

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
REPUBLICUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR  
جامعة الحاج لخضر باتنة  
UNIVERSITE DE BATNA  
معهد العلوم البيطرية والزراعية  
INSTITUT DES SCIENCES VETERINAIRES ET DES SCIENCES  
AGRONOMIQUES  
دائرة الزراعة  
DEPARTEMENT D'AGRONOMIE

## Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de  
Magister en Entomologie agricole et  
forestière

### SUJET

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

Présenté par :

Mr ARIF Yaakoub

Soutenue devant le jury:

<b>Président:</b>	Mme Lombarkia N.	M.C. (Université de Batna)
<b>Rapporteur :</b>	Mr. Laamari M.	Prof. (Université de Batna)
<b>Examineurs:</b>	Mr. Ould El Hadj M.D.	Prof. (Université d'Ouargla)
	Mr. Bounechada M.	M.C. (Université de Sétif)

## Résumé

L'étude menée au niveau de la station de l'INRAA Sidi Mehdi – Touggourt, portant sur l'interaction entre la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* (Lepidoptera : Pyralidae) et certains cultivars de palmier dattier, à savoir Deglet-Nour, Ghars et Degla-Beidha a abouti aux résultats suivants :

Pour tous cultivars confondus, le taux d'infestation d' *Ectomyelois ceratoniae* est d'environ 4 %. Parmi les trois cultivars étudiés, la Deglet-Nour est le plus infesté avec un taux de 7.75%, et la Degla-Beidha est le moins infesté avec un taux qui ne dépasse pas 1.5%, alors que le cultivar Ghars, a présenté un taux de 4.5% d'attaque.

Les tests comportementaux effectués par le biais d'une technique olfactométrique (tunnel de vol), ont permis d'étudier la réponse des femelles d' *E. ceratoniae*, vis-à-vis des différentes sources d'odeur provenant de trois cultivars de dattes. Plus de 73% des individus testés ont pris l'envol ; dont 54 % des femelles ont répondu positivement aux diverses stimulations alors que 19.42% d'entre elles ont pris l'envol dans le tunnel de vol mais sans choisir une source d'odeur. En outre, 26.28% des individus testés n'ont présentés aucune réaction à l'égard des substances émises par le flux d'air balayant les cultivars. En fonction des stimuli (réponse positive), Deglet-Nour est attractif pour 50% des femelles testées (175 individus), suivi par le cultivar Ghars (36 %) et enfin Degla-Beidha (14%).

Les analyses physiques et biochimiques des trois cultivars de dattes ont permis d'obtenir des résultats plus au moins hétérogènes en fonction de la morphologie et la consistance de chaque cultivar. Quant aux composés volatiles identifiés en CPG, Deglet-Nour révèle une richesse en alcools (2-propanol, éthanol, 1-propanol et 1-butanol) et en l'aldéhyde (acétaldéhyde). Par contre, Degla-Beidha s'avère dépourvu de la partie aromatique présentée par l'acétaldéhyde, d'où le bouquet volatil ne contient que trois Alcools à savoir : 2-propanol, éthanol et 1-propanol. Concernant le cultivar Ghars, il est également dépourvu de la fraction aromatique (acétaldéhyde), mais il est pourvu de toute la fraction d'alcools ciblée.

**Mots-clés :** palmier dattier, Deglet-Nour, Degla-Beidha, Ghars, *Ectomyelois ceratoniae*, infestation, tunnel de vol, olfactométrie, composés volatils.

## Summary

The study conducted at the INRAA Sidi Mahdi - Touggourt station on the interaction between the dates moth *Ectomyelois ceratoniae* (Lepidoptera: Pyralidae) and some date palm varieties, namely Deglet Nour, Ghars and Degla-Beidha reached the following results:

For all varieties combined, the rate of infestation by *Ectomyelois ceratoniae* is about 4%. Among the three varieties studied, the Deglet-Nour is the most infested with a rate of 7.75% and Degla-Beidha is the least infested with a rate not exceeding 1.5%, while Ghars variety, introduced a rate 4.5% of attack.

The behavioral tests carried out by means of an olfactometric technical (flight tunnel), we have investigated the response of *E. ceratoniae* females for the various sources of odors; over 73% of those tested have been flying. 54% of females responded positively to various stimuli, whereas 19.42% of themes have sailed into the flight tunnel, but without choosing a source of odor.

In addition, 26.28% of the individuals have shown no reaction to the fumes spread through the air flow sweeping varieties. Depending on the stimuli (positive response), the Deglet-Nour was attractive for 50% of females tested (175 individuals), followed by the Ghars variety with 36% and Degla-Beidha with 14% of individuals tested.

The physical and biochemical analysis of three dates varieties have provided results more or less heterogeneous depending on the morphology and texture of each variety. Concerning the volatiles compounds identified by GC. We found that the Deglet-Nour was rich with alcohols (2-propanol, ethanol, 1-propanol and 1-butanol) and the aldehyde (acetaldehyde). On the contrary, the Degla-Beidha was poor for some substances, specially the aromatic part presented by acetaldehyde, where the volatile mix contains only three alcohols included: 2-propanol, ethanol and 1-propanol. On the Ghars variety, in turn, it lacks the aromatic fraction (acetaldehyde), but it is provided with all the alcohol fraction targeted.

**Keywords:** date, variety, Deglet-Nour, Degla-Beidha, Ghars, *Ectomyelois ceratoniae*, infestation, flight tunnel, olfactometry, volatiles compounds.

## ملخص

الدراسة التي أجريت على مستوى المحطة التابعة للمعهد الوطني للبحث الزراعي -INRAA- سيدي المهدي - تقرت - حول التفاعل بين دودة التمر *Ectomyelois ceratoniae* (Lepidoptera : Pyralidae) وبعض أصناف التمر مثل: دقلة نور، غرس و دقلة بيضاء سمحت لنا بالحصول على:

معدل إصابة كلي للأصناف الثلاثة مجتمعة في حدود 4 %. ومن خلال الدراسة تبين أن دقلة نور هي الصنف الأكثر إصابة و ذلك بنسبة قدرت ب 7.75 % كما وجدنا أن دقلة بيضاء ، هي الصنف الأقل تعرضا للإصابة أين سجلنا نسبة لا تتجاوز 1.5 % ، في حين صنف الغرس،نسبة الإصابة به وصلت لغاية 4.5 %.

إن التجارب السلوكية لحشرة دودة التمر *Ectomyelois ceratoniae* باستعمال (نفق الطيران)، سمحت لنا بدراسة مدى استجابة إناث هذه الحشرة لروائح بعض الأصناف، حيث وجد أن أكثر من 73 % من الأفراد المختبرة قد طارت بداخل النفق منها 54 % من الإناث استجابت إيجابا للمثيرات المختلفة، في حين أن أكثر من 19% من الأفراد طارت عشوائيا من دون اختياري مصدرا للرائحة . وبالإضافة إلى ذلك فإن 26% من الأفراد لم تبدي أي استجابة تجاه مختلف مصادر الروائح فحسب المثيرات وجدنا أن دقلة نور أكثر جاذبية لإناث دودة التمر و ذلك بنسبة 50 % (175 فرد) ، يليه الصنف غرس ب 36 % ثم الصنف دقلة بيضاء ب 14 % من الأفراد التي تم اختبارها.

كما أسفر التحليل الفيزيائي و البيوكيميائي للأصناف الثلاثة على نتائج متباينة حسب مرفولوجية وطبيعة كل صنف. أما بالنسبة للمكونات الطيارة و التي تم التعرف عليها بواسطة الكروماتوغرافية الغازية CPG كشفت عن ثراء صنف دقلة نور بالكحول (2 - بروبانول ، الإيثانول ، 1 - بروبانول و 1 - بيتانول) و الألدھيد (الأسيتالديھيد). بينما تبين فقر دقلة بيضاء لبعض المركبات خصوصا المركبات العطرية ممثلة في الأسيتالديھيد اد نجد الباقية العطرية لهذا الصنف ممثلا بثلاث كحولات فقط (2 - بروبانول ، الإيثانول ، 1 - بروبانول). فيما يخص صنف غرس هو بدوره يفتقر للجزء العطري (الأسيتالديھيد) بينما يحتوي على الكحولات الأربعة المستهدفة.

الكلمات الدلالية : التمر، الصنف ، دقلة نور ، دقلة بيضاء ، غرس، *Ectomyelois ceratoniae* ، الإصابة، نفق الطيران، قياس الشم ، مركبات طيارة.

# Table des matières

<b>INTRODUCTION GENERALE</b> .....	1
<b>PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE</b> .....	4
<b>Chapitre I – Synthèse bibliographique sur la pyrale des dattes</b> .....	4
1.1- Historique .....	4
1.2- Plantes hôtes et distribution géographique .....	4
1.3- Taxonomie.....	6
1.4- Description .....	7
1.4.1- Adulte.....	7
1.4.2- Œuf.....	7
1.4.3- Larve.....	8
1.4.4- Chrysalide.....	8
1.5- Cycle de développement.....	9
1.6- Ecologie chimique d' <i>Ectomyelois ceratoniae</i> .....	11
1.7- Moyens de lutte .....	11
1.7.1- Lutte chimique .....	11
1.7.2- Lutte génétique (Autocide) .....	12
1.7.3- Ennemis naturels .....	12
<b>Chapitre II : Interaction « plante hôte- insecte phytophage »</b> .....	14
2.1- Introduction.....	14
2.2- Médiateurs chimiques (sémio-chimiques).....	15
2.3- Types de médiateurs chimiques .....	15
2.3.1- Substances allélochimiques .....	15
2.3.2 - Pheromones .....	18
2.4- Implications des médiateurs chimiques dans les systèmes de défense.....	18
2.5- Spécificité de la réponse des plantes .....	19
2.6- Mécanismes biochimiques des systèmes de défense induite .....	22
2.7- Stratégie de résistance des insectes face aux composés secondaires.....	24
2.8- Structures réceptrices chez les insectes.....	25
<b>Partie expérimentale</b> .....	29
<b>Chapitre I- Matériel et méthodes</b> .....	29
1.1- Matériel.....	29
1.1.1- Matériel végétal .....	29
1.1.2- Matériel animal .....	30
1.2- Méthodes.....	32
1.2.1- Etude en plein champ.....	32
1.2.1.1- présentation de la station d'étude .....	32
1.2.1.2- Calcul du taux d'infestation.....	33
1.2.2- Etude effectuée au laboratoire.....	33
1.2.2.1- Elevage de masse.....	33
1.2.2.2- Préparation du milieu de culture .....	37
1.2.2.3- Tests comportementaux .....	39
1.2.2.3.1- Confection du tunnel de vol .....	39
1.2.2.4-Analyses des dattes .....	43
1.2.2.4.1- Analyses physique.....	43
1.2.2.4.2- Analyses biochimique.....	43
1.2.2.4.3- Extraction des composés volatils .....	44
1.2.2.5- Analyses statistiques .....	45
<b>Chapitre II- Résultats</b> .....	46

2.1- Evaluation du taux d'infestation en plein champ .....	46
2.1.1- Taux d'infestation global .....	46
2.1.2- Evaluation du taux d'infestation en fonction des cultivars .....	47
2.2- Tests comportementaux d' <i>E. ceratoniae</i> en tunnel de vol .....	48
2.2.1.- Activité des femelles d' <i>E. ceratoniae</i> .....	48
2.3- Réaction des femelles actives aux différentes odeurs .....	49
2.3.1- Distance d'envol des femelles d' <i>E. ceratoniae</i> dans le tunnel de vol.....	52
2.3.2-Temps d'envol des femelles actives d' <i>E. ceratoniae</i> dans le tunnel de vol.....	54
2.4- Propriétés physico-biochimiques et composés volatils des trois cultivars de datte .....	55
2.4.1- Qualité physique .....	55
2.4.2- Qualité biochimique.....	56
2.4.3. Composés volatils .....	59
<b>Chapitre III- Discussions</b> .....	63
<b>Conclusion générale</b> .....	70
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES</b> .....	73

### **Liste des tableaux**

<b>Tableau 1</b> : Quelques plantes hôtes d' <i>E. ceratoniae</i> en Algérie et à travers le monde.....	5
<b>Tableau 2</b> : Caractéristiques des divers stades larvaires d' <i>Ectomyelois ceratoniae</i> (DHOUIBI, 1989).....	8
<b>Tableau 3</b> : Ennemis naturels d' <i>E. ceratoniae</i> (NAY, 2006) .....	13
<b>Tableau 4</b> : Types de médiateurs chimiques inter-spécifiques (VET et DICKE, 1992) .....	16
<b>Tableau 5</b> : Caractéristiques descriptives des cultivars étudiés (BELGEDJ, 1996 ; BELGADJ et al., 2002 ; HANNACHI et al., 1998).....	29
<b>Tableau 6</b> : Caractéristiques agronomiques des cultivars étudiés. ....	30
<b>Tableau 7</b> : Composition du milieu d'élevage d' <i>Ectomyelois ceratoniae</i> préparé selon la méthode proposée par MADIOUNI et DHOUIBI (2007).....	39
<b>Tableau 8</b> : Evolution du taux d'infestation des dattes par <i>Ectomyelois ceratoniae</i> sans tenir compte du cultivar durant la campagne 2007 / 2008 dans la station expérimentale de l'INRAA de Touggourt. ....	47
<b>Tableau 9</b> : Variation des taux d'infestation des dattes par <i>E. ceratoniae</i> en fonction des cultivars durant la campagne 2007 / 2008 dans la station expérimentale de l'INRAA de Touggourt. ....	48
<b>Tableau 10</b> : Effectifs et comportement des individus d' <i>E. ceratoniae</i> exposés aux différentes odeurs dans le tunnel de vol. ....	50
<b>Tableau 11</b> : Taux d'envol (%) des femelles d' <i>Ectomyelois ceratoniae</i> actives en fonction des différentes odeurs dans le tunnel de vol .....	51
<b>Tableau 12</b> : Répartition des femelles actives (%) d' <i>E. ceratoniae</i> par tranches de distances parcourues dans le tunnel du vol.....	54
<b>Tableau 13</b> : Répartition des femelles actives (%) d' <i>E. ceratoniae</i> en fonction du temps d'envol .....	55
<b>Tableau 14</b> : Etude comparative de la qualité physique des dattes des 3 cultivars étudiés .....	56
<b>Tableau 15</b> : caractéristiques biochimiques des fruits des 3 cultivars étudiés.....	57
<b>Tableau 16</b> : Matrice des corrélations entre le taux d'infestation et la composition physico-chimique des 3 cultivars de dattes.....	59
<b>Tableau 17</b> : Les composés volatils présents dans les dattes de Deglet-Nour, Ghars et Degla-Beidha .....	61
<b>Tableau 18</b> : Contribution relative à l'inertie expliquée par les axes dans une analyse factorielle des correspondances (A.F.C.) .....	61

## **Liste des figures**

<b>Figure 1</b> : Relations plantes-insectes : rôle des médiateurs chimiques (VERHEGGEN, 2008) .....	17
<b>Figure 2</b> : Attractivité des parasitoïdes par les odeurs émises par des feuilles de maïs (TUMLINSON et al., 1993).	21
<b>Figure 3</b> : Rôle de l'acide jasmonique dans les réactions de défense induites des plantes (BALDWIN et PRESTON, 1999).....	23
<b>Figure 4</b> : Organes sensoriels des insectes (Lépidoptères).....	27
<b>Figure 5</b> : Adulte d'Ectomyelois ceratoniae, A : Vue générale, B : Nervation alaire.....	32
<b>Figure 6</b> : Reconnaissance des dattes infestées et quelques caractères morphologiques des chenilles d'E. ceratoniae, A : trous d'émergence obturé; signe d'infestation de la datte, B: présence de l'anneau entourant une soie située au dessus du stigmate(Photos personnelles) .....	35
<b>Figure 7</b> : Conditions d'élevage des chenilles, A : boites contenant des dattes, B : Boites placées dans un incubateur. (Photos personnelles) .....	37
<b>Figure 8</b> : Chrysalide d'E. ceratoniae, A : Chrysalide isolée, B : Cocon entouré de fils de soie (Photos personnelles) .....	37
<b>Figure 9</b> : Cage d'accouplement et d'oviposition, A : vue externe, B : vue interne.....	38
<b>Figure 10</b> : Œufs d'E. ceratoniae, A : Amas d'œufs entouré de mucus, B : Œufs isolés à la surface de la datte (Photos personnelle).....	38
<b>Figure 11</b> : Milieu d'élevage d'E. ceratoniae préparé.....	39
<b>Figure 12</b> : Schéma du tunnel de vol utilisé dans cette étude.....	41
<b>Figure 13</b> : Différents constituants du tunnel de vol. ....	42
<b>Figure 14</b> : Courbe d'évolution du taux d'infestation des dattes par Ectomyelois ceratoniae sans tenir compte du cultivar durant la campagne 2007 / 2008 dans la station expérimentale de l'INRAA de Touggourt. ....	47
<b>Figure 15</b> : Variation des taux d'infestation des dattes par E. ceratoniae en fonction des cultivars durant la campagne 2007 / 2008 dans la station expérimentale de l'INRAA de Touggourt. ....	49
<b>Figure 16</b> : comportement des individus d'E. ceratoniae exposés aux odeurs de trois cultivars de datte en tunnel de vol .....	50
<b>Figure 17</b> : Effectifs des femelles d'E. ceratoniae qui ont répondu positivement aux odeurs de trois cultivars de datte dans le tunnel de vol .....	51
<b>Figure 18</b> : Taux des femelles (%) d'E. ceratoniae qui ont répondu positivement aux couples de stimuli dans le tunnel de vol. ....	52
<b>Figure 19</b> : Répartition des femelles d'E. ceratoniae (%) actives en fonction des odeurs émanant des trois cultivars de datte dans le tunnel de vol .....	52
<b>Figure 20</b> : Nombre de femelles d'E. ceratoniae qui ont pris l'envol dans le tunnel sans choix de stimulus .....	53
<b>Figure 21</b> : Répartition des femelles d'E. ceratoniae inactives en fonction des odeurs émanant des trois cultivars de datte dans le tunnel de vol. ....	53
<b>Figure 22</b> : Répartition des femelles actives d'E. ceratoniae en fonction de la distance d'atterrissage par rapport à la source d'odeur dans le tunnel du vol. ....	54
<b>Figure 23</b> : Répartition des femelles actives d'E. ceratoniae (%) en fonction du temps d'envol (mn).....	56
<b>Figure 24</b> : Etude comparative de la qualité physique des trois cultivars de dattes : Deglet-Nour, Ghars et Degla-Beidha .....	57
<b>Figure 25</b> : cercle des corrélations des variables.....	60
<b>Figure 26</b> : Représentation simultanée des cultivars (observations) et des variables. ....	62

## *Dédicaces*

*Je dédie cet humble mémoire :*

*À mes parents qui m'ont éclairé mon chemin et qui m'ont soutenue toute au long de mes longues années d'études;*

*À ma tante et belle mère Aldjia;*

*À ma chère épouse Simou;*

*À mes enfants: Rodhab, Houdhaifa et Anes...*

*À mes frères Yamine, Abdallah(Chaib), Salah;*

*À mes sœurs : Aicha, Yamina(Hakima), Khadija et Fatima;*

*À mes nièces et neveux : Mouad, Kosai, Maria et Abd El Ouadoud...*

*À toute ma grande famille À l' "ARIF";*

## REMERCIEMENTS

J'exprime toute ma gratitude à Monsieur LAAMARI Malik, Professeur à l'université de Batna d'avoir accepté de diriger ce travail et pour l'effort fourni, les conseils prodigués, sa patience et sa persévérance dans le suivi.

J'adresse également mes remerciements les plus vifs, à Mme LOMBARKIA N. Maître de conférences à l'université de Batna pour l'honneur qu'elle me fait d'accepter de présider le jury de ce mémoire.

Que Mr. Ouled El Hadj M.D. Professeur à l'université d'Ouargla soit assuré de ma profonde reconnaissance d'avoir bien voulu accepter de faire partie de la commission d'examineur .

A Monsieur Bounechada M. Maître de conférences à l'université de Sétif

Je tiens à le remercier très sincèrement pour avoir bien voulu nous honorer de sa présence dans le jury.

Je tiens à remercier aussi l'ensemble du personnel de la Station expérimentale de Sidi Mehdi (Touggourt) et en particulier Messieurs: Açourene, Haddad, Djida, Tama et Taleb.

Que tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin à réaliser ce travail puissent trouver ici mes vifs remerciements.

## INTRODUCTION GENERALE

La phoeniciculture présente actuellement une importance économique pour l'Algérie dans la mesure où elle est considérée comme une seconde source de devise après les hydrocarbures (ANONYME, 2009).

L'Algérie se place en quatrième position avec un nombre total de palmiers oscillant entre 8,5 et 9 millions (ANONYME, 1996 ; ANONYME, 1999). Les cultivars Deglet-Nour, Ghars, Degla-Beidha et Mech-Degla occupent environ 70 % de ce patrimoine phoenicicole. Les régions les plus productives sont Oued-Righ, les Zibans et le Souf (ANONYME, 1996 ; ANONYME, 1999)

Toutefois, cette spéculation est confrontée à plusieurs contraintes, entre autre, le Bayoud ; qui est un champignon vasculaire infectieux, nommé, *Fusarium oxysporum* forme spéciale *Albedinis*. En outre, la pyrale *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera : Pyralidae) est considérée comme le déprédateur le plus redoutable des dattes et comme la principale contrainte à l'exportation (DOUMANDJI, 1981).

En Algérie, l'importance économique d'*Ectomyelois ceratoniae* la place en second rang après le Bayoud (DOUMANDJI, 1977). D'après MUNIER (1973), *Ectomyelois ceratoniae* peut occasionner des dégâts qui peuvent toucher parfois 80 % de la récolte.

*Ectomyelois ceratoniae* est un ravageur polyphage ; peut ingérer des fruits aussi variés que la datte. Cette polyphagie a favorisé davantage son extension géographique en lui donnant l'aspect de cosmopolitisme (DOUMANDJI, 1976 ; DOUMANDJI, 1981). Ces auteurs ajoutent que cette pyrale est présente dans les aires qui s'étendent des Îles Hawaii, la Floride, les Antilles, la partie septentrionale de l'Argentine, le pourtour méditerranéen (Europe méridionale, le Moyen Orient et l'Afrique du Nord), la ceinture de désert depuis le Sahara jusqu'en Iran, les environs du cap en Afrique du Sud et Madagascar (DOUMANDJI, 1976 ; DOUMANDJI, 1981).

En Algérie, deux zones de multiplication d'*Ectomyelois ceratoniae* ont été signalées. La première, s'étend sur toute la bande littorale ; soit 1000 km de long sur 40 à 80 km de large. La seconde englobe l'ensemble des oasis du Sud Algérien (Oued Righ et les Zibans) (DOUMANDJI, 1981).

D'après LE BERRE (1978) *Ectomyelois ceratoniae* a été cité pour la première fois, tant que ravageur des dattes par DELASSUS et PASQUIER en 1931, au cours de la semaine du palmier dattier organisée à Biskra.

En raison de son ubiquité et sa polychromie, ce ravageur a été désigné par plusieurs noms spécifiques, mais DOUMANDJI (1981) a pu démontrer que l'ensemble de ces formes ne sont que des écotypes de l'espèce unique : *Ectomyelois ceratoniae*.

Les études menées en Algérie sur les problèmes liés aux attaques de la pyrale des dattes ont constitué le point de départ de tous les travaux réalisés à travers le monde.

