



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Université des Frères Mentouri Constantine 1  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

كلية علوم الطبيعة والحياة  
جامعة الأخوة منتوري قسنطينة

قسم : الميكروبيولوجيا.....**Département : Microbiologie**

**Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master**

**Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie**

**Filière : Biotechnologie**

**Spécialité : Mycologie et Biotechnologie Fongique**

Intitulé :

---

**La biodégradation des pesticides par des champignons  
entomopathogènes isolés à partir de  
'*Ectomyelois ceratoniae*'**

---

Présenté et soutenu par : **Filali Kenza**

**Ferkak Chaima**

**Chouaf Sourour**

**JURY D'ÉVALUATION**

Présidente du jury : M me BENKAHOUL Malika (M.C.B. - UFM Constantine 1).

Rapporteur : Mlle ABDELAZIZ Ouided (M.C.B. - UFM Constantine 1).

Examinatrice : M me MEZIANI Meriem (M.A.A. - UFM Constantine 1).

Année universitaire

2019 – 2020

# *Remerciements*

*Nous remercions « Allah » le tout puissant qui nous a donné la force et la patience pour mener à bien ce modeste travail*

*Nous remercions **Mlle Abdelaziz ouided** maitre de conférence a l'université Constantine 1, pour son acceptation de nous encadré, pour nous avoir dirigées dans la préparation de ce mémoire. Nous la remercions pour sa patience et sa gentillesse. Qu'elle trouve ici l'expression de notre profond respect et de notre infinie gratitude pour tous les efforts déployés ainsi que pour ses précieux conseils pour la réalisation de ce travail.*

*Nous tenons à remercier Mme. **BENKAHOUL Malika** maitre de conférence a l'université Constantine 1, d'avoir accepté de présider le jury et pour évaluer ce modeste travail. Qu'elle trouve ici l'expression de notre profonde gratitude.*

*Je remercie Mlle **MEZIANI Meriem**, Maître assistante à l'université Constantine 1, d'avoir accepté d'examiner ce document et faire partie du jury de soutenance. Merci aussi pour vos conseils pertinents.*



## ***Dédicace***

- Chère père *Tayeb*, Chère mère *Zeina* -

*Qui m'ont encouragé durant toutes mes études et qui m'ont  
montré la voie de la réussite.*

- Chères mes sœurs-

*Amira, Sara, Zahra et Sabrina qui m'ont  
accompagné dans les circonstances les plus difficiles*

*A toute la famille de *Filali* et *Chafi**

*Pour mes proches, sans exception*

*A mes collègues de la promotion *2019**

*Je dédie ce travail.*

*Kenza*



## ***Dédicace***

*Je dédie ce modeste travail accompagner  
d'un profond amour:*

*A celle qui m'a arrosé de tendresse et d'espoirs,  
à la source d'amour,*

*à la mère des sentiments fragiles qui ma bénie par ces prières*

*Noudjoud Bengolifi ma mère.*

*A mon support dans ma vie, qui ma appris m'a supporté  
et ma dirigé Vers la gloire Hamza mon père.*

*A mes chères sœurs*

*Djoughaina, Bouchra, Aya et Asmae*

*et mes chères grands pères et grand mères*

*A toutes les personnes de ma grande famille Ferkak.*

*A mes meilleures amies, merci à tous.*

*Chaima*



## ***Dédicace***

*Je dédie cet humble mémoire :*

*A la mémoire de mon grand-père, que dieu le tout puissant  
l'accueille en son vaste paradis.*

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

*A mon très cher père **Mohammed** qui est toujours dans mes  
poncés et je souhaite il serra au paradis.*

*A la personne qui est la source de succès dans ma vie, avec ses  
prières, ses encouragements et sa tendresse, ma très chère  
mère **Ouahiba**.*

*A ma chère sœur **Massouda**, et mon cher frère **Amer**, vous  
resterez pour toujours le rayon du soleil qui égaye ma vie. Que  
dieu vous garde*

*A tous la famille **Chouaf** et **Madi** chacun et chacune a apporté  
sa touche d'encouragement et de soutien.*

*A tous mes amies.*

*A tous ceux m'ont aidé de prêt ou de loin.*

*Sourour*

# Sommaire

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

<b>Introduction</b>	1
<b>Chapitre I</b>	4
1. Le palmier dattier ( <i>Phoenix dactylifera</i> )	4
2. Importance économique	4
3. Dattes	5
3.1 Constitution	5
3.1.1 Une partie comestible	5
3.1.2 Une partie non comestible	6
3.2 Composition chimique de datte	6
3.2.1. Composition de la partie comestible	6
3.2.2. La composition de la partie non comestible	9
3.3 Les principaux ravageurs des dattes	10
4. La pyrale de datte ( <i>Ectomyelois ceratoniae</i> )	11
4.1. Définition	11
4.2. Position systématique	11
4.3. Description morphologique	12
A. Œufs	12
B. Larve	13
C. Chrysalide	13
D. Papillon adulte	14
4.4. Cycle biologique	14
4.5. Dégâts	16

4.6. Moyens de lutte	16
A. Lutte chimique	16
B. Lutte physique	17
C. Lutte biologique	17
<b>Chapitre II</b>	19
1. Les champignons entomopathogènes	19
1.1 Définition	19
1.2 Taxonomie	19
1.3 Cycle biologique	21
1.4 Interaction insecte-champignons	22
1.5 Mode d'action	22
1.6 Utilisation des champignons entomopathogènes dans la lutte	23
2. La biodégradation des pesticides par les champignons entomopathogènes	23
2.1 Les pesticides	23
2.1.1 Définition	23
2.1.2 Composition et Formulation des pesticides	24
a) Composition des pesticides	24
b) Formulation des pesticides	24
2.1.3 Comportement des pesticides dans l'environnement	25
2.1.4 Impacts des pesticides	25
• Impacts des pesticides sur l'environnement	25
• Impacts des pesticides sur la santé humaine	25
• Impacts des pesticides sur la faune sauvage	26
• Impacts des pesticides sur la faune aquatique	27
➤ Problème de Persistance des pesticides	28
2.2 Dégradation des pesticides	29
2.2.1 Dégradation abiotique	29

a) La photo-décomposition	29
b) La dégradation chimique	29
2.2.2 Dégradation biotique (biologique ou biodégradation)	29
• Définition	29
• Les microorganismes impliqués dans la biodégradation	30
• Champignons entomopathogènes en tant qu'agents de biodégradation	30
<b>Conclusion</b>	32
<b>Références bibliographique</b>	34
<b>Résumé</b>	41
<b>Abstract</b>	42
<b>المُلخَص</b>	43



## Liste des abréviations

**Ca:** Calcium.

**CE :** Concentré émulsifiable

**Cm:** centimètre

**DDT:** dichlorodiphényltrichloroéthane.

**FAO:** Food and Agriculture Organization of the United Nations.

**Fe:** Fer.

**g:** gramme.

**INRA :** Institut national de la recherche agronomique

**Kg:** Kilogramme.

**MA:** Matière Active.

**MDDELCC :** Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques

**Mg:** Magnésium.

**mg:** milligramme.

**mm:** millimètre.

**OMS:** Organisation mondiale de la santé.

**ORP :** Observatoire des Résidus de Pesticides

**P:** Poids

**P.F:** Poids Frais.

**PH :** potentiel hydrogène.

**PNUE :** Programme des Nations Unies pour l'Environnement

**SC :** Suspension concentrée

**ULV :** volume ultra-faible

**WHO :** World Health Organization

**% :** pourcentage

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Composition de la partie comestible des dattes .....	7
Tableau 2 : Composition des noyaux de dattes .....	9
Tableau 3 : Principales ravageurs maladies et redoutables de palmier dattier ...	10
Tableau 4 : Les différents ennemis de la pyrale.....	17
Tableau 5 : Les genres qui peuvent dégrader les pesticides et qui on trouve dans la lutte d' <i>E. ceratoniae</i> .....	30

## Liste des figures

Figure 1: La datte (Bahree) (coupe longitudinal).....	6
Figure 2: partie non comestible de la datte (Coup longitudinal) .....	9
Figure 3: Œufs de la pyrale des dattes .....	12
Figure 4: Chenille de la pyrale des dattes .....	13
Figure 5: Chrysalide de la pyrale des dattes .....	14
Figure 6: Adulte de la pyrale des dattes .....	14
Figure 7: Cycle biologique de pyrale des dattes .....	15
Figure 8: Schéma du cycle biologique des champignons entomopathogènes ....	21
Figure 9: effet des pesticides sur un milieu aquatique .....	28

## Introduction

Le palmier dattier est la seule plante capable de fournir une production alimentaire aussi élevée dans les régions arides. En outre, il fournit de nombreux sous-produits indispensables à la vie des habitants du désert. (**Girard, 1962**). Hormis la production des dattes et la transformation en sous-produits, le palmier dattier fournit divers matériaux destinés à l'artisanat, la construction et la production d'énergie. Il permet également le maintien d'une population active dans ses zones de culture. Il joue aussi un rôle écran en protégeant les oasis contre les influences désertiques et crée un microclimat favorisant le développement des sous-cultures (**Brun et al., 1998**).

L'Algérie, quoiqu'il s'agît d'un pays à vastes territoires désertiques et aux conditions bioclimatiques spécifiques, s'inscrit dans la liste des pays phoenicicole par excellence. Elle dispose ainsi d'un verger de palmiers dattiers de l'ordre de 18 millions de pieds, avec un nombre de cultivars estimé actuellement à environ 1 millier. (**Mahma, 2012**)

Malgré tous ses avantages, l'oasis phoenicicole de par ses associations de culture étagées, comporte des microclimats favorables à la vie des insectes et au développement de champignons (températures assez hautes et constantes, hygrométrie assez soutenue, ...) (**Toutain, 1977**). La détérioration de la qualité est un grand problème qui n'est pas seulement aux mauvaises conditions de stockage, mais aussi quand les dattes sont sur le palmier dattier. Même cela est dû surtout aux problèmes phytosanitaires et aux déprédateurs attaquant la partie végétative du palmier dattier tels que la cochenille blanche *parlatoria blanchardi* et *l'Apate monachus*, ou à ce qui s'attaquent directement à la datte tels que Boufaroua *Oligonychus afrasiaticus* et le ver de la datte *Ectomyelois ceratoniae* ZELLER. Ce dernier a fait l'objet de notre travail.

La pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* considérée à l'heure actuelle comme un danger permanent pour la phoeniciculture algérienne. Les dégâts qu'elle occasionne peuvent atteindre 10 à 20 % de la production dattier et parfois atteint les 29 %. Ce taux varie selon les années et les conditions climatiques. La polyphagie de cet insecte et sa large répartition dans l'espace, sur des hôtes variés ainsi que le comportement particulier de ses chenilles néonatales actives se trouvant quelques heures après l'éclosion à l'intérieur des dattes. La commercialisation de la datte à l'échelle internationale est confrontée à la contrainte majeure

due à la présence du ver (pyrale) de la datte. Ce dernier est classé sur la liste A des organismes nuisibles dont la lutte est obligatoire. **(Ouamane et al., 2017)**

Dans le monde il existe plusieurs méthodes de lutte contre ce ravageur du palmier dattier nous citons entre autres : la lutte chimique, physique et la lutte biologique.

Des champignons entomopathogènes, que l'on trouve à l'état naturel dans les colonies, présentent une certaine virulence vis-à-vis d'*Ectomyelois ceratoniae*, mais ils ont une propriété que nous pouvons utiliser comme des biopesticides. Ils peuvent présenter une alternative aux produits chimiques dans certains domaines agricoles.

