



République Algérienne Démocratique et populaire



Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université Abbes Laghrour- Khenchela

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

Département : Biologie Cellulaire et Moléculaire

Filière : science Biologique

Option : Biologie et contrôle des populations d'insectes

Thème

Lutte biologique contre les insectes nuisibles

[Cas de l'utilisation de *Phanerotoma flavitestacea* contre la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* (Zeller 1839)]

Présenté par

Belgout Ilham

Saihi Nassima

Jury de soutenance

Présidente : Mme Maghni Noudjoud MCB, Université Abbes Laghrour- Khenchela

Directrice : Mme Rais Lynda MCB, Université Abbes Laghrour- Khenchela

Examinatrice : Mme Gagui Fatima MAA, Université Abbes Laghrour-Khenchela

Promotion : 2018/2019



Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.

En premier lieu nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à tous les membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche.

Nos très vives gratitude vont à Mme le docteur Maghni Noudjoud, Maitre de conférences classe B université Abbes Laghrour Khenchela, de nous avoir fait l'honneur d'accepter de présider le jury de notre soutenance.

Nous remercions également à notre directrice de recherche Mme le docteur Rais Lynda Maitre de conférence classe B université Abbes Laghrour Khenchela pour ces précieux conseils et son aide durant toute la période de travail.

Nos remerciements s'adressent également à Mme Gagui Fatima Maitre-Assistant classe A, université Abbes Laghrour Khenchela, de nous avoir fait l'honneur de juger ce travail.

Nous exprimons également nos profonds remerciements et nos vives gratitude à nos enseignants du département des sciences de la nature et de la vie université Abbes Laghrour-Khenchela-

Particulièrement Monsieur Benghanem pour son soutien et son accompagnement durant nos déplacements à Biskra dans des circonstances difficiles.

Par la même occasion, on n'oublie pas de remercier le personnel de l'INPV Biskra pour son aide durant la réalisation de notre travail pratique.

Dédicace

*Avec l'aide de Dieu tout puissant, j'ai pu
achever ce modeste travail que je dédie :*

*A mon père source de respect, en
témoignage de ma profonde reconnaissance
pour tous ses efforts et son soutien.*

*Qu'ALLAH le tout puissant accueille ma
mère en son vaste paradis ait son âme et
lui accorde sa miséricorde.*

*A mon fiancé Djallel, A mes chères
sœurs Lamia Hizia Hanan Ibtissam Nour
elhouda et Ines*

A mon chère frère Fateh.

A ma binôme et copine Ilham.

A toute la famille : Saïhi ET Bechouaa

A mes chères amies Chahra et Fatma

A ma deuxième famille Attabi.

Nassima

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

A mes chers parents, qui sont à l'origine de mon existence, que DIEU les protège, ils m'ont soutenu le long de l'élaboration de ce travail.

*A mon très chère père **Abdelmalak** mon modèle suivre qui m'a entouré d'amour et de tendresse et m'a appris la patience et le défit.*

*A ma très chère mère **Akila** qui m'a encouragé et conseillé pendant mes plus pénibles moments et qui m'a guidé vers le chemin droit.*

*À mon très chère mari **Omar***

Votre présence dans ma vie est devenue assez calme et plein d'espoir et de bonheur, Vous vous tenez à coté de moi et de votre soutien pour moi m'a rendu plus fort et m'ont aidé à dépasser les difficultés et d'aller vers l'avant

*A mon chère frère, **Kheled** qui s'inquiète autant ou même plus que moi pour que j'arrive au but désiré*

*A mes soeurs **Sara, Chahinez et Zohra**, qui ont toujours été là pour moi.*

*A mon Nièce Le joyau de mon cœur **Siradj***

A la famille de mon mari

*Mon père **Ahmed** et ma mère **Warda** soit l'expression des vœux que vous n'avez cessé de formuler dans vos prières. Que Dieu vous préserve santé et longue vie.*

*A mes très chers frères, **Belgacem, Saïd et bilal** qui s'inquiètent autant ou même plus que moi pour que j'arrive au but désiré*

*A mes soeurs **Samiha et Marwa**, qui ont toujours été là pour moi. La petite bien-aimée **Rawan***

