



Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des sciences exactes et des sciences de la nature et
de la vie
Département des sciences de la nature et de la vie
Filière : Sciences biologiques

Référence..... / 2021

MÉMOIRE DE MASTER

Spécialité : Biochimie Appliquée

Présenté et soutenu par :
NOUIOUA Maroua et ZAHNIT Fouzia

Le : lundi 28 juin 2021

Etude de l'interaction entre la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* (Lepidoptera : Pyralidae) et certains cultivars de palmier dattier

Jury :

| | | | | |
|-----------------|---------------|-----|-------------|--------------|
| Mr | DEGHIMA | MAA | Univ-Biskra | Présidente |
| M ^{me} | LAAMRI Halima | MAA | Univ-Biskra | Promotrice |
| Mr | RECHID | MAA | Univ-Biskra | Examinatrice |

Anne universitaire : 2020/2021

Remercîment

Tout d'abord ont remercions le Grand dieu d'avoir nous aidez et d'avoir nous donnez le pouvoir et la capacité de terminé se travail.

Notre plus grande gratitude à notre encadreur respecté "Mme LAAMRI Halima" pour ses soutiens, ses conseils judicieux et ses grande bien vaillance et tous les efforts qu'elle a fourni pour le bon aboutissement de ce travail.

*Nos remerciements vont également à tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce travail ont particulier " Mme Trabsa", et à tous nos enseignants durant les années des études du Faculté des **Sciences de la Nature et de la Vie**, surtout ceux du département de biochimie.*

Nous sommes très reconnaissantes à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire par leurs aides et leurs encouragements, en particulier.

Dédicace

Avant tout c'est grâce à dieu que nous sommes là nous.

J'envoie tous mes dédicaces :

-Aux plus chers à mon cœur, symbole de sacrifices, de tendresse et d'amour "chère mère **Boukhalkhal Warda**".

-Au premier héros, **A** ceux des quels nous apprenons le vrai sens de la vie, **La** résistance, et la persévérance : "Chers père **Mohammed**" qui m'a encouragé durant toutes mes études.

-----**J'**espère qu'ils sont fiers de qui je suis aujourd'hui-----

-**A** mes sœurs qui sont toujours dans mon cœur et qui font partie intégrante de mon âme : **Yooussra**, **Hadil**, **Noor El Yakine**, et **Farah**.

-**À** ma joie et mon bonheur dans la vie "mon meilleur ami" : **Menzer Rawnek** j'espère que notre amitié durera et que dieu vous accorde la réussite dans vos vies.

- Un énorme dédicace à mon cher binôme : **Fouzia Zehnit** de ces efforts énormes de réaliser ce travail, je le souhaite une bonne continuation et le succès dans sa vie.

-**À** mes collègues **Bouziz Hind**, **Haouli Bouziani Hocine**, **Haridi Boutheina**, et **Boualam Aymen**.

-**A** toute la famille **Nouioua** et **Boukhalkhal**.

-**Pour** mes proches, sans exception.

-**À** tous mes enseignants de la filière de biologie de l'université de **Biskra**.

-**À** tous mes collègues de promotion 2021.

Maroua

Dédicace

Avant tout c'est grâce à dieu que nous sommes là nous.

Je dédie ce modeste travail à :

Ma profonde gratitude et raison de ma vie, symbole de sacrifice A mes très chers parents ma mère Malika et mon père Omer, pour l'éducation qu'ils m'ont prodiguée, avec tous les moyens et l'amour sans limite qu'ils ont consentis à mon égard, pour le sens du devoir. Je ne parviendrais à dédommager toutes les peines et souffrantes qu'ils ont endurées pour m'élever.

-----J'espère qu'ils sont fiers de qui je suis aujourd'hui-----

-A mes chères sœurs qui sont toujours dans mon cœur et qui font partie intégrante de mon âme : Soumia, Nerdjes, Imen, et Aya

-A mon chère frère Adel ; tu es le meilleur gain pour moi dans cette vie. Gloire à Dieu de m'avoir accordé un frère comme toi.

-À mon premier bonheur dans la vie : A ma chère fille kabeche sirine nour el yakine.

-Aux poussins de la famille Ben yahoube djeude, firas, wasim

-A mari de ma sœur soumia, ben yahoube boubaker et A mari de ma sœur nerdjes, wafi rouchdi

-Un Bénorme dédicace à mon cher binôme Maroua Nouioua : de ces efforts énormes de réaliser ce travail, je le souhaite une bonne continuation et le succès dans sa vie.

*-A mes amis les plus proches : **K**anza, kawther.*

-À mes collègues Haridi Boutheina, Boualam Aymen et Haouli Bouziani Hocine.

-A toute la famille zahnit et attouche.

-Pour mes proches, sans exception.

Tous mes collègues de la même spécialité de promotion 2021.

-Toutes les personnes qui ont participé à la réalisation de ce travail.

*-À tous mes enseignants de la filière de biologie de l'université de **Biskra**.*

Fouzia

Table des matières

| | |
|---|-----|
| Remercîment | |
| Dédicace | |
| Liste des tableaux..... | I |
| Liste des figures | II |
| Liste des abréviations | III |
| Introduction | 1 |
| Partie 1 :Synthèse Bibliographique | |
| Chapitre 1 : La pyrale des dattes | |
| 1.1 Généralités | 2 |
| 1.2 Morphologie..... | 3 |
| 1.2.1 L'Œuf..... | 3 |
| 1.2.2 La chrysalide | 3 |
| 1.2.3 La chenille | 3 |
| 1.2.4 Adulte..... | 3 |
| 1.3 Cycle de développement | 3 |
| 1.4 Ecologie chimique d'Ectomyelois ceratoniae | 5 |
| 1.5 Moyens de lutte | 5 |
| Chapitre 2 :Interaction « plante hôte- insecte phytophage » | |
| 2.1 Généralités | 6 |
| 2.2 Médiateurs chimiques (sémio-chimiques) | 6 |
| 2.2.1 Substances allélochimiques | 7 |
| 2.2.2 Pheromones | 8 |
| 2.3 Implications des médiateurs chimiques dans les systèmes de défense..... | 9 |
| 2.4 Spécificité de la réponse des plantes..... | 9 |
| 2.5 Structures réceptrices chez les insectes | 10 |
| Partie 2 :Partie expérimentale | |
| Chapitre 3 : Matériel et Méthodes | |
| 3.1 Matériel utilisés | 12 |
| 3.1.1 Matériel végétal | 12 |
| 3.1.2 Matériel animal..... | 13 |
| 3.2 Méthodes utilisées | 13 |
| 3.2.1 Présentation de la station d'étude..... | 13 |
| 3.2.2 Calcul du taux d'infestation..... | 14 |
| 3.2.3 Etude effectuée au laboratoire | 15 |
| 3.2.4 Tests comportementaux..... | 17 |

| | | |
|-------|-----------------------------------|----|
| 3.2.5 | Confection du tunnel de vol | 18 |
| 3.2.6 | Différents tests utilisés | 20 |
| 3.2.7 | Analyses des dattes | 21 |
| 3.3 | Analyses statistiques | 23 |

Chapitre 4 : Résultats et discussions

| | | |
|-------|---|----|
| 4.1 | Evaluation du taux d'infestation en plein champ..... | 24 |
| 4.1.1 | Taux d'infestation global..... | 24 |
| 4.1.2 | Evaluation du taux d'infestation en fonction des cultivars..... | 24 |
| 4.2 | Tests comportementaux d' <i>E.ceratoniae</i> en tunnel de vol | 25 |
| 4.2.1 | Activité des femelles d' <i>E.ceratoniae</i> | 25 |
| 4.2.2 | Réaction des femelles actives aux différentes odeurs | 26 |
| 4.2.3 | Distance d'envol des femelles d' <i>E.ceratoniae</i> dans le tunnel de vol | 27 |
| 4.2.4 | Temps d'envol des femelles actives d' <i>E.ceratoniae</i> dans le tunnel de vol..... | 27 |
| 4.3 | Propriétés physico-biochimiques et composés volatils des trois cultivars de datte | 30 |
| 4.3.1 | Qualité physique | 31 |
| 4.3.2 | Qualité biochimique..... | 32 |
| 4.3.3 | Composés volatils | 36 |
| | Conclusion..... | 40 |
| | Bibliographie | 41 |

Liste des tableaux

| | |
|---|----|
| Tableau 1: Caractéristiques descriptives des cultivars étudiés. | 12 |
| Tableau 2: Caractéristiques agronomiques des cultivars étudiés. | 13 |
| Tableau 3: Composition du milieu d'élevage d' <i>E. ceratoniae</i> | 17 |
| Tableau 4: Caractéristiques biochimiques des fruits des 3 cultivars étudiés | 32 |
| Tableau 5: Matrice des corrélations entre le taux d'infestation et la composition physicochimique des 3 cultivars de dattes..... | 34 |
| Tableau 6: Les composés volatils présents dans les dattes de Deglet-Nour, Ghars et..... | 37 |
| Tableau 7: Contribution relative à l'inertie expliquée par les axes dans une analyse factorielle des correspondances (A.F.C.)..... | 37 |

Liste des figures

| | |
|---|----|
| Figure 1: Cycle biologique d' <i>Ectomyelois ceratoniae</i> | 4 |
| Figure 2: Les différentes catégories de médiateurs chimiques | 7 |
| Figure 3: Types de médiateurs chimiques inter-spécifiques | 7 |
| Figure 4: Présentation des relations plantes – insectes et interventions des molécules informatives en tant que médiateurs chimiques | 8 |
| Figure 5: Attractivité des parasitoïdes par les odeurs émises par des feuilles de maïs. | 10 |
| Figure 6: Adulte d' <i>Ectomyelois ceratoniae</i> , A : Vue générale, B : Nervation alaire | 13 |
| Figure 7: (A) dattes infestées (B) Larve avec un anneau entourant la soie. | 15 |
| Figure 8: Chrysalide d' <i>E.ceratoniae</i> , A : Chrysalide isolée, B : Cocon entouré de fils de soie..... | 16 |
| Figure 9: Cage d'accouplement et d'oviposition, A : vue externe, B : vue interne | 16 |
| Figure 10: Œufs d' <i>E. ceratoniae</i> , A : Amas d'œufs entouré de mucus, B : Œufs isolés à la surface de la datte..... | 16 |
| Figure 11: Schéma du tunnel de vol utilisé dans cette étude..... | 19 |
| Figure 13: Photo de du tunnel de vol utilisé dans cette étude (H et I). | 19 |
| Figure 12: Photo de du tunnel de vol utilisé dans cette étude de A-G. | 19 |
| Figure 14: Courbe d'évolution du taux d'infestation des dattes par la pyrale des dattes. | 24 |
| Figure 15: Evaluation du taux d'infestation des dattes par <i>E. ceratoniae</i> en fonction des cultivars. | 24 |
| Figure 16: Comportement d' <i>E.ceratonia</i> qui exposé à l'odeur de trois cultivars de dattes dans un tunnel à mouches. | 26 |
| Figure 17: Répartition des femelles d' <i>E. ceratoniae</i> (%) actives en fonction des odeurs émanant des trois cultivars de datte dans le tunnel de vol. | 27 |
| Figure 18: Répartition des femelles actives d' <i>E.ceratoniae</i> en fonction de la distance d'atterrissage par apport à la source d'odeur dans le tunnel de vol. | 27 |
| Figure 19: Répartition des femelles actives d' <i>E.ceratoniae</i> (%) en fonction du temps d'envol (mn.)..... | 28 |
| Figure 20: Etude comparative de la qualité physique des trois cultivars de dattes : Deglet-Nour, Ghars et Degla-Beidha..... | 31 |
| Figure 21: Cercle des corrélations des variables. | 34 |
| Figure 22: Représentation simultanée des cultivars (observations) et des variables. | 38 |

Liste des abréviations

ACTAL : acétaldéhyde

1BUTA : 1-butane alcool

GPC : chromatographie en phase gazeuse

ACP : analyse en composantes principales

AFC : analyse factorielle des correspondances

INPV : l'Institut National de la Protection des Végétaux

TIS : la technique des insectes stérile

ACh : l'acétylcholine

NPK : azote, phosphore et potassium

E. ceratoniae : Ectomyeloides ceratoniae

HR : humidité relative

H₂SO₄ : l'acide sulfurique

E. coli : Escherichia coli

SDE : la méthode d'extraction par distillation simultanée

FID : détecteur à ionisation de flamme

PP : polypropylène

Introduction

Introduction

Le palmier dattier est une des plantes d'importance socioéconomique majeure dans les pays du Maghreb. En Algérie, le palmier dattier constitue l'élément fondamental de l'écosystème oasien, il joue un rôle primordial sur le plan économique grâce à la production de la dattes et des sous-produits (Bouguedoura *et al.*, 2015). Selon Ben Khalifa (1989) et Hannachi *et al.* (1998), les palmeraies algériennes sont essentiellement concentrées dans le sud-est du pays. En effet, 940 cultivars ont été recensés, dont 270 seules dans la région sud-ouest, où elle est prédominée par le cultivar Deglet-Nour qui a une grande valeur marchande, rencontrant aussi d'autres cultivars plus ou moins abondants tels que les cultivars Ghars, Degla Beida et Mech Degla.

D'après la FAO (2007), l'Algérie à la 4^{ème} position des pays producteurs de dattes, avec une production mondiale s'élève à plus de 58 millions de tonnes, mais plus de 30% sont des dattes communes à faibles valeurs marchandes pour la plupart destinées à l'alimentation du bétail. Mais cette production a décliné au cours des années par les attaques des différentes maladies comme le bayoud, le khmedj et certains ravageurs comme l'acarien, la cochenille blanche et la pyrale de la dattes; cette dernière est actuellement considéré comme le déprédateur le plus redoutable des dattes (Idder-Ighili, 2008) et le plus grand danger permanent pour la phoeniculture algérienne, Les pertes qu'il cause sont considérables et peuvent atteindre 20 à 30 % de la production dattière (Abdelmoutaleb, 2008).

Le pourcentage d'attaque de la pyrale des dattes est de 8 à 10 % en Algérie, mais cette proportion peut atteindre jusqu'à 80% dans certains cas. Elle réduit considérablement la qualité des dattes commercialisables et risque de compromettre les exportations notamment celles de la variété Deglet Nour (Munier, 1973).

Dans ce contexte, notre travail a été réalisé dans le but d'approfondir nos connaissances sur l'interaction entre la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* et certains cultivars de palmier dattier. De ce fait, notre étude débutera par une 1^{ère} partie comportant une synthèse bibliographique ; constituée de deux chapitres : chapitre 1 sur la pyrale des dattes, chapitre 2 sur l'interaction entre la plante hôte et l'insecte phytophage. Ensuite la partie pratique : présentant le matériel et les méthodes adoptées, en finalisant avec les résultats obtenus et ses discussions et en termine par une conclusion.

Partie 1 :
Synthèse Bibliographique

Chapitre 1 :

La pyrale des dattes

1 Chapitre 1 : La pyrale des dattes

1.1 Généralités

Appelée ver de la datte ou « Caroub moth » (Dowson, 1982). *L'Ectomyelois ceratoniae* est un lépidoptère Hétérocère, ravageur primaire des dattes (Bakert *et al.*, 1991). Actuellement, elle fait partie du genre *Ectomyelois* qui a été créé en 1959 par Heinrich. L'*E.ceratoniae* est une espèce répandue dans tout le Bassin Méditerranéen. Elle est connue au Maroc, Algérie, Tunisie, Libye et Egypte. Sa présence a aussi été signalée en Espagne, Italie, Grèce et France (Le Berre. 1978).

Ectomyelois ceratoniae est un ravageur extrêmement polyphage. Sa chenille qui vit aux dépens de plusieurs fruits, cause d'énormes dégâts. Elle est très polyphage et s'attaque à une multitude de cultures et à des plantes spontanées dans des étages Bioclimatiques très différents. Le nombre de plantes hôtes reconnues à travers le monde est de 49 espèces, dont 32 espèces existent en Algérie (Doumandji, 1981).

En Algérie, *E. ceratoniae*, se multiplie essentiellement dans deux zones bioclimatiques. La première s'étend sur les bordures littorales, d'une largeur de 40 à 80 kilomètres et s'allonge sur près de 1000 kilomètres. La seconde englobe l'ensemble des oasis du Sud, dont les plus importantes sont celles de l'Oued Righ et les Zibans (Acourene *et al.*, 2007).

Selon Doumandji (1981), la taxonomie de la pyrale des dattes se base essentiellement sur les critères morphologiques des adultes.

| | |
|-----------------------------|---|
| Embranchement : | Arthropodes |
| Sous embranchement : | Mandibulates |
| Classe : | Insecta |
| Sous Classe : | Ptérygotes |
| Division : | Exopterygota |
| Ordre : | Lepidoptera |
| Famille : | Pyralidae |
| S/famille : | Phycitinae |
| Genre : | <i>Ectomyelois</i> Heinrich, 1959 |
| Espèce : | <i>Ectomyelois ceratoniae</i> (Zeller, 1839) (Doumandji, 1981). |

1.2 Morphologie

1.2.1 L'Œuf

Possède une forme oblongue, dont sa taille peut atteindre 0,6 à 0,8 mm. Il est de couleur blanche au début et il devient rose au bout de 24 heures. Sa surface présente un aspect réticulé, Il est entouré par une cuticule translucide (Doumandji, 1981). A la ponte, l'œuf est blanc aplatie (Wertheimer, 1958). A la fonte, l'œuf est blanc- grisâtre puis vire au rose-orange au cours de l'embryogenèse (Vilardeeo, 1975).

