrale (larves néonates, L1 et L2). De même le nombre des œufs est lié à la taille des larves de l'hôte plus le nombre de larves de l'hôte augmentent plus la femelle du parasitoïde pond un nombre important d'œufs.

Dieme (1986), a constaté que le plus grand nombre des pontes sur chenilles était observé sur celles ayant une taille égale au moins à 2 cm, pas plus d'œufs sur chenilles de 1cm environ et rares dont les œufs déposés sur des chenilles de 0,5 cm leur nombre ne dépasse pas 1œuf. Le même constat a été fait par Taylor (1988a et 1988b).

D'après les résultats obtenus, on remarque que la durée de vie endoparasite des *Phanerotoma* marque une moyenne de $48,33 \pm 2,71$ jours, répartie en phase endoparasite qui dure $3,33 \pm 0,52$ jours et une phase sarcophage, qui dure de $33,17 \pm 2,56$ jours, et la durée de chrysalide à une durée moyenne de $12,17 \pm 1,17$ jours.

Également Billiotti & Daumal (1969), ont constaté que le premier et le second stade larvaire de *P. flavitestacea* durent de moyenne 35 Jours à 25°C, la phase sarcophage dure 3 jours et la durée du développement nymphal est d'une quinzaine de jours au laboratoire.

La majorité des études, qui ont été réalisées à des températures constantes, démontrent que le taux de prédation augmente généralement avec la température (Englund et al., 2011; Mack & Smilowitz 1982; Xia et al., 2003; Zamani et al., 2007). Néanmoins, les températures extrêmes sont susceptibles d'affecter les prédateurs (Pörtner & Farrell 2008; Roux et al., 2010) et donc de diminuer la pression de prédation (Englund et al., 2011). Puisque toute modification des interactions prédateur-proie peut avoir des conséquences importantes sur la dynamique des populations de proies et de prédateurs, il est donc important de déterminer l'effet des températures extrêmes sur les interactions "top-down » (Sentis, 2012).

Clement et Bellinger Vasantharaj (1992), ont noté que la durée moyenne de développement de l'œuf à l'adulte était de 26,51 jours à 26,06°C et 73,88 % d'humidité relative.

Pour un total de 1220 œufs obtenus des 100 femelles étudiées, la proportion de la fertilité des œufs est de 52%. Sur le total des œufs obtenus 227 œufs sont parasités et qui ont donné un pourcentage de sex-ratio de l'ordre de 1/1. Le développement larvaire a marqué un cycle moyen de 30 jours.

Gothilf (1969), indique que dans un essai de 234 œufs de papillons de caroubiers ont été exposés pendant 24 heures à femelles de *P. flavitestacea* âgées de trois jours, qui avaient été isolées depuis leur émergence avec des mâles. De ces œufs 178 larves écloses, dont 52 papillons et 84 guêpes (parasitoïde) atteint l'âge adulte. Toutes les guêpes étaient des mâles.

En même temps 156 œufs ont été exposés pendant de 2 heures à une large population (mâle-femelle) mixte du parasite. De ces œufs 105 guêpes (parasitoïdes) et 16 papillons atteint l'âge adulte. Les guêpes émergentes étaient composées de 48 males et 57 femelles. Cette expérience effectuée dans des conditions T : $25 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ et H.R. 70-75%. Et leurs durées de développement est de moyenne 30,5 jours, varie entre 29-33 jours pour l'*Ectomyelois* et chez *Phanerotoma* dure une moyenne de 30,3 jours avec une variation de 27 à 35 jours.

P. flavitestacea pond dans chaque œuf fertile de la pyrale un œuf. Avant de pondre la femelle du parasitoïde test avec son ovipositeur l'œuf de l'hôte. Cette action nous a donné des œufs parasités et des œufs non parasités mais détruits par l'action de l'ovipositeur du parasitoïde *Phanerotoma*. Le rendement parasitaire augmente en fonction du nombre des œufs de la pyrale qui est de 147,70 œufs par femelle ayant une fertilité moyenne de 80,61%. Le taux de parasitisme que nous avons obtenu est de 58,50% répartie en 39,75% œufs parasités et 60,25% œufs détruits par la femelle de *P. flavitestacea*.

Al-Maliky & Al-Izzl (1986), ont trouvé que le pourcentage de parasitisme d'*Apanteles* sp. groupe ultor (Hym. : Braconidae) sur *E. ceratoniae* a augmenté de 10 % au cours de Avril à 35 % à la fin de la saison de fructification grenade à Octobre.

De même Gothilf (1969), donne un taux de parasitisme de 56,1% sur *E. ceratoniae* par *P. flavitestacea*.

Le traitement des œufs de la pyrale à la chaleur de 53°C et 60°C pendant 15 mn et 30 mn.

D'après Dhouibi (2000), l'œuf de la pyrale est de couleur blanc crème luisant, après 24 heures d'incubation, l'œuf fertile change de couleur pour passer successivement du rose au rouge, il est muni d'une substance gluante qui permet sa fixation sur une surface considérée.

Au cours d'une première étape, au départ de notre travail, nous avons proposé un barème de traitement thermique compris entre 53°C et 60°C durant 15 mn et 30 mn.

Cette gamme de durées et de températures est moins que celles habituellement utilisée pour le séchage des dattes (plus de 60°C pendant plusieurs heures selon établissement du conditionnement et d'exportation des dattes Haddoud depuis 1990, situé à Biskra), alors on a assuré que nous n'allons pas provoquer une altération biochimique des dattes à traiter.

Belachi (2009), note que le séchage est une opération importante dans le domaine agro-alimentaire, Le séchage est l'une des plus anciennes opérations unitaires qui permet la conservation des aliments par l'élimination partielle ou totale d'eau. Les produits séchés peuvent être conservés pendant plusieurs mois.

Matallah (2004), a montré que les températures de séchage de la datte sont assez basses, elles doivent être comprises entre 30 et 70 °C.

De même Hilal et *al.* (2005), note que l'altération des sucres des dattes traitées débute à la température de 60 °C pour une durée de traitement de 150 mn.

Sedra (2003), a procédé à un traitement des dattes à la chaleur est à des températures inférieures à 70°C ou à 60°C pendant 2 heures.

I.N.R.A. (2011), a recommandé le traitement thermique de 60°C pendant 60 minutes, ce traitement a entraîné une destruction totale de la pyrale et son effet sur la qualité physico-chimique était proche de celui du barème 50°C pendant 60 minutes.

Par contre Navaro et *al.* (2004) et Finkelman et *al.* (2004), notent que la température classique du séchage pour la plupart des variétés de dattes est de 45 à 55°C.

D'après nos résultats, la destruction totale des œufs est évidente. Ils sont analogues à ceux trouvés par Hilal et *al.* (2005), ils ont indiqué pour l'écophase œuf, la comparaison des moyennes a montré que les différents traitements (50°C à 60mn et autres traitements) sont similaires et ont engendré une mortalité de 100% et ils sont équivalents avec ceux de Hassnaoui (1998) qui a trouvé que le traitement à 65°C pendant 2 heures entraîne une mortalité de 100 % de la pyrale à tous les stades de son développement.

Les œufs et les larves néonates ont le même comportement face à la chaleur 53°C et 60°C (durant 15 et 30 mn), car on a marqué aussi une désinsectisation totale des larves néonates, cette supériorité de mortalité est probablement due à une forte influence des deux variables température et temps sur la cinétique du traitement.

En effet Zouba (2008), a dit que chez les insectes, les stades les plus sensibles sont les œufs et les jeunes larves, on a montré qu'une température supérieure à 45°C tue les œufs et les jeunes larves des mouches de fruits de manguier.