D'après LE BERRE (1978), les premiers travaux sur *Ectomyelois ceratoniae* remonte à 1949, la date où LEPIGRE a publié une mise au point sur les procédés de la lutte applicable contre les vers des dattes. En 1950, LEPIGRE entreprend une autre étude, qui à lui permis de confirmer que les dattes dans la palmeraie et dans les entrepôts sont attaquées par la même espèce. C'est à partir de ces constatations qu'il a pu comprendre le cycle de vie de ce ravageur et il a pu relancer l'idée de traiter directement sur pied contre le ver de la datte.

En collaboration avec WERTHEIMER, LEPIGRE a étudié les modalités d'élevage des chenilles des formes *phenicis*, *decolor* et *ceratoniae* afin de comprendre certains problèmes d'ordre taxonomique.

A partir de 1951, LEPIGRE a confié à WERTHEIMER, chef de la station expérimentale d'Ain Ben Nui (Biskra), l'étude du *Myelois ceratoniae* dans son milieu naturel. WERTHEIMER a focalisé ses recherches sur le cycle biologique de cette espèce et les méthodes de lutte.

Par la suite, la pyrale des dattes a bénéficié des travaux de LE BERRE et DOUMANDJI en 1974 ; DOUMANDJI et DOUMANDJI-MITICHE. (1976) ; DOUMANDJI-MITICHE (1977) ; DOUMANDJI (1981) ; DOUMANDJI-MITICHE (1983) et IDDER (1984). Ces auteurs ont abordé d'autres aspects, en particulier, ses parasitoïdes et ses prédateurs, son écologie et sa démographie. Plus récemment, dans le cadre d'un programme de lutte par le biais de la technique des insectes stérile (TIS), qui a été lancé par l'INPV (Algérie) en 1999, DRIDI (2001), a procédé à des lâchers dans la région de Biskra.

A travers le monde, beaucoup de travaux sont également entrepris, en particulier, sur les aspects éco-biologique d'*Ectomyelois ceratoniae*. A titre d'exemple, en France, en 1973, les ravages de cette pyrale sur les caroubes ont retenu l'attention des chercheurs de l'I.N.R.A., notamment ceux du centre Antibes. En Palestine, GOTHILF (1969) a mené une étude sur la lutte biologique en utilisant un Braconidae, *Phanerotoma flavistacea*. En Tunisie, les travaux de DHOUIBI (1982, 1989) ; MADIOUNI et DHOUIBI (2007) ont porté également sur la bioécologie de la pyrale des dattes et les méthodes de lutte alternatives. Les mêmes aspects ont été abordés aux Etats-Unis par WARNER (1988) et NAY (2006) et en Irak par AL-IZZ *et al.* (1985).

Le progrès qu'a connu la lutte contre les ravageurs d'une façon générale a engendré la naissance de l'écologie chimique, fondée essentiellement sur les substances allélochimiques végétales, connue pour agir sur les bioagresseurs dans le cadre des relations plantes-insectes.

En Palestine, lors d'une étude sur la relation entre *E. ceratoniae* et les stades phénologiques de diverses plantes hôtes, GOTHILF (1970) a rendu compte que les femelles présentent une préférence d'ovipositoin sur les gousses du caroubier infectées par le champignon *Phomopsis*. En 1975, GOTHILF *et al.*, ont mis en évidence l'impact des chaînes alcooliques courtes (alcools simples) sur l'attraction des femelles de cette pyrale au moment de l'oviposition. Aux Etats-Unis, en 1994, COSSE *et al.*, ont démontré de leur part que les femelles d'*E. ceratoniae*, en phase d'oviposition sont attirées par des substances émises par certains cultivars de dattes.

Pour mieux cerner cet aspect, il est jugé utile de mener cette étude sur 3 cultivars de dattes les plus réponsus en Algérie afin de déterminer les préférences de cette pyrale au moment de la ponte.

La plupart des travaux réalisés sur les interactions *Ectomyelois ceratoniae* - plantes hôtes, notamment, le palmier dattier, sont focalisés sur les relations ravageur-plante hôte en décrivant principalement les stratégies d'attaque développées par le ravageur au cours de son cycle de vie en réponse aux besoins biologiques (nutrition et oviposition).

En revanche, peu de choses sont connues sur les facteurs et les mécanismes comportementaux, physiologiques et/ou chimiques sous-tendant cette interaction.

Le facteur cultivar joue un rôle qui peut être important dans l'écologie de la pyrale des dattes, par conséquent, sur le niveau des attaques (VILARDEBO, 1975). Il sera donc très intéressant d'étudier les différents aspects de l'influence du facteur variétal, car ce trait comportemental peut contribuer à maîtriser ce ravageur clé de la datte en perspective.

Pour ce faire, nous avons proposé une étude multidisciplinaire, pour mettre en évidence les facteurs agissants sur le choix et la préférence variétale chez *Ectomyelois ceratoniae*.

Le présent travail porte sur trois axes essentiels :

- Le premier est consacré à un suivi du taux d'infestation d'*Ectomyelois ceratoniae* au champ.
- Le deuxième consiste à faire des tests comportementaux d'*Ectomyelois ceratoniae* au laboratoire sous un tunnel de vol.
- Quant au troisième axe, il s'agit d'analyser biochimiquement les trois cultivars étudiés.

## Partie bibliographique

### Chapitre I – Synthèse bibliographique sur la pyrale des dattes

#### 1.1- Historique

La pyrale des dattes ou encore la pyrale des caroubes (Afrique du Nord) est nommée *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera : Pyralidae) a été décrite pour la première fois par Zeller P.C. en 1839 à partir d'un spécimen provenant de l'Autriche (AGENJO, 1959 cité par DOUMANDJI, 1981). Elle était classée au départ dans le genre *Myelois* créé par Hubner en 1816. Actuellement, elle fait partie du genre *Ectomyelois* qui a été créé en 1959 par Heinrich. Ce genre regroupe les espèces : *E. ceratoniae* Zeller, 1839, *E. decolor* Zeller, 1881, *E. furvidorsella* Ragonot, 1888, *E. muriscie* Dyar, 1941 et *E. zetecki* Heinrich, 1956.

#### 1.2- Plantes hôtes et distribution géographique

*Ectomyelois ceratoniae* Zeller est un ravageur extrêmement polyphage (Tableau 1). 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. Cependant, les dégâts les plus importants s'observent sur l'oranger (*Citrus sinensis*), le palmier dattier (*Phoenix dactylifera*), l'amandier (*Prunus amygdalus*), le figuier (*Ficus carica*), le grenadier (*Punica granatum*), le caroubier (*Ceratoniae siliqua*), le néflier du japon (*Eriobotrya japonica*) et le tamarinier (*Tamarindus indica*) (DOUMANDJI, 1981). Cet auteur a classé les plantes hôtes d'*E. ceratoniae* en trois groupes :

- Le premier qui comprend celles d'intérêt économique, dont les fruits sont attaqués dans le verger comme, les citrus, les dattes, les grenades....
- Le second regroupe, les produits subissant des dégâts dans les entrepôts : arachides, abricots desséchés, raisins secs.....etc. d'où l'infestation sur le champ de certains fruits du premier groupe, peut se poursuivre dans les lieux d'entreposage.
- Le troisième groupe est réservé aux hôtes accidentels et aux plantes refuges tels que *Acacia farnesiana* et *A. cavenia*.

**Tableau 1** : Quelques plantes hôtes d'*E. ceratoniae* en Algérie et à travers le monde.

Familles	Espèce	Nom commun
----------	--------	------------

<b>Palmae (Palmaceae)</b>	<i>Phoenix dactylifera</i>	Palmier dattier
<b>Cannaceae</b>	<i>Canna sp.</i>	Cana
<b>Salicaceae</b>	<i>Populus japonica</i>	Peuplier
<b>Juglandaceae</b>	<i>Juglans regia</i>	Noyer
<b>Fagaceae</b>	<i>Castanea sativa</i>	Chataignier
<b>Moraceae</b>	<i>Ficus carica</i>	Figuier.
<b>Annonaceae</b>	<i>Annona cherimolia</i>	Anone, Corossolier, Atte, Pomme-cannelle
<b>Rosaceae</b>	<i>Eriobotrya japonica</i>	Néflier du japon
	<i>Cydonia japonica</i>	Cognassier
	<i>Prunus amygdalus</i>	Amandier
	<i>Prunus armeniaca</i>	Abricotier
<b>Fabaceae</b>	<i>Ceratonia siliqua</i>	Caroubier
	<i>Gleditschia triacanthos</i>	Févier d'Amérique
	<i>Tamarindus indica</i> L.	Tamarinier
	<i>Acacia farnesiana</i>	Acacia de Farnèse ou cassie du levant
	<i>Acacia cavenia</i>	Mimosa caven
	<i>Robinia pseudoacacia</i>	Robinier faux-acacia
	<i>Erythrina monosperma</i>	-
	<i>Arachis hypogaea</i>	Arachide
	<i>Retama bovei</i>	Genet blanc
	<i>Retama raetam</i>	Retam
<b>Rutaceae</b>	<i>Citrus paradisi</i>	Pomelo
	<i>Citrus sinensis</i>	Oranger
<b>Vitaceae</b>	<i>Vitis sp.</i>	Raisin
<b>Sterculiaceae</b>	<i>Sterculia acerifolia</i>	Brachychiton
	<i>Sterculia diversifolia</i>	
<b>Myrtaceae</b>	<i>Psidium guayava</i>	Goyaves
<b>Punicaceae</b>	<i>Punica granatum</i>	Grenadier
<b>Oleaceae</b>	<i>Olea europaea</i>	Olivier
<b>Anacardiaceae</b>	<i>Pistacia vera</i>	Pistachier

(DOUMANDJI-MITICHE, 1974; DOUMANDJI et DOUMANDJI-MITICHE, 1976; DOUMANDJI, 1978; DOUMANDJI, 1981; MOZAFFARIAN *et al.*, 2007)

*Ectomyelois ceratoniae* est un déprédateur cosmopolite bien représenté à travers le monde, notamment, dans le pourtour méditerranéen (DOUMANDJI-MITICHE, 1977). Parmi les pays où

il a été cité il y a lieu de citer l'Algérie, Argentine, Australie, Chili, Chypre, Egypte, Angleterre, Iran, Iraq, Palestine, Jamaïque, Arabie Saoudite, Russie, Turquie, Tunisie, USA (Arizona, Californie, Floride, Hawaï) et Porto Rico (AL-IZIZ *et al.*, 1985; WARNER, 1988; GONZALEZ, 2003 et HEINRICH, 1956 ; WERTHEIMER, 1958 ; ASHMAN, 1968 ; MICHEAL, 1968 ; MOAWAD, 1979 ; CARPENTER et ELMER, 1978 ; NEUNZIG, 1990 ; cités par NAY, 2006) .

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 (DOUMANDJI, 1981 ; ACOURENE *et al.*, 2007).

### 1.3- Taxonomie

*Ectomyelois ceratoniae* est classée comme suit :

**Classe :** Insecta

**Ordre :** Lepidoptera

**Famille :** Pyralidae

**S/famille :** Phycitinae

**Genre :** *Ectomyelois* Heinrich, 1959

**Espèce :** *Ectomyelois ceratoniae* (Zeller, 1839)

(DOUMANDJI, 1981 et ANONYME, 2009)

D'après CORBET et TAMS (1944); REAL (1948); AITKEN (1963); KRASIL NIKOVA (1964) cités par WARNER (1988), parallèlement à son aire de répartition très étendue, à ses plantes hôtes très variées et à ses différents biotypes, l'espèce *E. ceratoniae* a plusieurs synonymes, dont 13 sont couramment utilisés (NAY, 2006). Il s'agit de *Myelois oporedestella* Dyar, 1911 ; *M. phoenicis* Durrant, 1915 ; *M. ceratoniella* Fischer Edler Von Roslerstamm, 1839 ; *M. pryrella* Vaughan, 1870 ; *M. tuerkheimiella* Sorhagen, 1881 ; *M. zellerella* Sorhagen, 1881 ; *M. ceratoniae* Zeller, 1839., *M. decolor* Zeller, 1881 ; *Heterographis rivularis* Warren et Rothchild, 1905 ; *Phycis ceratoniella* Fischer-Roslerdtamm, 1839 ; *Euzophera zellerella* Sorhagen, 1881 ; *Trachonitis pryrella* Vaughan, 1870 et *Spectrobates ceratoniella*, Meyrick, 1935.

Pour un certain temps, *Myelois decolor* Zell. et *Myelois ceratoniae* Zell. sont considérées comme deux espèces différentes (REAL, 1948 ; WERTHEIMER 1956 cité par WARNER 1988)

mais les travaux de LE PIGRE (1963) et de DOUMANDJI (1981) en Algérie ont montré qu'il s'agit d'une seule espèce.

A partir de 1968, *Ectomyelois ceratoniae* Zell. est reclassée dans le genre *Spectrobates* Meyrick (ROESLER 1968 cité par WERNER, 1988) mais plusieurs auteurs placent toujours l'espèce dans le genre *Ectomyelois* et rejettent la proposition de ROESLER (WERNER, 1988).

## **1.4- Description**

### **1.4.1- Adulte**

La pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* Zell. est un petit Lépidoptère de 6 à 12 mm de longueur et de 16 à 22 mm d'envergure (DHOUIBI, 1991). D'après les travaux de DOUMANDJI-MITICHE (1977) et DOUMANDJI (1981), le papillon présente deux formes différentes suivant l'origine géographique. Il prend une couleur grise dans les régions côtières et devient plus clair et d'un blanc plus ou moins crémeux dans les oasis.

Les espèces appartenant au genre *Ectomyelois* se distinguent par leurs nervures médianes M2 et M3 des ailes antérieures et postérieures qui sont séparées sur les deux tiers de leur longueur au lieu d'être fusionnées comme chez *Ephestia* (DHOUIBI, 1991).

Les ailes antérieures sont ornées de dessins plus ou moins marqués. Les ailes postérieures sont bordées d'une frange soyeuse (DHOUIBI, 1991).

### **1.4.2- Œuf**

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 (DOUMANDJI, 1981).

Il est enfermé dans une coquille translucide, d'aspect chagriné, qui laisse apparaître la coloration orangée ou jaune des éléments internes (LE BERRE, 1978).

Les œufs stériles sont rares. Ils se caractérisent par une coloration blanc-grisâtre permanente et un affaissement au bout de 2 à 3 jours (DOUMANDJI et DOUMANDJI-MITICHE, 1976).

Le zéro de développement embryonnaire se situe à 15°C. et le niveau thermométrique optimum pour l'embryogenèse est de 30°C. Sa durée moyenne est de 8,3 jours et elle n'est que de 3 jours à 30°C. (GOTHILF, 1969).

### **1.4.3- Larve**

De l'ordre de 1mm à l'émergence, la chenille de la pyrale des dattes peut être d'une taille d'environ 18mm au cours de son dernier stade larvaire (DHOUIBI, 1991).

Sa durée de vie larvaire peut aller de 6 semaines à 6 mois suivant la température ambiante (LE BERRE, 1978).

Elle se loge entre la pulpe et le noyau et remplit peu à peu l'espace libre des dattes de fils de soie et d'excréments (DOUMANDJI-MITICHE, 1977).

La chenille présente 3 paires de pattes thoraciques et 5 fausses pattes abdominales ornées de crochets, dont le nombre permet de caractériser avec la taille et les dimensions de la capsule céphalique les divers stades larvaires (Tableau 2).

D'après DOUMANDJI (1981), la couleur de la chenille dépend de la plante hôte sur laquelle elle se nourrit. Celle qui se trouve dans les dattes elle est rose ou blanc-jaunâtre avec une tête rouge brun.

La chenille de cette espèce est reconnaissable par la présence d'un anneau complet entourant la soie située au dessus du stigmate du 8<sup>ème</sup> tergite abdominal. Cet anneau prend la forme d'un arc sur les autres segments (DHOUIBI, 1991).

**Tableau 2:** Caractéristiques des divers stades larvaires d'*Ectomyelois ceratoniae* (DHOUIBI, 1989).

Stades larvaires	L1	L2	L3	L4	L5
<b>caractères</b>					
Nombre de crochets	8	12	15	32	35
Taille (mm)	1,1 à 2	2 à 2,3	3,3 à 5,6	6,9 à 12,4	12,3 à 14,6
Dimension de la capsule céphalique au 1/10 mm	2,98	4,46	6,35	10,25	15,43

#### 1.4.4- Chrysalide

La chrysalide mesure environ 8mm de longueur et possède un corps de forme cylindro-conique (DHOUIBI, 1991). Elle est caractérisée par la présence de 7 paires d'épines sur les sept premiers segments abdominaux et deux crochets à l'extrémité abdominale (DHOUIBI, 1991). Le prothorax est généralement rugueux, avec une carène médiodorsale irrégulière (DHOUIBI, 1991). Le même auteur a mentionné que son enveloppe chitineuse est de couleur brune et généralement entourée par un fourreau de soie lâche tissé par la chenille avant sa mue nymphale.

Dans la plupart des cas, la chrysalide se trouve dans la datte où la chenille a effectué son développement. Dans ce cas, elle est orientée de telle façon que sa partie céphalique se trouve en contact avec un orifice ménagé par la larve dans la paroi du fruit avant sa mue, et par lequel sortira l'imago (LE BERRE, 1978). D'après le même auteur, la nymphose peut se faire également dans les crevasses des murs, sur les caisses et même dans les fentes du stipe dur du palmier dattier.

#### 1.5- Cycle de développement

*Ectomyelois ceratoniae* est une espèce polyvoltine, dont le nombre de générations varie de 1 à 5 en fonction de l'alimentation et des conditions climatiques (DOUMANDJI, 1981 ; WERNER, 1988; NAY, 2006).

En Algérie, cette pyrale peut développer 4 générations dans les régions cotières (DOUMANDJI, 1981) et entre 3 et 4 dans les oasis (WERTHEIMER, 1958 cités par LE BERRE, 1978 ; LEPIGRE, 1963).

La pyrale des dattes passe l'hiver à l'état larvaire dans les dattes restées à la base du rachis (cournafs) ou tombées sur le sol après la récolte et même dans des fruits momifiés de grenadier et de figuier (COX, 1976).

Comme le papillon a une activité crépusculaire et nocturne, il émerge généralement dans la première partie de la nuit (GOTHILF, 1969). L'adulte a une espérance de vie plus au moins courte estimée de 2 à 15 jours (MOAWAD, 1978 ; GOTHILF, 1969 ; GOTHILF, 1984 ; ALRBEAI, 1987 ; NAVARO *et al.*, 1986 cités par NAY, 2006 ; AL-IZZI *et al.*, 1985).

Les adultes de la première génération proviennent des larves qui se sont développées dans des dattes restées au cours de l'hiver dans la palmeraie après la récolte (LE BERRE, 1978).

D'après CHAPOT et DELUCCHI (1964) ; WERTHEIMER (1958) cités par DOUMANDJI (1981), dans les oasis, le premier vol s'étend de mars à mai, le second de juin à août, le troisième de la fin du mois d'août jusqu'au début de novembre. Le quatrième vol intervient également en novembre.

Les adultes de la pyrale des dattes ne peuvent pas voler lorsque la température moyenne est au de dessous de 14°C. (GONZALEZ, 2003) et le rythme des apparitions des imagos se précipite à partir de 20°C. et atteint son maximum entre 23 et 26°C. (WERTHEIMER, 1958 cité par DOUMANDJI et DOUMANDJI-MITICHE, 1976).

La copulation est relativement longue, dure plusieurs heures et n'intervient qu'après 1 ou 2 jours de l'émergence (WERTHEIMER, 1958 ; KASHKULI et EGHTEDAR, 1976 cités par DOUMANDJI, 1981).

Une femelle peut émettre de 100 à 300 œufs durant sa vie, mais la valeur de 100 à 200 reste la plus fréquente (GOTHILF, 1969 ; GOTHILF, 1968 et NAVARRO *et al.*, 1986 ; 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. Après l'éclosion la larve néonate pénètre dans le fruit (WERNER, 1988). D'après DOUMANDJI et DOUMANDJI-MITICHE (1976), plus de 82 % des œufs émis présentent une durée d'incubation de 105 à 140 heures.

Dès l'éclosion la chenille néonate de 1 millimètre de long, cherche un abri et une source d'alimentation (DOUMANDJI-MITICHE, 1977 ; DOUMANDJI, 1981). Généralement s'installe

et pénètre seulement dans les fruits qui présentent des craquelures ou des ouvertures à la suite d'un éclatement, fissures, écartements ou des attaques préalables (DOUMANDJI, 1981). A l'intérieur du fruit, la chenille subit un développement qui s'étend de 1 à 8 mois avant la nymphose (DOUMANDJI-MITICHE, 1977).

D'après les travaux de GOTHILF (1969) ; DOUMANDJI (1981) et DHOUBI (1991), la vie larvaire d'*E. ceratoniae* nécessite de 5 à 8 stades.

La durée du cycle est en relation avec la plante hôte, le degré de maturité du fruit et la saison (DOUMANDJI, 1981). Elle est d'un mois dans les oranges à ombilic « navel » (DEL RIVERO, 1952 cité par DOUMANDJI, 1981), de 70 jours dans les pomelos et de 52 jours dans les amandes. DOUMANDJI (1981) a remarqué que sur les caroubes sèches, l'émergence s'observe après 118 jours en moyenne, alors que sur les caroubes vertes, 37 jours suffisent.

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

Avant sa transformation en chrysalide, la chenille du dernier stade tisse un cocon à l'aide de fils de soie (CLADERON *et al.*, 1969). A une température de  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ . et à  $75 \pm 5\%$  d'humidité, 9 jours suffisent pour que la nymphose arrive à son terme (GOTHILF, 1970).

### **1.6- 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 savoir : Z, E-9, 11,13-tetradecatrienal (trienal) qui est 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).

Actuellement, plusieurs composés à base de (Z, E)-9,11-tetradecadienal et (Z)-9-tetradecenal, sont disponibles sur le marché sous forme de capsules installées dans des pièges de type pherocon IC (MILLAR, 1990 ; BAKER *et al.*, 1991).

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, éthanol et

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 des dattes.

## **1.7- Moyens de lutte**

La production dattière est soumise d'une façon permanente à des attaques d'*E. ceratoniae* et qui présente actuellement la contrainte majeure. Plusieurs méthodes de lutte ont été suivies afin de maîtriser la population de ce ravageur.

### **1.7.1- Lutte chimique**

En Algérie, la lutte chimique a été le premier moyen utilisé après les pratiques culturales (ramassages des dattes tombées, ensachage des régimes, couverture des tas des dattes dans les lieux de stockage...) avec l'usage du DDT (WERTHEIMER, 1958 cité par WARNER, 1988). Divers produits sont également appliqués en plein champ, notamment, le Malathion à 2%, le Parathion 1,25%, le Phosalone 4%. Dans les lieux d'entreposage, la datte est traitée par des fumigants comme le Bromure de Methyl.

Cependant, en plus de la toxicité élevée, l'inefficacité, la rémanence prolongée de certaines matières actives, ont favorisé la disparition des ennemis naturels et l'apparition de souches résistantes.

Par ailleurs, les pays importateurs des dattes ont imposé actuellement des normes très rigoureuses en matière de résidus de pesticides. A titre d'exemple, en 2007, la communauté européenne (CE) a refusé la datte algérienne traitée par le Bromure de Méthyle, proscrits par le [protocole de Montréal](#), vu sa toxicité et son action sur la composition biochimique du fruit, en particulier, son taux en acides aminées (Lysine, Méthionine et la propaline) (HASSOUNA *et al.*, 1994). Ceci, a conduit à l'interdiction ou la restriction de l'usage de plusieurs produits.

Cette situation à inciter les acteurs du domaine à développer des méthodes de lutte alternatives efficaces et respectueuses à l'égard de l'environnement.