1.2.2 La chrysalide

Mesure environ de 8 mm de longueur et possède un corps de forme cylindroconique. Elle est caractérisée par la présence de 7 paires d'épines sur les 7 premiers segments abdominaux et 2 crochets à l'extrémité abdominale. Le prothorax est généralement rugueux. Son enveloppe chitineuse est de couleur brune et généralement entourée par un fourreau de soie lâche tissé par la chenille avant sa mue nymphale (Dhouibi, 1991).

1.2.3 La chenille

D'après Doumandji (1981), la couleur de la chenille dépend de la plante hôte. Celle qui se trouve dans les dattes elle est rose ou blanc-jaunâtre avec une tête rouge brun. Le corps de la chenille est constitué de 12 segments, les segments thorciques portent les 3 paires de pattes locomotrices et les segments abdominaux présentent les 4 paires de pattes ou ventouses (Le Berre, 1978).

1.2.4 Adulte

C'est un papillon de 6 à 14 mm de longueur et une envergure de 24 à 26mm (Idder, 2009). Dans l'ensemble les mâles sont plus petits que les femelles (9.32 mm contre 10.35). D'après Doumandji (1981), il prend une couleur grise dans les régions côtières et devient plus clair à crémeux dans les oasis. La face inférieure et les pattes sont de couleur claire. Les ailes sont bordées de longues soies claires à leur partie postérieure.

1.3 Cycle de développement

Idder (1984), montre que l'*E.ceratoniae* est une micro lépidoptère, qui accomplit son cycle biologique par le passage de différents stades (Fig. 1). Le nombre de génération varie de 1 à 5 en fonction de l'alimentation et des conditions climatiques (Nay, 2006). En Algérie, cette pyrale peut développer en 4 générations dans les régions cotières (Doumandji, 1981) et entre 3 et 4 dans les oasis (Wertheimer, 1958 cités par Le Berre, 1978).

L'insecte passe l'hiver dans les fruits momifiés sous forme de larve âgée et l'adulte apparaît au printemps suivant pour se développer sur plusieurs plantes hôtes. Il commence par l'attaque des grenades de mai à août, puis il s'installe sur les premières dattes non nouées se trouvant sur les régimes et à partir de septembre, l'insecte commence à attaquer les dattes mures et s'y développe jusqu'à la récolte (Dhouibi, 1991). D'après Gothilf (1969), les émergences des adultes ont lieu dans la première partie de la nuit. Les papillons s'accouplent à l'air libre ou même à l'intérieur des enclos où ils sont nés sans avoir besoin de voler au préalable. La copulation est relativement longue, elle dure plusieurs heures (Wertheimer, 1958).

Une femelle peut émettre de 100 à 300 œufs durant sa vie, mais la valeur de 100 à 200 reste la plus fréquente (Al'Izzi *et al.*, 1987 cités par Nay, 2006). Les œufs sont pondus sur la surface externe de la datte, dans les plis, les déchirures aussi bien que sous le calice. La croissance des chenilles se fait par mues successives, elle dure suivant la température ambiante de 6 semaines à 8 mois (Vilardibo, 1975). Lorsqu'elle atteint sa taille maximale, le fruit dans lequel elle se trouve est très attaqué. L'imago qui en résulte a une durée de vie de 3 à 5 jours pendant laquelle il va s'accoupler et pondre. Il est extrêmement rare de trouver dans la même date deux larves d'*E.ceratoniae*, cela est dû au phénomène de cannibalisme qui caractérise cette espèce (Le Berre, 1978). Les adultes de la pyrale des dattes ne peuvent pas voler lorsque la température moyenne est au de dessous de 14°C (Gonzalez, 2003).

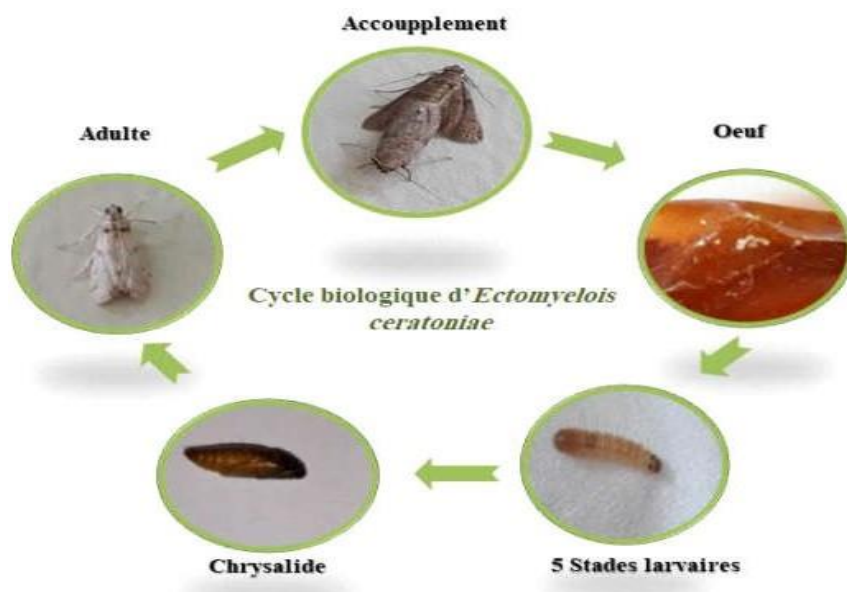


Figure 1: Cycle biologique d'*Ectomyelois ceratoniae* (Vilardibo, 1975)

1.4 Ecologie chimique d'*Ectomyelois ceratoniae*

La phéromone sexuelle d'*E. ceratoniae* est un mélange de trois aldéhydes insaturés isolés d'un extrait glandulaire des femelles, à s'avoir : le principal composant, (Z, E) -9,11-tetradecadienal (dienal) et (Z)-9-tetradecenal (monoenal) qui sont des composants mineurs (Baker *et al.*, 1989 ; Baker *et al.*, 1991). Le composant majeur (Z, E-9, 11,13-tetradecatrienal) pousse les mâles à se mouvoir et à s'envoler par la suite, alors que, (Z, E) -9,11-tetradecadienal (dienal) et (Z)-9-tetradecenal (composants mineurs) améliorent les réponses du vol (Todd *et al.*, 1992). D'après les travaux de Gothilf (1964) cité par Gothilf (1975) ; Cosse *et al.*, (1994), les femelles d'*E.ceratoniae* en phase de ponte répondent à des stimulus chimiques représentés par des composés volatiles émis par les dattes ou les caroubes infestés par le champignon *Phomopsis* sp. D'après Cosse *et al.* (1994), ces composés sont : hexasanoate d'éthyle, éthanolet acétaldéhyde. Par ailleurs, Gothilf (1975), a noté que des alcools simples, en particulier, l'éthanol, 1-propanol, 2-propanol, 1-butanol sont des stimulants d'oviposition de la pyrale desdattes.

1.5 Moyens de lutte

Pour contrôler les ravageurs, l'agriculture d'aujourd'hui fait appel à cinq types de méthodes de protection : la lutte chimique, la lutte biologique, la lutte physique, le contrôle génétique et le contrôle cultural. Malgré tous les inconvénients de la lutte chimique, elle demeure l'un des moyens de lutte efficace, facile à pratiquer, et donne des résultats dans l'immédiat, afin de contrôler les organismes nuisibles (Ricci *et al.*, 2013). En Algérie, la lutte chimique est la seule utilisée pour réduire les populations de la pyrale (Hadjeb *et al.*, 2014).

En 1999, l'Institut National de la Protection des Végétaux (INPV) a mis en œuvre un programme de lutte par le biais de la technique des insectes stérile (TIS). C'est l'utilisation de la technique des insectes stériles qui consiste à la production en masse des individus mâles de la pyrale des dattes et leur statut dans les palmeraies dans des conditions contrôlées et leurs irradiations par les rayons gamma au niveau du centre de recherche nucléaire d'Alger. Selon Dridi et Benddine (2000), cette technique permet d'une part ; la réduction à la niveau d'infestation très tolérable de ce ravageur et d'autre part ; la préservation de la faune utile dans les palmeraies..

Chapitre 2 :

**Interaction « plante hôte- insecte
phytophage »**

2 Chapitre 2 : Interaction « plante hôte- insecte phytophage »

2.1 Généralités

Les substances naturelles produites par les organismes au niveau de leur métabolisme jouent un rôle majeur dans les nombreuses interactions qui existent entre les insectes et les plantes, et ces interactions se retrouvent dans le même environnement aux niveaux interspécifique et intra-spécifique. Les insectes herbivores sont les principaux consommateurs de la matière végétale. Où ils jouent un rôle déterminant dans la dynamique des populations avec leurs composants nutritionnels et non nutritifs ; allélochimiques (Ohgushi, 1992).

La production ou la libération de la phéromone peut être provoquée ou stimulée par des médiateurs chimiques dans la plante hôte (Faghieh, 2004). Dans de nombreux cas, il a été établi que les odeurs végétales augmentent fortement l'attractivité de certaines phéromones d'insectes (Landolt et Phillips, 1997). Il est donc important de bien comprendre les insectes et leurs interactions avec les écosystèmes afin qu'ils puissent mieux contrôler leurs populations par des interventions directes et/ou indirectes lorsqu'ils sont nuisibles (Watt *et al.*, 1990).

2.2 Médiateurs chimiques (sémio-chimiques)

Le terme sémio-chimiques ou chimio-phéromone désigne une substance active dans la relation entre organismes agissant sur le comportement de organismes ou/et leurs fonctions physiologiques (Bourgeois, 2001). Le comportement des insectes à la recherche de plantes hôtes est principalement guidé par des composés phytochimiques volatils (Bernays et Chapman, 1994). La sélection de l'hôte est déterminée par composés attractifs dans les plantes hôtes et composés répulsifs dans les plantes non hôtes. Les insectes utilisent ces signaux instables pour localiser des sources de nourriture et des sites de reproduction (Schoonhoven, 1998). Selon Strebler (1989), ces agents chimiques perçus par les insectes peuvent interférer avec le choix de l'hébergement, rechercher de la nourriture pour immédiatement ou retarder l'ingestion et trouver des partenaires sexuels appropriés.

La majorité des substances sémio-chimiques qui peuvent être émises par la plante ou l'insecte sont des mélanges chimiques complexes qui provoquent des comportements adaptatifs (Bourgeois, 2001) ; (Fig. 2). Selon leur source et leur utilité, ces substances sont groupées en substances allélochimiques et en phéromones (Herrbach, 1984).

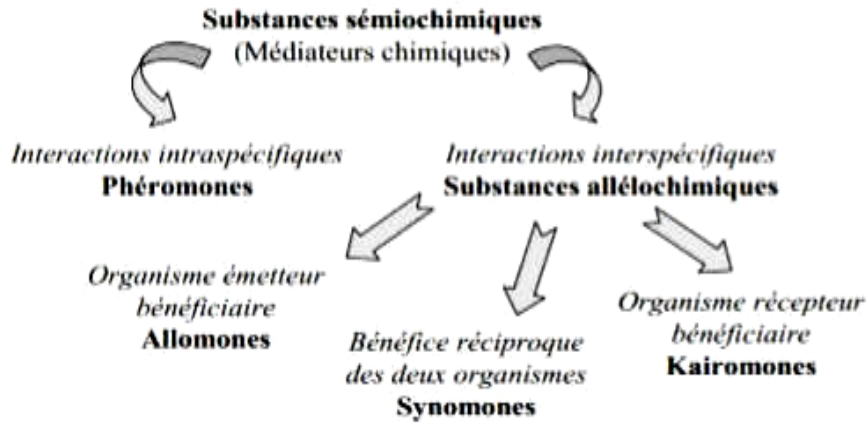


Figure 2: Les différentes catégories de médiateurs chimiques (Gaspar, 2003).

2.2.1 Substances allélochimiques

Ce sont des substances qui interfèrent avec les interactions interspécifiques et sont divisées en espèces d'Heteromonas, de Kairomonas et de Comonas (fig.3). Selon Strebler (1989), Heteromonas est une substance produite ou obtenue par un organisme, qui induit un comportement ou une réponse physiologique chez l'espèce réceptrice en faveur de l'émetteur plutôt que du récepteur. Et Kairomonas est un composé qui montre une supériorité sur le récepteur. Il oriente les ennemis herbivores ou naturels vers les sources de nourriture et peut également intervenir en tant qu'alerte de danger (odeurs de prédateurs). Les synonymes sont des médiateurs chimiques bénéfiques pour émetteur et récepteurs (Cortesero, 2006).

| Type d'allélochimique | Bénéficiaire du signal | | Exemples |
|-----------------------|------------------------|-----------|---|
| | Emetteur | Récepteur | |
| allomones | + | - | Substance toxique d'une proie contre un prédateur |
| kairomones | - | + | Substance attractive d'une proie pour un prédateur |
| synomones | + | + | Substance attractive d'une plante pour un prédateur |

Figure 3: Types de médiateurs chimiques inter-spécifiques (Vet et Dicke, 1992).

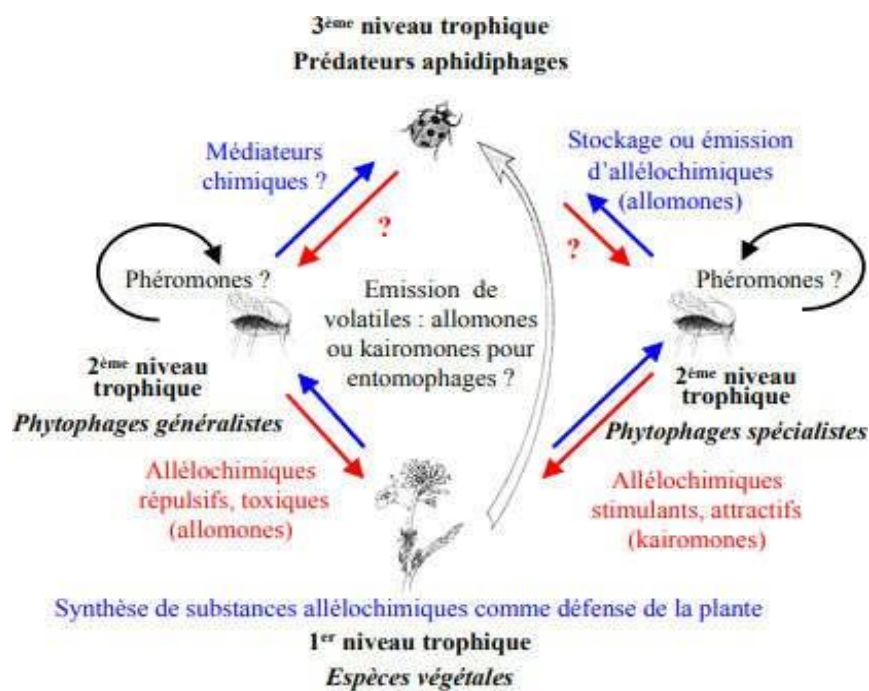


Figure 4: Présentation des relations plantes – insectes et interventions des molécules informatives en tant que médiateurs chimiques (Verheggen, 2008).

2.2.2 Phéromones

Karlson et Lüscher (1959), ont classé les phéromones comme les substances les plus importantes dans le monde des signaux environnementaux. Les phéromones agissent comme de simples stimuli comportementaux, en induisant une réaction réversible, telles que les phéromones sexuelles (Strebler, 1989). Elles peuvent intervenir comme des phéromones d'alarme ; cas du farnésène émis par les cornicules de pucerons avertissant les individus d'une même espèce d'un danger éminent. Des femelles d'espèces phytophages émettent une phéromone de marquage qui signale aux congénères la présence d'un œuf comme le font aussi certains entomophages (Van Lenteren, 1981). Le phénomène a été découvert pour la première fois chez la mouche de la pomme, *Rhagoletis pomonella* (Dipt. Tephritidae) par Prokopy (Prokopy, 1972, 1981 a et b).

2.3 Implications des médiateurs chimiques dans les systèmes de défense

Les composés secondaires libérés par les plantes affectent le comportement d'un grand nombre d'insectes herbivores par le biais du processus de rejet ou d'anti-appétit (Bernays et Chapman, 1994). Agit comme un système de défense constitutif direct des plantes pour réduire les dommages causés par les ravageurs (Dugravot, 2004).

Parmi ces substances se trouve la nicotine produite par les plantes *Nicotiana*, qui est un analogue de l'acétylcholine, et sa liaison aux récepteurs nicotiques de l'acétylcholine provoquera une interférence irréversible dans le système nerveux central des insectes (Lauwerys, 1990). Le mode d'action de ces composés végétaux affecte également le métabolisme des organismes. En effet, la roténone est un composé secondaire extrait de plantes de la famille de l'anchois, comme le *Lonchocarpus* Nicou, qui agit sur le mécanisme de respiration cellulaire. Il inhibe l'oxydation cellulaire en interrompant le transfert d'électrons dans la chaîne respiratoire, ce qui altère le métabolisme énergétique mitochondrial, ce qui altère la production d'ATP (Weinzerl, 1998).

