

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Université Mustapha Ben Boulaid-Batna 2
Faculté des Sciences de la
Nature et de la Vie



جامعة باتنة 2
كلية علوم الطبيعة و الحياة

DEPARTEMENT D'ÉCOLOGIE ET ENVIRONNEMENT

Laboratoire de.....

N°...../SNV/2020

THÈSE

Présentée par

ROUMANI Messaoud

Pour l'obtention du Diplôme de

DOCTORAT TROISIÈME CYCLE (LMD)

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Biodiversité animale et écologie fonctionnelle

THÈME

IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LE NIVEAU DE
RECRUESCENCE DES DÉGÂTS DUS À LA PYRALE DES
DATTES *Apomyelois ceratoniae* Zeller, 1839, SUR TROIS
CULTIVARS DE DATTES : DEGLET NOUR, MECH DEGLA ET
GHARS DANS LA RÉGION DE BISKRA

Soutenue publiquement le : 22/06/2020.

DEVANT LE JURY

Président	Mr. CHAFAA Smail	MCA. <u>Université Batna 2</u>
Rapporteur	Mr. BELHAMRA Mohamed	Pr. <u>Université Biskra</u>
Examineurs	Mr. SI BACHIR Abdelkrim	Pr. <u>Université Batna 2</u>
	Mme. BOUKHALFA Hafida	MCA. <u>Université Biskra</u>

Année universitaire : 2019/2020

REMERCIEMENTS

En premier lieu je tiens à remercier Dieu qui m'a donné le courage et la force pour réaliser et compléter ce travail.

Au terme de ce travail, je tiens à exprimer mes remerciements à Monsieur le Directeur Général, de la DGRSDT, professeur AOURAG Hafid pour avoir examiné avec bienveillance les demandes d'intégration en thèse des ingénieurs liés à la recherche en renforçant leurs cursus universitaire via des masters et doctorats. Ma profonde gratitude est également adressée à Madame LAKHDARI Fattoum, ex-directrice du CRSTRA, sans laquelle ce travail n'aurait pu voir le jour.

Je tiens à présenter mes humbles et sincères remerciements ainsi que toute ma reconnaissance et ma profonde gratitude à mon directeur de Thèse le Professeur BELHAMRA Mohamed, pour la qualité de son encadrement et pour ses précieux conseils.

J'exprime également ma reconnaissance aux membres du jury : Mr CHAFAA Smail de l'université de Batna 2 de présider le jury, Mr SI BACHIR Abdelkrim de l'université de Batna 2 et M^{elle} BOUKHALFA Hafida de l'université de Biskra, d'avoir accepté de juger mes travaux de recherche.

J'exprime ma profonde gratitude à Mr BEN SALAH M.K., pour son accompagnement, disponibilité, conseils et nombreuses orientations et suggestions ainsi que pour ses relectures critiques du manuscrit.

Mes plus sincères remerciements à Mme BENGOUGA Khalila pour sa précieuse aide de ses orientations et de sa présence.

Mes vifs remerciements vont à Mr NIA Bilal pour sa disponibilité et sa présence.

Mes remerciements vont également à Mme TABOUCHE Nora ex-directrice du CRSTRA pour son soutien moral.

Mes sincères remerciements à Mme MARIA FRUTOSE et toute l'équipe de l'Institut de Technologie Alimentaire de l'Université Miguel Hernandez, Elche, Espagne pour la réalisation des différentes analyses des dattes.

Mes sincères remerciements vont également à Mr KECHEBAR Mohamed Seif Allah pour sa contribution à effectuer mon stage et analyses en Espagne.

Mes sincères remerciements à Mme DAKHIA Nadjet pour ses encouragements.

Mes sincères remerciements à mes chers amis et collègues : M^{me} BAAZIZI K., Mrs BERREDJOUH D, DJOUDI A.M, ZIAD M.S, EL FETNI H, TAHIRINE M, BENGUEGA Z, BOUDHIBI S, OUAMANE T, KHOMRI Z.E, BARBARI F, DJELLOULI A, SALEM A, OUAGHLANI A et MESNOUA M.

Mes sincères remerciements s'adressent à tous mes collègues de la station expérimentale des Bio-ressources des Ziban d'El Outaya et la division de la Phoeniciculture et de la direction générale pour leur encouragement, et pour leur soutien.

Mes sincères remerciements s'adressent à tous les enseignants et les administrateurs de la faculté SNV Batna2 pour leur disponibilité et précieuse aide à la gestion de mes années d'inscription au Doctorat.

Mes remerciements vont également à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Sommaire

Liste des figures

Liste des tableaux

INTRODUCTION	01
CHAPITRE I : IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES PLANTES ET LES INSECTES	04
Introduction.....	05
I.1. Impacts du changement climatique sur les plantes.....	05
I.2. Impacts du changement climatique sur les insectes.....	06
I.2.1. Effets du changement climatique sur la physiologie des insectes.....	06
I.2.2. Effets du changement climatique sur la reproduction des insectes.....	07
I.2.3. Effets du changement climatique sur le comportement des insectes.....	08
I.3. Impacts du changement climatique sur les interactions trophiques.....	09
I.4. Impacts du changement climatique sur l'agriculture.....	10
CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES	11
II.1. Matériel d'études.....	11
II.2.1. Données climatiques.....	11
II.1.2. Données générales sur <i>Apomyelois ceratoniae</i>	11
II.1.3. Données sur les trois cultivars.....	15
II.2. Méthodes d'études.....	16
II.2.1. Présentation des sites d'étude.....	16
II.2.1.1. Palmeraie de Sidi-Okba.....	16
II.2.1.2. Palmeraie de d'Ourelal.....	18
II.2.2. Suivi phénologique du palmier dattier.....	19
II.2.3. Etude de la biodynamique d' <i>Apomyelois ceratoniae</i>	19
II.2.3.1. Piégeage sexuel.....	19
II.2.3.2. Méthodes de contrôle visuel des fruits.....	20
II.2.3.3. Examen des fruits tombés.....	20
II.2.4. Elevage de masse de la pyrale.....	21
II.2.4.1. Etudes de l'émergence de la pyrale par rapport aux trois cultivars (Deglet Nour, Mech Degla et Ghars).....	21
II.2.5 - Suivi des paramètres biologiques.....	21
II.2.5.1. Paramètres de reproduction.....	21
II.2.5.1.1 Ponte.....	21
II.2.5.1.2 Incubation des œufs.....	22
II.2.5.1.3 Fertilité des œufs.....	22
II.2.5.2. Paramètres de développement.....	22
II.2.5.2.1. Cycle biologique.....	22
II.2.5.2.2. Longévité des adultes.....	22
II.2.6. Méthodes d'analyse biochimique des trois variétés choisies.....	23
II.2.6.1. Détermination de la teneur en eau.....	23
II.2.6.2. Détermination du PH.....	23
II.2.6.3. Détermination des teneurs en sucres et acides organiques.....	26
II.2.6.3.1. Préparation d'eau.....	24
II.2.6.3.2. Préparation des extraits.....	24
II.2.6.4. Analyses chromatographiques.....	24
II.2.6.5. Indice de qualité « r ».....	25
II.2.7. Analyses statistiques.....	26

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION	27
III.1. Evolution climatiques de la région de Biskra.....	27
III.1.1. Résultats et Discussion.....	27
III.2. Suivi phénologique du palmier dattier.....	34
III.2.1. Résultats et Discussion.....	34
III.3. Etude de la biodynamique d' <i>Apomyelois ceratoniae</i>	37
III.3.1. La dynamique de la pyrale des dattes dans les deux sites.....	37
III.3.1.1. Résultats et Discussion.....	37
III.3.2. Evolution de la dynamique de la pyrale en fonction de la température.....	39
III.3.2.1. Résultats et Discussion.....	39
III.3.3. Evolution de la dynamique de la pyrale en fonction des stades phenologiques.....	43
III.3.3.1. Résultats et Discussion.....	43
III.3.4. Taux d'infestation des dattes prélevées sur terrain.....	46
III.3.4.1. Résultats et Discussion.....	46
III.3.5. Taux d'infestation des dattes sous conditions contrôlées.....	
III.3.5.1. Résultats et Discussion.....	50
III.4. Suivi des paramètres biologiques de la pyrale des dattes.....	51
III.4.1. Paramètres de reproduction.....	
III.4.1.1. Résultats et discussion.....	51
III.4.2. Paramètres de développement.....	53
III.4.2.1. Cycle de développement.....	53
III.4.2.1.1. Résultats et discussion.....	53
III.4.2.2. Longévité des adultes.....	55
III.4.2.2.1. Résultats et Discussion.....	55
III. 5. Analyse biochimique des trois cultivars.....	56
III. 5.1. Variation de l'humidité.....	
III. 5.1.1. Résultats et Discussion.....	56
III. 5.2. Variation de l'acidité (PH).....	58
III. 5.2.1. Résultats et Discussion.....	58
III.5.3. Variation des teneurs en sucres et évaluation de l'indice de qualité « r » de stade(Tamar).....	59
III. 5.3.1. Résultats et Discussion.....	59
III. 5.4.Variation de la composition en acides organiques en fonction des cultivars et des stations (stade Tamar).....	64
III. 5.4.1. Résultats et Discussion.....	64
III. 6. Interactions insecte ravageur- plante hôte.....	67
III.6.1. Résultats et discussion.....	67
Conclusion et perspectives.....	73
Références Bibliographiques.....	74
Résumé.....	91
Abstract.....	91
ملخص.....	91

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Différents stades de développement d' <i>Apomyelois ceratoniae</i> , A:adulte , B:larve , C:chrysalide	12
Figure 2 : Variétés de dattes(A) : Deglet Nour (B) : Mech Degla (C) : Ghars	16
Figure 3 : Schéma parcellaire et photos du site d'étude de Sidi-Okba	17
Figure 4: Schéma parcellaire et photos du site d'étude d'Ourelal	18
Figure 5: Fiche d'observation et de suivi phénologique du palmier dattier	19
Figure 6 : Emplacement des pièges à phéromones sur le palmier dattier	20
Figure 7 : Chutes de dates enregistrées dans les palmeraies	22
Figure 8 : Schéma représentatif de l'analyse des dattes par la chromatographie	25
Figure 9: Evolution des températures moyennes annuelles de la région de Biskra durant la période (1976-2016)	27
Figure 10 : Températures moyennes enregistrées durant la période (2014-2016) dans le site de Sidi-Okba	28
Figure 11 : Températures moyennes enregistrées durant la période (2014-2016) dans le site d'Ourelal	29
Figure12 : Images satellitaires du LST (la température de surface du sol) enregistrées pour la région de Biskra durant l'année 2016	31
Figure 13 : Dynamique de la pyrale des dattes (Effectif) durant 2014, 2015 et 2016 dans Ourelal et Sidi Okba	37
Figure 14 : évolution d' <i>A. ceratonia</i> (Effectif) en fonction de la température dans le site de Sidi Okba.	39
Figure 15 : Evolution d' <i>A. ceratonia</i> (Effectif) en fonction de la température dans le site d'Ourelal	40
Figure 16: Evolution de la dynamique(Effectif) d' <i>A.ceratonia</i> en fonction des stades phénologiques à Sidi Okba	43
Figure 17: Evolution de la dynamique (Effectif) d' <i>A.ceratonia</i> en fonction des stades phénologiques à Ourelal	44
Figure 18 : Fluctuation des émergences des adultes de la pyrale en conditions contrôlées de trois cultivars de dattes dans le site de Sidi Okba	50
Figure 19 : Fluctuation des émergences des adultes de la pyrale en conditions contrôlées de trois cultivars de dattes dans le site d'Ourelal	51
Figure 20 : Chromatogramme des sucres de la variété Deglet-Nour (a : Inuline, b : Saccharose, c : Fructose et d : Glucose)	60
Figure 21 : Chromatogramme des sucres de la variété Mech Degla (a : Inuline, b : Saccharose, c : Glucose et d : Fructose)	61
Figure 22 : Chromatogramme des sucres de la variété Ghars (a : Inuline, b : Glucose et c : Fructose)	61
Figure 23 : Chromatogramme des acides organique du Degle Nour (a : acide phytique ; b : acide oxalique ; c : acide citrique ; d : acide tartrique ; e : acide malique ; f : acide fumarique)	65
Figure 24 : Chromatogramme des acides organique du Mech Degla (a : acide phytique ; b : acide oxalique ; c : acide citrique ; d : acide tartrique ; e : acide malique ; f : acide fumarique)	65
Figure 25 : Chromatogramme des acides organique du Ghars (a : acide phytique ; b : acide oxalique ; c : acide citrique ; d : acide tartrique ; e : acide malique ; f : acide fumarique)	66
Figure 26: Projection graphique des variables (interaction composés biochimiques des dattes * taux d'infestation) sur les plans axes CP 1* CP 2	70

- Figure 27** : Projection graphique des cultivars des sites d'études (Ourelal (O) et Sidi Okba(S) sur les plans axes CP 1* CP 2 70
- Figure 28** : Dendrogramme d'une classification hiérarchique basée sur le Carré de la distance Euclidienne utilisant la distance moyenne entre les trois cultivars 71

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Comparaison des données de températures enregistrées à l'intérieur de la station de Sidi-Okba et LST (la température de surface du sol) durant les années 2015 et 2016	30
Tableau 2 : Comparaison des données de températures enregistrées à l'intérieur de la station d'Ourelal et LST (la température de surface du sol) durant les années 2015 et 2016	30
Tableau 3 : Intervalle de temps des différents stades phénologiques	34
Tableau 4: Périodes des différents stades phénologiques	36
Tableau 5: Taux d'infestation des dattes prélevées de site Ourelal	47
Tableau 6: Taux d'infestation des dattes prélevées de site Sidi-okba	47
Tableau 7 : Paramètres de reproduction (femelle) de la pyrale des dattes	52
Tableau 8 : Durée de développement des différents stades larvaires de la pyrale des dattes	53
Tableau 9 : Longévités des adultes de la pyrale des dattes	55
Tableau10: Variation de l'humidité des trois cultivars au stade tamar en fonction de sites et de cultivars	56
Tableau 11: Variation de l'acidité de stade Tamar en fonction des cultivars et des stations	58
Tableau 12: Variation de la teneur en sucres de stade Tamar en fonction des cultivars et des stations par 100g de matière fraîche(MF)	60
Tableau 13: Variation de l'indice de qualité « R » de stade (Tamar) en fonction des cultivars et des stations	62
Tableau 14: Variation de la teneur en acides organiques (malique, citrique, fumarique, oxalique et tartrique) du stade Tamar en fonction des cultivars et des stations par 100Mg de matière fraîche(MF)	64
Tableau15: Corrélations entre la composition biochimiques des dattes et le taux d'infestation des dattes par <i>A. ceratoniae</i>	68
Tableau 16: Matrice de composantes sur la base des constituants biochimiques et le taux d'infestation	69

INTRODUCTION

Au regard des informations existantes et des publications du Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC), le changement climatique annoncé est une réalité. Il se manifeste par une augmentation de : la température moyenne annuelle de 0,74°C, la quantité de précipitations totales dans l'est de l'Amérique du Nord, le niveau moyen des océans et la fréquence ainsi que l'intensité des événements climatiques extrêmes (**GIEC., 2007**).

Le recensement d'un événement climatique principale dont l'évolution dans la perspective de changement climatique peut provoquer l'impact considéré, est nécessaire afin d'établir des connaissances quant à la vulnérabilité des régions (**SGAR, 2013**). Sur la base de trois types d'informations collectées relatives à l'exposition de la région étudiée aux événements climatiques, de sa sensibilité et de sa capacité d'adaptation, une territorialisation des impacts de changement climatique doit être faite (**Lecroart *et al.*, 2013**).

La situation du Maghreb parmi la classe climatique de la zone subtropicale avec un climat méditerranéen dans la partie Nord et saharienne dans la partie Sud augmente sa vulnérabilité (**Mostefa-Kara, 2008**). Selon les différents modèles de prédictions, le Maghreb est l'une des régions les plus touchées par les risques de changements climatiques (**Vennetier et Ripert, 2010**).

Les projections climatiques indiquent que l'Algérie, de par sa position géographique et sa surface constitue l'un des pays les plus concernées. Située dans une zone de transition, entre les régimes tempérés et subtropicaux, un pays majoritairement aride et semi-aride, l'Algérie va éventuellement subir encore plus de variations importantes des hausses des températures et des baisses conséquentes des précipitations (**Chabane, 2012**).

Des changements climatiques globaux ont été observés à l'échelle régionale. Selon, **Messadi (2009)**, **KasiTani (2011)** et **Yahiaoui (2015)**, une augmentation assez sensible de la température moyenne annuelle et l'écart est estimé à 0.5°C avec un décalage des saisons, une baisse des précipitations et un glissement de plusieurs régions étudiées d'un étage climatique à un autre.

Pour la région de Biskra, des résultats similaires ont aussi été trouvées par les travaux de **Farah (2014)** et **Boucetta (2017)** et la projection climatique sur l'Est algérien à l'horizon 2050 montre une augmentation de la température moyenne annuelle et une baisse des

précipitations annuelles avec une tendance migratoire de la région de Biskra dans le sens de l'hyper-aridité.

Ces prédictions engendreront nécessairement des conséquences néfastes sur les ressources hydriques déjà rares à l'échelle nationale et le secteur agricole sera toujours le plus durement affecté vu que des parts importantes des ressources hydriques lui sont consacrées (**Chabane, 2012**).

Comme le climat est un facteur déterminant pour la structure et le fonctionnement des écosystèmes (**Whittaker, 1975**). Tous changements climatiques impliqueraient une réponse de ces écosystèmes et de leurs composantes (**Francoeur, 2012**).

Les changements climatiques comprennent cependant des printemps de plus en plus précoces et des hivers moins froids. Deux variables pour caractériser l'avancé du printemps, la variation de la température et la croissance végétale. Une adaptation de plusieurs espèces végétales et des essences forestières dans les régions tempérées est remarquable et des stades phénologiques (tels que le débourrement, la floraison et la fructification) prennent place de plus en plus tôt (**Klein et al., 2014**). Ce décalage des principaux stades phénologiques, rend les plantes sensibles à certains aléas météorologiques et modifie leur capacité reproductive (**Vennetier et Ripert, 2010**).

De même, les conséquences du changement climatique sur les groupes taxonomiques animaux sont importantes mais ceux dont la biologie est calée sur la phénologie de plantes sont les plus affectées. Bien que l'influence du réchauffement climatique est complexe et s'étend sur les différents niveaux trophiques, la prédiction avec exactitude des conséquences des changements climatiques sur l'agriculture est difficile en raison d'un manque de connaissance fiable (**Klein et al., 2014**).

La majorité des études effectuées sur les insectes ne concernent que les espèces phytophages (**Moiroux et al., 2012**). Sous des conditions thermique favorable, la phytophagie cause des dégâts importants liés à l'apparition précoce des insectes phytophages, au nombre élevé de générations et une augmentation du taux de plantes consommées (**Gagnon et al., 2013**). Cependant, les interactions des couples ravageurs/ennemis naturels peuvent être altérées avec la perte de synchronisme entre les deux partenaires (**Brodeur et al., 2013**).

Dans ces nouvelles conditions climatiques, l'agriculture peut souffrir ainsi de l'établissement de nouveaux ravageurs envahissants et l'étude détaillée de chaque association plante cultivée-ravageur susceptible d'affecter les cultures dans une région donnée est avéré nécessaire (**Moiroux et al., 2012**). Les quelques études réalisées sur l'influence d'une

augmentation des températures et la réponse des insectes ravageurs des cultures, ont toutes été faites dans les régions tempérées. (Régnière, 2009)

L'impact des changements climatiques influe sur les espèces végétales et animales vivant dans les oasis qui font partie des écosystèmes en régions arides dont le palmier dattier qui représente le principal composant des oasis et crée un microclimat pour les autres espèces végétales sous-jacentes.

En effet, un réseau de veille dans les oasis algériennes pour un suivi rigoureux des différents changements qui s'opèrent sur le cycle phénologique du palmier dattier est une démarche nécessaire ainsi que pour approfondir les connaissances sur les impacts des changements climatiques sur la qualité des dattes et la qualité des productions. Les réponses phénologiques du palmier dattier permet une meilleure compréhension des conséquences du climat sur cette espèce. Cette évolution climatique peut avoir une influence directe sur *Apomyelois ceratoniae* l'insecte ravageur du palmier dattier. Donc, identifier, décrire et quantifier les modifications phénologiques est une étape cruciale afin d'apercevoir ses effets sur l'association plante/ravageur.

Ainsi, dans l'optique de documenter l'effet des changements climatiques sur le palmier dattier et son ravageur, la pyrale de la datte *Apomyelois ceratoniae*, l'objectif général de la présente étude est de décrire le comportement du palmier dattier et son ravageur. Dans ce cadre, les objectifs spécifiques envisagés sont :

- Décrire le changement phénologique du palmier dattier en fonction de l'évolution climatique de la région de Biskra entant que composant important de réseau de veille des oasis durant la période 2014-2016.
- Réaliser un suivi de la dynamique de la pyrale de la datte *Apomyelois ceratoniae* en fonction des conditions climatiques des stations choisies et la détermination du taux d'infestation des différents cultivars de dattes.
- Décrire l'influence de la composition biochimique des trois cultivars proposés sur les niveaux d'infestation.

CHAPITRE I : Impacts du changement climatique sur les plantes et les insectes

Introduction

Dans son quatrième rapport d'évaluation en 2007, basé sur plusieurs observations du climat de la terre depuis 1850, le groupe d'experts intergouvernemental sur le changement climatique (GIEC) a conclu la présence d'un changement climatique global est incontestable (**Allard, 2009**). Selon le même auteur, ce changement se traduit à travers une tendance au réchauffement, une diminution des étendues de glace, une élévation de niveaux des océans, des hausses significatives des précipitations dans certaines régions associées à des sécheresses plus longues et intenses dans d'autres est finalement une augmentation de l'intensité de l'activité cyclonique.

Mais il est difficile de discriminer les impacts du changement climatique sur les milieux naturels car les effets de ces changements climatiques se mêlent généralement avec ceux de l'impact anthropique (**TEC, 2014**), des changements majeurs sur la structure, la fonction et les services des écosystèmes ainsi que des conséquences négatives pour la biodiversité sont prévus (**Lewis, 2006**).

Selon les projections à l'horizon 2030 et 2050, l'augmentation des températures enregistrées entraîne une extension de climats chauds vers le nord par conséquent une perturbation générale des conditions écologiques et une redistribution biogéographique des espèces. La réponse prévue des êtres vivants aux nouvelles conditions soit : par extinction, adaptation ou migration (**TEC, 2014**).

Chez les végétaux, les changements climatiques se manifestent à travers la précocité des événements printaniers (floraison, fécondation...) et la tardivité des événements automnaux (**Root et al., 2003**). L'influence des températures élevées sur la production de biomasse végétative devrait être importante mais d'autres problèmes d'origine physiologique émergent plus tard (**TEC, 2014**). De même, une adaptation phénologique et un élargissement de l'aire de répartition de certaines espèces végétales sont observés ; le cas de pin d'Alep en France est l'exemple le plus éminent (**Vennetier et al., 2011**). Mais, l'un des effets majeurs des changements climatiques est l'augmentation des cas d'invasion biologiques par les plantes allochtones et xérophytes. Le chevauchement des effets de changements climatiques s'étale et modifie les interactions (plante-animal). La région méditerranéenne représente l'un des ensembles-modèles des effets écologiques engendrés par l'impact des changements climatiques et divers signaux biologique et climatiques enregistrés affirment le réchauffement de cette zone (**Médail & Quézel, 2003**).

I.1. Impacts du changement climatique sur les plantes

La vie de la plante est marquée par sa phénologie qui se manifeste à travers l'apparition et l'éclatement des bourgeons, la floraison, le débuts et l'arrêts de croissance des rameaux, de l'apparition, du déploiement, du jaunissement et de la chute des feuilles, de la formation, des changements de couleur, de la maturité et de la chute des fruits, etc. (Vennetier *et al.*, 2011).

La phénologie est étroitement liée au climat et représente un des impacts de changements climatiques le plus facilement détecté et suivi (Gordo et Sanz, 2006). Le comportement des végétaux dépend des espèces et des variables climatiques (Lebourgeois *et al.*, 2008) et la sensibilité des communautés végétales variera en fonction des situations géographiques et topographiques, des compositions floristiques et de l'amplitude des nouvelles interactions trophiques (Médail & Quézel, 2003).

Alors que l'accroissement de la productivité des forêts augmente avec des températures élevées et des précipitations, la tolérance des espèces aux perturbations est variable (Das, 2004). Des risques sanitaire et de difficulté de régénération de certaines espèces végétales avec limitation des aire de répartitions sont prévus (Morin *et al.*, 2007).

L'allongement de la saison de végétation de plantes sous l'effet de réchauffement climatique peut dissocier le synchronisme entre plantes et symbiotes ou parasites (Vennetier *et al.*, 2011). Des conséquences sur l'écophysiologie de plantes sont observées et des études ont mis en évidence une diminution de la densité des stomates liée à des concentrations élevées de CO₂ et une réduction de la conductivité somatique bien que chez des plantes herbacées (Bettarini *& al.*, 1999) que chez des ligneux (Jones *& al.*, 1995). Les stress thermiques et hydriques altèrent la résistance de plantes et par conséquent la production des substances allélochimiques qui interfèrent avec les composants des niveaux trophiques supérieurs (Brodeur *et al.*, 2013).

Sous ces conditions, les besoins en quantité de froid acquiers s'abaissent, ces besoins influent la levée de dormance automnale (Chuine *et al.*, 1999) et retarder le débourrement printanier (Falusi *et al.*, 1996).

La réponse des plantes est spécifique face aux changements climatiques, (Huntley 1991). Trois possibilités de réactions peuvent être envisagées : une extinction locale ou totale de l'espèce (Olivieri & Vitalis 2001), une migration (Huntley 1991) ou une réponse évolutive par une adaptation aux nouvelles conditions (Woodward, 1999).

La fréquence et la sévérité des événements climatiques extrêmes est imprévisibles (tempêtes, inondations, chutes importantes de neige, vague de chaleur, sécheresse.) modifient la composition, la structure et le fonctionnement des forêts (**Dale et al., 2001**). Par ailleurs, une augmentation de températures et un régime hydrologique plus sec affectent les plantes cultivées mais on ne peut prédire avec certitude les effets spécifiques du climat sur l'agriculture (**Plouffe et Bourgeois, 2012**).

I.2. Impacts du changement climatique sur les insectes

Les insectes sont des organismes poïkilothermes, c'est-à-dire leur température corporelle dépend de celle du milieu ambiant (**Plouffe et Bourgeois, 2012**). La température présente le facteur climatique clé qui conditionne les processus vitaux des insectes et détermine leur distribution géographique, leur nombre de générations annuelles ainsi que l'abondance de leurs populations (**Roy, 2002**). Alors que l'influence des changements climatiques est plus complexe sur les niveaux trophiques qui interagissent et la sensibilité des espèces qui occupent les niveaux supérieurs de la chaîne trophique est plus grande (**Brodeur et al., 2013**), les informations provenant de fossiles des périodes glaciaires du quaternaire indiquent une redistribution des insectes vers des environnements favorables au lieu d'évoluer *in situ* lors de périodes de changements climatiques rapides (**Coope, 2004**).

Majoritairement, les études disponibles ne concernent qu'un niveau trophique, les phytophages (**Moiroux et al., 2014**) et les connaissances actuelles sont insuffisantes pour prédire les risques des changements climatiques surtout sur le succès reproducteur des végétaux entomogames engendré par : la sensibilité des insectes pollinisateurs ou des décalages phénologiques d'un des partenaires (**Médail & Quézel, 2003**) ainsi que, la régulation naturelle des insectes (**Moiroux et al., 2014**).

I.2.1. Effets du changement climatique sur la physiologie des insectes

Comme organismes ectothermes, la croissance des insectes dépend directement des conditions climatiques extérieures (**Andrewartha et Birch, 1954**). Chaque espèce présente une corrélation spécifique entre la température et son développement qui lui est spécifique (**Moiroux et al., 2014**). Des températures extrêmes provoquent chez les insectes la dénaturation de certaines protéines, l'inactivation d'enzymes et des dérèglements du fonctionnement des membranes plasmiques (**Davies et al., 2006**). Ces connaissances permettent la détermination des dates d'émergence ou de reprise d'activité chez les insectes et la prévision du synchronisme entre les différents niveaux trophiques (**Moiroux et al., 2014**).

Les changements climatiques altèrent la succession dans le temps des éléments de cycle de vie des insectes (**Tougeron, 2017**). Des valeurs thermiques plus fortes ou plus faibles diminuent le taux d'éclosion des œufs, influencent la durée du développement, aussi bien embryonnaire que larvaire et aboutissent à une mortalité embryonnaire importante. De même, l'exposition des adultes à des températures extrêmes induit une diminution de la longévité (**Brodeur et al., 2013**).

Dans le cas de diapause régis par plusieurs facteurs climatiques (température, photopériode, humidité, effet maternel et autres), les effets des changements climatiques devraient être moindres à court et moyen termes (**Brodeur et al., 2013**). Mais certains insectes tels que les parasitoïdes de pucerons présentent des adaptations locales et des ajustements plastiques transgénérationnelle de leur réponse aux stimuli environnementaux qui induisent la diapause (**Tougeron, 2017**).

La réponse aux changements de température des insectes est liée aux types d'habitats, les espèces qui exploitent des habitats où la température est relativement constante (ex. le sol) répondent moins aux réchauffements climatiques que les espèces foliaires qui vivent là où les régimes de température se caractérisent par d'importantes amplitudes (**Brodeur et al., 2013**).

I.2.2. Effets du changement climatique sur la reproduction des insectes

Le réchauffement climatique affecte chez les insectes la taille et la fécondité (**Moiroux et al., 2014**) et aboutit à une production moindre d'œufs (**Honek, 1993**). Il influence la vitesse de leur développement en modifiant le voltinisme (le nombre de générations par année) (**Altermatt, 2010**), l'abondance de populations (**Estay et al., 2009**), leur survie hivernale (**Zhou et coll., 1995**) et leur aire de répartition (**Porter et coll., 1991**).