Par ailleurs, en plus des phénomènes de résistance auxquels se heurtait l'utilisation des produits chimiques **(Hamon et al., 1972)**, s'ajoutait le manque de spécificité de ces derniers, en plus que ces produits sont considérés comme un facteur qui provoque la pollution du sol, nutriments et l'air, ainsi que des effets néfastes pour l'homme, l'animal et le végétal. **(Boukhalfa, 2018)**

Toutefois, certains de ces pesticides peuvent demeurer dans le sol plusieurs années après avoir été appliqués tels les organochlorés. Ainsi ils peuvent être acheminés vers les eaux de surface ou les eaux souterraines en s'infiltrant à travers les couches du sol. Des organismes tels les abeilles, les oiseaux, les organismes aquatiques qui ne sont pas visés directement peuvent être touchés, atteignant ainsi des humains via un transfert des polluants par chaîne alimentaire. On note plus de 1800 déclarations annuelles à propos des intoxications probables aux pesticides au Québec. **(MDDELCC, 2015)**

Donc il est devenu de plus en plus nécessaire d'accorder une priorité aux insecticides microbiologiques (biopesticides) comme moyen de lutte alternatif contre les insectes nuisibles, qui consiste à remplacer les produits chimiques par des produits biologiques. En effet, cette dernière fait appel à des insecticides auxiliaires et des agents entomopathogènes qui appartiennent à plusieurs taxons : virus, bactéries et champignons. L'usage des champignons entomopathogènes est le plus étendu, Ils appartiennent au sous-taxon des *Mastigomycotina*, *Zygomycotina*, *Ascomycotina* et *Deuteuromycotina*. Ces derniers considérés comme une alternative pour assurer une meilleure protection de la santé et de l'environnement. **(Lacey et Undeen, 1986)**

Les champignons entomopathogènes peuvent représenter un moyen de lutte efficace, grâce à leurs aptitudes physiologiques et métaboliques très avantageuses. Spécialement grâce aux multiples enzymes produits.

Le but principal de notre travail d'étudier la capacité des champignons *d'Ectomyelois ceratoniae* de dégrader les pesticides.

Le présent travail s'articule sur :

- culture Les données bibliographiques sur le palmier dattier, la datte, son principale ravageur (pyrale) et les moyens de luttés.
- Les champignons entomopathogènes *d'Ectomyelois ceratoniae* et comment peut-on les utilisée dans la biodégradation des pesticides.

## Chapitre I

### 1. Le palmier dattier (*Phoenix dactylifera*)

C'est Linné, en 1734, qui a donné le nom de *Phoenix dactylifera* et a fait la description morphologique complète de cette espèce. Par ailleurs, plusieurs auteurs (Munier, 1973 ; Lunde, 1978 ; Djerbi, 1994 ; Ferry, 1994 ; Peyron, 2000 ; Zaid et al., 2002) ont décrit la signification de *Phoenix dactylifera* ; dans la l'étymologie, du mot "Phœnix" dérive de nom de Dattier chez les Grecs, qui considéraient comme l'arbre des phéniciens et "dactylifera" vient de latin "dactylus" dérivant du grec dactylis, signifiant doigt, en raison de la forme du fruit. Les études menées par Aoudah (2011), ont montré que "dactylis" ou "Datte" dérivé du mot "Daguel" ou "Dachel" origine hébraïque, signifiants doigts. Il est cultivé depuis l'antiquité, mais jusqu'à présent, aucun vestige de Phoenix n'a été trouvé dans les zones actuelles du Palmier Dattier. (Absi, 2013)

Les plus anciens fossiles des palmiers à feuilles pennées remontent au début du tertiaire, ils ont été trouvés dans l'Eocène du Velay et du Bassin Parisien et à l'Oligocène dans les basses Alpes. Ces palmiers ont été rattachés au genre phoenicites, qui peut être considéré comme l'ancêtre du genre phoenix actuel (Djerbi, 1995). Les premiers vestiges du palmier fossile, pouvant considérer réellement, comme l'ancêtre de dattier a trouvés dans une roche qui remonte au Miocène inférieur, il fut décrit sous le nom de *Phoenicites pallavicimi*. Plusieurs fossiles, appartenant au genre phoenicites ont été trouvés en France, en Suisse, en Italie du Nord et ont été dénommés *Phoenix dactylifera* fossiles.

Cependant aucun vestige de Phoenix n'a été trouvé jusqu'à présent dans l'aire actuel de du palmier dattier. (Djerbi, 1995)

Munier *et al.* (1973) s'accordent pour dire que le palmier dattier provienne par hybridation de plusieurs Phoenix ; par ailleurs, l'origine probable des formes cultivées se situerait dans la zone marginale septentrionale ou orientale du Sahara. (Dahmani et al, 2018)

### 2. Importance économique

Le palmier dattier (*Phoenixdactylifera L.*) est une plante d'intérêt écologique, socioéconomique et géopolitique très important pour de nombreux pays des zones arides. Cette espèce qui a pu adapter à des conditions édaphiques et climatiques aussi agressives, elle est sans doute le pivot de tous les systèmes de production et des activités de vie dans ces régions.

Les palmiers sont considérés comme le deuxième groupe végétal par ordre d'importance économique, après les graminées. Des populations entières des régions tropicales ont un besoin vital de ces palmiers. Cependant les dattes contribuent à l'alimentation de million de personnes, elles constituent un important apport énergétique dans le régime alimentaire de populations entières (**David et Jone, 1995**).

Il constitue l'élément fondamental de l'écosystème oasien. Il joue un rôle primordial sur le plan économique grâce à la production de la datte et des sous-produits (pates, farine, sirop, vinaigre, levure, alcool, confiserie, ...) (**Berrabeh, 2018**)

La datte est un produit qui présente des avantages comparatifs et pour lequel il n'existe pas de problèmes de concurrence entre les pays développés et les pays sous-développés. La datte fait l'objet d'un commerce intérieur et extérieur important, surtout la variété Deglet-Nour (**Ben Mbarek et Deboub, 2015**). Les autres variétés, même si elles ne sont pas largement commercialisées sur les marchés, elles peuvent être transformées en divers produits dont l'impact socio-économique est considérable tant du point de vue de la création d'emplois que de la stabilisation des populations dans les zones à écologie fragile. Ainsi, les produits issus de la transformation de la datte limiteraient, par ailleurs la dépendance économique du pays vis-à-vis de l'étranger, du moins pour certains sous-produits, et lui permettraient d'économiser des devises susceptibles d'être dégagées pour d'autres secteurs (**Touzi, 1997**)

### 3. Dattes

#### 3.1 Constitution

La datte, fruit de *Phoenix dactylifera L.* c'est une baie qui selon la variété, possède une forme plus ou moins oblongue, ellipsoïde ou moindre. Elle se compose d'un mésocarpe charnu protégé par un fin épicarpe. L'endocarpe se présente sous la forme d'une membrane très fine entourant la graine, appelée communément noyau. La datte provient du développement d'un carpelle (**Idder, 2008**). Cette baie est constituée principalement de deux parties : Une partie comestible et une partie non comestible.

D'après Espiard (2002), la consistance de la datte est variable. Selon cette caractéristique, les dattes sont réparties en trois catégories ; les dattes molles et demi-molles et les dattes sèches. (**Tourte, 1945**)

##### 3.1.1 Une partie comestible

Par le mésocarpe dont la consistance peut être selon les variétés et la climatologie de la période de maturation :



- **Dattes molles** : le mésocarpe est très humidifié (31% d'eau) lorsqu'elles sont fraîches et nécessitant une dessiccation partielle pour assurer leur conservation.
- **Dattes demi-molles** : à teneur en eau moins élevée (18% d'eau), telle que la Deglet Nour.
- **Dattes sèches** : dont la pulpe est naturellement sèche (12% d'eau), telle que la Deglet Beida et la Mech Deglet



Figure 1: La datte (Bahree) (coupe longitudinal)

(SLIMANI et HARMA, 2018)

### 3.1.2 Une partie non comestible

Formée par la graine ou noyau, ayant une consistance dure (corné). Le noyau représente 10 à 30% du poids de la datte, il est constitué d'un albumen très dur protégé par une enveloppe cellulosique. On distingue au milieu un fragment d'embryon très petit. (Espiard, 2002)

## 3.2 Composition chimique de datte

La chair de la datte mûre est composée de sucres (70% à 75% du poids sec des dattes sans graine). Ces sucres sont de deux types. Majeurs (saccharose, glucose ...), et mineurs (galactose, xylose...).

Le taux d'humidité est inférieur à 40% au stade de maturité quel que soit l'état de la datte (molle, demi- molle ou sèche).

La pulpe de datte est riche en éléments minéraux, les dattes peuvent être considérées comme les fruites les plus riches en éléments minéraux. La pulpe est riche en vitamine A, moyennement riche en vitamine B1, B2, B7, et pauvre en vitamine C. Pour les sels minéraux, les dattes contiennent surtout du Potassium, mais aussi du Phosphore du Calcium et du Fer. (MUNIER, 1973)

### 3.2.1. Composition de la partie comestible

La partie comestible de la datte représentée par le "Pulpe"

La composition physicochimique et la composition chimique du Pulpe sont représentées dans le tableau 1

Tableau 1 : Composition de la partie comestible des dattes

Paramètres		Composition	
Composition physico-chimique	<b>Teneur en eau</b>	<p>Les dattes présentent des humidités inférieures à 40%, elles sont classées parmi les aliments à humidité intermédiaire dont la conservation est relativement aisée. [Belguedji, 1996].</p> <p>La teneur en eau de la pulpe de datte varie selon les catégories des variétés.</p> <p>Les limites de cette teneur varient entre 12 à 30% du P.F. soit une moyenne d'environ 19%.</p>	
	<b>PH et acidité</b>	<p>PH de la datte est légèrement acide ou acide, il varie entre 5 et 6, ce pH est préjudiciable aux bactéries mais approprié au développement de la flore fongique.</p>	
Composition chimique	<b>Fraction glucidique</b>	<b>Les sucres totaux et réducteurs</b>	<b>Pectine et cellulose</b>
		<p>La datte contient 3 sucres à savoir le saccharose, le glucose et le fructose.</p> <p>Le glucose et le fructose (sucres réducteurs) ; proviennent probablement, de l'inversion du saccharose (non réducteur) ; puisque l'invertase (enzyme responsable de cette inversion) est décelée à des taux différents dans un grand nombre de variétés. [Belguedj, 1996]</p>	<p>La teneur en pectine soluble en mg/100g est de 1,216, pour la datte, 0,678 pour le noyau et 0,510 pour la pulpe.</p> <p>Le taux de cellulose est faible mais peut atteindre et dépasser 10% dans certaines variétés communes particulièrement fibreuses.</p>
	<b>Protéines</b>	<p>La pulpe de la datte ne renferme qu'une faible quantité de protéines (environ 2%).</p> <p>D'après Meftah et Saadi, (1992), les teneurs en acides Glutamique, Aspartique, Icyne et Sérine sont plus importantes que celles d'autres acides aminés tels que Thréonine, Icyne, Arginine, Leucine, Tryptophane et Isoleucine.</p>	