DHOUBI (1992), a montré que dans un écosystème oasien la pulvérisation de *Bacillus thuringiensis* (Berliner) (Bt) (Bactospéine 1 %, à raison de 100 g / palmier mélangé avec 100 g de chaux viticole) a pu diminuer le niveau d'infestation de 60% à condition que l'intervention soit faite avant la pénétration des chenilles dans les dattes.

### **1.7.2- Lutte génétique (Autocide)**

Les pratiques culturales, les interventions phytosanitaires n'ont pas permis d'assurer une bonne protection de la production dattière. Ceci, a suscité les chercheurs à trouver d'autres méthodes de protection efficaces sans porter préjudice à l'écosystème oasien.

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). Cette méthode consiste à la production en masse des individus mâles de la pyrale des dattes dans des conditions contrôlées et leurs irradiations par les rayons gamma au niveau du centre de recherche nucléaire d'Alger. Ces individus irradiés ont été ensuite lâchés dans les zones phoénicoles (Biskra, El-Oued et Ouargla) (DRIDI *et al.*, 2001). D'après ces auteurs les résultats préliminaires sont très encourageants et souhaitent de généraliser cette technique.

### 1.7.3- Ennemis naturels

Comme tout insecte dans son milieu naturel, *E. ceratoniae*, est entourée par un cortège très important d'ennemis naturels qui contrôle sa dynamique. Cette importance semble être due à sa répartition géographique et à sa large gamme de plantes hôtes. Elle est exposée au parasitisme et la prédation à tous ses stades de développement (NAY, 2006). Plusieurs espèces ont fait l'objet de programmes de lutte biologique. En Algérie DOUMANDJI-MITICHE et DOUMANDJI (1982) ont enregistré sur la variété Deglet Nour, un taux de parasitisme par *Phanerotoma flavitestacea* (Fischer) de l'ordre de 50,6% et 32% durant les années 1980 et 1981 respectivement.

Les travaux menés par DOUMANDJI et DOUMANDJI-MITICHE (1982) en Algérie, sur l'ooparasite *Trichogramma embryophagum* ont révélé un taux de parasitisme de l'ordre de 19 %.

NAY (2006) a pu établir une liste des ennemis naturels d'*E. ceratoniae* signalés à travers les différentes régions du monde (Tableau 3).

Tableau 3 : Ennemis naturels d'*E. ceratoniae* (NAY, 2006)

Ordres	Familles	Espèces
	Braconidae	<i>Phanerotoma flavitestacea</i> , <i>P. dentata</i> , <i>Phanerotoma</i> sp. <i>Habrobracon brevicornis</i> , <i>H. hebetor</i> <i>Bracon mellitor</i> <i>Microbracon pembedoni</i> <i>Apanteles lacteus</i> , <i>A. myeloenta</i> , <i>Apanteles</i> sp. Groupe <i>ultor</i> <i>Ascogaster</i> sp. <i>Rhogas testaceus</i>
	Pteromalidae	<i>Anisopteromalus mollis</i>

<b>Hymenoptera</b>	Bethylidae	<i>Perisierola gallicola</i> , <i>P. emigrata</i> <i>Goniozus legneri</i>	
	Encyrtidae	<i>Pentalitomastix plethoricus</i>	
	Ichneumonidae	<i>Pristomerus vulnerator</i> <i>Nemeritis canescens</i> <i>Horogenes</i> sp. <i>Gelis</i> sp. <i>Herpestomus arridens</i>	
		Chalcididae	<i>Brachymeris aegyptiaca</i> , <i>Brachymeris</i> sp. <i>Antrocephalus mitys</i>
		Perilampidae	<i>Perilampus tristis</i> (hyper-parasite d' <i>Apanteles pupae</i> )
		Trichogrammatidae	<i>Trichogramma embryophagum</i> , <i>Trichogramma</i> sp.
	<b>Diptera</b>	Tachinidae	<i>Clausicella suturata</i>
<b>Acari</b>	Pyemotidae	<i>Pyemotes ventricosus</i>	

## **Chapitre II : Interaction « plante hôte- insecte phytophage »**

### **2.1- Introduction**

L'importance de la population d'une espèce en un lieu donné dépend tout d'abord de son aptitude à recevoir, de façon plus ou moins pertinente, les indications que lui fournit l'environnement en fonction des paramètres espace-temps, et à y répondre (STREBLER, 1989). Cet auteur ajoute que cet organisme vivant doit recevoir au moment approprié et avec le plus de précision possible des informations sur le monde qui l'entoure.

Les substances naturelles produites par les organismes au niveau de leur métabolisme jouent un rôle prépondérant dans les nombreuses interactions existant entre les insectes et les plantes qui partagent un même milieu, tant au niveau interspécifique qu'intra-spécifique.

Les insectes phytophages sont les plus importants des consommateurs primaires de substances végétales. La nutrition fournie à ce bio-agresseur par la plante est nécessaire pour sa croissance, son développement, sa reproduction, sa défense, ses déplacements et sa survie (SLANSKY et RODRIGUEZ, 1987). La plante hôte, comme source de nourriture, joue un rôle déterminant dans la dynamique des populations avec ses composantes nutritives (protéines, acides aminés, glucides, lipides, vitamines, minéraux, eau, etc.) et ses composantes non nutritionnelles (composés allélochimiques) (phénols, polyphénols, monoterpènes, glucosinolates, alcaloïdes, etc.) (OHGUSHI, 1992).

La communication chimique intra-spécifique chez les insectes phytophages est fortement influencée par la chimie des plantes hôtes. Les effets de ces dernières sur la sécrétion hormonale des insectes par exemple sont très variés. Ils se manifestent aux niveaux de la biosynthèse et de l'émission des phéromones ou lors de la réponse chez les individus récepteurs. Les composés chimiques des plantes peuvent être séquestrés au cours des stades larvaires des insectes pour la production ultérieure de phéromones par les adultes ou être acquis par les adultes comme les précurseurs directs de leur biosynthèse (FAGHIIH, 2004). L'auteur ajoute que la production ou l'émission des phéromones peut être provoquée ou stimulée par les médiateurs chimiques des plantes-hôtes. Dans de nombreux cas, il a été établi que des odeurs végétales augmentent fortement l'attractivité de la phéromone de certains insectes (LANDOLT et PHILLIPS, 1997).

Il est donc important de bien connaître l'insecte, afin de mieux comprendre son interaction avec l'écosystème et ainsi être plus apte à contrôler ses populations par l'intervention directe et/ou indirecte lorsque celui-ci est nuisible (WATT *et al.*, 1990).

### **2.2- Médiateurs chimiques (sémio-chimiques)**

Le terme de sémio-chimiques (d'origine grec dérivé du « semeion » qui signifie signal ou signe) ; désigne les substances actives dans les relations entre les organismes vivants en agissant sur leur comportement ou/et leur physiologie (HICK *et al.*, 1999 ; BOURGEOIS, 2001).

La recherche de la plante hôte par les insectes est un comportement largement guidé par des phytochimiques volatiles (BERNAYS et CHAPMAN, 1994; VISSER, 1986). La sélection de l'hôte est déterminée par la présence des composés attractants dans la plante hôte et les composés repoussants chez la plante non -hôte. L'insecte exploite ces signaux volatiles pour localiser la source d'aliment qui lui convient et le site de la reproduction adéquat (SCHOONHOVEN, 1998).

D'après STREBLER (1989), ces médiateurs chimiques perçus par les insectes interviennent dans le choix d'un lieu de séjour, dans la prospection alimentaire en vue d'une prise de nourriture immédiate ou différée et dans la recherche d'un partenaire sexuel convenable.

### **2.3- Types de médiateurs chimiques**

D'après BOURGEOIS (2001), 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 (Figure 1).

Selon leur source et leur utilité, ces substances (stimuli) sont groupées en substances allélochimiques et en phéromones

#### **2.3.1- Substances allélochimiques**

Ce sont des substances qui interviennent dans les interactions interspécifiques et elles se répartissent en allomones, kairomones et synomones (Tableau 4).

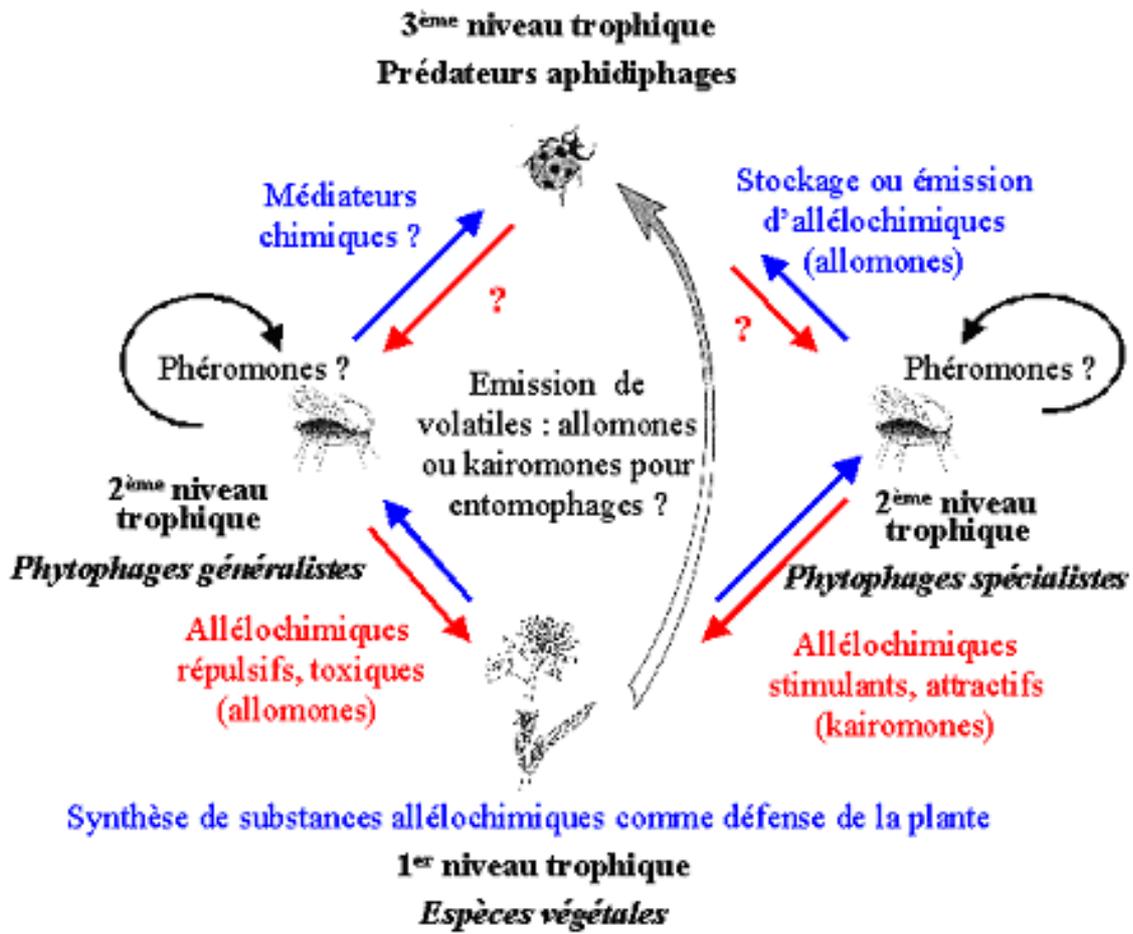
D'après STREBLER (1989), les allomones sont des substances produites ou acquises par un organisme et qui induisent chez l'espèce réceptrice une réponse comportementale ou physiologique favorable à l'émetteur et non au récepteur. STREBLER (1989) ajoute que ces allomones peuvent être répartis en substances défensives (répulsives, dissuasives, antiphagostimulantes, toxines et venins) et en substances attractives (attirer les proies ou bien des organismes assurant la protection).

Tandis que, les kairomones sont des composés qui présentent un avantage au récepteur (STREBLER, 1989). Elle oriente le phytophage ou l'ennemi naturel vers une source d'alimentation et elle peut intervenir également comme avertisseur de danger (odeurs de prédateurs).

Par contre, les synomones sont des médiateurs chimiques bénéfiques à l'émetteur et au récepteur (CORTESE, 2006).

**Tableau 4 :** Types de médiateurs chimiques inter-spécifiques (VET et DICKE, 1992)

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 1** : Relations plantes-insectes : rôle des médiateurs chimiques (VERHEGGEN, 2008)

### 2.3.2 - Pheromones

KARLSON et LÜSCHER (1959) ont classé les phéromones comme les substances les plus importantes dans le monde des signaux environnementaux.

Les phéromones possèdent une action intra-spécifique. Elles 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. La vie des insectes sociaux est en grande partie dépendante des phéromones sociales, de reconnaissances ou de marquage d'un territoire ou d'une piste et de la phéromone de désignation de la nourriture en permettant la survie des différents individus de la colonie (STREBLER, 1989).

### 2.4- Implications des médiateurs chimiques dans les systèmes de défense

La plupart des composés secondaires émis par les plantes agissent sur le comportement d'un grand nombre d'insectes phytophages par des processus de répulsion ou d'anti-appétence (BERNAYS et CHAPMAN, 1994). Ils agissent comme un système de défense constitutive directe, permettant aux plantes de réduire les dégâts occasionnés par les bio-agresseurs (DUGRAVOT, 2004). Parmi ces substances, il y a la nicotine, produite par les plantes du genre *Nicotiana*, qui est un analogue de l'acétylcholine et sa liaison sur les récepteurs nicotiques de l'acétylcholine va provoquer des troubles irréversibles sur le système nerveux central des insectes (LAUWERYS, 1990).

Le mode d'action de ces composés végétaux peut s'exercer également sur le métabolisme des organismes. En effet, la roténone, composé secondaire extrait des plantes de la famille des papilionacées tel *Lonchocarpus nicou*, agit sur les mécanismes de la respiration cellulaire. Elle inhibe les oxydations cellulaires en interrompant le transfert d'électrons dans la chaîne respiratoire, portant atteinte au métabolisme énergétique mitochondrial et ainsi à la production d'ATP (WEINZERL, 1998).

Par ailleurs, des substances produites par certaines plantes vont pouvoir agir sur d'autres processus physiologiques plus spécifiques à l'égard des insectes. Ainsi, l'azadirachtine, isolée d'une plante de la famille des méliacées, le neem, *Azadirachta indica* agit en tant qu'inhibiteur de croissance. Son action sur la synthèse d'ecdystéroïdes par inhibition de l'hormone protothoracicotrope conduit à un blocage de la mue des insectes et interrompre ainsi leur cycle reproductif (ISMAN, 1997).

## 2.5- Spécificité de la réponse des plantes

Les plantes répondent aux divers stress par la mise en place de systèmes de défense agissant directement ou indirectement sur leurs bio-agresseurs. Dans certains cas cette réponse semble parfaitement adaptée aux attaques des insectes phytophages. Ainsi, les réponses de la plante à des blessures mécaniques ou à l'attaque d'un herbivore peuvent être différentes qualitativement ou quantitativement (DUGRAVOT, 2004). La différence qualitative se traduit par la production de composés de nature différente selon le traitement infligé à la plante, tandis que, la différence quantitative se manifeste par la sécrétion de substances identiques mais à des proportions variables (DUGRAVOT, 2004).

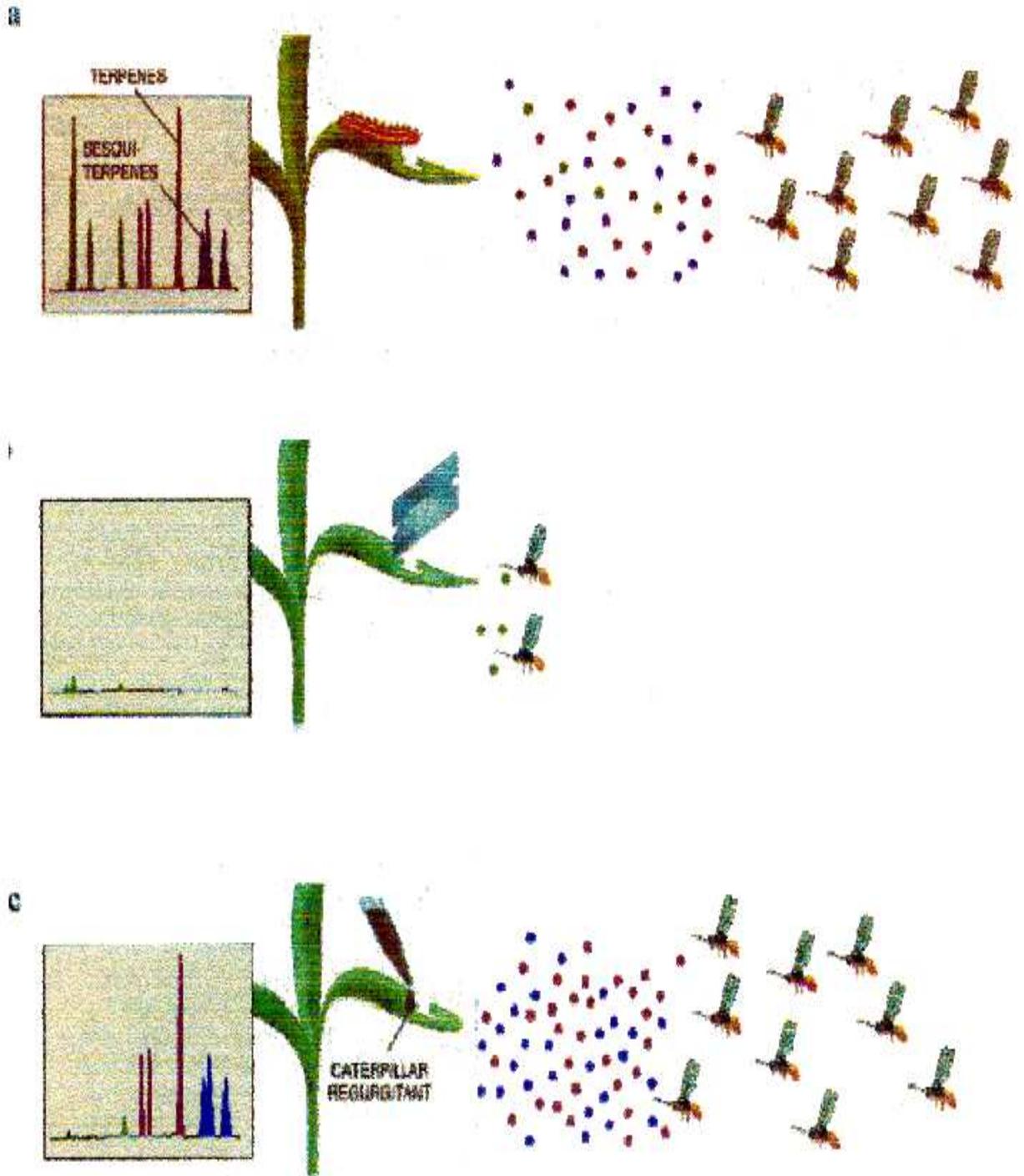
TURLINGS *et al.* (1990); TURLINGS *et al.* (1993) ; TUMLINSON *et al.* (1993), dans leurs études sur *Spodoptera exigua*, ravageur du maïs, ont montré que cette plante émet de fortes quantités de sesquiterpènes quelques heures après le début de l'attaque, alors que de très faibles quantités sont émises suite à des coupures mécaniques (Figure 2). Lorsque des régurgitations larvaires sont rajoutées à ces coupures, il y a de nouveau une forte émission de sesquiterpènes particulièrement attractifs pour le parasitoïde *Cotesia marginiventris*. D'après MATTIACCI *et al.* (1995) ; ALBORN *et al.* (1997), des sécrétions salivaires des insectes herbivores mises en œuvre lors de la prise alimentaire sont responsables de la spécificité de la réponse des plantes.

En effet, la N-(17 hydroxylinolenoyl)-L-glutamine, (volicitine) présente dans les régurgitations larvaires de *Spodoptera exigua* déclenche l'émission d'un spectre de composés volatils spécifique de l'attaque de l'herbivore, lorsqu'elle est ajoutée aux blessures (MATTIACCI *et al.*, 1995; ALBORN *et al.*, 1997).

La réponse de la plante (maïs) aux attaques peut être également spécifique à l'espèce déprédatrice et même au stade larvaire attaquant la plante. Ainsi, des plants de tabac attaqués par des chenilles de *Heliothis virescens* ou de *H. zea* émettent un spectre de composés volatils qui diffère par les concentrations en  $\beta$ -ocimène ou en  $\beta$  caryophyllène (DE MORAES *et al.*, 1998) .

La réponse mise en place est également différente selon le mode de nutrition du phytophage et donc du type de dégât infligé à la plante. Les attaques de chenilles défoliatrices (*Helicoverpa zea*), de mineuses (*Liriomyza trifolii*) ou d'acariens (*Aculops lycopersici*) sur tomate conduisent à différentes concentrations de polyphénol oxydase, de peroxydase, de lipoxygénase ou d'inhibiteurs de protéases dans les feuilles de la plante (STOUT *et al.*, 1994).

Les plants de maïs infestés par des jeunes larves de *Pseudaletia separata* (stade 1 à 3) émettent un spectre volatil différent de celui émet lors de l'attaque par des larves plus âgées (stade 4 à 6). Cette différence de composition de bouquet volatil représente un signal fiable pour le parasitoïde *Cotesia kariyai* qui ne parasite que les jeunes larves (TAKABAYASHI *et al.*, 1995) .



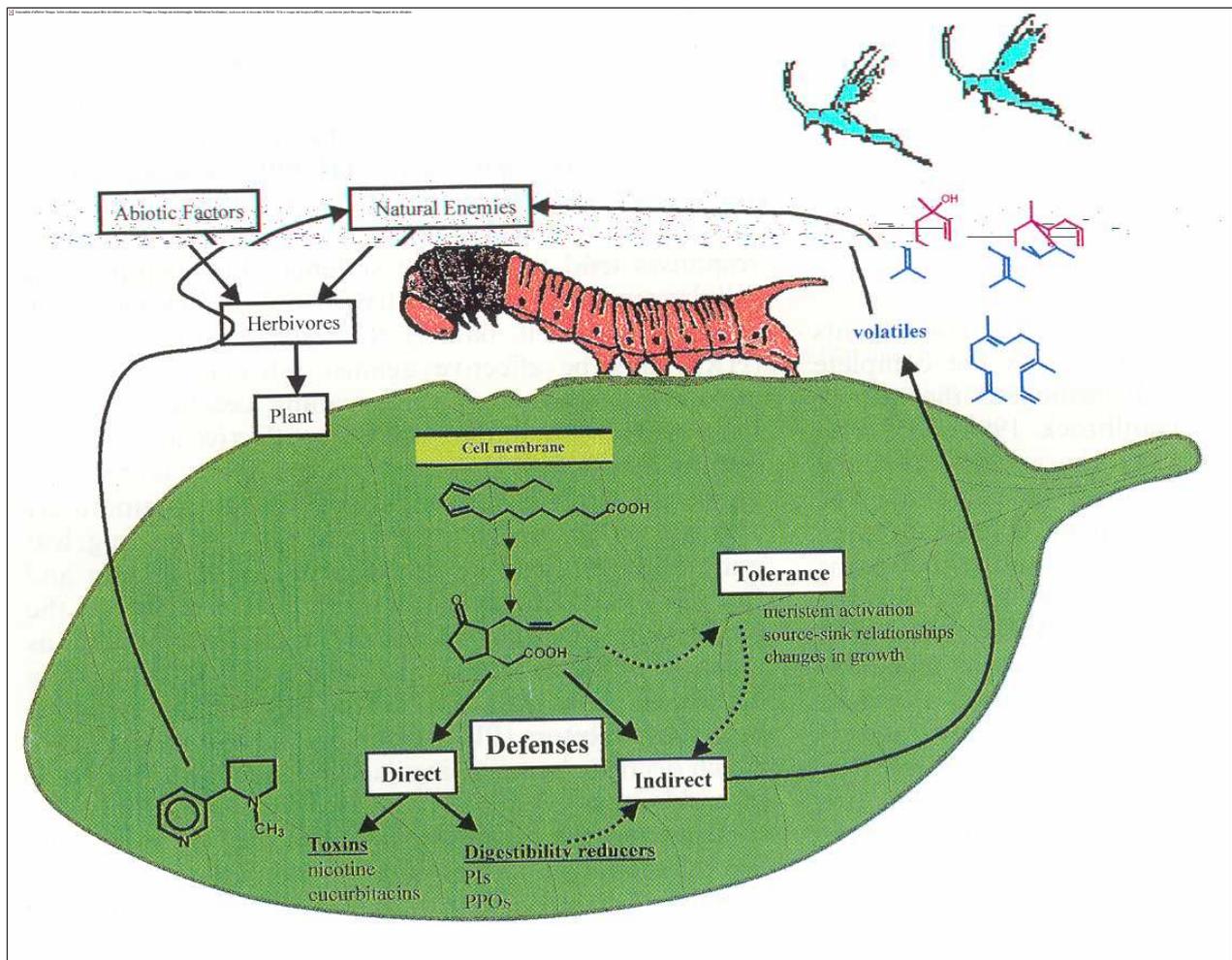
**Figure 2:** Attractivité des parasitoïdes par les odeurs émises par des feuilles de maïs (TUMLINSON *et al.*, 1993). **a:** attaquées par une chenille hôte, **b:** brisées mécaniquement, **c:** brisées mécaniquement + régurgitations de chenilles.