L'accouplement et la ponte des œufs constituent des phases extrêmement importantes de la vie d'un insecte; elles doivent 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**).

Chez plusieurs espèces d'insectes, l'influence de la température sur la ponte et les particularités du cycle de ponte ont été évaluées, des différences importantes ont été remarquées (**Lepage, 2010**). Ainsi, une augmentation de températures induit généralement à l'exploitation des ressources hôtes disponibles moins diversifiées et même si celles-ci sont de mauvaises

qualités (**Traniello *et al.*, 1984**). Ce comportement conditionne le sex-ratio qui représente un élément démographique important.

Un bouleversement de la dynamique saisonnière des insectes et le nombre de générations chez certaines espèces multivoltines pourra augmenter (**Gagnon *et al.*, 2012**). Généralement, les ravageurs supporteraient mieux les températures élevées que leurs ennemis naturels (**Moiroux *et al.*, 2014**). Ce phénomène peut entraîner une pression accrue des insectes phytophage, une abondance importante de leurs populations et des dommages importants sur les plantes hôtes. Cependant les espèces caractérisées par de longs cycles de vie (univoltines), régulés par la photopériode, sont peu affectée par les changements climatiques (**Brodeur *et al.*, 2013**).

La sensibilité thermique des insectes détermine l'évolution des aires de leur répartition, ce qui implique des migrations des espèces d'insectes vers les régions les plus favorables est une nouvelle dynamique bénéfique ou nuisible pour les espèces hôtes (**Brodeur *et al.*, 2013**). Par contre l'aire répartition de certaines espèces d'insectes demeurera cependant inchangée, du moins pour de longues périodes, mais les risques de leur extinction sous un climat variable sont prévus (**Cock *et al.*, 2011**).

I.2.3. Effets du changement climatique sur le comportement des insectes

La température a aussi un effet important sur le métabolisme et par conséquent sur les activités comportementales des organismes ectothermes (**Moiroux *et al.*, 2014**).

Une élévation de température se caractérise par une augmentation de la quête alimentaire des insectes, qu'ils soient détritivores, herbivores, prédateurs ou parasites. Des températures très chaudes peuvent également avoir un effet négatif sur la survie (longévité) des insectes en réduisant les ressources nutritionnelles tels que le nectar (**Brodeur *et al.*, 2013**).

Des migrations à des allures suffisamment rapides sont observées chez des insectes pollinisateurs (Lépidoptères, Hyménoptères, Diptères) afin de s'affranchir des changements locaux (**Parmesan *& al.*, 1999**). Le déficit de pollinisateurs pourra engendrer des risques de modification de succès reproducteur des végétaux entomogames (**Médail & Quézel, 2003**). Les comportements alimentaires des insectes phytophages sous des conditions de réchauffement associé à une concentration élevée en CO₂ et de changements physiologiques de la plante-hôte pourraient être modifiés (**Gagnon *et al.*, 2013**), des consommations

importantes de feuillage par ces ravageurs pour compenser la diminution de concentration en azote des tissus de plantes (**Lincoln & al., 1993**).

La perception, l'interprétation des odeurs par le système neural des insectes ainsi que leur mobilité sont influencées à la fois par des températures élevées, des altérations dans les capacités d'apprentissage et d'orientation des individus (**Brodeur et al., 2013**).

Sous de telles conditions, le système immunitaire chez les insectes phytophages est plus efficace à contrer le parasitisme (**Blandford et al., 2003; Hance et al., 2007**). Par contre, l'exposition aux températures extrêmes modifie la survie et la diversité des endosymbiontes bactériens associés aux ennemis naturels (**Pintureau et al., 1999 ; Guay et al., 2009**).

I.3. Impacts du changement climatique sur les interactions trophiques

Les températures extrêmes peuvent affecter les organismes directement et/ou indirectement par la modification des interactions trophiques (**Sentis, 2012**). Ces changements influencent directement les plantes et indirectement les niveaux trophiques supérieurs qui les exploitent (herbivores, prédateurs, parasitoïdes...) (**Brodeur et al., 2013**). Ils facilitent l'installation des niches écologiques vacantes dominés par les espèces envahissantes et compétitives (**Médail & Quézel, 2003**).

Moiroux et al., (2014) supposent que le synchronisme entre les plantes et les phytophages soit maintenu mais **Médail & Quézel, (2003)** constatent que sous ces conditions, les composants des niveaux trophiques désynchronisent avec un déficit de pollinisateurs et une augmentation de la consommation des herbivores. Les espèces spécifiques qui dépendent de ressources éphémères sont les plus susceptibles d'être affectées par les changements environnementaux (**Forkner et al., 2008**).

Gagnon et al., (2013) ont suggéré qu'une altération indirecte de la biologie d'un ravageur peut également survenir par la modification physiologique ou morphologique d'une plante en réponse aux changements climatiques. Tandis que **Sassi et Tylianakis (2012)** prévoient que sous les changements climatiques les herbivores sont avantageux au détriment des plantes et des ennemis naturels et les sécheresses, en concentrant les glucides, pourraient rendre la plante plus attrayante pour les insectes (**Ziska et Runion, 2007**).

La sensibilité des niveaux trophiques (prédation, parasitisme..) aux nouvelles conditions climatiques est démontrée par plusieurs études (**Hance et al., 2007**), des

températures chaudes causent une diminution de l'incidence globale de la prédation entre espèces (**Logan et al., 2006**) et des mortalités importantes des prédateurs (**English-Loeb, 1990**). L'efficacité des agents de régulation (prédateurs, parasitoïdes..) exploités en lutte biologique est en fonction des réponses thermiques des espèces et de ratios des temps de générations des ravageurs et des ennemis naturels (**Brodeur et al., 2013**).

Une modification de la phénologie de la plante peut mener à une asynchronie temporelle ou spatiale entre les partenaires de la relation (plante/ravageur ou hôte/ennemi naturel) et affecte la stabilité et la pérennité de la relation (**Godfray et al., 1994 ; Berggren et al., 2009**).

I.4. Impacts du changement climatique sur l'agriculture

L'agriculture mondiale (culture et élevage) joue un rôle important en contribuant à près de 12% des émissions globales de GES (gaz à effet de serre) et de 70% des émissions de GES hors CO₂, notamment le méthane (**Chotte et Kosuth, 2015**).

Le défi actuel et futur de l'agriculture est son adaptation au changement climatique qui ne peut s'effectuer au détriment de fonction de production, de la santé humaine et de la préservation de l'environnement (**Chotte et Kosuth, 2015**). Le réchauffement climatique entraînera un glissement des zones agro-climatiques, avec la possibilité de cultiver certaines plantes dans de nouvelles régions (**Roy, 2002**). Des ravageurs de cultures devraient suivre ce glissement de plantes cultivées, ils étendraient leur aire de répartition, suivi par leurs ennemis naturels mais avec un rythme de progression spécifique (**Moiroux et al., 2014**).

Donc, l'incidence des changements climatiques sur l'entomofaune agricole est très complexe (**Roy, 2002**). Des modélisations climatiques projettent une altération de synchronisme entre les ravageurs de cultures et leurs ennemis naturels, une élévation de la densité des populations de ravageurs, une augmentation de la diversité des ressources exploités par les insectes généralistes (phytophages, prédateurs,...) mais à long terme. La stabilité de système trophique s'installe à travers l'adaptation des insectes aux nouvelles conditions (**Moiroux et al., 2014**). Des maladies virales transmises par les insectes pourraient accroître car la température constitue le facteur qui contrôle le développement des populations d'insectes vecteurs (**Lepoivre, 2001**).

Les effets des changements climatiques sur les plantes cultivées sont multiples, de modifications de la physiologie et de ratio C/N causées par une élévation de la concentration de CO₂ associé au réchauffement climatique, de dégradations des composées de défense de plantes à base d'azote contre les insectes ainsi que de diminutions de l'efficacité des protéines toxiques produites par certains cultivars transgénique pour lutter contre les ravageurs (**Gagnon et al., 2013**).

Le développement d'autres bio-agresseurs de plantes et des maladies causées par différents types d'organismes pathogènes (bactéries, virus et champignons..) est affecté par les paramètres météorologiques incluent la température, les précipitations, l'humidité relative, la radiation solaire et la vitesse des vents. Ces nouvelles conditions peuvent favoriser ou défavoriser l'apparition et l'activité de certains organismes pathogènes (**Gagnon et al., 2011**). De même la modification de la structure biochimique des plantes sous l'effet de réchauffement augmente la sensibilité des plantes aux agents pathogène (**Rosenzweig et Hillel, 1998**).

Le climat peut exercer une très forte influence sur la distribution géographique des mauvaises herbes autant que des cultures et des changements qui touchent les écosystèmes (**Rosenzweig et Hillel, 1998**).

II .1. Matériel d'études

II.1.1. Données climatiques

Nous avons exploité deux sources de données climatiques afin d'analyser l'évolution climatique de la région de Biskra et des sites étudiés.

- Source des données de températures de la période (1976-2016) est l'ONM, fournit par l'Agence Nationale d'Aménagement du territoire (ANAT) de Constantine.
- Les données des deux sites sont prélevées avec des capteurs de type DATALOG 32. Ces derniers sont capables d'enregistrer les données durant cinq mois avec un intervalle de mesure d'une heure.
- Des données satellitaires de télédétection provenant de Landsat 8 tirs sur les changements de LST (température de la surface du sol) dans la zone d'étude, elles sont disponibles sur le site Internet de Earth Explorer, sans frais.

II.1.2. Données générales sur *Apomyelois ceratoniae*

Apomyelois ceratoniae (Zeller, 1839 (Lepidoptera : Pyralidae), connue par le nom de pyrale des caroubes en raison de son ubiquité, de sa polyphagie et de sa polychromie a reçu plusieurs dénominations: *Ectomyelois* ou *Apomyelois*) *ceratoniella*, *pryerella*, *oporedestella*, *zelleriella*, *phoenicis* et *Spectrobates ceratoniae* Z. Elle appartient à la sous famille des Phycitinae, dont le genre *Apomyelois* (*Myelois*) regroupe de nombreuses espèces sauvages à biologie mal connue. L'identification est difficile comme celle des *Ephestia*, malgré le recours à l'examen des genitalia. (Dhouibi, 1982). L'adulte de la pyrale des dattes est un petit papillon de 10 mm de long, la distance entre les bordures des deux premières ailes est de 22 à 24mm (Kenaoui, 2009) (Fig.1A). L'étude du cycle de vie au laboratoire sur milieu artificiel, a révélé que le stade œuf dure de 3 à 4 jours, le stade larvaire comportant les intervalles pré-pupes durent 14 jours (Fig. 1B), le stade chrysalide dure 7 jours (Fig. 1C), les adultes émergents après 25 à 29 jours (Alrubeai ; 1987).



Figure 1: Différents stades larvaires d'*Apomyelois ceratoniae*, **A** : larve, **B** : chrysalide , **C** : adulte.

Cependant, la durée du cycle de vie de ce ravageur dépend considérablement de la plante hôte (45,2 à 55,3) jours sur amandes (**Navarro *et al.*, 1986**), de (43±0,42 à 46,1±0,43) jours sur cultivars de grenadier (**Zare *et al.*; 2013**), ainsi que les conditions climatiques (température, humidité, lumière, qui influencent non seulement le cycle de vie mais aussi la reproduction l'oviposition et le développement de la pyrale des dattes. (**Cox, 1976 et 1979 ; Vetter *et al.*, 1997 ; Soofbaf *et al.*, 2007 et Soofbaf *et al.*, 2009**).

Etant cosmopolite cette espèce est susceptible d'être rencontré partout dans le monde (sauf erreur de détermination). Elle existerait aux Iles Hawaii, en Floride, en Amérique Latine, sur le pourtour méditerranéen, notamment en Tunisie, Algérie, Maroc, Espagne, Italie, en Palestine et en Arabie Saoudite. Son aire de répartition est donc très vaste s'étalant du 50^{ème} degré de latitude nord au 30^{ème} degré de latitude sud (**Balachowsky, 1972 cité par Dhouibi, 1982**). D'après **Le Berre (1978) cité par Idder-Ighili (2008)**, l'*Apomyelois ceratoniae* est une espèce répandue dans tout le bassin méditerranéen. Elle est connue au Maroc, en Algérie, en Tunisie, en Libye et en Egypte. Elle est signalée en Espagne, en Italie, en Grèce et en France.

La pyrale des caroubes et des dattes est inféodée, originellement, à diverses Caesalpinaceae tels que: *Dialium*, *Ceratonia* (d'où son nom), *Eriobotrya tamarindus*, Mimosacées: *Acacia farnasiana*, *Acacia cavenia* Papilionacées: Arachide, Robinia, Erythrina. L'espèce est donc polyvoltine et la larve frugivore vit aux dépens de fruits très variés tels que caroubes, coings, oranges, pomelos, figues, raisins, noix, nèfles du Japon, abricots, châtaignes et surtout les dattes (**Balachowsky, 1972 cité par Dhouibi, 1982**). Elle vit également dans les fruits séchés en magasins et en entrepôts ou ceux proches de la maturité tels que les amandes (**Cox, 1976**) pistaches et fruits de pacanier et même sur des fruits desséchés demeurés accrochés aux arbres tels que les abricots, prunes, pistaches, nèfles du Japon, ou dans les fructifications des plantes ornementales: *Sterculia diversifolla*, D., *Sterculia acerifolia* C., *Gleditschia triacanthos* L., *Retama bovei* S., *Retama raetam duriaei* F., *Schotia latifolia* J., (**Doumandji, 1981 cité par Dhouibi, 1982**).

L'*Apomyelois ceratoniae* est une espèce très polyphage. D'après (**Doumandji, 1981 cité par Dhouibi, 1982**), le nombre de plantes hôtes reconnues est de 49 dans le monde, 32 espèces en Algérie dont 25 dans la Mitidja. Les principales et les plus importantes espèces en Algérie sont: le caroubier *Ceratonia siliqua* L., le néflier du japon *Eriobotrya japonica*, l'oranger *Citrus sinensis*, le grenadier *Punica granatum* L. et le palmier dattier *Phoenix*

dactylifera L., secondairement viennent *Acacia farsiana* L, R'tem *Retama bovei* L., pour les plantes occasionnelles sont signalés l'amandier *Prunus amygdalus* L, l'Abricotier *Prunus armeniaca* L et les Figuier *Ficus carica* L. (**Doumandji, 1981**). La préférence du ravageur sur différents cultivars de grenadier a été rapporté en Türkiye par (**Mamay *et al* ; 2014**). Dans le sud algériens les dégâts sont économiquement appréciables sur les dattes et n'ont pas été estimé sur d'autres fruits tels que les pistaches et surtout sur les grenades pour lesquelles les dommages sont considérables pouvant aller jusqu'à l'anéantissement de la récolte en Tunisie (**Dhouibi, 1982**).

La pyrale des dattes est considérée comme étant le ravageur le plus redoutable de la datte. Elle constitue une contrainte principale de l'exportation (**Doumandji, 1981; Doumandji - Mitiche, 1983 ; Idder, 1984 ; Bouafia, 1985 ; Raache, 1990 ; Benaddoun, 1987 ; Haddad, 2000 ; Saggou, 2001 ; Haddou; 2004**) cités par **Idder –Ighili (2008)**.

Doumandji (1981) cité par Idder–Ighili (2008), mentionne la présence de deux zones de multiplication en Algérie. La première, une bordure littorale de 40 à 80 km de large, s'allongeant sur près de 1000 km. La seconde constituée par l'ensemble des oasis dont les plus importantes sont situées le long du Sud - Est.

Mamay & Ünlü (2013), rapportent que le vol des premier adultes de la pyrale des caroubes en Turquie commence à la mi-mai (1-7 adultes /piège) et il enregistre 4 pics en nature (Juillet, Aout, Septembre et octobre). Le vol des adultes fini durant la première quinzaine du mois de Novembre dans les vergers du grenadier. Les adultes de la pyrale du caroubier est active au moins six mois en nature (à partir de la moitié du mois de mai jusqu'à la première moitié du mois de Novembre). Cependant, en Algérie *A. ceratoniae* développe un cycle biologique composé de trois grands pics de vol échelonnés allant du mois de septembre jusqu'à novembre donnant la troisième génération d'effectif le plus élevé dans les palmerais de la région de Biskra (**Zouiouche, 2012**), alors que **Mehaoua (2014)** indique que l'étude des fluctuations du vol des adultes de la pyrale des dattes durant trois années d'expérimentation, a permis d'identifier trois générations successives chevauchantes durant l'année. D'autre part, l'abondance saisonnière de la pyrale des dattes semble fortement influencée par les températures minimales, maximales et moyennes, ainsi qu'à leur effet combiné. En outre, les températures extrêmes (minimum et maximum) ont eu un effet négatif sur le vol d'*A. ceratoniae*.

Différentes études de lutte contre la pyrale de datte ont été menées à titre d'exemple ; **Mediouni Ben Jemâa et al. (2013)** par l'utilisation des huiles essentielles d'*Eucalyptus*, **Harpaz & Wysoki (1984)** par l'utilisation de *Bacillus thuringiensis*, et **Tracanna et al.** (en Argentine) par l'utilisation des extraits *Tibouchina paratropica*. De même *Apanteles myeloenta*, *Bracon hebetor* et *Brachymeria minuta* sont rapportés comme des parasitoïdes actives de la pyrale des dattes (**Nobakht et al., 2015**).

II.1.3. Données sur les trois cultivars

Aujourd'hui, les agro-écosystèmes oasiens s'orientent vers le développement de la phoeniciculture monovariétale, environ 50% de ce patrimoine est destiné à la monoculture (cultivar Deglet Nour) à haute valeur commerciale sur les marchés nationaux et internationaux. Par contre, les autres cultivars dits communs ou de faible valeur marchande, sont exclus et n'ont aucun pouvoir de les préserver et valoriser, par conséquent seront exposé aux risques de disparition sous l'effet d'une gamme de contraintes, entre autre, l'érosion génétique; occasionné par la force du marché, qui impose des cultivars de qualité ou d'excellence, constitue le facteur le plus déterminant à cette érosion.

Absi(2013) et Idder (2011), rapportent que l'infestation des dattes par *Apomyelois ceratoniae* dans les palmerais de la région d'Ouargla (Sud-Est Algérien) varie selon le cultivar de la plante. Dans cette région le cultivar Ghars (Fig. 2A) est parmi les cultivars les moins infestés avec des taux ne dépassant pas 2 à 3%. La différence en taux d'infestation est souvent dépendante de la composition en sucres du cultivar comme chez les cultivars Deglet Nour (Fig. 2B) avec du (saccharose $44,4067 \pm 0,0611$) et Mech deglat (Fig. 3C) (saccharose $48,9233 \pm 0,0929$), cependant **Noui (2007)** rapporte quele taux de saccharose de Mech Degla de la région de Biskra « M'chounech » est de 16,79% sont souvent rapportés comme moyennement infestés avec des taux d'infestation de l'ordre de 14,3%, 11,38% respectivement alors que le cultivar Ghars est très peu infesté avec un taux d'infestation de l'ordre de 2,38% (saccharose $6,8100 \pm 0,0361$) dans la région d'Ouargla.

Le suivi du cycle biologique de la pyrale des dattes de la ponte jusqu'à l'émergence des adultes sur les dattes des trois variétés Ghars, Deglet Nour et Mech Degla a permis d'enregistrer une longue durée des stades larvaire de ce ravageur sur le cultivar Ghars et de courtes durées pour les cultivars Deglet Nour et Mech Degla(**Idder-Ighili, 2008**). De même, le cultivar Deglet Nour présente les mesures de poids et de taille les plus élevé (**Hadjeb, 2012**).



Figure 2: Variétés de dattes (CRSTRA, 2014); **A** : Deglet Nour ,**B** : Mech Degla, **C**:Ghars

II.2. Méthodes d'étude

II.2.1. Présentation des sites d'étude

Les deux sites d'étude ont été choisis pour représenter respectivement deux zones de production intense des dattes dans la région de Biskra, le Zab El chergui et le Zab El Gharbi, les conditions stationnelles des deux sites sont différentes surtout du point de vue édaphique.

II.2.1.1. Palmeraie de Sidi-Okba

Le premier site est une palmeraie Privée conduite en polyculture, d'une superficie de 3.4 hectares située à (34°72' N ; 5°91' E) et à une altitude de 72 m. L'espacement est de 6 m entre les palmiers et de 12 m entre les rangs ; comptant ainsi un total de 120 palmiers par hectare et un nombre total de 300 pieds. Le cultivar dominant en nombre de pieds, est représenté par Deglet Nour avec 250 pieds, 10 pieds de Mech Dagla et 5 pieds de Ghars(Figure 3). La palmeraie est en pleine production dont les palmiers sont âgés de 19 ans. La parcelle expérimentale est entourée d'un brise-vent composé essentiellement des pieds de figuier et de grenadier avec la présence de quelques arbres fruitiers comme culture intercalaire.

L'étude est menée du mois de Janvier 2014 au mois de Décembre 2016. Un total de 52 collections de la dynamique de population de la pyrale des dattes ont été réalisées à raison d'un suivi hebdomadaire.



Figure 3: Schéma parcellaire du site d'étude de Sidi-Okba

II.2.1.2. Palmeraie d'Ourelal

Le deuxième site est une palmeraie privée conduite en monoculture, d'une superficie de 4,2 hectares située à (34° 34'N, 5° 22' E) et à une altitude de 45 m. Le nombre total est de 380 pieds de palmiers dattier. Le cultivar dominant en nombre de pieds, est représenté par Deglet Nour avec 280 pieds, 30 pieds de Mech Dagla et 25 pieds de Ghars(Fig. 4). La palmeraie est en pleine production dont les palmiers sont âgés de 23 ans. La parcelle expérimentale est sans brise-vent subit l'effet des vents chauds avec absence totale de cultures intercalaires.

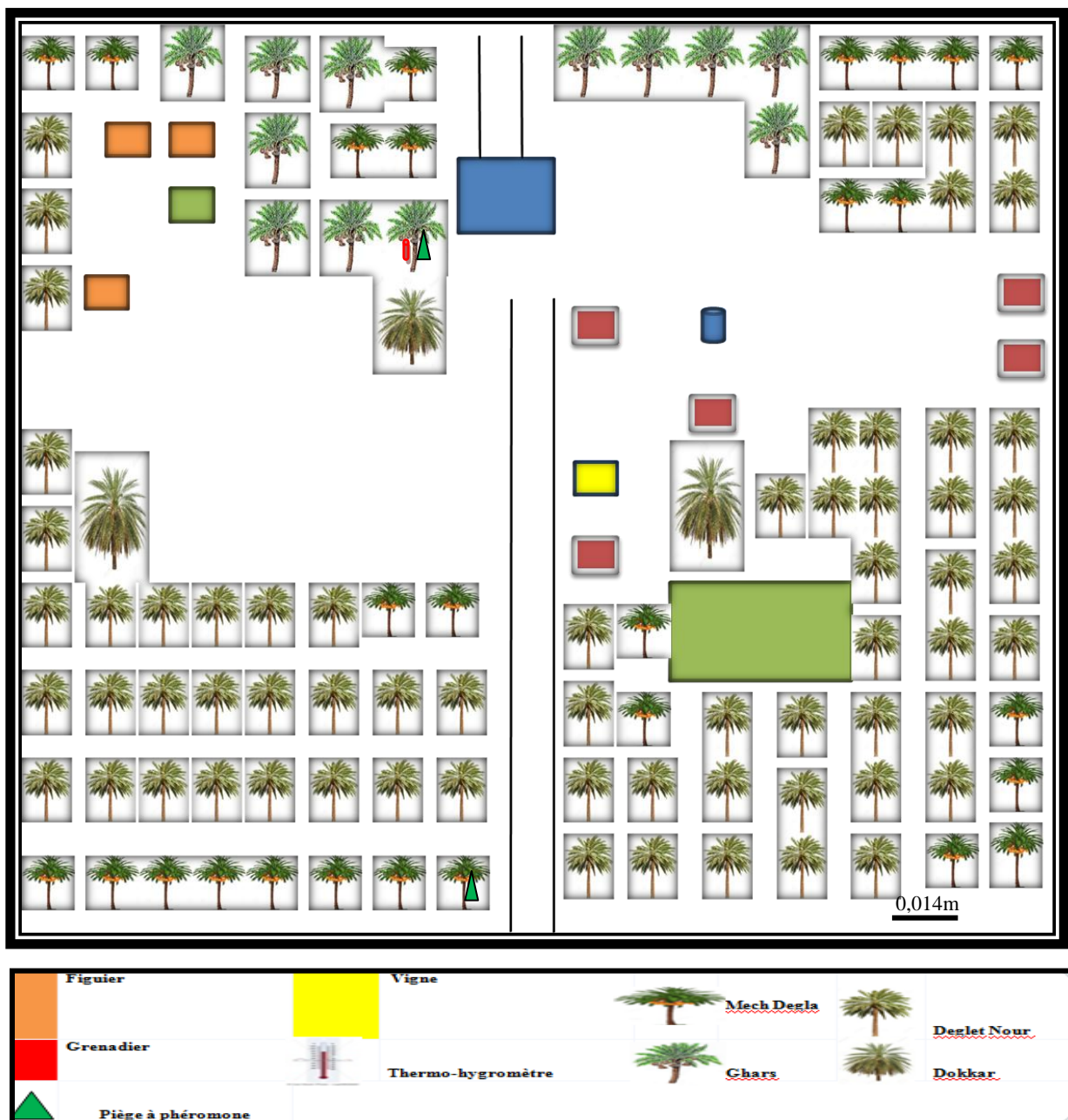


Figure4: Schéma parcellaire du site d'étude d'Ourelal

II.2.2. Suivi de la phénologie des trois cultivars du palmier dattier durant 3ans

Dix palmiers choisis au hasard dans les deux sites ; nous avons entamé notre suivi dès le 16 février jusqu'au 3 Août à raison d'une sortie chaque semaine totalisant ainsi 25 sorties pour le suivi des différents stades phénologiques. Cependant, dans les sites de Sidi Okba 26 sorties ont été réalisées dès le 18 février jusqu'au 13 Août à raison d'un suivi hebdomadaire.

Ce suivi est réalisé selon un modèle de fiche d'observation (Fig. 5). Sur la fiche on mentionne la date de chaque stade à l'intérieur de chaque case mensuelle ainsi que, toute information supplémentaire qui pourrait être utile pour l'étude et l'analyse des résultats.

Stades phénologiques		Dec avant	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Jlt	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec
Emergence spathes	Mâles													
	Femelles													
Ouverture spathes	Mâles													
	Femelles													
Pollinisation	Début													
	Fin													
Maturité Tmar	Début													
	Fin													
Récolte														
Apparition Boufaroua														
Apparition pyrale														
Autres ennemis et/ou maladies														

Date :
 Entité écologique : Nom de l'observateur :
 Cultivar concerné :
 Nature de la datte : Sèche, Molle ou Demi molle :
 Wilaya : Commune : Lieu dit :

Qualité organoleptique : datte molle ou desséchée, couleur, goût et forme :
 Informations supplémentaires :

Figure 5: Fiche d'observation et de suivi phénologique du palmier dattier

II.2.3. Etude de la dynamique d'*Apomyelois ceratoniae*

II.2.3.1. Piégeage sexuel

Des pièges à phéromones sexuelles composés d'une plaque engluée sur laquelle est placée la capsule de phéromone, sont placées à l'intérieur d'un piège de type delta (Russell IPM) ont été utilisés pour déterminer la fréquence des émergences des adultes des différentes générations. Dans chaque site on a placé deux pièges accrochés chacun sur un palmier dattier (Fig. 6) et les lectures des captures au niveau des pièges sont hebdomadaires.



Figure 6: Emplacement des pièges à phéromones sur le palmier dattier (**Original, 2016**)

II.2.3.2. Méthodes de contrôle visuel des fruits

Le comportement d'infestation d'*Apomyelois ceratoniae* sur les dattes des deux premiers stades se passe à l'extérieur. Les deux derniers stades se caractérisent par l'obturation du trou de pénétration par de la soie, chez une datte "véreuse". Afin de suivre l'évolution de l'infestation au cours de l'étude, un contrôle périodique et observations des pénétrations larvaires sont effectués suivi d'un examen détaillé des fruits tombés.

II.2.3.3. Examen des fruits tombés

Les dattes tombées (Fig. 7) et séchées représentent un abri ou refuge d'hivernation d'*Apomyelois ceratoniae* et une source d'infestation. Au cours de la période de chute, un examen périodique des dattes et un ramassage sous un certain nombre de pieds pris au hasard est effectué. Ces fruits sont examinés à l'œil nu et sous la loupe afin de suivre l'évolution de l'infestation avec celle des prélèvements des pièges à phéromone.



Figure 7 : Dattes infestées tombées sur le sol (**Original, 2016**)

II.2.4. Elevage de masse de la pyrale

Afin d'étudier les paramètres biologiques et la reproduction de la pyrale en conditions contrôlées, nous avons procédé à un élevage de masse de la pyrale des dattes sur un milieu artificiel. L'élevage commence par la récupération des papillons issus des dattes véreuses collectées au niveau des palmeraies. L'émergence des papillons est favorisée par l'introduction des dattes véreuses dans une chambre à ambiances contrôlées (T: 28°C -Hr= 55%) et photopériode (16H lumière et 8 H obscurité).

Après l'émergence, les papillons sont aspirés et mis dans des bocaux pour favoriser l'accouplement et par conséquent la ponte. Après trois jours les œufs pondus dans les bocaux sont déversés à travers un tulle à mailles fines dans le milieu d'élevage naturel (farine de dattes), après l'éclosion les larves vont accomplir leur développement larvaire dans la farine de dattes jusqu'au stade L5 où on va procéder à un sexage des larves âgées. La distinction entre les deux sexes est déterminée par la présence de tache noirâtre sur la face dorsale entre le 7^{ème} et le 8^{ème} segment abdominale qui représente la gonade sexuelle. Les larves récupérées ensuite mises dans le carton ondulé sans alimentation pour provoquer la chrysalidation, ensuite on met chaque chrysalide (mâles et femelles) dans un tube à hémolyse fermé par du coton stérile.