<b>Lipides</b>	La teneur en lipides est encore plus faible que celle des protéines dans la pulpe où elle ne dépasse pas les 1,5%. Par contre, le noyau renferme plus de 8% de lipides. [Belguedji, 1996]
<b>Les composés phénoliques</b>	Les composés phénoliques sont responsables du goût astringent des dattes. Ils présentent une place importante dans l'oxydation non enzymatique qui produit un changement indésirable dans l'aspect extérieur du fruit. [Meftah et Saadi, 1992]
<b>Minéraux</b>	<p>La datte contient pratiquement la plupart des éléments minéraux. La teneur en <math>\text{Ca}^{+2}</math> est élevée, soit un rapport de <math>\text{Ca}^{+2}/\text{P}</math> important où on rencontre les éléments minéraux entrant dans la composition du squelette à savoir le fer et le manganèse.</p> <p>Le calcium "<math>\text{Ca}^{+2}</math>" : Les dattes sont relativement riches en <math>\text{Ca}^{+2}</math> 143mg/100g.</p> <p>Le "<math>\text{Fe}</math>" et le "<math>\text{Mg}</math>" : La datte est également riche en Fe et Mg dont les teneurs sont respectivement de 63 et 3.1 mg/100gde produits frais [Maatalah, 1970]</p>
<b>Vitamines</b>	Les dattes renferment des quantités appréciables de vitamines du groupe <b>B,B1, B2 et B7</b> ainsi que de faibles quantités de <b><math>\beta</math>-Carotènes</b> .
<b>Enzymes</b>	<p><b>L'invertase</b> : On distingue deux groupes d'enzymes d'invertase : <b>L'endo-invertase et l'exo-invertase</b>. Cette enzyme joue un rôle principal dans le métabolisme du saccharose au niveau des tissus des plantes. Ces formes ont une grande affinité vis-à-vis de leurs substrats qu'elles dégradent en glucose et fructose. Un degré hygrométrique élevé associé à une haute température favorise leur activité. [Rygg, 1975]</p> <p><b>La peroxydase</b> : Son action est mal connue, elle n'a d'ailleurs pas été évaluée dans les réactions de noircissement. Leur pH optimum est de 4 à 5. Une grande concentration en saccharose diminue l'activité de la peroxydase. [Rygg, 1975]</p>

		Les oxydases (Polyphénoloxydase) Polyphénoloxydase : C'est l'enzyme la plus connue, elle est responsable de l'oxydation enzymatique. Son pH optimal d'activité est compris entre 5 et 7. [Rygg, 1975]
--	--	---

### 3.2.2. La composition de la partie non comestible

La partie non comestible de la datte représentée par le Noyau



Figure 2: partie non comestible de la datte (Coup longitudinal)

(Slimani et Harma, 2018)

**Noyau** : ayant une consistance dure, il représente **10 à 30%** du poids de la datte et constitué d'un albumen protégé par une enveloppe cellulosique. La composition du noyau est donnée dans le tableau N°2.

Tableau 2 : Composition des noyaux de dattes [Boughnou, 1988]

Constituants	% du poids du noyau
Eau	6,46
Huiles	8,49
Protéines	5,22
Glucides	62,51
Fibres	16,20
Cendres	1,20

**Le noyau** des dattes est riche en protéines (**5,22%**) et en matières grasses (**8,49%**) par rapport à la pulpe, dont le taux ne dépasse pas **2,7%** pour les protéines et **1,5%** pour la matière grasse. C'est pour cette raison que les noyaux sont surtout utilisés comme provendes pour les animaux, leur valeur fourragère équivalente à celle d'un kg d'orge [Boughnou, 1988].

### 3.3 Les principaux ravageurs des dattes

La production de dattes est une culture de subsistance extrêmement importante dans la plupart des régions désertiques. Pour des millions de personnes, les dattes représentent un élément nutritionnel important contribuant à la sécurité alimentaire.

Au cours de la dernière décennie, la productivité des palmiers-dattiers a décliné dans les zones de culture traditionnelles. Ce sont 30 pour cent de la production qui peut être perdus sous l'effet des maladies et des parasites. (**Munier ,1973**)

Une série de travaux a conduit à une meilleure connaissance de ces maladies en matière de symptôme, agent causal et le mode de lutte (Tableau 3).

Tableau 3 : Principales ravageurs maladies et redoutables de palmier dattier  
**Munier (1973), Amirouche et al (1975)**

Les principales maladies		
Nom commun, agent causal	Symptômes et dégâts	Moyens de lutte
<b>Fusariose (Bayoud)</b> <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>Albedenis</i>	-Dessèchement unilatéral des palmes qui prennent un aspect plombé -Le bourgeon terminal fini par se dessécher, entraînant la mort de l'arbre	Les seules voies efficaces de la lutte sont les mesures prophylactiques et l'utilisation de variétés résistantes
Les principaux ravageurs		
<b>Boufaroua</b> <i>Oligonychus afrasiaticus</i>	-Révélés par l'existence de toiles soyeuse blanc-grisâtres -L'épiderme des fruites vertes est rapidement détruit	- Effectuer un épandage du soufre et de chaux sur les régimes ou la pulvérisation d'un acaricide
<b>Cochenille blanche</b> <i>Parlatoria blanchardi</i>	- Petits boucliers cireux blanc légèrement grisâtre ou brunâtre recouvrant les folioles, les rachis et même les fruits et forment un encroutement	- Tailler les palmes fortement infestées et les incinérer - utilisation des ennemis naturels (Ex : <i>Chilocorus bipustulatus</i> L.var.

		<i>iranensis</i> ) -Traitement avec des insecticides
<b>Apate monachus:</b> <i>Apate monachus</i>	- Se manifestent au niveau du rachis des palmes, où l'insecte creuse ses galeries, les palmes perdent ainsi leur résistance, devenant fragiles à la moindre agitation du vent se cassent facilement	-Eliminer pendant l'hiver et avant la reprise d'activité de l'insecte, les palmes attaquées et les incinérer, détruire les larves dans les galeries à l'aide de fil de fer et boucher les trous d'entrée par une substance chimiques, argileuse ou avec du mastic.
<b>Pyrale des dattes</b> <i>Ectomyelois ceratoniae</i>	- Les chenilles se développent à l'intérieur des dattes, affectant fortement leur qualité marchande et deviennent inconsommables	-Elle est basée essentiellement sur des mesures prophylactiques et sur la lutte chimique et aussi la lutte biologique

#### 4. La pyrale de datté (*Ectomyelois ceratoniae*)

##### 4.1. Définition

La pyrale des dattes encore la pyrale des caroubes (Afrique du Nord) est nommée *Ectomyelois ceratoniae* est une espèce polyphagie et cosmopolite de plus.

Est un papillon appartenant à un groupe d'insecte considéré comme étant très important sur les plans agronomique et économique. C'est, en effet, un ravageur qui se développe soit dans les fruits sur les arbres (palmier dattier, grenadier et pistachier), soit sur les fruits stockés dans les entrepôts. (Anonyme)

Ce groupe d'insecte est considérée comme étant le déprédateur le plus redoutable de la datté. Outre les dattes, la pyrale s'attaque aux caroubes, aux grenades, aux figues...etc.

##### 4.2. Position systématique

En raison de son ubiquité, de sa polyphagie et de sa polychromie, *E. ceratoniae* a reçu plusieurs appellations. (Lepigre, 1963)

D'après Doumandji (1981), l'espèce *ceratoniae* a été décrite à partir d'un spécimen provenant d'Autriche.

Le genre *Ectomyelois* a été créé en 1966 par Heinrich regroupant cinq espèces y a compris *ceratoniae* Zeller en 1839.

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

**Embranchement :** Arthropoda

**Sous embranchement :** Mandibulata

**Classe :** Hexapoda

**Ordre :** Lépidoptera

**Famille :** Pyralidae

**Sous famille :** Phycitinae

**Genre :** *Ectomyelois*

**Espèce :** *Ectomyelois ceratoniae* Zeller 1839

### 4.3. Description morphologique

#### A. Œufs

Les œufs sont le plus souvent de forme ovoïde (**Wertheimer, 1958**), avec un léger aplatissement qui peut se manifester au niveau de la zone d'adhérence au substrat et de surface chagrinée (**Le Berre, 1978**). La dimension la plus grande n'atteint pas le 1mm, variant entre 0,6 et 0,8mm (**Doumandji, 1981**). Ainsi d'une la coloration variable ; elle est parfois rouge orangée avec un réseau interne d'entrelacs foncés visibles (Fig.01), le plus souvent grisâtre à incolore.

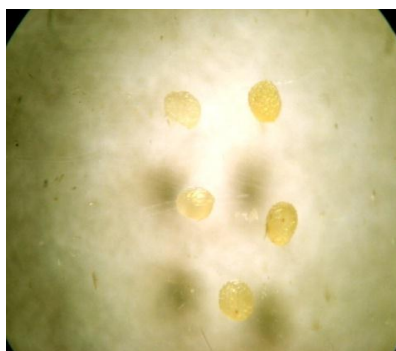


Figure 3: Œufs de la pyrale des dattes (**Berrabeh et Bennour, 2018**)

## B. 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**)

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 8ème tergite abdominal. Cet anneau prend la forme d'un arc sur les autres segments. (**Dhouibi, 1991**)



Figure 4: Chenille de la pyrale des dattes

(Berrabeh et Bennour, 2018)

## C. Chrysalide

La chrysalide d'*E. ceratoniae* ne présente pas de caractères particuliers. Son enveloppe chitineuse de couleurs brun testacé, mesure près de 1 cm de long et est généralement entourée par un fourreau de soie lâche tissé par la chenille avant sa mue nymphale (Fig.04) (**LE BERRE, 1978**)

D'après **Doumandji (1981)**, La chrysalide mesure environ 8 mm de longueur et possède un corps de forme cylindro-conique.





Figure 5: Chrysalide de la pyrale des dattes

(Berrabeh et Bennour, 2018)

#### D. Papillon adulte

C'est un papillon de 6 à 14 mm de longueur et d'une envergure de 24 à 26mm. Dans l'ensemble, les mâles sont plus petits que les femelles (9.32 mm contre 10.35 mm). Sa face dorsale présente une coloration qui varie du blanc crème au gris foncé avec des mouchetures sombres plus au moins marquées sur les ailes antérieures. La face inférieure et les pattes sont de couleur claire (blanc ou gris).

La vie des papillons est courte et ne dépasse pas 3 à 5 jours. Elle est essentiellement occupée par la recherche de l'accouplement et pour la femelle, par la ponte qui dure plusieurs heures (jusqu'à 12 heures). (**Wertheimer, 1958**)



Figure 6: Adulte de la pyrale des dattes

(Berrabeh et Bennour, 2018)

#### 4.4. Cycle biologique

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

Les chenilles entrent dans la datte juste après éclosion et creuse une galerie jusqu'à la cavité du noyau. **Viladerbo (1975)**

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

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

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



Figure 7: Cycle biologique de pyrale des dattes (Hadjeb, 2011)

#### 4.5. Dégâts

Depuis plusieurs dizaines d'année l'*Ectomyelois ceratoniae* constitue l'un des principaux déprédateurs qui occasionne des dégâts considérables sur les dattes.

Selon Wertheimer (1958), Lepigre (1963), Ben Addoune (1978) et Idder (1984), le pourcentage d'attaque le plus élevé est de 10 % et peut atteindre 30 % au Nord de l'Algérie.

D'après Haddad (2000), le taux d'infestation des dattes varie de 22,5 % sur la variété Deglet Nour à 23,33 % (Saggou, 2001). En revanche, Munier (1973), estime que le pourcentage des fruits attaqués à la récolte est habituellement de 8 à 10 % mais cette proportion peut être plus élevée et peut atteindre les 80 %. Aussi, Idder et al., (2009), ont enregistré dans les palmeraies de la région de Ouargla, un niveau d'infestation de 57 %.