D'après Wang et Tang (2001), ont iniqué que si on a chauffé les noix à 55°C en environ 5 minutes, les traitements vont tuer cent pour cent des *orange worms Arnyelois transitella* de noix. En plus, les essais ont prouvé que les traitements n'ont pas nui à la qualité des noix- même dans l'entreposage à long terme. En plus, il a montré que le traitement des cerises à 55°C pendant 2 minutes permet d'obtenir cent pour cent de mortalité d'insecte (*Carpocapsa pomonella*), afin de résoudre le problème de charançon sur riz dans les denrées stockés Une température de 80°C pendant 5 minutes permet d'avoir cent pour cent de mortalité, Un traitement à 80°C pendant 5 minutes engendre une mortalité totale de *Callosobruchus maculatus* qui est un ravageur des denrées stockées du pois chiche dans les lots traités.

On a noté que les températures qui entraînent la mortalité totale des œufs et des différents stades larvaires ont été déterminées en exposant des œufs et des larves à une gamme de températures moyennes allant de 50 à 60°C.

D'après Hilal et al. (2005) un barème du traitement thermique de 55°C durant 60 à 150 min ou 60°C durant 60 min a été capable de détruire les œufs et les larves des pyrales de datte tout en préservant les principaux critères de qualité.

En effet Strang et al. (2009) ont considéré que 55°C constitue une température limite d'exposition raisonnable.

Le traitement des œufs et les larves néonates est réalisé sans les introduire à l'intérieur des dattes.

Selon Werner (1988), les œufs sont pondus sur la surface externe de la datte, dans les plis, les déchirures, après l'éclosion la larve néonate pénètre dans le fruit.

De même Doumandji (1981), a montré que la chenille néonate s'installe et pénètre seulement dans les fruits qui présentent des craquelures ou des ouvertures à la suite d'un éclatement, fissures, écartements ou des attaques préalables.

Les résultats acquis sont semblable à ceux du Hilal et *al.* (2005), ils ont montré une mortalité des larves néonates de 87,5% (à 50°C – 60 mn) à 100% des larves (à d'autres traitements).

Belarbi et *al.* (2001), ont recommandé un traitement à 60°C pendant 4 heures, toutefois, des températures supérieures à 70°C altèrent les dattes.

L'analyse de la variance a montré une différence très hautement significatif des traitements à la chaleur ($P < 0,0001$) sur la mortalité aux 5 stades larvaires. Elles sont similaire avec celles de Hilal et *al.* (2005) dont l'analyse statistique a montré l'existence d'un effet très hautement significatif du traitement à la chaleur des dattes sur la mortalité des différentes écophases de pyrales étudiées ($P < 0,001$).

Selon Rahmani (1997), l'application d'un traitement à une température entre 60°C et 69°C permet de tuer la pyrale à ces différents stades de développement.

Les travaux expérimentaux et l'analyse statistique d'El-Moueddeb et *al.* (2011), ont montré que le temps et la température de l'exposition ont des effets significatifs sur la mortalité des larves ($P < 0,05$). Il a été montré que les larves exposées à des combinaisons de température-temps variant entre (110°C, 3,5 minutes) et (60°C, 6 min) avaient 100 % de mortalité.

On remarque que les jeunes chenilles meurent plus rapidement que les autres stades pour des températures de 50°C, 53°C et 58°C, ce qui suggère que elles sont plus sensible à la chaleur que les larves âgées ces dernières meurent plus difficilement.

En effet, d'après Zouba (2008), l'étude de la sensibilité thermique des œufs et des larves d'*Ephestia* placés dans les fruits et traités par micro-ondes a montré que les stades larvaires les plus âgés (L4, L5) sont les plus tolérants à la température.

D'après Doumandji (1981), le développement larvaire optimal est obtenu à 30°C et à une humidité de 70%.

Gothilf (1970), a montré que le développement de la chenille du dernier stade est favorisé à une température de $25 \pm 1^\circ\text{C}$ et à $75 \pm 5\%$ d'humidité.

D'après nos résultats l'écart de 7mn a un grand effet surtout sur la mortalité des larves âgées, il s'agit de $T_{3t_1 (58^\circ\text{C}/7\text{mn})} \sim T_{3t_2 (58^\circ\text{C}/15\text{mn})}$.

En effet Hilal et *al.* (2005), ont dit que la durée du traitement thermique est un facteur important dans ce procédé, ainsi que I.N.R.A. (2011), a recommandé un traitement thermique de 60°C pendant 60 minutes, ce traitement a entraîné une destruction totale de la pyrale et son effet sur la qualité physico-chimique était proche de celui du barème 50°C pendant 60 minutes.

Afin de confirmer les résultats acquis après le traitement T_{3t_2} (58°C pendant 15mn) dans la réalité, nous avons refait le test on introduisant une larve à l'intérieur de chaque une datte.

Les essais de désinsectisation ont été conduits avec des dattes infestés artificiellement par des larves de la pyrale des dattes, les échantillons de fruits hétérogènes composés d'un mélange de 5 dattes molles et sèches.

D'après Zouba (2008), indique que si on veut désinsectiser un mélange hétérogène de dattes molles et sèches, la température minimale à atteindre doit être 50°C

Les nouvelles données obtenues ont été conformes, il s'agit d'une désinsectisation et une destruction totale des larves.

Ces résultats sont comparables avec ceux de Hassnaoui (1998), qui a trouvé que le traitement à 65°C pendant 2 heures entraîne une mortalité de 100 % de la pyrale à tous les stades de son développement.

Alors que Zouba (2008), a montré que quelque soit l'âge des larves de ces deux pyrales la mortalité totale est atteinte lorsque elles sont exposées à des températures supérieures à 50°C pendant 2 minutes.

El Moueddeb (2011), a montré que les larves exposées à des combinaisons de température-temps variant entre (110°C - 3,5 minutes) et (60°C, 6 min) avaient 100 % de mortalité.

Par contre C.I.R.A.D. (2009), a mis au point un procédé thermique de substitution qui utilise des micro-ondes à 65° C pendant 3 minutes, les œufs et les larves de pyrale de la datte sont ainsi détruits.

Finkelman et *al.* (2004), ont mentionné qu'Al Azawi et *al.*, ont montré que dans les conditions au laboratoire les adultes de chrysomèle des fruits sec *Carpophilis hemipterus* L sont tolérants à la chaleur et que l'exposition de 25 à 60 mn à 50°C sont nécessaires pour atteindre une mortalité totale, Ils ont constaté que pour la mortalité totale de toutes les étapes de *cadra cautella* sur les dattes stockées l'exposition à 60°C pendant 33 mn a été nécessaire. Aussi dans le cas des larves de *Carpophilis hemipterus* L des dattes stockées, les valeurs plus élevées de mortalité atteint 100% et ont été obtenus à 50 et 55°C, à 45°C la mortalité a varié de 24,5% à 65,2%, tandis que à 40°C aucune mortalité n'a été enregistrée.

On remarque que nous avons choisi des durées de temps plus réduites que celles employé aux travaux des auteurs cités précédemment.

D'un coté pour minimiser le plus possible les pertes d'énergie, il s'agit du coté technique, selon Sedra (2003), cette opération de traitement des dattes à la chaleur, de leur conditionnement et de leur emballage nécessite de l'énergie électrique. Elle pourrait être envisagée si possible dans le cadre d'un regroupement de phoeniculteurs et des producteurs ou de coopératives à l'échelle des oasis créées.

D'autre coté Strang et *al.* (2009), ont dit que les traitements thermiques contre les ravageurs s'effectuent à une température trop élevée et une durée trop courte à favoriser la croissance microbienne et la croissance de moisissures, de ce fait nos situations sont peu susceptibles de causer de ces problèmes en raison d'un délai insuffisant pour entraîner sa formation.

Les mesures effectuées lors des traitements à la chaleur humide montrent que les courbes de température et d'humidité relative sont quasiment identiques, ce qui signifie qu'il existe une bonne homogénéisation de la vapeur dans la chambre et dans un temps assez court. De plus la consigne reflète bien la température maximale atteinte. Cependant la courbe de température enregistrée à l'intérieur de la datte montre qu'il existe une différence de température d'environ 10°C entre l'ambiance et l'intérieur de la datte. De plus on remarque que cette température d'environ 65°C dans l'ambiance et 55°C dans la datte n'a été atteinte qu'après 2h30, soit au moment où le four a été arrêté.