II.2.4.1. Etudes de l'émergence de la pyrale par rapport aux trois cultivars (Deglet Nour, Mech Degla et Ghars)

Pour étudier le niveau d'émergence de la pyrale par rapport aux trois cultivars (Deglet Nour, Mech Degla et Ghars), nous avons mis 50 Kg de dattes collectées au niveau des deux sites d'étude. Chaque cultivar est mis dans une cage qui sera placée dans la chambre d'élevage afin de suivre les émergences. Quotidiennement on procède à la capture et au comptage des papillons émergés dans chacune des cages. Pour mieux comprendre la relation trophique existante entre la pyrale des dattes et les variétés de dattes, nous avons procédé à un essai qui consiste à mettre un couple des pyrales des dattes dans une boîte contenant 20 dattes de chaque variété et ce, afin de voir leur choix de ponte.

II.2.5. Suivi des paramètres biologiques

II.2.5.1. Paramètres de reproduction

II.2.5.1.1. Ponte

La ponte constitue une phase extrêmement importante de la vie d'un insecte, elle doit s'accomplir au bon moment et dans un endroit approprié afin de maximiser les chances de survie des descendants (Joseph et al., 2009 ; Nottern-Hausmann et Dorn, 2010). A l'émergence des imagos, on place 10 couples chacun dans une boîte de Pétri, dans le fond de la boîte on place un papier noir qui va nous permettre de compter facilement les œufs pondus de chaque femelle. Sur chaque boîte il est indiqué la date de la mise en place des couples. Les œufs pondus sont dénombrés dès le début jusqu'à la fin de la ponte. La fécondité et le nombre des pontes sont calculés après 24 heures de la ponte.

II.2.5.1.2. Incubation des œufs

Les œufs pondus par la femelle sont mis en incubation dans des boîtes de Pétri placées dans une chambre aux conditions contrôlées. Le contrôle est quotidien sous la loupe binoculaire à lumière froide afin de compter les œufs éclos par rapport au total des œufs pondus.

II.2.5.1. 3. Fertilité des œufs

Le comptage des œufs éclos va nous permettre de déterminer la période d'incubation et il va servir à la détermination de taux de fertilité des œufs pondus par femelle.

II.2.5.2. Paramètres de développement

II.2.5.2.1. Cycle biologique

Concernant le suivi du cycle biologique et la durée des différents stades larvaires, nous avons adopté une méthode qui consiste à mettre des larves néonates juste après l'éclosion des œufs, les larves L_0 sont mises dans des dattes saines coupées en deux par un sécateur après avoir éliminé le noyau. Ensuite, les dattes sont fermées et mises dans de petites boîtes sur lesquelles on indique la date. Les mesures ont été effectuées sur 10 individus de chaque stade larvaire. 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).

II.2.5.2.2. Longévité des adultes

Des mesures ont été effectuées sur 10 couples (mâle-femelle) afin de mesurer la longévité des papillons adultes.

II.2.6. Méthodes d'analyse biochimique des trois cultivars choisis

II.2.6.1. Détermination de la teneur en eau

La teneur en eau a été déterminée selon les différentes étapes suivantes :

- Séchage des capsules vides à l'étuve durant 15mn à une température de 103 ± 2 °C;
- Equilibrage des capsules après refroidissement dans un dessiccateur;
- Pesage de 5g d'échantillon préalablement broyé dans chaque capsule puis l'emplacement des capsules dans une étuve réglée à 103 ± 2 °C pendant 3 heures;
- A la sortie des capsules de l'étuve sont installées dans le dessiccateur et après refroidissement, un pesage est effectué. Cette opération est répétée jusqu'à l'obtention d'un poids constant (en réduisant la durée de séchage à 30 mn) pour éviter la caramélisation.

La teneur en eau est calculée selon la formule suivante :

$$H\% = \frac{(M1 - M2)}{p} \times 100$$

H% : Humidité.

M1: Masse de la capsule + matière fraîche avant séchage en g.

M2 : Masse de l'ensemble après séchage en g.

P: Masse initiale de la prise d'essai en g.

II.2.6.2. Détermination du PH

Les différentes étapes suivies pour mesurer le pH sont :

- L'échantillon de datte est découpé en petits morceaux après élimination du noyau et du loge carpellaire ;
- Les morceaux d'échantillon sont découpés et mis dans un Bécher puis additionné à trois fois leur volume d'eau distillée ;
- Le bécher est chauffé au bain-marie pendant 30 mn en remuant de temps en temps avec une baguette en verre. Ensuite, le mélange obtenu est broyé dans un mortier pour déterminer le pH en immergeant les deux électrodes complètement dans la solution.

II.2.6.3. Détermination des teneurs en sucres et acides organiques

La détermination de la teneur en sucres et des acides organiques a été effectuée au niveau du laboratoire de technologie alimentaire de l'Université Miguel Hernandez, à Elche (Espagne), suivant le protocole suivant :

II.2.6.3.1. Préparation d'eau

L'eau utilisée, dans les échantillons et dans la phase de dilution lors des analyses chromatographiques, est une eau ultra pure préparée préalablement en utilisant un appareil de purification Millipore Simplicity (Millipore S.A.S, France).

II.2.6.3.2. Préparation des extraits

Trois variétés de dattes ont été étudié (Deglet Nour, Ghars et Mech Degla) de deux zones (Sidi Okba et Tolga), les analyses ont été réalisées sur les trois derniers stades phénologiques, à savoir les stades: Besser, Rutab et Tamar.

Les étapes d'extraction des sucres et acides organiques sont (**Reading et al.,1989 ; Mcpolin, 2009**) :

- Additionner de l'eau ultra pure aux dattes broyées (1/10) (3g/30ml) ;
- Homogénéiser la solution à l'aide d'homogénéisateur (2mn, 7000t) ;
- Agiter par un agitateur pendant 1heure ;
- Traiter l'homogénat par l'ultrason pendant 10mn ;
- Centrifuger pendant 15mn à température de -4°C (9000t/mn) ;
- Récupérer le surnagent et filtrer par des filtres seringue 0,2µm ;
- Conserver les extraits à -20°C jusqu'à la lecture par HPLC.

II.2.6.4. Analyses chromatographiques

Après injection de 10 µl d'extrait dans le système chromatographe. La séparation est réalisée sur une colonne Supercolgel-C610 H, 6% Crosslinked, avec une taille de particule de 9µm, de longueur 300 mm X 4,6 mm I.D (Sigma-Aldrich) et de type inverse (silice greffée). La phase d'élution est obtenue par l'emploi de l'eau ultra pure et l'acide phosphorique H₃PO₄ (1%) avec un débit de 1 ml/min, et une température de 30 °C. Ensuite les échantillons, portés par la même phase mobile sont passés dans un détecteur réfractomètre (RI Detectors K-2301)

afin d'analyser les sucres, puis par un détecteur DAD (Diode Array Detector) pour les acide organiques (**Fig. 8**).

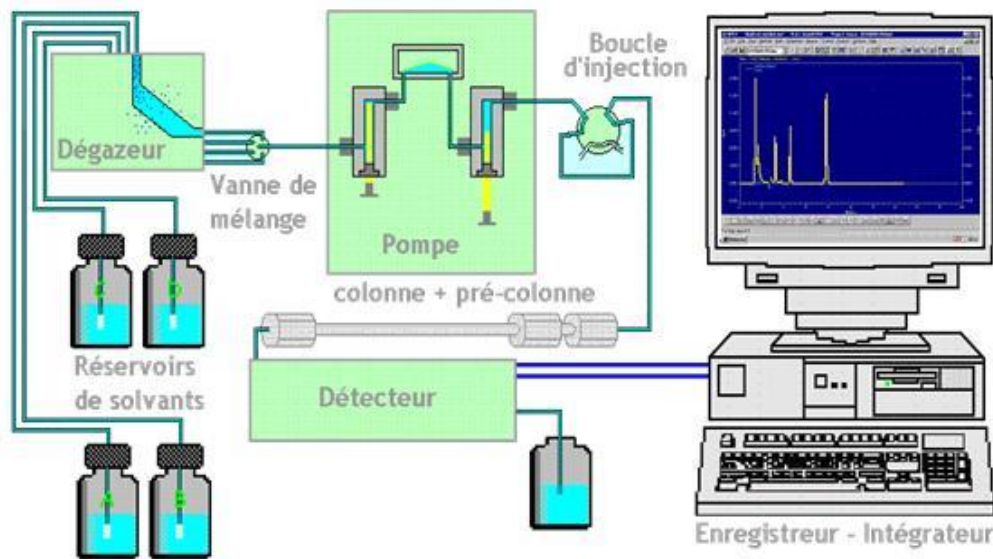


Figure 8 : Schéma représentatif de l'analyse des dattes par la Chromatographie
(www.atechemie.univ.lille1.fr)

II.2.6.5. Indice de qualité « r »

Munier (1973), définit l'indice « r » de qualité ou de dureté comme étant le rapport entre la teneur en sucres et la teneur en eau des dattes.

$$r = \frac{\text{teneur en sucres}}{\text{teneur en eau}}$$

Cet indice permet d'estimer le degré de stabilité du fruit, **Reynes (1997)**, propose la classification suivante :

- Dattes molle $r < 2$
- Pour $r=2$ la stabilité du fruit est optimale et son aptitude à la conservation est très appréciable
- Dattes demi-molle $2 < r < 3.5$
- Dattes sèches $r > 3.5$

II.2.7. Analyses statistiques

Le but principal de cette étude est d'estimer l'influence des changements climatiques dans le temps et dans l'espace sur le comportement de la plante hôte qui est le palmier dattier à travers la phénologie et l'insecte ravageur *Apomyelois ceratoniae* à partir donc des analyses statistiques des taux d'infestation. Ainsi, les analyses statistiques sous Excel des facteurs variables comprennent :

- Evolution climatique des températures moyennes de la région de Biskra en fonction du temps (40ans) des deux stations durant la période d'étude.
- Etude de l'effet stationel sur la phénologie du palmier dattier.
- Etude de l'effet stationel sur la dynamique de l'insecte ravageur *Apomyelois ceratoniae*.
- Etude de quelques paramètres biologiques d'*Apomyelois ceratoniae*.

Par contre sous l'SPSS, on a pu effectuer :

- Les corrélations entre la composition biochimique des cultivars et le taux d'infestation des dattes par *Apomyelois ceratoniae*.
- Etude de l'effet stationel sur la composition biochimique des dattes.

III.1. Evolution climatique de la région de Biskra

III.1.1. Résultats et discussion

L'analyse des données climatiques représentées par la (Fig. 9) de la période (1976-2016) a permis de remarquer que la température moyenne annuelle a connu une tendance à l'élévation de plus de 22,3°C dès l'année 1998 et cette moyenne annuelle est passée de 22.34 °C de la période 1976-1996 à 22.87 °C de la période 1997-2016 avec une différence entre les deux périodes de 0,53°C. Durant la première période de 1976 à 1996, une seule année(1977) qui présente une moyenne annuelle maximale de températures qui dépasse 23°C. Par contre, les années1984, 1991,1992 et 1996 ont enregistrées des moyennes annuelles minimales de 21°C.

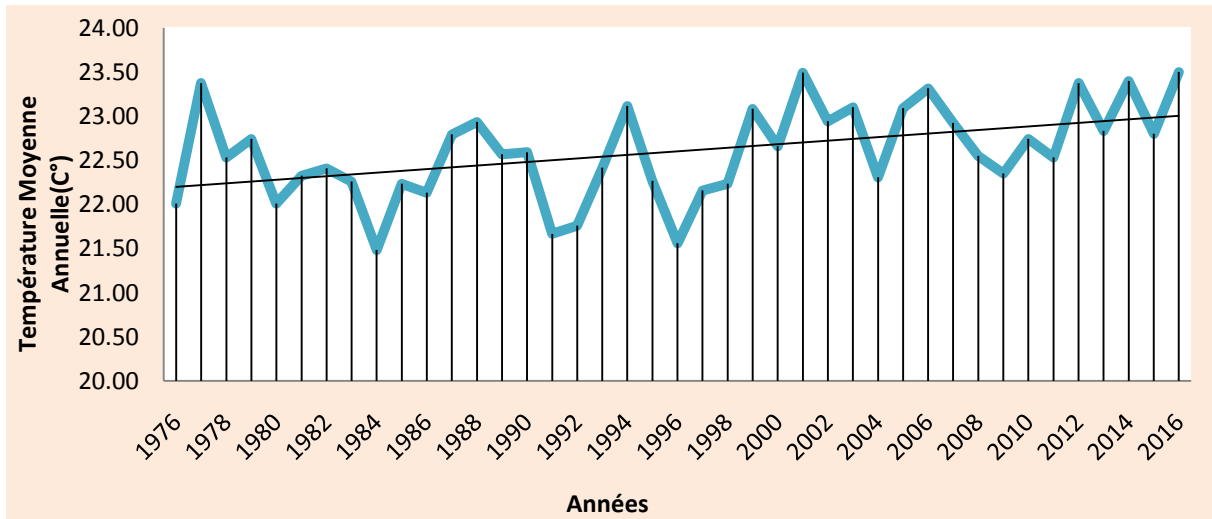


Figure 9 : Evolution des températures moyennes annuelles dans la région de Biskra durant la période (1976-2016)

Pour la deuxième période de 1997 à 2016, huit ans sur vingt ont été marquées par de températures moyennes annuelles maximales qui dépassent 23°C. Les moyennes annuelles minimales n'ont jamais été inférieures à 22°C. Pour la dernière décennie, les températures se caractérisent par une très nette hausse avec une moyenne de 22,90°C et l'année 2016 représente l'année la plus chaude depuis 40 ans avec une moyenne annuelle de 23,50°C. De même pour les années 2014 et 2012. Donc durant la période d'étude, deux années sur trois étaient les plus chaudes avec 23,40°C(2014), 22,80°C(2015) et 23,50°C(2016).

Cependant, les températures moyennes enregistrées dans les deux sites expérimentaux des régions Sidi-Okba et Ourelal durant les années d'étude présentent des différences *intra-station* et entre les années ainsi que les taux d'infestation d'*Apomyelois ceratoniae* (Fig. 10 et 11). Les résultats de l'année 2014, décrivent une absence apparemment de différences entre les deux sites, il se peut que ces constatations sont dues au retard effectué durant les prélèvements qui n'ont commencé qu'au mois d'avril. Les figures des deux autres années (2015-2016) se ressemblent mais, l'année 2015 se caractérise par des températures moyennes généralement basses en comparaison avec les années 2014 et 2016 dans les deux stations.

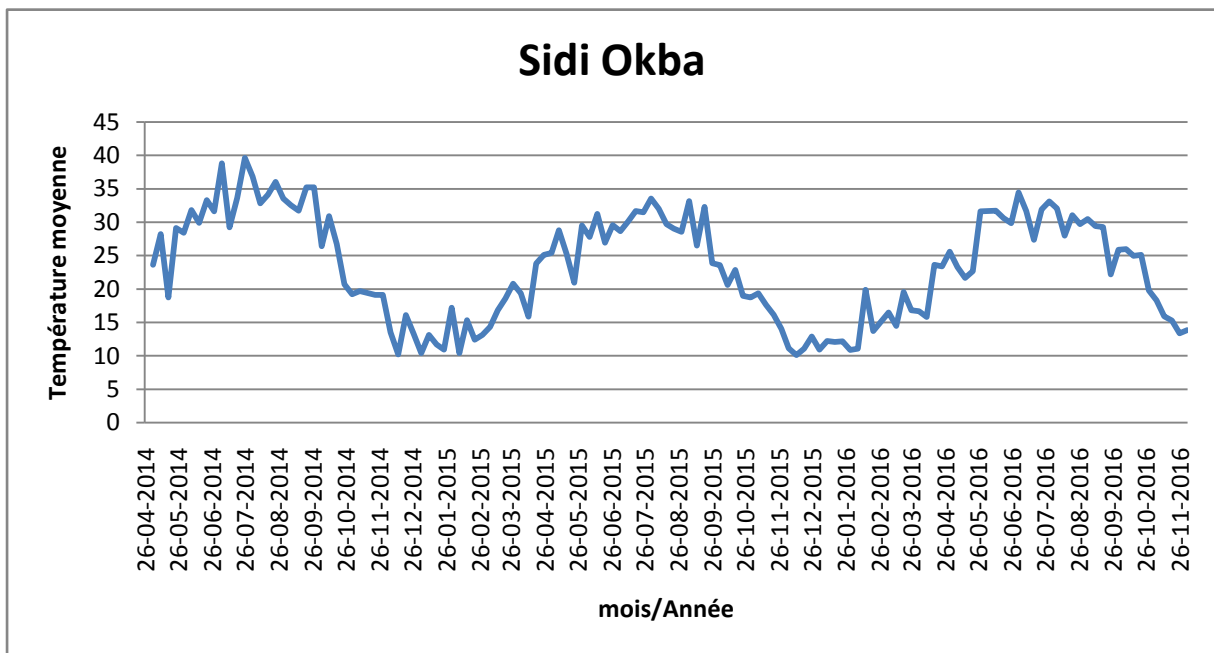


Figure 10 : Températures moyennes enregistrées durant la période (2014-2016) dans le site de Sidi-Okba

En 2015, au niveau de la station de Sidi-Okba, la température moyenne maximale estivale enregistrée au mois d'août est de 33,54 °C, mais à Ourelal, cette température moyenne maximale est de 36,32 °C. En 2016, la température moyenne maximale estivale enregistrée au mois de juillet dans les deux stations, avec 34,42°C à Sidi-Okba et 37,1°C à Ourelal.

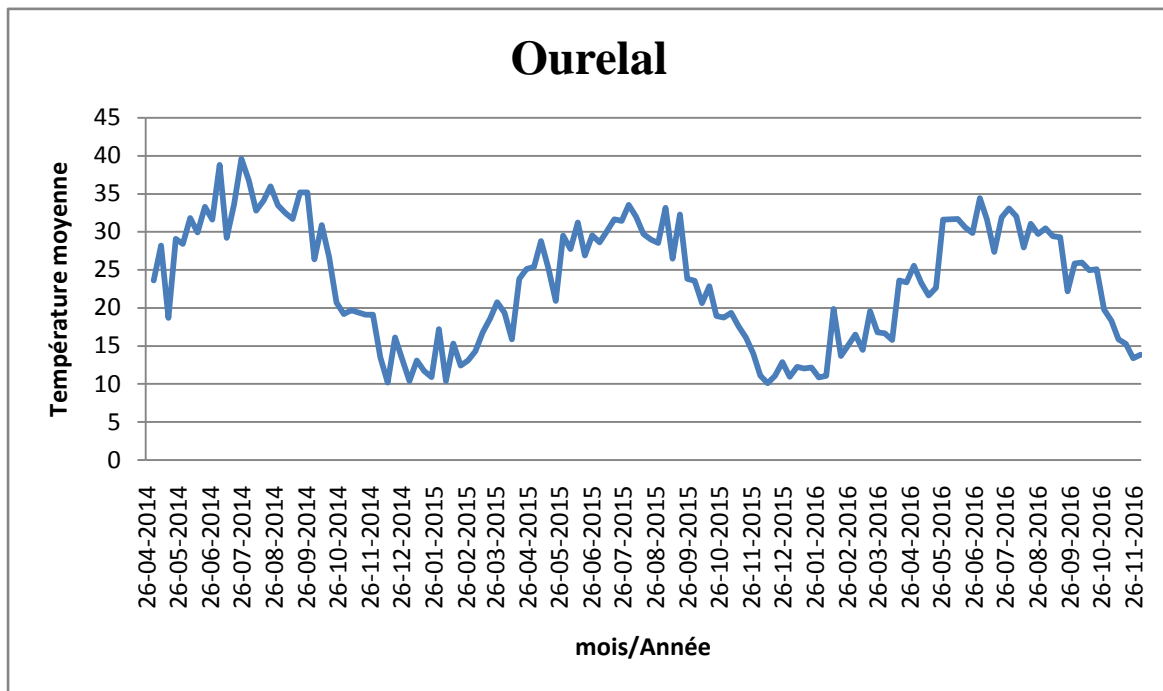


Figure 11: Températures moyennes enregistrées durant la période (2014-2016) dans le site d’Ourelal

Les mêmes observations pour les températures moyennes minimales. Dans la station de Sidi-Okba en 2015 et en 2016, ces températures moyennes sont 10,1°C et 10,1°C respectivement mais à Ourelal, ces températures moyennes sont respectivement 11,53 °C et 11,7 °C.

Pour mieux cerner la variabilité de la température comme facteur physique dans des milieux spéciaux comme les zones arides, les données de télédétection et l’estimation de la température de surface du sol (LST) peuvent fournir des informations importantes sur le climat et la qualité physique d’une région donnée (**Dousset & Gourmelon, 2003**).

Les données Landsat 8 et des SIG avec une analyse de la distribution spatiale du LST (la température de surface du sol) pour les zones d’étude Tableaux (1 et 2) ont permis de constater de grandes différences entre les températures enregistrées à l’intérieur des stations d’études et les données de satellite durant les deux années d’études les plus chaudes 2015 et 2016. La comparaison des données de la région de Sidi-Okba montre des différences entre les

températures de surface et celles des palmeraies qui dépassent les 10°C surtout durant les saisons chaudes. Pour les saisons fraîches, ces différences sont moins importantes.

Tableau 1 : Comparaison des données de températures enregistrées à l’intérieur de la station de Sidi-Okba et LST (la température de surface du sol) durant les années 2015 et 2016

Mois/Températures (°C)	LST-(temp de surface du sol)			Températures des stations		
	Tmoy	Tmax	Tmin	Tmoy	Tmax	Tmin
17 Avril 2015	28,62	35,63	21,61	25,84	33,3	19,90
04 Juin 2015	37,24	42,04	32,45	25,88	32,3	18,00
10 Octobre 2015	21,60	23,21	20,00	24,71	29,8	20,40
11 Novembre 2015	23,90	26,64	21,17	16,78	24,3	11,00
02 Mars 2016	20,74	26,67	14,82	16,08	24,1	9,60
21 Mai 2016	34,75	40,50	29,00	22,64	29,0	14,50
10 Septembre 2016	34,82	38,12	31,52	29,41	36,3	23,80
28 Octobre 2016	28,60	31,07	26,13	23,21	34,1	16,90

Tmoy : température moyenne – Tmax : température maximale – Tmin : température minimale

Tableau 2 : Comparaison des données de températures enregistrées à l’intérieur de la station d’Ourelal et LST (la température de surface du sol) durant les années 2015 et 2016

Mois/Températures (°C)	LST-(température de surface du sol)			Températures des stations		
	Tmoy	Tmax	Tmin	Tmoy	Tmax	Tmin
17 Avril 2015	28,76	34,98	22,54	24,94	40,30	12,80
04 Juin 2015	30,56	38,16	22,96	27,43	35,90	16,70
10 Octobre 2015	22,32	23,82	20,83	33,35	48,20	18,50
11 Novembre 2015	22,65	25,31	20,00	17,04	34,10	9,40
02 Mars 2016	21,43	25,12	17,75	16,93	38,8	8,10
21 Mai 2016	32,95	38,17	27,74	23,57	35,30	14,18
10 Septembre 2016	35,78	39,42	32,15	31,00	37,7	24,3
28 Octobre 2016	29,39	32,00	26,79	24,15	29,1	19,20

Tmoy : température moyenne – Tmax : température maximale – Tmin : température minimale

En revanche, la comparaison des données de la région d’Ourelal montre des différences entre les températures de surface et celles des palmeraies surtout durant la période automnale. Cette région est plus chaude par rapport à la région de Sidi-Okba. Ces palmeraies jouent le rôle d’un milieu favorable durant les saisons contrastes.

Tandis que les images satellitaires du LST (la température de surface du sol) enregistrées pour la zone d'étude qui fait partie de la région de Biskra illustrent clairement les différences entre les températures de surface et celles des palmeraies et confirment les valeurs élevées de températures enregistrées en 2016 durant surtout la période automnale (Fig.12).

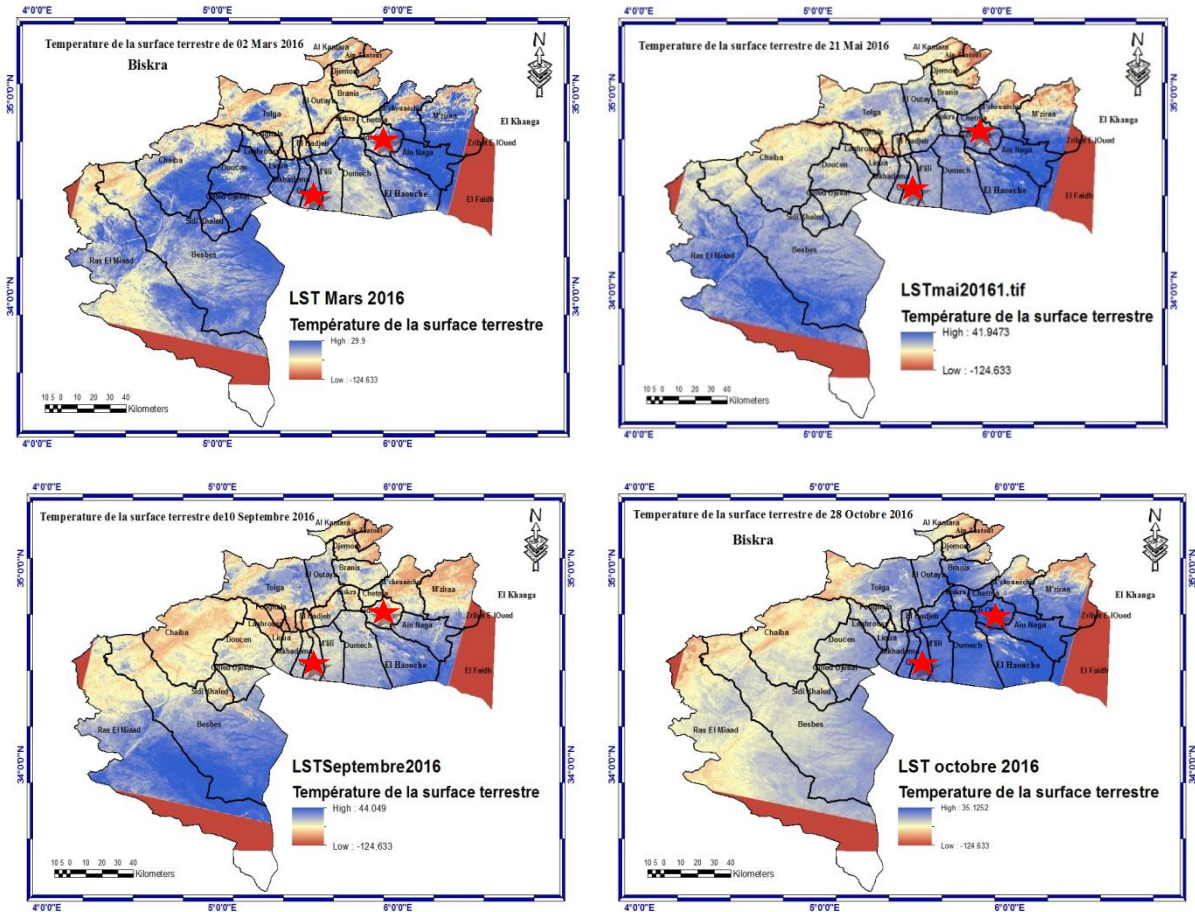


Figure 12: Images satellitaires du LST (la température de surface du sol) enregistrées pour la région de Biskra durant l'année 2016.

La variabilité du climat terrestre fait partie des cycles climatiques naturels de la terre. Mais selon plusieurs auteurs, les changements actuels sont les conséquences de l'action anthropique avec l'évolution industrielle et l'effet de serre. Les réactions des diverses régions dans le monde est variable et les pays les moins développés subissent plus les effets négatifs de ces perturbations climatiques (**Baghdadli, 2014**).

L'un des indicateurs de changement climatique est le réchauffement et l'augmentation de la température de surface sur la terre est de $0,8 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ depuis 1870 mais l'hémisphère Nord aux hautes latitudes a enregistré notablement les plus fortes augmentations (**Baghdadli, 2014**). Selon **Tabet-Aoul (2008)**, l'Algérie est l'un des pays du tiers monde qui va subir les effets néfastes des changements climatiques et les deux dernières décennies sont marquées par une augmentation des températures moyennes annuelles d'environ 2°C .

Quantifier l'impact de la variabilité climatique sur le cycle hydrologique et les ressources en eau représente un défi majeur pour le développement du secteur agricole. L'Algérie est confrontée à une importante crise de disponibilité en eau due à la semi-aridité de la majorité de son territoire. Donc une orientation vers le sud depuis des années est entreposées par les responsables afin d'exploiter les ressources hydriques souterraines et assurer la sécurité alimentaire. La wilaya de Biskra représente un des piliers principaux dans cette stratégie (**Bouceta, 2017**).

Biskra est connue par un climat aride, l'analyse des données climatiques de la période qui s'étale sur 40 ans montre une hausse des températures moyennes dès l'année 1997 (Fig. 9). La tendance à l'augmentation est très nette dans la dernière décennie (2007-2016) avec moyenne annuelle la plus élevée de $22,90^{\circ}\text{C}$. L'année d'étude 2016 est marquée par la moyenne annuelle la plus élevée dans la région de Biskra depuis plus de 40 ans. Donc, on assiste à l'installation d'une phase de réchauffement dans cette région avec une augmentation de la température jusqu'à $+0,5^{\circ}\text{C}$. Les mêmes résultats sont trouvés par (**Bouceta, 2017**). Au sud de France, **Vennetier et al. (2011)** ont trouvé dans la région de Font-Blanche (Département des Bouches du Rhône) durant la période (1998 à 2007) une très nette hausse des températures moyennes de ($1,1^{\circ}\text{C}$ à $1,4^{\circ}\text{C}$) par rapport à la normale des 30 ans précédents.

Les différences intra-station et entre les années des températures (Fig. 10 et 11) observées durant la période d'étude confirme la variabilité et le besoin d'observations régulières et sur le long terme par des réseaux nationaux. Ces réseaux permettent mieux la

validation et la compréhension des relations entre le climat et les êtres vivants. Donc, ces variations de températures influent la phénologie des plantes cultivées. Chaque espèce végétale présente une dépendance thermique qui peut varier en fonction de sa situation par rapport aux limites de son aire de répartition (**Morin *et al.*, 2007**).