## 2.6- Mécanismes biochimiques des systèmes de défense induite

FARMER et RYAN (1992) ; HOWE *et al.* (1996) ont mis en évidence le rôle de l'acide jasmonique lors de la mise en place de la réponse physiologique de la plante à l'attaque d'un phytophage. BALDWIN (1996); BALDWIN (1999) ; JOHNSON *et al.* (1989), ajoutent que l'acide jasmonique active les gènes codant pour des composés secondaires agissant directement sur le phytophage ; tels que les inhibiteurs de protéases ou la nicotine (Figure 3).

Par ailleurs, Cette molécule ne peut pas à elle toute seule expliquer la spécificité de la réponse des plantes à l'attaque d'un herbivore ; ceci est démontré par les travaux de SCHMELZ *et al.* (2003) sur les larves de *Spodoptera exigua* ravageur du maïs. Sur cette plante, l'attaque du phytophage induit non seulement l'accumulation de l'acide jasmonique mais elle déclenche en plus l'augmentation de la concentration d'éthylène. Dans ce système, l'acide jasmonique et l'éthylène agissent donc en synergie pour l'induction des substances volatiles attractives pour les parasitoïdes (SCHMELZ *et al.*, 2003).

La voie de biosynthèse octadécanoïque mettant en jeu l'acide jasmonique est donc très importante dans la réponse des plantes aux attaques des insectes. Toutefois d'autres phytohormones peuvent jouer un rôle dans les systèmes de défense des plantes ; c'est le cas de l'acide salicylique (VAN POECKE et DICKE, 2001) et l'acide abscissique. En plus de son rôle dans le processus dans la résistance aux stress hydrique, l'acide abscissique peut également avoir un rôle dans les systèmes de défenses des plantes. En effet, des blessures occasionnées sur des plants de tomates ou de pommes de terre, induisent une augmentation de la concentration en acide abscissique qui va déclencher la biosynthèse systémique d'inhibiteurs de protéases (PEÑAS – CORTES *et al.*, 1989).



**Figure 3** : Rôle de l'acide jasmonique dans les réactions de défense induites des plantes (BALDWIN et PRESTON, 1999).

## 2.7- Stratégie de résistance des insectes face aux composés secondaires

D'après HARTMANN (1996), environ 100 000 structures chimiques appartenant au métabolisme secondaire des plantes étaient identifiées. Ces composés sont généralement très semblables au sein d'une même famille végétale mais leurs proportions peuvent différer selon les espèces. C'est le cas de la glucosinolate produite par les Crucifères mais avec des concentrations différentes en fonction des espèces (HARTMANN, 1996).

Dans la nature, les insectes monophages ou oligophages sont très nombreux par rapport aux insectes polyphages (BERNAYS et GRAHAM, 1988 ; VAN LOON *et al.*, 2000). Ces auteurs ont signalé également que moins de 10 % des espèces d'insectes phytophages se nourrissent aux dépens de plus de 3 familles botaniques et plus de 80 % se nourrissent sur une seule famille végétale. BERENBAUM (1978), a remarqué que les espèces végétales appartenant à la famille des Rutacées produisent des métabolites secondaires désignés par les

furanocoumarines. Ces substances sont particulièrement toxiques aux Lépidoptères polyphages et provoquent une mortalité très importante chez *Spodoptera frugiperda* et *Heliothis virescens*. En revanche, *Papilio polyxenes*, lépidoptère spécialiste des Rutacées peut se développer aux dépens de ces végétaux sans mortalité particulière (BERENBAUM, 1981).

D'après KRIEGER *et al.* (1971); BRATTSTEN (1992), le mode de résistance probablement le plus régulièrement rencontré chez les insectes phytophages est de nature biochimique ; les molécules toxiques étant rendues inefficaces par des transformations enzymatiques nécessitant la mise en place de systèmes de détoxication.

De leur part, SLANSKY et FEENY (1977); LOUDA et MOLE (1991); RENWICK *et al.* (1992); GIAMOUSTARIS et MITHEN (1995) ; RENWICK et LOPEZ (1999) ont noté que la plupart des espèces d'insectes spécialistes ont été amenés à utiliser ces métabolites secondaires des plantes à leur profit, notamment, comme signaux informatifs pour la recherche et la reconnaissance de leur plantes hôtes. Ainsi les glucosinolates et leurs composés de dégradation (les isothiocyanates) produits par la famille des Crucifères sont des composés secondaires toxiques vis-à-vis d'un très large spectre d'organismes (LOUDA et MOLE, 1991), pourtant, ces substances sont utilisées par les insectes spécialistes de cette famille (Lepidoptera : Pieridae) en tant que signaux pour la découverte de la plante hôte et comme stimulants du comportement de ponte et d'alimentation.

## **2.8- 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.

D'après PICIMBON (2002), 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.

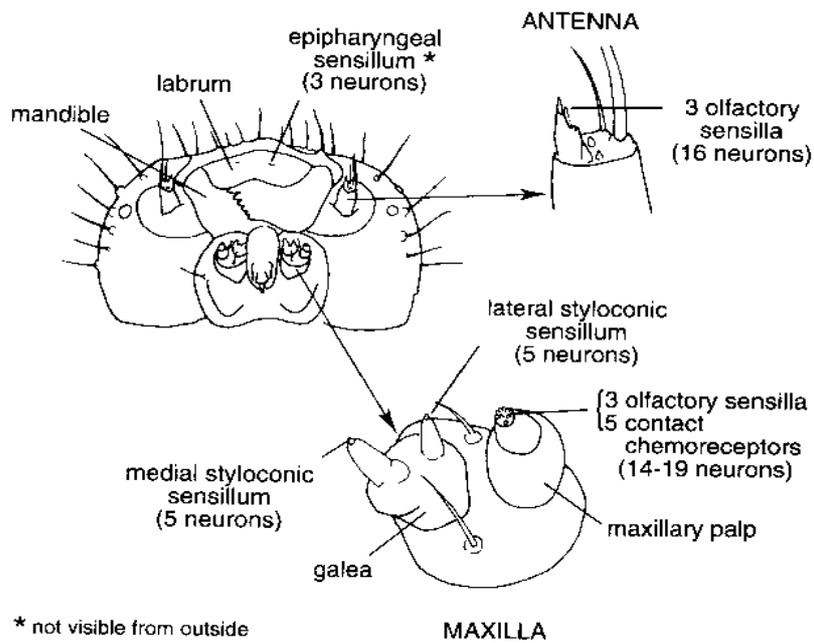
Pour répondre à la diversité des métabolites secondaires existants dans le milieu environnant, les insectes ont développé un système chimiosensoriel olfactif (à distance) et gustatif (de contact).

Les antennes des insectes constituent un organe sensoriel important, siège de nombreuses fonctions, telles que la gustation, l'orientation, le toucher, et également siège essentiel de la réception du message olfactif. Les antennes sont des organes mobiles, pourvues de soies innervées de formes variées appelées sensilles et qui sont d'origine tégumentaire (Figure 4a).

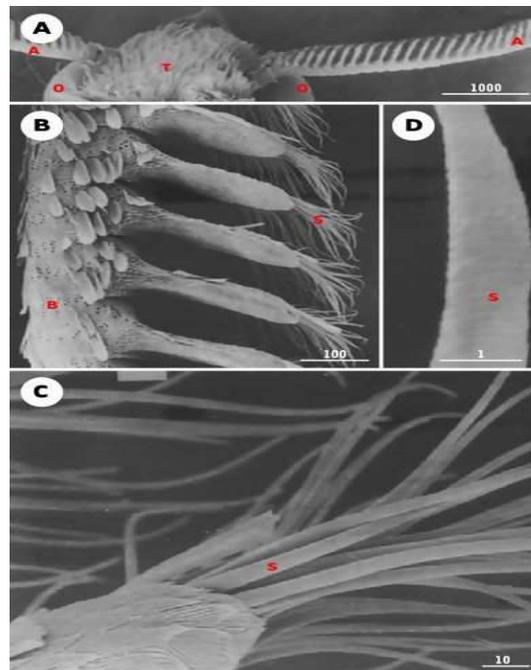
La détection des molécules odorantes chez les insectes met en jeu les antennes et les sensilles. D'après PICIMBON (2002), ces sensilles sont des micro-organes sensoriels véritablement programmés pour l'olfaction. Ils recouvrent les branches antennaires par milliers et fonctionnent comme des micro-capteurs périphériques des molécules odorantes de l'air environnant (Figure 4b). Il existe différents types sensillaires mais tous ont une architecture commune. Ils sont formés de pores tubulaires qui connectent le milieu extérieur à la lumière sensillaire renfermant les dendrites des neurones sensoriels (2 à 3 cellules sensorielles par sensille). En coupe transversale, les pores cuticulaires et l'entrée des molécules odorantes sont séparés des cellules nerveuses cibles par un fluide aqueux protecteur (la lymphe sensillaire). Cette lymphe, équivalent chez les insectes du mucus nasal des mammifères, constitue une véritable barrière pour les molécules odorantes très hydrophobes (PICIMBON, 2002).

D'après STREBLER (1989), il existe différents types de sensilles selon leur fonction et le mode de développement de l'insecte. Deux caractères principaux sont dégagés, la présence d'une structure articulaire et de perforation cuticulaire, indique respectivement une mécano-réceptrice et/ou une fonction dans la chimio-réception. Une classification basée sur ces éléments permet de distinguer les types sensillaire suivants :

- les sensilles possédant des pores dans les parois de l'appareil cuticulaire, elles ont typiquement une fonction olfactive.,
- Les sensilles qui possèdent un pore terminal caractérisent généralement les sensilles gustatives dont ce dernier peut être remplacé par système de pores ;
- Les sensilles sans perforations cuticulaires sont observées dans les sensilles mécano réceptrices ou sensible à la température et l'humidité.



**a :** Organes sensoriels gustatifs et olfactifs présents sur la capsule céphalique de larves de lépidoptères (BERNAYS et CHAPMAN, 1994)



**b :** Antenne du papillon de nuit mâle observée en microscopie électronique à balayage

**A.** Aspect général des antennes (x 50, 1000 µm); **B.** Organisation de l'antenne (x 360, 100 µm); **C.** Vue rapprochée des sensilles olfactives à l'extrémité d'une branche antennaire (x 50, 10 µm). **D.** très fort grossissement d'une sensille olfactive, siège des dendrites des neurones sensoriels (x 50000, 1 µm) (PICIMBON, 2008).

**Figure 4 :** Organes sensoriels des insectes (Lépidoptères)

D'après DARAZY-CHOUBAYA (2002), de nombreux récepteurs gustatifs existent également au niveau des pièces buccales, des pattes et d'autres parties du corps de l'insecte. Les chimiorécepteurs de contact sont des différenciations cuticulaires en forme de poils, appelées sensilles, avec un pore apical. Sous cette cuticule se trouvent 4 (parfois 3) neurones gustatifs associés à un neurone mécanorécepteur et 3 cellules épithéliales modifiées, dites cellules accessoires. Ces cellules sont responsables de la mise en place des structures cuticulaires. Elles participent ensuite au fonctionnement de la sensille gustative en maintenant la composition ionique et protéique du milieu dans lequel baignent les dendrites des neurones.

Sur la capsule céphalique des larves de Lépidoptères (Figure 4a), les chimiorécepteurs impliqués dans la gustation sont situés principalement au niveau des maxilles et de l'épipharynx (BERNAYS et CHAPMAN, 1994).

## Partie expérimentale

### Chapitre I- Matériel et méthodes

#### 1.1- Matériel

##### 1.1.1- Matériel végétal

Trois cultivars de palmier dattier *Phoenix dactylifera* L. ont été choisis pour cette étude. Il s'agit de Deglet Nour, Ghars et Degla Beidha. Ils constituent environ 70 % du patrimoine phoenicicole de l'Algérie (ANONYME, 1996). Les caractéristiques descriptives de ces cultivars sont illustrées dans le tableau 5.

**Tableau 5:** Caractéristiques descriptives des cultivars étudiés (BELGEDJ, 1996 ; BELGADJ *et al.*, 2002 ; HANNACHI *et al.*, 1998).

Caractéristiques	Cultivars		
	<i>Deglet- Nour</i>	<i>Ghars</i>	<i>Degla-Beidha</i>
<b>Sens du nom</b>	Doigt de lumière	Pâteux et collant	Datte blanche
<b>Importance</b>	Le plus répandu en Algérie (≈ 53%)	Abondant dans les palmeraies du Sud-Est Algérien	Abondant dans toutes les palmeraies du Sud-Est Algérien (≈ 37%)
<b>Stipe</b>	Elancé et de forme cylindrique.	Cylindrique ou tronconique de diamètre important.	Cylindrique, trapu et portant beaucoup de lif.
<b>Palmes</b>	-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
<b>Spadice</b>	-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
<b>Fruit</b>	-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
<b>Noyau</b>	-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

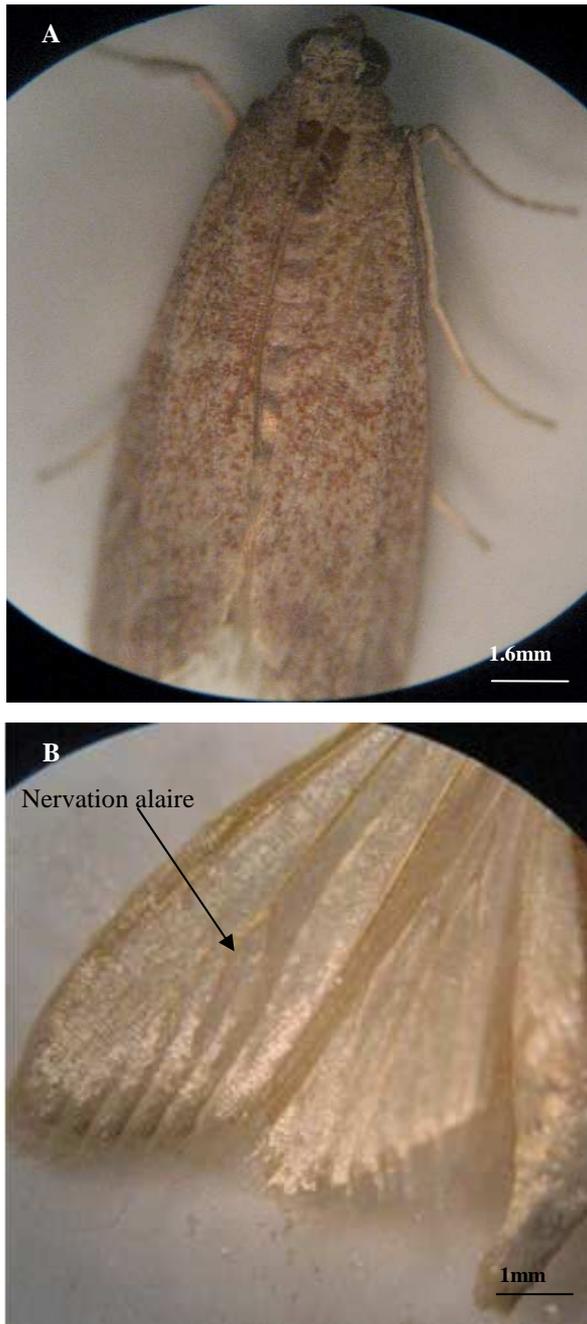
D'après BELGEDJ *et al.* (1996) ; HANNACHI *et al.* (1998) ; BELGADJ *et al.* (2002), les trois cultivars retenus lors de cette étude présentent les caractéristiques agronomiques illustrés sur le tableau 6.

**Tableau 6 :** Caractéristiques agronomiques des cultivars étudiés.

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

### 1.1.2- Matériel animal

Le matériel animal qui a fait l'objet de cette étude est *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera, Pyralidae) (Figure 5 A et B). Cette pyrale est classée par le décret exécutif n° 95-387 du 5 Rajab 1416 correspondant au 28 novembre 1995 dans la liste **A**, comprenant les ennemis des végétaux particulièrement dangereux (organismes nuisibles) contre lesquels la surveillance et la lutte sont obligatoires en tous lieux et à tous les stades de leur développement (ANONYME, 1995).



**Figure 5** : Adulte d'*Ectomyelois ceratoniae*, **A** : Vue générale, **B** : Nervation alaire  
(Photos personnelles)

## **1.2- Méthodes**

### **1.2.1- Etude en plein champ**

#### **1.2.1.1- présentation de la station d'étude**

Une partie de cette étude s'est déroulée dans l'exploitation de la station expérimentale de l'INRA (Institut National de la Recherche Agronomique) située à Sidi Mahdi (Touggourt) et qui fait partie de la vallée d'Oued-Righ. Cette station régionale se trouve à 7 km du chef lieu de la daïra de Touggourt et occupe une superficie de 52 ha. La palmeraie occupe 26 ha, dont 1 ha est réservé à une collection de cultivars provenant des régions d'Oued-Righ et Oued-Souf.

Contrairement aux palmeraies traditionnelles, les opérations pratiquées dans la palmeraie expérimentale de la station de l'INRA obéissent à un calendrier technique qui varie en fonction de la saison et du stade phénologique du palmier.

Cette palmeraie a une plantation régulière, d'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 consiste 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 comporte 7 à 10 % de grains de pollen et un support (amidon / plâtre) est poudré sur les spathe 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* Mc Gregor (Boufaroua) et *Ectomyelois ceratoniae* Zeller. 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 (1/4 de soufre et 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 (1/4 de soufre, 1/4 d'Asmidion 3,3 pp et 1/2 de chaux) et à raison de 100g/palmier.

#### **1.2.1.2- 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 Deglet-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 qui se trouvent en phase de ponte et les plus favorables à la pénétration des chenilles néonates.

Il est opté pour 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, 5 dattes sont collectées de chaque palmier, soit 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 toutes formes de présence d'*E. ceratoniae* (œufs, larves).

## 1.2.2- Etude effectuée au laboratoire

### 1.2.2.1- Elevage de masse

Afin d'obtenir un nombre suffisant de papillons nécessaires à la réalisation de l'ensemble des testes, les dattes infestées, trouvées en plein champ, sont placées dans des cages d'élevage (Figure 6A). Afin de s'assurer que toutes les chenilles élevées sont celles d'*E. ceratoniae*, il est procédé à une ouverture des dattes et ensuite à un triage et une identification des chenilles sur la base de la clef élaborée par DHOUIBI (1991) et qui s'intitule «clef des larves des principales espèces des pyrales inféodées aux dattes stockées». Seul, les larves présentant un anneau entourant une soie située au dessus du stigmate du 8<sup>ème</sup> tergite sont maintenues en élevage (Figure 6B et C).

Il est à noter qu'un sexage est également effectué. Les chenilles qui vont se transformer en mâles possèdent une tache noire entre le 8<sup>ème</sup> et le 9<sup>ème</sup> tergite abdominal et qui correspond aux ébauches des gonades (STANEK, 1977) (Figure 6 D).



Un total de 100 dattes infestées de chaque cultivar est placé dans des boites en plastique de 26 cm de longueur, sur 16 cm de largeur et 10 cm de profondeur et à raison de 25 dattes par boite. Dans chaque boite, il est placé des chenilles du même sexe. Afin de favoriser une bonne aération, chaque couvercle est perforé à son milieu et la partie éliminée est remplacée par un

morceau de mousseline (Figure 7A). 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  $75 \pm 5\%$  (Figure 7B). Des coupons de carton ondulé (5x5cm) sont placés dans chaque boîte afin de récupérer les chrysalides (Figure 8A et B). Pour faciliter l'accouplement, COSSE *et al.* (1991) ont préconisé de placer des chrysalides mâles et femelles ensemble et à parts égales. Ces chrysalides sont élevées toujours dans une étuve mais cette fois à une température de  $30^\circ\text{C}$  (MEDIOUNI et DHOUBI, 2007).

Après leur émergence, les femelles et les mâles sont maintenus dans la cage d'accouplement et d'oviposition entre 4 et 6 jours (Figure 9A et B). Il est à noter que parfois l'accouplement peut prendre une journée complète. 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 et facilite par la suite leur récupération. Il est à mentionner que les œufs pondus sont enfermés dans une sécrétion muqueuse gluante qui s'adhère facilement au papier Kraft (Figure 10A et B). Après la ponte, ce papier est récupéré et coupé en petits morceaux.