#### 4.6. Moyens de lutte

Les termes «< lutte >> et «< contrôle >> renvoient ici respectivement aux notions de thérapie et de prophylaxie pour la maîtrise des ennemis des cultures. (Dore et al, 2006)

Pour lutter les ravageurs, l'agriculture d'aujourd'hui fait appel à plusieurs types de méthodes de protection : la lutte chimique, physique, biologique... etc.

Afin de lutter contre *Ectomyelois ceratoniae* nous énumérons les méthodes les plus pratiquées :

##### A. Lutte chimique

Plusieurs molécules chimiques ont été utilisées. Lepigre (1961), a préconise un traitement à base de DDT 10 % qui donne un pourcentage d'efficacité de 67%, mais son inconvénient est que les dattes molles fixent frottement l'insecticide. Ce produit chimique a été interdit durant les années 1970. Toutain (1972) préconise l'utilisation des fumigènes au niveau des stocks mais cette méthode n'a pas montré une grande efficacité. L'inconvénient est de laisser les cadavres à l'intérieur des dattes. Toutefois il faut noter qu'aucun produit chimique n'est accepté par les pays importateurs des dattes. (Idder, 2011).

Sur le palmier dattier, la lutte contre ce ravageur, a longuement fait appel aux différents pesticides que proposait l'agriculture conventionnelle. Cependant, de tels produits ne permettaient d'éradiquer l'attaque, mais s'accompagnent de méfaits à l'environnement et la sécurité des produits alimentaires, sans oublier, toutefois les problèmes de résistance, de déséquilibre faunique et de résidus toxiques sur le péricarpe qui peuvent constituer par conséquent, un risque à la santé humaine. Ceci a suscité depuis le début des années 90, l'attention des consommateurs qui sont devenus de plus en plus avertis vis-à-vis des méfaits

des pesticides et des produits agrochimiques en général, aussi bien sur le milieu naturel que sur la santé du consommateur. (Ksentini, 2009)

### B. Lutte physique

Etant donné la biologie de cet insecte, l'application de certaines techniques préventives (l'ensachage des régimes, le ramassage des déchets de fruits et leur incinération, le traitement des dépôts par fumigation des dattes en plein champ et dans les unités de conditionnement) permet de réduire les attaques de la pyrale. (Djerbi, 1994 ; Alhaidary, 1979)

L'utilisation des radiations (Gamma) peut provoquer la mort ou la stérilité d'*Ectomyelois ceratoniae*. L'irradiation provoque la stérilité des mâles, mais ils gardent tout leur potentiel d'activité sexuelle. Leur accouplement entraîne de la part des femelles des pontes stériles. (Benaddoun, 1987 ; Dridi et al., 2000)


### C. Lutte biologique



Actuellement la lutte biologique reste comme méthode alternative et perspective d'avenir pour lutter d'une manière efficace contre la pyrale. Il s'agit de détruire les insectes par l'utilisation de leur ennemi naturel. (Zouiouche, 2012)

Selon Bouka et al. (2001). Les populations de *E.ceratoniae* peuvent être limitées par deux parasitoïdes hyménoptères, *Phnerotomaocuralis* sur les dattes en régime et *Bracon hebetor* dans les dattes tombées au sol.

D'après Doumandji-Mitiche et Doumandji (1993), signalent la présence de trois ennemis naturels qui sont : *Trichogramma embryophagum* Hartigest un parasitoïde des œufs (ovo parasite). *Phanerotoma flavitestacea* Fischer et *Phaneroto maocuralis* Khl, sont des parasitoïde sovo-larvaires. *Bracon hebetor* Say est un parasitoïde des larves. (Tableau 04)

Tableau 4 : Les différents ennemis de la pyrale

Ennemis	Nom de l'espèce
	<p><i>Trichogramma embryophagum</i> (anonyme)</p>

	<p><i>Phanerotoma flavitestacea</i> (anonyme)</p>
	<p><i>Bracon hebetor</i> (anonyme)</p>

D'après **Idder, 1984 ; Doumandji-Mitiche et Idder, 1986** , le taux de parasitisme des œufs d'*Ectomyelois ceratoniae* par les *trichogrammes* atteint jusqu'à 19.35%.

## Chapitre II

### 1. Les champignons entomopathogènes

#### 1.1 Définition

Les champignons entomopathogènes sont des agents pathogènes eucaryotes qui provoquent des maladies chez les insectes, ce type de champignons possèdent des noyaux, des organites bien définis et une paroi chitineuse. Se présentent parfois sous forme de cellules individuelles, mais le plus souvent sous forme de filament constituant le mycélium et dans lesquels sont rangées les cellules. Leur reproduction se fait par formation de spores sexuées ou asexuées. (Boukhalfa, 2018)

#### 1.2 Taxonomie

Les champignons entomopathogènes ne forment pas un groupe monophylétique, ils appartiennent à différents taxons rattachés à plusieurs des principaux groupes fongiques. On en connaît près de 700 espèces appartenant à une centaine d'ordres différents.

D'après Ferron (1975) et selon la classification d'Ainsworth et Bisby (1971) in Hawksworth et *al.* (1983), les champignons entomopathogènes appartiennent à quatre groupes : les champignons imparfaits, les Entomophtorales, les Coelomomyces et les Ascomycètes.

A présent, la systématique ou l'étude de la diversité biologique en vue de sa classification, se concentre, à la lumière des découvertes récentes, sur une classification phylogénétique remplaçant la classification classique (Saiah, 2014). La classification classique établit des groupes ou taxons en fonction d'un simple critère de ressemblance globale. Une classification phylogénétique suppose que l'on regroupe les êtres vivants en fonction de leurs liens de parenté. (Vega et *al.*, 2012)

La Classification phylogénétique est importante dans la mesure où elle est souvent prédictive des traits collectifs hérités par les descendants d'un ancêtre commun. (Hibbett et *al.*, 2007)

D'après Humber (2012) et Vega *al.* (2012), et selon la classification de Hibbett et *al.* (2007), les champignons entomopathogènes appartiennent à 4 divisions différentes : Chytridiomycota, Zygomycota, Basidiomycota et Ascomycota.

##### a) Les Chytridiomycota

Sont des espèces aquatiques dont les spores portent un flagelle. On les considère comme

les ancêtres de tous les autres champignons. La classification la plus récente d'Hibbett et *al.* (2007) a redéfini l'embranchement des *Chytridiomycota* comme un ensemble polyphylétique qui a été scindé en trois phylums : Les Chytridiomycota (deux classes : Chytridiomycètes et Monoblepharidomycetes ; Les Neocallimastigomycota et les Blastocladiomycota ; Parmi ces trois phylums, le troisième regroupe un nombre important de genres avec de nombreuses espèces entomopathogènes.

#### **b) Zygomycota**

Ce sont des espèces à spores non flagellées dont les cellules ne sont pas séparées par des cloisons. Les études actuelles phylogénétiques moléculaires (**White et al., 2006 ; Hibbett et al., 2007**) placent les anciens membres des Zygomycètes en quatre sous-embranchements non affiliés (Mucoromycotina, Zoopagomycotina, Kickxellomycotina et entomophthoromycotina). Les Entomophthorales représentent les plus importants zygomycètes entomopathogènes.

#### **c) Basidiomycota**

Les spores se développent à l'extrémité de cellules spécialisées appelés basides. Parmi les trois sous-embranchements des basidiomycètes (Pucciniomycotina, Ustilaginomycotina et Agaricomycotina), les parasites se trouvent seulement dans les Septobasidiales des Pucciniomycetes, un groupe qui inclut les champignons de la rouille phytopathogène (**Aime et al., 2006**)

#### **d) Ascomycota**

Les spores dans ce phylum sont produites à l'intérieur de sacs appelés les asques et sont à maturité projetées à l'extérieur par l'ouverture de ces derniers. Les Ascomycota sont classés en trois sous-embranchements. Deux d'entre eux ne renferment pas de genres pathogènes d'insectes. Le sous-embranchement Taphrinomycotina sont saprophytes ou pathogènes de plantes et de vertébrés. (**Hibbett et al., 2007**)

Beaucoup de levures (Saccharomycotina) sont associés avec des insectes dans la mesure où ces derniers dispersent leurs spores (Vega et Dowd, 2005). Cependant, ils ne sont en aucun cas pathogènes d'insectes. (**Kurtzman et al., 2011**)

Cependant, le sous-embranchement des Pezizomycotina renferment des genres entomopathogènes (Benjamin et *al.*, 2004 ; Humber, 2008 ; Blackwell, 2010), ce sont les plus nombreux et les plus complexes des Ascomycètes du point de vue morphologique et écologique. (**Schoch et al., 2009**)

### 1.3 Cycle biologique

Le cycle biologique des champignons entomopathogènes diffère légèrement selon les groupes taxonomiques, mais il comprend toujours une phase parasitaire (de l'infection de l'hôte jusqu'à la mort de ce dernier) et une phase saprophyte (après la mort de l'insecte-hôte). La survie de Ces champignons, et leur reproduction, est dépendante de l'infection d'insectes-hôtes et entraîne invariablement la mort de ceux-ci. (**Paine, 1983**)

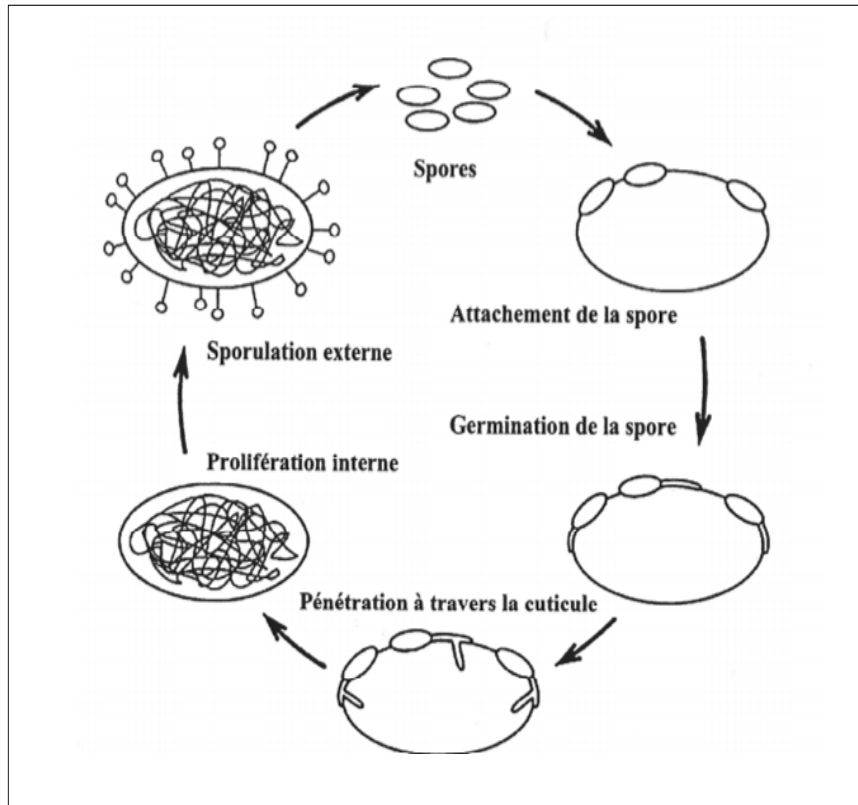


Figure 8: Schéma du cycle biologique des champignons entomopathogènes

(**Ferron et al., 1993**)

Les champignons entomopathogènes se fixent généralement à la surface externe du corps des insectes sous la forme de spores microscopiques (il s'agit généralement de spores mitosporiques asexuées également appelées conidies).