Chez le palmier dattier, les perturbations de la saison de végétation avec le réchauffement climatique et le suivi des stades phénologiques dans cinq zones d'observation à travers le Sahara algérien a montré un avancement des sorties de spathes et des autres stades avec une maturation précoce des dattes et la température représente le facteur clé qui contrôle le taux de développement mais ces effets diffèrent selon la région, l'année et le cultivar étudié (**Lakhdari *et al.*, 2016**).

Ces résultats associés aux savoirs populaires entretenus et valorisés peuvent représenter des sources d'informations et des réseaux populaires d'observation de l'impact du changement climatique sur la phoeniculture et le comportement du palmier dattier et de leurs ravageurs surtout *Apomyelois ceratoniae*. Ces nouvelles conditions ne sont pas sans contreparties pour la santé de la plante (**Vennetier *et al.*, 2011**).

Dans ce contexte les images satellitaires du LST (la température de surface du sol) et les températures enregistrées pour la région d'étude durant les années 2015 et 2016 associées aux données climatiques des stations étudiées illustrent le rôle du couvert végétal (palmeraie) dans la création de milieux favorables à la survie et la multiplication des ravageurs des cultures.

Les risques des aléas climatiques tels que les canicules durant la maturation ou les pluies abondantes au moment des stades sensibles (floraison, maturation) représentent le défi majeur pour la phoeniculture.

III.2. Suivi phénologique du palmier dattier

III.2.1. Résultats et discussion

Le suivi des stades phénologiques des pieds du palmier dattier dans les sites d'étude durant l'année 2015 dominés par le cultivar Deglet Nour avec la présence de quelque pieds des deux cultivars Mech Degla et Ghars a permis d'extraire des estimations d'intervalle de temps pour chaque stade (Tab. 3).

Tableau 3 : Intervalle de temps des différents stades phénologiques

Stades Stations	Inflorescence (apparition des spathes)	ouverture des spathes (Anthèse)	Pollinisation	Nouaison ou Loulou	Fruit vert (Grossissement)	Début Maturation (B'ser)
Ourelal : 19ans	Février-06/04 2015	16/02 -13/04 2015	10/3- 28/4 2015	06/04-04/05 2015	04/05-27/07 2015	27/07/2018 2015
Sidi-Okba: 23 ans	Février-14/04 2015	18/02-23/04 2015	23/04-14/05 2015	14/05-18/06 2015	18/06-06/08 2015	06/08/2018 2015

Généralement, les données des stades phénologiques du site de Sidi-Okba de la floraison à la maturation indiquent un retard par rapport à ceux du site d'Ourelal de l'ensemble des stades mais ce dernier est très remarqué aux stades de nouaison, fruit vert et début de maturation.

En comparant les stades phénologiques, on remarque que l'intervalle du stade de floraison (Apparition des spathes) est plus court dans le site d'Ourelal avec une durée de 9 semaines s'étalant de la première semaine du mois de Février jusqu'à la fin de la première semaine du mois d'avril par rapport à l'intervalle du stade de floraison du palmier dattier dans le site de Sidi Okba qui s'étale sur 10 semaines à partir de la première semaine du mois de février jusqu'à la deuxième semaine du mois d'Avril; de même pour l'intervalle du stade anthèse (ouverture des spathes) qui a une durée de 8 semaines dans le site d'Ourelal allant de la troisième semaine du mois de février jusqu'à la deuxième semaine du mois d'avril alors qu'à Sidi Okba cet intervalle du stade (anthèse) dure 11 semaines allant de la troisième semaine du mois de février jusqu'à la première semaine du mois de mai. Aussi, l'intervalle du stade nouaison dans le site d'Ourelal s'étale de la deuxième semaine d'avril jusqu'à la première semaine du mois de mai enregistrant ainsi une durée de 4 semaines et qui est plus

courte que celle enregistrée dans le site de Sidi Okba où cet intervalle de stade se prolonge sur une durée de 5 semaines à partir de la deuxième semaine du mois de mai jusqu'à la deuxième semaine du mois de juin.

Par contre le stade fruit vert (Grossissement) se raccourcit dans le site de Sidi Okba à 7 semaines seulement s'étalant de la deuxième semaine du mois de juin jusqu'à la première semaine du mois d'août comparé à celui (intervalle du stade fruit vert) du site d'Ourelal qui s'étale sur une durée de 10 semaines allant de la deuxième semaine du mois de mai jusqu'à la troisième semaine du mois de juillet. Alors que l'intervalle du stade maturité débute dès la quatrième semaine du mois de juillet jusqu'à fin novembre avec 17 semaines comparé à celui du site de Sidi Okba avec 16 semaines s'étalant de la première semaine du mois d'août jusqu'à la fin du mois de novembre. Ces différences dans la durée des stades peuvent être attribuées aux conditions climatiques des sites surtout les températures. Durant l'année de prélèvement des données des stades phénologiques 2015, au niveau de la station de Sidi-Okba, la température maximale estivale enregistrée au mois d'Août était 33,54°C, mais à Ourelal, cette température maximale était 36,32°C.

Pour les températures du mois de février nous notons que, le pourcentage des différents cultivars du palmier dattier dans chaque site peut influencer ces résultats, mais la dominance du cultivar Deglet Nour dans le site d'Ourelal est presque totale dans le deuxième site a atténué ces différences.

Ces résultats indiquent qu'il existe un décalage des stades phénologiques entre les deux sites étudiés. La durée de ce décalage diffère selon les stades d'une semaine pour les stades de la floraison et de la nouaison et trois semaines pour l'anthèse et le fruit vert.

Belguedj (2002), mentionne dans le tableau 4 le cycle végétatif du palmier dattier et indique que le stade ouverture des spathes se déroule sur deux mois (mars et avril) ; alors que dans les deux sites prospectés l'anthèse (l'ouverture des spathes) a débuté au mois de février; de même la nouaison a lieu au mois d'avril dans le site d'Ourelal, ainsi que le stade grossissement de fruit qui a débuté au mois de mai alors que cet auteur rapporte que ce stade débute au mois de juin. Aussi la pré-maturation a débuté la dernière semaine du mois de juillet dans le site d'Ourelal au lieu du début de juin. Ces hypothèses sont similaires à ceux enregistrés par (**Lakhdari et al., 2016**) sur plusieurs cultivars de datte et dans cinq zones du Sahara Algérien. Dans les régions tempérées, la réponse des arbres de forêts était très

remarquable par avancement printanier et un allongement automnal de cycle biologique de pin d'Alep durant la période (2008-2011) (Vennetier *et al.*, 2011).

Tableau 4 : Périodes des différents stades phénologiques (Belguedj, 2002)

Stade et période	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Apparition des spathes (floraison)	■											
Croissance des spathes		■										
Ouverture des spathes (fécondation)			■	■								
Nouaison					■							
Grossissement des fruits						■	■					
Pré-maturation (Bser)								■				
Maturation (Tmar)									■			
Récolte										■	■	
Repos végétatif											■	■

Le changement climatique induit des changements (déplacements) des saisons de croissance qui peuvent influencer les capacités d'échange de carbone, d'eau et d'énergie à travers les surfaces du sol et l'atmosphère et conséquemment résulte en des variations de la productivité des écosystèmes. Néanmoins, le modèle géographique et le taux de changement spatial de la phénologie de la plante est divers et dépend hautement des régions et des années spécifiques et des phénomènes phénologiques (Xiaoqiu, 2017).

Le même auteur rapporte que certaines formules selon les coordonnées géométriques indiquent qu'à partir du printemps jusqu'en été les phases phénologiques tendent d'être retardées; cependant, en automne les trois dernières phases tendent à avancer. En revanche, ces modèles spatiaux n'ont attribué aucune importance aux conditions climatiques, ainsi des séries spatiales de la température moyenne mensuelles de site individuel indiquent que quand la température moyenne de plusieurs années est la plus élevée durant les mois de mars et de mai dans un site, le temps moyen de début du stade de croissance est plus précoce. Cependant, quand la température moyenne de plusieurs années est la plus élevée durant les mois d'août et d'octobre dans un site, la fin de la saison de croissance est plus tardive.

III.3. Etude de la biodynamique d'*Apomyelois ceratoniae*

III.3.1. La dynamique de la pyrale des dattes dans les deux sites

III.3.1.1. Résultats et discussion

Durant l'année 2014, les fluctuations de la pyrale des dattes sont plus ou moins importantes; les pics les plus importants sont ceux du mois d'Avril, Juin et du mois de Décembre du site d'Ourelal avec des moyennes de 4,5, 6 et 4,5 individus par piège. Cependant pour le site de Sidi Okba les pics les plus importants sont ceux du mois de juin, Juillet, fin Septembre et début Octobre avec des moyennes de 4, 3,5, 3,5 et 3,5 respectivement ; mais le plus grand est celui du mois de Décembre avec une moyenne de 7,5 individus par piège (Fig. 13).

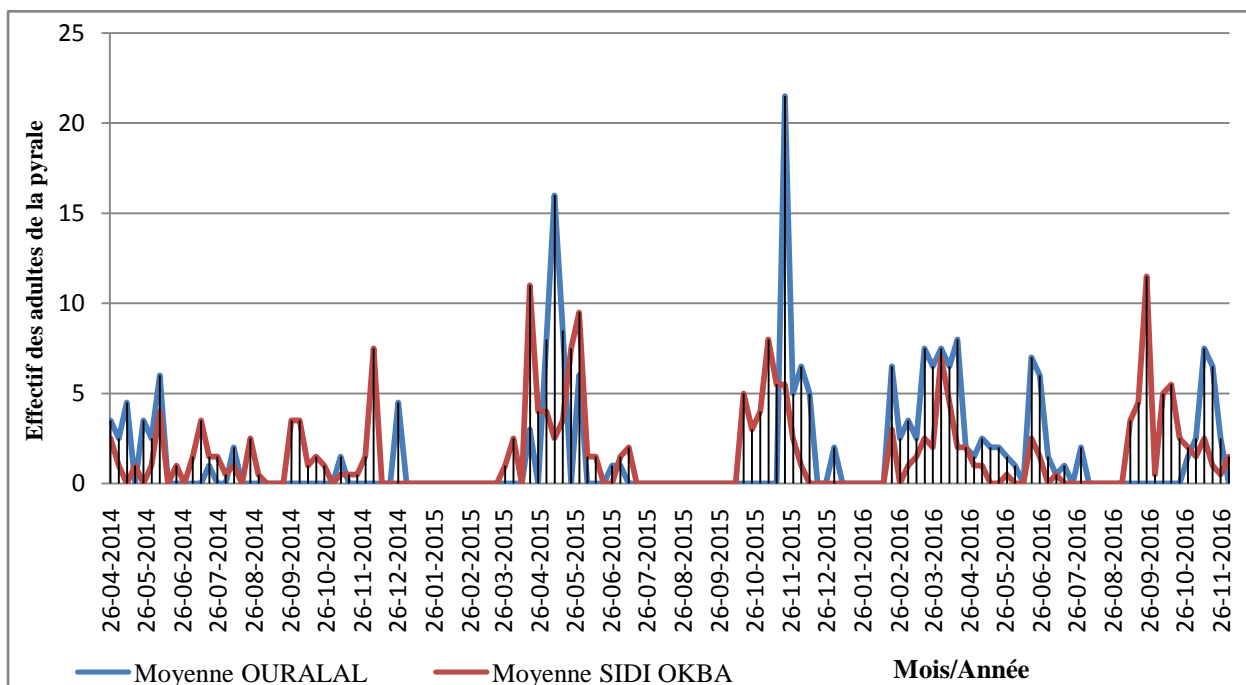


Figure 13: Dynamique de la pyrale des dattes (Effectif) durant 2014, 2015 et 2016 dans les deux sites Ourelal et Sidi Okba.

Durant l'année 2015, les fluctuations de la pyrale des dattes sont assez importantes; les pics les plus remarquables sont ceux du mois de Mai surtout du 09/05/2015 du site d'Ourelal avec une moyenne de 16 individus par piège, suivi par celui du 30/05/2015 avec une moyenne de 6 individus par piège et un troisième pic au mois de Novembre avec une moyenne de 21,5 individus par piège. Sur le site de Sidi Okba les pics les plus importants sont ceux du mois d'Avril, fin Mai avec des moyennes de 11,9 et 5 individus par piège respectivement et un troisième pic au mois de Novembre avec une moyenne de 8 individus par piège (Fig 13).

Durant l'année 2016, les fluctuations de la pyrale des dattes sont plus ou moins importantes; les pics les plus importants sont ceux du mois d'Avril avec une moyenne de 7,5 individus par piège et le pic du mois de juin avec une moyenne de 7 individus par piège et un dernier pic en novembre avec une moyenne de 7,5 individus par piège. Alors que sur le site de Sidi Okba les pics les plus importants sont ceux du mois d'Avril et de Juin avec des moyennes de 7 et 2,5 individus par piège; mais le plus important est celui du mois de Septembre avec une moyenne de 11,5 individus par piège.

En général, on remarque que la pyrale des dattes enregistre trois pics principaux durant l'année. Le deuxième pic est souvent moins important alors que le troisième pic est le plus important. Ainsi, ces trois pics correspondent à trois générations durant l'année. Nos observations sont similaires à ceux enregistrés par **Wertheimer (1958)**, **Le Berre (1978)**, **Dridi et al. ; (2001)**, **Ben Salah (2015)**, **Mehaoua et al., (2015)**, et **Hadjeb (2017)**, la pyrale des dattes présentent 3 grandes générations par an en palmeraie dans la région de Biskra, dont la principale génération est celle qui évolue durant les mois de Septembre, Octobre et Novembre correspondant ainsi à la troisième génération. Cette dernière est responsable de la dépréciation des dattes et durant cette période les dégâts commencent à apparaître sur les fruits.

La première génération qui s'observe en général durant le printemps est probablement issue des œufs qui ont passé une hibernation durant les mois d'hiver caractérisés par des basses températures; puis sont écloses en donnant des larves qui se sont développées durant ces mois (mars, avril, mai) caractérisés par des températures optimales. Ces constatations sont déjà rapportées par **Wertheimer (1958)** et **Le Berre (1978)**. Le dernier auteur ajoute que la deuxième génération est moins importante que sa précédente parentale.

L'importance des effectifs diffère selon les années. Cependant l'infestation dans le site d'Ourelal présente des pics plus importants que ceux dans le site de Sidi Okba alors que les durées de générations sont plus longues dans le site de Sidi Okba. Ces mêmes observations sont synthétisées à partir des graphes de fluctuation de vol de ce bio-agresseur dans les mêmes régions enregistrées par **Ouamane (2018)**. De même les pics se produisent avec un décalage d'une durée allant jusqu'à un mois d'une année à l'autre. Ainsi on a fait recours à l'étude climatique (température) et phénologique du palmier dattier dans les sites concernés (prospectés) afin de mieux comprendre ces variations.

III.3.2. Evolution de la dynamique de la pyrale en fonction de la température

III.3.2.1. Résultats et discussion

Les températures moyennes enregistrées durant les prélèvements sont comprise entre 10,2°C et 39,6°C dans les deux sites et durant la période 2014-2016. Pour l'année 2014, l'activité de la pyrale dans le site de Sidi Okba est signalée aux mois d'avril, mai, juin, juillet et août puis une absence durant 27 jours du mois de Septembre et une réapparition vers le 27/09. Le pic le plus important enregistré en 2014 est au mois de Décembre avec une moyenne de 7,5 sous une température moyenne de 19,1°C. Cette activité s'annule jusqu'au début de Mars 2015.

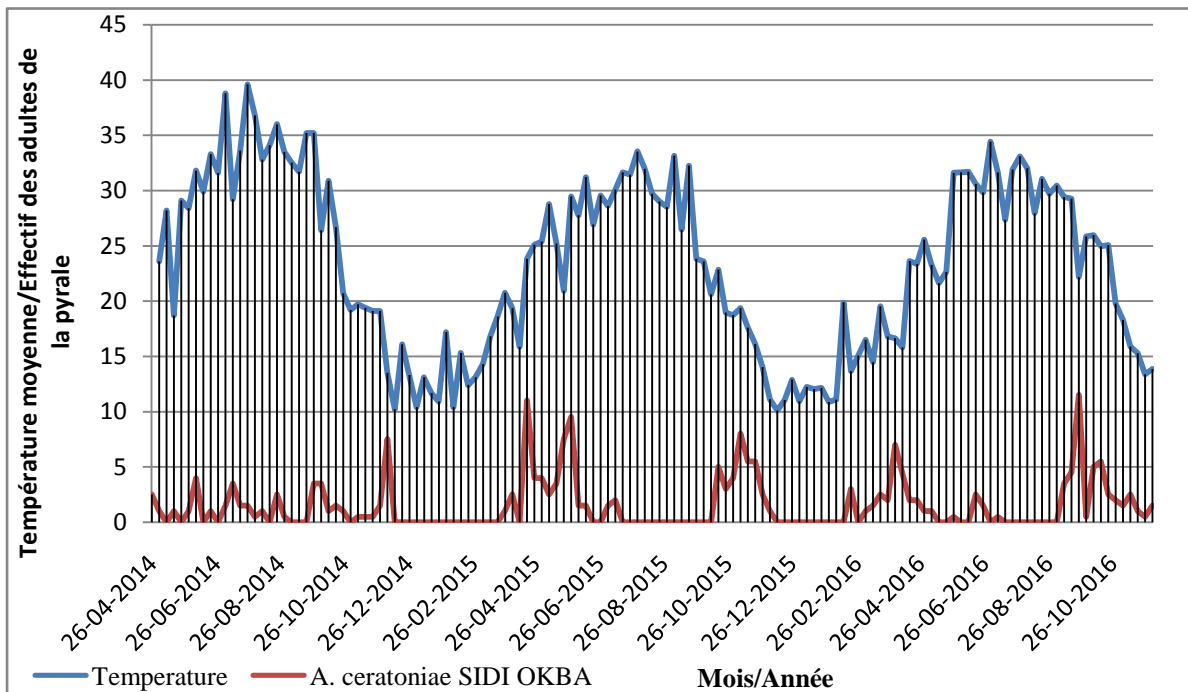


Figure 14 : Evolution d'*A. ceratoniae* (Effectif) en fonction de la température dans le site de Sidi Okba

Nous notons pour le site de Sidi Okba, une présence régulière de la pyrale durant huit mois. Il se peut que le mode de conduite en multiculture et d'entretien de la palmeraie soit la cause de la persistance de ce ravageur avec la présence des hôtes secondaires ou de ressources de refuges ou de nutrition. De plus l'année 2014 est caractérisée par des températures élevée et un hiver doux(Fig.14).

Dans le site d'Ourelal, l'activité de la pyrale est signalée aux mois d'Avril, Mai, Juin, Juillet et début d'Août puis une absence durant le reste d'Août, Septembre et Octobre, vers le début de Novembre 8/11 une réapparition. Le pic le plus important est enregistré en 2014 est au mois de Décembre (27/12) sous une température moyenne de 13,1°C avec une moyenne de 4,5 individus/piège. Cette activité s'annule durant le 18/4/2015. Donc la persistance de ce ravageur dans le site d'Ourelal est faible de même pour les pics signalés (Fig.15).

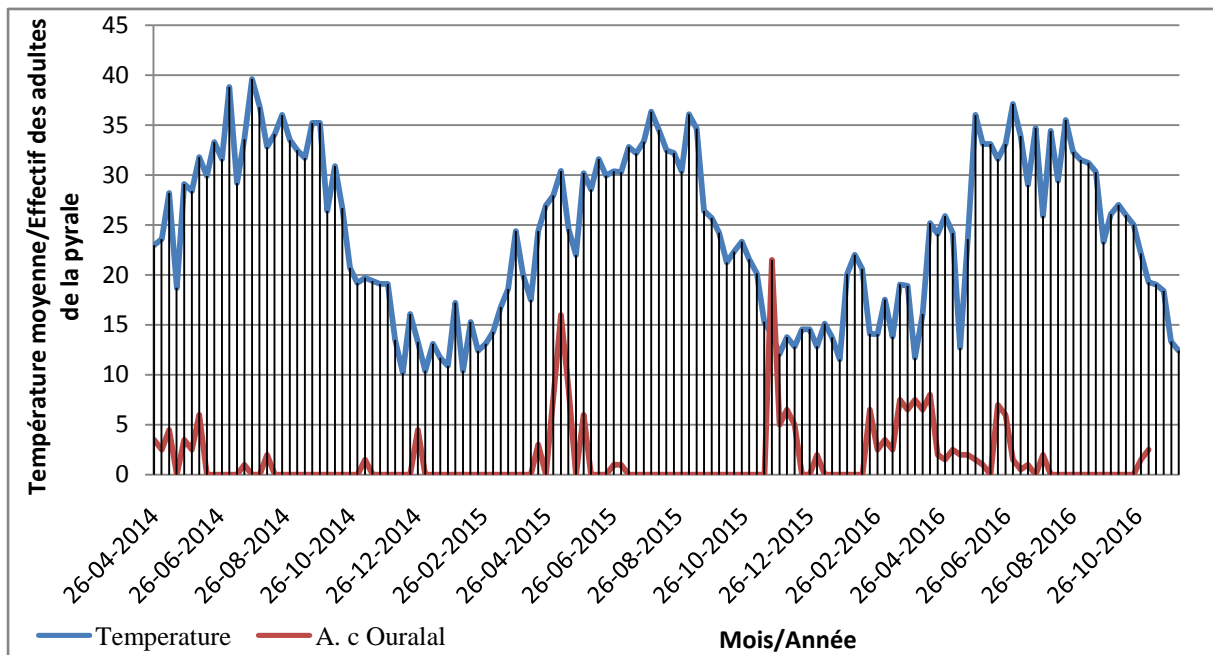


Figure 15: Evolution d'*A. ceratoniae* (Effectif) en fonction de la température dans le site d'Ourelal

Dans ce site conduit en monoculture et bien entretenu, l'absence de la pyrale peut être justifiée par une absence des ressources (dattes et de refuges). Une comparaison de l'activité de la pyrale dans les deux sites en 2014, on remarque que l'activité à Sidi Okba était plus importante qu'à Ourelal. Cependant, les intervalles de températures de vol (activité) en 2014 de la pyrale sont compris entre 10,2°C et 36°C à Sidi Okba alors qu'à Ourelal elles sont de 13,11°C à 32,8°C.

Pour l'année 2015, l'activité de la pyrale dans le site de Sidi Okba est détectée au mois d'avril (04/04) sous une moyenne de température de 15,87°C, suivi par un pic printanier important de ce ravageur avec une moyenne de 11 individus/piège. Un deuxième pic est signalé vers la fin du mois de mais avec une moyenne de 9,5 individus/piège et sous une

température de 29,48°C. L'activité s'abaisse et s'annule de 18/7 au 3/10. Le pic automnal est moins important et signalé au mois de novembre (7/11) avec une moyenne de 8 individus/piège sous une température de 19,35°C. L'activité de la pyrale s'élimine jusqu'au 20/02/2016.

Dans le site d'Ourelal, l'année 2015 se caractérise par les pics les plus élevés de l'étude, l'activité de la pyrale est signalée au mois d'Avril (18/4) sous une moyenne de température de 24,38°C, suivi par un pic printanier important de ce ravageur au mois de Mai (9/5) avec une moyenne de 16 individus/piège sous une température de 30,39°C. Vers la fin du même mois un deuxième pic (30/5) est enregistré avec une moyenne de 6 individus/piège sous une température de 30,18 °C. De 11/7 au 7/11, on enregistre une activité nulle de la pyrale. Le deuxième pic atteint le mois de Novembre (21/11) avec une moyenne de 21,5 individus/piège avec une température de 21,5 °C.

Une comparaison entre les deux sites fait ressortir que les taux d'infestation de l'année 2015 sont plus importants dans le site d'Ourelal que le site de Sidi Okba, alors que, les deux sites présentent des taux élevés par rapport à l'année 2014. Donc, l'interaction du facteur température avec le mode de conduite et l'entretien de la palmeraie influent sur la dynamique de la pyrale.

Durant l'année 2016 à Sidi Okba, la pyrale se caractérise par une précocité d'apparition au mois de Février (20/2) avec une moyenne de 3 avec une température de 13,67°C. Le pic est enregistré durant la phase printanière de ce ravageur au mois d'Avril (2/4) avec une moyenne de 7 avec une température de 16,65°C. Le deuxième pic est enregistré le (24/9) avec une moyenne de 11,5 avec une température de 22,18°C.

Dans le site d'Ourelal, l'année 2016, les mêmes remarques pour le site précédent, une précocité d'activité de pyrale au mois de Février (20/2) avec une moyenne de 6,5 individus/piège avec une température de 14,1°C. Des moyennes importantes sont enregistrées durant les mois de Mars, Avril et Mai. Par contre le pic est enregistré durant la période printanière au mois d'Avril (16/4), c'est la plus intéressante. La moyenne est de 8 individus/piège avec une température de 25,2°C. Le 18/6 se caractérise par un deuxième pic où la moyenne est de 7 individus/piège avec une température de 31,6°C. L'activité de la pyrale s'annule durant le mois d'Août, Septembre et Octobre pour reprendre au mois de Novembre avec une moyenne de 2,5 individus/piège et une température de 19,26°C.

Une comparaison entre les deux sites fait ressortir que les taux d'infestation de l'année 2016, sont moins importants que ceux de 2015 dans le site d'Ourelal que le site de Sidi Okba mais les deux sites présentent des taux élevés par rapport à l'année 2014. Une précocité d'activité de la pyrale dans les deux sites au mois de Février 2016 et de pic printanier mais pour le pic automnal, un décalage de deux mois entre les deux sites. La station d'Ourelal présente toujours les taux d'infestations les plus importants.

Comme facteur abiotique, la température joue un rôle vital dans le développement des fluctuations des insectes ravageurs (**Zulfiqar et al., 2010**). L'analyse des données de trois ans 2014, 2015 et 2016 de la dynamique de la pyrale dans les deux sites a permis de constater que les mois de janvier, août et septembre peuvent être les mois de la vie ralentie (diapause ou quiescence) de ce ravageur. Ces mois se caractérisent par les températures extrêmes. En Iran, la larve des différents stades entre en dormance dès la mi-automne et l'hivernation s'effectue à l'intérieur de débris de fruits sous les arbres (**Shakeri, 2004 ; Ahmadi et al., 2016**).

L'intervalle de températures de l'activité de la pyrale dans les deux sites durant les trois ans d'expérimentation se situe entre 13,5 °C- 35,2°C pour Sidi Okba et 13,12°C- 32,8°C pour Ourelal. Les différences entre les deux sites observées pour les températures maximales peuvent être attribuées à la situation géographique et aux conditions microclimatiques des deux stations (**Wakil et al, 2015**). Dans les deux sites d'étude, l'hivernation d'*A. ceratoniae* peut s'échelonner du mois de janvier jusqu'au mois de mars à des températures minimales de moins de 10 °C. L'hivernation dans les régions tempérées d'*A. ceratoniae* comprend le demi-cycle de la vie terrestre (**Williams et al., 2015 cités par Ahmadi et al., 2016**).

Des tests de tolérance au froid effectués sur le dernier stade larvaire d'*A. ceratoniae* en Iran ont montré que cette espèce est intolérante au froid comme ils ont observé une accumulation de trehalose et myo-inositol en hiver (Novembre - Février), ils ont suggéré que ces composés sont des cryoprotectants fondamentaux de cette espèce (**Ahmadi et al., 2016**). Le même auteur a noté que les informations sur la biologie de l'hivernation de la larve d'*A. ceratoniae* est limitée et les études disponibles ont déterminé un pourcentage de survie des larves entre 77% et 92%. Les micro climat locaux associés à la pression sélective cause de différences biologiques dans les exigences thermiques de populations (**Sinclair et al. 2012 cités par Ahmadi et al., 2016**). **Spielman et al. (2004)** ont noté que les espèces invasives possèdent généralement une haute diversité génétique qui leur permet de s'adapter et d'échapper à des effets néfastes de leurs nouveaux environnements. Plusieurs auteurs

Bensalah (2015), Hadjeb (2017), affirment que la pyrale de dattes dans la région de Biskra présente 3 générations par an dont la principale est la génération automnale qui provoque des dégâts importants sur les dattes, les résultats obtenus des deux sites signalent généralement l'émergence et l'évolution de celle-ci durant les mois d'Octobre, Novembre et Décembre pour les trois ans d'étude, le mois de Septembre est annulé de son calendrier à l'exception de l'année 2016 à Sidi Okba.

III.3.3. Evolution de la dynamique de la pyrale des dattes en fonction des stades phénologiques

III.3.3.1. Résultats et discussion

Le premier pic est enregistré dans le stade ouverture des spathes (**Anthèse**), le deuxième pic est enregistré durant le stade Nouaison (Loulou) dans le site de Sidi Okba, alors que le troisième pic est enregistré durant le stade maturité (Fig.16).