Les résultats des capteurs placés à l'intérieur du four et à l'intérieur des dattes montrent qu'il existe une différence de température d'environ 10°C entre l'intérieur des dattes et l'ambiance de la chambre. Ceci signifie que pour atteindre une température désirée à l'intérieur de la datte il faut augmenter la consigne d'au moins 10°C, ce qui peut poser des problèmes de qualité sur la partie charnue et l'extérieur de la datte surtout Deglet Nour fraîche.

Phosphine sans ammoniac, avec un temps d'exposition de 3 jours et des températures élevées donne un bon résultat.

Ciesela (2009), note qu'habituellement le temps d'exposition d'un gazage à la phosphine correspond à peu près à la durée moyenne d'un œuf pour passer du stade fraîchement pondu au stade larvaire de stade L1 dans les conditions de température et d'humidité du moment (de quelques jours à quelques à quelques semaines).

CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES

L'étude de la dynamique des populations de la pyrale des dattes durant les quatre années de suivi, *in natura* nous a permis de déterminer l'existence de trois générations dans la palmeraie qui se succèdent durant l'année et une quatrième numériquement elle est faible mais elle est présente dans les magasins de stockage non contrôlés et dans la palmeraie au niveau des dattes tombées au sol ou accrochées dans les différentes parties du palmier. La fluctuation des populations est fortement influencée par les conditions climatiques surtout la température et la pluviométrie. D'autre part les températures basses inférieures à 15°C semblent défavorables à l'activité de ce redoutable ravageur.

L'étude des paramètres biologiques (paramètres de développement et paramètres de reproduction) nous a permis d'avoir une idée claire sur la fertilité, fécondité, la durée d'accouplement, la durée du cycle, la durée de vie des adultes et le sex-ratio.

L'auxiliaire *B. hebetor*, la durée du cycle est courte. Elle ne dépasse pas 15 jours, avec un taux de parasitisme est plus élevé au 3^{ème} stade. La longévité est de 9 jours. Quant au *Phanerotoma* le cycle de vie est plus long. Il peut dépasser 45 jours, divisés en 3 stades différents.

Le suivi du taux de parasitisme par l'utilisation de *Bracon* nous a permis d'avoir un taux de parasitisme de très élevé. La fécondité des femelles est moyenne.

Le nombre des œufs pondus par femelle et par chenille diminue ; lorsque le nombre de chenilles augmentent. Concernant le suivi de cycle biologique dans les conditions contrôlées nous avons pu déterminer la durée moyenne de cycle évolutif de *B. hebetor* qui est de 11±1 jours.

Pour l'étude de la longévité, la durée de vie moyenne des femelles est plus élevée que celle des mâles. Également le nombre de la descendance femelle de *B. hebetor* augmente de 26 ± 13 adultes et la sex-ratio de 1/1. La fertilité des œufs est estimée par un taux moyen de 65 ± 31 avec une variation de 19 à 100%. Quant au *P. flavitesteacea* Le cycle de vie moyen est de 30 jours. Le taux de fertilité des œufs est de 52%.

Le suivi du parasitisme pour *P. flavitestacea* a donné des moyennes de 21,5%, 26%, 13% et 26% avec l'accroissement de nombre des œufs respectivement 5, 10, 15 et 20.

Le contrôle d'émergence des individus de *P. flavitestacea* présente une moyenne de 43, 78, 39 et 67 individus avec le nombre des œufs disponibles respectivement 5, 10, 15 et 20 œufs.

L'étude du paramètre de sex-ratio a donné un rapport 1/1.

La lutte microbiologique par l'utilisation du Btk entant que biopesticide autorisé pour la production Bio a montré une grande efficacité contre la larve du premier stade larvaire avant son introduction à l'intérieur des dattes. De même le succès du traitement doit en tenir compte de l'utilisation des pièges à phéromone sexuelle et du respect des stades réceptifs des dattes (B'ser et Tmar). Nous avons obtenus un taux pu diminuer le taux d'infestation au seuil économique acceptable (moins de 5%).

La lutte physique par l'utilisation des gaz a montré une efficacité du PH₃ entant que désinsectisant substituant au Bromure de Methyl gaz interdit par le protocole de Montréal. Mais l'inconvénient du PH₃ n'agit pas sur le stade œuf.

PH₃, 72h est un minimum, cela dépend de la température.

La phosphine sans ammoniac produite rapidement avec un générateur, jusqu'à trois jours si la température est supérieure à 20°C et si on ne cherche à tuer que les larves.

Les fumigations de phosphine avec un temps d'exposition de 72 heures, et une température moyenne entre 17 à 19°C, montre des résultats intéressants. Les dattes traitées à la phosphine sans ammoniac présente juste une légère odeur de fermentation, mais certainement due à un manque d'O₂ pendant le traitement, dans la petite chambre de fumigation. D'autre part, la phosphine avec fumigation d'ammoniac pour foncer les dattes. En outre, l'efficacité sur les œufs d'insectes, avec un temps d'exposition de 72 heures, n'est certainement pas complète si la température moyenne est inférieure à 25°C.

L'exposition au gaz ne peut cependant pas être allongée étant donné qu'après ce laps de temps dépassant 72 heures, les dattes risquent de changer de couleur, de texture, de consistance voire de goût si celles-ci commencent à fermenter.

On a noté l'efficacité sur l'infestation en place qui n'était pas très importante et ne concernait évidemment que les larves, qui sont le stade le plus sensible aux gaz.

Les traitements thermiques ont montré de très bons résultats, les dattes résistent à ces températures élevées, mais nous pouvons observer la peau de la datte un peu plus sèche. C'est pour cette raison ce traitement nécessite d'autres essais afin de mieux étudier la qualité des dattes après le traitement et l'efficacité de cette technique sur les scènes de tous les insectes.

La chaleur paramètre testé comme désinsectisant alternatif a montrée une efficacité sur les œufs et les stades larvaires. La chaleur doit être méticuleusement étudiée et elle pourrait s'intégrer dans un processus rapide mais qui demande une attention particulière à son utilisation sur des dattes dont la teneur en eau est élevée.

La chaleur, facile, ne nécessite pas d'homologation, traitement compatible produits biologiques, sans doute qu'il faudrait des fours spéciaux dédiés pour réaliser un chauffage bien régulé. La chaleur est efficace sur les stades larvaires (Œufs - L1-L2-L3-L4-L5) mais on ne sait pas le devenir de la qualité des dattes dans le temps.

L'enregistrement de températures des fours pour le traitement de dattes montre un écart important, de 10°C environ, entre la consigne du four et la température des dattes. Il faut réfléchir comment gérer la température du four pour atteindre et garder 50°C pendant 30 minutes. On peut craindre une montée trop lente qui aurait une influence négative sur la qualité des dattes.

Les différents moyens de lutte testés semblent très efficaces contre les différents stades larvaires (œuf et larves) surtout si on les combine d'une manière harmonieuse.

La connaissance parfaite de paramètres biologiques et le comportement de ce redoutable ravageur *in natura* et au laboratoire constitue un atout en faveur de la recherche soutenue. Un des axes identifiés et l'étude de la relation hôte/parasite en vue de mettre en évidence les

mécanismes d'intervention intégrée IPM pour répondre aux besoins économiques et environnementaux.

Lindberg (2001), note que la lutte antiparasitaire intégrée (LAI) offre une démarche globale pour l'éradication des nuisibles et maladies, elle repose sur des méthodes biologiques, culturelles, physiques, mécaniques et chimiques visant à gérer, à combattre et à éliminer les populations de parasites.

La protection du patrimoine dattier dans toutes les régions arides et semi arides contre les ravages causés par le fléau *Ectomyelois ceratoniae*, nécessite la conjugaison des efforts de la recherche et de l'état par l'application d'un programme de lutte intégrée judicieux répondant aux différentes exigences économiques et environnementales. Il est vraiment nécessaire de reconduire les différentes alternatives testées et voir leurs l'impact sur la qualité des dattes, couleur, odeur et goût.