Dans des conditions favorables de température et d'humidité (généralement élevée), ces spores germent, se développent sous forme d'hyphes et colonisent la cuticule de l'insecte, finalement ils traversent la cuticule et atteignent la cavité du corps de l'insecte (hémocèle) (**Clarkson et Charnley, 1996**). Ensuite, les cellules fongiques prolifèrent dans la cavité du corps de l'hôte, généralement sous forme d'hyphes dotées de parois cellulaires ou sous la



forme protoplaste sans parois (selon l'espèce de champignon impliquée). Au bout d'un certain temps, l'insecte est généralement tué (parfois par des toxines fongiques) et de nouvelles propagules (spores) se forment dans l'insecte si les conditions environnementales sont à nouveau favorables ; une forte humidité est généralement nécessaire pour la sporulation. **(St Leger, 1993)**

Le mode d'infection des champignons entomopathogènes se divise en quatre étapes distinctes : l'adhésion, la germination, la pénétration et la dissémination et la production des toxines. **(Ferron et al., 1993)**

#### **1.4 Interaction insecte-champignons**

Les champignons peuvent engendrer des maladies sur divers insectes. L'infection est provoquée par la pénétration du mycélium à travers le tégument de l'insecte après développement du mycélium. La mort de l'insecte intervient en quelques jours ou quelques semaines selon la taille de l'hôte. Ce dernier se recouvre alors d'un duvet mycélien qui présente une couleur variable selon l'espèce **(Wraight et Roberts, 1987 ; Goettel, 1992)**

#### **1.5 Mode d'action**

Généralement, les champignons entomopathogènes tuent ou réduisent la vigueur des hôtes qu'ils infectent. Ces ennemis naturels sont plus efficaces lorsque l'insecte ciblé est préalablement affaibli par un autre facteur comme un stress nutritif. Compte tenu de leur mode de transmission et de leurs besoins abiotiques, ils sont généralement très efficaces lorsque la densité des populations d'insectes ciblés est très élevée, quoi qu'il en soit, le système immunitaire des insectes peut fortement influencer la pathogénicité de ces ennemis naturels. **(Benserradj, 2014)**

La cuticule de l'insecte est une barrière structurellement et chimiquement complexe pour la pénétration du champignon. Les champignons peuvent infecter les insectes par pénétration directe à travers la cuticule **(Clarkson et Charnley, 1996)**, au contact de la cuticule de l'insecte, la spore, l'unité infectieuse du champignon, germe et pénètre au travers du tégument en combinant des pressions mécaniques et enzymatiques. **(St Leger, 1993)**

Le champignon croît rapidement dans l'hémocoel. Les insectes susceptibles au champignon meurent généralement dans un délai de 3 à 10 jours. Quand l'insecte meurt, le champignon entre dans un stade hyphal, colonise les organes internes puis sporule à la surface de l'insecte.

## 1.6 Utilisation des champignons entomopathogènes dans la lutte

Parmi les micro-organismes entomopathogènes ayant un potentiel d'agent de lutte biologique contre les insectes nuisibles, plus de 500 espèces de champignons sont susceptibles d'infecter des insectes. (Starnes *et al.*, 1993)

Les microchampignons entomopathogènes sont des agents de lutte très intéressants du fait de leur aptitude à infecter l'hôte par ingestion ou par simple contact avec tous les stades, œuf, larve, adulte sensibles ainsi que les succeurs-piqueurs (Carruthers et Soper, 1987). Ils peuvent être produits en masse à moindre coût et peuvent être appliqués avec les méthodes conventionnelles. (Khachatourians, 1987)

Le plus grand nombre de ces champignons pathogènes se trouve dans la classe des Zygomycètes, mais les plus utilisés en lutte biologique proviennent des Deutéromycètes (*Fungi imperfecti*). Les espèces des genres *Beauveria*, *Metarhizium*, *Verticillium*, *Erynia*, *Hirsutella*, *Entomophthora*, *Entomophaga*, *Paecilomyces* et *Aschersonia* sont les plus utilisées en lutte biologique. Elles ont un intérêt agronomique majeur dans la lutte biologique contre les ravageurs de cultures et font l'objet d'études de plus en plus poussées. (William *et al.*, 2007)

## 2. La biodégradation des pesticides par les champignons entomopathogènes

### 2.1 Les pesticides

#### 2.1.1 Définition

Étymologiquement, pesticide est formé du mot français « peste » (fléau, maladie) et du suffixe « -cide » provenant du latin *caedere* (tuer). Littéralement, un pesticide est donc un « tueur de fléaux ». À l'origine, il s'agissait d'un « tueur » chimique (arsenic, soufre) utilisé pour lutter contre les « fléaux » (insectes ravageurs) des cultures agricoles. Au cours du XX<sup>ème</sup> siècle, le nombre de pesticides a augmenté et leur application s'est diversifiée. (Maryline, 2009)

Actuellement, le terme « pesticide » est une appellation générique désignant toutes les substances naturelles ou synthétiques utilisées pour la prévention, le contrôle ou l'élimination d'organismes (microorganismes, animaux ou végétaux) jugés indésirables ou nuisibles pour l'agriculture, mais également pour d'autres applications (hygiène et santé publiques, soins vétérinaires, traitements de surfaces non-agricoles...). (Institut Pasteur, 1999 ; Aubertot *et al.*, 2005 ; ORP, 2008)

## 2.1.2 Composition et Formulation des pesticides

### a) Composition des pesticides

Un pesticide comprend les éléments suivants :

**Matière active (MA)** : La matière active (MA) est la partie la plus importante d'un produit, car c'est le produit chimique toxique qui tue / lutte contre le ravageur visé. Tous les autres produits chimiques dans la formulation sont là pour l'aider. Il est très important d'identifier la (ou les) matière(s) active(s), afin d'être en mesure de remonter la filière et d'en savoir plus sur le pesticide.

**Solvant** : C'est Un produit chimique utilisé pour dissoudre la ou les MA (s) pour les rendre liquides. Peut être lui-même toxique et a sa propre classification de risque, par exemple, le toluène et le xylène.

**Surfactant** : Abréviation d'agent actif de surface, appelée aussi humecteur, épandeur et collant, il réduit la tension de la surface, augmente l'émulsion, la diffusion et les propriétés humectantes des formulations liquides pour permettre au pesticide de coller aux parasites ou de s'étendre de manière plus uniforme sur les feuilles et les surfaces de la plante.

**Adjuvant** : Un produit chimique qui réduit le potentiel de nuisance à une récolte par un pesticide, il est ajouté à un pesticide pour en accroître l'efficacité.

Il n'est actif qu'en présence des ma des pesticides, par exemple, le piperonyl butoxide, qui est ajouté à des insecticides pyréthrinoïdes de synthèse pour stimuler leur activité

**Vecteur** : Un solide inerte utilisé pour diluer la ma du pesticide pour en faciliter l'application

**Coloris et marqueurs olfactifs** : Ils donnent au pesticide une odeur ou un goût désagréable pour réduire les risques d'ingestion du produit par accident. (Projet PNUE, 2004)

### b) Formulation des pesticides

La plupart des pesticides sont des produits formulés prêts à l'emploi. Les formulations dépendent de facteurs tels que la cible, la persistance souhaitée, la facilité d'application, et même les efforts de réduction de la toxicité d'un produit. Voici quelques formulations :

- Poussières sèches, ou appâts granulés secs, par exemple, boulettes anti-limaces, rongicides
- Poudres mouillables diluées avec de l'eau, à utiliser avec un pulvérisateur
- Emulsions de liquides prêts à être dilués
- Concentré émulsifiable (CE)
- Suspension concentrée (SC)

- Formulations à très faible volume (ULV), pour la pulvérisation sous une forme concentrée en petites gouttelettes, en utilisant des équipements spécialisés. (**Projet PNUE, 2004**)
- Pesticides fumigènes, qui sont brûlés dans un espace confiné (bandes et papiers à libération lente, utilisés dans les étables, les entrepôts pour denrées alimentaires et pour la lutte contre les mouches)
- Aérosols

### 2.1.3 Comportement des pesticides dans l'environnement

Lors du traitement des cultures, la majeure partie des quantités de pesticides apportées atteint le sol, soit parce que les pesticides y sont directement appliqués, soit parce que la pluie a lessivé le feuillage des plantes traitées. Le sol occupe donc une position centrale dans la régulation du devenir des pesticides dans l'environnement. (**Barriuso et al., 1996**)

### 2.1.4 Impacts des pesticides

#### • Impacts des pesticides sur l'environnement

Les pesticides peuvent être responsables de pollutions diffuses et chroniques et/ou aiguës et accidentelles, lors de leur fabrication, transport, utilisation ou lors de l'élimination de produits en fin de vie, dégradés, inutilisés ou interdits. Les risques pour l'environnement sont d'autant plus grands que ces produits sont toxiques, utilisés sur des surfaces et à des doses/fréquences élevées et qu'ils sont persistants et mobiles dans les sols, présentant ainsi un danger pour la population et les écosystèmes (insecticides néonicotinoïdes et déclin des abeilles). Pour les pouvoirs publics, les obligations les plus immédiates sont le respect des normes de contamination des eaux : normes en vigueur pour les pesticides dans les eaux de boisson, normes pour toutes les «masses d'eau» (Directive cadre eau), de surface et souterraines. L'air et les sols pourraient à terme être également concernés. Les leviers d'actions consisteraient à intervenir sur la dispersion des pesticides dans l'environnement (30 à 50% des substances actives qui peuvent se retrouver dans l'air lors d'un épandage par pulvérisation) et sur les moyens de limiter leur transfert vers les milieux aquatiques. (**Inra, 2005**)

#### • Impacts des pesticides sur la santé humaine

Les pesticides peuvent se retrouver dans l'organisme humain directement par ingestion, inhalation ou pénétration cutanée ou indirectement par l'intermédiaire des sols, des poussières, d'eau ou d'aliments contaminés. (**WHO, 1992**).

Les résidus de pesticides peuvent entraîner des désagréments pour la santé comme : des troubles de la reproduction, le développement du système nerveux. Une toxicité neurologique aiguë, l'affaiblissement du développement neurologique chronique, un dysfonctionnement des systèmes immunitaires de la reproduction et endocrinien ont également été rapportés (**Aissaoui, 2013**). L'exposition aux pesticides peut aussi être la cause du développement de cancer. (**Hercegovà et al., 2007**)

Certains pesticides sont aussi considérés comme étant des perturbateurs endocriniens, c'est-à-dire qu'ils interfèrent avec les hormones en stimulant leur action par ailleurs, il a été montré que chez les agriculteurs, les cancers de la prostate et de l'estomac étaient plus fréquents. (**Meyer et al., 2003**)

- **Impacts des pesticides sur la faune sauvage**

De nombreux pesticides sont toxiques pour les insectes bénéfiques, les oiseaux, les mammifères, les amphibiens ou les poissons. L'empoisonnement de la faune sauvage dépend de la toxicité d'un pesticide et de ses autres propriétés (par exemple, les pesticides solubles dans l'eau peuvent polluer les eaux de surface), de la quantité appliquée, de la fréquence, du moment et de la méthode de pulvérisation (par exemple, la pulvérisation fine a tendance à être emportée par le vent), du climat, de la structure de la végétation et du type de sol. Les insecticides, rodenticides, fongicides (pour le traitement des semences) et les herbicides, encore plus toxiques, menacent la faune sauvage qui y est exposée. (**Richard, 2010**)

Les pesticides utilisés en agriculture peuvent réduire l'abondance des mauvaises herbes et insectes, qui sont une source importante de nourriture pour de nombreuses espèces. Les herbicides peuvent changer les habitats en altérant la structure de la végétation, et finalement conduire au déclin de la population. Les fongicides ont également permis aux agriculteurs de ne plus avoir recours aux 'cultures secondaires' telles que l'herbe ou les racines. Cela a conduit au déclin de certaines mauvaises herbes des terres arables. (**Boatman et al., 2007**)

- L'empoisonnement de la faune sauvage par des insecticides, rodenticides, fongicides (sur les semences traitées) et herbicides très toxiques peuvent provoquer le déclin majeur d'une population.