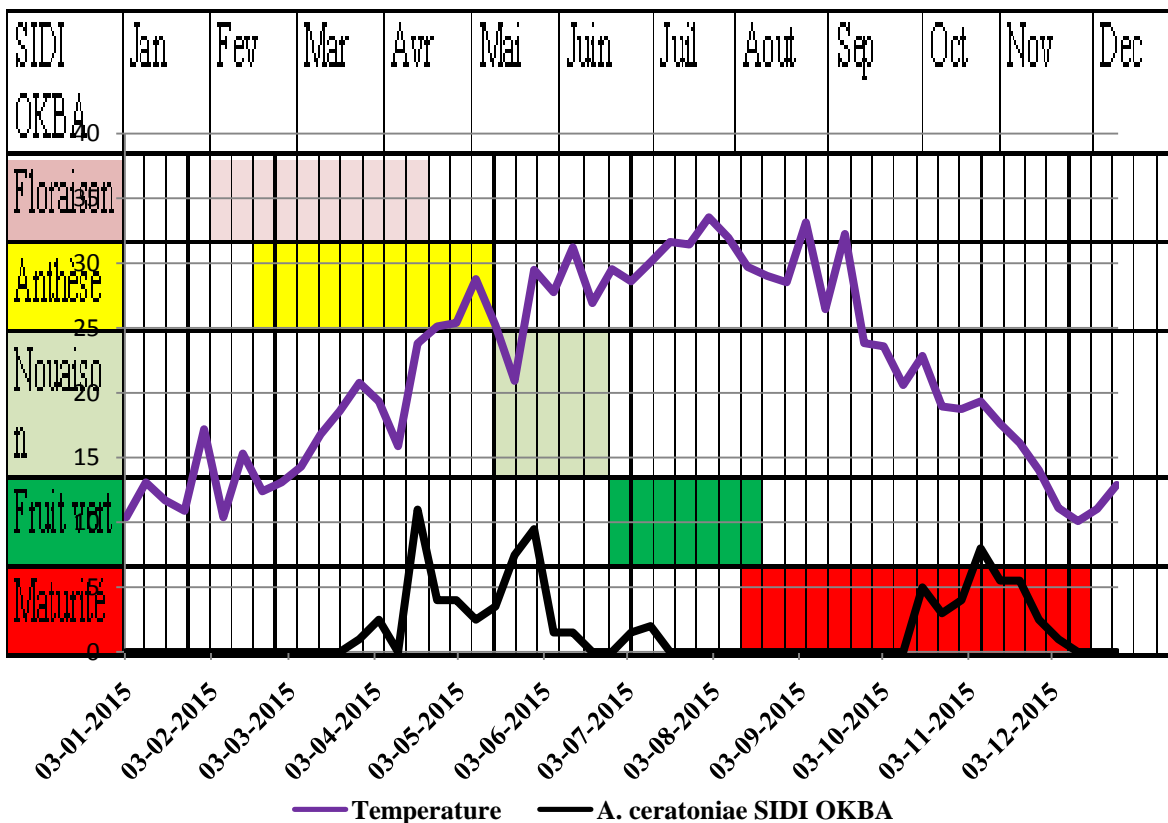


Figure 16 : Evolution de la dynamique (Effectif) d'*A. ceratoniae* en fonction des stades phénologiques à Sidi Okba

Cependant, pour le site d'Ourelal, le premier pic est enregistré durant le stade Nouaison (Loulou), le deuxième durant le stade fruit vert (grossissement), alors que le troisième pic est enregistré durant la fin du stade maturation (Fig.17).

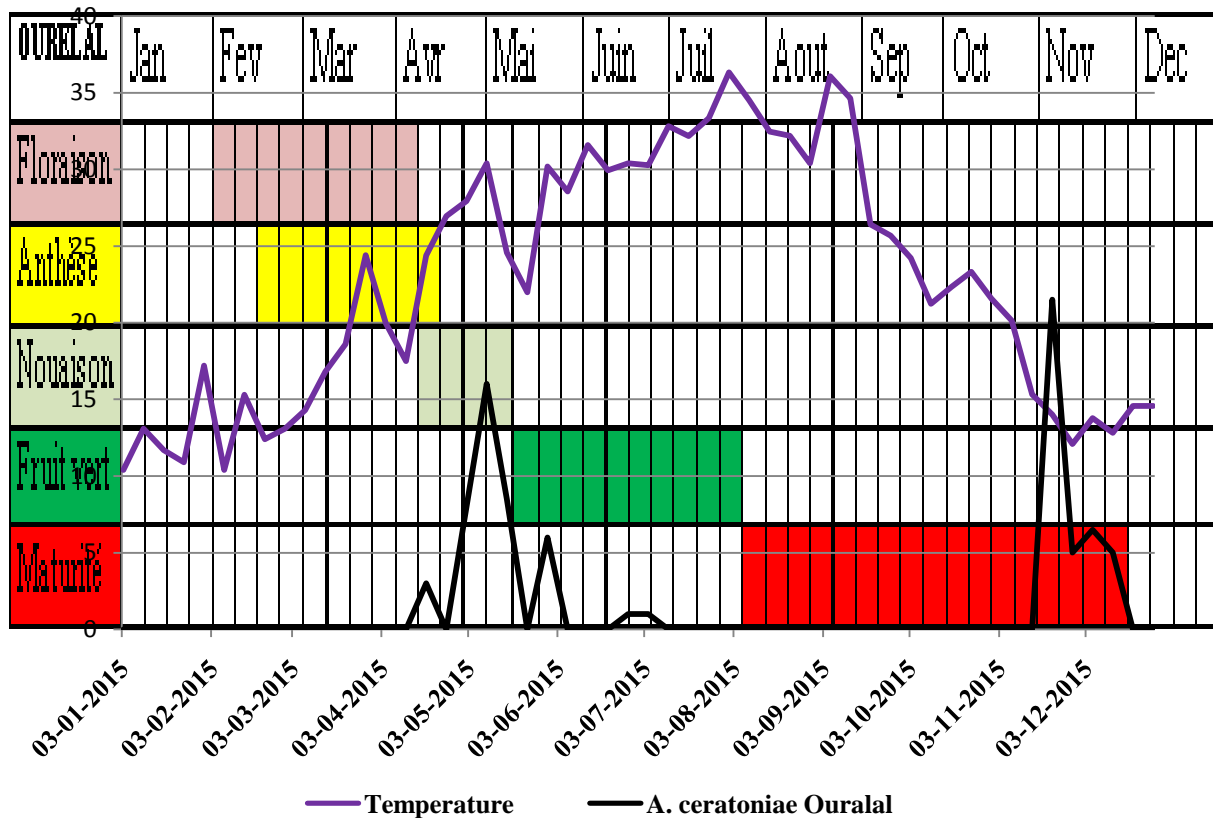


Figure 17 : Evolution de la dynamique (Effectif) d'*A.ceratoniae* en fonction des stades phénologiques à Ourelal

L’application de graphes de la dynamique de pyrale sur la phénologie de la plante hôte le palmier dattier permet d’extraire deux grandes périodes d’activité, la période printanière avec le début d’activité de la plante et la période automnale avec la maturation du fruit.

Les trois stades phénologiques nouaison, fruit vert et maturation subissent les attaques les plus importantes. Les relations trophiques entre la plante hôte et les insectes ravageurs favorisent l’utilisation de la phénologie de la plante comme une voie plus précise afin de programmer des traitements dans le temps contre l’insecte ravageur. (Ascerno, 1991)

Le même auteur a rapporté que les stades phénologiques de la plante représentent des indicateurs de développement de l’insecte et le calcul des degrés journaliers des deux partenaires de la relation trophique(plante-insecte) peut être un moyen efficace de lutte mais les variations de comportement entre les biotypes de la même espèce d’insecte ainsi que la

mauvaise synchronisation entre la plante et l'insecte sous l'effet des conditions abiotiques aboutit à des décisions de control incorrectes.

Donc l'apparition de la pyrale de datte à Sidi okba au stade anthèse (ouverture des spathes) présente un phénomène de désynchronisation entre la plante hôte et le ravageur, par contre, à Ourelal l'apparition est au stade Nouaison. Il se peut que la présence de plantes hôtes secondaires tels que les grenadiers dans le site de Sidi okba a favorisé l'activité précoce d'*A. ceratoniae* par rapport au site d'Ourelal. Selon **Dhouibi (1982)**, les adultes de la pyrale ne peuvent volés qu'à une température supérieure à 14°C. Alors que, les résultats obtenus montrent que ces adultes sont actifs sous des températures de 13.5°C à Sidi okba et 13,12°C à Ourelal.

L'apparition de la première génération du printemps coïncide avec les stades phénologiques non réceptifs du palmier dattier et les données trouvées sont en accord avec ceux rapportées par **(Ben Salah, 2015)**, les pics automnaux des mois d'Octobre et de Novembre coïncident avec le stade réceptif Tamar, représentent la génération la plus redoutable pour les dattes. Dans ce sens, **Nay et Perring (2008)** ont trouvé que le pourcentage le plus élevé des adultes émergés mâle et femelle est obtenu à partir des larves infestées le stade Kimri et khlal par contre les larves issues de stade Tamar ont données les valeurs les plus faibles et les femelles issues de stade Kimri et khlal pontent une charge des œufs plus importante que celles nées à partir de stade Tamar. Ces informations expliquent peut être les pics brutaux remarqués vers la fin de la maturation des dattes.

D'autre part, **Ascerno (1991)**, a signalé que le développement de l'insecte est en relation directe avec le climat par conséquent la phénologie de l'insecte est la méthode précise pour régler les traitements contre ce ravageur. Donc le piégeage aux phéromones peut être très précis et reste la meilleure méthode de prédiction sur l'activité du ravageur.

La température comme un facteur climatique associé à l'humidité joue un rôle primordial dans la vie des insectes. Chez *A. ceratoniae*, des études effectuées par **(Cox, 1976)** ont déduit que l'intervalle de l'humidité (30% à 70%) est le plus favorable à la survie de la pyrale associé à des températures entre 25°C et 35°C. Ces données sont similaires à nos résultats et les températures maximales enregistrées étaient 32,8°C à Ourelal et 35,2°C à Sidi Okba.

Chez les insectes la photopériode est le facteur principal qui contrôle l'activité et la diapause. Comme tous les insectes, *A. ceratoniae* entre en diapause à des températures faibles et de photopériodes courtes (Cox, 1979). Le même auteur signale que 70% des larves d'*A. ceratoniae* élevées à un régime de 12 heures de lumière et 12 heures d'obscurité à une température de 30°C sont non-diapausantes et l'émergence de l'adulte sous ces conditions s'échelonne sur 50 jours. Des résultats similaires sont trouvés à une température de 20°C et une photopériode de (16L/8O) concernant le pourcentage des larves non-diapausantes avec une émergence dans 111 jours mais sous la même température et une photopériode de (12 L/12O), la majorité des larves entrent en diapause.

Cox (1997), ajoute aussi qu'au-dessus de 16 heures de lumière, le photopériodisme réduit la période de développement moyen de l'œuf en adulte par 4 jours à une photopériode de (20L/4O) et 6 jours à une photopériode de (24L/ 0O).

Ces constatations peuvent expliquer la disparition de la pyrale durant les mois de juillet et d'août durant les trois années d'expérimentation dans les deux sites. Les températures et le photopériodisme sont les facteurs limitant qui contrôlent l'activité d'*A. ceratoniae*.

Généralement, les attaques intenses de la pyrale de datte coïncident avec le stade phénologique de maturation qui regroupe plusieurs étapes, débuté par B'ser et terminé par Tamar. Nay et Perrin (2008) ont constaté que les deux étapes Kimri et Khlal présentent les durées moyennes de développement les plus courtes de la pyrale de l'œuf jusqu'à l'adulte avec 32 à 33 jours par contre le stade Tamar donne une durée de 39 à 50 jours. Ces résultats s'expliquent par la composition biochimique des dattes à chaque stade et les larves de Tamar sont généralement de grande taille. Ainsi que les fluctuations brutales remarquées au stade de la maturation des dattes rendent la tâche d'estimation de taux d'infestation difficile.

III.3.4. Taux d'infestation des dattes prélevées sur terrain

III.3.4.1. Résultats et discussion

Tout au long de la campagne 2015, un échantillonnage périodique durant le stade Tmar des dattes dans les deux sites des trois cultivars afin d'analyser la variation des taux d'infestations en fonction des dattes de trois cultivars. La taille des échantillons est relativement importante, elle compte 1000 dattes au total par cultivar.

L'analyse des résultats, montre des taux d'infestation faibles pour les trois cultivars et dans les deux stations. Dans la station d'Ourelal, le cultivar Deglet Nour est le plus infesté avec une moyenne de 7,9%. Le cultivar Ghars reste toujours le moins infesté avec 2,3% (Tab. 5).

Tableau 5 : Taux d'infestation des dattes prélevées de site Ourelal

Cultivars Répétitions	Nombre de larves par cultivars(%)		
	Deglet Nour 100	Mech Degla 100	Ghars 100
1	10	3	2
2	6	4	8
3	8	3	3
4	14	3	0
5	18	5	0
6	5	8	2
7	8	0	0
8	2	2	4
9	0	3	3
10	8	5	1
Total	79	36	23
Moyenne	7,9	3,6	2,3

De même pour la station de Sidi-Okba, les taux d'infestations des dattes de trois cultivars prélevés sur terrain sont faibles. Le cultivar Deglet Nour enregistre la valeur la plus élevée avec 6,2% et la variété Ghars est très faiblement infestée avec 1,6%. Plusieurs facteurs influencent l'activité de la pyrale des dattes surtout la température et le mode de conduite de la culture ainsi que les traitements chimiques effectués (Tab. 6).

Tableau 6 : Taux d'infestation des dattes prélevées du site de Sidi-okba

Cultivars Répétitions	Nombre des larves par cultivars(%)		
	Deglet Nour 100	Mech Degla 100	Ghars 100
1	8	1	0
2	8	1	0
3	6	2	1
4	10	4	1
5	15	4	1
6	6	10	2
7	3	1	5
8	1	12	4
9	1	1	2
10	4	2	0
Total	62	38	16
Moyenne	6,2	3,8	1,6

Pour l'année 2015, les prélèvements des pièges à phéromones mentionnent une activité importante de la pyrale dans les deux sites. De même les suivis de taux d'infestation

des chutes de dattes effectuées sous conditions contrôlées au laboratoire ont confirmées ces résultats. Selon ces résultats, les taux d'infestations des dattes restent en général faibles, ces débris de dattes représentent en général des sources d'infestations de la culture et des sites de refuges, abris et lieux de diapause pour les différents stades d'*A. ceratoniae* durant la période hivernale. Chez les insectes polyphage, la disponibilité des différentes plantes hôtes joue un rôle important dans le déclenchement de premières générations (**Singh et Parihar, 1988**).

Une comparaison entre les deux sites fait ressortir que les taux d'infestation de l'année 2015 sont plus importants dans le site d'Ourelal que le site de Sidi Okba. Parmi les trois cultivars, le cultivar Deglet Nour occupe la première place et représente l'hôte préféré d'*A. ceratoniae*.

Selon la bibliographie et les études effectuées, la pyrale de datte présente trois générations dans la région de Biskra dont la principale celle qui évolue durant la période automnale (septembre à novembre), cette troisième génération coïncide avec la maturation des dattes et ces individus sont responsables de l'infestation de la production et la réapparition des premiers vols de cette espèce durant le printemps. **Doumandji (1981)**, a noté que la pyrale des dattes exige des dattes plus ou moins mûres et la ponte des œufs par les femelles d'*A. ceratoniae* ne que sur des dattes mûres. (**Doumandji-Metiché, 1985**)

Donc les importantes attaques remarquées sur le cultivar Deglet Nourest probablement liées à l'activité maximale d'émergence de la pyrale durant la période automnale qui coïncide avec les stades début de maturation de ce cultivar par rapport aux autres. Selon **Zouiouche (2012)**, le suivi de l'évolution des émergences de la pyrale en stock des trois cultivars a montré que la sortie des adultes commence chez les cultivars précoces cas de Ghars et Mech Degla.

Selon **Wertheimer (1958)**, les formes diapausées sous l'action des températures défavorables restent protégées à l'intérieur des dattes ou d'autres abris en attente de changement des conditions de vie.

La comparaison de la résistance des différents cultivars est considérée comme moyen à exploiter dans les stratégies de contrôle de la pyrale de dattes (**Shakeri, 2004**) car la qualité de la nutrition des stades larvaires influe la performance des individus adultes (**Rosenthal and Dahlman, 1975**), précisent que la performance des adultes est le résultat de l'efficacité de transformation de la nutrition digérée en biomasse. Donc, la réduction de la valeur alimentaire d'un nutriment et de son utilisation chez les insectes phytophage ne sont que des

conséquences des effets comportementaux et physiologiques des celles-ci. (**Senthil Nathan et al., 2005**)

Pour *A. ceratoniae*, plusieurs études ont montrées que les larves de la pyrale de dattes présentent des taux de consommation plus élevés sur le milieu artificiel comparés avec les plantes hôtes (**Teimury et al., 2013**). Donc, la préférence d'*A. ceratoniae* de la variété Deglet Nour par rapport aux autres cultivars est justifiée par certains auteurs par sa composition biochimique (**Saggou, 2001**) mais pour d'autres par sa consistance demi-molle. (**Dhouibi, 1982**)

Comme dans le cas de la palmeraie de Sidi-okba, la variabilité importante des arbres fruitiers associées aux palmiers dattier constituerait, en effet, un facteur favorable à la propagation du ravageur, la présence de plantes comme le figuier et le grenadier pouvant aussi contribuer à cette propagation et représentent des sources alimentaires alternatives et de refuges à ce ravageurs (**Idder-Ighili, 2008**).

Mais les résultats obtenus sont contradictoire aux constatations précédentes et les taux d'infestations enregistrés dans la palmeraie de Sidi Okba moyennement entretenue sont les plus faibles.

Par contre, les résultats de taux d'infestations enregistrés dans la palmeraie de la station d'Ourelal menée en monoculture et bien entretenue sont les plus importants. Il se peut que la diversité de la palmeraie de Sidi Okba diminue la pression de l'insecte ravageur polyphage sur son hôte préféré qui est le palmier dattier. Cette hypothèse est soutenue par **Jactel et Brockerhoff (2007)** qui confirment que les dégâts des insectes phytophages et les pertes des peuplements mono-spécifiques sont en moyenne plus élevés que dans les peuplements mixtes.

Donc une grande concentration de la même plante hôte dans une culture mono-spécifique et l'abondance de son herbivore s'explique par une plus grande probabilité d'attraction de ravageur et de son immigration vers les parcelles de la ressource alimentaire (**Root, 1973**).

D'autres hypothèses expliquent les effets de la diversité des cultures mixtes sur l'insecte ravageur par la réduction de l'accessibilité de celle-ci à sa plante hôte à cause de la dilution de ses ressources et la présence des barrières physiques et chimiques qui défavorisent l'activité de l'insecte ravageur (**Castagneyrol, 2012**).

L'interaction entre les facteurs précédents (résistance variétale et mode de conduite de la palmeraie) et le facteur climatique surtout la température peuvent influencer l'activité de la pyrale des dattes.

Selon **Dhouibi (1982)**, l'effet des basses températures se traduit par le ralentissement du développement larvaire pendant l'automne, dans notre cas les données de températures de l'an 2015 révèlent une hausse importante dans la région d'Ourelal par rapport à la région de Sidi-Okba durant la période automnale, ces conditions peuvent accélérer le cycle du ravageur et augmentent le nombre de générations et par conséquent les taux d'infestations des dattes. **(Dhouibi, 1982)**

Selon le même auteur, le développement larvaire de la dernière génération de la pyrale des dattes soit entravé par l'hiver si bien qu'on trouve généralement à l'intérieur des dattes collectées soit des larves de toutes tailles ou des larves qui demeurent donc au stade âgé (L5) durant l'hivernation.

III.3.5. Taux d'infestation des dattes sous conditions contrôlées

III.3.5.1. Résultats et discussion

Les résultats de l'émergence de la pyrale dans les cages en conditions contrôlées ont permis de remarquer (Fig. 18) que l'évolution des émergences des adultes issues des dattes du site de Sidi Okba montre une différence entre les trois cultivars. De même cette fluctuation présente un pic au mois de mars varie selon le classement Deglet Nour, Mech Degla et Ghars.

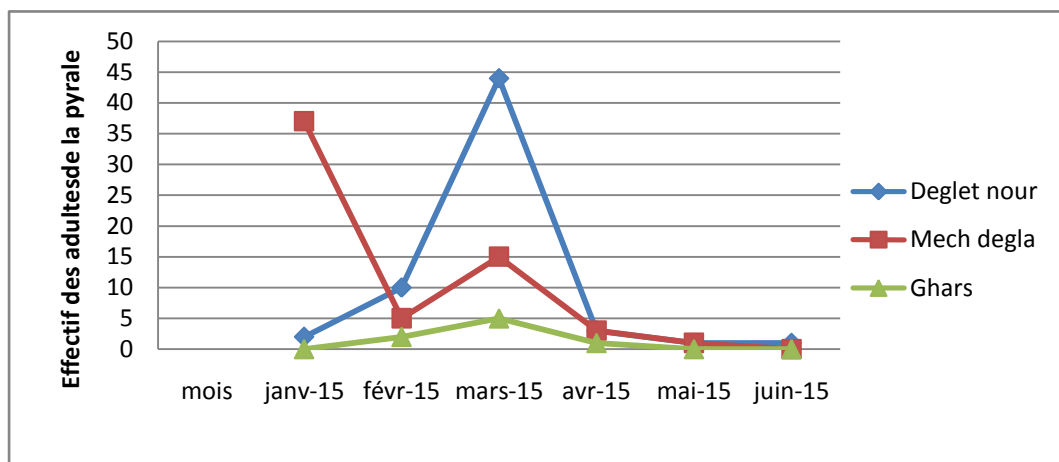


Figure 18 : Fluctuation des émergences des adultes de la pyrale en conditions contrôlées de trois cultivars de dattes dans le site de Sidi Okba

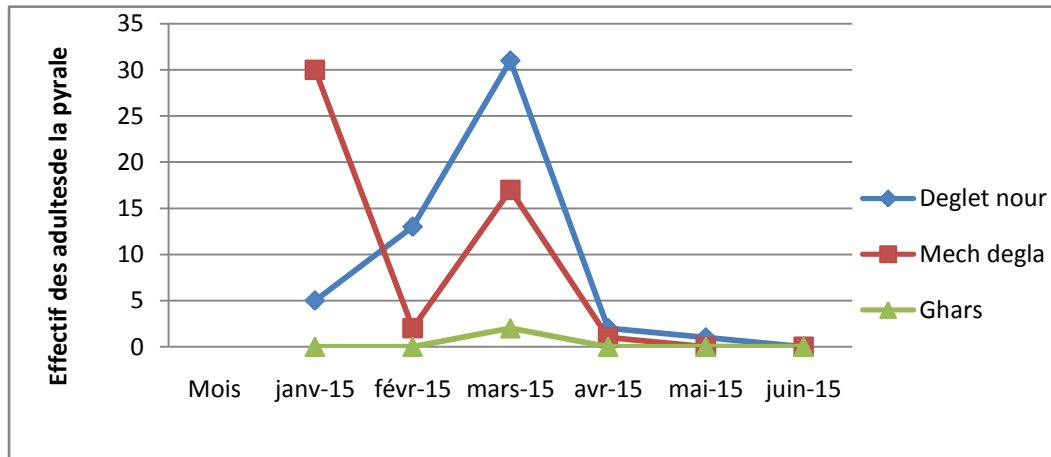


Figure 19 : Fluctuation des émergences des adultes de la pyrale en conditions contrôlées de trois cultivars de dattes dans le site d'Ourelel

De même la fluctuation des adultes issus des dattes du site d'Ourelel (Fig. 19) présente un pic au mois de mars selon le classement Deglet Nour, Mech Degla et Ghars. Mais le site d'Ourelel montre des différences d'émergence des adultes à partir de chaque cultivar en comparaison avec le site de Sidi Okba.

Les résultats obtenus montrent qu'il existe une variation des taux d'émergence de la pyrale des dattes chez les trois cultivars, cette différence s'explique éventuellement par la relation qui existe entre l'attraction de la pyrale en fonction du stade phénologique **Djazouli et al. (2009)** surtout la maturation (**Doumandji-Mitiche, 1985**) et la teneur en saccharose. (**Saggou, 2001**)

III.4. Suivi des paramètres biologiques de la pyrale des dattes

III.4.1. Paramètres de reproduction

III.4.1.1. Résultats et discussion

D'après les résultats obtenus (Tab.7), la pyrale pond d'une manière échelonnée d'un nombre de quatre pontes. Par contre la cinquième ponte est considérée comme rare ou absente. La moyenne des œufs pondus par femelle est estimée à 124 œufs répartis sur un nombre moyen de 3 pontes par femelle. La fertilité des œufs de la pyrale est estimée à 88%. Alors que la durée d'incubation des œufs est estimée à 3 jours.

Tableau 7 : Les paramètres de reproduction (femelle) de la pyrale des dattes.

Femelle	P1	P2	P3	P4	P5	Nb total œufs	Nb pontes	Nb moy/œufs par ponte	œufs éclos	Fertilité %	Incubation œufs (jours)
Femelle1	55	30	10	5	0	100	4	25,0	95	95,0	3
Femelle 2	81	65	18	1	0	165	3	55,0	160	97,0	3
Femelle 3	54	23	24	0	0	101	3	33,7	92	91,1	4
Femelle 4	96	91	11	0	0	198	3	66,0	187	94,4	3
Femelle 5	22	155	24	0	0	201	3	67,0	200	99,5	4
Femelle 6	32	77	31	0	0	140	3	46,7	132	94,3	3
Femelle 7	45	42	1	4	1	93	5	18,6	50	53,8	3
Femelle 8	5	50	22	11	0	88	4	22,0	71	80,7	4
Femelle 9	51	24	9	0	0	84	3	28,0	79	94,0	3
Femelle10	41	16	21	0	1	79	3	26,3	66	83,5	3
Moyenne	48,2	57,3	17,1	2,1	0,2	124,9	3,4±0.7	36,74	113,2	88,3	3,3±0.5

P : ponte

Les résultats trouvés sont comparables à ceux trouvés par **Le Berre (1978)**, qui indique que la ponte est échelonnée sur une longue période de la vie de la femelle. L'évolution du nombre total des œufs pondus par femelle et le nombre moyen par ponte peut être expliquée par le taux de fertilité des femelles. **Dhouibi (1982)**, signale que l'aptitude de reproduction de la pyrale des dattes résulte de certains facteurs, particulièrement la possibilité de s'accoupler, la longévité et de la nature des substrats de ponte.

Doumandji-Mitiche (1983), a noté que la pyrale de caroube émet ces pontes généralement à raison d'un œuf par fruit. D'autre part, **Wertheimer (1958)** et **Le Berre (1978)**, marquent que les femelles de la pyrale pondent entre 60 et 120 œufs sur les dattes dans la palmeraie et que les pontes peuvent s'effectuer isolément ou par groupe. **Mehaoua et al. (2009)**, ont remarqué que les femelles de la pyrale émettent entre 41 et 293 œufs dans les conditions contrôlées. Par contre, **Dhouibi (1982)** a signalé que dans des conditions contrôlées une femelle pond jusqu'à 215 œufs. **Naidji et Kebici (2009)**, ont obtenu une moyenne des œufs pondus par femelles évaluée à 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. D'autre part, **Ben Salah (2016)** a obtenu 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. Selon **Le Berre (1975)**, la ponte représente 58% de la durée de vie de la femelle.

Le taux d'éclosion varie d'une femelle à une autre, cette variabilité est peut être influencée par des conditions intrinsèques et extrinsèques. La fertilité des œufs de la pyrale des dattes dans les conditions contrôlées est de 86,40%. **Khechana et Sassoui (2010)**, ont montré que le taux d'éclosion des œufs est très proche dans les trois variétés, Ghars, Deglet-Nour et Mech Degla avec respectivement des moyennes de 78,59 % - 85,20 % et 79,45 %.

III.4.2. Paramètres de développement

III.4.2.1. Cycle de développement

III.4.2.1.1. Résultats et discussion

Le suivi des différents stades larvaires de la pyrale de dattes dans les conditions du laboratoire (Tab.8), a permis de constater que la moyenne du premier stade larvaire est estimée à 5,7±1 jours, le deuxième stade larvaire présente une durée moyenne de 6,2±1 jours, la durée moyenne du troisième stade larvaire est estimée à 6,8±0,7 jours, alors que la durée du quatrième stade est estimée à 6,5±0,8 jours, par contre la moyenne de la durée du cinquième stade est estimée à 6,9±0,9 jours. Alors que la durée moyenne du stade chrysalide est estimée à 10,5±0,8 jours. Enfin, le cumul moyen des stades larvaires est évalué à 42,6±2 jours.

Tableau 8 : Durée de développement des différents stades larvaires de la pyrale des dattes

Stades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Moy
L1	5	7	5	7	5	5	6	5	5	8	6	5	6	5	6	5,7±1
L2	5	6	6	5	8	5	7	6	7	8	6	6	5	5	8	6,2±1
L3	7	5	7	7	8	7	7	7	7	7	7	6	7	6	7	6,8±0,7
L4	6	6	7	7	7	6	6	5	6	7	5	8	7	7	7	6,5±0,8
L5	7	7	7	8	6	7	8	8	7	5	8	7	6	7	6	6,9±0,9
Chrysalide	11	9	10	11	12	10	10	10	12	10	10	11	10	11	10	10,5±0,8
Total cycle (jours)	41	40	42	45	46	40	44	41	44	45	42	43	41	41	44	42,6±2

Les résultats de l'étude du cycle biologique de la pyrale élevé en milieu naturel (farine de dattes) montrent que durant la phase de l'incubation qui dure trois jours, les œufs fraîchement pondus ont une couleur blanchâtre virent au beige puis prennent la couleur rose.

Doumandji (1981), a noté que les œufs fraîchement pondus sont blancs et virent vers le rose après 24 heures. La durée d'incubation des œufs est probablement influencée par les

conditions d'élevage ($27\pm 1^{\circ}\text{C}$ et 65% Hr). Les résultats obtenus sont proches de ceux de **Wertheimer (1958)** et **Lepigre (1963)**, avec une durée d'incubation de 3 à 7 jours, **Le Berre(1978)** et **Dhouibi (1982)**, ont montré que sous une température de 27°C et une humidité relative de 70 %, la durée d'incubation des œufs d'*A. ceratoniae* varie de 3 à 4 jours. **Zouioueche et Rahim (2008)**, précisent qu'une durée moyenne d'incubation de 2,33 jours en milieu artificiel. De même, **Mehaoua et al. (2009)** ont obtenu une durée moyenne d'incubation des œufs de 4,6 dans les dattes du cultivar de la Mech Degla. Toutefois, nous avons relevé une durée moyenne de 42,6 jours. De même, **Djeblahi et Serraye (2010)** ont montré que la durée du cycle biologique est de 27,28 jours sur Mech Degla et de 27,84 jours chez la variété Deglet Nour. En milieu artificiel, **Zouioueche et Rahim (2008)**, ont enregistré une durée moyenne du cycle de vie de 61,5 jours qui est plus long que celui obtenu en milieux naturel.