2.4 Spécificité de la réponse des plantes

Les plantes répondent à divers types de stress en établissant un système de défense qui agit directement ou indirectement sur les ravageurs. Dans certains cas, cette réponse semble être suffisante pour faire face à l'attaque d'insectes herbivores. Par conséquent, la réponse des plantes aux dommages mécaniques ou aux attaques d'herbivores peut varier en qualité ou en quantité (Dugravot, 2004). La réponse des plantes à l'attaque peut également être spécifique à l'espèce prédatrice, voire au stade larvaire de la plante attaquante. Ainsi, les plants de tabac attaqués par les chenilles d'*Heliothis virescens* vont libérer une série de composés volatils avec différentes concentrations de -culture ou de -caryophyllène (De Moraes *et al.*, 1998). La réaction à l'effort diffère également selon le mode nutritionnel des phytophages et le type de dommages causés aux plantes (Stout *et al.*, 1994).

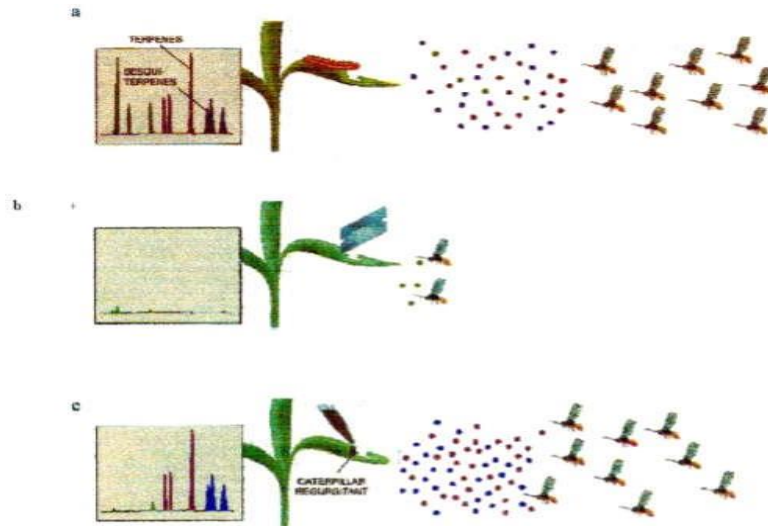


Figure 5: Attractivité des parasitoïdes par les odeurs émises par des feuilles de maïs (Tumlinson et al., 1993).

A : attaquées par une chenille hôte, b : brisées mécaniquement, c : Brisées mécaniquement + régurgitations de chenilles.

2.5 Structures réceptrices chez les insectes

Tous les organismes vivants doivent s'adapter à leur milieu environnant afin d'y évoluer et de s'y reproduire, ou tout simplement d'y survivre. Pour analyser le milieu qui les entoure, tous les animaux possèdent des facultés sensorielles qui leurs permettent de communiquer avec lui (Arif, 2011). L'olfaction et le goût jouent un rôle vital chez les insectes. Ils recourent à des signaux chimiques dans la détection des sites de nourriture et d'oviposition dans l'établissement de relations interindividuelles, sociales, sexuelles, et dans l'appréhension du danger. Aussi les antennes de l'insecte constituent des organes sensoriels importants, tels que le goût, l'orientation et le toucher (Picimbon, 2002). Selon Picimbon (2002), ces organes sensoriels sont de véritables micro-organismes sensoriels olfactifs programmés. Ils couvrent des milliers de branches d'antennes et servent de micro-capteurs périphériques pour les molécules d'odeur dans l'air environnant. Il existe différents types de sentiments, mais ils ont tous une structure commune.

D'après Strebler (1989), il existe différents types de récepteurs selon la fonction et le développement des insectes. Deux caractéristiques principales ont été identifiées, la présence de structure articulaire et perforation de l'épiderme, représentant respectivement les fonctions de mécanorécepteurs et/ou de chimiorécepteurs. La classification basée sur ces éléments permet de distinguer les types d'organes sensoriels suivants :

- Les organes sensoriels présentant des trous dans la paroi épidermique, ont généralement une fonction olfactive.
- Les organes sensoriels à pores terminaux sont souvent caractéristiques des organes sensoriels qui peuvent être remplacés par un système de pores ; dans les mécanorécepteurs, les organes sensoriels sont observés sans perforations épidermiques ni sensilles sensibles à la température et à l'humidité.

Selon Darazychoubaya (2002), la bouche, les pattes et d'autres parties du corps des insectes possèdent également de nombreux récepteurs gustatifs. Les chimiorécepteurs de contact sont une différenciation épidermique semblable à un cheveu, appelée récepteurs, avec des trous apicaux.

Partie 2 :
Partie expérimentale

Chapitre 3 :

Matériel et Méthodes

3 Chapitre 3 : matériel et méthodes

On a fait une synthèse pour la mémoire d'Arif Yaakoub

3.1 Matériel utilisés

3.1.1 Matériel végétal

L'étude expérimentale a été effectuée sur 3 variétés de datte Deglet-Nour et Ghars, Degla- Beida. Les caractéristiques descriptives de ces cultivars sont illustrées dans le tableau 1.

Tableau 1: Caractéristiques descriptives des cultivars étudiés (Belgadj et al., 2002).

| Caractéristiques | Cultivars | | |
|--------------------|---|--|--|
| | <i>Deglet- Nour</i> | <i>Ghars</i> | <i>Degla-Beidha</i> |
| Sens du nom | Doigt de lumière | Pâteux et collant | Datte blanche |
| Importance | Le plus répondu en Algérie (≈ 53%) | Abondant dans les palmeraies du Sud-Est Algérien | Abondant dans toutes les palmeraies du Sud-Est Algérien (≈ 37%) |
| Stipe | Elancé et de forme cylindrique. | Cylindrique ou tronconique de diamètre important. | Cylindrique, trapu et portant beaucoup de lif. |
| Palmes | -Couleur : vert foncé à vert jaunâtre. -Longueur: 370 à 480cm -Largeur : 85 à 145 cm -Nombre : ≈ 70 garnies de 173 folioles en moyenne. -Epines réparties sur la base de la palme dont le nombre est de 38, disposées 2 par 2 | -Couleur : vert prononcé -Longueur: 370 à 510cm -Largeur : 60 à 95 cm -Nombre: ≈ 50 garnies de 200 folioles en moyenne. -Epines réparties sur la base de la palme dont le nombre est de 18 paires. disposées par groupe de 2 seulement | -Couleur : vert foncé à bleuâtre. -Longueur: 300 à 380cm -Largeur : 80 à 85 cm -Nombre: ≈ 60 garnies de 190 folioles en moyenne -Epines réparties sur la base de la palme, disposées par groupe de 2 ou de 3 |
| Spadice | -Longueur : 140 à 260 cm -Orientation : pendante -Couleur : jaune orange | -Longueur : 180 cm -Orientation : dressée -Couleur : jaune orange | -Longueur : 130 à 140 cm -Orientation : oblique -Couleur : jaune orange |
| Fruit | -Forme : ovoïde ou droite -Taille : petite ou moyenne -Couleur : selon le stade (Bser : rouge; Rotab: translucide ; Tmar : ambrée). -Consistance : Demi-molle -Texture : souvent fibreuse -Forme du calice : souvent proéminent -Goût : parfumé | -Forme : droite -Taille : moyenne -Couleur : selon le stade (Bser : jaune; Rotab: mielleuse ; Tmar : brun ou marron foncé). -Consistance : molle -Texture : fibreuse -Forme du calice : souvent proéminent -Goût : parfumé | -Forme : ovoïde ou droite -Taille : petite ou moyenne -Couleur : selon le stade (Bser : jaune; Rotab: marron clair à beige; Tmar : beige). -Consistance : sèche -Texture : variable -Forme du calice : aplatie -Goût : acidulé |
| Noyau | -Forme : ovoïde. -Taille : petite 3 cm pointu au deux extrémités -Poids : 0,7 g -Surface lisse, brillante de couleur marron. -Rainure ventrale est peu profonde en forme de U -Tégument : non adhérent | -Forme : droite. -Taille : moyenne -Poids : 0,8 g -Surface lisse, de couleur marron. -Rainure ventrale est profonde en forme de V -Tégument : adhérent | -Forme : allongé. -Taille : moyenne -Poids : 1,3 g -Surface : souvent lisse. -Rainure ventrale est profonde en forme de U -Tégument : variable |

D'après Belgedj *et al.* (1996) ; Hannachi *et al.* (1998), les caractéristiques agronomiques des 3 cultivars illustrés lors de cette étude présentent sur le tableau 2.

Tableau 2: Caractéristiques agronomiques des cultivars étudiés.

| Caractéristiques | Cultivars | | |
|-----------------------------------|---|--|---|
| | <i>Deglet-Nour</i> | <i>Ghars</i> | <i>Degla-Beidha</i> |
| Maturité | Maturité : octobre- novembre Récolte : novembre- décembre | Maturité : Août- septembre Récolte : septembre | Maturité : octobre Récolte : octobre |
| Rendement | Assez bon à bon | Elevé | Très élevé |
| Capacité à rejeter | Moyenne à importante | Importante | Moyenne à importante |
| Sensibilité à la fusariose | Très sensible | Sensible | Inconnue. |
| Teneur en matière sèche | Assez élevée | Moyenne à faible | Faible |

3.1.2 Matériel animal

Le matériel animal est représenté par le ravageur du palmier dattier : *Ectomyelois ceratoniae* (Fig. 6 A et B).

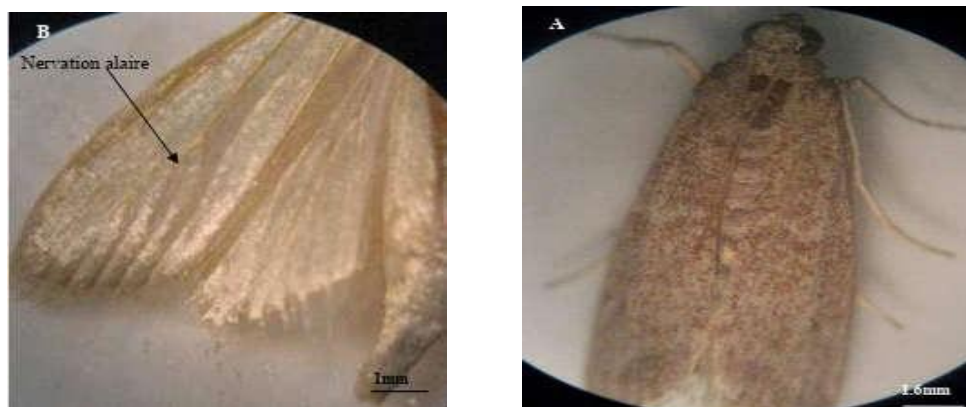


Figure 6: Adulte d'*Ectomyelois ceratoniae*, A : Vue générale, B : Nervation alaire

3.2 Méthodes utilisées

3.2.1 Présentation de la station d'étude

Une partie de cette étude s'est déroulée dans l'Institut National de la Recherche Agronomique située à Sidi Mahdi (Touggourt). Cette station régionale se trouve à 7 km du

chef-lieu de la daïra de Touggourt et occupe une superficie de 52 ha. Cette palmeraie a une densité de 100 pieds/ha, soit un espacement de 10m x 10m. Elle est irriguée par deux forages, alimentés par deux bassins aquifères différents.

La première nappe est de type continental intercalaire (albien), de 1400 à 1800 m de profondeur, sa salinité est comprise entre 2,5 et 3 g/l. La deuxième nappe fait partie du complexe terminal, moins profonde (100 à 400 m) mais plus salée (5 à 6 g/l). L'irrigation se fait par submersion ou par goutte à goutte. La fertilisation comporte à un apport de 50kg de fumier de ferme et 1kg d'engrais NPK (15.15.15) pour chaque pied durant le mois de janvier. Au cours de la même période une taille des palmes sèches est effectuée.

La pollinisation artificielle est pratiquée avec succès depuis les cinq dernières années. Un mélange qui contient 7 à 10 % de grains de pollen et un support (amidon / plâtre) est poudré sur les spathes des palmiers femelles à l'aide d'une poudreuse à moteur. Quant aux traitements phytosanitaires, deux applications sont effectuées chaque année. Ces derniers sont destinés à la lutte contre *Oligonychus afrasiaticus* (Boufaroua) et *Ectomyelois ceratoniae*. Contre le Boufaroua un traitement est appliqué vers la deuxième quinzaine du mois de mai, à l'aide d'un mélange de soufre et de la chaux ($\frac{1}{4}$ de soufre et $\frac{3}{4}$ de chaux), à raison de 150g/palmier. Le deuxième traitement est destiné à la lutte contre le Boufaroua et la pyrale des dattes ($\frac{1}{4}$ de soufre, $\frac{1}{4}$ d'Asmidion 3,3 pp et $\frac{1}{2}$ de chaux) et à raison de 100g/palmier.

3.2.2 Calcul du taux d'infestation

Afin d'avoir une idée sur l'action du cultivar sur le comportement de ponte d'*E. ceratoniae* en plein champ, il est procédé à un suivi du taux d'infestation des cultivars ~~Deg~~ Nour, Ghars et Degla-Beidha durant la période allant du 05/10/2007 jusqu'au 08/02/2008. Durant cette période, les dattes se trouvent au stade fin martouba (Routab), début stade T'mar, et au stade pleine maturité vers la fin de la période d'étude. Ces stades sont jugés par Warner (1988) comme les plus attirants aux femelles et les plus favorables à la pénétration des chenilles néonatales.

Dans notre travail on a choisi la méthode de Warner (1988), qui consiste à un échantillonnage hebdomadaire de 100 dattes prises au hasard à partir de chaque cultivar. A partir des différents régimes, sont collectées 100 dattes pour les 20 palmiers représentant chaque cultivar. A l'aide d'une loupe binoculaire il est procédé au laboratoire à l'examen des dattes échantillonnées afin de détecter formes de présence d'*E. ceratoniae* (œufs, larves)

3.2.3 Etude effectuée au laboratoire

3.2.3.1 Elevage de masse

Les dattes infestées, trouvées en plein champ, sont placées dans des cages d'élevage (Figure 7A) pour d'obtenir un nombre suffisant de papillons nécessaires à la réalisation de l'ensemble des tests. Il est procédé à une ouverture des dattes et ensuite à un triage et une identification des chenilles. Seul, les larves présentant un anneau entourant une soie située au-dessus du stigmate du 8^{ème} tergite sont maintenues en élevage (Figure 7B).

Le sexage est également effectué. Les chenilles qui vont se transformer en mâles possèdent une tache noire entre le 8^{ème} et le 9^{ème} tergite abdominal et qui correspond aux ébauches des gonades (Stanek, 1977).

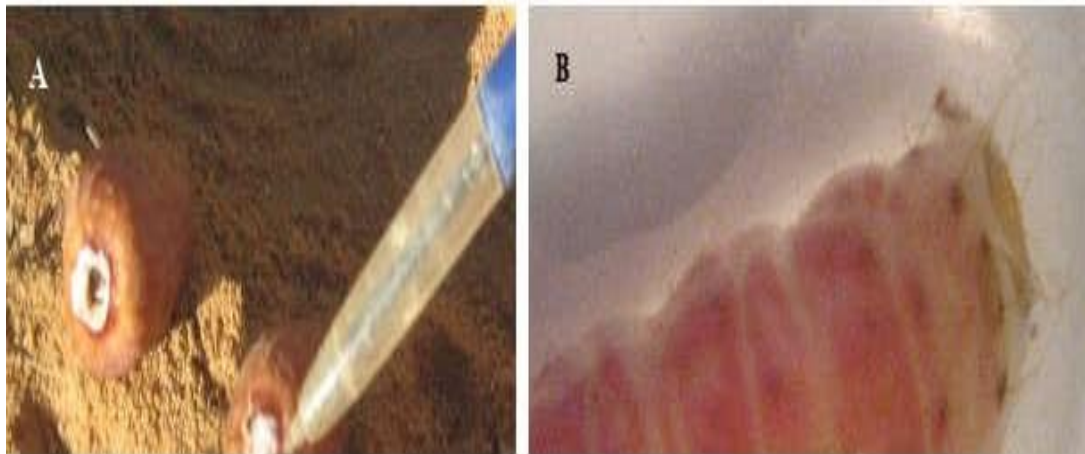


Figure 7: (A) dattes infestées (B) Larve avec un anneau entourant la soie.

Un total de 100 dattes infestées de chaque cultivar est placé dans des boîtes en plastique 25 dattes par boîte. Dans chaque boîte, il est placé des chenilles du même sexe. On perfore le capuchon, est remplacée par un morceau de mousseline favoriser une bonne aération (Fig. 8A). L'ensemble des boîtes est placé dans un incubateur réglé à une température de $28 \pm 1^\circ\text{C}$, une photopériode de 15 heures et une humidité de $75 \pm 5\%$ (Fig. 8B).