- Les pesticides accumulés le long de la chaîne alimentaire, particulièrement les perturbateurs endocriniens, présentent un risque à long-terme pour les mammifères, les oiseaux, les amphibiens et les poissons.

- Les insecticides et herbicides à large spectre réduisent les sources de nourriture pour les

oiseaux et les mammifères. Cela peut amener à un déclin substantiel des populations d'espèces rares.

- En altérant la structure de la végétation, les herbicides peuvent rendre les habitats inappropriés pour certaines espèces. Cela menace les insectes, les oiseaux des zones agricoles et les mammifères. **(Richard, 2010)**

- **Impacts des pesticides sur la faune aquatique**

Les cas d'emploi des pesticides qui présentent un risque élevé pour les communautés d'espèces aquatiques comprennent la dérive au vent des pulvérisations d'insecticides et le ruissellement d'herbicides depuis les champs **(Verro et al., 2009)**. Cependant, dans une étude sur les risques de 261 pesticides pour les écosystèmes aquatiques des fossés de champs, environ 95 % des risques prévus provenaient de seulement 7 pesticides. **(De Zwart 2005)**

Des pesticides plus sélectifs (sans impact ou avec un impact minimum sur les organismes non-ciblés) seraient nettement préférables. Les eaux de surface sont fréquemment contaminées par des insecticides, dans le cadre d'un usage normal, à des niveaux supérieurs à ceux connus pour affecter les poissons et les invertébrés aquatiques, comme la daphnie ou la crevette. Par exemple, cela a été observé pour les niveaux d'azinphos-méthyl, de chlorpyrifos et d'endosulfan dans l'environnement aquatique. **(Schulz, 2004)**

De la même façon, le chlorpyrifos et l'endosulfan ont été classés comme "produits chimiques potentiellement préoccupants pour l'environnement". Une évaluation a établi que les effets néfastes de l'endosulfan sur les poissons et les invertébrés sont préoccupants quand cet insecticide est utilisé à proximité des écosystèmes aquatiques. **(Carriger & Rand, 2008)**

Dans des tests sur le terrain, l'insecticide carbaryl est apparu comme affectant la composition d'une communauté aquatique d'amphibiens et d'insectes en modifiant la colonisation des bassins et le nombre d'œufs pondus. **(Vonesch & Klaus, 2009)**

- Les insecticides et les herbicides présents dans les eaux de surface (arrivés par dérive au vent des pulvérisations ou ruissellement) peuvent altérer la composition des espèces des communautés aquatiques et affecter les poissons et les invertébrés,

- Les insecticides (organophosphorés, carbamates) ont des effets toxiques sur le système nerveux des amphibiens qui peuvent altérer leur comportement. Les herbicides (par exemple, l'atrazine) peuvent affaiblir le système immunitaire des têtards de grenouilles, ce qui peut rendre les amphibiens encore plus sensibles aux parasites néfastes comme les nématodes. Les effets indirects peuvent être fatals.

- Les urées substituées (herbicides) telles que le diuron contaminent fréquemment les eaux de surface et les eaux souterraines. Les fongicides à base de cuivre sont hautement toxiques pour les poissons et ont la capacité de s'accumuler. **(Richard,2010)**



Figure 9: effet des pesticides sur un milieu aquatique **(Richard ,2010)**

#### ➤ **Problème de Persistance des pesticides**

Comme la grande majorité des pesticides sont des produits composés de synthèse, qui n'existent pas dans la nature, il n'existe souvent aucun organisme ayant évolué naturellement pour décomposer ces poisons dans des substances moins nocives.

En conséquence, de nombreux pesticides sont aussi persistants dans le corps humain, les sols et l'eau, et bioaccumulables dans la chaîne alimentaire et l'environnement. Ils sont l'un des rares groupes de produits chimiques délibérément propagé dans le lieu de travail agricole et dans l'environnement.

Ces pesticides franchissent les frontières nationales, transportés par air et par mer, et s'accumulent dans l'environnement, en particulier dans les climats froids, car ils se décomposent plus lentement lorsque la température est plus basse.

Leur persistance et leur capacité de s'accumuler dans les tissus adipeux, font à que l'on retrouve des traces dans la plupart des êtres humains et dans toute sorte d'animaux sauvages, même dans des régions isolées de la planète (loin de leur point d'utilisation). Par exemple, on trouve des quantités de pesticides organochlorés persistants (tel que le DDT) supérieures aux limites de sécurité prescrites par l'OMS, dans le lait maternel des femmes nuit dans l'Arctique. **(Projet PNUE, 2004)**

## 2.2 Dégradation des pesticides

### 2.2.1 Dégradation abiotique

La dégradation est un processus clé dans le devenir des pesticides dans le sol. Elle est due à de nombreuses transformations abiotiques (physico-chimique) ou biotiques (biologique).

Ces modifications peuvent être partielles, par l'élimination d'un groupe fonctionnel ou complète jusqu'à la production de molécules minérales (la minéralisation) (**Calvet et al., 2005**). Lorsque la transformation est partielle elle se traduit par l'apparition de nouvelles molécules : les métabolites, aux propriétés différentes des molécules mères. (**Yaron, 1989**)

#### a) La photo-décomposition

Aussi bien dans l'air, à la surface du sol, dans l'eau ou sur la plante, les liaisons chimiques entre les atomes des pesticides peuvent être détruites par photodégradation par les rayons ultraviolets et les rayons X (**Calvet et al., 2005**). Les réactions photochimiques englobent différents types de réactions telles que des oxydations, des hydroxylations, des polymérisations, déchlorinations, etc. ces réactions se produisent soit directement par l'excitation du pesticide. Soit par l'intermédiaire d'un autre composé susceptible lui aussi d'être excité facilement (**Schiavon et al., 1995**).

#### b) La dégradation chimique

Dégradation chimique ou abiotique se produit par des réactions incluant l'hydrolyse, l'oxydoréduction et l'ionisation. (**Beltran et al., 2001**)

Les réactions d'hydrolyse sont catalysées par la présence d'hydrogène ou d'ion hydroxyde, d'où un taux de réaction fortement dépendant du pH. (**Gavrilescu, 2005**)

### 2.2.2 Dégradation biotique (biologique ou biodégradation)

- **Définition**

La biodégradation a été définie comme une transformation structurelle d'un composé "parent" induite biologiquement et qui modifie son intégrité moléculaire.

Cette transformation nécessite que le composé (pesticide) soit biodégradable c'est-à-dire que les microorganismes du sol possèdent l'appareil enzymatique nécessaire pour l'attaquer (**Barriuso et al., 2000**). Si la molécule peut être utilisée directement par la microflore dégradante comme source de carbone et d'énergie, on parle de métabolisme. Au contraire,



quand l'énergie nécessaire aux micro-organismes est fournie par la dégradation d'un autre substrat – nommé co-substrat – on parle de co-métabolisme. Les principales réactions impliquées dans la biodégradation des pesticides par la microflore du sol sont des réactions d'hydrolyse, d'oxydation, de réduction et de conjugaison. (Yaron, 1989)

- **Les microorganismes impliqués dans la biodégradation**

Le nettoyage des sols à l'aide de microorganismes est une technique très connue, car elle était utilisée à des fins d'exploitation minière (Lallemand-Barrès, 1993).

Ces microorganismes ont été exploités pour la biodégradation des sols pollués, grâce à leur capacité à dégrader une vaste variété de composés organiques (Fuagier, 2010). Le principe de biodégradation s'explique par la dégradation des composés à base de carbone par des microorganismes. Ces derniers peuvent être classés en microorganismes indigènes qui sont déjà présents dans la zone à traiter et qui sont capables de dégrader les polluants existants, ou des microorganismes exogènes qui sont ajoutés au milieu pollué au besoin, ou encore être isolés d'un échantillon du site contaminé, cultivés et identifiés au laboratoire puis réintroduits dans le sol et c'est ce qu'on appelle la bioaugmentation (Abdelly, 2007). Beaucoup de ces isolats de bactéries ou fongiques qui sont capables de dégrader certains de ces composés ont été rapportés. (Hulsen et al., 2002)

- **Champignons entomopathogènes en tant qu'agents de biodégradation**

D'après le mémoire de (Achoub et Saadoune, 2017), On cite quelques exemples des pesticides qui peuvent être dégradé par les champignons et qui nous trouvent ces derniers d'après (Boufennara et Becila, 2017) dans *Ectomyeloides ceratoniae*. (Tableau 5)

Tableau 5 : Les genres qui peuvent dégrader les pesticides et qui on trouve dans la lutte d'*E. ceratoniae*

Nom de pesticide	Genre	Le genre existe dans la lutte de pyrale ?	Référence
L'atrazine	<i>Fusarium</i> <i>Aspergillus</i>	✓	

<b>La métribuzine</b>	<i>Aspergillus</i> <i>Fusarium</i>	✓	<b>(Achoub et Saadoune, 2017)</b>  <b>(Boufennara et Becila, 2017)</b>
<b>Le Glyphosate</b>	<i>Aspergillus</i>	✓	
<b>Les endosulfans</b>	<i>Aspergillus</i>	✓	

Tout cela n'est considéré que comme des hypothèses, la partie expérimentale est donc nécessaire pour valider ces théories.

---

## Conclusion

Par le présent travail , nous avons essayé de contribuer à lever le voile sur un phénomène biologique très répandue , et par la suite essayé de donner des solutions en utilisant des méthodes de lutte biologiques (champignons entomopathogènes ) et en plus la on donne les solutions de la biodégradation des pesticides par l'utilisation des champignons que nous leur avons parlé précédemment et par cette étape en valide la protection de l'environnement ,de la nature et principalement la sante humaine.

Le patrimoine phoenicicole algérien est confronté à de nombreux problèmes Phytosanitaires. La pyrale de la datte *Ectomyelois ceratoniae* est l'un des déprédateurs les plus rencontrés, qui cause des préjudices considérables à la récolte tant du point de vue qualitatif que quantitatif.

L'utilisation des champignons entomopathogènes qui ont été isolées de la pyrale de datte *Ectomyelois ceratoniae* étant considérés comme des agents de mortalité des insectes naturels et sûrs par rapport à l'environnement, on s'intéresse dans le monde entier à leur utilisation et leur manipulation pour la lutte biologique contre la pyrale.

Les champignons entomopathogènes peuvent éliminer la pyrale de datte *Ectomyelois ceratoniae* par une prolifération dans la cavité du corps de l'hôte, l'insecte est généralement tué parfois par des toxines fongiques, et de nouvelles propagules (spores) se forment dans l'insecte.

Les champignons entomopathogènes isolées ont un deuxième rôle qui est la capacité de sécréter des enzymes capables de dégrader les composés organiques également composés de longues chaînes de carbone et d'hydrogène comme les pesticides, structurellement proches de nombreux polluants organiques, ces substances organiques ou bien les pesticides sont utilisées pour protéger les plantations des maladies. Ces derniers sont encore appelés produits phytopharmaceutiques qui sont toutes substances chimiques naturelles ou de synthèse utilisées en agriculture pour contrôler les différentes sortes de nuisibles (pests) (maladies, ravageurs et mauvaises herbes) à l'exception des produits à usage médical et vétérinaire. Mais un certain nombre de produits peuvent être à usage mixte. mais leurs impacts indésirables sur l'écosystème et la sante humaine amener les chercheurs à envisager d'utiliser des solutions biologique .