La durée moyenne du cycle biologique d'*A. ceratoniae* semble être influencée par la température de la chambre d'élevage (28°C) et la qualité nutritive de l'alimentation ingérée (la farine de datte Mech Degla). En effet, **Tokmakoglu et al. (1967)** cité par **Doumandji (1981)**, ont montré que la période nécessaire pour qu'un individu arrive au terme de son développement, varie entre 34 et 61 jours, plus fréquemment entre 40 et 45 jours pour accomplir le cycle. Par contre **Cox (1976)** cité par **Doumandji (1981)**, indique qu'à une température comprise entre 15 et 20°C , n'a révélé aucune éclosion et mentionne qu'à 70% d'humidité relative, la durée moyenne de développement est de 48 jours à 20°C , elle chute à 30 jours à 25°C et de 23 jours à 30°C et précise aussi que le niveau thermique optimal pour le développement des chenilles de *A. ceratoniae* est de 30°C et une humidité relative supérieure ou égale à 70 % favorisent une croissance larvaire. **Zouioueche et Rahim (2008)**, ont eu une durée moyenne du cycle biologique de la pyrale des dattes de 72,5 jours en milieu artificiel, tandis que **Soudani et Torki (2009)** ont noté une durée de 40,50 jours. D'autre part, en milieu naturel, **Djeblahi et Serraye (2010)**, ont trouvé des résultats semblables aux nôtres en milieu naturel dont la durée moyenne du cycle biologique de la pyrale des dattes des variétés Deglet Nour et Mech Degla avec respectivement 42,30 et 41,60 jours. Alors que, **Mehaoua et al. (2009)**, ont obtenu une durée moyenne du cycle biologique de 54,26 sur les dattes de Mech Degla.

III.4.2.2. Longévité des adultes

III.4.2.2.1. Résultats et discussion

Les résultats de l'étude montrent que la longévité moyenne de l'adulte mâle de la pyrale est estimée à $4,0 \pm 0,7$ jours alors que celle de la femelle est estimée à $6,1 \pm 1,1$ jours (Tab.09).

Tableau 9 : Longévités des adultes de la pyrale des dattes

Couples	Longévité mâles (Jours)	Longévité femelles (Jours)
1	4	6
2	5	7
3	4	5
4	4	6
5	5	8
6	4	7
7	4	5
8	4	5
9	3	7
10	3	5
Moyenne	$4,0 \pm 0,7$	$6,1 \pm 1,1$

Khechana et Sassoui (2010), ont indiqué que la longévité des mâles et des 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), a signalé que la longévité moyenne des femelles nourries d'une solution miellée varie de 4 à 7 jours. De même **Dhouibi (1981)**, indique que la longévité moyenne des femelles alimentées d'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 hôtes, 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.

III.5. Analyse biochimique des trois cultivars

III. 5.1. Variation de l'humidité

III.5.1.1. Résultats et discussion

L'analyse des résultats obtenus a permis de déduire que la teneur en eau des dattes des différents cultivars est faible, elle n'a pas dépassé les 30 % (Tab.10). Cette teneur la plus élevée pour le cultivar Ghars est de 25% dans les deux sites. Pour le cultivar Mech Degla, la teneur en eau dans la région d'Ourelal est plus faible, elle est de 14% moins que celle de Sidi-Okba. Mais Deglet-Nour de la région de Sidi-Okba est plus sèche avec 20% contre 24% dans la région d'Ourelal. La teneur en eau dépend de plusieurs facteurs surtout le cultivar, les conditions climatiques et les apports en eau par irrigation durant les stades de croissance critique de la plante (Tab.10).

Tableau 10 : Variation de l'humidité des trois cultivars au stade Tmar en fonction de sites et de cultivars

Cultivars /stations	Sidi Okba %	Ourelal %
Deglet Nour	20	24
Mech Degla	17	14
Ghars	25	25

Munier (1973), a décrit la datte comme une baie constituée d'une partie charnue, la chair (pulpe) et d'un noyau. La valeur nutritive et énergétique de ce fruit est importante. Les dattes sont très riches en calories. La pulpe (partie comestible) présente 80% à 95% du poids total de la datte. Elle est composée essentiellement de fortes teneurs en eau et en sucre (**Maatallah, 1970**). Les teneurs moyennes en eau des dattes mûres varient entre 10 à 40% du poids frais et selon les cultivars, ils sont classés parmi les aliments à humidité intermédiaire (**Estanove, 1990**). **Idder et al. (2015)**, a déduit que la variabilité de l'humidité des dattes est liée plus aux étapes de maturation qu'au type de cultivars

Khettache (2003) a signalé dans la région de Biskra (Zeb El Chargi) pour les trois cultivars étudiés une grande variabilité de teneurs en eau du même cultivar d'un site à un autre. Pour le cultivar Deglet Nour des Ziban, les études d'**Ayachi (2002)**, **Djenien (2004)**, **Khenfar (2004)** et **Khattache (2003)** ont enregistré des valeurs de l'humidité qui varient

entre 31,6% (El-Outaya) et 22,4% (Droh). Une comparaison entre ces valeurs et les résultats de Sidi-Okba et d'Ourelal ont permis de conclure que les dattes de la région de Sidi-Okba sont les moins humides. Le taux d'humidité influe sur la qualité des dattes et leurs conservations ainsi que les attaques d'*A. ceratoniae*. Dans son étude sur le cultivar Mech Degla de la région de **M'Chounech. Noui(2007)**, a signalé une teneur d'humidité de 14,71%, cette valeur est semblable au résultat de la région d'Ourelal, par contre la teneur en eau de la région de Sidi-Okba est plus élevée.

Idder-Ighili (2008), a conclu dans son étude que l'attraction d'*A. ceratoniae* par les dattes demi-molle et molle n'est pas due uniquement à leur teneur en eau mais au rapport sucre totaux/eau. Mais **Nay et Perring (2006)**, ont trouvé un rapport considérable entre la teneur de l'humidité des dates et les taux de développement de mortalité de la pyrale des dattes. Ils affirment que le taux de mortalité augmente avec la diminution de la teneur en humidité. Cependant, ils suggèrent que la variabilité des niveaux d'humidité n'affecte plus les paramètres biologiques tels que la longévité et le sexe des adultes émergés.

Dans notre cas, il apparaît qu'*A. ceratoniae* préfère la ponte de ses œufs sur des dattes demi-molles afin d'assurer à sa descendance les meilleures conditions de vie. D'autres auteurs expliquent que les faibles taux d'infestation de la variété Ghars molle par nature, empêche un bon développement des larves par rapport à la variété Mech Degla plus sèche et présente des taux élevés qui dépassent dans certaines études les données de Deglet-Nour dans les lieux de stockage. Mais dans une étude sur les cultivars de la région d'Ouargla, **Idder et al. (2015)** ont conclu que les dattes molles et demi-molles plus ou moins riches en saccharose sont les plus infestées que les dattes sèches riches en sucres réducteurs.

Il apparaît que la qualité sèche des dattes représente un stimulus de la ponte chez la femelle par son aspect rugueux (**Dhouibi, 1982**). De plus ces dattes facilitent l'évolution rapide des chenilles. Ces mêmes constatations sont signalées par **Zouioueche (2012)**, chez le cultivar Ghars au moment du dessèchement. Une humidité élevée des dattes ralentit le développement et affecte le taux de mortalité de la pyrale (**Nayet Perring, 2006**). Des études ont montrées durant la période printanière, une émergence échelonnée et lente de la pyrale provenant de la variété Deglet-Nour.

Dans la présente étude, on a remarqué que la teneur en humidité et le niveau d'infestation des dattes du cultivar Deglet-Nour provenant de la région d'Ourelal sont les plus importants par rapport au même cultivar et aux autres des deux sites. Ce qui indique que la

variété Deglet-Nour reste l'aliment préféré et convenable pour la croissance de la pyrale puisque elle a une tendance à perdre plus d'eau que les autres variétés au cours de son développement (**Benchabene, 2007**). La variation des niveaux d'infestation de ce cultivar entre les sites est affectée par l'interaction des facteurs humidité et composition biochimique des dattes ainsi que les températures ambiantes de la culture.

III.5.2. Variation de l'acidité (PH)

III.5.2.1. Résultats et discussion

Selon les résultats des analyses effectuées, le pH des cultivars étudiés des deux sites varie entre 5,54 et 6,86. Le cultivar Deglet-Nour de la région d'Ourelal est presque neutre avec un pH de 6,86. Par contre Deglet-Nour de la région de Sidi Okba est légèrement acide. Le pH mesuré du cultivar Mech Degla est acide avec une légère différence entre les deux sites. De même pour le PH du cultivar Ghars (Tab.11).

La comparaison des trois cultivars entre les deux sites montre une tendance du pH des cultivars de la région de Sidi Okba vers l'acidité que ceux de la région d'Ourelal (Tab.11).

Tableau 11 : Variation de l'acidité de stade Tamar en fonction des cultivars et des stations

Cultivars /stations	Sidi Okba	Ourelal
Deglet Nour	6,52	6,86
Mech Degla	5,54	5,66
Ghars	6,15	6,36

Les acides organiques sont responsables de l'acidité des fruits, ces acides sont localisés dans les vacuoles des cellules, soit à l'état libre, soit sous forme de sels. L'intensité du goût acide des fruits est atténuée par la neutralisation partielle des acides organiques par les cations minéraux K^+ et Ca^{++} . L'acidité totale représente la somme de tous les acides (minéraux et organiques) (**Couturier, 2003**).

La teneur en acide des fruits décroît au cours de la maturation (**Ulrich, 1970**). Lorsque l'acidité est modérée, le mélange des sucres et des acides est perçu avec une connotation d'autant plus agréable que l'augmentation des teneurs en sucres rend à masquer le goût acide.

Rygg (1948, 1953), a noté que les dattes mûres se caractérisent par une acidité moins importante et annonce l'idée qu'une forte acidité est associée à une mauvaise qualité.

Chez *A. ceratoniae*, Une analyse du pH de l'intestin moyen des larves a montré qu'il est légèrement alcalin (**Tabatabaei, 2011**). Le même auteur a lié l'alcalinité de l'intestin par la forme de la croissance de la plante hôte. Cette étude a signalée des valeurs variables et contrastes du pH de l'intestin justifié par le caractère polyphage de cette espèce.

L'association des résultats de pH de la variété Deglet Nour des deux sites avec celles des taux d'infestation montrent que les dattes de Deglet Nour de la région d'Ourelal avec un PH presque neutre étaient les plus attaquées par la pyrale sur le palmier ou dans les lieux d'élevages. Ces résultats sont en concordance avec ceux signalées par **Djblahe et Serraye (2010)**. Ces auteurs ont justifié ces résultats par le changement des constituants biochimiques des dattes au cours de son développement avec une augmentation de sucres et diminution d'acidité.

pour le cultivar Mech Degla caractérisé par son acidité dans les deux sites étudiés, **Noui(2007) et Boutaida (2004)**, ont signalé des valeurs de pH de 6,14 et 6 respectivement. Les résultats obtenus révèlent une grande variabilité à l'intérieur du même cultivar du pH sous l'effet de plusieurs facteurs.

III.5.3. Variation des teneurs en sucres et évaluation de l'indice de qualité «r» de stade (Tmar)

III.5.3.1. Résultats et discussion

Les résultats de l'analyse des constituants en sucres des 3 cultivars étudiés ont permis de constater que les dattes des 3 cultivars sont très riches en glucides et renfermant des taux variables. Les cultivars Deglet-Nour et Mech Degla sont riches en saccharose qu'en sucres réducteurs (glucose et fructose), contrairement au cultivar Ghars qui présente une richesse en sucres réducteurs et une absence de saccharose (Tab. 9).

La richesse en sucres des cultivars de la région d'Ourelal est la plus importante. Mais la teneur en saccharose du cultivar Deglet-Nour de la région de SidiOka est plus élevée que celle d'Ourelal. Pour la même variété les teneurs en sucres réducteurs et en sucres totaux sont plus importantes dans la région d'Ourelal.

Le cultivar Mech Degla se caractérise par des différences faibles en sucres réducteurs et en saccharose entre les deux sites étudiés. Les mêmes remarques pour le cultivar Ghars (Tab.12).

Tableau 12 : Variation de la teneur en sucres de stade Tamar en fonction des cultivars et des stations par 100g de matière fraiche(MF)

Stations	Sidi Okba				Ourelal			
Cultivars	Fructose	Glucose	Saccharose	Sucres totaux	Fructose	Glucose	Saccharose	Sucres totaux
Deglet-Nour	5066g	5499g	53257g	63899	9432g	8941g	38554g	95482g
Mech Degla	6673g	6502g	44934g	58265g	8219g	8675g	45663g	62784g
Ghars	30688g	30304g	0g	62194g	30688g	30650g	0g	59444

D’après le chromatogramme (Fig.20) des deux sites, on constate que les principaux constituants en sucres existent réellement chez le cultivar Deglet Nour. Pour le cultivar Mech Degla, le chromatogramme des deux sites confirme les résultats des analyses biochimiques des dattes (Fig.21) avec la représentation des trois sucres.

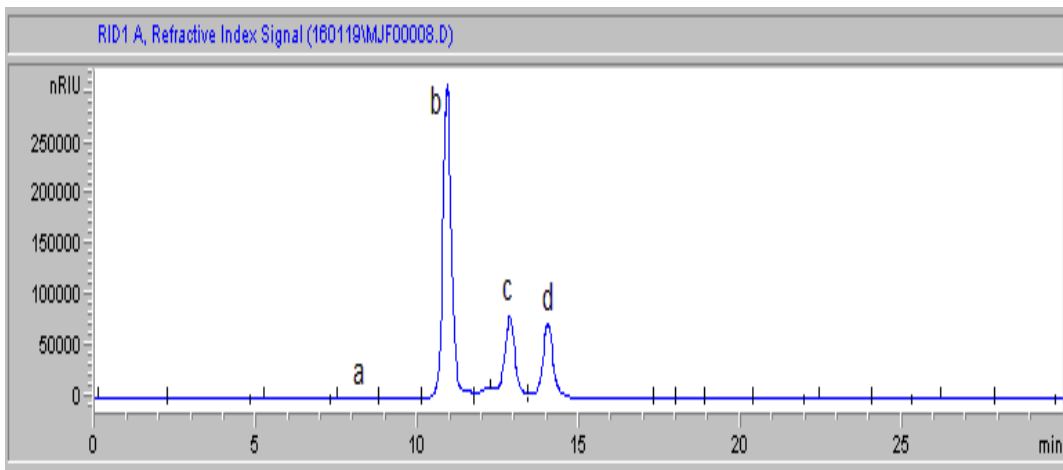


Figure 20: Chromatogramme des sucres de la variété Deglet-Nour(a : Inuline, b : Saccharose, c : Fructose et d : Glucose)

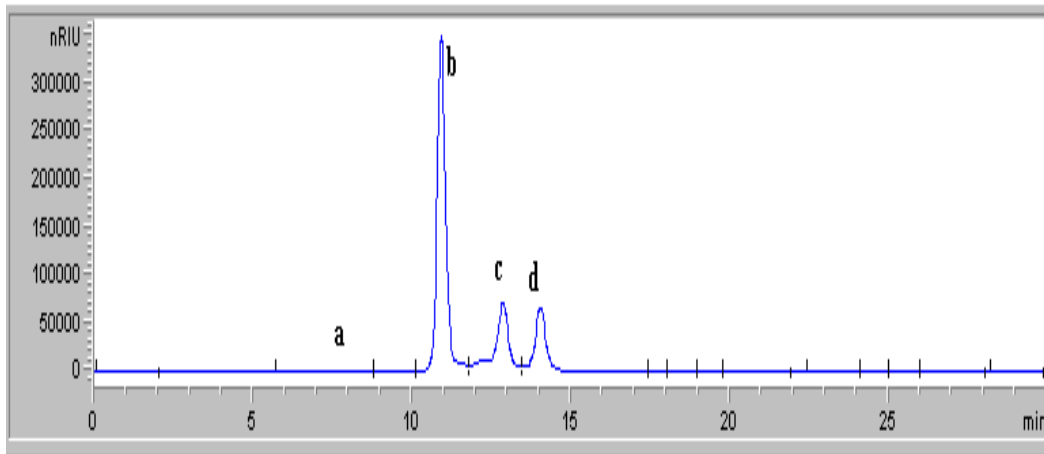


Figure 21 : Chromatogramme des sucres de la variété Mech Degla (**a** : Inuline, **b** : Saccharose, **c** : Glucose et **d** : Fructose)

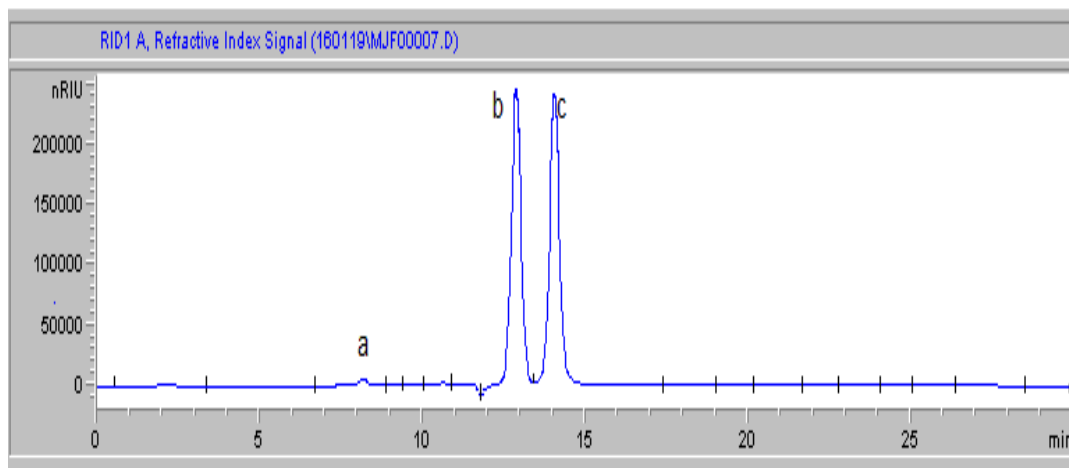


Figure 22: Chromatogramme des sucres de la variété Ghars (**a** : Inuline, **b** : Glucose **c** : Fructose)

De même, le chromatogramme du cultivar Ghars fait l'exception avec l'absence de représentation presque totale du saccharose des échantillons des deux sites comme déjà indiqué par les analyses quantitatives, (Fig. 22).

La relation étroite entre la teneur d'humidité et la teneur en sucres totaux nécessite l'évaluation de l'indice de la qualité (r). Ce dernier est le moyen utilisé pour la caractérisation des fruits du palmier dattier en dattes molle, demi-molle ou sèches. Ce classement est basé sur la valeur de (r) qui varie entre 2 et 4 selon (Reynes, 1997).

D'après les résultats obtenus, les valeurs de l'indice de la qualité (r) de trois cultivars sont similaires au classement élaboré par plusieurs auteurs. Le cultivar Ghars avec une valeur

qui n'a pas dépassée 2,5 il est qualifié comme datte molle. Pour le cultivar Mech Degla, les valeurs sont supérieures à 3,5, donc il est de type sec. Le cultivar Deglet Nour qualifié comme datte demi-molle ou demi-sèche, elle présente des valeurs de l'indice de qualité (r) qui varient entre 3,1-3,54(Tab.13).

Tableau 13 : Variation de l'indice de qualité «r» de stade(Tmar) en fonction des cultivars et des stations

Cultivars /station	Sidi Okba	Ourelal
Deglet Nour	3,15	3,54
Mech Degla	3,62	4,64
Ghars	2,41	2,49

Une comparaison entre les deux sites étudiés fait apparaitre des différences significatives et les trois cultivars de la région de Sidi Okba présentent des valeurs inférieures, ce qui indique que le taux d'humidité et /ou les teneurs en sucres totaux sont moins importants par rapport à la région d'Ourelal.

Les dattes sont des fruits qui se caractérisent par une forte teneur en sucres qui leur confère une grande valeur énergétique (3000Kcal/Kg) **Benchabene (2007)**. Les teneurs en sucres totaux et réducteurs augmentent avec la progression de la maturation des dattes et les concentrations des sucres au cours de la maturation est en fonction de variété (**Benchabene (2007)**). Les teneurs en sucres dépendent du cultivar, de son humidité et du climat.

Les résultats illustrés par le (Tab. 9) révèlent une richesse importante des deux cultivars Deglet-Nour et Mech Degla en sucres totaux que le cultivar Ghars mais ce dernier est assez riche en sucres réducteurs que les deux cultivars précédents. Les mêmes résultats sont notés par **Saggou (2001)** et **Belguedj (2002)**. Du point de vue qualitatif, nos données se rapprochent de ceux trouvées par (**Reynes et al., 1994**) et (**Noui, 2007**), sur les cultivars tunisien mais les cultivars du Moyen-Orient ne contiennent que le fructose et le glucose(**Noui, 2007**) et le cultivar Iranien «Barhee» ne contient du saccharose que sous forme de traces négligeable, (**Mortazavi, 2010**).

Ces différences peuvent être dues à l'origine géographique et aux caractères génétiques liés aux conditions climatiques de chaque région.

Pour les insectes, les besoins nutritifs sont composés généralement des sucres, de lipides et d'azote (**Kumbsli, 2005**). Le même auteur mentionne que les sucres étant que source principale d'énergie associés à l'azote représentent les composés clé de la croissance et de développement chez les insectes. Une relation inhérente entre la composition biochimiques des différents cultivars et les taux d'infestations par la pyrale des dattes.

Les études sur l'interaction plante hôte/ravageur de type (pyrale-maïs) ont permis de constater que le phylloplan de la plante hôte que ce soit feuille ou fruit présente un stimulus d'ordre biochimique des insectes phytophage et la pyrale de maïs est pourvue d'un système sensoriel adapté à la reconnaissance d'éléments biochimiques donnés par la surface foliaire (**Derridj et Wu, 1996**). Ils ont observé une relation étroite entre le choix de la plante hôte et le choix du site de ponte par la pyrale du maïs avec les quantités de sucres solubles ou d'acide malique et de proline présents à la surface des feuilles. Les mêmes auteurs ajoutent que les concentrations sont déterminantes et les fortes teneurs entraînent un refus de la plante ou du site pour pondre.

Dans ce sens la richesse en sucres réducteurs (glucose et fructose), et surtout en saccharose des cultivars Deglet Nour et Mech Degla ont justifié l'enregistrement des taux d'attaques supérieurs des dattes de ces cultivars (**Saggou, 2001**). Cette richesse en sucres totaux semble la plus attractive à la pyrale

Selon **Booij(1992)**, la teneur en saccharose de la variété Deglet-Nour représente 60% de la matière sèche. Le même auteur ajoute que la teneur en saccharose des variétés demi-molles est généralement intermédiaire à l'exception de la Deglet-Nour d'Algérie.

En effet, la réduction des sucres ou la conversion du saccharose en glucose et fructose des dattes est contrôlée par une enzyme clé qui est l'intervase. L'activité de cette dernière est en relation étroite avec la teneur en eau et la température. Chez Deglet-Nour, **Kanner et al. (1978)** et **Hasegawa et Smolensky (1970)**, ont confirmé que l'activité de l'intervase est faible.

Pour cette raison **Rygg(1971)**, a déduit que les besoins de Deglet Nour en température sont maximaux et dans les limites de 35°C afin qu'il garde ces caractères de couleur et du parfum. Durant la maturation l'augmentation des taux de sucres réducteurs dans certains

cultivars est due à la solubilisation de l'intervase et son contact direct avec le substrat à cause de l'intégralité du système membranaire des dattes (**Benchabene (2007)**).

III.5.4. Variation de la composition en acides organiques en fonction des cultivars et des stations (stadeTmar)

III.5.4.1. Résultats et discussion

L'analyse quantitative des acides organiques des dattes des trois cultivars au stade Tmar a permis de détecter la présence de cinq types d'acides qui sont : l'acide malique, l'acide citrique, l'acide fumarique, l'acide oxalique et l'acide tartrique. D'autre acides sont présents mais sous forme de traces tels que l'acide phytique et lactique. Du point de vue quantitatif les acides malique et oxalique sont les plus importants. Les acides, citrique et tartrique présents avec les plus faibles quantités Pour l'acide fumarique, sa quantité extraite est moyenne(Tab.14).

Tableau14: Variation de la teneur en acides organiques (malique, citrique, fumarique, oxalique et tartrique) du stade Tmar en fonction des cultivars et des stations par 100Mg de matière fraîche(MF)

Station Cultivars	Sidi Okba					Ourelal				
	A.mali	A.ctri	A.fumri	A.oxali	A.tartri	A.mali	A.ctri	A.fumri	A.oxali	A.tartri
Deglet Nour	308mg	64mg	281mg	435mg	54mg	392mg	72mg	191mg	462mg	57mg
Mech Degla	378mg	41mg	296mg	446mg	62mg	430mg	24mg	348mg	534mg	43mg
Ghars	823mg	00mg	296mg	748mg	56m	934mg	26mg	348mg	778mg	49mg

Les quantités de l'acide malique les plus élevées sont trouvées dans les extraits du cultivar Ghars de la région d'Ourelal avec 934mg/100Mg (MF) puis celle de la région de Sidi-Okba, la valeur la plus basse est enregistrée dans l'extrait du cultivar Deglet Nour de la région de Sidi-Okba avec 308 mg/100Mg (MF). Le cultivar Mech Degla présente des valeurs moyennes entre ceux des cultivars Deglet Nour et Ghars, mais le cultivar de Mech Degla d'Ourelal a la quantité la plus élevée. En effet, les données de la région d'Ourelal restent toujours les plus importantes pour les trois cultivars par rapport à la région de Sidi-Okba. Des

résultats similaires concernant l'acide oxalique et le cultivar Ghars des deux sites contiennent les quantités élevées de l'acide malique et oxalique, par contre le cultivar Deglet Nour contient des quantités basses de ces deux acides(Tab.14).

Pour l'acide fumarique, les quantités extraites des trois variétés de la région de Sidi-Okba sont presque semblables mais celles de la région d'Ourelal, il est plus présent dans les extraits des cultivars Mech Degla et Ghars. Les acides citrique et tartrique sont minimes avec d'autres types d'acides(Tab.14).

L'analyse qualitative des extraits de trois cultivars a permis l'illustration à travers les chromatogrammes des différents composants en acides organiques. Les figures 23,24 et 25 présentent la composition des trois cultivars.

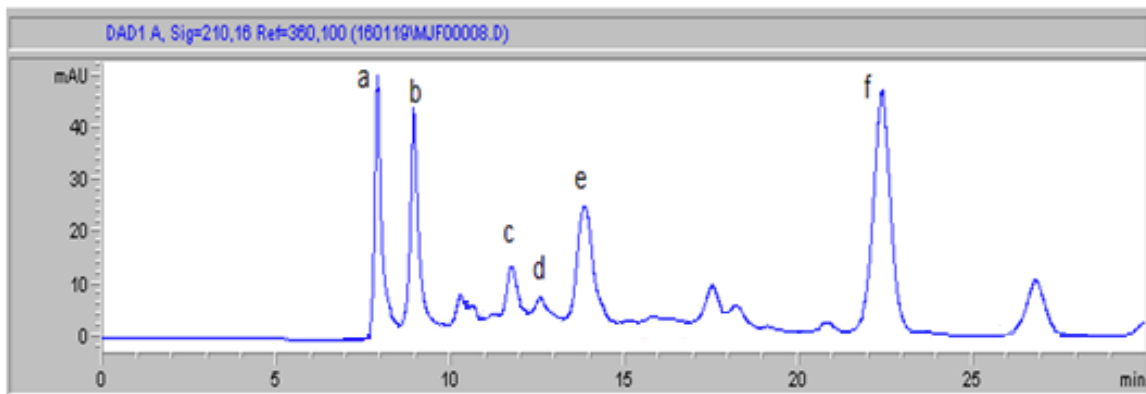


Figure 23 : Chromatogramme des acides organique de Deglet Nour(a : acide phytique ; b : acide oxalique ; c : acide citrique ; d : acide tartrique ; e : acide malique ; f : acide fumarique)

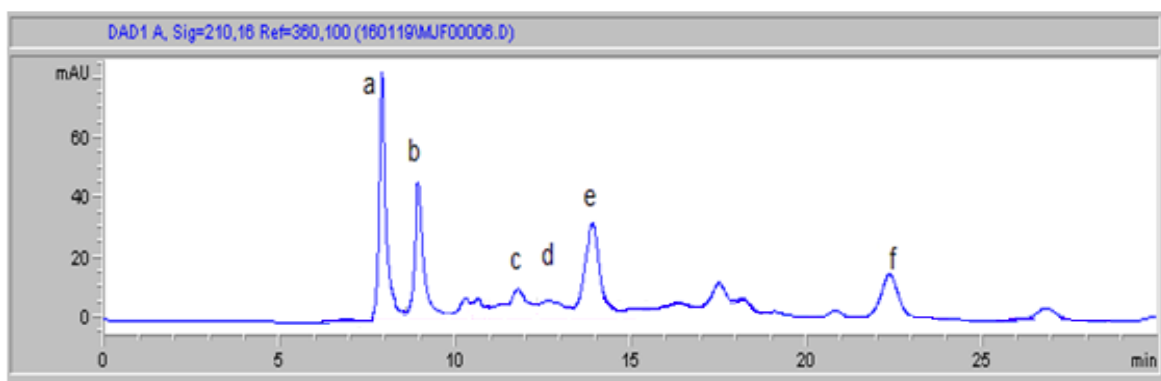


Figure 24: Chromatogramme des acides organique de Mech Degla (a : acide phytique ; b : acide oxalique ; c : acide citrique ; d : acide tartrique ; e : acide malique ; f : acide fumarique)

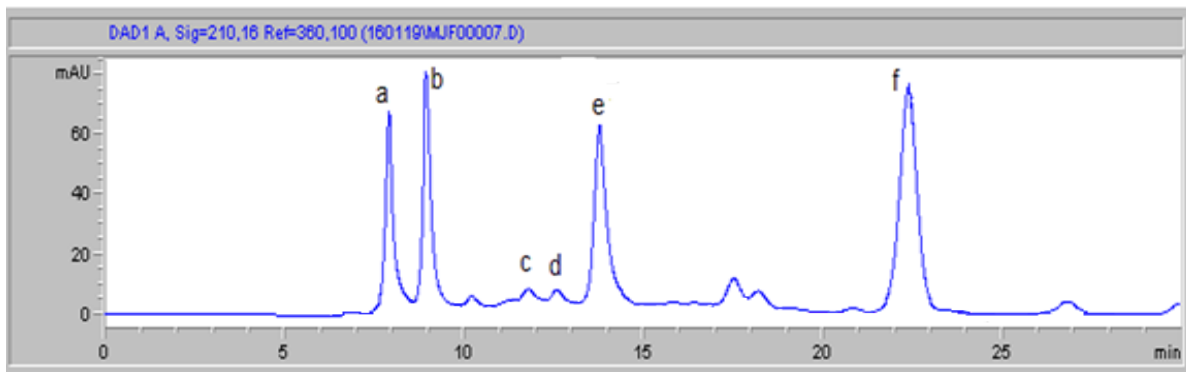


Figure 25 : Chromatogramme des acides organiques du Ghars(a : acide phytique ; b : acide oxalique ; c : acide citrique ; d : acide tartrique ; e : acide malique ; f : acide fumarique)

La présence d'acide organique affecte le goût du fruit et l'acidité joue un rôle important dans la qualité des fruits, (**Bernard, 2012**). Selon le même auteur, le niveau des acides organiques et leur nature est extrêmement variable en fonction des espèces végétales. A titre d'exemple l'acidité de la pulpe de la banane est due au cours de la maturation à l'accumulation de l'acide malique, citrique et oxalique, (**Bernard, 2012**).