Après l'émergence, les papillons sont aspirés et mis dans des bocaux pour favoriser l'accouplement et par conséquent la ponte. Après 3 jours ; une fois que la fécondation est terminée, une partie des femelles est transférée vers le tunnel du vol pour des tests comportementaux, alors que, l'autre partie est gardée sur place afin d'assurer la continuité de l'élevage.

Cette cage d'accouplement est de forme cylindrique, de 30 cm de longueur sur 20 cm de diamètre. Ses parois internes sont couvertes d'un papier Kraft, qui va servir comme un support aux œufs (enfermés dans une sécrétion muqueuse gluante qui s'adhère facilement au papier Kraft) et facilite par la suite leur récupération (Fig. 9).

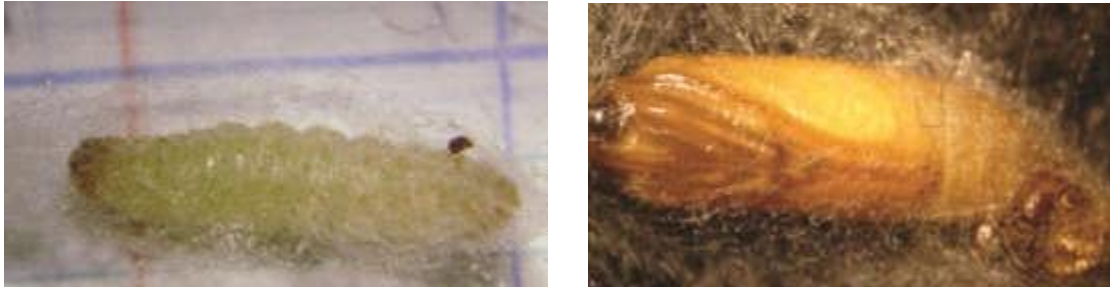


Figure 8: Chrysalide d'*E. ceratoniae*, A : Chrysalide isolée, B : Cocon entouré de fils de soie.

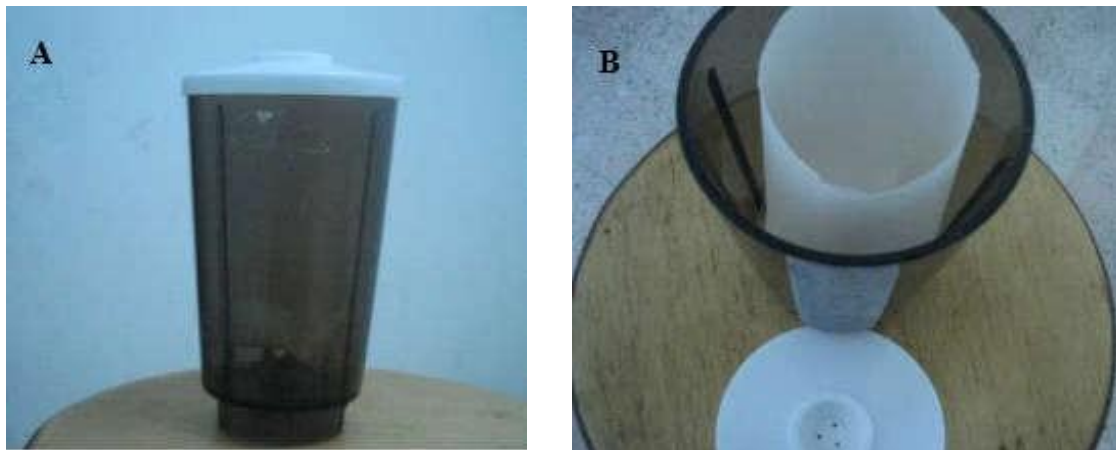


Figure 9: Cage d'accouplement et d'oviposition, A : vue externe, B : vue interne

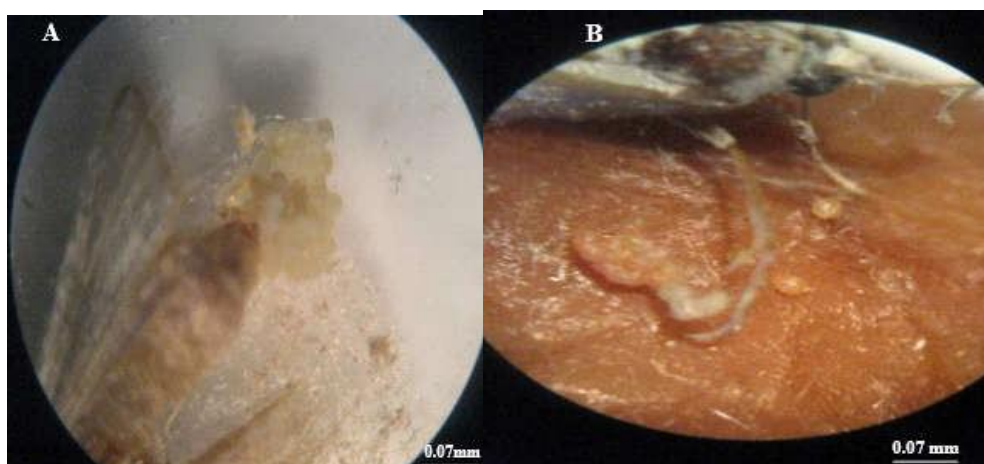


Figure 10: Œufs d'*E. ceratoniae*, A : Amas d'œufs entouré de mucus, B : Œufs isolés à la surface de la datte.

3.2.3.2 Préparation du milieu d'élevage

Un élevage de masse de la pyrale des dattes est conduit sur un milieu d'élevage artificiel. Après une stérilisation du blé et de la farine de la datte à 120°C pendant 2 heures, il est procédé à un mixage de l'ensemble des ingrédients solides selon les valeurs présentées sur le tableau 4. Ces ingrédients solides sont mélangés en suite avec de la glycérine et de l'eau distillée. Afin d'éviter toute contamination bactérienne et fongique, du méthyle parabène et de l'auroéomycine ont été ajoutés au milieu d'élevage. la méthode de Mediouni et Dhouibi (2007) ; avec de légères modifications. Sous les conditions d'élevage optimales de température de 28 sous les conditions d'élevage optimales de : température de 28 ± 1 °C, photopériode de 16 :8 (L : O) et humidité relative de $65 \pm 5\%$ (HR) (Mediouni et Dhouibi 2007).

Après la ponte des femelles d'*E.ceratoniae*, à partir de la cage d'accouplement et d'oviposition les œufs adhérents au papier Kraft sont récupérés. Ce papier est ensuite coupé en petits morceaux en fonction de la densité des œufs fixés à sa surface. Ces œufs sont placés dans le milieu d'élevage. Les boîtes sont déposées dans un incubateur sous des conditions d'élevage citées précédemment.

Tableau 3: Composition du milieu d'élevage d'*E.ceratoniae* préparé selon la méthode proposée par Mediouni et Dhouibi (2007).

| Ingrédients | Poids (g) | Modification |
|------------------|-----------|--|
| Son de blé | 600 | 200 g son de blé + 400 g farine de datte |
| Saccharose | 120 | |
| Levure | 23 | |
| Vit C | 6.7 | |
| Méthyle parabène | 1.3 | |
| Lysine | 3 | |
| Glycérine | 150 ml | |
| Eau distillée | 250 ml | |

3.2.4 Tests comportementaux

L'analyse comportementale nous permet d'identifier l'influence d'une molécule odorante sur d'*E.ceratoniae* afin de savoir quels sont les nutriments et surtout leurs odeurs qui attirent les individus de cette espèce. Dans cette étude, les tests de comportement d'*E.ceratoniae* sont effectués selon les méthodes proposées par Baker *et al.*, (1991) ; Cosse *et al.*, (1994) ; Mechaber *et al.*, (2002) ; Dallaire (2003) ; Ingwild *et al.*, (2007).

Le principe de ces essais est de connaître les réactions comportementales d'*E.ceratoniae* à l'égard des cultivars Deglet-Nour, Degla-Beidha et Ghars. Il s'agit d'exposer les femelles fécondées à des flux d'odeurs et de noter ensuite certains paramètres qui caractérisent leur comportement.

3.2.5 Confection du tunnel de vol

Le tunnel volant est un appareil de laboratoire qui permet de mesurer et de comparer les réponses comportementales des insectes dans des conditions contrôlées. L'utilisation de tunnels volants est très utile pour déterminer les effets biologiques d'un nombre limité d'arômes de gaz naturel ou d'extraits de plantes différents, et pas assez pour les tester dans des conditions nature (Faghih, 2004).

Le tunnel est en plexiglas et mesure 180 cm de long, 50 cm de large et 50 cm de haut. Le débit d'air propre de la pompe à air entre dans le débitmètre (débitmètre à rotor) équipé d'un filtre à charbon actif à travers le tuyau en plastique pour contrôler son débit et le purifier (Fig. 11A et B). Ensuite, il passe à travers un autre filtre microporeux (0,2) pour le purifier davantage (Fig. 11C). Cet air atteint alors le niveau d'un ballon contenant les 2/3 du volume d'eau distillée pour le mouiller (Fig. 11D). Ensuite, l'air circule à travers les 2 conduits dans les deux Pot contenant le stimulus à analyser (Fig. 12E). Ces canalisations sont reliées au tunnel de vol aux points de connexion H₁ et H₂. Afin d'assurer une bonne circulation du flux d'air, un extracteur a été placé à l'autre extrémité de l'équipement (Fig. 12F). A noter que le tunnel de vol est installé dans un local où la température, l'humidité et la photopériode sont de l'ordre de 28±1°C ; 75±5% et 15 heures respectivement. Le débitmètre utilisé assure la purification de l'air et contrôle son débit. La vitesse de l'air est fixée à 0,5 m/s.

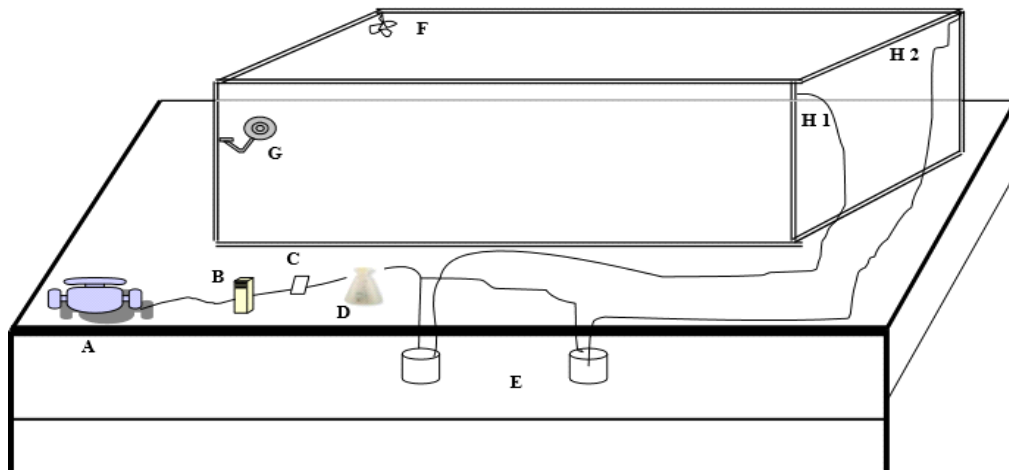


Figure 11: Schéma du tunnel de vol utilisé dans cette étude.

A : Pompe à air, **B :** Débitmètre munit d'un filtre actif à charbon, **C :** Filtre micropores 0.2 μ , **D :** Fiole à vide (eau) reliée au système, **E :** Bocaux contiennent de la datte, **F :** Extracteur, **G :** Plateforme métallique concave, **H₁** et **H₂ :** Tuyauteries assurant la liaison de toutes les parties.

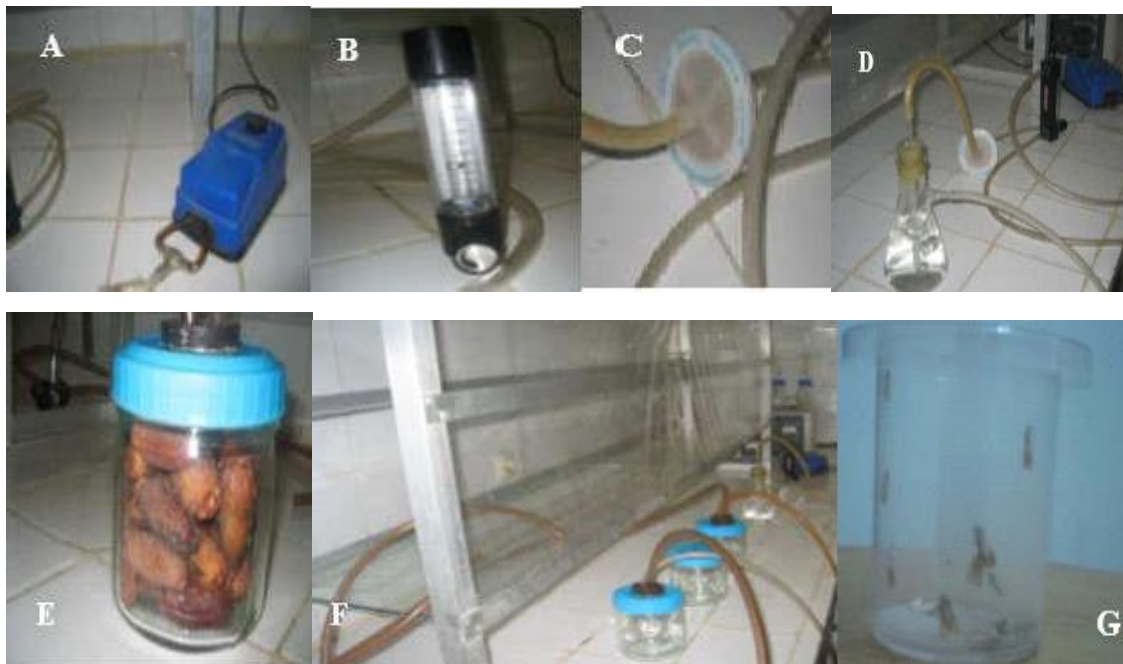


Figure 12: Photo de du tunnel de vol utilisé dans cette étude de A-G.



Figure 13: Photo de du tunnel de vol utilisé dans cette étude (H et I).

3.2.6 Différents tests utilisés

Avant le test, des femelles conçues de 4 à 6 jours placent 10 papillons dans une cage de séparation. Cette cage est une boîte cylindrique en plastique, de 7 cm de long et 5 cm de diamètre (Fig. 12G). La cage de séparation est placée sur une plate-forme métallique concave, à 15 cm du fond du tunnel et à 180 cm de la source d'odeur (Fig. 13H). Lors de chaque essai, le tunnel de vol doit être nettoyé avec de l'éthanol à 70 %. Placer le papillon dans le tunnel de vol au moins 2 heures avant le début de chaque test pour s'y habituer. Le test est effectué dans un tunnel avec une température de 28-29°C, une luminosité de 30 lux, une humidité de 75-80% et une vitesse du vent d'environ 0,5 Miss. L'expérience a été réalisée au crépuscule dans des conditions similaires, le bon moment pour les femelles *d'E.ceratoniae* pour pondre (Cosse *et al.*, 1994). Au total, 7 groupes d'expériences ont été réalisés, à savoir 35 tests, fois de stimulation dans chaque groupe, et 5 répétitions. Ces tests nécessitent l'emploi de 350 femmes, soit 50 femmes pour chaque série de tests. Le test du consiste à exposer la femelle fécondée à un courant d'air pur ou à être imprégnée de l'odeur du à partir de la date de l'une des 3 espèces étudiées. Le test consiste à exposer la femelle fécondée à un courant d'air pur ou odorant à partir de la date de l'une des 3 espèces étudiées. Le test est effectué dans la combinaison suivante :

Air pur :

- Deglet-Nour /Air pur ;
- Ghars /Air pur ;
- Degla-Beidha / Air pur ;
- Deglet- Nour / Ghars ;
- Deglet- Nour / Degla-Beidha ;
- Degla-Beidha / Ghars.

Une fois la période d'acclimatation terminée, les 10 femelles de la cage d'isolement seront immédiatement relâchées dans le chenal de vol (Mechaber *et al.*, 2002). Les individus qui restent immobiles sur une plate-forme métallique sont des individus inactifs. Les individus actifs vont subir une série de notation pendant 20 minutes. Il est important de noter qu'au moins deux évaluateurs sont nécessaires pour recueillir les informations nécessaires. Le premier évaluateur se tient au point de départ (G) de la plate-forme, et le deuxième évaluateur vérifie l'heure d'arrivée de la plate-forme Le point de diffusion du stimulus (H₁ ou H₂) du papillon dans le tunnel de vol. Les paramètres de calcul sont les suivants :

Sens de vol :

- Vol partiel (au moins 50 cm entre le stimulus et la cage de séparation)
- Vol complet (vol vers la source d'odeur, atterrissage ou non atterrissage)

Temps de vol et nombre de personnes :

- Touché la source de l'odeur
- Atterrir à environ 10 à 50 cm de la source de l'odeur. De plus, tout vol partiel, vol total ou falsification a été réalisé La source de l'odeur est considérée comme active (réponse positive) (Mechaber *et al.*, (2002) ; Dallaire (2003) ; Ingwild *et al.*, (2007).