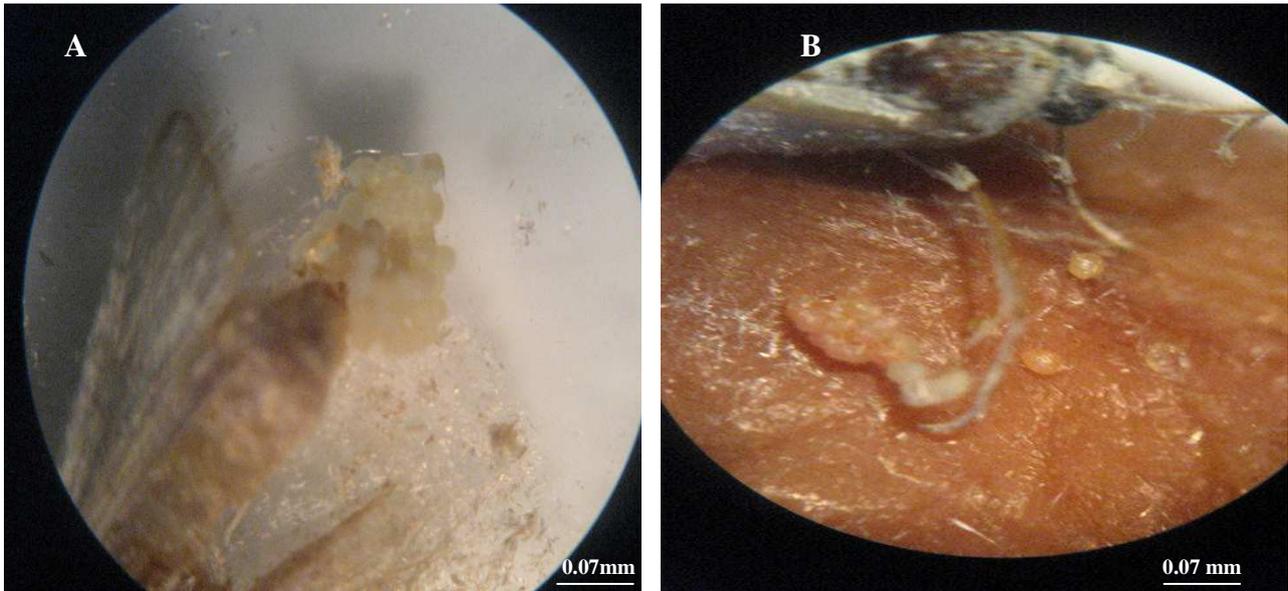




**Figure 8** : Chrysalide d'*E. ceratoniae*, A : Chrysalide isolée, B : Cocon entouré de fils de soie (Photos personnelles)



**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 (Photos personnelle)

#### 1.2.2.2- Préparation du milieu de culture

Ce milieu d'élevage est préparé selon la méthode proposée par MADIOUNI et DHOUBI (2007) avec de légères modifications. Après une stérilisation du son de blé et de la farine de la datte à 120°C pendant deux heures, il est procédé à un mixage de l'ensemble des ingrédients solides selon les valeurs présentées sur le tableau 7 (Figure 11). Ces ingrédients solides sont mélangés ensuite avec de la glycérine et de l'eau distillée. Afin d'éviter toute contamination bactérienne et fongique, du méthyle parabène et de l'auromycine ont été ajoutés au milieu d'élevage.

Après la ponte des femelles d'*E. ceratoniae*, les œufs adhérents au papier Kraft sont récupérés à partir de la cage d'accouplement et d'oviposition. 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 7:** Composition du milieu d'élevage d'*Ectomyelois ceratoniae* préparé selon la méthode proposée par MADIOUNI et DHOUBI (2007)

Ingrédients	Poids (g)	Modification
Son de blé	600	200 g son de blé + 400g farine de datte
Saccharose	120	
Levure	23	

Vit C	6,7	
Méthyle parabène	1,3	
Lysine	3	
Glycérine	150 ml	
Eau distillée	250 ml	



**Figure 11:** Milieu d'élevage d'*E. ceratoniae* préparé

### 1.2.2.3- Tests comportementaux

Les tests olfactométriques en conditions contrôlées sont préconisés afin d'étudier l'action des odeurs végétales sur le comportement des insectes.

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.

#### 1.2.2.3.1- Confection du tunnel de vol

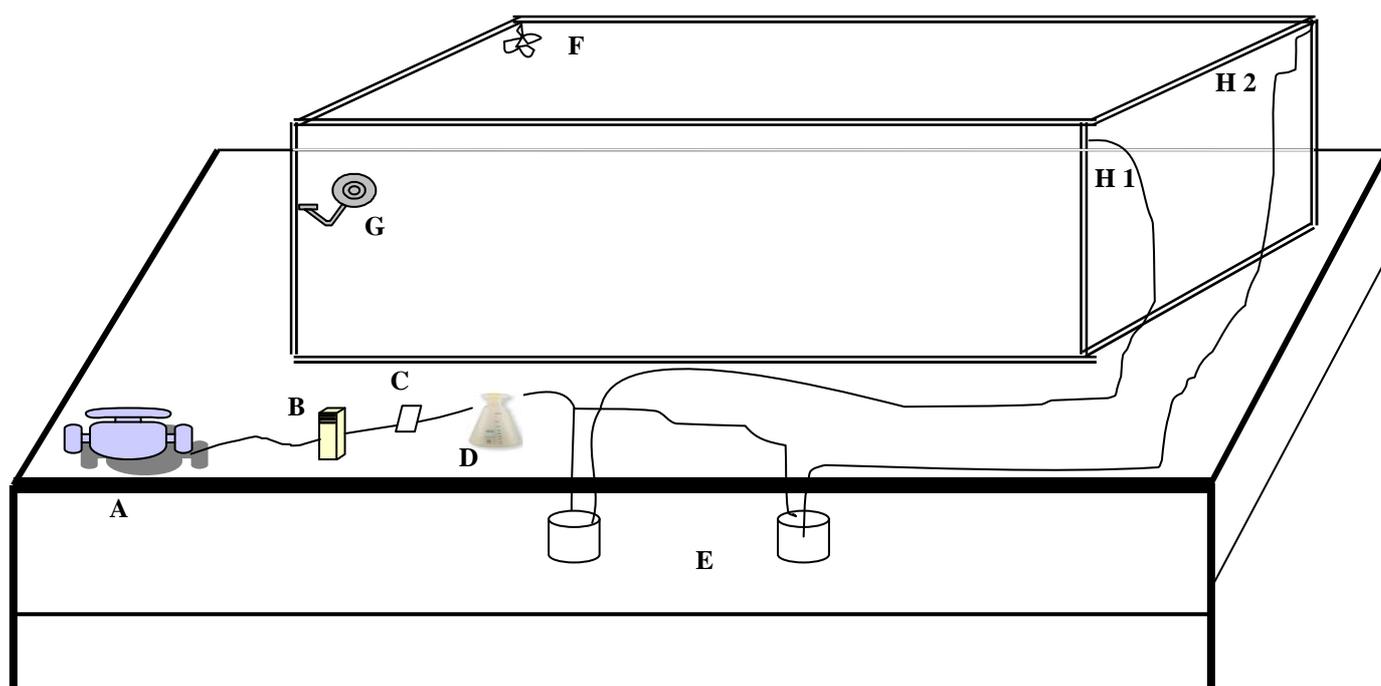
Le tunnel du vol est un dispositif de laboratoire qui permet de mesurer et de comparer les réponses comportementales des insectes en conditions contrôlées. L'emploi du tunnel de vol est

très utile pour déterminer l'effet biologique de différentes odeurs naturelles ou des extraits végétaux disponibles en quantités limitées et insuffisantes pour les tester dans les conditions naturelles (FAGHIIH, 2004).

Ce tunnel a été confectionné selon la méthode décrite par COSSE *et al.* (1994). C'est un tunnel en plexiglas de 180 cm de longueur, sur 50 cm de largeur et 50 cm de hauteur. Le flux d'air pur qui provient d'une pompe à air passe dans un tuyau en plastique vers un débit mètre (rotamètre) munit d'un filtre actif en charbon pour contrôler son débit et le purifier (Figure 12 A et B). Il traverse ensuite un autre filtre micropore ( $0,2 \mu$ ) pour le purifier davantage (Figure 12 C). Cet air arrive ensuite au niveau d'une fiole remplie au 2/3 de son volume avec de l'eau distillée afin de l'humidifier (Figure 12 D). Le flux d'air est conduit ensuite à travers 2 tuyaux vers deux bouches contenant les stimuli à analyser (Figure 12 E). Ces tuyaux sont reliés au tunnel de vol au niveau des points de connexion H 1 et H 2.

Afin d'assurer une bonne circulation du flux d'air, un extracteur a été placé à l'autre extrémité du dispositif (Figure 12 F). Il est à noter que le tunnel de vol est installé dans une salle, où la température, l'humidité et la photopériode sont de l'ordre de  $28 \pm 1^\circ\text{C}$  ; de  $75 \pm 5\%$  et de 15 heures, respectivement.

Le débit mètre utilisé assure une purification de l'air et contrôle également son débit. La vitesse du flux d'air est fixée à 0,5m/s.



**Figure 12:** 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  $\mu$ , **D** : Fiole à vide (eau) reliée au système, **E** : Bocaux contiennent de la datte, **F** : Extracteur, **G** : Plate forme métallique concave, **H1** et **H2** : Tuyauteries assurant la liaison de toutes les parties.



#### 1.2.2.3.2- Différents tests

Avant de procéder aux tests, les femelles déjà fécondées et âgées de 4 à 6 jours sont placées d'abord en groupe de 10 papillons dans une cage dite de séparation. Cette cage est une boîte en plastique, de forme cylindrique, ayant comme dimensions 7 cm de longueur et 5cm de diamètre (Figure 13G). La cage de séparation est placée sur une plate forme métallique concave élevée de 15 cm au dessus du fond du tunnel et à 180cm de la source d'odeur (Figure 13H).

A chaque test, le tunnel de vol doit subir un nettoyage avec de l'éthanol 70%. Les papillons sont placés dans le tunnel de vol au moins 2 heures avant le début de chaque essai, afin de s'acclimater. Les essais sont réalisés dans le tunnel à une température de 28-29°C, à une luminosité de 30 Lux, à une humidité de 75-80 % et à une vitesse du flux d'air de l'ordre de 0,5 m/s. Les tests sont effectués dans des conditions similaires au crépuscule; temps convenable à l'oviposition des femelles d'*E. ceratoniae* (COSSE *et al.*, 1994).

Un total de 7 séries d'expériences est effectué, soit 35 tests, à raison de 5 répétitions pour chaque combinaison de stimuli. Ces tests ont nécessité l'emploi de 350 femelles, soit 50 femelles pour chaque série d'essais.

Les essais consistent à exposer les femelles fécondées soit à un flux d'air pur ou chargé d'une odeur qui provient des dattes de l'un des 3 cultivars étudiés. Les tests sont effectués selon les combinaisons suivantes :

- 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 que la période d'acclimatation est écoulée, les 10 femelles qui se trouve dans la cage de séparation sont libérées à la fois dans le tunnel de vol (MECHABER *et al.*, 2002). Les individus qui restent immobiles sur la plate forme métallique d'envol pendant 5mn, sont immédiatement retirés de l'essai et considérés comme inactifs. Les individus actifs vont subir une série de notation pendant 20 mn. Il est important de noter qu'au moins deux notateurs sont indispensables pour collecter les informations nécessaires. Le premier notateur se place au point départ (G) de la plate forme, alors que le deuxième notateur contrôle le temps d'arrivée du papillon aux points de diffusion des stimuli (H 1 ou H 2) dans le tunnel de vol. Les paramètres calculés sont les suivants :

1- Orientation du vol :

- vol partiel (au moins à 50 cm de la distance entre le stimulus et la cage de séparation)
- vol complet (vol vers la source d'odeur avec ou sans atterrissage)

2- Durée du vol et nombre d'individus qui ont :

- touché la source d'odeur
- atterris à environ 10 à 50 cm de la source d'odeur.

Par ailleurs, tout individu qui a réalisé un vol partiel, un vol complet ou il a touché totalement la source d'odeur est considéré comme actif (réponse positive) (MECHABER *et al.* (2002) ; DALLAIRE (2003) ; INGWILD *et al.* (2007).

#### **1.2.2.4-Analyses des dattes**

##### **1.2.2.4.1- Analyses physique**

Un total de 40 dattes par régime des catégories (A) (1<sup>er</sup> choix) et (B) (2<sup>eme</sup> 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)

#### 1.2.2.4.2- Analyses biochimique

Afin de déterminer la composition biochimique des dattes des 3 cultivars, à chaque fois 100 dattes par cultivar sont analysées. Chaque fruit préalablement dénoyauté est coupé en 4 parties. Seulement le  $\frac{1}{4}$  prélevé d'une façon alternative de la partie apicale ou basale est utilisé pour ces analyses.

La teneur en eau est déterminée par dessiccation de 10 g de dattes dans une étuve à 105°C pendant 18 heures (ANOMYME, 1970). 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). La teneur en protéines est obtenue par le dosage de l'azote total, après minéralisation de 0,5 g de farine de dattes ou de dattes broyées, auxquelles est ajouté 10 ml d' H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentré et une pincée de Catalyseur (10 g de Sulfate de cuivre). Une distillation et une titration de la solution obtenue est effectuée avec du H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (ANOMYME, 1970).

$$\underline{Teneur\ en\ protéines = Teneur\ en\ Azote\ total\ x\ 6,25}$$

Quant aux lipides, l'extraction se fait à l'éther de pétrole dans un appareil de Soxhelt pendant 8 heures. La quantité de l'échantillon de dattes utilisée est de 2 grammes.

Concernant les éléments minéraux, il est analysé le sodium, le potassium, le calcium, le phosphore, le magnésium et le fer (ANOMYME, 1970).

#### 1.2.2.4.3- Extraction des composés volatils

L'identification des composés volatils des dattes permet d'apprécier leurs qualités organoleptiques. Elle possède en outre un intérêt technologique en guidant les industriels à l'extraction des arômes à partir des variétés de faible qualité, augmentant ainsi leur valeur marchande. Cette partie de l'étude a comme objectif d'identifier les composés volatils qui déterminent probablement le choix des sites de ponte chez *E. ceratoniae*. Les études menées sur ce sujet ont accordé surtout une importance aux aspects organoleptiques de la datte, notamment, les arômes. Par ailleurs, très peu de travaux ont traité le rôle de ces derniers dans la communication chimique entre la datte et ses bioagresseurs. Parmi ces travaux, il y a lieu de citer ceux de GOTHILF (1975) et COSS *et al.* (1994).

Afin d'extraire les composés volatils de la datte, il est opté pour la méthode de Distillation-Extraction-Simultanées (SDE), en utilisant l'appareil décrit par LIKENS et NICKERSON (1964), avec quelque modifications (en fonction des moyens disponibles).

D'après ADDA et RICHARD (1992), ce dispositif permet, à partir de quantités réduites de solvant, de réaliser simultanément un entraînement à la vapeur et une extraction. Avant leur analyse, les dattes du stade fin Martouba début T'mar ont subi une élimination des calices et des noyaux. Un échantillon de 20 g de pulpe de dattes de chaque cultivar est finement broyé avec un mixeur en présence de 100 ml de phosphate de sodium 0,1 M, à pH = 6,5 (SCHULTZ *et al.*, 1977). Après agitation, le mélange est placé dans l'appareil cité ci-dessus en ajoutant le valérate d'éthyle dilué à 1/1000, et quelques gouttes d'huile de silicone (anti-mousse). Pour extraire le plus de composés aromatiques, 3 solvants sont utilisés, à s'avoir, l'hexane, l'éther diéthylique et le dichlorométhane (ADDA et RICHARD, 1992). Le temps nécessaire pour l'extraction est d'environ 3 h. Une fois la fraction volatile est extraite après concentration et séchage sur du sulfate de magnésium anhydre, il est procédé à une identification des constituants par la chromatographie en phase gazeuse (CPG), en comparant leurs temps de rétention par rapport à ceux des étalons (produits purs).

L'analyse est effectuée au niveau du centre régional de la répression de fraude (Alger), par le biais d'un chromatographe à détecteur F.I.D (Flame Ionisation Detector), muni d'une colonne Stabilwax® (G16), 30 m de longueur, 0,25 mm de diamètre et 0,5µm d'épaisseur. Le débit du gaz vecteur (Helium) est de 2ml min<sup>-1</sup>. Le four est programmé à une température allant de 70 à 200°C, à raison de 2°C min<sup>-1</sup>; par contre celle de l'injecteur est maintenue à 240 °C.

Toutefois, il est procédé à cette analyse, afin de d'explorer les substances considérées par GOTHILF (1975); COSS *et al.* (1994), comme stimulantes d'oviposition pour l'espèce *E. ceratoniae*. Il s'agit d'Hexanoate d'éthyle (Ethyl hexanoate), d'Acétaldéhyde, d'Ethanol, de 1-propanol, de 2-propanol et de 1-butanol.

#### **1.2.2.5- Analyses statistiques**

Vu le nombre élevé de variables et leur nature (quantitatives où qualitatives), l'étude séparée de chacune de ces variables ne permet pas d'établir les corrélations qui peuvent exister entre elles, ni de discriminer les cultivars entre eux.

Pour cette raison, les méthodes d'analyse statistique appliquées sont l'Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) et l'Analyse en Composantes Principales (ACP). En utilisant le logiciel GOSTAT.

A ce propos, l'ACP permet de transformer « p » variables quantitatives inter-corrélées en « p » nouvelles variables non corrélées appelées composantes principales. Ainsi, l'ACP construit de nouvelles variables artificielles et des représentations graphiques permettant de visualiser les relations entre variables, ainsi que l'existence éventuelle de groupes d'individus et de groupes de variables (SAPORTA, 1990).

## Chapitre II- Résultats

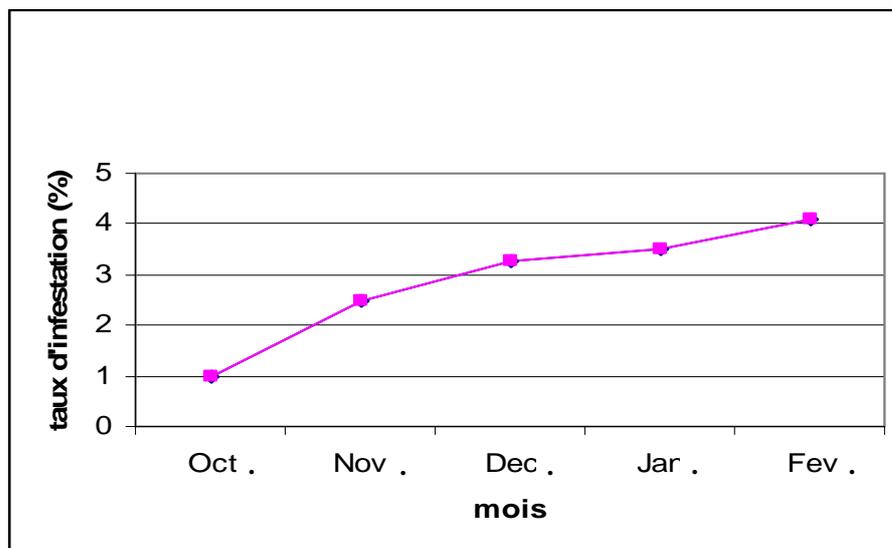
### 2.1- Evaluation du taux d'infestation en plein champ

#### 2.1.1- Taux d'infestation global

L'étude effectuée dans la station de l'INRAA de Touggourt durant la période allant du 05 /10/2007 jusqu'au 08/02/2008 (récolte échelonnée) a révélé que le taux d'infestation des dattes par *Ectomyelois ceratoniae* n'a pas dépassé une moyenne de 4,08%. Cette infestation évaluée en plein champ a connu une progression dans le temps (Tableau 8 et figure 14).

**Tableau 8 :** Evolution du taux d'infestation des dattes par *Ectomyelois ceratoniae* sans tenir compte du cultivar durant la campagne 2007 / 2008 dans la station expérimentale de l'INRAA de Touggourt.

Mois	Taille de l'échantillon (dattes)	Nombre de dattes infestées	Taux d'infestation (%)	Formes observées
Octobre	1200	12	1	Chenilles
Novembre	1200	30	2,5	Chenilles
Décembre	1200	39	3,25	Chenilles
Janvier	1200	42	3,5	Chenilles
Février (1 <sup>ère</sup> semaine)	300	49	4,08	Chenilles



**Figure 14 :** Courbe d'évolution du taux d'infestation des dattes par *Ectomyelois ceratoniae* sans tenir compte du cultivar durant la campagne 2007 / 2008 dans la station expérimentale de l'INRAA de Touggourt.

#### 2.1.2- Evaluation du taux d'infestation en fonction des cultivars

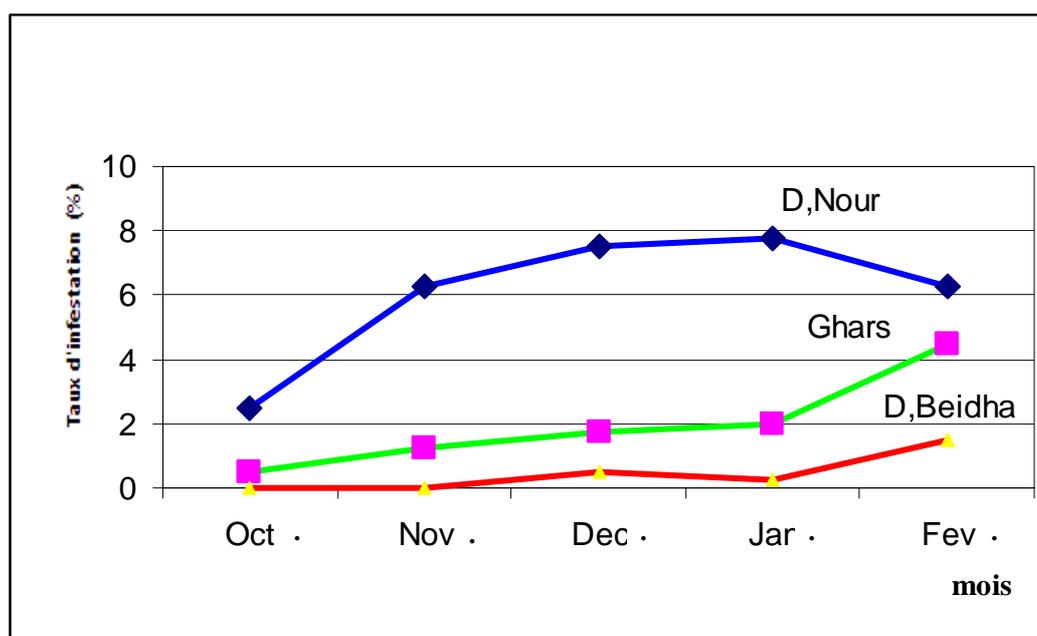
Les résultats présentés sur le tableau 9 et la figure 15, montrent une variation des niveaux d'infestation en fonction des cultivars. Parmi les trois cultivars étudiés, Deglet-Nour est le plus

infesté, avec un taux maximal de 7,75 %, suivi par Ghars (4,5 %) et enfin Degla-Beidha (1,5%). Il a été remarqué également que Deglet-Nour était réceptive dès le mois d'octobre, alors que, les premières attaques sur Degla Beidha n'ont été observées qu'au cours du mois de décembre. Sur le cultivar Ghars, l'infestation était également précoce (octobre) mais son niveau est resté faible comparativement à Deglet Nour.

Par ailleurs, il est constaté que généralement l'infestation a connu une progression dans le temps, notamment, chez Ghars et Degla Beidha. Effectivement, sur le cultivar Ghars, l'infestation est passée de 2 à 4,5% au bout d'un mois.

**Tableau 9 :** Variation des taux d'infestation des dattes par *E. ceratoniae* en fonction des cultivars durant la campagne 2007 / 2008 dans la station expérimentale de l'INRAA de Touggourt.

Date d'échantillonnage	Taille d'échantillon			Nbr. de dattes infestées			Taux d'infestation (%)			Formes observées
	D.Nour	D.Beidha	Ghars	D.Nour	D.Beidha	Ghars	D.Nour	D.Beidha	Ghars	
Octobre	400	400	400	10	0	2	2,5	0	0,5	Chenilles
Novembre	400	400	400	25	0	5	6,25	0	1,25	Chenilles
Décembre	400	400	400	30	2	7	7,5	0,5	1,75	Chenilles
Janvier	400	400	400	31	1	8	7,75	0,25	2	Chenilles
Février (1 <sup>ère</sup> semaine)	100	100	100	25	6	18	6,25	1,5	4,5	Chenilles



**Figure 15 :** Variation des taux d'infestation des dattes par *E. ceratoniae* en fonction des cultivars durant la campagne 2007 / 2008 dans la station expérimentale de l'INRAA de Touggourt.

## 2.2- Tests comportementaux d'*E. ceratoniae* en tunnel de vol

Les tests comportementaux effectués par l'intermédiaire de la technique olfactométrique (tunnel de vol) ont permis d'étudier la réponse des femelles de cette pyrale à l'égard des différentes sources d'odeur émanant des 3 cultivars de dattes.