La composition des dattes en acides organiques est variables et il ya peu d'études connues sur ce domaine. L'étude de la variété iranienne «**Barhee**» a détecté des taux élevés d'acide malique durant les premiers stades de développement, mais au stade maturation les acides succinique et citrique deviennent respectivement les plus abondants, (**Mortazavi, 2010**).

Donc, chez les cultivars Algériens, la composition en acides organiques est dominées par trois acides majeurs le malique, l'oxalique et le fumarique. Chez de nombreux fruits, le malate (acide malique) est l'un des acides les plus répandu, il est un acteur important dans de nombreuses fonctions cellulaires tel que le contrôle de l'ouverture des stomates, l'amélioration de la nutrition, l'augmentation de la résistance aux métaux lourds (**Bernard, 2012**). Le malate synthase responsable de la synthèse de l'acide malique ne s'exprimera spécifiquement que dans les tissus impliqués dans la maturation (**Bernard, 2012**). Le rôle de cet acide en association avec les sucres dans l'attraction des insectes ravageurs est déjà cité précédemment (**Derridj et Wu, 1996**).

Donc, les taux élevés en acides organiques ont contribué à l'acidité de la variété Ghars des deux sites et de même pour la variété Mech Degla. Mais la richesse en saccharose et en sucres totaux fait la différence et peut justifier le taux d'infestation élevé des dattes Mech Degla et sa préférence comme plante hôte par la pyrale des dattes. Les mêmes conclusions se projettent sur le cultivar Deglet Nour.

En résumé la pyrale des dattes des sites étudiées dans la région de Biskra préfère des dattes légèrement acides à neutre, plus riches en saccharose et en sucres totaux avec des teneurs en humidité et en acides organiques assez faibles. De plus, les taux d'infestations élevés qui ont touchés les cultivars (Deglet Nour et Mech Degla) qui présentent les caractères précédents sont signalés dans la palmeraie d'Ourelal, dans cette région, on a enregistré les températures les plus élevées durant la période d'étude.

Donc, l'interaction de plusieurs facteurs influe sur le comportement de l'insecte ravageur. *A. ceratoniae* attaque l'ensemble des cultivars des dattes mais les niveaux sont spécifique pour chaque variété en fonction de ses caractères morphologique et biochimique ainsi qu'aux conditions ambiantes qui entourent la plante hôte surtout la température.

III.6. Interactions insecte ravageur-plante hôte

III.6.1. Résultats et discussion

Afin d'illustrer la contribution de chaque facteurs et son influence sur le comportement de la pyrale des dattes qui se manifeste sous forme des fluctuations de populations et d'infestations des dattes, nous avons opté à établir une cartographie ou un regroupement des trois cultivars des deux sites en fonction de leurs composition biochimiques et leur origine. Une analyse en composantes principale est avéré nécessaire. Les variables utilisés sont toutes quantitatives. Les variables ont été codées et le traitement des données est effectué sous le logiciel SPSS.

Tableau 15: Les corrélations entre la composition biochimiques des dattes et le taux d’infestation des dattes par *A. ceratoniae*

	H%	PH	Tfr	Tgl	Tscc	Tst	Am	Ac	Af	Ao	Atr	Iqu	Tinf
H%	1,0												
PH	0,72	1,0											
Tfr	0,71	0,13	1,0										
Tgl	0,69	0,12	1,0	1,0									
Tscc	-0,73	-0,13	-0,99	-0,99	1,0								
Tst	0,31	-0,69	-0,25	-0,27	-0,20	1,0							
Am	0,64	-0,06	0,98	0,98	-0,98	-0,31	1,0						
Ac	-0,17	0,32	-0,76	-0,78	0,73	0,50	-0,76	1,0					
Af	-0,34	-0,64	0,34	0,36	-0,28	-0,87	-0,44	0,63	1,0				
Ao	0,58	-0,02	0,98	0,98	-0,96	-0,35	0,98	-0,84	0,49	1,0			
Atr	0,27	0,10	-0,13	-0,15	0,08	0,19	-0,21	0,45	0,60	0,31	1,0		
Iqu	-0,86	-0,43	-0,76	-0,75	0,75	0,15	-0,70	0,30	0,02	-0,65	-0,3	1,0	
Tinf	-0,05	0,57	-0,71	-0,72	0,68	0,78	-0,74	0,87	-0,79	-0,78	0,23	0,35	1,0

- Teneur en fructose (**Tfr**),
- Teneur en glucose (**Tgl**),
- Teneur en saccharose (**Tscc**),
- Teneur en acide malique (**Am**),
- Teneur en acide oxalique (**Ao**),
- Teneur en sucres totaux (**Tst**)
- Humidité des fruits de datte (**H%**),
- Teneur en acide citrique (**Ac**),
- Teneur en acide fumarique (**Af**),
- Teneur en sucres totaux (**Tst**),
- Acidité des dattes (**PH**),
- Indice de qualité (**Iqu**),
- Taux d’infestation (**Tinf**),
- Teneur en acide tartrique (**Atr**).

Des corrélations positives entre la composition biochimique des dattes et le taux d’infestation des dattes par *A. ceratoniae* représentées dans le Tableau 15. Les coefficients les plus élevés (0,87 et 0,78) qui sont observés sont respectivement la teneur en acide citrique et la teneur en sucres totaux. Des corrélations négatives sont remarquées entre le taux d’infestation et les teneurs en sucres réducteur et en acide malique, fumarique et oxalique. La valeur la plus faible est enregistrée pour le taux d’humidité des dattes avec (-0,05) Tabl. 15.

L’acide malique présente des corrélations très significatives, positives avec les sucres réducteurs et négative avec le saccharose mais faible avec les sucres totaux.

L'ACP, basée sur 13 variables montre une contribution dominante des premières composantes avec 91,50 %. Ces dernières représentent les variables, teneur en fructose et saccharose. Toutefois, il faut noter que la teneur en fructose (Tfr) et en saccharose (Tsc) contribuent respectivement avec 58,32% et 33,18% de la variance observée au sein des caractères analysés. A partir de la matrice de composantes, on a pu déceler les variables les plus importantes (Tab. 16) et au moyen de l'ACP, ces derniers sont regroupés selon la nature de leurs corrélations (positive ou négative) (Fig. 26).

Tableau 16: La matrice de composantes sur la base des constituants biochimiques et le taux d'infestation

	Composante	
	1	2
Teneur en fructose (Tfr)	,982	-,171
Teneur en saccharose (Tsc)	-,980	,131
Teneur en glucose(Tgl),	,980	-,190
Teneur en acide malique(Am)	,954	-,251
Teneur en acide oxalique(Ao)	,936	-,312
Indice de qualité(Iqu)	-,843	-,204
Humidité des fruits de datte (H%)	,826	,550
Teneur en acide citrique(Ac)	-,662	,610
Teneur en acide fumarique (Af)	,199	-,914
Acidité des dattes(PH)	,301	,885
Teneur en sucres totaux(Tst)	-,141	,878
Taux d'infestation(Tinf)	-,587	,796

La projection des variables sur les plans CP 1* CP 2 représentée dans la Figure 26, présente graphiquement le regroupement des variables hautement corrélés sur le plan CP 1 côté positif, tels que la teneur en fructose, la teneur en glucose et la teneur en acide malique et l'humidité des dattes. Sur le côté négatif du CP1 se positionne le taux d'infestation qui est en corrélation négative avec les constituants déjà cités, mais en corrélation positive avec la teneur en saccharose, indice de qualité et l'acide citrique (Fig. 26).

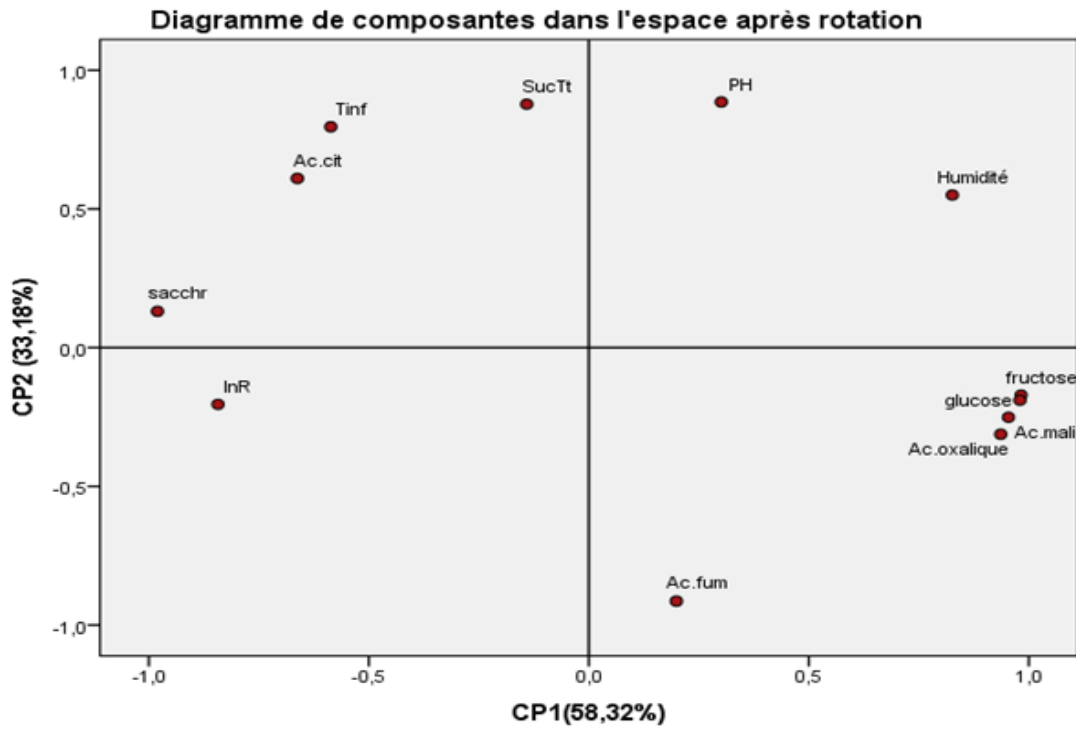


Figure 26 : Projection graphique des variables (interaction composés biochimiques des dattes

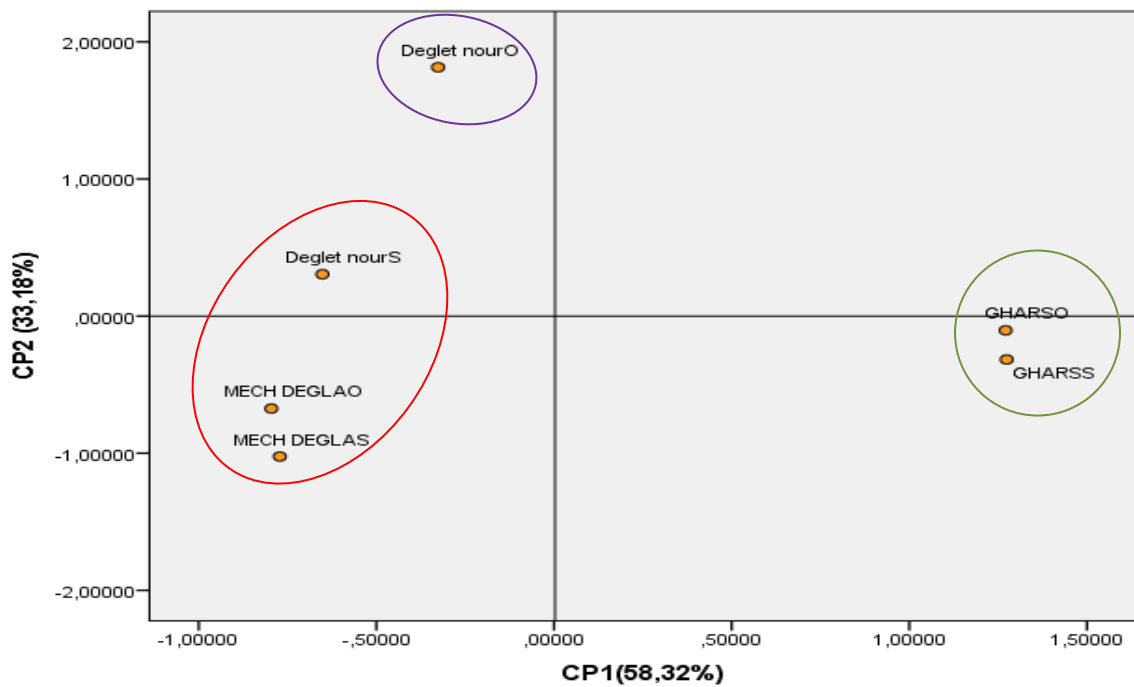


Figure 27 : Projection graphique des cultivars des sites d'études (Ourelal (O) et SidiOkba(S)) sur les plans axes CP 1* CP 2

La projection des cultivars sur les plans CP 1* CP 2 des variables représentée dans la (Fig. 27), a permis de distinguer trois groupes. Le premier groupe qui se situe dans la partie

positive du CP1, et négative du même axe. Ce groupe comprend le cultivar Ghars des deux sites Sidi Okba et Ourelal, ce côté regroupe des variables très puissantes à savoir : la teneur en fructose, la teneur en glucose et la teneur en acide malique, le pH et l'humidité des dattes. Ce qui confirme l'influence négative de l'association de ces composants dans un cultivar donné sur le comportement de choix et de ponte chez la pyrale de dattes. Ces constatations justifient les faibles taux d'infestation de la variété Ghars.

En effet, le dendrogramme des trois groupes est constitué de deux principales branches et trois clusters. Les cultivars Ghars des deux sites Sidi Okba et Ourelal forment le cluster de la première branche, par contre la deuxième branche est constituée d'un cluster contenant seulement le cultivar Deglet Nour de la région d'Ourelal et d'un deuxième composé de cultivar Degle Nour de la région de SidiOkba et de cultivar Mech Degla des deux sites Sidi Okba et Ourelal (Fig. 28).

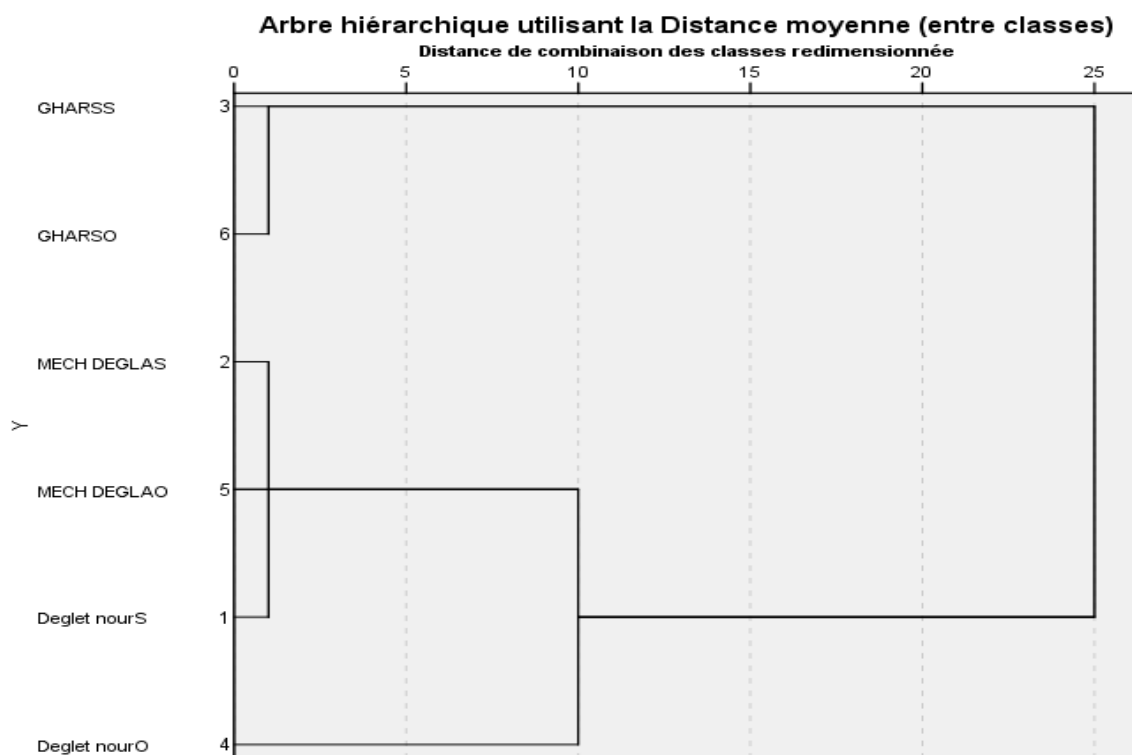


Figure 28: Dendrogramme d'une classification hiérarchique basée sur le Carré de la distance Euclidienne utilisant la distance moyenne entre les trois cultivars

Le deuxième groupe est formé de la variété Deglet Nour de la région d'Ourelal, configuré dans le côté négatif de plan CP1 et positif de plan CP2, ce cultivar est projeté à côté des variables; teneur en sucres totaux, pH des dattes et taux d'infestation. Ces résultats indiquent que la préférence de ce cultivar par la pyrale des dattes est due probablement à sa richesse élevée en sucres totaux et son pH qui est presque neutre.

Le troisième groupe est formé du cultivar Deglet Nour de la région de SidiOkba et du cultivar Mech Degla des deux sites Sidi Okba et Ourelal, ces cultivars sont projetés à côté des variables, teneur en sucres totaux, PH des dattes et taux d'infestation. Ces résultats indiquent l'importance de la richesse des cultivars de dattes en saccharose et le rapport des sucres par rapport à l'humidité et la relation étroite entre ces variables et les taux d'infestation par la pyrale des dattes.

Cette analyse montre que la variabilité de la teneur en sucres (totaux, saccharose, glucose et fructose) des trois cultivars de consistances différentes et d'origine différente sont les variables qui possèdent la plus puissante inertie et contribuent le plus dans la séparation des trois groupes de cultivars sur le plan d'ACP.

En conclusion de notre études, dans la région de Biskra et sous ces conditions climatiques arides, la pyrale des dattes présente une préférence pour se nourrir et pond ses œufs sur des dattes demi-molles à sèches au stade de maturation. Le pH de ces dattes est neutre à légèrement acide. Ces fruits sont riches en sucres totaux et en saccharose avec un indice de qualité assez élevé. Le cultivar Deglet Nour reste l'hôte préféré de la pyrale des dattes et les niveaux des attaques différents d'un site à un autre dans la même région car chaque site produit la Deglet Nour avec des caractéristiques spécifiques liées aux conditions climatiques, édaphiques et culturales.

CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES

L'*Apomyelois ceratoniae* est sans doute l'ennemi le plus redoutable de la production dattière dans la région des Ziban, l'infestation des dattes quelque soit la variété déprécie énormément leur qualité marchande.

L'étude de l'impact des conditions climatiques sur la distribution spatiale temporelle des adultes de la Pyrale des dattes, a concerné essentiellement le suivi de la dynamique des populations, l'évaluation de la variation des vols des adultes de pyrale à travers les pièges à phéromone, sous l'effet des températures et en fonction des stades de développement des dattes durant la période de suivi, dans les deux biotopes différents dans la région de Sidi Okba (Est), et la région d'Ourelal (Ouest). D'une manière claire nous avons pu répondre au questionnement en début de ce travail ;

- ✓ Le Changements climatique (Réchauffement) est une réalité ;
- ✓ *A.ceratoniae* dans les deux biotopes présente un cycle de développement marqué par l'existence de trois générations ;
- ✓ la troisième génération coïncide avec la maturité des dattes (stade Tmar) surtout pour la Deglet Nour et c'est elle la responsable à la dépréciation de la qualité dattière ;
- ✓ La variation de la fluctuation des populations de la pyrale des dattes dans les deux sites pour les deux années 2014 et 2016 semble influencée par la variation des températures et une évolution proportionnelle ;
- ✓ Cette étude peut être utile le réseau de veille phenologique initié par le CRSTRA en 2012 afin de mettre une stratégie d'alerte précoce sur les risques climatiques qui influencent à la fois les stades de développement du palmier dattier et des dattes ainsi que l'apparition des leurs ennemis ;
- ✓ Le suivi des taux d'infestations a révélé que ces taux commencent dès le passage du stade Blah vers le stade B'ser pour avoir son maximum au stade Tmar pour tous les cultivars mais à des niveaux différents. La datte à ce stade constitue un milieu nutritionnel préférable pour cet insecte et ce qui se traduit par des pertes économiques importantes ;
- ✓ Les variations des stades phénologiques du palmier dattier quelque soit le cultivar semble influencées par le facteur température. Cette dernière provoque le rétrécissement de certains stades et des fois allongement d'autres stades. De même l'état de l'entretien de la palmeraie influence sur le taux d'infestation.

Comme perspectives:

Ce travail a montré l'effet de l'impact du climat sur l'évolution du redoutable ravageur la pyrale des dattes en relation avec les stades de développement des dattes de trois cultivars. Toute fois, ce travail mérite d'être poursuivi par d'autres études bien approfondies sur l'impact des conditions climatiques sur d'autres cultivars en relation avec la pyrale pour déterminer les limites de développement de cet ennemi pour enfin proposer des solutions pratiques aux agriculteurs de les aider à lutter de façon raisonnable et efficace contre ce ravageur et de limiter l'ampleur des dégâts sur la production dattière.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Absi R., 2013 -Analyse de la diversité variétale du Palmier Dattier (*Phoenix dactylifera L.*): Cas des Ziban (Région de Sidi-Okba).Mémoire Magister. Université de Biskra, 105p.

Ahmadi B, Moharramipour S & Sinclair B.J., 2016. Overwintering biology of the carob moth *Apomyelois ceratoniae* (Lepidoptera: Pyralidae). *International Journal of Pest Management*, 62:1, 69-74p. DOI: 10.1080/09670874.2015.1102984

Alrubeai H.F., 1987. Growth and development of *Ectomyelois ceratoniae* (Lepidoptera: Pyralidae) under laboratory mass-rearing conditions. *Journal of stored Production Research*, 23(3):133-135p.

Ascerno M.E., 1991 - Insect phenology and integrated pest management. *Journal of Arboriculture* 17(1):13-15p.

Ayachi N., 2002. Contribution à l'étude de quelques caractéristiques morphologiques et biochimiques de huit cultivars de palmier dattier (*Phoenix dactylifera L*) dans la région d'Ouled-Djellal (Biskra). Mémoire d'ingénieur. Université de Batna 66 p.

Baghdadli I., 2012.L'influence du changement climatique sur les ressources en eaux du Meffrouch. Mémoire de Magister. Université deTlemcen, 89 p.

Banafsheh A., Saeid M. and Brent J.S., 2016.Overwintering biology of the carob moth *Apomyelois ceratoniae* (Lepidoptera: Pyralidae). *International Journal of Pest Management*, 62(1): 69-74p. [Http://dx.doi.org/10.1080/09670874.2015.1102984](http://dx.doi.org/10.1080/09670874.2015.1102984)

Belguedj M., 2002. Les ressources génétiques du palmier dattier : caractéristiques des cultivars de dattier dans les palmeraies du Sud-est algérien. *Revue annuelle de l'INRAA N1* : 28-289p.

Ben Chaabane M., 2007. Composition biochimiques de la datte (Deglet –nour) évolution en fonction de la maturation et formation de la couleur et des arômes .Thèse de Doctorat, INA El Harrach (Alger), 123 p.

- BenSalah M.K., 2015.** Essai de lutte Biologique contre la pyrale des dattes *Apomyelois ceratoniae* Zeller, 1839 (Lepidoptera:Pyralidae) par l'utilisation de *Phanerotoma flavitestacea* fisher (Hymenoptera:braconidae) et *Bracon hebetor* say (Hymenoptera: Braconidae) DA, *Courrier du savoir*, vol. 1839, pp. 101–108.
- Berggren A.C., Bjorkman H., Bylund & Ayres M.P., 2009.** The distribution and abundance of animal populations in a climate of uncertainty. *Oikos* 118: 1121-1126p.
- Bernard E., 2012.** Dynamique et mise en place des mécanismes associés à l'élaboration de la banane : Étude du mécanisme des acides organiques. Mémoire de stage, CIRAD Station Neufchâteau, Guadeloupe, 98p.
- Blandford S., Thomas M.B , Pugh C. & Pell J.K., 2003.** Temperature checks the Red Queen? Resistance and virulence in a fluctuating environment. *Ecology Letters* 6: 2-5p.
- Bouafia S., 1985.** *Bio-écologie du Boufaroua : Olygonychus afrasiaticus (Mc.Gregor) (Acarina-Tetranychidae) à l'I.T.A.S. d'Ouargla et utilisation de Trichogramma embryophagum (Hartig) comme agent de lutte biologique contre la pyrale des dattes Ectomyelois ceratoniae (Zeller).* Mémoire Ingénieur. I.N.A., El-Harrach, Alger, 67 p.
- Boucetta D., 2018.** *Effets des changements climatiques sur les cultures pratiquées et les ressources en eau dans la région de Biskra.* Mémoire de Magister. Université de Biskra, 186p.
- Booij I., Piombo G., Risterucci J.M., Coupe M., Thomas D., Ferry M., 1992.** Etude de la composition chimique des dates à différents stades de maturité pour la caractérisation variétales de divers cultivars de palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.), *Fruits*, 47,667-677p.
- Bourgeois G.D., Plouffe G., Chouinard N., Beaudry D., Choquette O., Carisse and De EllJ., 2008.** The Apple CIPRA Network in Canada: Using Real-Time Weather Information to Forecast Apple Phenology, Insects, Diseases and Physiological Disorders. *Acta Horticolae*. 803, *ISHS 2008*: 29-34p.
- Boutaida N., 2004.** *Etude de la composition biochimique de la datte variété sèche « Mech Degla».* Mémoire d'Ingénieur. Université de Batna, 30 p.

Brodeur J., Boivin G., Bourgeois G., Cloutier C., Doyon J., Grenier P. et Gagnon A.E. 2013. Impacts des changements climatiques sur le synchronisme entre les ravageurs et leurs ennemis naturels : conséquences sur la lutte biologique en milieu agricole au Québec. Rapport Ouranos. Rapport final projet Ouranos No 5500005-103.

Chabane M., 2012 - Comment concilier changement climatique et développement agricole en Algérie? Territoire en mouvement. Revue de géographie et aménagement n°14 et 15. Inégalités et iniquités face aux changements climatiques, 72-91p.

Chuine I. and Cour P., 1999 - Climatic determinants of budburst seasonality in four temperate-zone tree species. *New Phytologist*, 143(2): 339-349p.

Castagneyrol B., 2012. *Rôles fonctionnels et structurels de la biodiversité sur les communautés d'insectes et l'herbivorie associée : une approche expérimentale.* Thèse de Doctorat. Université de Bordeaux 1, France, 224p.

Cock M.J.W., Biesmeijer, J.C., Cannon R.J.C., Gerard P.J., Gillespie D., Jiménez J.J., Lavelle P.M. & Raina S.K., 2011. Climate change and invertebrate genetic resources for food and agriculture: State of knowledge, risks and opportunities. Background Study Paper. No. 54. Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture.

Coope G.R., 2004. Several million years of stability among insect species because of, or in spite of, ice Age climatic instability? *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 359: 209-214p.

Couturier, G., 2003. Technologie des fruits et des légumes. Relation entre la maturation et la qualité des fruits, Technologie Agro-alimentaire, Formation FONTANET.

Cox P.D., 1975. The influence of photoperiod on the *Ephestia calidella* (Guenee) and *Ephestia figulilella* Gregson (Lepidoptera: Phycitidae). *Journal of Stored Production Research*, Vol.11: 75-85p.

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

Cox P D., 1979. The influence of photoperiod on the life-cycle of *Ectomyelois ceratoniae* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Stored Production Research*. Vol. 15, 111-115p.

Dale V.H., Joyce L.A., McNulty S., Neilson R.P., Ayres M.P., Flannigan M.D., Hanson P.J., Irland L.C., Lugo A.E., Peterson C.J., Simberloff D., Swanson F.J., Stocks B.J. et Wotton B.M., 2001. Climate change and forest disturbances. *Bioscience*, 51(9): 723–734p.

Das H.P., 2004. Adaptation strategies required to reduce vulnerability in agriculture and forestry to climate change, climate variability and climate extremes. In Organization météorologique mondiale (OMM). *Management Strategies in Agriculture and Forestry for Mitigation of Greenhouse Gas Emissions and Adaptation to Climate Variability and Climate Change*, pp. 41–92. Report of CAgM Working Group. Technical Note No. 202, WMO No.969, Genève, OMC.