Déterminer des éventuelles plantes toxiques ou insectifuges qui peuvent être utilisés dans la lutte biologique.

Etudier la faisabilité de la thermo-désinsectisation par la chaleur comme alternative de désinsectisation pour la pyrale des dattes ainsi que pour d'autres ravageurs des denrées stockées par la chaleur solaire qui mérite d'être bien étudié surtout dans les zones sahariennes ou les conditions s'y prêtent bien.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Abdelmoutaleb M., 2008 - La campagne intensive de vulgarisation (CIV) pour la lutte contre le ver myelois ou la pyrale des dattes dans les wilayas de Biskra et d'El Oued, in *revue, Agriculture & développement, communication Vulgarisation*. Ed I.N.V.A.: pp 7-10.

Al-Izzi M.A.J., Al-Maliky S.K. and Jabbo N.F., 1987 - Culturing the Carob Moth, *Ectomyelois ceratoniae* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae), on an Artificial Diet. *Journal of Economic Entomology*. 80: 277-280.

Al-Maliky S.K. & Al-Izzi M.A.J., 1986 - Parasites of *Ectomyelois ceratoniae* with biological studies on *Apanteles* sp. group *ultor* in Iraq. *Entomophaga* 31 (3), 313-319. Plant Protection Department Agriculture and Biology Faculty Nuclear Research Center. P.O. Box 765. Baghdad, IRAQ.

AL-Rubeai H. F., 1987 - Growth and development of *Ectomyelois ceratoniae* (Lepidoptera: Pyralidae) under laboratory mass-rearing conditions. *Journal of Stored Products Research*, 23: 133-135.

Al-Thonyan S.S., Abo Aiana R.A.A., 1999- Loss in fruits of date varieties caused by important insects, mites and birds. *Second Date Palm Conference. Dubai, UAE* : 224p.

Altuntaş H., Kilic A.Y., and Sivas Zeytinoglu H., 2010 - The effects of parasitism by the ectoparasitoid *Bracon hebetor* Say (Hymenoptera: Braconidae) on host hemolymph proteins in the Mediterranean flour moth *Ephesia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). Anadolu University, Faculty of Science, Department of Biology. *Turk J Zool* 34. Ed. Tubitak. Pp409-416.

Akman Gunduz E. and Gulel A., 2010 - Protein, lipid, and glycogen levels in the parasitoid *Bracon hebetor* Say (Hymenoptera: Braconidae). Ondokuz Mayıs University, Faculty of Science and Arts, Department of Biology. *Turk J Zool* 34 ed TUBİTAK. Pp 243-248.

Amir Maafi M. & Chi H., 2006 – Demography of *Habrobracon hebetor* (Hymenoptera ; Braconidae) on two pyralid hosts (Lepidoptera ; Pyralidae). *Annals of the entomological Society of America* 99(1). Pp 84-90.

Askew R. R., 1971 - Parasitic Hymenoptera, p. 113-184. In: Parasitic Insects. Heinemann Educational Book Ltd. (Ed.) London. pp. 316.

Baggiolini M., Charmillot P.J., Fiaux G. et Delley B., 1974 - Possibilités pratiques d'emplois des attractifs sexuels synthétiques dans les vergers. *Stat. Féd. Rech. Agro., Lausanne, Suisse*, pp1-5.

Balachowsky A., 1972 - Entomologie appliquée à l'agriculture. Ed. Masson et Cie, Paris 2 (2) 1160 pages.

Batchelor T., 1998 – Bromure de méthyle. Préparation de l'élimination. Programme action ozone mené sous l'égide du fonds multilatéral. *Supplément Spécial Action Ozone 1. Numéro 4 1 Novembre 1998*. 8p.

Belachi W., 2009 - Application du séchage solaire pour la Conservation des produits agroalimentaires, Mémoire Mag., Ouargla, 107p.

Belarbi A., 2001 - Stabilité par séchage et qualité de la datte Deglet-Nour, Ed. Ecole Nationale Supérieure des Industries Agricoles et Alimentaires (ENSIA), Massy, France, 167 p.

Belhout S., 2012 - *Synthèse des travaux réalisés sur la pyrale de dattes *Ectomyelois ceratoniae* à Ouargla*. License Phytoprotection, Université de Kasdi Merbah - Ouargla.

Ben Jemâa M. J., 2013 - Utilisation de la phosphine, de la phosphine combinée au gaz carbonique et du traitement thermique (congélation) pour la désinsectisation des dattes comme alternatives au bromure de méthyle. Recherche d'alternatives au Bromure de méthyle pour le traitement des dattes. I.N.A.T. 10p.

Bensalah M. K. et Ouakid L., 2013 - « La pyrale des dattes (*Apomyelois ceratoniae* Zeller, 1839) ravageur redoutable de la datte. Résultats d'un programme de lutte combinée par pièges à phéromone et *Bacillus thuringiensis* var. kurstaki dans la palmeraie » 2ème Workshop sur l'agriculture saharienne "Situation actuelle et contraintes" le 12 novembre 2013 :19 p.

Bensalah M. K., 2009 - Etude de quelques aspects bioécologiques du criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Forskal, 1775) (Orthoptera, Acrididae) durant l'invasion 2004 - 2005 dans la région de Biskra. Th. Mag. En sciences agronomiques, Inst. Nat. Agro .El Harrach, 149 p.

Bingham E., 2001 - Phospine In : Patty's Toxicology. 5th Ed. New York. John and Willy Sons. Pp 470-473.

Belguedj M., 2002 – Caractéristiques des cultivars de dattiers du Sud-Est du Sahara Algérien. Volume 2. Ed. INRA. Alger, 67 p.

Benaddoune H., 1987 - Etude bio-écologique d'*Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera, Pyralidae) à Ghardaia. Mémoire. Ing. Agro, INA. El Harrach. Alger. 53p.

Benalia D., 2009. Etudes de quelques paramètres biologiques de la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* Zeller, 1839 (Lepidoptera, Pyralidae) dans les conditions contrôlées. Mém. ingénieur d'état en Agronomie. P 40.

Bernard O., 2000 - Etude des principaux marchés européens de la datte et du potentiel commercial des variétés non traditionnelles. Etude réalisée pour le Groupe des produits horticoles Service des matières premières et des produits tropicaux et horticoles Division des produits et du commerce international. FAO. 10 p.

Billiotti E., et Daumal J., 1969 - Biologie de *Phanerotoma flavitestacea* Fischer (Hymenoptera, Braconidae). Mise au point d'un élevage permanent en vue de la lutte biologique contre *Ectomyelois ceratoniae* Zeller. *Annal. Zool. Ecoool.Anim*1(4), Pp379-394.

Bouka H., Chemseddine M., Abbassi M. and Brun J., 2001 - The date moth in the area of Tafilalet in the southeast of Morocco. *Fruits, vol.56, number 3, May-June 2001*: pp189-196.

Brodeur J., Boivin G., Cloutier C., Bourgeois G., Doyon J. and Grenier P., 2013 - Impact des changements climatiques sur le synchronisme entre les ravageurs et leurs ennemis naturels : conséquences sur la lutte biologique en milieu agricole au Québec. Rapport Octobre 2013.

Cailly P., 2011 - Modélisation de la dynamique spatio-temporelle d'une population de moustiques, sources de nuisances et vecteurs d'agents pathogènes. Ecole Nationale Vétérinaire Agroalimentaire et de l'Alimentation Nantes Atlantique (Oniris). Biologie de l'environnement, des populations, écologie. 151p.

Charmillot P.J., 1984 - Possibilités et limites de la lutte contre les insectes aux moyens des attractifs sexuels. *Rev. Suisse. Vit. Arb. Hort.*, N° 16 : Pp15 – 22.

Charnov E.L. & Skinner S.W., 1985 - Complementary approaches to the understanding of parasitoid oviposition decisions. *Environmental Entomology* 14 : 383-391.