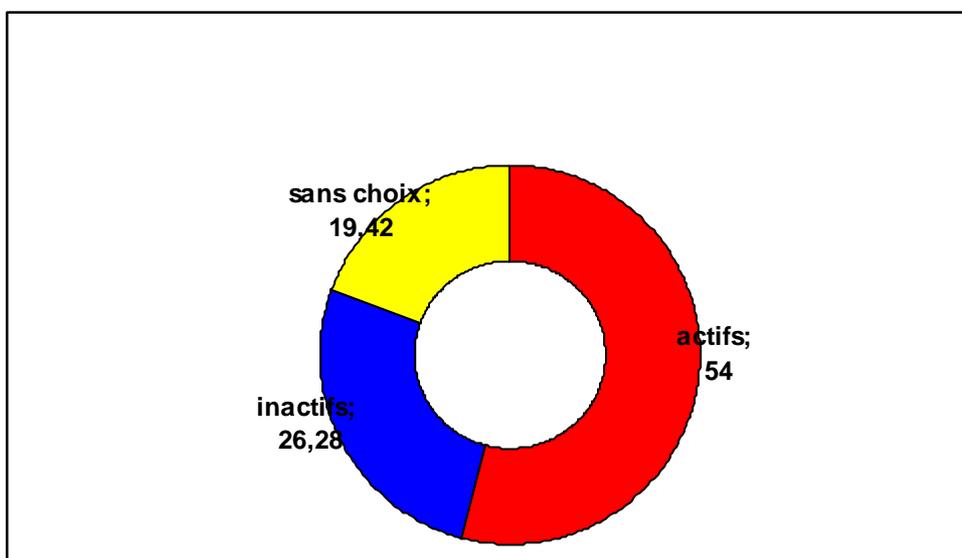
### 2.2.1.- Activité des femelles d'*E. ceratoniae*

Dans le tunnel de vol, l'examen des réponses comportementales des femelles fécondées en position de choix entre deux odeurs selon les différentes combinaisons, a permis de remarquer que plus de 73,42 % des individus testés ont pris l'envol; dont 54 % ont répondu positivement aux diverses stimulations, alors que, 19,42 % ont pris l'envol mais sans aucun choix (Tableau 10 et figures 16 et 21). 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 (Tableau 10 et figure 16).

Les femelles inactives, peuvent être répartis en deux groupes. Il y a celles qui n'ont pas répondu à l'air pur (49 individus), soit 14 %. Il y a également celles qui sont restées inactives malgré qu'elles sont exposées aux diverses stimulations (43 individus), soit 12,28 %.

**Tableau 10 :** Effectifs et comportement des individus d'*E. ceratoniae* exposés aux différentes odeurs dans le tunnel de vol.

	Nombre d'individus testés = 50						
	Air pur	D.Nour / Air pur	D.Beidha / Air pur	Ghars / Air pur	D. Nour / Ghars	D. Nour / D. Beidha	D. Beidha / Ghars
Actifs	0	35	19	32	40	33	30
Inactifs	49	6	21	8	2	2	4
Sans choix	1	9	10	10	8	15	16



**Figure 16 :** comportement des individus d'*E. ceratoniae* exposés aux odeurs de trois cultivars de datte en tunnel de vol.

### 2.3- Réaction des femelles actives aux différentes odeurs

Les résultats présentés sur le tableau 11 et les figures 17 et 18 expriment la réaction des femelles actives d'*E. ceratoniae* à l'égard des odeurs provenant des différents couples de stimuli. Il est remarqué que l'activité des femelles est importante lorsqu'elles sont exposées aux flux d'air provenant de 2 stimuli (cultivars), par rapport à ceux provenant d'un seul cultivar combiné avec de l'air pur.

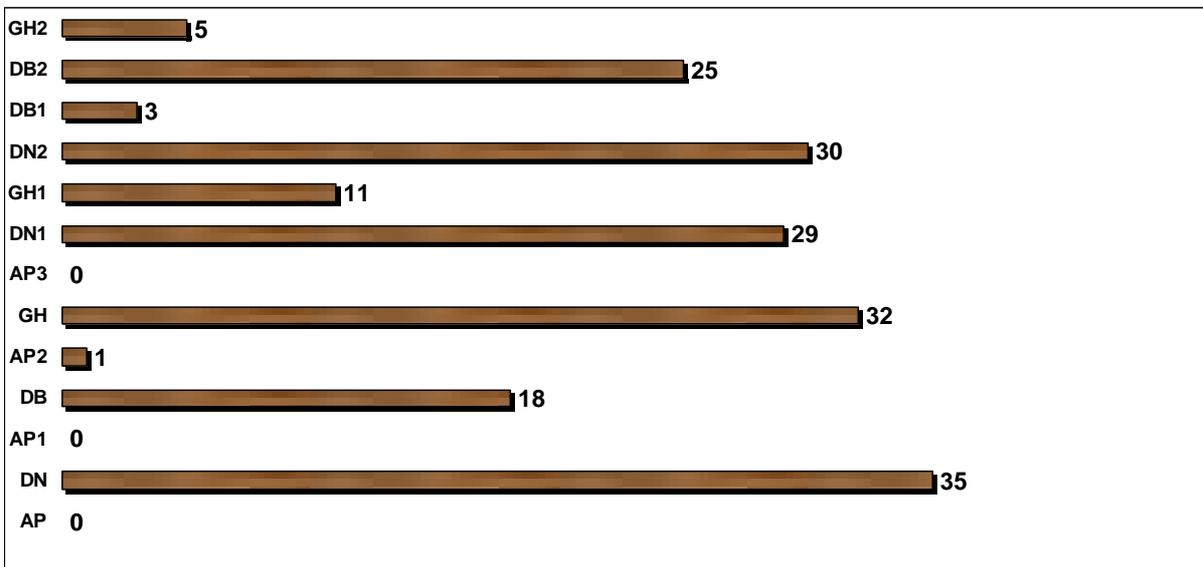
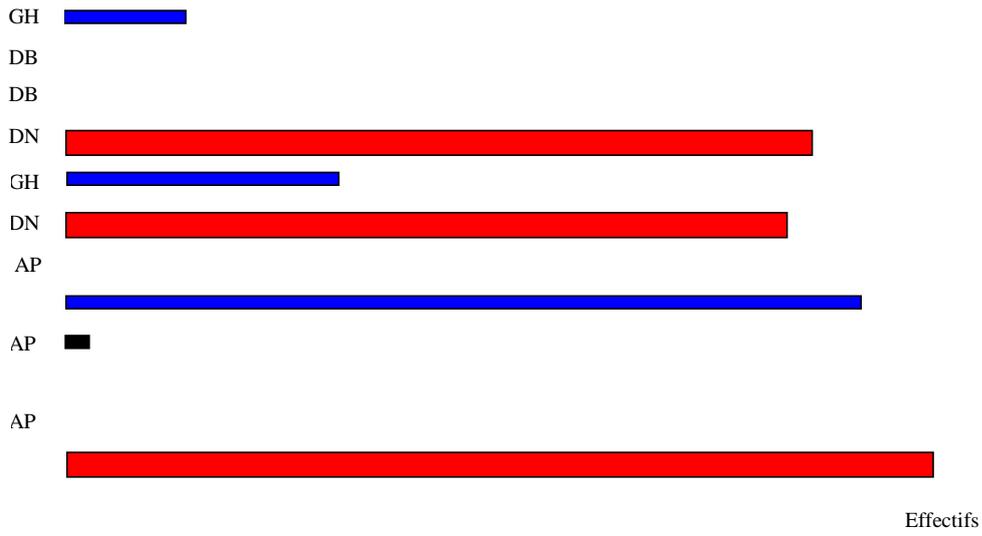
Par ailleurs, il est remarqué que quelque soit la combinaison, Deglet-Nour est le cultivar le plus attractif. Parmi les 350 femelles testées, environ 50 % sont attirées par D. Nour, 36 % par Ghars et 14 % par D. Beidha (Figure 19).

**Tableau 11 :** Taux d'envol (%) des femelles d'*Ectomyelois ceratoniae* actives en fonction des différentes odeurs dans le tunnel de vol.

Comportement	Pourcentage d'envol (%)												
	Air pur	D.Nour / Air pur		D.Beidha / Air pur		Ghars / Air pur		D. Nour / Ghars		D. Nour / D. Beidha		D. Beidha / Ghars	
Envol global	2	88	58	84	96	96	92						
Envol en fonction des stimuli	2	70	00	36	2	63	0	58	22	60	6	50	10
		N	A	B	A	G	A	N	G	N	B	G	B

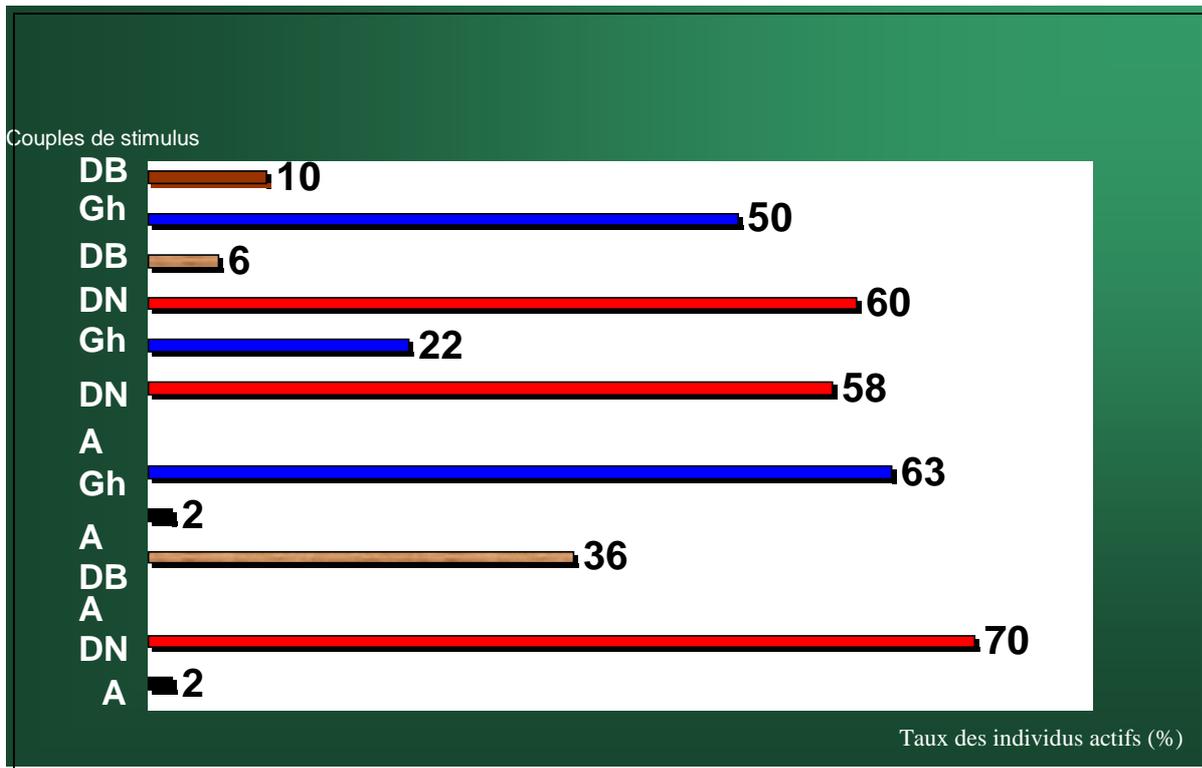
*A : Air pur ; N : Deglet Nour ; B : Degla Beidha ; G : Ghars*

Couples de stimulus



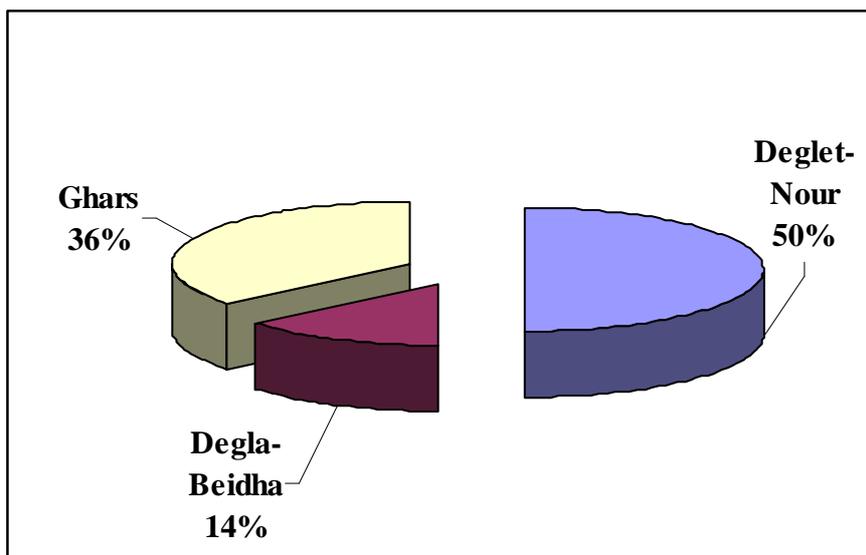
AP: Air Pur., DN: Deglet-Nour., DB: Degla-Beidha., GH: Ghars.

**Figure 17 :** Effectifs des femelles d'*E. ceratoniae* qui ont répondu positivement aux odeurs de trois cultivars de dattes dans le tunnel de vol.

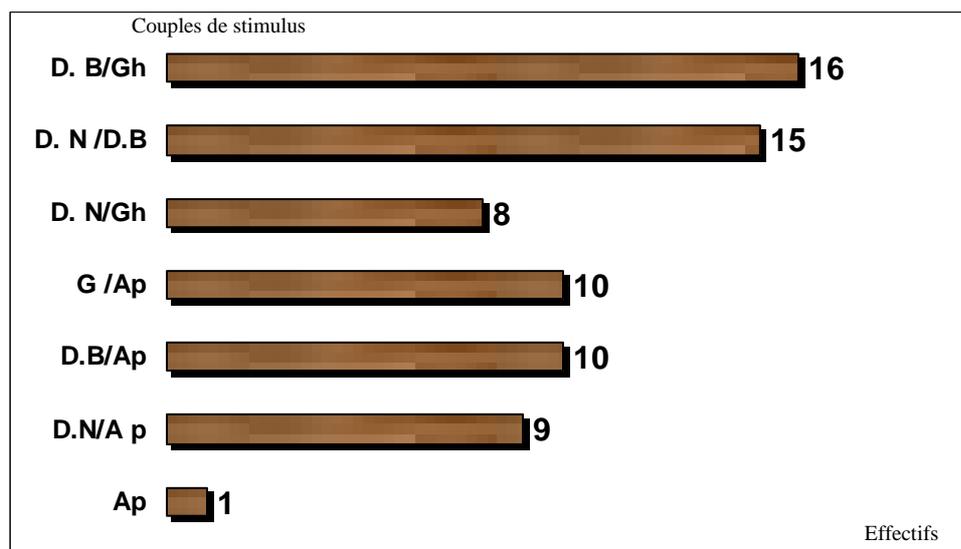


*A* : Air pur ; *DB*: *Deglet Nour* ; *DB* : *Degla Beidha* ; *Gh* : *Ghars*

**Figure 18** : Taux des femelles (%) d'*E. ceratoniae* qui ont répondu positivement aux couples de stimuli dans le tunnel de vol.



**Figure 19 :** Répartition des femelles d'*E. ceratoniae* (%) actives en fonction des odeurs émanant des trois cultivars de dattes dans le tunnel de vol.



**Figure 20 :** Nombre de femelles d'*E. ceratoniae* qui ont pris l'envol dans le tunnel sans choix de stimulus.



**Figure 21 :** Répartition des femelles d’*E. ceratoniae* inactives en fonction des odeurs émanant des trois cultivars de datte dans le tunnel de vol.

### 2.3.1- Distance d’envol des femelles d’*E. ceratoniae* dans le tunnel de vol

Les résultats montrent que 188 individus (54 %) parmi les 350 femelles testées ont répondu positivement aux flux d’air provenant des trois cultivars de datte.

Parmi ces femelles actives, 59 % ont atteint la source d’odeur, alors 41% ont atterri à une distance de 10 à 50 cm de cette source (Figure 22).

Il est à signaler que dans tous les cas où les odeurs des cultivars sont combinées avec de l’air libre, la totalité des femelles ont exprimé une attractivité aux stimuli chargés d’odeur (Tableau 12).

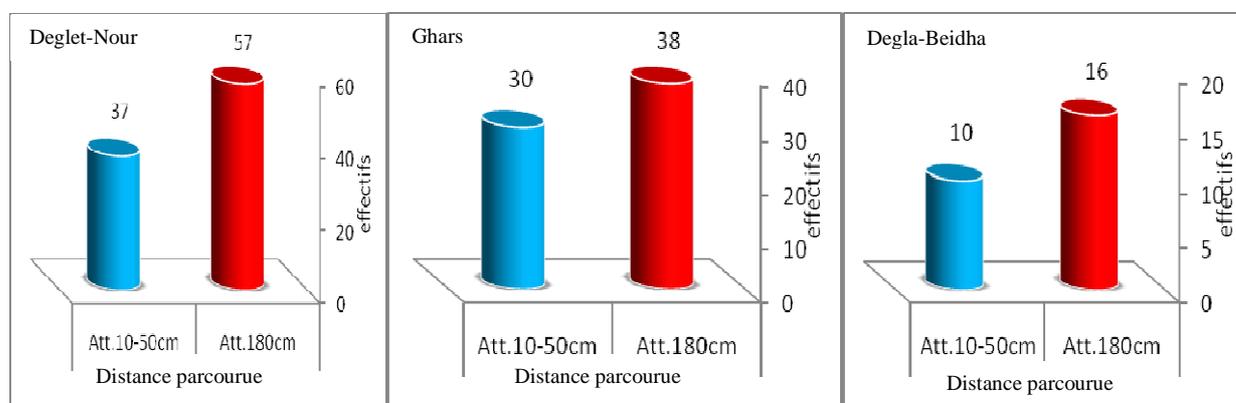
En terme de préférence variétale, il est enregistré une nette orientation des femelles vers Deglet-Nour (50 %), suivi par Ghars (36 %) et enfin Degla-Beidha (14 %) (Figure 19). Quant à la distance d’atterrissage, il est constaté que dans le cas de Deglet-Nour, le taux de femelles qui ont atteint la source d’odeur était très important (Tableau 12 et figure 22).

**Tableau 12 :** Répartition des femelles actives (%) d’*E. ceratoniae* par tranches de distances parcourues dans le tunnel de vol.

Comportement	Taux de femelles (%)												
	Air pur	D.Nour / Air pur		D.Beidha / Air pur		Ghars / Air pur		D. Nour / Ghars		D. Nour / D. Beidha		D. Beidha / Ghars	
Atterrissage entre 10–50 cm de la source d’odeur	0	30 N	0 A	10 B	2 A	24 G	0 A	22 N	12 G	22 N	4 B	24 G	6 B
Atterrissage à la source d’odeur	0	40 N	0 A	26 B	0 A	40 G	0 A	36 N	10 G	38 N	2 B	26 G	4 B

(180 cm)

A : Air pur ; N : D.Nour ; B : D.Beidha ; G : Ghars



\*Att. Atterrissage

**Figure 22 :** Répartition des femelles actives d'*E. ceratoniae* en fonction de la distance d'atterrissage par apport à la source d'odeur dans le tunnel de vol.

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

Le suivi du comportement des femelles d'*E. ceratoniae* dans le tunnel d'envol a permis d'estimer le temps nécessaire à chaque femelle testée pour répondre aux diverses stimulations et accomplir son déplacement. Ce dernier est comptabilisé à partir de la libération de la femelle dans le tunnel de vol jusqu'à son arrivée à la source d'odeur.

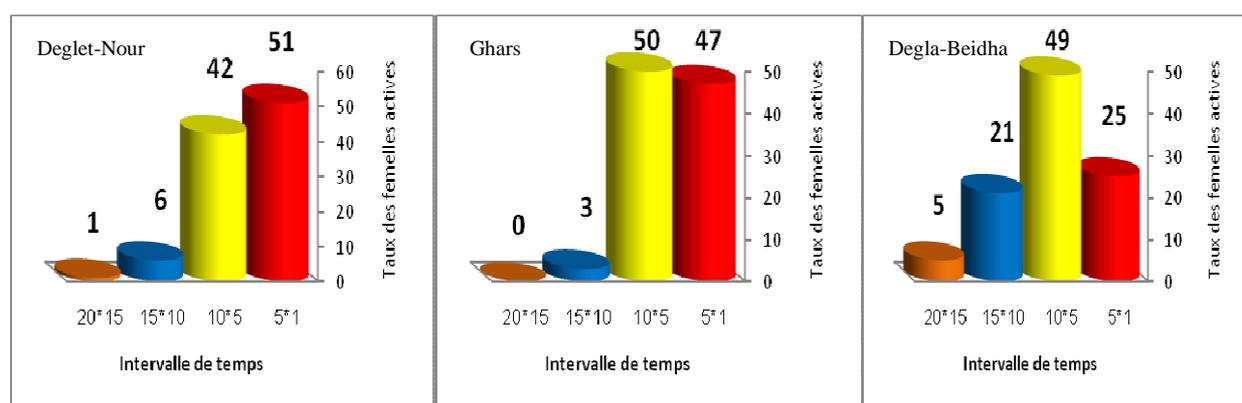
A partir des résultats obtenus, il est remarqué que dans le cas de Deglet-Nour, environ 51 % des femelles ont répondu positivement en parcourant la distance qui sépare l'endroit de leur libération dans le tunnel de vol et la source d'odeur dans une tranche de temps comprise entre 1-5 mn. Dans le cas des cultivars Ghars et Degla Beidha, la réponse de la moitié des femelles est réalisée dans un temps compris entre 5 et 10 mn (Tableau 13).

Dans le cas des 3 cultivars, il est constaté que le nombre de femelles actives qui ont répondu dans une tranche de temps supérieur à l'intervalle compris entre 5-10 mn est faible (Tableau 13 et figure 23).

D'une façon générale, la durée de temps comprise entre 1 et 10 mn est jugée comme suffisante à la majorité des femelles d'*E. ceratoniae* exposées aux odeurs de 3 cultivars de datte pour accomplir leur envol.

**Tableau 13:** Répartition des femelles actives (%) d'*E. ceratoniae* en fonction du temps d'envol.

Durée d'observation (mn)	Pourcentage de réponses positives en fonction du temps (%)			
	Air pur	Deglet-Nour	Ghars	Deglet-Beidha
1-5	0	51	47	25
5-10	0	42	50	49
10-15	0	6	3	21
15-20	0	1	0	5



**Figure 23 :** Répartition des femelles actives d'*E. ceratoniae* (%) en fonction du temps d'envol (mn.).

## 2.4- Propriétés physico-biochimiques et composés volatils des trois cultivars de dattes

Pour une meilleure interprétation des résultats obtenus concernant les réactions des femelles d'*E. ceratoniae* aux odeurs des 3 cultivars dans le tunnel de vol, il est procédé aux analyses physico- biochimiques des différentes dattes.