Davies Z.G., Wilson R.J., Coles S. et Thomas C.D., 2006. Changing habitat associations of a thermally constrained species, the silver-spotted skipper butterfly, in response to climate warming. *Journal of Animal Ecology*, 75: 247–256p.

Derridj S. et Wu B. R., 1996. Information biochimique présentes à la surface des feuilles. Implication dans la sélection de la plante hôte par l'insecte. Actes des 5^{ème} journées du groupe de travail relations insectes-plantes, 26 – 27 octobre 1995, Montpellier, France. Colloques, CIRAD-CA, Montpellier, France, pp 43 – 51.

De Sassi C. & Tylianakis J.M., 2012. Climate change disproportionately increases herbivore over plant or parasitoid biomass. *PLOS One* 7: 40557 1-8p.

Dhouibi M. H., 1982. *Etude bioécologique d'Ectomyelois ceratoniae Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) dans les zones présahariennes de la Tunisie.* Thèse de Docteur Ingénieur, Université Pierre et Marie Curie, France, 164p.

Djazouli., Alem., Drir., Mostefaoui., et Doumandji-Mitiche., 2009. Apports des infochimiques (médiateurs chimiques) dans l'évaluation du potentiel biotique de la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* dans les palmeraies anthropisées. Université de Blida et INA El Harrach, Alger pp.270.

- Djebhlahi A.H. et Serraye N., 2010.** *Étude du niveau d'infestation par la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* Zeller., 1839 (Lepidoptera, Pyralidae) sur trois variétés de datte (Deglet Nour, Mech Degla et Ghars), sa dynamique de population et essai de lutte intégrée dans la région de Biskra.* Mémoire d'Ingénieur. Université de Biskra, 45 p.
- Djnien O., 2004.** *Contribution à l'étude de quelques paramètres morphologiques du pied et du fruit de quelques cultivars de palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) dans la région de Chetma (Wilaya de Biskra).* Mémoire d'Ingénieur. Université de Batna. 79p.
- Doumandji S., 1981.** *Biologie et écologie de la pyrale des caroubes dans le nord de l'Algérie, *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera : pyralidae).* Thèse de Doctorat. Université Pierre et Marie Curie. Paris .France, 145 p.
- 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): 14-37p.
- Dousset B., Gourmelon F., 2003.** Surface temperatures of the Paris basin during summertime, using satellite remote sensing data. *5th International Conference on Urban Climate*, Sep 2003, Lodz, Poland. 1-4 p.
- Dridi B., Baouchi H., Bensalah K., Zitoun A., 2001.** Présentation d'une nouvelle méthode biotechnique de lutte contre le ver de la datte *Ectomyelois ceratoniae* Zeller dite technique des insectes stériles. *Journées Techniques phytosanitaire. Ed. I.N.P.V.* pp. 58-70.
- English-Loeb G.M., 1990.** Plant drought stress and outbreaks of spider mites: a field test. *Ecology* 71: 1401–1411p.
- Estanove P., 1990.** Note technique : valorisation de la datte (système agricole oasiens). In Options méditerranéennes. Série A, N° 11, Ed. *CIHEAM*. 301- 318p.
- Falusi M., and Calamassi R., 1996.** Geographic variation and bud dormancy in beech seedlings (*Fagussylvatica* L). *Annales Des Sciences Forestières*, vol. 53, n° 5, pp. 967-979.
- Farah A.K., 2014.** *Changement climatique ou variabilité climatique dans l'Est algérien.* Mémoire de Magistère. Université de Constantine1, 127p.

Forkner R.E., Marquis R.J., Lill J.T. et Le Corff J., 2008. Timing is everything? Phenological synchrony and population variability in leaf-chewing herbivores of *Quercus*. *Ecological Entomology*, 33: 276–285p.

Francoeur X.W., 2012. *Effets des changements climatiques sur la phénologie printanière de l'avifaune du Québec*. Mémoire maître en sciences. Université du Québec, 106p.

Gagnon A.E., Roy M. et Roy A., 2013. Impacts directes et indirectes sur les ennemies des cultures. Document de synthèse. Ed : *OURANOS*, 80p.

GIEC., 2007. Bilan des changements climatiques. Contribution des Groupes de travail I, II et III au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat [Équipe de rédaction principale, Pachauri, R.K. et Reisinger, A. GIEC, Genève, Suisse, 103 p.

Gothilf S., 1969. The biology of the carob moth *Ectomyelois ceratoniae* Zell. In Israel. Part 2. Effet of food, temperature and humidity on development. *Israel journal of entomology*, 4:pp107-116.

Guay J.F., Boudreault S., Michaud D & Cloutier C., 2009. Impact of environmental stress on aphid clonal resistance to parasitoids: Rôle of *Hamiltonella defense* bacterial symbiosis in association with a new facultative symbiont of the pea aphid. *Journal of Insect Physiology*, 55: 919-926p.

Godfray H.C.J., Hassell M.P. & Holt R.D., 1994. The population dynamic consequences of phenological asynchrony between parasitoids and their hosts. *Journal of Animal Ecology* 63: 1-10p.

Gordo O., and Sanz J.J., 2005. Phenology and climate change: a long-term study in a Mediterranean locality. *Oecologia*, 146: 484–495p.

Haddad L., 2000. *Quelques données sur la bio-écologie d'Ectomyelois ceratoniae* (Zeller, 1839) dans les régions de Touggourt et Ouargla, en vue d'une éventuelle lutte contre ce prédateur. Mémoire Ingénieur, I.T.A.S., Ouargla, 62 p.

Hadjeb A., 2012. *Influence de la qualité nutritive de trois variétés Influence de la qualité nutritive de trois variétés de dattes sur le potentiel biologique de la Pyrale dattes sur le potentiel biologique de la Pyrale des dattes Ectomyelois ceratoniae (Zeller, 1839).* Mémoire de Magistère. Université de Biskra, 56p.

Hadjeb A., 2017. *Étude bioécologique et répartition spatio-temporelle de la pyrale des dattes Ectomyelois ceratoniae Zeller, 1839 (Lepidoptera, Pyralidae) dans des oasis de la wilaya de Biskra. Étude du comportement alimentaire et essai de lutte.* Thèse de Doctorat. Université Biskra, 123p.

Hance T., Vanbaaren J., Vernon P. & Boivin G., 2007. Impact of extreme temperatures on parasitoids in a climate change perspective. *Annual Review of Entomology* 52: 107-126p.

Harpaz I., and WysokiM., 1984. Susceptibility of the carob moth, *Ectomyelois ceratoniae*, to *Bacillus thuringiensis*. *Phytoparasitica* 12(3-4): 189-191p.

Hasegawa S. and Smolensky D.S., 1970. Date invertase properties and activity associated with maturation and quality, *Journal of Agriculture food and chemistry*.18 (15) pp: 902-904.

Idder A., 1984. *Inventaires des parasites d'Ectomyelois ceratoniae Zeller dans les palmeraies d'Ouargla et lâchers de Trichogramma embryophagum Hartig contre cette pyrale.* Mémoire ingénieur, I.N.A.EL Harrach, Alger, 70p.

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

Idder M.A., 2011. *La lutte biologique en palmeraies Algériennes cas de la cochenille blanche (Parlatoria blanchardi), de la pyrale des dattes (Ectomyelois ceratoniae) et du Boufaroua (Olygonichus afrasiaticus).* Thèse Doctorat. ENSA El-Harrach, 140p.

Idder M.A., Ighili H, Mitiche B., Chenchouni H., 2015. Influence of date fruit biochemical characteristics on damage rates caused by the carob moth (*Ectomyelois ceratoniae*) in Saharan oases of Algeria. *Scientia Horticulturae* 190, 57–63p.

Jactel, H., and BrockerhoffE. G., 2007. Tree diversity reduces herbivory by forest insects. *Ecology Letters*10:835-848p.

Kanner J., El maleh H., ReveniO., Ben Gera I., 1978. Invertase (fructofuranosidase) activity in three date cultivars. *Journal of Agriculture Food Chemistry*, 26, 1238-1240 pp.

Khenfar B., 2004. *Contribution à l'étude de quelques caractéristiques morphologiques de quatre cultivars de palmier dattier (Phoenix dactylifera L) dans la région Droh (Biskra).* Mémoire d'ingénieur. Université Batna, 78p.

Kenaoui M.M., 2009. *Ectomyelois (Myelois) ceratoniae Zeller (Lepidoptera : Pyralidae) CarobMoth.* 3p. www.iraqi-datepalm.net.

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 d'Ingénieur. Université de Biskra, 60 p.

Khettache H., 2003. *Contribution à l'étude de quelques paramètres morphologiques du pied et du fruit de quelques cultivars de palmier dattier (Phoenix dactylifera L.) dans la région d'El-Outaya (Wilaya de Biskra).* Mémoire d'ingénieur. Université Batna, 86p.

Klein F., Plard F.,Warnant C.,CapronG.,Gaillard J.M.,Hewison M. et Bonenfant C., 2014. Chèvrefeuille face aux changements climatiques : une adaptation impossible ? *Faune sauvage* N°303 : 2ème trimestre 9-35p.

Kumbasli M., 2005. *Etude sur les composés polyphénoliques en relation avec l'alimentation de la tordeuse des bourgeons de l'épinette (Choristoneura fumiferana Clem).* Thèse Doctorat. Université Laval. Québec, 176 p.

Lakhdari F., Roumani M., Nia B., Bensalah M.K., Bencheikh A, Z Benguega Z., Koul N., Lakhdari K., Dakhia N & Benaziza A., 2016. Réseau de veille phenologique et changements climatiques en milieu oasisien. *Journal Algérien des Régions Arides (JARA) CRSTRA*, Numéro spécial- Canicule, 82-88p.

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

Le Berre M., 1978. Mise au point sur le problème du ver de la datte *Myelois ceratoniae Zeller.* *Bulletin d'Agronomie Saharienne*, vol. 1, no. 1, pp. 35-36.

Lebourgeois F., Pierrat J.C., Perez V., Piedallu C., S. C. et Ulrich E., 2008. Déterminisme de la phénologie des forêts tempérées françaises : Etude sur les peuplements du RENECOFOR. *Revue Forestière Française*, vol. 60, n° 3, pp. 323-343.

Lecroart J., Jouan R. et Russo L., 2013. L'adaptation aux effets du changement climatique en haute et Basse-Normandie. Rapport technique final. ARTELIA – Climat Energie et SGAR Haute-Normandie.

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

Lepoivre, P., 2001. Les systèmes de production agricole et la protection des cultures à la croisée des chemins. *Biotechnologie Agronomie Société et Environnement*. 5 (4) : 195-199p.

Logan J.A., Régnière, J., Gray D.R. et Munson A.S., 2007. Risk assessment in the face of a changing environment: Gypsy moth and climate change in Utah. *Ecological Applications*, 17(1): 101–117p.

Lewis S.L. 2006. Tropical forests and the changing earth system. *Philosophical transactions of the Royal Society B*, 361: 195–210p.

Maatallah S., 1970. *Contribution à la valorisation de la datte Algérienne*. Mémoire d'Ingénieur, INA. El-Harrach, 121p.

Mamay M, Ünlü L; 2013. Determination of adult population development and harmful rate of Carob moth, *Apomyelois ceratoniae* Zell.(Lepidoptera: Pyralidae) in pomegranate orchards in Sanliurfa Province. *Turkish Entomology Bulletin*, 3 (3): 121-131p.

Mamay M., İkinci A., Ünlü L., Dogan E., 2014. Infestation rate and host preference of Carob moth [*Apomyelois* (= *Ectomyelois*) *ceratoniae* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae)] on different pomegranate cultivars. *Turkish Entomology dergisi*, 38 (1): 101-110.

Mcpolin B.Y.O., 2009. An introduction to HPLC for pharmaceutical analysis, *Mourne Train. Service*, vol. 44, pp. 1–137.

Médail F., et Quézel P., 2003. Conséquences écologiques possibles des changements climatiques sur la flore et la végétation du bassin méditerranéen. *Boccone* 16(1): 397-422p..

Mediouni Ben Jemâa J., Haouel S., Khouja M. L., 2013. Efficacy of Eucalyptus essential oils fumigant control against *Ectomyelois ceratoniae* (Lepidoptera: Pyralidae) under various space occupation conditions. *Journal of Stored Products Research*, 53: 67-71p.

Mehaoua M.S, Bensalah M.K, Rafrafi T, Kebeci H, Nadji T, Ouakid M.L., 2009. Etude de quelques aspects bioécologiques de la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* Zeller, 1839 (Lepidoptera, Pyralidae) et essai de lutte biologique par le spinosad dans les conditions contrôlées. Séminaire International de Protection et Préservation des Écosystèmes Sahariens, Ouargla les 13, 14 et 15 décembre 2009.

Mehaoua M.S., 2014. *Abondance saisonnière de la pyrale des dattes (Ectomyelois ceratoniae Zeller., 1839), bio-écologie, comportement et essai de lutte.* Thèse Doctorat. Université Biskra, 109p.

Mehaoua M. S., Hadjeb A., Belhamra M., Ouakid M. L., 2015. Influence of temperature on seasonal abundance of *Ectomyelois ceratoniae* Zeller ,1839 (Lepidoptera, Pyralidae) in Tolga palm grove, *Courrier du savoir*, vol. 20, pp. 167–173.

Moiroux J., Bourgeois G., Boivin G., et Brodeur J., 2014. Impact différentiel du réchauffement climatique sur les insectes ravageurs des cultures et leurs ennemis naturels : implications en agriculture. *Feuillet technique Ouranos* Projet 550005-103, Québec, Canada. 12 p.

Moore B. et Allard G., 2008. Les impacts du changement climatique sur la santé des forêts. Document de travail FBS/34F FAO, Rome, Italie, 174 p.

Morin X., Ameglio T., Ahas R., Kurz-Besson C., Lanta V., Lebourgeois F., Miglietta F. & Chuine I., 2007. Variation in cold hardiness and carbohydrate concentration from dormancy induction to bud burst among provenances of three European oak species. *Tree Physiology*, 27 (6), pp. 817-25.

Mortazavi S.M.H., Arzani K., and A. Moieni A., 2010. Optimizing Storage and In vitro Germination of Date Palm (*Phoenix dactylifera*) Pollen. *Journal of Agriculture Science Technique*. Vol. 12: 181- 189.

- Mostefa-Kara K., 2008.** *La menace climatique en Algérie et en Afrique*. Hydra (Algérie) : Editions Dahlab, 384 p.
- Munier P., 1973.** Le palmier dattier. G.P.Maisonneuve et Larose, Paris,221 p.
- Naidji T. et Kebici H., 2009.** *Etude de quelques aspects bioécologique de la pyrale de dattes Ectomyelois ceratoniae Zeller ,1839 (Lepidoptera, Pyralidae) et essai de lutte biologique par le Spinosad dans les conditions contrôlées*. Mémoire Ingénieur. Université de Biskra, 53p.
- Navarro S., Donahaye E. and Calderon M., 1986.** Development of the carob moth, *Spectrobates ceratoniae*, on stored almonds. *Phytoparasitica*, 14(3): 177-186p.
- Nay J.E., Perring T.M., 2008.** Influence of Host Plant Stages on Carob Moth (Lepidoptera: Pyralidae) Development and Fitness. *Environment Entomology*,37(2): 568-574p.
- Nichane M., Khelil M.A., 2015.** Changements climatiques et ressources en eau en Algérie vulnérabilité, impact et stratégie d'adaptation *Larhyss Journal*, 21: 15-23p.
- Nobakht Z., Karimzadeh J., Shakaram J., Jafari S., 2015.** Identification of parasitoids of *Apomyelois ceratoniae* (Zeller) (Lepidoptera, Pyralidae) on pomegranate in Isfahan province. *Journal of Entomology and Zoology Studies*; 3 (1): 287-289
- Noui Y., 2007.** *Caractérisation physico-chimique comparative des deux principaux tissus constitutifs de la pulpe de datte Mech-Degla*. Mémoire Magistère. Université Boumerdes, 112p.
- Pintaud J.C., 2012.** Phénologie du palmier dattier. Protocoles pour la caractérisation des cycles végétatif et reproducteur élaborés sur le site Italien de Sanremo (2008-2011). Issued by The Phoenix Project 2012.17p.
- Pintureau B., Chapelle L. &DelobelB., 1999.** Effects of repeated thermic and antibiotic treatments on a *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) symbiont. *Journal of Applied Entomology*, 123: 473–483p.
- Plouffe D. & Bourgeois G., 2012.** Modèles bioclimatiques pour la prévision des risques associés aux ennemis des cultures dans un contexte de climat variable et en évolution. Feuille technique, Ed: OURANOS, Canada, 13p.

Porter J.H., M.L. Parry T.R.,and Carter.,1991. The potential effects of climatic change on agricultural insect pests .*Agricultural and Forest Meteorology*, 57: 221-240p.

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 d'Ouargla.* Mémoire Ingénieur, ITAS, Ouargla, 85 p.

Reading F., Liquid H., Techniques C., 1989. Liquid Chromatography, *Most*, vol. 1986, pp. 2732–2739.

Régnière J., 2009. Prédire la répartition continentale des insectes à partir de leur physiologie. Adaptation au changement climatique. *Unasylva* No. 231/232, Vol.60, 2009/1-2. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.

Retima L., 2015 -*Caractérisation morphologique et biochimique de quelque Cultivars du palmier dattier (Phoenix dactylifera L.) Dans la région de Foughala (Wilaya du Biskra).* Mémoire Magistère. Université de Batna1, 135 p.

Reynes M., 1997. *Influence d'une technique de desinfestation par micro-ondes sur les criteres de qualite physico-chimiques et biochimiques de la datte, l'institut national polytechnique de lorraine.*Thèse Doctorat, ENSA Toulouse, France, 251p.

Reynes .,Bouabidi H., Piombo G.,Risterucci A M., 1994. Caractérisation des principales variétés cultivées dans la région de Djerid en Tunisie. *Fruit*, 49,289-289p.

Root T.L., Price J.T., Hall K.R., Schneider S.H., Rosenzweig C.,and Pounds J.A.,2003. Fingerprints of global warming on wild animals and plants. *Nature*, 421: 57–60p.

Rosenthal, G.A., Dahlman, D.L., 1975. Non protein amino acid-insect interactions: II. Effects of canaline-urea cycle amino acids on growth and development of the tobacco hornworm, *Manduca sexta* L. (Sphingidae). *Computational Biochemistry and Physiology*.52A, 105-108p.

Rosenzweig C.,and Hillel D., 1998. Effects on Weeds, Insects, and Diseases. In: Climate Change and the Global Harvest: Potential Impacts of the Greenhouse Effect on Agriculture. Chapitre 4, p.101-122.

- Root, R.B., 1973.** Organization of a Plant-Arthropod Association in Simple and Diverse Habitats: The Fauna of Collards (*Brassica oleracea*). *Ecological Monographs*, 43, 95–124p.
- Roy M., 2002.** Impact potentiel des changements climatiques sur l'entomofaune agricole au Québec. Résumé de conférence, 65e Congrès de l'Ordre des agronomes du Québec, « Changements climatiques : comprendre pour mieux agir ».
- Rygg, G.L., 1948.** Acidity in relation to quality in the date fruit. Annual report. Date Growers Institute, 25, 32-33p.
- Rygg, G.L., 1953** -Factors affecting the spoilage of dates at room temperature. Annual report. Date Growers Institute, 30, 10-14p.
- Rygg G.L., 1971.** Observation on Daglet-noor date production in Algeria. Report of the date Gowers'Institute, Cowachella valley (U.S.A), 48, 12-13p.
- Shakeri M. 2004.** A review on investigations on pomegranate neck worm in Iran. In: A proceeding on evaluation of finding and current problems associated with *Spectrobatas ceratoniae* management in Pomegranate. Iran: Ministry of Jihad-e-Agricultur Organization of Research and Education, Yazd Agriculture and Natural Resources Research Center, pp. 18–30.
- Saggou H., 2001.** *Relations entre les taux d'infestation par la pyrale des dattes Ectomyelois ceratoniae Zeller (Lepidoptera-Pyralidae) et différentes variétés de datte dans la région d'Ouargla.* Mémoire Ingénieur, I.A.S., Ouargla, 70 p.
- Seguin B., 2017.** Le changement climatique : conséquences pour les végétaux. *Revue Nature Ecology & Evolution*, 27-40 pp DOI : 10.1038/s41559-017-0350-0
- Sentis A., HemptinneJ.L. and BrodeurJ., 2012.** Using functional response modelling to investigate the effect of temperature on predator feeding and energetic efficiency. *Oecologia* 169: 1117-1125.
- SGAR. , 2013.** L'adaptation aux effets du changement climatique en Haute et Basse-Normandie. Rapport technique final, ARTELIA – Climat Energie (Paris), 271p

- Singh, O.P., Parihar, S.B.B., 1988.** Effect of different hosts on the development of *Heliothis armigera* Hub. *Bulletin of Entomology*, 29, 168-172.
- Senthil-Nathan, S., Chung, P.G., Murugan, K., 2005.** Effect of biopesticides applied separately or together on nutritional indices of the rice leaf folder *Cnaphalocrocis medinalis*. *Phytoparasitica*, 33, 187-195p.
- Soofbaf M., Nouri G., Goldansaz S.H. and Asghari-Zakaria R., 2007.** Effect of age and temperature on calling behaviour of carob moth, *Ectomyelois ceratoniae* Zell. (Lepidoptera: Pyralidae) under laboratory conditions. *Pakistan journal of biological sciences*, 10 (17): 2976-2979p.
- Soufba M., Nouri G., Goldansaz H., and Asghari Zakaria R., 2009.** Calling behaviour of the carob moth, *Ectomyelois ceratoniae* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae), laboratory and field experiments. *Munich Entomology and Zoology*, 4(2): 472-485p.
- Soudani et Torki S., 2009.** Étude du niveau d'infestation par la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* Zeller, 1839 (Lepidoptera, Pyralidae) sur trois variétés de palmier dattier dans la région de Biskra. Mémoire d'Ingénieur. Université Biskra, 35p.
- Spielman D., Brook B.W., and Frankham R., 2004.** Most species are not driven to extinction before genetic factors impact them. *Proceeding of Natural Academy Science*, (USA), 101: 15261-15264p.
- Tabatabaei P.R., Hosseinaveh.V, Goldansaz S.H., Talebi K.H., 2011.** Biochemical characterization of digestive proteases and carbohydrases of the carob moth, *Ectomyelois ceratoniae* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 14, 187-194
- Tabet-Aoul M., 2008.** Impacts du changement climatique sur les agricultures et les ressources hydriques au Maghreb, Les notes d'alerte du *CIHIM* N° 48, juin 2008.
- TEC, 2014.** Etude de la vulnérabilité é de pays d'Arles au changement climatique. Rapport de diagnostic phase 2 : Cahier de la vulnérabilité.
- Teimury N., Sendi J.J., Zibae A., Khosravi R., 2013.** Feeding indices and enzymatic activities of carob moth *Ectomyelois ceratoniae* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) on two

commercial pistachio cultivars and an artificial diet. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*.doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jssas.2013.08.003>.

Tracanna M., Fortuna M., Popich S., Amani Sm., González A., Benavente A., 2010. Biological control of *Ectomyelois ceratoniae* pest by subextract of *Tibouchina paratropica* (GRISEB.) COGN. (Melastomataceae).Poster, Première réunion international de sciences pharmaceutiques, Argentine.

Traniello J.F.A., Fujita M.S. & Bowen R.V., 1984. Ant foraging behavior: ambient temperature influences prey selection. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 15: 65-68p.

Ulrich, R. (1970).Organic acids. In Hulme, A.C. (ed.) *The biochemistry of fruits and their products*. Volume 1, pp. 89-118 (New York: Academie Press).

Vennetier M., Girard F., Didier C., Ouamim S., Ripert C., Misson L., Estève R., Martin W. and Ndiaye-Boubacar A., 2011. Adaptation phénologique du pin d'Alep au changement climatique. Forêt méditerranéenne, 2011, 32 (2), pp. 151 -167.

Vetter R.S., Tatevossian S., Baker T.C., 1997. Reproductive behavior of the female carob moth, (Lepidoptera: Pyralidae). *Pan-pacific entomologist*, 73(1): 28-35p.

Wakil W., Faleiro J. R., Miller T.A., Bedford G.O., Krueger R.R. 2015. Date palm production and pest management challenges. In: Wakli, W., Falerio, J.R., Miller, T.A., editors. *Sustainability in Plant and Crop Protection*. Berlin, Germany: Springer.com.p.1-11.doi:10.1007/978-3-319-24397-9_1.

Wertheimer M., 1958. Un des principaux parasites du palmier dattier Algérien : le *Myelois decolore*. *Revue Fruits*.Vol 13 (8), pp 109 -123.

Whittaker R., 1975. Communities and ecosystems, 2 Edition. Pages 352. Macmillan, New York.

Woodward, F., 1999. Adaptation by *Pian/ago lanceolata* and *Tussilago farfara* to CO2 enrichment. - Pp. 133-142 in: Raschi A., Vaccari F.P. & Miglietta F (eds.), And and Ecosystem response to CO2: the MAPLE project results. - Luxembourg.

Xiaoqiu C., 2017. Spatiotemporal Processes of Plant Phenology: Simulation and Prediction. Ed Springer. 105p.

Yahiaoui D., 2015. Impacts des variations climatiques sur l'agriculture en Oranie. Mémoire de Magistère. Université d'Oran 1, 161p.

Zare D., Sendi J.J., Nodoushan A.J., Khosravi R., 2013. Life table parameters and biological characteristics of *Apomyeloisceratoniae* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) on three cultivars of pomegranate. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 46:7, 766-773p, DOI: 10.1080/03235408.2012.752141.

Zhou X., Harrington R., Woiwod I.P., Perry J.N., Bale J.S. and Clark S.J. 1995. Effects of temperature on aphid phenology. *Global Change Biology*, 1: 303–313.

Ziska, L.H. and G.B. Runion., 2006. Future weed, pest and disease problems for plants. Pages 261–290 in P.C.D. Newton, R.A. Carran, G.R. Edwards, and P.A. Niklaus, eds. *Agroecosystems in a Changing Climate*. Boca Raton, FL: CRC.

Zouiouèche F 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'Ingénieur. Université de Biskra, 100 p.

Zouiouèche F.Z., 2012. *Comportement de la pyrale des dattes Ectomyelois ceratoniae vis-à-vis de trois variétés de palmier dattier dans la région de Biskra.* Mémoire Magistère, Université de Batna 91p.

Zulfiqar M.A, Sabri M.A, Raza M.A, Hamza A., Hayat A and Khan A., 2010. Effect of Temperature and Relative Humidity on the Population Dynamics of Some Insect Pests of Maize. *Pakistan journal life society Science*, 8(1): 16-18p.

**Impacts du changement climatique sur le niveau de recrudescence des dégâts dus à la
Pyrale des dattes *Apomyelois ceratoniae* Zeller, 1839, sur trois cultivars de dattes : Deglet
Nour, Mech Degla et Ghars dans la région de Biskra**

L'étude est réalisée au niveau des palmeraies de Sidi Okba et Ourelal dans la wilaya de Biskra. A travers le suivi de la dynamique des populations par le piégeage des adultes d'*Ectomyelois ceratoniae* Zeller, 1839 en fonction des températures, dans le but de détecter le début du vol des papillons de la pyrale de dattes, sous l'influence de la variation des températures durant les stades sensibles des dattes, dans le but de déterminer le nombre de générations, et l'estimation du taux d'infestation.

In Situ, trois générations de pyrales se succèdent et se chevauchent sous l'effet de la variation des températures. Les pics des vols d'adultes de la pyrale sont marqués au mois d'Octobre coïncidant avec la maturité complète des dattes stade « Tmar ». Par contre le cultivar précoce Ghars échappe aux fortes attaques de la pyrale.

Mots clés : *Ectomyelois ceratoniae*, recrudescence, cultivars, Température ; dégâts.

Abstarct

**Impacts of climate change on the level of recrudescence of damage due by date moth
Apomyelois ceratoniae Zeller, 1839, on three date cultivars: Deglet Nour, Mech Degla
and Ghars in the region of Biskra**

The study is carried out at the level of the palm groves of Sidi Okba and Ourelal in the wilaya of Biskra. Through the monitoring of population dynamics by the trapping of adults of *Ectomyelois ceratoniae* Zeller, 1839 according to the temperatures, with the aim of detecting the beginning of the flight of butterflies of the date moth, under the influence of the temperatures variation during sensitive dates, in order to determine the number of generations, and estimate the rate of infestation.

In Situ, three generations of pyrales succeed one another and overlap under the effect of the variation of the temperatures. Peaks of adult flights of the borer are marked in the month of October coinciding with the complete maturity of the dates 'Tmar' stage. On the other hand, the early cultivar Ghars escapes the strong attacks of the date moth.

Key words: *Ectomyelois ceratoniae*, recrudescence, cultivars, temperature; damage.

ملخص

**آثار تغير المناخ على ارتفاع مستوى الإصابة بأضرار فراشة التمر *Apomyelois ceratoniae* (Zeller, 1839) على
ثلاثة أصناف من التمر: دجلة نور، مش دجلة و غرس في منطقة بسكرة**

أجريت الدراسة على مستوى بساتين النخيل في سيدي عقبة و أورلال في ولاية بسكرة. من خلال رصد ديناميكيات المستعمرات عن طريق اصطياد البالغين من حشرة *Ectomyelois ceratoniae* وفقا لدرجات الحرارة، بهدف الكشف عن بداية رحلة الفراشات، تحت تأثير اختلاف درجات الحرارة خلال مراحل التمر الحساسة، من أجل تحديد عدد الأجيال، وتقدير معدل الإصابة.

في الميدان، ثلاثة أجيال من فراشة التمر تتداخل بعضها ببعض تحت تأثير تغير درجات الحرارة. حيث يلاحظ أعلى قمة اصطياد للبالغين في شهر أكتوبر وهذا بالتزامن مع النضج الكامل لمرحلة "التمر". ومن ناحية أخرى، يفلت الصنف المبكر غرس من الهجمات القوية للحشرة.

الكلمات المفتاحية: *Ectomyelois ceratoniae*، مستوى الإصابة، المناخ، أصناف التمر، الحرارة، الأضرار