Parmi les genres des champignons entomopathogènes qui peuvent dégrader les pesticides et qui on trouve dans la lutte d'*Ectomyelois ceratoniae* sont *Fusarium* et *Aspergillus...etc*,

qui sont déjà présents dans la zone à traiter ou isolés d'un échantillon du site contaminé, cultivés et identifiés au laboratoire puis réintroduits dans le sol.

Donc nous avons protégé le palmier dattier et la culture des dattes des dommages causés par les insectes, ainsi que la décomposition ou la biodégradation des pesticides nocifs de manière efficace et respectueuse de l'environnement à l'aide des champignons entomopathogènes.

## Références bibliographique

1. **Absi, R., (2013).** *Analyse de la diversité variétale du palmier dattier (Phoenix dactylifera L.) : Cas des Ziban (Région de Sidi Okba).* Thèse de Master, Université Mohamed Khider - Biskra. p08.
2. **Abdelly, C. (2007).** Bioremediation / Phytoremediation.
3. **Achoub A et Saadouné I, (2017).** Biodégradation des pesticides et recherche d'actinobactéries d'origine Saharienne présentant ces aptitudes métaboliques. Mémoire de master, Constantine, p 24-27.
4. **Aissaoui A., (2013).** Evaluation du niveau de contamination des eaux de barrage de hummam Grouz de la région de Oued Atmania (wilaya de Mila) par les activités agricoles, mémoire de magistère, P: 26-28-29.
5. **Amirouche M., Bouza M., Hamdipacha A., Semadi A Et Zaidi L ., 1975:** Comptes rendu du voyage d'étude en oasis algérienne sur thème du palmier dattier .I.N.A 'al Harrach Alger. pp44, 45.
6. **Anonyme, 2005,** [www.orkos.com/Downloads/petits\\_wallpapers/Orkos\\_wallpaper\\_14.jpg](http://www.orkos.com/Downloads/petits_wallpapers/Orkos_wallpaper_14.jpg)
7. **Aubertot J.N., Barbier J.M., Carpentier A., Gril J.J., Guichard L., Lucas P., Savary S., Savini I., Voltz M. (éditeurs), 2005.** Pesticides, agriculture et environnement. Réduire l'utilisation des pesticides et limiter leurs impacts environnementaux. Rapport d'expertise scientifique collective, INRA et Cemagref (France).  
[http://www.inra.fr/l\\_institut/expertise/expertises\\_realisees/pesticides\\_agriculture\\_et\\_enviroment](http://www.inra.fr/l_institut/expertise/expertises_realisees/pesticides_agriculture_et_enviroment)
8. **BARriuso E., Calvet R., Schiavon M., Soulas G., 1996.** Les pesticides et les polluants organiques des sols : Transformations et dissipation. Etudes et Gestion des Sols, numéro spécial : Le sol, un patrimoine menacé ?, 3/4, 279-295,  
[http://www.inra.fr/internet/%20Hebergement/afes/pdf/EGS\\_3\\_4\\_BARRIUSO.pdf](http://www.inra.fr/internet/%20Hebergement/afes/pdf/EGS_3_4_BARRIUSO.pdf)
9. **Barriuso, E., G. Soulas et M. Schiavon (2000).** "Rétention et dégradation des pesticides dans le sol." Hydrogéologie 1 : 49-56.
10. **Belguedj. M., 1996,** «caractéristique des cultivars de dattiers du nord-est du Sahara Algérien.»
11. **Beltran J., Hernandez F., Lopez F. J., Morell I., (2001).** Study of sorption processes of selected pesticides on soils and ceramic porous cups used for soil solution sampling. *International journal of environmental analytical chemistry* 58, P: 287-303.

12. **Benaddoun A, 1987**-Etude bio-écologique d'*Ectomyelois certoniae* (Lepidoptera-Pyrilidae) à Ghardaia .Mémoire ingénieur ., INA EL Harrach , Alger ,53p.).
13. **Ben Mbarek S & Deboub I, 2015**. Valorisation des sous-produits du palmier dattier et leurs utilisations, mémoire de de Master Académique, p 22.
14. **Berrabeh A et Bennour I, 2018**. Etude des variations d'infestation de la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* Zeller sur différents cultivars de dattiers de la wilaya d'EL Oued, mémoire de master, El Oued, p 01.
15. **Boatman ND, et al**, Impacts of agricultural change on farmland biodiversity in the UK, In: Hester RE, and Harrison RM (eds), Biodiversity under threat, RSC Publishing, Cambridge, UK 2007, pp. 1-32.
16. **Boufennara B, Becila H ,2017**- Isolement des champignons entomopathogènes à partir d'*Ectomyelois ceratoniae* (Zeller). Mémoire de master, Constantine, p 20.
17. **Boughnou. N., 1988**, «essai de production du vinaigre à partir des déchets de dattes.» thèse magister, institut national d'agronomie, El Harrach
18. **Bouka H., Chemseddine M., Abbassi M .,et Brun J.,2001**-la pyrale des dattes dans la région de Tafilat et au Sud-Est du Maroc . Revu Fruit. . Vol 56 (3), pp 189-195.
19. **Boukhalfa S, (2018)**. Isolement et identification des souches fongiques entomopathogènes locales et application sur le moustique domestique *Culex pipiens*. Mémoire de master, Bouira, p 01-09.
20. **BRUN J., MARRO J. -P.et IPERTI G., 1998** : La lutte biologique – Les ravageurs du palmier dattier, Ed. I.N.R.A. U.R.B.I.C. / Antibes, Paris, 6 p.
21. **[Calvet et al., 2005]** Calvet, R., Barriuso, E., Bedos, C., Benoit, P., Charnay, M.- P., & Coquet, Y. (2005). Les pesticides dans le sol : conséquences agronomiques et environnementales. France Agricole Edition
22. **Carriger JF, and Rand GM**, Aquatic risk assessment of pesticides in surface waters in and adjacent to the Everglades and Biscayne National Parks: I. Hazard assessment and problem formulation, *Ecotoxicology* 17(7): 660-679, 2008. <http://www.springerlink.com/content/w48p7732t04833w3>
23. **Carruthers, R.I. and Soper, R.S. (1987)**. Fungal Diseases. In: Fuxa, J. and Tanada, Y., Eds., Epizootiology of Insect Diseases, John Wiley and Sons Inc., New York, 357-416.
24. **Clarkson J.M & Charnley A.K. (1996)**.New insights into the mechanisms of fungal pathogenesis in insects. *Trends Microbial* .4:197-204.
25. **David L. Jones, 1995** : Palmiers du monde ; Titre original : Palms throughout the world Kônemann Verlagsgesellschaft mbH

26. **De Zwart**, Ecological effects of pesticide use in the Netherlands: Modeled and observed effects in the field ditch, *Integrated Environmental Assessment and Management* 1(2): 123-134, 2005. [http://www.bioone.org/doi/abs/10.1897/IEAM\\_2004-015.1](http://www.bioone.org/doi/abs/10.1897/IEAM_2004-015.1) (abstract).
27. **Dhouibi M. H., 1991** - Les principaux ravageurs du palmier dattier et de la datte en Tunisie. Ed. I.N.A.T. Tunis, 63p.
28. **Djerbi M, 1994** - Précis de phoeniciculture. Ed., F.A.O., Rome, 19-139-146-147-191p.  
**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.
29. **Doumandji-Mitiche B., 1977-** Les pyrales des dattes stockées. *Annales de l'Institut National Agronomique*, El Harrach, Alger, 7 (1): 31-32-58.
30. **Doumandji – Mitiche B., 1983** –Contribution à l'étude bioécologique des parasites et prédateurs de la pyrale des caroubes *Ectomyelois ceratoniae* en Algérie en vue d'une éventuelle lutte biologique contre ce ravageur. Thèse de doctorat .Univ.Paris VI.
31. **Dore T., LE Bail M., Martin P ., NEY B ., Roger-estrade J., 2006**, l'agronomie aujourd'hui .Edit.Qaue,Paris ,367 p.
32. **Dridi B., Baouchi H., Benddine F. et Zitoun A., 2000** – Lutte contre le ver de la datte *Ectomyelois certoniae* Zeller, (Lepidoptera-Pyralidae) par l'utilisation de la technique des insectes stériles (TIS) 1<sup>ère</sup> application dans la wilaya de Biskra. Atelier sur la faune utile et nuisible du palmier dattier, I.A.S. Ouargla, pp.11-16.
33. **Espiard, E. (2002)**. Introduction à la transformation industrielle des fruits .Ed. Tech et Doc- Lavoisier, 360.
34. **Fuagier, A. (2010)**. Diversité bactérienne des sols : accès aux populations à effectifs minoritaires « the rare biosphère ». L'ÉCOLE DOCTORALE ÉLECTRONIQUE, ÉLECTROTECHNIQUE, AUTOMATIQUE DE LYON.
35. **Girard, 1962** : *Note sur le palmier dattier*. C.F.P.A. de Touggourt, 133 p.
36. **Giri B., Giang P. H., Kumari R., Prasad R., Varma A., (2005)**. Microbial Diversity in Soils. Buscot F, Varma A, editors. Springer-Verlag, Berlin, Germany.
37. **Haddad L, 2000**. Quelques données sur la bio-écologie d'*Ectomyelois ceratoniae* dans les régions de Touggourt et d'Ouargla, en vue d'une éventuelle lutte contre ce prédateur, mémoire d'ingénieur en agronomie, I.A.S., Ouargla, 62 p.
38. **Hamon J., Mouchet J., Coz J., Challier A., Subra R. et Adam J.P. (1972)**. Résistance aux insecticides et contrôle des vecteurs de maladies en Afrique Occidentale et Centrale. *Doc.Tech.OCCGE. 5* : 217.

39. **Hadjeb A, (2011)**. Influence de la qualité nutritive de trois variétés de dattes sur le potentiel biologique de la Pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* (Zeller, 1839), mémoire de magister, p 07.
40. **Hercegovà A., dÖmÖtÖrova M., et Matisovà E. J., Chrom A., (2007)**. 1153 54-73.
41. **Hulsen, K., Minne, V., Lootens, P., Vandecasteele, P., and Höfte, M. (2002)**. A chlorophyll a fluorescence-based *Lemna minor* bioassay to monitor microbial degradation of nanomolar to micromolar concentrations of linuron. *Environ. Microbiol.* 4, 327–337.
42. **Idder A., 1984** – Inventaire des parasites d'*Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera, Pyralidae) dans les palmeraies d'Ouargla et lâchers de *Trichogramma embryophagum* Hartig (Hymenoptera, Trichogrammatidae) contre cette pyrale. Mémoire. Ing. INA. El-Harrach, 63 p.
43. **Idder, H. (2008)**. Interactions entre la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera-Pyralidae) et quelques cultivars de dattes dans les palmeraies de Ouargla (Sud-Est algérien). Thèse Magister, Université Kasdi Merbah – Ouargla, 95p.
44. **Idder M., Idder H., Saggou H., Pintureau B., 2009** - Taux d'infestation et morphologie de la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* Zeller sur différentes variétés du palmier dattier *Phoenix dactylifera*. *Cah Agric*, Vol. 18 n°1, pp 63-71.
45. **Idder M, 2011**-Lutte biologique en Palmerais algériennes cas de la cochenille blanche (*Parlatoria blanchadi*) de la pyrale des dattes (*Ectomyelois ceratoniae*) et du boufraoua (*oligonychus afrasiaticus*),pp :34.
46. **Institut Pasteur de Lille, 1999**. Produits phytosanitaires dans les eaux de pluie de la Région Nord – Pas-de-Calais [http://www.nord-nature.org/environnement/pollutions/pesticides\\_pasteur.pdf](http://www.nord-nature.org/environnement/pollutions/pesticides_pasteur.pdf)
47. **Lacey L. A et Undeen, A.H. (1986)**. Microbial control of flies and mosquitoes. *Ann. Rev. Entomol.* 25 :265-296.
48. **Lallemand-Barrès, (1993)**. Méthodes de dépollution des sols et des eaux pollués par les métaux (Direction Technique de l'ingénierie de l'Environnement à, France, p 31.
49. **LEPIGER A ., 1961** –Aspect scientifique et pratique de la lutte contre le ver des dattes . les journées de la datte, Biskra, pp.31-37.
50. **Lepigre A. 1963** - Essais de lutte sur l'arbre contre la pyrale des dattes (*Myelois ceratoniae* (Zeller) (Pyralidae). *Epiphyties*, 14 (2): 85-101.