Ciesela Y., 2009 - Development of a massive rearing of the carob moth *Apomyelois ceratoniae*. Project : Alternatives to methyl bromide treatment of Deglet Nour fresh palm dates. Rapport de mission. Biskra, 15-22 May 2009. 23p.

CIRAD., 2009 - Désinsectisation des dattes par micro-ondes, Ed. CIRAD, France. Pp.9-12.

Cloutier C., 1992 - Les solutions biologiques de lutte pour la répression des insectes et acariens ravageurs des cultures. In Vincent, C. et Coderre, D. (réd.). La lutte biologique Boucherville (Québec), pp 19-88.

Chaufaux J., 1995 - Utilisation de biopesticides contre les ravageurs des cultures le point sur *Bacillus thuringiensis*. *Insectes et cultures*. N° 97 (2). 6p.

Chaufaux J., 1994 - Utilisation de bio-pesticides contre les ravageurs des cultures : le point sur *Bacillus thuringiensis*. *Journal.insectes et cultures* : Pp2-6.

Clement P. and Bellinger Vasantharaj D., 1992 - Biology of *Phanerotoma hendecasisella* (Hym: Braconidae) a parasitoid of *Diaphania indica* (Lep.: Pyralidae). *Entomophaga*, Volume 37, Issue 1, pp 3-9.

Cox P.D., 1976 - The influence of temperature and humidity on the life-cycle of *Ectomyelois ceratoniae* (Zeller) (Lepidoptera: Phycitidae). *Journal of Stored Products Research*, Volume 12 : 111-117.

Cruz J.F., Troude F., Griffon D., Hébert J.P., 1988 - *Conservation des grains en régions chaudes*. 2^{ème} Ed.- «Techniques rurales en Afrique. Paris, France, Ministère de la Coopération et du Développement. CEEMAT - Centre d'Études et d'Expérimentation du Machinisme Agricole et Tropical. Ministère de la coopération et du développement. Ed. Le Centre d'Études et d'Expérimentation du Machinisme Agricole Tropical avec la collaboration des Services Techniques et de Documentation des départements du CIRAD. 545p.

Dakhia N., Bensalah M.K., Roumani M., Djoudi A.M. et Belhamra M., 2013 - État phytosanitaire et diversité variétale au palmier dattier au bas Sahara–Algérie. *Journal Algérien des Régions Arides N° Spécial N° 12 - 2013* : Pp 5 -17.

Desai V.S., Nagwekar D.D., Patil P.D. and Narangalkar AL., 2007 - Field evaluation of a larval parasite Bracon hebetor Say against coconut black headed caterpillar. *J. Plantation Crops*. 35: pp188-189.

Dhouibi M.H., 1982 - Bio-écologie d'*Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera, Pyralide). Ed. I.N.R.A.T. Tunis. Vol.1 (55). 48p.

Dhouibi M.H et Jarraya A., 1988 – Le ver des dattes, Carob moth : *Ectomyelois ceratoniae*. Groupement interprofessionnel de la datte, Document I.N.A.T. 9P.

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. Doctorat d'état en sciences naturelles. Université Pierre et Marie curie, Paris VI. 176 p.

Dhouibi M.H., 1991 - Les principaux ravageurs du palmier dattier et de la datte en Tunisie. Institut National Agronomie de Tunisie, Labo. *Entomologie-Ecologie* : 27-40.

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

Diéme E., 1986 - *Etude biologique au laboratoire de Bracon hebetor say (Hymenoptera : Braconidae) parasite de Raghava albipunctella joannis (Lepidoptera : Noctuidae) et d'Ephestia kuehniella Zeller (Lepidoptere : Phycitidae) au Sénégal. Sous programme de lutte biologique. Projet CILSS de lutte intégrée Sénégal.* 31p.

Djerbi M., 1994 - *Précis de phoeniciculture.* FAO. Rome. 191p.

Djoghma A. et Meghezi-Bekhouche N., 2010 - *Essai d'élevage de deux auxiliaires (Bracon et Hebetor say) et (Phanerotoma flavitestacea Fisch) de la pyrale des dattes (Apomyelois ceratoniae Zeller) dans les conditions contrôlées.* Mém. Ing. Agr. Uni. M. khider, Biskra, 4-62p.

Delobel., 1997 - Bases d'une lutte physique contre le bruche de l'arachide, étude de la résistance thermique, Ed. Insti. Uni. Tech., Sénégal. 20p.

Do Ti Khanh H., 2005 - *Anisopteromalus calandrae: un modèle pour l'étude du succès reproducteur des mâles.* Thèse Doctorat. Ecology, environment. Universite Francois Rabelais. Tours École Doctorale : Santé, Sciences et Technologies. France. 152p.

Doumandji-Mitiche B., 1977 - Les pyrales des dattes stockées. *Annales de l'Institut National Agronomique, El-Harrach* 7 (1) : 31-58.

Doumandji S., 1981 - *Biologie et écologie de la pyrale des caroubes dans le nord de l'Algérie, Ectomyelois ceratoniaZeller (Lepidoptera, pyralidae).* Thèse. Doct. D'état. Scien. Nature. Université Pierre et Marie Curie. Paris VI. 145 p.

Doumandji-Mitiche B., 1983 - *Contribution à l'étude bioécologique des parasites prédateurs de la pyrale de caroube Ectomyelois ceratoniae en Algérie, en vue d'une*

éventuelle lutte biologique contre ce ravageur. Thèse de doctorat d'état, Es, Sc., Uni Pierre et Marie Curie, Paris VI. 253p.

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

D.S.A., 2011 - Information (Exportation de dattes). Ed. I.P.W. Biskra. 2p.

D.S.A., 2015 - Direction des services agricoles. Service des statistiques. Evolution de la phoeniciculture dans la wilaya de Biskra.

Dubost D. et Larbi Y., 1998. "Mutation agricole dans les oasis algériennes: l'exemple des Ziban" in *cahier sécheresse, N° spécial oasis vol.9, N° 2 juillet 1998*.

Ducom, SD - Analyse objective de l'intérêt et des risques associés au traitement insecticide par fumigation des grains et graines stockés. 27p.

El Moueddeb K., 2011 - Traitement des dattes à l'air chaud pour le contrôle des pyrales, formulaire de proposition d'une action de recherche (AR), fiche d'action de recherche, Ed. ESIER, Tunisie (01), 7p.

Eiras, A. E., 2000 - Calling behavior and evaluation of sex pheromone glands extract of *Neoleucinodes elegantalis* Guenee (Lepidoptera: Crambidae) in wind tunnel. *Annals of the Society of Entomology of Brazil*, 29: Pp 453-460.

Fagundes G.G., Mohamed H. and Solis D.R., 2005 - Biological responses of *Anagasta kuehniella* and its parasitoid, *Bracon hebetor*, to microwaves radiation (2450 MHz). *Revista de Agricultura Piracicaba*. 80: pp12-34.

Fields P. G. and White N. D. G., 2002 - Alternatives to Methyl Bromide treatments for stored product and quarantine insects. *Annual Review of Entomology*, 47: 331-359.

Finkelman S., Navarro S., Miriam R. et Dias R., 2004 - Utilisation de la chaleur pour la désinfestation et le contrôle des insectes dans les dates, les essais en laboratoire et sur le terrain, Ed. Volcani, Palestine, 14p.

Forouzan M., Amir Maafi M. and Saharagard M., 2008 - Temperature dependent development of *Habrobracon hebetor* (Hym, Braconidae) reared on larvae of *Galleria mellomella* (Lep, Pyralidae). *Journal of entomological, society of Iran*. Pp 67-78.

Gagnon A.È., et Arsenault-Labrecque G., 2013 - Études de cas pour faciliter une gestion efficace des ennemis des cultures dans le contexte de l'augmentation des risques phytosanitaires liés aux changements climatiques. Rapport final projet # 550004-PXI.

Ghimire M. N., 2008 - *Reproductive performance of the parasitoid Bracon hebetor say (Hymenoptera: Braconidae) on various host species of lepidoptera*. Submitted to the Faculty of the Graduate College of the Oklahoma State University in partial fulfillment of the requirements for the Degree of Doctor of Philosophy. 116p.