3.2.7 Analyses des dattes

3.2.7.1 Analyses physique

Un total de 40 dattes par régime des catégories (A) (1er choix) et (B) (2eme choix) est prélevé de chaque cultivar pour déterminer :

- La longueur moyenne de la datte (cm)
- Le diamètre moyen de la datte (cm)
- Le Poids moyen de la datte et du noyau (g)
- Le Poids de la pulpe (g)
- Le Poids du noyau (g)

3.2.7.2 Analyses biochimique

Afin de déterminer la composition biochimique des trois variétés de dattes, 100 dattes de chaque variété ont été analysés à chaque fois. Chaque fruit préalablement dénoyauté est coupé en 4 portions. Seuls 1/4 pris alternativement du haut ou du bas sont utilisés pour ces analyses. Ces analyses consistent à déterminer la teneur en eau, le pH et la teneur en sucres des dattes et la teneur en protéines. Les sucres réducteurs, le saccharose et les sucres totaux sont déterminés par la méthode de Bertrand (Audigie, 1984). Le pH est déterminé par la méthode préconisée par Girard (1965). L'extraction de lipides se fait à l'éther de pétrole dans un appareil de Soxhelt pendant 8 heures. Les éléments minéraux, il est analysé le sodium, le potassium, le calcium, le phosphore, le magnésium et le fer (Anonyme, 1970). La teneur en protéines est obtenue par le dosage de l'azote total par minéralisation et distillation puis titration avec H₂SO₄ à 0,1N, alors ;

$$\text{Teneur en protéines} = \text{Teneur en Azote total} \times 6,25$$

3.2.7.3 Extraction des composés volatils

L'identification des composés volatils dans les dattes permet d'apprécier leurs qualités sensorielles. Il a également l'avantage technique de guider les industriels dans l'extraction d'arômes de variétés de basse qualité, augmentant ainsi leur valeur marchande.

Cette partie de l'étude vise à identifier les composés volatils pouvant déterminer le choix des sites de ponte kératinisants *d'E.coli*. Les recherches sur ce sujet portent une attention particulière aux aspects sensoriels des dattes, en particulier l'arôme. Par ailleurs, il existe très peu de travaux sur le rôle de ce dernier dans la communication chimique entre le jujubier et ses ravageurs. Parmi ces travaux, il convient de citer travaux de Gothilf (1975) et Coss *et al.*, (1994). Pour l'extraction des composés volatils de la date, la méthode d'extraction par distillation simultanée (SDE) a été choisie, en utilisant le matériel décrit par Likens et Nickerson (1964), avec quelques modifications (selon les moyens disponibles).

Selon Adda et Richard (1992), ce dispositif permet de réduire la quantité de solvant tout en effectuant simultanément un stripping et une extraction. Avant son analyse de, hdate T'mar précoce de feu Martuba avait des calices et des pierres enlevées. En présence de 100 ml de phosphate de sodium 0,1 M à pH = 6,5, échantillons de pulpe de datte de chaque culture d'ont été finement broyés avec un mélangeur (Schultz et al., 1977). Après agitation, mettre le mélange dans l'appareil précédent, ajouter du glycolate d'éthyle dilué au 1/1000 et quelques gouttes d'huile de silicone (anti-mousse). Pour extraire les composés les plus aromatiques, trois solvants ont été utilisés, à savoir l'hexane, éther et le dichlorométhane (Adda et Richard, 1992). Le temps nécessaire à l'extraction est d'environ 3 heures. Après concentration et séchage avec du sulfate de magnésium anhydre et extraction de la partie volatile, ces composants sont identifiés par chromatographie en phase gazeuse (GPC), et leur temps de rétention est comparé à celui du produit standard (produit pur). L'échantillon a été analysé par la chromatographe équipé d'un détecteur FID (détecteur à ionisation de flamme), équipé d'une colonne Stabilwax® (G16), de 30 m de long, de 0,25 mm de diamètre et 0,5 microns d'épaisseur. Le débit du gaz porteur (hélium) est de 2 ml min⁻¹. L'étuve est programmée à une température de, de 70 à 200°C, à une vitesse de 2°C min⁻¹ ; par contre, la température de la seringue est maintenue à 240°C.

Cependant, cette analyse a été effectuée pour explorer les substances considérées par Gothilf (1975), Coss *et al.*, (1994), comme stimulant de la ponte pour les espèces *E. ceratoniae*. Il s'agit du caproate d'éthyle (acide éthylhexanoïque), de l'acétaldéhyde, de

l'éthanol, du 1-propanol, du 2-propanol et du 1-butanol.

3.3 Analyses statistiques

On utilise l'interprétation statistique des données pour tester l'égalité des moyennes de chacune caractères biochimiques analysés (variables). Le but de présenter au mieux les interactions pouvant exister entre les différentes variables (quantitatives ou qualitatives) nous avons opté pour une l'Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) puis Analyse en Composantes Principales (ACP) qui est une méthode statistique essentiellement descriptive. Son objectif est de présenter, sous une forme graphique, le maximum d'informations contenues dans un tableau de données. En utilisant le logiciel GOSTAT il ne peut s'appliquer qu'à un tableau de variables quantitatives ou pouvant être considérées comme telles. Ce tableau doit être constitué, en lignes, par des individus sur lesquels sont mesurées des variables quantitatives ou pouvant être considérées comme telles, disposées en colonnes (Briere, 1994).

Chapitre 4 :

Résultats et discussions

4 Chapitre 4 : résultats et discussion

4.1 Evaluation du taux d'infestation en plein champ

4.1.1 Taux d'infestation global

Les recherches ont montré sur la figure 14 ; que le taux d'infection des dattes par la pyrale des dattes (*Ectomyelois ceratoniae*) sans tenir compte du cultivar ne dépassait pas 4,08 % en moyenne, évolue avec le temps.

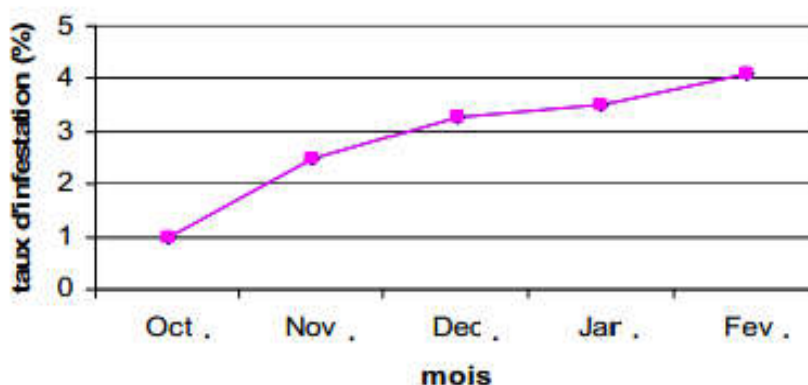


Figure 14: Courbe d'évolution du taux d'infestation des dattes par la pyrale des dattes.

4.1.2 Evaluation du taux d'infestation en fonction des cultivars

Les résultats ont montré que le niveau d'infection *d'E.ceratoniae* dans le palmier dattier varie selon les différents cultivars et que l'infection générale évolue dans le temps. Où Deglet-Nour avait le plus grand nombre d'infections début octobre et était le plus acceptable, avec un

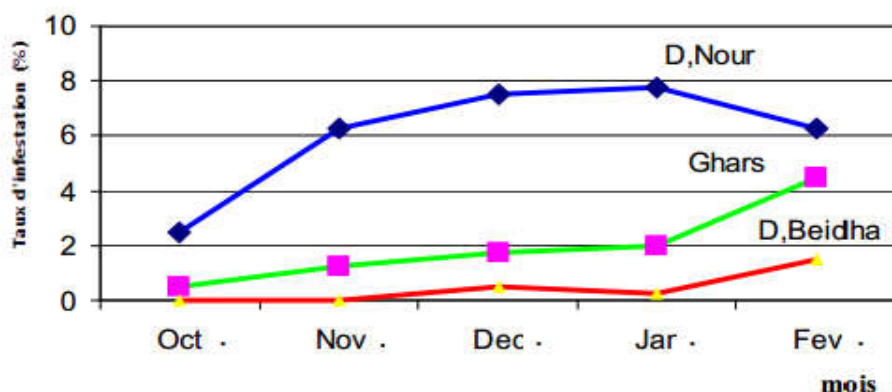


Figure 15: Evaluation du taux d'infestation des dattes par *E. ceratoniae* en fonction des cultivars.

taux le plus élevé égale à 7,75%, suivi par Ghars (4,5%); l'infection est également précoce (octobre), mais son niveau est encore faible par rapport à Deglet-Nour. Enfin,

Degla Beidha(1,5%), la première attaque n'a eu lieu qu'en décembre (Fig. 15).

Les résultats retenus de l'infestation des dattes par *E. ceratoniae* révèlent des différences d'infestation en faveur Deglet Nour vis-à-vis Degla-Beidha et Ghars ; peuvent être dues à la nature et la consistance de la variété Ghars présentant un épicarpe plus fin et un aspect collant que la variété Deglet Nour qui empêche l'inspection soigneuse des femelles pondueuses ainsi ces dernières préfèrent des dattes plus au moins sèches. Dans ce contexte, nos résultats sont similaires à ceux trouvés par Idder *et al.*, (2008), ils ont montré que la variété Deglet Nour est plus infestée par rapport à Ghars dont les taux d'infestation pouvant atteindre respectivement 13.2% alors que le taux d'infestation de la variété Ghars ne dépasse pas 3.3%. En parallèle, Zouioueche (2011), a signalé que la variété Mech Degla (datte sèche) est plus infestée (5.41%) que les variétés Deglet Nour et Ghars qui présentent un taux d'infestation similaires de fruits matures de l'ordre de 2.92%. Lepigre (1963), ainsi, a montré que les dattes molles comme Ghars ne contiennent jamais de chenilles de la pyrale alors que Deglet Nour est infestée à 10%. D'après Lebrun (2007), le taux de ponte est différent sur les variétés qui dû à une préférence de la pyrale et à une variabilité des substances volatiles émises exerçant des effets plus ou moins accentué d'attractivité ou de répulsion. Dhouibi (1982), indique que *l'E.ceratoniae* des dattes préfère pondre sur des supports rugueux des dattes. Par contre Idder (2008), marque que la pyrale des dattes est préférée se nourrir et pondre ses œufs sur des dattes molles à demi-molles, pour assurer à sa descendance les meilleures conditions de nutrition.

Par contre, Le Berre (1975) et Bouka *et al.*, (2001), ont montré que les dattes molles sont plus attaquées que les dattes demies molles, elles-mêmes plus infestées que les sèches. De ce fait, Doumandji-Mitiche (1983), affirme que le taux d'infestation de la même variété se diffère d'une palmeraie à une autre dans la même région, il a enregistré un taux d'attaque de 6.4% pour la variété Deglet Nour, 2.4% pour la variété Ghars. Saggou (2001), rajoute que l'état de la parcelle est un facteur déterminant pour les variations des taux d'infestation

4.2 Tests comportementaux d'*E.ceratoniae* en tunnel de vol

4.2.1 Activité des femelles d'*E.ceratoniae*

En utilisant la technique olfactométrique (tunnel de vol), les tests comportementaux ont été examinés et la réponse des femelles de cette pyrale aux différentes sources d'odeurs

émises par les trois variétés de dattes a été étudiée. Où ils ont été mis à choisir entre deux odeurs selon des combinaisons différentes.

Les résultats présentés que plus de 73,42 % des individus testés ont pris l'envol, ils peuvent être divisés en deux groupes : 54 % ont répondu positivement aux diverses stimulations, alors que, 19,42 % ont pris l'envol mais sans aucun choix (Fig. 16). En outre, 26,28% des individus testés n'ont présenté aucune réaction à l'égard des flux d'air balayant les 3 cultivars de dattes, ils peuvent être répartis en deux groupes : 14 % n'ont pas répondu à l'air pur (49 individus), on plus 12,28 % est restées inactives malgré qu'elles sont

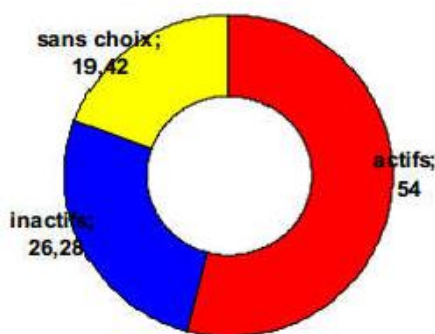


Figure 16: Comportement d'*E. ceratonia* qui exposé à l'odeur de trois cultivars de dattes dans un tunnel à mouches. exposées aux diverses stimulations (43 individus).

4.2.2 Réaction des femelles actives aux différentes odeurs

Les résultats présentés dans la figure 17 expriment la réponse des femelles actives d'*E. ceratoniae* aux différentes odeurs. Par rapport à un seul cultivar combiné à de l'air pur, les femmes sont plus actives lorsqu'elles sont exposées au flux d'air de deux irritants (cultivar). En terme de préférence variétale, il est enregistré une nette orientation des femelles vers Deglet-Nour (50 %) est la variété la plus attractive, suivi par Ghars (36 %) et enfin Degla-Beidha (14 %).

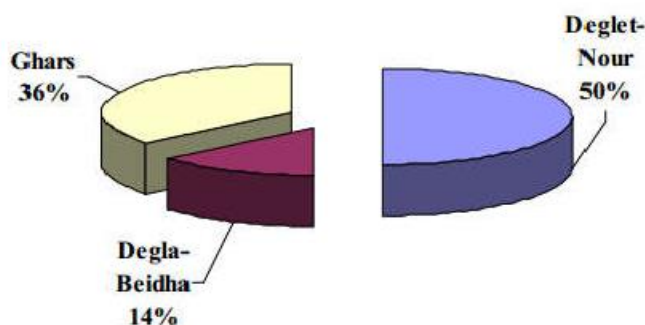


Figure 17: Répartition des femelles d'*E. ceratoniae* (%) actives en fonction des odeurs émanant des trois cultivars de dattes dans le tunnel de vol.

4.2.3 Distance d'envol des femelles d'*E. ceratoniae* dans le tunnel de vol

Les résultats ont montré que sur 350 femelles évaluées, 188 (54 %) ont répondu positivement aux flux d'air des trois cultivars de dattes. Parmi ces femelles actives, 59 % ont atteint la source d'odeur, tandis que 41 % sont tombées entre 10 et 50 cm de la source (Fig. 18). Veuillez noter que lorsque les odeurs de tous les cultivars sont combinées avec le plein air, toutes les femelles expriment leur attrait aux stimuli chargés d'odeur.

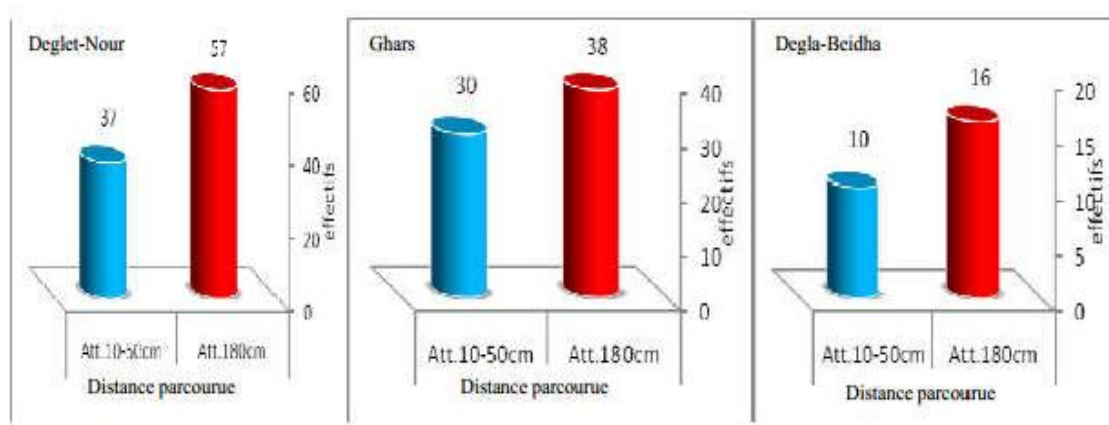


Figure 18: Répartition des femelles actives d'*E. ceratoniae* en fonction de la distance d'atterrissage par rapport à la source d'odeur dans le tunnel de vol.

4.2.4 Temps d'envol des femelles actives d'*E. ceratoniae* dans le tunnel de vol

L'observation du comportement des femelles d'*E. ceratoniae* dans le tunnel de vol a permis d'estimer le temps nécessaire pour le mouvement de chaque femelle. Ce dernier est calculé en coupant la distance du lieu de son rejet jusqu'à ce qu'il atteigne la source de l'odeur. D'après les résultats obtenus, on peut voir que dans le cas de Deglet-Nour, la femelle a répondu positivement dans un délai de 1 à 5 minutes. Dans le cas des cultivars Ghars et Degla Beidha la moitié des femelles ont répondu en 5 à 10 minutes. Dans le cas des trois cultivars, la

réponse est plus faible dans des intervalles de temps supérieurs à 5-10 minutes. D'une manière générale, le temps entre 1 et 10 minutes est considéré comme suffisant pour que la plupart des femelles d'*E.ceratoniae* achèvent leur vol (Fig. 19).