### 2.4.1- Qualité physique

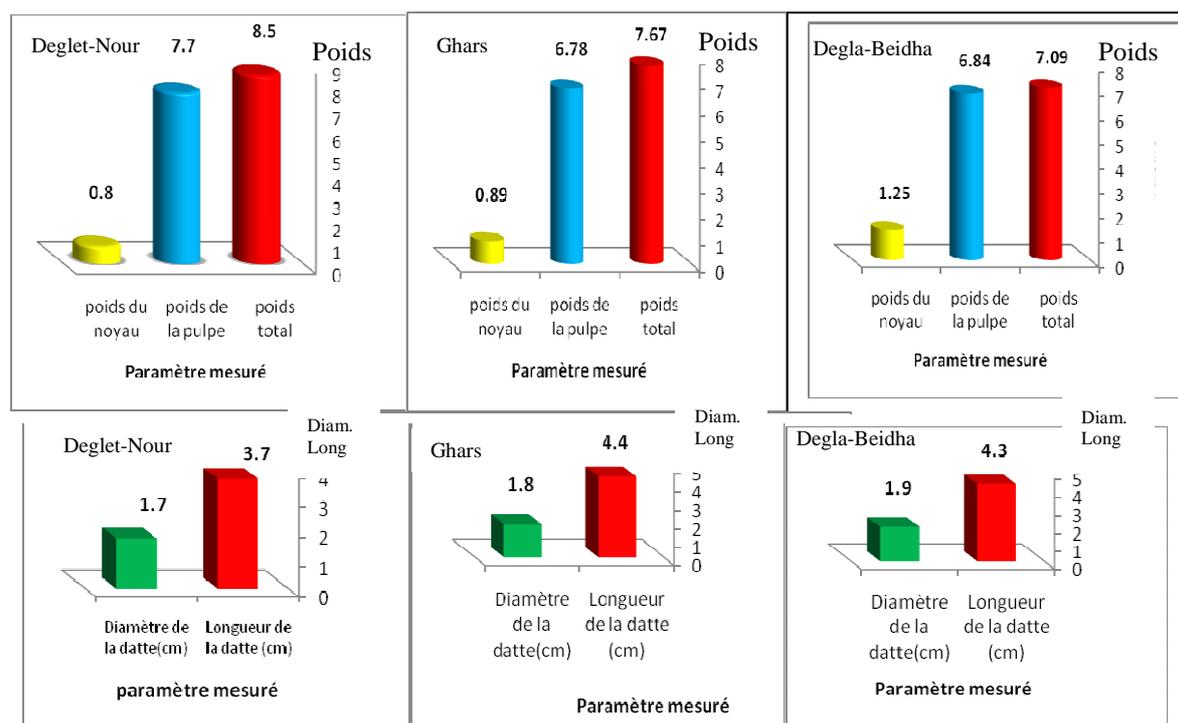
L'étude comparative des aspects morphologiques des fruits des cultivars de dattes (Deglet-Nour Ghars et Degla-Beidha) effectuée au stade début maturité (T'mar) a permis de constater que la longueur moyenne des fruits de Degla-Beidha (4,30 cm) et Ghars (4,40 cm) est plus importante que Deglet-Nour (3,70 cm) (Tableau 14).

Pour ce qui concerne le diamètre moyen des dattes, il est constaté qu'il est important chez Degla-Beidha (1,90 cm) par rapport à Deglet-Nour (1,70 cm) et Ghars (1,80 cm) (Tableau 14).

Les résultats du tableau 14, montrent également que les dattes du cultivar Deglet-Nour sont les plus charnues, avec un poids moyen de la pulpe de 7,70 g, alors que, celles de Ghars (6,78 g) et Deglet-Beidha (6,84 g) sont plus légères.

**Tableau 14 :** Etude comparative de la qualité physique des dattes des 3 cultivars étudiés.

paramètres cultivars	Poids total (g)	Poids de la pulpe (g)	Poids du noyau (g)	Longueur (cm)	Diamètre (cm)
Deglet-Nour	8,50	7,70	0,80	3,70	1,70
Ghars	7,67	6,78	0,89	4,40	1,80
Degla-Beidha	7,09	6,84	1,25	4,30	1,90



Diam. Long: Diamètre et Longueur

**Figure 24** : Etude comparative de la qualité physique des trois cultivars de dattes : Deglet-Nour, Ghars et Degla-Beidha.

#### 2.4.2- Qualité biochimique

Les résultats représentés sur le tableau 15, concernant les analyses biochimiques des 3 cultivars effectuées au début du stade maturité (T'mar) ont permis de constater que la teneur en eau est modérément plus importante dans les dattes de Ghars (24,1%) par rapport à Deglet Nour (23,9 %) et Degla-Beidha (22,9 %).

**Tableau 15** : 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

Le pH mesuré des cultivars Deglet-Nour (6,05) et Degla-Beidha (6,06) est très proche, alors que, celui de Ghars a montré une légère différence (6,11).

Les résultats de l'analyse de la composition en sucres des 3 cultivars étudiés ont permis de constater que les dattes des 3 cultivars sont très riches en sucres et renfermant des taux généralement très proche en sucres totaux. Les cultivars Deglet-Nour et Degla-Beidha sont riches en saccharose qu'en sucres réducteurs, contrairement au cultivar Ghars qui présente une richesse en sucres réducteurs qu'en saccharose (Tableau 15).

Concernant la teneur en fibres, les résultats obtenus ont mis en évidence que les dattes de Ghars sont plus pauvres en fibres (2,74 %) comparativement à Degla-Beidha (3,96 %) et Deglet-Nour (5,9%) (Tableau 15).

La composition minérale des dattes (100 g de matière fraîche) a montré que Deglet-Nour est le cultivar le plus riche en sodium (654,89 mg), en potassium (722,1mg), comparativement à Ghars et Degla-Beidha (Tableau15).

En outre, les résultats ont révélé que Deglet-Nour renferme une teneur élevée en phosphore (52,31 mg) par rapport à Ghars (44,13 mg) et Degla-Beidha (29,31 mg). Quant au magnésium, toujours Deglet-Nour (60,58 mg) s'est montré le plus riche en comparaison avec Degla-Beidha (44,41mg) et Ghars (34,74 mg).

En ce qui concerne la teneur en fer, Degla-Beidha (3,90 mg) renferme une teneur très appréciable par rapport à Ghars (2,01 mg) et Deglet-Nour (3,59 mg).

Quant à la teneur en protéines et en lipides, les résultats obtenus montrent que les 3 cultivars étudiés sont faiblement en pourvus. Dans les dattes de Deglet-Nour, les lipides représentent 2,20 %, contre, 1,87% chez Degla-Beidha et 1,04 chez Ghars. Pour les protéines, Degla-Beidha (2,74 %) est légèrement plus riche par rapport à Deglet-Nour (1,81%) et Ghars (1,53 %).

L'analyse en composantes principales (ACP), fait sortir plusieurs corrélations entre le taux d'infestation et les caractères physico-chimiques des fruits des 3 cultivars étudiés (Tableau 16 et figure 25).

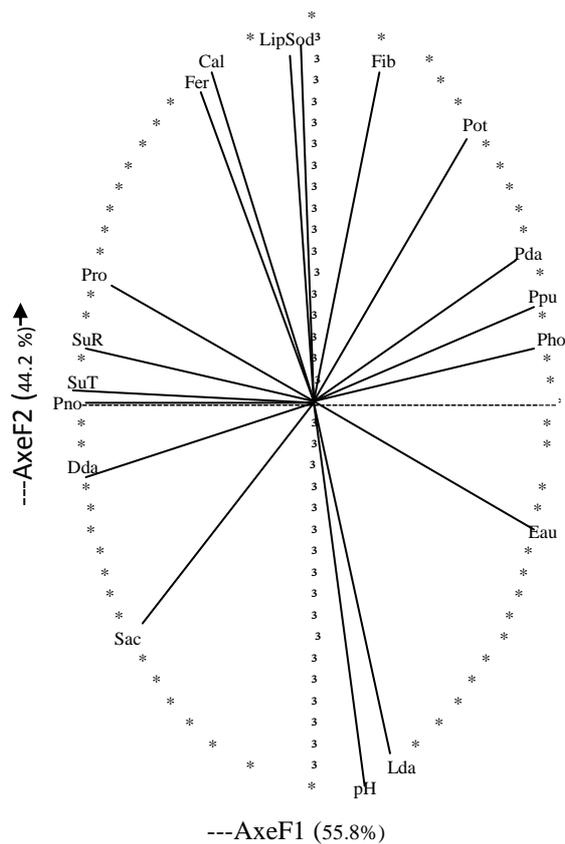
Ainsi, des corrélations positives caractérisent les relations du taux d'infestation d'une part et le poids des dattes (0,997), la teneur en eau (0,763), la teneur en sucres réducteurs (0,870) et la richesse en fibres (0,616) d'une autre part. Par ailleurs, des corrélations négatives caractérisent la relation entre le taux d'infestation d'une part et le poids du noyau (- 0,937), la longueur de la datte (- 0,806), le diamètre de la datte (- 1,00), la teneur en saccharose (-0,961), la teneur en sucres totaux (- 0.890), en protéines (- 0.718) et éléments minéraux d'autre part (Tableau 16).

**Tableau 16 :** Matrice des corrélations entre le taux d'infestation et la composition physico-chimique des 3 cultivars de dattes.

	<b>INFES</b>
INFES	1,000
<b>PDAT</b>	<b>0,997</b>
<b>PPULP</b>	<b>0,848</b>
PNOY	-0,937
LDAT	-0,806
DDAT	-1,000
<b>EAU</b>	<b>0,763</b>
pH	-0,178
<b>SREDU</b>	<b>0,870</b>
STOT	-0,890
SACCH	-0,961
<b>FIBRE</b>	<b>0,616</b>
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 25** : cercle des corrélations des variables

### 2.4.3. Composés volatils

Le tableau 17, présente les composés volatils recherchés et identifiés par la technique de chromatographie phase gaz (CPG) chez les 3 cultivars de dattes étudiés. Les résultats des analyses ont permis de détecter 5 composés volatils parmi les 6 recherchés. Le cultivar Deglet-Nour est plus riche en composés volatils, ses émissions comportent des alcools (2-propanol, éthanol, 1-propanol et 1-butanol) et de l'aldéhyde (acétaldéhyde). Par contre, Degla-Beidha s'avère pauvre en produit aromatique et le bouquet volatil ne comporte que 2-propanol, éthanol et 1-propanol. Quant au cultivar Ghars, il est dépourvu de la fraction aromatique (acétaldéhyde), mais il est pourvu de toute la fraction alcoolique ciblée.

**Tableau 17**: Les composés volatils présents dans les dattes de Deglet-Nour, Ghars et Degla-Beidha.

Composés	Temps de rétention	Cultivars		
		D. Nour	Ghars	D. Beidha

	(mn)			
• 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, les axes 1 et 2 contribuent à 95 et 5 % (pourcentages expliqués par les axes principaux) de l'inertie totale respectivement. Par conséquent, l'axe 1 contient l'essentiel de l'information exploitable. Par ailleurs, sur les 07 caractères analysés, 3 sont discriminants, à savoir: le taux d'infestation (INFES) et présence ou absence de l'acétaldéhyde (ACTAL) et du 1-butanol (1BUTA).

D'après les données représentées sur le tableau 18, il est constaté que l'axe 1 qui contient l'essentiel de l'information s'explique surtout par les caractères Acétaldéhyde (ACTAL) et 1-Butanol (1BUTA) qui ont contribué à l'inertie expliquée par l'axe 1 avec 16,1 % et 20,1 %, respectivement. 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 %.

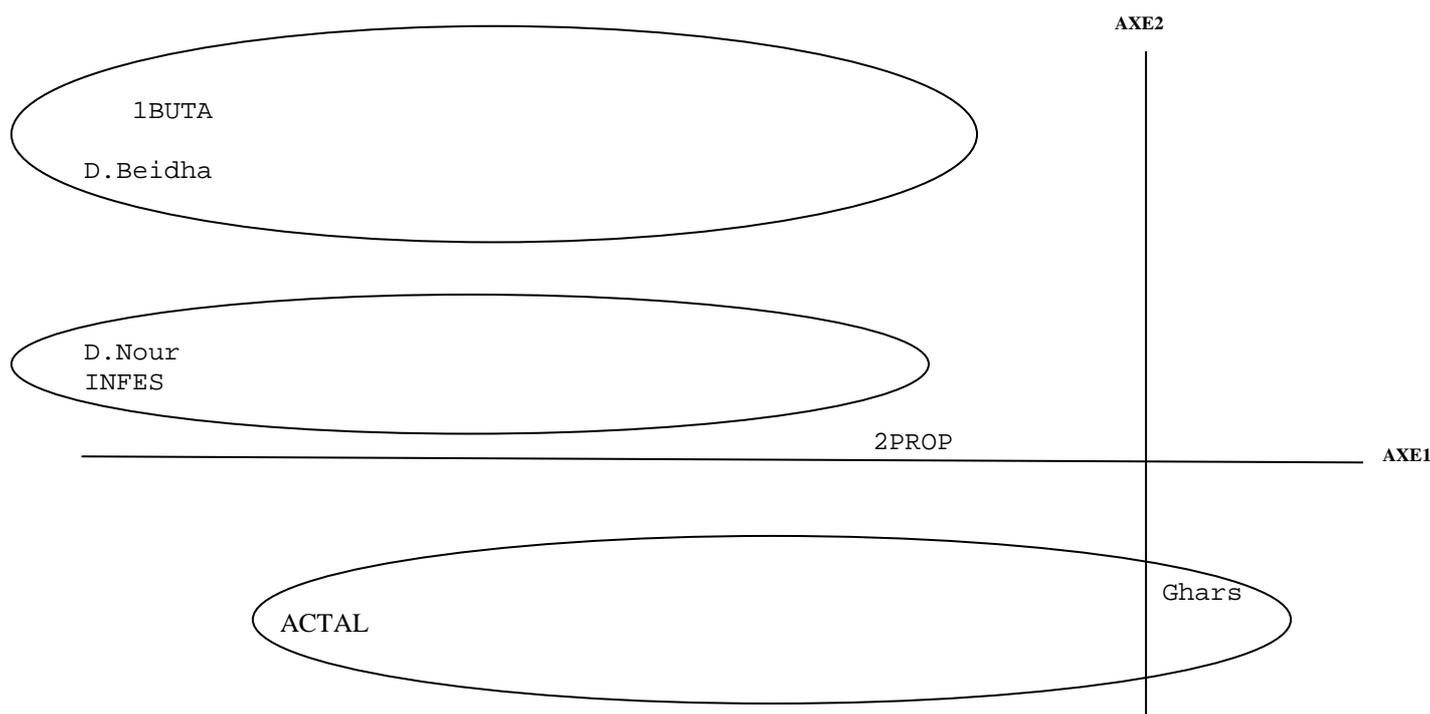
**Tableau 18:** Contribution relative à l'inertie expliquée par les axes dans une analyse factorielle des correspondances (A.F.C.)

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

Selon la représentation graphique (figure 26), les cultivars étudiés sont classés en 3 groupes :

- **Groupe 1 :** représenté par Deglet-Nour, situé sur le coté négatif de l'axe 1 et sur le coté positif de l'axe 2 ; caractérisé par un taux d'infestation élevée (7,75 %) et par la présence des composés volatils : Acétaldéhyde (ACTAL) et 1-Butanol (1BUTA).

- **Groupe 2 :** représenté par Degla-Beidha, situé sur le coté négatif de l'axe 1 et du coté positif de l'axe 2 ; caractérisé par un taux d'infestation faible (1,5 %) et par l'absence des composés volatils : Acétaldéhyde (ACTAL) et 1-butanol. (1BUTA)
- **Groupe 3 :** représenté par Ghars, situé sur le coté positif de l'axe 1 et du coté négatif de l'axe 2 ; caractérisé par un taux d'infestation moyen (4,5) et par la présence des composés volatils : 1-butanol (1BUTA) et à l'absence du l'Acétaldéhyde (ACTAL).



**Figure 26:** 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, Deglet-Nour est plus attaquée (7,75%) par le fait qu'il renferme deux composés qui sont des stimulants d'oviposition pour l'*E. ceratoniae*.

Degla-Beidha enregistre le taux d'infestation le plus faible (1,5%), ceci est probablement dû à l'absence de l'Acétaldéhyde (ACTAL) et de 1- butanol (1BUTA).

Quant au cultivar Ghars, il a présenté un seul composé, en l'occurrence (1-butanol). Ceci peut expliquer son taux d'infestation intermédiaire compris entre celui Deglet-Nour et Degla-Beidha.

## Conclusion générale

Les résultats de l'étude menée sur l'interaction entre la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* et les cultivars de palmier dattier : Deglet-Nour, Ghars et Degla Beidha ont permis de retenir ce qui suit :

Concernant l'étude effectuée dans la palmeraie de la station régionale de l'INRAA de Touggourt, durant la période allant du 05/10/2007 jusqu'au 08/02/2008, a montré que le taux moyen d'infestation des dattes sans tenir compte du cultivar n'a pas dépassé 5 %. Cependant, Deglet-Nour est le cultivar le plus infesté ( $\approx 8\%$ ), tandis que, Degla-Beidha est le moins touché (1,5%).

Quant aux tests olfactométriques effectués par l'intermédiaire d'un tunnel de vol, ont permis d'étudier le comportement des femelles d'*E. ceratoniae* en position de ponte à l'égard des odeurs émanant des dattes des 3 cultivars.

Les résultats ont montré que plus de 73,42% des femelles testées ont pris l'envol. Plus de la moitié de celles-ci (54%) est dirigée directement vers les sources d'odeur, alors que, 19,42% d'entre elles a pris l'envol dans le tunnel de vol mais sans orientation précise.

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

L'estimation du temps nécessaire aux réponses des femelles de la pyrale pour parcourir la distance qui sépare le point du lâcher et la source d'odeur dans le tunnel de vol a montré que la réponse de femelles est plus au moins rapide lorsqu'il s'agit de Deglet-Nour. Effectivement, dans ce cas, 51% des femelles ont répondu positivement dans un intervalle de 1 à 5 mn pour atteindre la source d'odeur. 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.

L'étude comparative des aspects physico-chimiques des fruits des 3 cultivars a montré des différences très limitées en matière de teneur en eau, sucres totaux et réducteurs, lipides, protéines et certains éléments minéraux.

Par ailleurs, les résultats d'analyse des composés volatils recherchés et identifiés par la technique de chromatographie phase gazeuse (CPG), ont permis de détecter la présence de 5 composés volatils parmi les 6 recherchés dans les dattes des 3 cultivars étudiés. Le bouquet volatil de Deglet-Nour est le plus riche, il comporte 4 alcools (1-propanol, 2-propanol, éthanol, et

1-butanol) et un aldéhyde (acétaldéhyde). Chez Degla-Beidha, il y a seulement le 2-propanol, l'éthanol et le 1-propanol. Quant au cultivar Ghars, il est également dépourvu de la fraction aromatique (acétaldéhyde) mais il est pourvu de toute la fraction alcools ciblée.

D'une façon générale, les taux d'infestation au champ et les tests alfactométriques au laboratoire sont en complète concordance. Deglet-Nour est le cultivar le plus infesté en plein champ et le plus attractif aux femelles de la pyrale en phase de ponte dans le tunnel de vol. Le cultivar Ghars est placé en 2<sup>ème</sup> rang et enfin Degla-Beidha occupe la 3<sup>ème</sup> place.

En outre, la sélectivité variétale chez les femelles d'*E. ceratoniae* est apparemment liée à la composition du bouquet volatil émis par les dattes mûrs de chaque cultivar. Il se peut que la fraction : acétaldéhyde et 1-butanol en tant que stimulants olfactifs, est déterminante dans l'orientation des femelles d'*E. ceratoniae* au moment de l'oviposition.

Par ailleurs, les études de ce type, qui contribuent à l'explication des interactions entre le phytophage et ses plantes hôtes, peuvent ouvrir une nouvelle voie en matière de protection phytosanitaire. La mise en place des techniques permettant l'induction des défenses directes ou indirectes des plantes hôtes par le l'intermédiaire de ces métabolites secondaires d'origine végétale s'avère prometteuse, notamment contre *E. ceratoniae*.

Pour cela, il est souhaitable que cette voie soit approfondie davantage afin d'aboutir à des résultats exploitables en matière de lutte alternative contre cette pyrale.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ACOURENE S., ALLAM A/K., 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* **18** (2) : 135-42.
- ADDA J. & RICHARD H., 1992.** Analyse des arômes : préparation des extraits en vue de l'analyse. In: RICHARD H., MULTON J.L. Eds. Les arômes alimentaires, Tec and Doc- Lavoisier, Paris : 255-274.
- ALBERT P. J., CEARLEY C., HANSON F. & PARISELLA S., 1982.** Feeding responses of eastern spruce budworm larvae to sucrose and other carbohydrates. *Journal of Chemical Ecology*, 8: 233-239.
- ALBORN H.T., TURLINGS T.C.J., JONES T.H., STENHAGEN G., LOUGHRIN J.H. & TUMLINSON J.H., 1997.** An elicitor of plant volatiles from beet armyworm oral secretions. *Science* 276: 945-949.
- AL-IZZI M.A., AL-MALIKY S.K., YOUNES M.A. & JABBO N.F., 1985.** Bionomics of *Ectomyelois ceratoniae* Zell. (Lepidoptera : Pyralidae) on pomegrates in Iraq. *Environ. Entomol.* **14** (2): 149-153.
- ANONYME, 1970.** Association of Agricultural Chemist. Official methods of analysis, 11th edn. Washington, D.C; A.O.A.C. 1015 p.
- ANONYME, 1995.** Liste des ennemis des végétaux et les mesures de surveillance et de lutte qui leur sont applicables. JORA. N° 73. Décret exécutif n° 95-387 du 5 Rajab 1416 correspondant au 28 novembre 1995. pp. 14-16.
- ANONYME, 1996.** Palmiers. Statistiques agricoles. Série A. pp. 5-7.
- ANONYME 1999.** Situation de la phoéniculture dans le monde et les pays arabes. Ed. Organisation Arabe du Développement Agricole (O.A.D.A.), 30 P.
- AUDIGIE C.L., FRAGERELLE J. et ZONZAIN F., 1984.** Manipulation d'Analyse Biochimique. Ed. Tec et Doc., Lavoisier. Paris. 270 p.
- BAKER T.C., FRANCKE W., HANSSON B., LÖFSTEDT C., PHELAN J-W. DU, P.L. VETTER R.S. & YOUNGMAN R., 1989.** Identification of carob moth pheromone, *Ectomyelois ceratoniae*. *Tetrahedron Letters* 30: 2091-2092.
- BAKER T.C., FRANCKE W., MILLAR J.G., LÖFSTEDT C., HANSSON B., PHELAN J-W. DU, P.L., VETTER R.S., YOUNGMAN R. & TODD J.L., 1991.** Identification and bioassay of sex pheromone components of carob moth, *Ectomyelois ceratoniae* (Zeller). *J. Chem. Ecol.* 17: 1973-1988.
- BALDWIN I.T., 1996.** Methyl-jasmonate induced nicotine production in *Nicotiana*: Inducing defenses in the field without wounding. *Entomol. Exp. Appl.* 80: 213-220.
- BALDWIN I.T., 1999.** Inducible nicotine production in native *Nicotiana* as an example of adaptative phenotypic plasticity. *J. Chem. Ecol.* 25: 3-30.
- BELGUEDJ M., HABBA A., AÇOURENE S., MAANANI F. & BENDJADOU F., 2002.** Les ressources génétiques du palmier dattier. Caractéristiques des cultivars de dattier dans les palmeraies du Sud-Est Algérien. 3D. dossier N°1. *Revue INRAA*, (1): 9-12.
- BELGUEDJ M., 1996.** Caractéristiques des cultivars de dattiers du Sud-Est du Sahara algérien. O.A. v.1. Ed. ITDAS; 68 p.
- BERENBAUM M.R., 1978.** Toxicity of a furanocoumarin to armyworms: a case of biosynthetic escape from insect herbivores. *Science* 201: 532-534.
- BERENBAUM M.R., 1981.** Pattern of furanocoumarin production and insect herbivory in a population of wild parsnip (*Pastinaca sativa* L.). *Oecologia*, 49: 236-244.
- BERNAYS E. A. & CHAPMAN R. F., 1994.** Host-plant selection by phytophagous insects. Ed. New York, Chapman and Hall xiii, 312 p.