51. **Maatalah. S., 1970**, «contribution à la valorisation de la datte algérienne.», thèse d'ingénieur en agronomie, institut national d'agronomie, El Harrach. Alger.
52. **Mahma S. (2012)**. Effet de quelques bioagresseurs du dattier et impact des méthodes de lutte sur la qualité du produit datte. Cas de la région de Ghardaïa, mémoire d'un Magister, spécialité protection des végétaux.
53. **Maryline P, (2009)**. Etude de la dégradation photochimique des pesticides adsorbés à la surface de particules atmosphériques, Université de Provence - Aix-Marseille, p 05.
54. **MDDELCC (2015)**. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques. Stratégie québécoise sur les pesticides 2015-2018.
55. **Meftah. F., et al, 1992**, «étude de composition chimique de la datte Algérienne au cours de la maturation et du stockage.», thèse d'ingénieur en agronomie, institut nationale d'agronomie, El Harrach. Alger
56. **Meyer A., Chrisman J., Costa Moreira J., Koifman S., (2003)**. *Environ. Res.*, 93: P: 264-271.
57. **Munier P., 1973-** Le palmier dattier. Ed. Maison-neuve et Larose, Paris, 221-367p.
58. **Ouamane A., Bensalah M., Djazouli Z., 2017 -** APPROCHE AU MONITORING DE LA PYRALE DES DATTES *ECTOMYELOIS CERATONIAE* ZELLER PAR LE RECOURS AUX MOYENS BIOLOGIQUES. *Revue Agrobiologia*. 7(1). P 312-320.
59. **Richard Isenring ,(2010)-** Les pesticides et la perte de biodiversité Comment l'usage intensif des pesticides affecte la faune et la flore sauvage et la diversité des espèces, P :3-4 :11- 12.
60. **Rygg. G., 1975**, «Date development, Handing and paking in U.S.A. Dept. of agriculture.», Washington, D.C. agriculture Handbooks
61. **Saggo H., 2001 –** Relation entre les taux d'infestation par la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (*Lepidoptera – Pyralidae*) et les différentes variétés de dattes dans la région d'Ouargla. Mémoire. Ing. I.T.A.S. Ouargla, 70 p.
62. **Schiavon M., perrier C.G., Portal J.M., (1995)**. La pollution de l'eau par les produits phytosanitaires, et at et origine, *Agronomie*, vol 15 : P: 157-170.
63. **Schulz R**, Field studies on exposure, effects, and risk mitigation of aquatic nonpoint-source insecticide pollution: A review, *Journal of Environmental Quality* 33(2): 2004. <http://jeq.scijournals.org/cgi/content/full/33/2/419>.
64. **Slimani A et Harma M, (2018)**. Valorisation des différents produits secondaires des dattes Cas de la Wilaya d'ADRAR. Mémoire master académique. Adrar. 03 p.

65. (Starnes, R. L., C. L. Liu et P. G. Marone. 1993. History, use and future of microbial insecticides. Amer. Entomol. 39:83-91. DOI: [10.1093/ae/39.2.83](https://doi.org/10.1093/ae/39.2.83)).
66. St Leger R.j.(1993).Biology and mechanisms of insect-cuticle invasion by deuteromycete fungal pathogens, in :Parasites and pathogens of insects.Beckage Ne,Thompson SN,(eds),Federici BA(eds.)Academic Press Inc,New York,USA.2 :211-225.
67. Tourte, R. (1945). Histoire De La Recherche Agricole En Afrique, Volume V, Le Temps Des Stations Et De La Mise En Valeur, 656p.
68. Touzi A., 1997- Valorisation des produits et sous-produits de la datte par les procédés biotechnologiques. Rapport de synthèse de l'atelier "Technologie et qualité de la datte", CIHEAM - Options Méditerranéennes, 214 pp.
69. Toutain G., 1977 : Elément d'agronomie saharienne – De la recherche au développement. Département agropédologie et hydraulique agricole. INRAA, Paris, 201p.
70. Viladerbo A., 1973 - Parasites et maladies. Chap. IV. Principaux parasites de la datte et du dattier. Service Entomologie – Nématologie de l'I.F.A.C. : pp 67-95.
71. Vonesh JR, and Kraus JM, Pesticide alters habitat selection and aquatic community composition, Oecologia 160(2): 379-385, 2009. <http://dx.doi.org/10.1007/s00442-009-1301-5> (abstract).
72. Wertheimer M., 1958 – Un des principaux parasites du palmier dattier Algérien : le *Myelois decolore*. Revue Fruits. Vol 13 (8), pp 109 -123.
73. William,M et al,(2007).les microchapiignons,abeilles, n°118, P 01.
74. Wraight R.J et Roberts D.W. (1987). Insect control effort with fungi. *Devel. Industr. Microbiol.* 28:77-87.
75. Yaron, B. (1989). "General Principle of Pesticide Movement to Groundwater." Agriculture, Ecosystems and Environment 26: 275-297.
76. Zouiouche F ,2012 - Comportement de la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* Zeller, vis à vis de tris variétés de palmier dattier dans la région de Biskra p:36

### Sites web :

1. ORP, Observatoire des Résidus de Pesticides, site internet consulté en septembre 2008 : <http://www.observatoire-pesticides.gouv.fr/>
2. <https://www.bio-enligne.com/lepidopteres/505-pyrale-caroubes.html>
3. <https://www.nbair.res.in>

4. <http://ephytia.inra.fr>
5. <https://alchetron.com>

## Résumé

La présence de pesticides dans les écosystèmes devient un problème à l'échelle de la planète. A l'heure actuelle, des traces de pesticides sont retrouvées dans tous les compartiments de l'environnement.

Malgré la présence de processus abiotiques, la dégradation est dominée par l'activité biologique qui joue un rôle important dans le devenir des matières actives. Les traitements biologiques, qui sont souvent utilisés pour remédier à ce genre de problèmes se basent sur des organismes vivants pour dégrader les pesticides, parmi eux les bactéries et les champignons, notre travail est basé sur la décomposition de ces substances avec des champignons entomopathogènes. Aux même temps Nous nous intéresserons ici à étudier la capacité de ces champignons dans la lutte contre pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae*, cette insecte peut menacer et endommager le patrimoine phœnicole Nous avons donc dû agir rapidement pour sauver les palmiers dattiers et les dattes qui sont de point de vue de production et qualité détient une place importante dans l'économie du pays.

**Mot clé :** pesticides, champignons entomopathogènes, pyrale, *Ectomyelois ceratoniae*, phœnicole, palmier dattiers, lutte

## **Abstract**

The presence of pesticides in the ecosystems is becoming a problem around the world. Today, traces of pesticides are found in all parts of the environment.

Despite the presence of abiotic processes, the degradation is dominated by biological activity which plays an important role in the fate of the active ingredients. The Biological treatments, which are often used to remedy such problems are rely on living organisms to degrade pesticides, among them bacteria and fungi, our work is based on the decomposition of these substances with entomopathogenic fungi. At the same time We will be interested here in studying the capacity of these fungi in the fight against the date moth *Ectomyelois ceratoniae*, this insect can threaten and damage the phoenicultural heritage We therefore had to act quickly to save the date palms and the dates which are of production and quality point of view has an important place in the country's economy.

**Key words:** Pesticides, entomopathogenic fungi, moth, *Ectomyelois ceratoniae*, phoenicultural, date palms, fight.

## المخلص

أصبح وجود المبيدات في النظم البيئية مشكلة في جميع أنحاء العالم. لليوم، تم العثور على آثار للمبيدات في جميع أنحاء البيئة.

على الرغم من وجود العمليات اللاأحيائية، إلا أن التدهور يسيطر عليه النشاط البيولوجي الذي يلعب دوراً مهماً في مصير المكونات النشطة. تعتمد المعالجات البيولوجية التي تستخدم غالباً في علاج مثل هذه المشاكل على الكائنات الحية في تحلل المبيدات الحشرية ومن بينها البكتيريا والفطريات، ويستند عملنا على تحلل هذه المواد بالفطريات الممرضة للحشرات. في نفس الوقت سنهتم هنا بدراسة قدرة هذه الفطريات في مكافحة عثة التمر، *Ectomylois ceratoniae* فهذه الحشرة يمكن أن تهدد وتضر التراث الفينيقي، لذلك كان علينا أن نتحرك بسرعة لإنقاذ النخيل والتمور التي هي من وجهة نظر الإنتاج والجودة لها مكانة مهمة في اقتصاد البلاد.

الكلمات المفتاحية: المبيدات، الفطرات الحشرية الممرضة، عثة، *Ectomylois ceratoniae*، الفينيقيين، النخيل، محاربة

**Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master**

**Filière : Biotechnologie**

**Spécialité : Mycologie et Biotechnologie Fongique**

**Titre**

**La biodégradation des pesticides par des champignons entomopathogènes isolés à partir de  
'*Ectomyelois ceratoniae*'**

**Résumé :**

La présence de pesticides dans les écosystèmes devient un problème à l'échelle de la planète. A l'heure actuelle, des traces de pesticides sont retrouvées dans tous les compartiments de l'environnement.

Malgré la présence de processus abiotiques, la dégradation est dominée par l'activité biologique qui joue un rôle important dans le devenir des matières actives. Les traitements biologiques, qui sont souvent utilisés pour remédier à ce genre de problèmes se basent sur des organismes vivants pour dégrader les pesticides, parmi eux les bactéries et les champignons, notre travail est basé sur la décomposition de ces substances avec des champignons entomopathogènes. Aux même temps Nous nous intéresserons ici à étudier la capacité de ces champignons dans la lutte contre pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae*, cette insecte peut menacer et endommager le patrimoine phœnicicole Nous avons donc dû agir rapidement pour sauver les palmiers dattiers et les dattes qui sont de point de vue de production et qualité détiennent une place importante dans l'économie du pays.

**Mot clés** : pesticides, champignons entomopathogènes, pyrale, *Ectomyelois ceratoniae*, phœnicole, palmier dattiers, lutte.

**Membre du jury** : Présidente du jury : M me BENKAHOUL Malika (M.C.B. - UFM Constantine 1).

Rapporteur : Mlle ABDELAZIZ Ouided (M.C.B. - UFM Constantine 1).

Examinatrice : M me MEZIANI Meriem (M.A.A. - UFM Constantine 1).

**Présentée par : Filali Kenza, Ferkak Chaima, Chouaf Sourour**

**Année universitaire : 2019 -2020**