Figure 19: Répartition des femelles actives d'*E.ceratoniae* (%) en fonction du temps d'envol (mn.).

Nos résultats montrent clairement que le cycle de vie d'*Ectomyeloides ceratoniae* élevés sur les différentes dattes est comparable à celui enregistré par Zare *et al.*, (2013), sur trois variétés des dattes. Par contre il est plus court que celui obtenu par Norouzi *et al.*, (2008), (89,55 jours). Il apparaît bien que la durée des différents stades d'*E.ceratoniae* est affectée par la qualité de nourriture.

Chez les insectes, les signaux odorants, parfois bien plus que les signaux visuels, jouent un rôle primordial dans la vie et la survie des espèces, les relations entre individus d'une même espèce ou d'espèces différentes, ou entre un individu et son environnement (Witzgall *et al.*, 2008). Ce sont souvent des signaux chimiques qui guident l'insecte vers son lieu de ponte, ou vers les sources de nourriture, ce sont également des molécules en suspension dans l'air ambiant (molécules volatiles à propriétés odorantes) qui permettent à l'insecte de détecter le partenaire sexuel, de localiser ses prédateurs ou encore d'identifier ses congénères (Masson et Brossut, 1981). Les exemples associant les études du comportement, du système sensoriel et des mécanismes de perception concernent essentiellement les signaux chimiques, et principalement ceux perçus par olfaction. La raison est peut-être d'ordre "hiérarchique". En effet, si plusieurs modalités sensorielles interfèrent au cours d'une succession de séquences comportementales, il apparaît que « l'odorat » reste la modalité sensorielle la plus fréquente (Haynes et Birch, 1985 et Schröder et Hilker, 2008). Elle permet la détection à distance des insectes, elle peut stimuler la prise alimentaire, la ponte et d'autres comportements inter- ou

intra-spécifiques tels que l'agrégation, la répulsion et surtout l'attraction (sexuelle ou autre) (Haynes et Birch, 1985).

La sélection des plantes par les insectes polyphages consiste en une séquence comportementale en réponse à un ou plusieurs stimuli associés à une plante hôte ou à une plante non hôte (Staedler, 1976). Ces insectes sont attirés, entre autres, olfactivement grâce à l'odeur qui émane de la plante grâce aux nombreux récepteurs olfactifs localisés sur leurs palpes maxillaires et surtout leurs antennes (Visser, 1986). En cas de réponse positive à un stimulus olfactif, celle-ci provoque un mouvement orienté vers la source odorante qui peut se définir par sa vitesse et sa direction (Habbachi, 2013). L'efficacité d'un attractant est déterminée par la concentration initiale de la molécule au niveau de la source, la manière dont elle diffuse sur son support (air, sol, liquide) et les mécanismes internes d'orientation de l'insecte (Visser, 1986).

Les molécules extraites de la variété Deglet Nour sont attractives, chez *E. ceratoniae*, elles sont essentiellement de nature apolaires puisqu'ils sont extraites avec de l'hexane et du pentane. Le comportement alimentaire des larves débute par un comportement de détection de l'odeur, après la détection, l'individu se dirige vers la source odorante. Il existe cependant très peu d'information sur les mécanismes comportementaux associés à la quête de nutriments à différents stades larvaires (Etilé, 2010), pour cela Boulard (1988) a indiqué que les besoins nutritionnels d'un insecte changent au long de leur développement. Les résultats de l'attractivité des stades larvaires par l'odeur des trois variétés de dattes ont permis de bien montrer les préférences alimentaires de la pyrale des dattes sur le plan olfactif.

D'après nos résultats sur l'attractivité des différents stades larvaires d'*E. ceratoniae* par les différents extraits des dattes, on remarque que les individus testés sont significativement attirés par l'odeur des dattes Deglet Nour leurs extraits au pentane et à l'hexane en olfactomètre et enceinte close, ce choix est dû à la présence de molécules odorantes qui attirent la pyrale. Arif (2011), a révélé que les dattes de Deglet Nour sont les plus attractives, pour la pyrale des dattes et Dans le cas de Ghars et Degla-Beidha, la réponse des femelles (environ de la moitié) est dans une tranche de temps oscillant entre 5 et 10 mn pour atteindre la source d'odeur. La sélection des plantes par les insectes consiste en une séquence comportementale en réponse à un ou plusieurs stimuli associés à la plante (Bénédet, 1999). Les composés allélochimiques (attractifs ou répulsifs) contenus dans les végétaux jouent un rôle majeur dans l'acceptation de la plante par l'insecte. Witzgall et al. (2008), ont montré que les signaux odorants et les signaux visuels sont importants pour la survie des espèces.

Ces signaux odorants sont les signaux chimiques qui guident les insectes vers leurs nourritures qu'ils préfèrent et sur laquelle se base un insecte phytophage dans le choix d'un site de ponte (Stadler, 2002 et Banaigs, 2004). Ce sont également des molécules en suspension dans l'air ambiant (molécules volatiles à propriétés odorantes) qui permettent à l'insecte de détecter le partenaire sexuel, de localiser ses prédateurs ou encore d'identifier ses congénères (Masson et Brossut, 1981). En effet l'odorat reste la modalité sensorielle la plus fréquente (Schröder et Hilker, 2008). Cette succession d'événements implique une étape primordiale qui est celle de la détection différentielle d'informations chimiques variées en provenance du milieu environnant (Masson et Brossut, 1981).

L'étude de l'attractivité des différents stades larvaires d'*E.ceratoniae* par 3 cultivars de dattes nous renseignent sur la présence de molécules odorantes qui attirent l'insecte, la pyrale se dirige vers la source odorante en un mouvement volontaire unidirectionnel et ce qui explique l'abondance de cette espèce dans les palmeraies de la région. En cas de réponse positive à un stimulus olfactif, celle-ci se déplace en un mouvement orienté vers la source odorante. Des stimuli chimiques volatiles et non volatiles pourraient être responsables du gradient de préférence alimentaire observé pour les différentes variétés testées. En effet, l'influence de substances produites par les plantes hôtes sur l'attractivité d'insectes phytophages a été montrée par différentes études (Derridj *et al.*, 1991 ; Foster et Harris, 1997 ; Haribal et Renwick, 1998 ; Degen et Stadler, 1998 ; Carter et Feeny, 1999 ; Stadler *et al.*, 2002). Généralement ces odeurs sont un assemblage de plusieurs molécules simples donnant une odeur complexe émanant de l'aliment, ce complexe odorant agit plus au moins vite en fonction de la concentration des molécules vraiment attractives (Masson et Brossut, 1981). L'efficacité d'un attractant est déterminée par la concentration initiale de la molécule au niveau de la source, la manière dont elle diffuse sur son support (air, sol, liquide) et les mécanismes internes d'orientation de l'insecte (Visser, 1986). De nombreuses études ont montré que les phytophages sont attirés par les odeurs émises par les plantes-hôtes qu'ils attaquent (Vinson, 1981 et 1984 ; Vinson *et al.*, 1987 ; Williams *et al.*, 1988 ; Whitman, 1988).

4.3 Propriétés physico-biochimiques et composés volatils des trois cultivars de datte

Afin de mieux expliquer les résultats de la réponse des femelles d'*E.ceratoniae* aux odeurs des trois espèces dans le tunnel de vol, des analyses physico-biochimiques ont été réalisées à différentes cultivars des dattes.

4.3.1 Qualité physique

Une étude comparative sur la morphologie du fruit des cultivars de dattes (Deglet-Nour Ghars et Degla-Beidha) au stade de maturité précoce (T`mar) a montré que la longueur moyenne des fruits Degla-Beidha (4,30 cm), et Ghars (4,40 cm) était supérieur à Deglet-Nour (3,70 cm) et le diamètre moyen de la date, était retrouvé à Degla-Beidha (1,90 cm) à Deglet- Nour (1,70 cm) et à Ghars (1,80 cm) (tableau 14). Les résultats du tableau 14 montrent également que le palmier dattier de la variété Deglet-Nour est le plus lourd, avec un poids de pulpe moyen de 7,70 g, tandis que les dattes de Ghars (6,78 g) et Deglet-Beidha (6,84 g) sont briquet (Fig. 20).

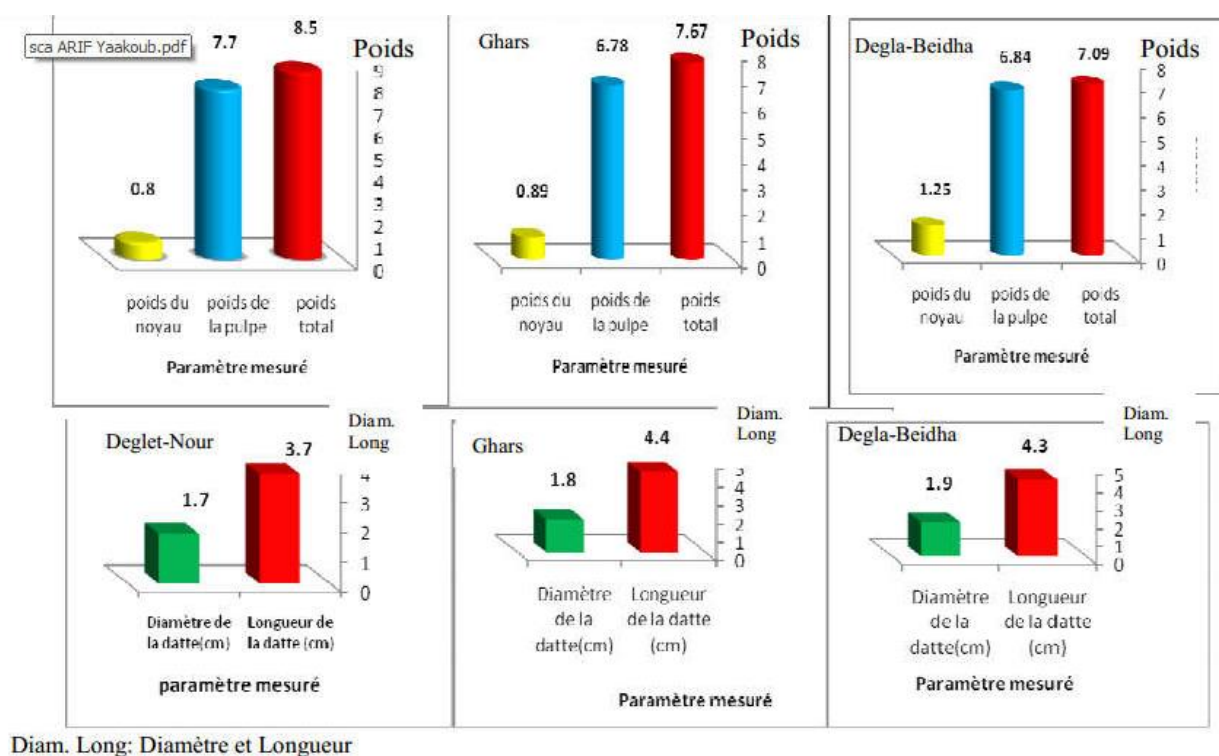


Figure 20: Etude comparative de la qualité physique des trois cultivars de dattes : Deglet-Nour, Ghars et Degla-Beidha

Les différentes catégories de dattes ont des caractéristiques morphologiques et organoleptiques différentes. Ces différences sont notables entre la variété molle (Ghars), la variété demi-molle (Deglet-Nour) et la variété sèche (Degla-Beida), en particulier du point de vue de la couleur, de la consistance, de la texture, et de même dans le rapport noyau/datte. Le rapport noyau/datte montre que la variété demi-molle est plus charnue par rapport aux variétés molles et demi-molles.

La datte sèche présente un aspect farineux et une texture dure, par contre, la datte molle et demi-molle, ont des textures fibreuses. L'aspect dur de la variété Degla Beida peut être lié au stade de maturation de la datte, de fait que les dattes sèches ne passent pas par le stade Routab. Les caractéristiques morphologiques ont une incidence sur les caractéristiques physiques des produits élaborés à partir de la datte tels que le jus, le vinaigre, la farine, etc. Elles affectent surtout la qualité organoleptique du produit final.

4.3.2 Qualité biochimique

Les résultats sont présentés dans le tableau 4. Par rapport à Deglet Nour (23,9%) et Degla-Beidha (22,9%), la teneur en eau du palmier dattier de Ghars (24,1%) est légèrement supérieure. Les valeurs de pH mesurées des variétés Deglet-Nour (6,05) et Degla-Beidha (6,06) sont très proches, tandis que la valeur de pH de Ghars est légèrement différente (6,11).

L'analyse de la composition en sucre des 3 variétés étudiées a montré que les dattes des 3 cultivars sont très riches en sucre, et la teneur totale en sucre est généralement très similaire.

Tableau 4: Caractéristiques biochimiques des fruits des 3 cultivars étudiés

| Caractéristiques | Cultivars | Deglet-Nour | Ghars | Degla-Beidha |
|---------------------------------|-----------|-------------|--------|--------------|
| Eau en % | | 23,9 | 24,1 | 22,9 |
| pH | | 6,05 | 6,11 | 6,06 |
| Sucres totaux en % de la M.F. * | | 53,34 | 53,50 | 55,28 |
| Sucres réducteurs en % de M.F. | | 17,60 | 34,80 | 17,06 |
| Saccharose en % de M.F. | | 33,95 | 17,76 | 36,31 |
| Fibres en % de M.F. | | 5,8 | 2,74 | 3,96 |
| Lipides en % de M.F. | | 2,20 | 1,04 | 1,87 |
| Protéines en % de M.F. | | 1,81 | 1,53 | 2,74 |
| Sodium en mg/100 g de M.F. | | 654,89 | 385,59 | 565,01 |
| Potassium en mg/100g de M.F. | | 722,1 | 491,01 | 479,00 |
| Calcium en mg/100g de M.F. | | 66,74 | 40,24 | 68,93 |
| Phosphore en mg/100g de M.F. | | 52,31 | 44,13 | 29,31 |
| Magnésium en mg/100g de M.F. | | 60,58 | 34,73 | 44,41 |
| Fer en mg/100g de M.F. | | 3,59 | 2,01 | 3,90 |

* M.F. : Matière fraîche

Concernant la teneur en fibres, les résultats obtenus montrent que la teneur en fibres du palmier dattier de Ghars (2,74 %) est plus pauvre que Degla-Beidha (3,96 %) et Deglet-Nour (5,9 %) (Tab. 5). La composition minérale de la datte (100 grammes de matière fraîche) montre que la Deglet-Nour est le cultivar la plus riche en sodium (654,89 mg), en potassium (722,1 mg), par rapport à Ghars et Degla-Beidha (Tab. 4).

De plus, les résultats ont montré que Deglet-Nour a une teneur en phosphore plus élevée (52,31 mg) par rapport à Ghars (44,13 mg) et Degla-Beidha (29,31 mg). Concernant le magnésium, Degla-Beidha (44,41 mg) et Ghars (34,74 mg), Deglet-Nour présentent toujours la teneur la plus élevée (60,58 mg). Concernant la teneur en fer, la teneur en Degla-Beidha (3,90 mg) est très importante par rapport à Ghars (2,01 mg) et Deglet-Nour (3,59 mg). Concernant la teneur en protéines et en lipides, les résultats obtenus montrent que les trois cultivars étudiés ne sont pas gras. Dans les dattes Deglet-Nour, les lipides représentaient 2,20 %, tandis que Degla-Beidha était de 1,87 % et Ghars de 1,04. Pour les protéines, Degla-Beidha (2,74 %) est légèrement plus riche que Deglet-Nour (1,81 %) et Ghars (1,53 %).

L'analyse en composantes principales (ACP) montre qu'il existe de multiples corrélations entre le taux d'infection et les caractéristiques physiques et chimiques des trois cultivars étudiés (Tab. 5). La corrélation positive caractérise la relation entre le taux d'infection et le poids du datte (0,997), la teneur en eau (0,763), la teneur en sucres réducteurs (0,870) et la teneur élevée en fibres (0,616) d'autre part. De plus, la corrélation négative caractérise la relation entre le taux d'infection et le poids du noyau (-0,937), la longueur de la datte (-0,806), le diamètre de la datte (-1,00), et le contenu sur celui main. D'autre part, la teneur en saccharose (-0,961), en sucres totaux (-0,890), en protéines (-0,718) et en éléments minéraux (Tab. 5).

Tableau 5: Matrice des corrélations entre le taux d'infestation et la composition physicochimique des 3 cultivars de dattes.

| | INFES |
|--------------|--------------|
| INFES | 1,000 |
| PDAT | 0,997 |
| PPULP | 0,848 |
| PNOY | -0,937 |
| L DAT | -0,806 |
| DDAT | -1,000 |
| EAU | 0,763 |
| pH | -0,178 |
| SREDU | 0,870 |
| STOT | -0,890 |
| SACCH | -0,961 |
| FIBRE | 0,616 |
| LIPID | 0,298 |
| PROTE | -0,718 |
| SODIU | -0,357 |
| POTAS | -0,901 |
| CALCI | 0,037 |
| PHOSP | -0,980 |
| MAGN | -0,643 |
| FER | 0,121 |

Légende:

INFES: taux d'infestation., PDAT: poids de la datte., PPULP: poids de la pulpe., PNOY: poids du noyau., LDAT: longueur de la datte., DDAT: diamètre de la datte., EAU: taux d'humidité., pH: acidité., SREDU: taux des sucres réducteurs., STOT: taux des sucres totaux., SACCH: taux de saccharose., FIBRE: taux de fibre., LIPID: taux des lipides., PROTE: taux des protéines., SODIU: taux de sodium., CALCI: taux de calcium., POTAS: taux de potassium., PHOSP: taux de phosphore., MAGN: taux de magnésium., Fer: taux de Fer.