- BERNAYS E. A. & GRAHAM M., 1988.** On the evolution of host specificity in phytophagous insects. *Ecology* 69: 886-892.
- BJOSTAD L. B., HIBBARD B. E., & CRANSHAW W. S., 1993.** Application of semiochemicals in integrated pest management programs, In: S. O. Duke, J. J. Eds, G. Rosenthal and M. Berenbaum. *Pest control with enhanced environmental safety*. Am. Chem. Soc. Washington, DC.: 199-218
- BIDON Y., 1993.** Influence des sucres solubles et de l'azote sur la croissance, le développement et l'utilisation de la nourriture par la tordeuse des bourgeons de l'épinette (*Choristoneura fumiferana* (Clem.)). Thèse de Maîtrise en Sciences. Université Laval, Ste-Foy (Québec), Canada. 63 p.
- BRATTSTEN L.B., 1992.** Metabolic defenses against plant allelochemicals; Their interactions with secondary plant metabolites. Eds, G. Rosenthal and M. Berenbaum, academic press, san diego, 2: 175-242.
- BROECKLING C. D., 2002.** The role of olfaction in host-finding for two specialist predators of hemlock woolly adelgid (Homoptera: Adelgidae). Thesis Master of Science. Virginia Polytechnic, Institute and State University, 85 p.
- CLADERON M., NAVARRO S. & DONAHYE E., 1969.** *Ectomyelois ceratoniae* (Zell.) (Lep., Phycitidae) a major pest of a stored almonds in Isreal. *Journal of stored production research*, 5: 427-428.
- CORTESERO A.M., 2006.** Ecologie chimique des systèmes prédateurs-proies chez les arthropodes et utilisations possibles d'*Aleochara bilineata* pour une lutte biologique contre *Delia radicum*. Mémoire de master 2, Ecole normale supérieure de Lyon, 12 p.
- COSSE A.A., ENDRIS J.J., MILLAR J.G. & BAKER T., 1994.** Identification of volatile compounds from fungus-infected date fruit that stimulate upwind flight in female *Ectomyelois ceratoniae*. *Entomol. Exp. Appl.* 72: 233-238.
- COX P. D., 1976.** The influence of the temperature and humidity on the life of *Ectomyelois ceratoniae* Zell. (Lepidoptera: Phycitidae). *Journal of stored production research*, 12: 111-117.
- DADD, R.H., 1985.** Nutrition: organisms. In: *Comprehensive Insect Physiology, Biochemistry and Pharmacology*, Vol. 4, Ed. G.A. Kerkut & L.I. Gilbert, Oxford: Pergamon Press: 313-390.
- 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.), Faculté des sciences et de génie, Université Laval, Quebec, 74 p.
- DARAZY-CHOUBAYA D., 2002.** La perception gustative des phytoecdystéroïdes par les larves de la pyrale du maïs, *Ostrinia nubilalis* Hübner (Lepidoptera, Pyralidae). Thèse de doctorat, Inst. Nat. Agro., Paris-Grignon, Ecole doctorale Abies, 160 p.
- DE MORAES C.M., LEWIS W.J., PARÉ P.W., ALBORN H.T. & TUMLINSON J.H., 1998.** Herbivore-infested plants selectively attract parasitoids. *Nature* 393: 570-573.
- DHOUBI M. H., 1982.** Bio-écologie d'*Ectomyelois ceratoniae* Zell. (Lepidoptera: Pyralidae). *Ann. INRAT.* 55 (4):22-48.
- DHOUBI M. H., 1989.** Biologie et écologie d'*Ectomyelois ceratoniae* dans deux biotopes différents et recherche de méthodes alternatives de lutte. Thèse d'état, Université de Pierre et Marie curie. Paris VI, 241p.
- DHOUBI M.H., 1991.** Les principaux ravageurs du palmier dattier et de la datte en Tunisie. I.N.R.A. Tunisie. 64p.
- DHOUBI M. H., 1992.** Effet de la Bactospeine XLV sur la pyrale des dattes, *Ectomyelois ceratoniae* Zell. (Lepidoptera: Pyralidae). *Mededelingen van de Faculteit Land-bouwet en schappen van de Universiteit Gent* 57: 505-514.
- DOUMANDJI S., 1978.** Contribution à l'étude biologique de la pyrale des caroubes, *Ectomyelois ceratoniae*. *Annales de l'institut national agronomique, El-Harrach* 8 (5) : 53-64

- DOUMANDJI S., 1981.** Biologie et écologie de la pyrale des caroubes dans le nord de l'Algérie, *Ectomyelois ceratoniae* Zell. (Lepidoptera : Pyralidae). Thèse d'état, Paris VI, 145p.
- DOUMANDJI S. & DOUMANDJI-MITICHE B., 1976.** Ponte d'*Ectomyelois ceratoniae* Zell. Dans la Mitidja sur *Acacia farnesiana*. Annales de l'Institut National Agronomique, El-Harrach **6** (4) : 19-32.
- DOUMANDJI-MITICHE B. & DOUMANDJI S., 1982.** Les ennemis naturels d'*Ectomyelois ceratoniae* Zeller, dans les palmerais de Biskra. Bulletin de zoologie agricole **4** : 1-10.
- DOUMANDJI-MITICHE B., 1974.** Étude biologique des pyrales des dattes stockées : *Myelois phoenicis* Durrant, *Ephestia calidella* Guénéé, *Plodia interpunctella* Hubner, (Pyralidae, Phycitinae) et d'un de leurs parasites *Bracon hebetor* Say (Hymenoptera ). II- étude ultra structurale du tube digestif de *Myelois phoenicis* Durrant. Thèse 3eme cycle, Univ. Paris VI, 95 p.
- DOUMANDJI-MITICHE B., 1977.** Les pyrales des dattes stockées. Annales de l'Institut National Agronomique, El-Harrach **7** (1) : 31-58.
- DOUMANDJI-MITICHE B., 1983.** Contribution à l'étude bio-écologique des parasites et des prédateurs de la pyrale des caroubes *Ectomyelois ceratoniae* en Algérie en vue d'une éventuelle lutte biologique contre ce ravageur. Thèse de doctorat en science, université de Paris VI, 253 p.
- DRIDI B., BAOUCHI H., BENSALAH K. & ZITOUN. A., 2001.** Présentation d'une nouvelle méthode biotechnique de lutte contre le ver de la datte *Ectomyelois ceratoniae* (Zell.) dite technique des insectes stériles. Première application dans le sud Est du pays. Recueils des communications, Journées techniques phytosanitaires : 58-71.
- DUGRAVOT S., 2004.** Les composés secondaires soufrés des allium : rôle dans des systèmes de défense du poireau et action sur la biologie des insectes. Thèse de doctorat, Université François Rabelais, Tours, 198 p.
- FAGHIIH A.A., 2004.** Identification et application agronomique de synergistes végétaux de la phéromone du charançon *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier) 1790. Thèse de doctorat, Institut National Agronomique, Paris-Grignon, 181p.
- FARMER E.E. & RYAN C.A., 1992.** Octadecanoic precursors of a jasmonic acid activate the synthesis of wound inducible proteinase inhibitors. Plant Cell **4**: 129-134.
- GIAMOUSTARIS A. & MITHEN R., 1995.** The effects of modifying the glucosinolate content of leaves of oilseed rape (*Brassica napus* ssp. Oleifera) on its interactions with specialist and generalist pests. Ann. Appl. Biol. **126**: 347-363.
- 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. 30 p.
- GONZALEZ R.H., 2003.** Las pollilas de la fruta en chile (Lepidoptera : Tortricidae, Pyralidae). Santiago Univesidad de chile. Serie ciencias agronomicas. **9** : 179-188.
- GOTHILF, S. 1968.** The biology of the carob moth *Ectomyelois ceratoniae* (Zeller) in Israel. II. Mass culture on artificial diet. Israël journal of Entomology, **3** (2), 109-118.
- 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 **4** (1): 107-116.
- GOTHILF S., 1970.** The biology of the carob moth *Ectomyelois ceratoniae* (Zeller) in Israel. III. Phenology on various hosts. Israël journal of Entomology, **5**: 161-175.
- GOUTHILF S., 1975.** Oviposition stimulus of the moth *Ectomyelois ceratoniae*: the effect of short-chain alcohols. Journal of Chemical Ecology **1** (4): 457-464.
- HANNACHI S., KHITRI D., BEN KHALIFA A. & BRAC DE LA PIERE RA., 1998.** Inventaire variétal de la palmeraie algérienne. Alger : Agence Nationale d'Education et de Publication, 225p.

- HARTMANN T., 1996.** Diversity and variability of plant secondary metabolism: a mechanistic view. *Entomol. Exp. Appl.* 80: 177-188.
- HASSOUNA M., GHRIR R., MAHJOUBA A. & HAMDI S., 1994.** Influence de la fumigation au Bromure de Méthyle sur la composition de la datte tunisienne. *Fruit* 49 (33): 197-207.
- HAYNES, K. F. & T. C. BAKER., 1989.** An analysis of anemotactic flight in female moths stimulated by host odor and comparison with the male's response to sex pheromone. *Phys. Entomol.* 14: 279-289.
- HICK A.J., LUSZNIAK M.C. & PICKETT J.A., 1999.** Volatile isoprenoids that control insect behaviour and development. *Nat. Prod. Rep.* 16: 39-54.
- HOWE G.A., LIGHTNER J., BROWSE J. & RYAN C.A., 1996.** An octadecanoic pathway mutant (JL5) of tomato is compromised in signalling for defense against insect attack. *Plant Cell.* 8: 2067-2077.
- IDDER-IGHILI H., 2008.** Interaction entre la pyrale des dates *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera-Pyralidae) et quelques cultivars de dates dans les palmeraies de Ouargla (Sud-Est algérien). Mémoire de magister, université Kasdi Merbah-Ouargla, 102 p
- IDDER M. A., IDDER-IGHILI H. SAGGOU H. et PINTUREAU B., 2009.** Taux d'infestation et morphologie de la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* (Zeller) sur différentes variétés du palmier dattier *Phoenix dactylifera* (L.). *Cah. Agric.* 18 (1):63-71.
- IDDER M. A., 1984.** Inventaire des parasites d'*Ectomyelois ceratoniae* Zeller dans les palmeraies d'Ouargla et lâchers de *Trichogramma embryophagum* Hartig contre cette pyrale. Mémoire ingénieur, INA El Harrach, Alger. 98 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: 239-245
- ISMAN M. B., 1997.** Neem insecticides. *Pestic. Outlook* 8: 32-38.
- JOHNSON J. A., VAIL P. V., BRANDL D. G., TEBBETS J. S & VALERO K. A., 2002.** Integration of nonchemical treatments for control of postharvest moths (Lepidoptera: Pyralidae) in almonds and raisins. *J. Econ. Entomol.* 95: 190-199.
- JOHNSON R., NARVAEZ J. A. G. & RYAN C.A., 1989.** Expression of proteinase inhibitors I and II in transgenic tobacco plants: Effects on natural defense against *Manduca sexta* larvae. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 86: 9871-9875.
- KARLSON P. & LÜSCHER M., 1959.** "Pheromones": a new term for a class of biologically active substances. *Nature* 183: 55-56.
- KRIEGER R., FEENY P.P. & WILKINSON C.F., 1971.** Detoxification enzymes in the guts of caterpillars: an evolutionary answer to plant defense. *Science* 172: 579-581.
- LANDOLT P.J., PHILLIPS T.W., 1997.** Host plant influences on sex pheromone behaviour of phytophagous insects. *Annual Review of Entomology.* 42 : 371-391.
- LAUWERYS R., 1990.** Toxicologie industrielle et intoxications professionnel. 3e édition, Éd. Masson, Paris, 694 p.
- LE BERRE M., 1978.** Mise au point sur le problème du ver de la datte, *Myelois ceratoniae* Zell. *Bull. Agr. Sahar.* 1 (4) : 1-36.
- LECOMTE C. & THIBOUT E., 1981.** Attraction d'*Acrolepiopsis assectella*, en olfactomètre, par des substances alléochimiques volatiles d'*Allium porrum*. *Ent. exp. et appl.* 30: 293-300.

- LEPIGRE A., 1963.** Essais de lutte sur l'arbre contre la pyrale des dattes (*Myelois ceratoniae* Zell., Pyralidae). Ann. Epiphytie, **14** (2) : 85-101.
- LIKENS S.T. & NICKERSON G.B., 1964.** Detection of certain hop oil constituents in brewing products. Proc. Am. Soc. Brew. Chem. 1: 5-13.
- LOUDA S. & MOLE S., 1991.** Glucosinolates: Chemistry and ecology; Their interactions with secondary plant metabolites, Eds. G. Rosenthal and M. Berenbaum, Academic Press, San Diego, 1: 123-164.
- MARCHAND D., 2003.** Stratégies de ponte et d'alimentation larvaire chez la pyrale de la canneberge, *acrobasis vaccinii* (Lepidoptera: pyralidae). Thèse Philosophie Doctor (Ph D). Faculté des Sciences et Génie, Université Laval Québec, 107 p.
- MATTIACCI L., DICKE M. & POSTHUMUS M.A., 1995.** Beta-glycosidase: an elicitor of herbivore-induced plant odors that attracts host-searching parasitic wasps. Proc. Natl. Acad. Sci., USA, **92**: 2036-2040.
- MATTSON W.J., 1980.** Herbivory in relation to plant nitrogen content. *Annual Review Ecology Systematics*, **11**: 119-161.
- MATTSON W.J. & SCRIBER J.M., 1987.** Nutritional ecology of insect folivores of woody plants: nitrogen, water, fiber, and minerals considerations. In: F. Slansky Jr. and J.G. Rodriguez (eds.), Nutritional ecology of insects, mites, spiders, and related invertebrates. Wiley, New York: 105-146.
- MECHABER WL., CAPALDO C.T. & HILDEBRAND J.G., 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): 1-8.
- MEDIOUNI J. & DHOUBI M. H., 2007.** Mass-Rearing and Field Performance of Irradiated Carob Moth *Ectomyelois ceratoniae* in Tunisia. M.J.B. Vreysen, A.S. Robinson and J. Hendrichs Eds. Area-Wide Control of Insect Pests, 265–273.
- MC NEILL S. & SOUTHWOOD T.R.E., 1978.** The role of nitrogen in the development of insect / plant relationships. Biochemical aspects of plant and animal coevolution, J.B. Harborne, ed., Academic Press, London: 77-98.
- MILLAR J. G., 1990.** Synthesis of 9Z,11 E,13-tetradecatrienal the major component of the sex pheromone of the carob moth *Ectomyelois ceratoniae* (Lepidoptera: Pyralidae). Argi. Biol. Chem. **54** (9): 2473-2476.
- MOZAFFARIANI F., SARAFRAZII A. & NOURI GANBALANI G., 2007.** Sexual dimorphism in the wing shape and size of the carob moth *Ectomyelois ceratoniae* (Lepidoptera: Pyralidae). Journal of Entomological Society of Iran **26**(2): 61-73.
- MUNIER P., (1973).** Le Palmier-dattier-Techniques agricoles et productions tropicales. Maison Neuve et Larose, Paris, 217 p.
- NANSEN C. & PHILLIPS T.W., 2003.** Ovipositional Responses of the Indianmeal Moth, *Plodia interpunctella* (Hubner) (Lepidoptera: Pyralidae) to oils. Annals of the Entomological Society of America, **96** (4): 524-531.
- 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. Thesis doctorate, university of California Riverside, 296 p.
- OHGUSHI T., 1992.** Resource limitation on insect herbivore populations. Effects of resource distribution on animal-plant interactions. Ed. M.D. Hunter, Ohgushi and P.W. Price. Academic Press Inc.: 199-241.
- PEÑAS –CORTES H., SANCHEZ-SERRANO J.J., MERTENS R., WILLMITZER L. & PRAT S., 1989.** Abscissic acid is involved in the wound-induced expression of the proteinase inhibitor. II: gene in potato and tomato. Proc. Natl. Acad. Sci. USA **86**: 9851-9855.

- PHILLIPS T. W. & STRAND M. R., 1994.** Larval secretions and food odors affect orientation in female *Plodia interpunctella*. Entomol. Exp. Appl. 71: 185-192.
- PRESTWICH, G. D. & BLOMQUIST, G. J., 1987.** Pheromone biochemistry. Academic Press, New York. 565 p.
- RAMASWAMY S. B., 1988.** Host finding by moths: sensory modalities and behaviours. J. Ins. Phys. 34: 235-249.
- RENWICK, J.A.A. & CHEW F. S., 1994.** Oviposition behavior in Lepidoptera. Annu. Rev. Entomol. 39: 377- 400.
- RENWICK J.A.A. & LOPEZ K., 1999.** Experience-based food consumption by larvae of *Pieris rapae*: addiction to glucosinolate. Entomol. Exp. Appl. 91: 51-58.
- RENWICK J.A.A., RADKE C.D., SACHDEV-GUPTA K. & STÄDLER E., 1992.** Leaf surface chemicals stimulating oviposition by *Pieris rapae* (Lepidoptera: Pieridae) on cabbage. Chemoecology 3: 33-38.
- SAPORTA G., 1990.** Probabilités, analyse des données et statistique, Paris: Editions Technip, 493 p.
- SCHMELZ E.A., ALBORN H.T. & TUMLINSON J.H., 2003.** Synergistic interactions between, volicitin, jasmonic acid and ethylene mediate insect-induced volatile emission in *Zea mays*. Physiol. Plant. 117: 403-412.
- SCHOONHOVEN L.M., JERMY T. & VAN LOON J. J. A., 1998.** Insect-Plant Biology. From physiology to evolution. Chapman and Hall. UK. 403 p.
- SCHULTZ T.H., FLATH R.A., MON R., EGGLEING S.B. & TERANISHI R., 1977.** Isolation of volatile components from a model system. J. Agric. Food Chem. 25: 446-449.
- SCRIBER J.M., 1977.** Limiting effects of low leaf-water content on the nitrogen utilization, energy budget, and larval growth of *Hyalophora cecropia* (Lepidoptera: Saturniidae). Oecologia 28: 269-287.
- SLANSKY F. & FEENY P., 1977.** Stabilization of rate of nitrogen accumulation by larvae of cabbage butterfly on wild and cultivated food plants. Ecol. Monogr. 47: 209-228.
- SLANSKY F. & RODRIGUEZ J.G., 1987.** Nutritional ecology of insects, mites, spiders, and related invertebrates: an overview, Wiley, New York: 1-69.
- STANEK V.J., 1977.** Encyclopédie des papillons. Ed. Arithia, Grunt, Paris. 352 p.
- STOUT M.J., WORKMAN J. & DUFFEY S.S., 1994.** Differential induction of tomato foliar proteins by arthropod herbivores. J. Chem. Ecol. 20: 2575-2594.
- STREBLER G., 1989.** Les médiateurs chimiques. Leur incidence sur la bioécologie des animaux. Technique et documentation - Lavoisier, Paris - cedex, 246 p.
- SUBCHEV M., TOSHOVA T., TOTH M., IMREI, Z. & RECKZIEGEL A., 2002.** Electrophysiological and behavioral activity of some compounds related to main sex pheromone components of *Megalophanes viciella* on conspecific males (Lepidoptera: Psychidae). Entomol. Gen. 26:153-159.
- TAKABAYASHI J., TAKAHASHI S., DICKE M. & POSTHUMUS M. A., 1995.** Developmental stage of herbivore *Pseudaletia separata* affects production of herbivore-induced synomone by corn plants. J. Chem. Ecol. 21: 273-287.
- TODD J.L., MILLAR J.G., VETTER R.S. & BAKER T.C., 1992.** Behavioural and electrophysiology of (Z,E) 7,9,11, dodecatrienyl formate, a mimic of the major sex pheromone component of the carob moth *Ectomyelois ceratoniae*. Journal of Chemical Ecology 18 (12): 2331-2352.
- TUMLINSON J.H., LEWIS W.J. & VET L.E.M., 1993.** How parasitic wasp find their hosts. Scientific American 268 : 100-106.

- TURLINGS T.C.J., MC CALL P.J., ALBORN H.T. & TUMLINSON J.H., 1993.** An elicitor in caterpillar oral secretions that induces corn seedlings to emit chemical signals attractive to parasitic wasps. *J. Chem. Ecol.* 19: 411-425.
- TURLINGS T.C.J., TUMLINSON J.H. & LEWIS W.J., 1990.** Exploitation of herbivore-induced plant odors by host-seeking parasitic wasps. *Science* 250: 1251-1253.
- VAN LOON J. J. A., DE BOER J.G. & DICKE M., 2000.** Parasitoid-plant mutualism: parasitoid attack of herbivore increases plant reproduction. *Entomol. Exp. Appl.* 97: 219-227.
- VAN POECKE R.M.P. & DICKE M., 2001.** Induced parasitoid attraction by *Arabidopsis thaliana*: involvement of the octadecanoid and the salicylic acid pathway. *J. Exp. Bot.* 53: 1793-1799.
- VET L. E. M. & DICKE M., 1992.** Ecology of infochemical use by natural enemies in a tritrophic context. *Annual Review of Entomology* 37: 141-172.
- VILARDEBO A., 1975.** Enquête-diagnostic sur les problèmes phytosanitaires entomologiques dans les palmeraies de dattiers du Sud-Est algérien. *Bull. Agr. Sahar.*, 1 (3) : 1-27.
- VISSER, J.H., 1986.** Host odor perception in phytophagous insects. *Annual Review of Entomology.* 31: 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. Thesis doctorate, University of California Riverside 280 p.
- WATT A.D., LEATHER S.R., HUNTER M.D. & KIDD N.A.C., 1990.** Population dynamics of forest insects. Intercept, Andover. 408 p.
- WEINZERL R., 1998.** Botanicals insecticide, soaps and oils. *Biological, Biotechnological Control of Insect Pest.* Eds, J.E. Rechcigl and N.A. Rechcigl. Boca Raton, Florida:101-121.

#### SITOGR@PHIE

- ANONYME, 2009.** Semiochemicals of Genus *Ectomyelois*. (En ligne). <http://www.pherobase.com/database/genus/genus-Ectomyelois.php>. Consulté le 26/11/09
- ANONYME, 2009.** [Exportations des principaux produits hors hydrocarbures](http://www.ons.dz/spip.php?page=recherche&recherche=exportation&imageField.x=0&imageField.y=0). (En ligne). <http://www.ons.dz/spip.php?page=recherche&recherche=exportation&imageField.x=0&imageField.y=0>. Consulté le 26/10/09
- BOURGEOIS S. 2001.** Les systèmes sensoriels. Cours LBPA de Sonia Bourgeois 2001-2002 UAG. Notes de cours d'un élève. (En ligne). <http://rdeuag.ifrance.com/elements/annales/lbio/lbpa%20bourgeois.pdf>. Consulté le 12/3/09
- PICIMBON J.F., 2002.** Les péri-récepteurs chimiosensoriels des insectes. *Médecine sciences* 18 (11) :1089–1094. (En ligne). [http://ist.inserm.fr/basismedsci/2002/ms\\_11\\_2002/sommaire/1089\\_Picimbon\\_S.pdf](http://ist.inserm.fr/basismedsci/2002/ms_11_2002/sommaire/1089_Picimbon_S.pdf). Consulté le 9/12/09
- VERHEGGEN F., 2008 .** Types de médiateurs chimiques. (En ligne). <http://www.fsagx.ac.be/zg/index.htm>. Consulté le 22/6/08