Gibert P., 2012 - Plasticité phénotypique et réponses adaptatives aux changements environnementaux chez les insectes.

Gill S.S., Cowles E.A. and Pietrantonio P.V., 1992 - The mode of action of *Bacillus thuringiensis* δ -endotoxins. *Ann. Rev. Entomol*, 37: 615-636.

Gothilf S., 1969 - The biology of the carob moth *Ectomyelois ceratoniae* Zell. In Israel. Part 2. Effect of food, temperature and humidity on development. *Israel Journal of Entomology*, 4: Pp 107-116.

Haddad L., 2000 - *Quelques données sur la bioécologie d'Ectomyelois ceratoniae dans les régions de Tougourt et Ouargla, en vue une éventuelle lutte contre ce déprédateur*. Mémoire Ing, I.T.A.S. Ouargla. 62 p.

Haddou I., 2005 - *Etude comparative entre quinze variétés de dattes et leurs taux d'infestation par Ectomyelois ceratoniae Zeller (Lepidoptera-Pyralidae) dans la région d'Ouargla*. Mémoire Ing., Univ. Ouargla, 62 p.

Hamadene S., 1979 – *Parasitisme des pyrales des denrées stockées par Bracon hebetor Say (Hymenoptera ; Braconidae)*. Mem. Ing. Ins. Nat. Agr. El Harrach. Pp 71-82.

Hassnaoui L., 1998 - Diagnostic sur les manipulations et possibilités d'amélioration des dattes au Tafilalet. Mémoire 3^{ème} cycle, Agadir, Maroc, 80 p.

Hawlitzky N., 1972 - Mode de pénétration d'un parasite ovo-larvaire *Phanerotoma flavitestacea Fischer (Hymenoptera, Braconidae)* dans son hôte embryonnaire *Anagasta kuehniella Zeller (Lep - Pyralidae)* ayant atteint des stades de développement variés. Vol.24. (3). Pp237-245.

Hawlitzky N., 1979 – Devenir de l'œuf de la larve de *Phanerotoma flavitestacea Fisher (Hym. Braconidae)* lorsque la femelle pond dans des œufs d'*Anagasta kuehniella Zell. (Lep. Pyralidae)* ayant atteint un stade de développement variés. *Entomophaga* 24 :237*-245

Hilal A., Harrak H., Fatni A. et Sekkat A., 2005 - Influence du traitement thermique sur la mortalité de la pyrale *Ectomyelois ceratoniae Z.* et sur certains critères de qualité des dattes, Actes du symposium international sur le développement durable des systèmes oasiens, Ed. B. Boulanouar et C. Kradi, Maroc, 63p.

Idder A., 1984 - *Inventaire des parasites d'Ectomyelois ceratoniae Zeller (Lepidoptera, Pyralidae) dans les palmeraies d'Ouargla et lâchers de Trichogrammaem bryophagum Hartig (Hymenoptera, Trichogrammatidae) contre cette pyrale*. Mém. Ing. INA. El-Harrach. 63p.

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 variétés du palmier dattier *Phoenix dactylifera*. *Cah.Agric.* 18 (1): 63-71.

Idder M.A., Idder-Ighili H., Saggou H. and Pintureau B., 2009 - Infestation rate and morphology of the carob moth *Ectomyelois ceratoniae (Zeller)* on different varieties of the palm date, *Phoenix dactylifera (L)*. *Cahiers d'Agriculture. Vol. 18, Number 1, Jan. 2009, Pp 63-71.*

I.N.R.A., 2011- Rapport d'activité INRA 2010, Ed. Royaume, Maroc, 89p.

Jhansi K. and Babu P.C.S., 2002 - Life table studies of *Bracon hebetor* (Say) on *Corcyra cephalonica* (Stainton) and *Maruca testulalis* (Geyer) under laboratory conditions. J. Appl. Zool. Res. 13:22-24.

Jourdeuil, P., Grison, P., Fraval, A., 2002 - La lutte biologique: un aperçu historique. INRA (Institut National de la Recherche Agronomique), Laboratoire de Zoologie, Le Courrier de l'Environnement de l'INRA N°15.

Keever D. W. Arbogast R.T., Mullen M.A., 1985 - Population trend and distributions of *Bracon hebetor* (Hymenoptera ; Braconidae) say and lepidopterous pests in commercially stored peanuts. *Enviro. Entomol.* 14. Pp 722-725.

Khechana Y. et Sassoui I., 2010 - Étude de la Biologie de la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* Zeller, 1839 (Lepidoptera, Pyralidae) sur trois variétés de dattes (Ghars, Deglet Nour et Mech Degla) et essai de lutte biologique par le Spinosad dans les conditions contrôlées. Mémoire. Ing. Inst. Agro. Biskra, 60p.

Khireddine R. et Fekieh A., 2011 - Etude du niveau d'infestation et influence de la température sur la fluctuation du vol d'*Ectomyelois ceratoniae* Zeller, 1839 (Lepidoptera, Pyralidae) dans la palmeraie de Tolga. Mémoire Ing. Option : Protection des végétaux «Zoophytatrie ». Université de Biskra : Pp17-26.

Khoualdia O., Rhoma A., Jarraya A., Marro J.P. et Brun J., 1995 - Un trichogramme, nouveau parasite d'*Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera - Pyralidae) en Tunisie. *Ann. I.N.R.A.T.*: 145-151.

Kyoung D.J., Ha D.H., Nho S.K., Song K.S., and Lee K.Y., 2008 - Up regulation of heat shock protein genes by envenomation of ectoparasitoid *Bracon hebetor* in larval host of Indian meal moth, *Plodia interpunctella*. J. Invertebrate Pathol. 97:306-309.

Laing D.R. and Caltagirone L.E., 1969 - *Biology of Habrobracon lzneatellae* (Hymenoptera: Braconidae). Division of Biological Control, University of California, Berkeley Can. Ent. Vol 101. Pp135-142

Le Berre M., 1975 – Rapport d'activité et de recherche du laboratoire d'entomologie saharienne. M.A.R.A, Vol. I, 73 p.

Le Berre M., 1978 - Mise au point le problème du ver de la date, *Myelois ceratoniae* Zeller. *Bull. Agr. Sahar. I.* (4): 1-35.

Lepage M.P., 2010 - *Étude de l'impact de la température et de l'humidité sur la survie et la dynamique de la ponte de la mouche du chou (Delia radicum L.)*. Mém. Maitre ès (M.Sc.) En sciences biologiques. Département de sciences biologiques. Faculté des Arts et Sciences. Université de Montréal. 96p.

Lepigre A., 1963 - Essais de lutte sur l'arbre contre la pyrale des dattes (*Myelois ceratoniae* Zeller (Pyralidae) *Annal. Epiphyties.* 14. (2) : 85-105.

Lereclus D., et Chaufaux J., 1986 - Etat actuel de lutte biologique à l'aide de *Bacillus thuringiensis* : ce bio-insecticide Permettra-t-il demain d'atteindre doryphore ? *Cash. Liaison O.P.I.E.* 205. (4): 20-15.

Lindberg C., 2001 - Solutions de rechange au Bromure de Méthyle : études de cas 2001 : Rôle prépondérant du Canada dans le développement de solutions de rechange au Bromure de Méthyle. Analyste de l'environnement. Bureau de l'environnement. Direction générale des politiques stratégiques. Agriculture et Agroalimentaire Canada. 44p.

Lydie S., 2010 - *La lutte biologique. Vers de nouveaux équilibres écologiques*. Ed. Quae et Edicagri. 321p.

Margo SR, Parra J.R.P., 2001 - Biology of the ectoparasitoid *Bracon hebetor* Say on seven lepidopteran species. *Scientia Agricola.* 58: Pp 693-698.

Marmonier P., Lagadeuc Y. et Aquilina L., 2006 - *Introduction à l'écologie*. Ed. ENVAM. 36p.