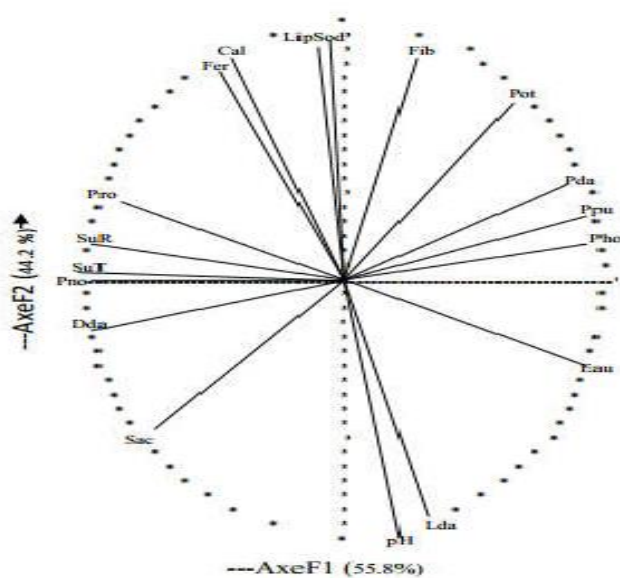


Figure 21: Cercle des corrélations des variables.

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).

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 signalés 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. Selon (Dowson *et al.*, la datte de bonne qualité possède un pH voisin de 6 et à une date de mauvaise qualité possède pH inférieur à 5. 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 signalé des valeurs variables et contrastes du pH de l'intestin justifié par le caractère polyphage de cette espèce. 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. La différence pourrait être expliquée par Heller (1990) qui a indiqué que le pH peut varier suivant l'état physiologique du fruit, aussi suivant les conditions climatiques de stockage et les façons culturales.

Les dattes sont considérées comme des fruits riches en sucres. Ceux-ci existent sous deux formes : saccharose et sucres réducteurs. Les sucres réducteurs principaux sont le fructose et le glucose mais les dattes contiennent d'autres sucres tels que l'arabinose, le galactose et autres (Al-Khouli *et al.*, 1998). Nos résultats montrent clairement que la variété Ghars est la variété la plus riche en fructose et la plus pauvre en saccharose par rapport les variétés Daglet Nour et Degla Beida, Ces résultats d'analyse biochimique des sucres sur les trois variétés étudiées concordent avec celle de Belguedj (2002), qui montre que la variété Ghars contient aussi plus des sucres totaux et réducteurs. Idder, (2008), a signalé que la variété Deglet-Nour, considéré comme la référence des dattes riches en saccharose avec un taux de 44,4%. D'après Munier (1973), la variété Deglet Nour comporte 95% des sucres totaux, dont 78% de saccharose et seulement 17% de sucres simples.

Pour le cultivar Deglet-Nour, considéré comme la référence des dattes dites riches en saccharose, Munier (1973) indique 95% des sucres totaux, dont 78% de saccharose et seulement 17% de sucres simples. Pour ce même cultivar, El-Bekr (1972) rapporte un taux en saccharose de 42,7% et un taux en sucres réducteurs de 38,2%. Nos résultats se rapprochent beaucoup plus de ceux d'El-Bekr (1972) avec des teneurs en saccharose de 44,4% et des teneurs en sucres réducteurs de 35%. Pour les insectes, les besoins nutritifs sont composés généralement des sucres, de lipides et d'azote (Kumbli, 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 biochimique 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).

4.3.3 Composés volatils

Le tableau 6 présente des composés volatils donnés identifiés par des techniques de chromatographie de phase gaz (CPG) dans les trois cultivars de dattes étudiés. Les résultats de l'analyse ont été en mesure de détecter cinq composés volatils parmi les 6 recherchés. Les cultivars de Deglet-Nour sont riches en composés volatils et leurs émissions comprennent des alcools (2-propanol, éthanol, 1-propanol et 1-butanol) et aldéhyde (acétaldéhyde). D'autre part, Degla Beidha a des bouquets pauvres en produit aromatique, comporte seulement 2-propanol, éthanol et 1-propanol. Les cultivars de Ghars manquent de fractions aromatiques (acétaldéhyde), qui ont toutes les fractions d'alcool cible.

Tableau 6: Les composés volatils présents dans les dattes de Deglet-Nour, Ghars et Degla Beidha.

| Composés | Temps de rétention (mn) | Cultivars | | |
|----------------------|----------------------------|-----------|----------|-----------|
| | | D. Nour | Ghars | D. Beidha |
| • Acétaldéhyde | 2,05 | Présence | Absence | Absence |
| • 2-propanol | 4,81 | Présence | Présence | Présence |
| • Ethanol | 4,98 | Présence | Présence | Présence |
| • Héxanoate d'éthyle | 5,18 | Absence | Absence | Absence |
| • 1-propanol | 7,69 | Présence | Présence | Présence |
| • 1-butanol | 11,13 | présence | Présence | Absence |

L'analyse factorielle des correspondances montre que l'axe 1 et l'axe 2 contribuent respectivement à 95% et 5% de l'inertie totale (pourcentage expliqué par l'axe principal). Par conséquent, l'axe 1 contient la plupart des informations exploitables. Par ailleurs, parmi les 07 caractéristiques analysées, 3 sont distinguées, à savoir : le taux d'infection (INFES) et la présence ou l'absence d'acétaldéhyde (ACTAL) et de 1-butanol (1BUTA).

A partir des données présentées dans le tableau 7 on peut constater que l'axe 1 s'explique principalement par les caractéristiques de l'acétaldéhyde (ACTAL) et du 1-butanol (1BUTA), qui contribuent pour 16,1 % et 20,1 % à l'inertie expliquée par l'axe. Sur l'ensemble du graphique, l'Acétaldéhyde (ACTAL) et 1- Butanol (1BUTA) ont contribué à l'inertie totale illustrée par des poids de 13,25 et 10,60 %.

Tableau 7: Contribution relative à l'inertie expliquée par les axes dans une analyse factorielle des correspondances (A.F.C.)

| COLONNES | AXES PRINCIPAUX | | | | | | | |
|-----------------|-----------------|--------|-------|---------------|--------|-------|------|--|
| | POIDS (En%) | AXE 1 | | | AXE 2 | | | |
| INFES ** | 36.42 ** | 0.423 | 1.000 | 57.0 * | 0.007 | 0.000 | 0.3 | |
| ACTAL ** | 13.25 ** | -0.374 | 0.868 | 16.1 * | -0.146 | 0.132 | 46.7 | |
| 2PROP ** | 7.95 ** | -0.139 | 0.999 | 1.3 * | -0.004 | 0.001 | 0.0 | |
| ETHAN ** | 7.95 ** | -0.139 | 0.999 | 1.3 * | -0.004 | 0.001 | 0.0 | |
| HEXET ** | 15.89 ** | -0.139 | 0.999 | 2.7 * | -0.004 | 0.001 | 0.0 | |
| 1PROP ** | 7.95 ** | -0.139 | 0.999 | 1.3 * | -0.004 | 0.001 | 0.0 | |
| 1BUTA ** | 10.60 ** | -0.466 | 0.879 | 20.1 * | 0.173 | 0.121 | 52.8 | |

D'après le schéma (Figure 22), diviser les cultivars étudiés en 3 groupes

Groupe 1 : représenté par Deglet-Nour, situé du côté négatif de l'axe 1 et du côté positif de l'axe 2 ; caractérisé par un taux d'infection élevé (7,75 %) et la présence de composés volatils : acétaldéhyde (ACTAL) et 1-butane Alcool (1BUTA).

Groupe 2 : représenté par Degla-Beidha, situé du côté négatif de l'axe 1 et du côté positif de l'axe 2 ; il se caractérise par un faible taux d'infection (1,5%) et pas de composés volatils : acétaldéhyde (ACTAL) et 1-butanol. (1BUTA)

Groupe 3 : représenté par Ghars, situé du côté positif de l'axe 1 et du côté négatif de l'axe 2, caractérisé par le taux d'infection moyen (4,5) et la présence de composés volatils : 1- butanol (1BUTA) et pas d'acétaldéhyde (ACTAL)

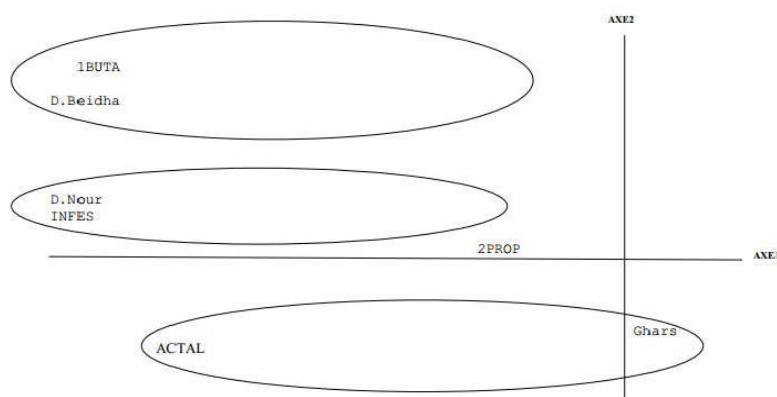


Figure 22: Représentation simultanée des cultivars (observations) et des variables.

Les facteurs les plus contributifs à l'infestation sont l'acétaldéhyde (ACTAL) et le 1-butanol (1BUTA). En effet, la Deglet-Nour est plus attaquée (7,75 %) car elle contient deux composés, qui stimulent la ponte d'*E.ceratoniae*. Degla-Beidha a le taux d'infection le plus faible (1,5 %), ce qui peut être dû à l'absence d'acétaldéhyde (ACTAL) et de 1-butanol (1BUTA). Quant au cultivar Ghars, il n'apporte qu'un seul composé, en l'occurrence le (1-butanol). Cela peut expliquer pourquoi le taux d'infection intermédiaire compris entre Deglet-Nour et Degla Beidha.

Par rapport aux études précédentes, Jaddou et al. (1984) ont identifié 38 composés volatils, répartis en six classes chimiques dans la variété irakienne Zahdi. À leur tour, Harrak et al. (2005) ont identifié 47 composés dans les dattes de huit variétés de dattes marocaines appartenant à neuf classes chimiques. En Tunisie, El Arem et al. (2011) ont identifié 80 composés volatils, classés en huit classes chimiques dans cinq cultivars de dattes.

Lebrun *et al.*, (2007) rapportent que le taux d'infestation plus élevé de certains cultivars de dattes peut être dû à une variabilité des substances volatiles émises, exerçant des effets d'attractivité ou de répulsion plus ou moins accentués. En effet, pour analyser le monde qui les entoure, tous les animaux ont des facultés sensorielles qui leur permettent de communiquer avec lui (Picimbon, 2002). Ainsi, les études entreprises par Cossé *et al.*, (1994) et Gothilf (1964), cités par Gothilf *et al.*, (1975) sur *E. ceratoniae* ont affirmé que les femelles répondent à des stimuli chimiques, représentés par des composés volatils émis par des dattes ou des caroubes infestées par le champignon *Phomopsis* sp. Cependant, de la nature chimique des substances, il est évident que les cultivars étudiés, en particulier Deglet-Nour, présentent une teneur élevée en hydrocarbures, notamment en alcanes. Selon Benchabane (2007), les dattes stockées montrent une oxydation plus prononcée, une réactivité élevée des acides gras polyinsaturés, favorisant la formation d'hydroperoxydes et accélérant ainsi la réaction vers la production de composés carbonylés et hydroxylés, tels que les hydrocarbures, composés venus d'une dégradation d'acides gras polyinsaturés de type C18 : 2, responsables du goût rance (Berset et Cuvelier, 1996).

Conclusion

Conclusion

Le patrimoine phœnicicole algérien est confronté à de nombreux problèmes phytosanitaires. Le ver de la datte *E. ceratoniae* est l'un des déprédateurs les plus rencontrés, qui cause des préjudices considérables à la récolte tant du point de vue qualitatif que quantitatif. L'*Ectomyelois ceratoniae* est une espèce répandue dans tout le bassin méditerranéen et notamment au Maroc, en Algérie, en Tunisie, en Libye et en Egypte.

Les résultats de l'étude menée sur l'interaction entre la pyrale des dattes et les cultivars de palmier dattier : Deglet-Nour, Ghars et Degla Beidha a montré que le taux moyen d'infestation des dattes sans tenir compte du cultivar ne dépassait pas 5 %. Cependant, Deglet-Nour est le cultivar le plus infesté ($\approx 8\%$), tandis que, Degla-Beidha est le moins touché (1,5%).

Le test olfactif réalisé au travers du tunnel volant a permis à d'étudier le comportement d'*E.ceratoniae* sur le site de ponte par rapport à l'odeur émise par les dattes des trois espèces. Les résultats d'ont montré que, quelle que soit la combinaison d'arômes (D. Nour, D. Beidha et Ghars), les dattes Deglet-Nour sont les plus attractives aux femelles de la pyrale dans le tunnel de vol, et le plus infesté en plein champ.

Une étude comparative des aspects physiques et chimiques des trois variétés de fruits a montré que les différences de teneur en eau, sucres totaux et sucres réducteurs, lipides, protéines et certains éléments minéraux sont très limitées.

Les facteurs les plus contributifs à l'infestation sont l'acétaldéhyde et le 1- butanol. En effet, la Deglet-Nour est plus attaquée car elle contient deux composés, qui stimulent la ponte d'*E.ceratoniae*. On peut conclure que les fluctuations des taux d'infestation d'*E.ceratoniae*, selon les cultivars de date, sont liées à la composition chimique en composés volatils de chaque cultivar. Il est donc nécessaire de prendre en compte ces aspects dans le choix variétal lors de la culture et dans les programmes de lutte contre ce ravageur.

Enfin, beaucoup de travaux reste à réaliser dans ce sens, en tenant compte de toutes les variétés et tous les stades phénologiques afin d'approfondir certains aspects de la bioécologie de la pyrale des dattes, dans le but d'une lutte efficace.

Bibliographie

Bibliographie

- Abdelmoutaleb, M. (2008). La campagne intensive de vulgarisation (CIV) pour la lutte contre le ver myelois ou la pyrale des dattes dans les wilayas de Biskra et d'El Oued, in revue, *Agriculture & développement*, pp. 7-10.
- ACOURENE, S., ALLAM, A., TALEB, B., & TAMA, M. (2007). Inventaire des différents cultivars de palmiers dattiers (*Phoenix dactylifera* L.) des régions d'Oued-Righ et d'Oued-Souf (Algérie). *Sécheresse*, pp. 42-135.
- ADDA, J., & RICHARD, H. (1992). Analyse des arômes : préparation des extraits en vue de l'analyse. In H. RICHARD, & J. MULTON, *Les arômes alimentaires, Tec and Doc- Lavoisier* (pp. pp.255-274). Paris: Eds.
- Al Khouli, M., Ahmed, F., & Sid Amhed, T. (1998). *Analysis of the fruits of some Egyptian date palm cultivars. Proceedings of the first date palm symposium on date palm research*. Marrakech : Date Palm Research and Development Network.
- AL-IZZI, M., AL-MALIKY, S., YOUNES, M., & JABBO, N. (1985). Bionomics of *Ectomyelois ceratoniae* Zell. (Lepidoptera : Pyralidae) on pomegrates in Iraq. *Environ. Entomol.*, pp. 149-153.
- ANOMYME, I. A. (1970). *Official methods of analysis, 11th edn*. Washington, D.C: Association of Agricultural Chemist.
- Arif, Y. (2011). *Etude de l'interaction entre la pyrale des dattes Ectomyelois ceratoniae (Lepidoptera: Pyralidae) et certains cultivars de palmier dattier*. Batna: Université de Batna.
- Arif, Y. (n.d.). *Etude de l'interaction entre la pyrale des dattes Ectomyelois ceratoniae (Lipidoptera: Pyralidae) et certains cultivars de palmier dattier*. Batna : INSTITUT DES SCIENCES VETERINAIRES ET DES SCIENCES.
- AUDIGIE, C., FRAGERELLE, J., & ZONSZAIN, F. (1984). *Manipulation d'Analyse Biochimique*. Paris: Ed. Tec et Doc., Lavoisier.
- Bakert, C., Franke, W., Millar, J., Lofstedt, C., Hans Son, B., Phelan, P., . . . Todd, J. (1991). . Identification and bioassay of sex pheromone components of carob moth, *Ectomyelois ceratoniae* (Zeller). *Journal of Chemical Ecology*, pp. 1973-1988.
- 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*, p. 28-289 .
- BEN KHALIFA, A. (1989). *Ressources génétiques du palmier dattier (Phoenix dactylifera L.) et la lutte contre la fusariose. Organisation de la variabilité des cultivars du palmier des palmeraies du Sud-ouest algérien*. Alger: ENS Kouba.
- Bénédet, F. (1999). *Modalités de reconnaissance d'un ravageur Acrolepiopsis assectella par son parasitoïde, Diadromus pulchellus : identification et perception d'un signal polypeptidique*. France: Univ. de tours.
- Berset, C., & Cuvelier, M. E. (1996). méthodes d'évaluation du degré d'oxydation des lipides et mesure du pouvoir antioxydant. *Sciences des aliments*, pp. 219-245.
- Bouguedoura, N., Bennaceur, M., Babahani, S., & Benzouche, S. (2015). Date Palm Status and Perspective in Algeria.
- Bouka, H., Chemseddine, M., Abbassi, M., & Brun, J. (2001). La Pyrale des dattes dans la région de Tafilatet au Sud- Est du Maroc. *Fruit*, pp. 189-195.
- Boulard, M. (1988). Homoptères Cicadoidea de Nouvelle-Calédonie. 1. Description d'un genre nouveau et de deux espèces nouvelles de Tibicinidae. *Zoologia Neocaledonica*, pp. 61-66.
- Briere, C. (1994). *Introduction aux méthodes de l'analyse des donn'es*. Paris: I.N.P.-E.N.S.A.T.
- Carter, M., & Feeny, P. (1999). Host-plant chemistry influences oviposition choice of the spicebush swallowtail butterfly. *Journal of Chemical Ecology* ., pp. 1999-2009.
- COSSE, A., ENDRIS, J., MILLAR, J., & BAKER, T. (1994). Identification of volatile compounds from fungus-infect date fruit that stimulate upwind flight in female *Ectomyelois ceratoniae*. *Entomol.*, pp. 233-238.
- Couturier, G. (2003). Technologie des fruits et des légumes. Relation entre la maturation et la qualité des fruits. *Technologie Agro-alimentaire*.
- DALLAIRE, R. (2003). *Effets sous létaux du tebufénozide, un régulateur de croissance d'insectes, sur la communication chimique et le succès reproducteur chez Choristoneura fumiferana et C. rosaceana (Lepidoptera: Tortricidae)*. *Mémoire de maîtrise en sciences (M. Sc.)*. Quebec:

- Faculté des sciences et de génie, Université Laval.
- Degen, T., & Stadler, E. (1998). Oviposition of carrot fly (*Psylla rosae*) in response to foliage and leaf surface extracts of host plants. . *Chemoecology*, pp. 39-49.
- Derridj, S., & Wu, B. R. (1996). *Informations biochimiques présentes à la surface des feuilles Implications dans la sélection de la plante hôte par un insecte INRA, unité de phytopharmacie et des médiateurs chimiques, 78026 Versailles Cedex*. Montpellier: Colloques CIRAD-CA.
- Derridj, S., Fiala, V., & Boutin, J. (1991). Host plant oviposition preference of the European corn borer (*Ostrinia nubilalis*Hbn)and biochemical explanation. *Symposia Biologica Hungarica*, pp. 134-135.
- Dhouibi, M. (1982). *Etude bioécologique d'Ectomyelois ceratoniae zeller (Lepidoptera, pyralidae) dans les zones presahariennes de la Tunisie*. Tunis: INA.
- Dhouibi, M. H. (1991). *Les principaux ravageurs du palmier dattier et de la datte en Tunisie*. Tunisie: I.N.R.A.
- Djebblahi, A. H., & 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 Biskra*. Biskra: Université de Biskra.
- Doumandji, S. (1981). *Biologie et écologie de la pyrale des caroubes dans de l'Algérie Ectomyelois ceratonia Zeller (Lepidoptera, pyralidae)*. Paris: Université Paris 6.
- Doumandji-Mitiche, B. (1983). *Contribution à l'étude bio-écologique des parasites prédateurs de la pyrale de caroube Ectomyelois ceratoniae en Algérie, en vue d'une éventuelle lutte biologique contre ce ravageur*. Paris: Université Pierre et Marie Curie.
- Dowson, V. H. (1982). *Date production and protection: with special reference to North Africa and the Near East*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- El Arem, A., Flamini, G., Saafi, E. B., Issaoui, M., Zayene, N., Ferchichi, A., . . . Achour, L. (2011). Chemical and aroma volatile compositions of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) fruits at three maturation stages. *Food Chemistry*, pp. 1744–1754.
- EL-BEKR, A. (1972). *Le palmier dattier : Pass!, Pr!sent et Nouveaut! dans son agronomie, industrie et commerce Imp*. Bagdad, Irak: El Ani.
- FAGHIIH, A. (2004). *Identification et application agronomique de synergistes végétaux de la phéromone du charançon Rhynchophorus ferrugineus (Olivier) 1790*. Paris-Grignon: Institut National Agronomique.
- Fao. (2010). *Organisation Des Notions Unies Pour L'alimentation et L'agriculture*.Rome. Rome.
- Foster, S. P., & Harris, M. (1997). Behavioral manipulation methods for insects pestmanagement. . *Annual Review of Entomology* , pp. 123-146.
- GIRARD, J. (1965). *L'évolution de la datte au cours de sa croissance et de sa maturation. Compte rendu des travaux de Recherches effectués à la station d'El-Arfiane*. Algérie.
- GONZALEZ, R. (2003). Las pollilas de la fruta en chile (Lepidoptera : Tortricidae, Pyralidae). Santiago. *Santiago Univesidad de chile. Serie ciencias agronomicas*, pp. 179-188.
- GOUTHILF, S. (1969). The biology of the carob moth *Ectomyelois ceratoniae* Zell. in Israel. II. Effect of food, temperature and humidity on development. *Israël journal of Entomology*, pp. 107-116.
- Gouthilf, S. (1975). Oviposition stimulus of the moth *Ectomyelois ceratoniae*: the effect of short-chain alcohols. *Journal of Chemical Ecology*, 1(4), pp.457-464.
- Haribal, M., & Renwick, J. (1998). *Journal of Chemical Ecology . Identification an distribution of ovipostion stimulants monarch butterflies in hosts and nonhosts.*, pp. 891-904.
- Harrak, H., Reynes, M., Lebrun, M., Hamouda, A., & Brat, P. (2005). Identification et comparaison des composés volatils des fruits de huit variétés de dattes marocaines. *Fruits*, pp. 267-278.
- Haynes, K. F., & Birch, M. C. (1985). Other pheromones, allomones and kairomones in the behavioral responses of insects. In G. A. Kerkut, & L. I. Gilbert, *Comprehensive insect physiology, Biochemistry and Pharmacology* (pp. pp. 225-255). New York: Pergamon press.
- Heller, R. (1990). *Physiologie végétale : développement* (4ème édition ed.). Paris: Masson.
- IDDER, A. (1984). *Inventaire des parasites d'Ectomyelois ceratoniae Zeller (Lepidoptera, Pyralidae) dans les palmeraies d'Ouargla et lâchers de Trichogrammaem bryophagum Hartig (Hymenoptera, Trichogrammatidae) contre cette pyrale*. El- Harrach: Mémoire. Ing. INA.
- Idder, M., Idder, H., Saggou, H., & Pintureau, B. (2009). Taux d'infestation et morphologie de la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* Zeller sur différentes variété du palmier dattier *Phoenix dactylifera*. *Cah Agric*, pp. 63-71.
- Idder-Ighili, H. (2008). Interaction entre la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera-Pyralidae) et quelques cultivars de dates dans les palmeraies de Ouargla (Sud-Est algérien). p. p.

- INGWILD, M.-R., ANTON, S., DELBAC, L., DUFOUR, C.-M., & GADENNE, C. (2007). Attraction of the grapevine moth to host and non host plants parts in the wind tunnel; effect of plant phenology, sex and mating statute. *Ent. exp. et appl.*, 122, pp. 239-245.
- Jaddou, H., Mhaisen, M. T., & Al-Hakim, M. (1984). Flavour volatile analysis of Zahdi dates by gas-liquid chromatography (in Iraq). *The Date Palm Journal*.
- Kumbasli, M. (2005). *Etude sur les composés polyphénoliques en relation avec l'alimentation de la tordeuse des bourgeons de l'épinette (Choristoneura fumiferana Clem)*. Québec: Université Laval.
- Le Berre, M. (1978). Mise au point sur le problème du ver de la datte, *Ectomyelois ceratoniae* Zeller. *Bull. Agr. Sahar*, pp. 1-35.
- LEBRUN, M., BILLOT, B., HARRAK, H., & G, S. (2007). The electronic nose: a fast and efficient tool for characterizing dat. *Fruits*, pp. 377-382.
- Lepigre, A. (1963). Quelques données sur la bio-écologie d'*Ectomyelois ceratoniae* dans les r- Essais de lutte sur l'arbre contre la pyrale des dattes (*Myelois ceratoniae* (Zeller) (Pyrilidae). *Epiphyties*, pp. 85-101.
- LIKENS, S., & NICKERSON, G. (1964). Detection of certain hop oil constituents in brewing products. *Proc. Am. Soc. Brew. Chem.*, pp.5-13 .
- Masson, C., & Brossut, R. (1981). *La communication chimique chez les insectes*. Paris: Ed. CNRS.
- MECHABER, W., CAPALDO, C., & HILDEBRAND, J. (2002). Behavioral responses of adult female tobacco hornworms, *Manduca sexta*, to hostplant volatiles change with age and mating status. *Journal of Insect Science*, 2(5), pp. 1-8.
- MEDIOUNI, J., & DHOUBI, M. H. (2007). Mass-Rearing and Field Performance of Irradiated Carob Moth *Ectomyelois ceratoniae* in Tunisia. In Vreysen, R. A S, & J. Hendrichs, *AreaWide Control of Insect Pests* (pp. pp. 265–273.). Dordrecht: Springer.
- Munier, P. (1973). *Le palmier-dattier*. paris: Maisonneuve et Larose.
- NAY, J. E. (2006). *Biology, Ecology and Management of the carob moth, Ectomyelois ceratoniae (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae), a pest of dates, Phoenix dactylifera L., in southern California*. California : Thesis doctorate, university of California Riverside.
- Picimbon, J. F. (2002). Les péri-récepteurs chimiosensoriels des insectes. *Medecine/Sciences*, pp. 1089-1094.
- Rygg, G. L. (1948). Acidity in relation to quality in the date fruit. *Date Growers Institute*, pp. 10-14.
- Rygg, G. L. (1953). Factors affecting the spoilage of dates at room temperature. *Date Growers Institute*, pp. 10-14.
- Saggou, H. (2001). *Relation entre les taux d'infestation par la pyrale des dattes Ectomyelois ceratoniae Zeller (Lepidoptera – Pyralidae) et les différentes variétés de dattes dans la région d'Ouargla*. Ouargla: Mémoire. Ing. I.T.A.S.
- Schröder, R., & Hilker, M. (2008). The Relevance of Background Odor in Resource Location by Insects: A Behavioral Approach. *BioScience*.
- SCHULTZ, T., FLATH, R., MON, R., EGGLING, S., & TERANISHI, R. (1977). Isolation of volatile components from a model system. *J. Agric. Food Chem.*, pp. 446-449.
- Stadler, E., Baur, R., & De Jong, R. (2002). Sensory basis of host plant selection: in search of the 'fingerprints' related to oviposition of the cabbage root fly. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae*, pp. 265-285.
- Staedler, E. R. (1976). *Sensory aspects of insect plant interactions*. Washington, DC: Proceedings of XV International Congress of Entomology.
- STANEK, V. J. (1977). *Encyclopédie des papillons*. . Grunt, Paris: Aritia.
- Tabatabaei, P. R., Hosseinaveh V, G. S., & 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* , pp. 187–194.
- VILARDEBO, A. (1975). Enquête et diagnostic sur les problèmes phytosanitaires entomologiques dans les palmeraies de dattier du Sud-Est algérien. *Bull. Agr. Sahar*, pp. 1-21.
- Vinson, S. (1981). Habitat location. In J. a. Lewis, *Semiochemicals, Their Role in Pest Control*, Nordlung, Jones and Lewis (pp. pp. 51-77). New York: John Wiley 1 Sons.
- Vinson, S. (1984). How parasitoids locate their hosts: a case of insect espionage. In T. Lewis, *Insect communication* (pp. pp. 325-348). London: Acad. Press.
- Vinson, S. B., Elzen, G. W., & Williams, H. J. (1987). The influence of volatile plant allelochemic on the third trophic level (parasitoids) and their herbivorous hosts. In D. W. Junk, *Insects Plants* (pp. pp. 109-114). Dordrecht Insects Plants.

- Visser, J. H. (1986). Host odor perception in phytophagous insects. *Annual review of entomology*, pp. 121-144.
- Warner, R. L. (1988). *Contribution of the biology and management of carob moth Ectomyelois ceratoniae Zell. in deglet noor date garden in the Coachella valley of California*. Riverside: University of California.
- WERTHEIMER, M. (1958). *Un des principaux parasites du palmier dattier algérien. Le myelois*.
- Whitman, D. W. (1988). Allelochemical interactions among plants, herbivores, and their predators. In L. D. Barbosa P, *Novel Aspects of Insect-Plant Interactions* (pp. pp. 11-63.).
- WITZGALL, P., STELINSKI, L., GUT, L., & THOMSON, D. (2008). Codling moth management and chemical ecology. *Annu. Rev. Entomo*, pp. 503–522.
- Zouiouche, F. Z. (2011). *Comportement de la pyrale des dattes Ectomyelois ceratoniae Zeller, vis-à-vis de trois variétés de palmier dattier dans la région de Biskra*. Alger: ENA.

Résumés

Les dattes constituent un revenu agricole important pour les habitants des zones désertiques d'un point de vue nutritionnel et économique, mais cette denrée est vulnérable aux attaques de la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera : Pyralidae), qui cause des problèmes fréquents dans les palmeraies. Ce travail vise à étudier l'interaction entre la pyrale des dattes et quelques cultivars de palmier dattier : Deglet-Nour, Ghars, et Degla Beidha, ce qui a abouti aux résultats suivants : que Deglet-Nour est le plus infecté de 7,75 %, et Degla Beidha est le moins touché, pas plus de 1,5%, tandis que Ghars de 4,5%. Cette attaque nous permet de déterminer la préférence nutritionnelle de la pyrale des dattes ; Cette dernière préfère se nourrir et pondre sur des dattes molles à mi-molles (non pas en ce qui concerne leur teneur en eau mais en ce qui concerne le rapport sucres totaux/eau), légèrement acides, et le taux de saccharose de neutre à fort, en afin d'assurer les meilleures conditions nutritionnelles à sa progéniture.

Mots-clés : la pyrale des dattes, palmeraies, Deglet-Nour, Degla Beidha, Ghars

Abstract

Dates constitute a major agricultural income for the inhabitants of desert areas from a nutritional and economic point of view, but this commodity is vulnerable to attacks from the date moth *Ectomyelois ceratoniae* Zeller, which causes frequent problems in palm groves. This work aims to study the interaction between the date moth *Ectomyelois ceratoniae* (Lepidoptera: Pyralidae) and some date palm cultivars: Deglet-Nour, Ghars, and Degla Beidha, which led to the following results: that Deglet-Nour is the most infected 7.75%, and Degla Beidha is the least affected, no more than 1.5%, while Ghars 4.5%. This attack allows us to determine the nutritional preference of the date moth; The latter prefers to feed and lay on soft to semi-soft dates (not with regard to their water content but with regard to the total sugars / water ratio), slightly acidic, and the sucrose rate from neutral to strong, in order to ensure the best nutritional conditions for its offspring.

Keywords : date moth, palm groves, Deglet-Nour, Degla Beidha, Ghars

المخلص

تشكل التمور دخلاً زراعياً رئيسياً لسكان المناطق الصحراوية من وجهة نظر غذائية واقتصادية، إلا أن هذه السلعة معرضة لهجمات من عثة التمر *Ectomyelois ceratoniae* Zeller، مما يسبب مشاكل متكررة في بساتين النخيل. يهدف هذا العمل إلى دراسة التفاعل بين عثة التمر (*Ectomyelois ceratoniae* (Lepidoptera: Pyralidae) وبعض أصناف نخيل التمر: دجلة نور، غرس، ودجلة البيضاء، حيث أسفر عن النتائج التالية: أن دجلة نور هي الأكثر إصابة بنسبة 7.75٪، ودجلة البيضاء هي الأقل إصابة بنسبة لا تزيد عن 1.5٪، بينما الصنف الغرس بنسبة 4.5٪. يسمح لنا هذا الهجوم بتحديد التفضيل الغذائي لعثة التمر؛ حيث تفضل هذه الأخيرة أن تتغذى وتضع بيضها على تمور ناعمة إلى شبه لينة (ليس فيما يتعلق بمحتواها المائي ولكن فيما يتعلق بنسبة السكريات الكلية / الماء)، الحمضية قليلاً، ومستوى السكر من المحايد إلى القوي، من أجل ضمان أفضل الظروف الغذائية لنسله.

الكلمات المفتاحية: عثة التمر، بساتين النخيل، دجلة نور، دجلة البيضاء، غرس