Manishkumar D. R., Dhirubhai K. M. and Piyushbhai V. R., 2013 - Reproductive parameters of *Bracon hebetor* Say on seven different hosts. *Academic Journals. African Journal of Agricultural Research*. Vol. 8(25), pp. 3251-3254.

Matallah S., 2009 - *Unité de démonstration / Dattes et traitements biologique. Unité de Démonstration de Magtoufa Tolga (Biskra)*. Ed. INRAA. Biskra. 6p.

Matallah N., 2011 - Etude des paramètres bioécologiques de la pyrale des dattes *Apomyelois ceratoniae* Zeller, 1839 dans la région de Ziban et essai de lutte biologique dans les conditions contrôlées Mémoire d' Ing. Inst. Biologie. Biskra, 100 pages.

Mc Closekey S.P.J., Daniels L.D. and McLean J.A., 2009 - Potentiel impacts of climate change on western hemlock looper outbreaks. *Northwest Science* 83: Pp 225-238.

Mehaoua M. S., 2014 - *Abondance saisonnière de la pyrale des dattes (Ectomyelois ceratoniae Zeller., 1839), bioécologie, comportement et essai de lutte*. Thèse Doctorat en Sciences agronomiques. Université de Biskra : 90p.

Messar E.M., 1995 - Le secteur phoenicicole algérien : Situation et perspectives à l'horizon 2010. *CIHEAM, Options Méditerranéennes, 1995*, pp 23-44.

Mezroua A., 2012 - Tentative d'une lutte biologique contre la pyrale des dattes *Apomyelois ceratoniae* Zeller par l'utilisation des auxiliaires autochtones *Phanerotoma flavistestacae Fischer et Bracon hebetor* Say. Mem. Ing. U.M.K. Biskra. 35p.

Mohammad-Ali H. F. and Shishehbor P., 2013 - Biological parameters of *Bracon hebetor* (Hym.: Braconidae) parasitizing *Ephestia kuehniella* (Lep.: Pyralidae): effect of host diet. Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University, Ahvaz, Iran. *J. Crop Prot.* 2 (4): 411-419

Mohapatra S.D., Duraimurugan P. and Saxena H., 2008 - Natural parasitization of *Maruca vitrata* (Geyer) by *Bracon hebetor* Say. *Pulses Newsl.* pp19:11.

Moreno J., Mari. R., Jimener P., 1992 - Estudio de la capacidad reproductora y longevidad de las hembras de *Phanerotoma ocularis kohl* (Hymenoptera, Braconidae). *Bol. Sar. Veg. Plagas*, 18, Pp 625-629.

Munier P., 1973 - Le palmier dattier. Paris: Ed. Maison-neuve et Larousse, 217 p.

Naidji T. et Kebici H., 2009 - Étude de quelques aspects bioécologique de la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* Zeller, 1839 (Lepidoptera, Pyralidae) et essai de lutte biologique par le *Spinosad* dans les conditions contrôlées. Mém. Ing. Agro, Université de Biskra. 53p.

Nations Unies., 2010 - Norme CEE-ONU DDP-08. *Concernant la commercialisation et le contrôle de la qualité commerciale des dattes.* Éd. New York et Genève 2010. 8p

Navarro S., Finkelman S., Rindner D., 2004 - *Traitement thermique pour la désinfestation des coléoptères Nitidules de dattes.* Ed. Organisation des recherches agricoles, Palestine, 4p.

Nay J.E., and Perring T.M., 2005 - Impact of ant predation and heat on carob moth (Lepidoptera: Pyralidae) mortality in California date gardens. *Journal of Economic Entomology* 98(3):725-731.

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

Orstom, 1979 - Maitrise de l'espace et développement en Afrique tropicale : logique paysanne et rationalité technique. *Actes du colloque d'Ouagadougou, 4-8 décembre 1979.* IRD éditions : 600p.

Plouffe D., 2012 - Les modèles bioclimatiques utilisés en agriculture. *Agroclimatologie*

R.N., 2010 - La phoeniciculture parmi les filières stratégiques. Le Midi Libre le 18/09/2010. MIDI LIBRE N° 1073 | Ven. 17 - Sam. 18 septembre 2010 5p.

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 Ingénieur. ITAS. Ouargla : 85p.

Rahmani M., 1997 - Comment tirer le meilleur profit de la désinsectisation thermique? Manuel pratique sur le conditionnement des dattes pour leur conservation, Ed. TF., 3p.

Riba G. et Silvy S., 1989 - Combattre les ravageurs des cultures: Enjeu et perspective. Ed I.N.R.A.Paris. 230p.

Risbec J., 1950 - *La faune entomologique des cultures au Sénégal et au Soudan Français.* Orthoptères, travaux du laboratoire d'entomologie du secteur soudanais de recherches agronomiques. V.1. 501p.

Roy M., 2002 - Impact potentiel des changements climatiques sur l'entomofaune agricole au Québec. 65 congrès de l'ordre des agronomes au Canada : Pp2-6.

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. INFSAS. Ouargla.70p.

Sedra M.H., 2003 - *Le palmier dattier base de la mise en valeur des oasis au Maroc. Techniques phoenicicoles et création d'oasis.* Ed. I.N.R.A. Maroc.

Sentis A., 2012 - Effet de la température sur les interactions trophiques et intra guildes au sein d'un système plante-herbivore-ennemis naturels : modélisation et approches expérimentales. Thèse Doctorat, spécialité Ecologie et Biologie de l'évolution. Université de Montréal, Canada. 120p

Schoonhoven L.M., Jerny T. and Van Loon J.J.A., 1998 - Insect-plant Biology : from physiology to evolution. Published by Chapman and Hall, London, UK.

Shojaei S., Safaralizadeh M. and Shayesteh N., 2006 - Effect of temperature on the functional response of *Habrobracon hebetor* Say to various densities of the host, *Plodia interpunctella* (Hubner). *Pak. Entomol.* 28: Pp 51-55.

Strang T. et Kigawa R., 2009 - *La lutte contre les ravageurs des biens culturels*, *Bulletins techniques de l'ICC*, Ed. Institut canadien de conservation Ministère du Patrimoine canadien, Canada, 48p.

Sutherst R.W., 2000 - Climate Change and Invasive Species a conceptual framework. Dans: Mooney, H.A. and R.J. Hobbs (EDS.), *Invasive species in a changing world*. Island Press. Washington. DC : pp 211-240.

Tirado Montiel M. L., Tyagi R. D. and Valero J. R., 2001 - Wastewater treatment sludge as a raw material for the production of *Bacillus thuringiensis* based.

Taylor A. D., 1988a.- Host Effects on Larval Competition in the Gregarious Parasitoid *Bracon hebetor*. *The Journal of Animal Ecology*, Vol. 57, No. 1., pp. 163-172.

Taylor A. D., 1988b. - Host Effects on Functional and Ovipositional Responses of *Bracon hebetor*. *The Journal of Animal Ecology*, Vol. 57, No. 1., pp. 173-184.

Tokmakoglu C., Soyly O.Z. et Devecioglu H., 1967 - *Myelois ceratoniae* Zeller 'nin biyolojisi ve mucadele metodlari uzerinde arastirmalar. *Bitki Koruma Bult.* 7, (3), 91/106.

Torki S. et Soudani S., 2008 - *Etude du niveau d'infestation par la pyrale des dattes dattes *Ectomyelois ceratoniae* Zeller, 1839 (Lepidoptera, Pyralidae) sur trois variétés de palmier dattier dans la région de Biskra*. Mém. Ing. Option: Protection des végétaux «Zoophytiatrie ». Université de Biskra : 38-45p.

Toutain G., 1972 - Observations sur la reprise végétative du palmier dattier. Al Awania, 43 : Pp 81-94.

Vallières R., 2013 - *Effets des vagues de chaleur au cours de la phase d'acclimatation sur la biologie hivernale de l'arpenreuse de la pruche, *lambda ficsellaria* (lepidoptera : geometridae)*. Mémoire maîtrise en Sciences Forestières. Université de LAVAL. Québec, Canada : 58p.

Viladerbo A., 1975 - *Parasites et maladies*. Chap. IV. Principaux parasites de la datte et du dattier. Service Entomologie – Nématologie de l'I.F.A.C, 67-95.

Vincent C., Et Coderre D., 1992 - La lutte biologique. Éd. Gaëtan Morin, Montréal, et Tec & Doc Lavoisier, Paris, pp 3-18.

Von Hagen O., Wozniak J. et Lamolle M., 2014 - Normes privées relatives à la sécurité et à la qualité des aliments dans le commerce international. Centre du commerce international (ITC). Chap. 23. Ed. MEDITERRA. Pp 418-431.

Vreysen M. J. B., Hendrichs J. and Enkerlin W. R., 2006 - The sterile insects technique as a component of sustainable aerawide integrated pest management of selected horticultural insects pests.- *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 14 (Suppl. 3): 107-131.

Warner R.L., 1988 - Contribution to the biology and the management of the carob moth, *Ectomyelois ceratoniae* (Zeller) in 'Deglet Noor' date gardens in the Coachella Valley of California. Ph.D. dissertation, Univ. Of California, Riverside. 98p.

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

Yasodha P. and Natarajan N., 2006 - Diversity of natural enemies of *Leucinodes orbonalis* Guenee. *Entoandon*, 31: pp 323-326.

Yu S.H., Ryoo M.I., Na J.H., Choi W.I., 2003 - Effect of host density on egg dispersion and the sex-ratio of progeny of *Bracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae). *Journal of Stored Products Research* 39. Pp. 385–393

Zare D., Sendia J.J., Nodoushanb A.J. and Khosravia R., 2013 - Life table parameters and biological characteristics of *Apomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) on three cultivars of pomegranate. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 8p.

Zoghlami S. et Gagné J., 2010 - Bromure de Méthyle. Bulletin de veille. Volume 2, N°5 - 28 juillet 2010. Observatoire horticole. Conseil Québécois de l'horticulture. *En ligne* : www.cqh.ca. 7p.

Zouba A., 2008 - Utilisation de micro - ondes dans la désinsectisation des dattes, Mém. Ing., Sousse, Tunisie, 48p.

Zouiouche F.Z. et Rahim F., 2008 - *Etude de quelques aspects bioécologiques de la pyrale des dattes Ectomyelois ceratoniae Zeller (Lepidoptera, Pyralidae) et essai d'une lutte biologique par Bacillus thuringiensis var Kurstaki dans la région de Biskra*. Mémoire d'Ing, Inst. Agro. Biskra, 100p.

Zouiouche F. Z., 2011 - *Comportement de la pyrale des dattes Ectomyelois ceratoniae Zeller, vis-à-vis de trois variétés de palmier dattier dans la région de Biskra*. Th. Mag. E.N.S.A. El-Harrach. 92p.

الحيدري حيدر - 1979 (AL-HAIDARY) - حشرات التمر المخزن و مكافحته. المركز الإقليمي لبحوث نخيل، التمر. بغداد، العراق. ضمن : منظمة الأغذية و الزراعة للأمم المتحدة. المشروع الإقليمي لبحوث النخيل و التمور في الشرق الأدنى و شمال إفريقيا. الدورة التدريبية لوقاية النخيل (الأمراض، الحشرات، الأدغال و طرق مكافحتها). الفترة من: 12 1979/16/17. 19 ص.

Evaluation des caractéristiques biologiques d'*Ectomyelois ceratoniae* (Zeller, 1839) (Lepidoptera, pyralidae) dans les conditions naturelles et contrôlées. Stockage, conservation et lutte

Résumé

Afin de préserver et de valoriser la production dattière, la lutte contre la pyrale de la datte (*Apomyelois* = *Ectomyelois ceratoniae* Zeller, 1839) s'est intensifiée au cours des campagnes de lutte, principalement par la généralisation de l'emploi des produits chimiques de synthèse, aux conséquences, sans aucun doute, contrariantes pour la santé humaine, l'environnement en général, sur l'entomofaune utile et en particulier lors des exportations vers d'autres pays de l'Europe, de l'Amérique, le Canada et de l'Asie. De cette situation, nous avons jugé nécessaire d'entreprendre une étude de quelques aspects bioécologiques (biologie, paramètres de reproduction et biométrie) de ce redoutable ravageur.

Les résultats de la bioécologie nous ont permis d'étudier différents moyens de lutte contre cette pyrale.

A fin d'expérimenter le produit biologique le *Bacillus thuringiensis* Var. Kurstaki dans la palmeraie il est nécessaire de suivre la fluctuation des populations *in natura* par l'utilisation des pièges à phéromones sexuelles. Ce suivi a révélé l'existence de trois générations qui se succède durant l'année dans la palmeraie et c'est la troisième génération qui responsable à la quasi-totalité des pertes de la production dattière. L'étude du cortège parasitaire autochtone de la pyrale nous a permis de déterminer leurs paramètres biologiques ainsi que leurs paramètres de parasitisme.

L'étude concernant la lutte par l'utilisation des gaz a montré une efficacité sur les larves à l'intérieur des dattes mais sans effet sur les œufs par contre l'utilisation de la chaleur a pu montrer son efficacité surtout contre le stade œuf.

Mots clés : datte, *Ectomyelois ceratoniae*, bioécologie, lutte intégrée.

Evaluation of biological characteristics of *Ectomyelois ceratoniae* (Zeller, 1839) (Lepidoptera, Pyralidae) in natural and controlled conditions. Storage, preservation and control

Abstract

To preserve and enhance the dattière production, fight against moth date (*Apomyelois* = *Ectomyelois ceratoniae* Zeller, 1839) has intensified over the control campaigns, mainly by the widespread use of chemicals synthesis, the consequences, no doubt annoying to human health, the environment in general, and useful entomofauna and particularly in export to other countries of Europe, America, Canada and Asia.

In this situation, we felt it necessary to undertake a study of some bio-ecological aspects (biology, reproductive parameters and biometrics) of this serious pest.

At the end of the experiment the biological product *Bacillus thuringiensis* Var. Kurstaki in the palm it is necessary to follow the fluctuations *in natura* populations through the use of sex pheromone traps. This monitoring has revealed the existence of three generations that succeeded during the year in the palm and is the third generation responsible for almost all the losses of the dattière production. The study of indigenous parasitic procession moth has allowed us to determine their biological parameters and their parasitism settings.

The study on control by the use of gas rose efficiency on larvae inside of dates but no effect on the eggs against the use of heat has been shown especially effective against the egg stage .

Keywords: date, *Ectomyelois ceratoniae*, Bio-ecology, IPM

تقييم الخصائص البيولوجية لل *Ectomyelois ceratoniae* (زيلر، 1839) (Lepidoptera, Pyralidae) في الظروف الطبيعية والسيطرة عليها. التخزين والوقاية و مكافحة

ملخص

لحماية منتوج التمر من افة *Ectomyelois ceratoniae* فراشة التمر تنظم حملات مكافحة باستعمال مواد كيميائية لها تأثير مباشر على البيئة و الإنسان كما لها تأثير سلبي على الحشرات النافعة. كما انها تعيق تصدير التمر نحو الخارج.

و لهذا ارتائنا ان ندرس بعض الجوانب الحيوية لهذه الافة خلال دورة حياتها ، تكاثرها، تطور ها. سلوكها ميدانيا من خلال طيران الطور البالغ من هذه الحشرة باستخدام المصائد الفرمونية حيث بينت وجود ثلاثة أجيال متعاقبة و متداخلة خلال اربع سنوات. حيث بينت وجود ثلاثة أجيال متعاقبة و متداخلة خلال السنة. كما تم دراسة تأثير بعض العلاجات مبيد بيولوجي *Bacillus thuringensi* و الغاز *PH3* و الحرارة الذي اظهرت فعالية ضد البيض.

كلمات المفتاحية:

تمر ، *Ectomyelois ceratoniae* ، بيواكولوجيا ، مكافحة متكاملة