Ilham

Table des matières

Remerciement

Dédicace

Table des matières

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction

Chapitre I : Généralité sur la lutte biologique

1. Définition	3
2. Historique.....	3
3. Les types de la lutte biologique	4
3.1. La lutte biologique classique	4
3.2. La lutte biologique par inoculation	5
3.3. La lutte biologique par inondation ou par augmentation	5
3.4. La lutte biologique par conservation.....	6
4. Principaux organismes utilisées	7
4.1. Les pathogènes	7
4.1.1. les micro-organismes.....	7
4.1.2. Les nématodes.....	8
4.2. Les prédateurs	8
4.3. Les parasitoïdes.....	10
5. Avantages et inconvénients de la lutte biologique.....	10
5.1. Avantages	10
5.1.1. Environnementaux	10
5.1.2. Sociaux.....	11
5.1.3. Economiques.....	11

5.2. Les inconvénients.....	13
5.2.1. Environnementaux.....	13
5.2.2. Sociaux	14
5.2.3. Economique.....	15

Chapitre II : Le palmier dattier

1. Présentation de la plante hôte	18
2. Historique et origine de palmier dattier.....	18
3. Taxonomie	20
4. Morphologie.....	20
5. Position systématique.....	25
6-Biologie.....	26
7. Exigence écologique	26
7.1. Température	26
7.2. Lumière.....	26
7.3. Humidité de l'air	26
7.4. Vents	26
7.5. Sol	27
7.6. Besoin en eau	27
7.7. Drainage	27
8. production des palmiers dattiers.....	27
8.1. Dans le monde.....	27
8.2. En Algérie.....	28
9. Ravageurs et maladies du Palmier dattier.....	28
9.1. la pyrale des dattes.....	29
9.1.1. Présentation	29
9.1.2. Description morphologique.....	29
9.1.3. Cycle biologique.....	32
9.1.4. Nombre de générations.....	33
9.1.5. Plantes hôtes.....	33
9.1.6. Dégâts.....	33
9.1.7. Moyens de lutte.....	34

9.2. Boufaroua(<i>oligonychus afrasiaticus</i>).....	35
9.2.1. Présentation	36
9.2.2. Description morphologique.....	36
9.2.3. Cycle biologique.....	37
9.2.4. Nombre de générations.....	38
9.2.5. Plantes hôtes.....	38
9.2.6. Dégâts.....	38
9.2.7. moyens de lutte.....	38

Matériel et méthodes

I. Présentation des régions d'étude.....	40
1. La wilaya de Biskra.....	40
1.1. Situation géographique et administratif.....	40
1.2. La température.....	41
2 .Présentation de station d'étude (INPV).....	42
II.Matériels et méthodes.....	39
1. Matériels biologique.....	43
1.1. Le ravageur (Pyrale des dattes).....	43
1.1.1. Présentation.....	43
1.2. L'auxiliaire (<i>Phanirotoma flavitestacea</i>).....	43
1.2.1. Présentation.....	43
1.2.2. Classification.....	44
1.2.3. Technique de lutte	44
a. Elevage.....	44
a.1. Elevage de <i>Ectomyelois ceratoniae</i>	44
a.2.Elevage de l'auxiliaire <i>Phanirotoma flavistacea</i>	47
b. Le Lâcher.....	47

Résultats et discussions

1. Cycle de vie de la pyrale des dattes (<i>E.cératoniae</i>).....	48
--	----

2. Taux de ponte des œufs de la pyrale des dattes	48
3. Taux d'infestation par la pyrale des dattes (2018/2019).....	49
4. Cycle de vie de <i>Phanerotoma flavitastacea</i>	50
5. Taux de parasitisme de <i>pharnerotoma flavitastacea</i>.....	51
Discussions.....	51
Conclusion.....	53
Liste des références.....	54

Liste des figures

Figure	Titre	Page
01	Chenille et mouche infestées par un champignon pathogène (Weeden et al., 2007)	7
02	Les effets d'un nématode sur une chrysalide légionnaire de la betterave (Cloutier et Cloutier, 1992)	8
03	Une punaise se nourrissant d'une larve de doryphore (Cloutier et Cloutier, 1992)	9
04	Une larve de coccinelle et un adulte se nourrissant de cochenilles des agrumes (Sforza, 2009)	10
05	Palmier dattier (<i>Phoenix dactylifera</i> L (R. Absi, 2013)).	19
06	Propagation de la culture du palmier dattier dans l'ancien continent (Laouini, 2014)	19
07	Distribution du Palmier dattier en Afrique du Nord et sud-ouest asiatique (wrigley, 1995)	20
08	présentation schématique d'un palmier dattier (W. Gagui, 2015).	21
09	Schéma d'une palme de palmier dattier (Gagui, 2015).	21
10	Coupe longitudinale d'une datte (I. DJOUDI, 2013).	22
11	les inflorescences du palmier dattier (a : fleur femelle, b : fleur male) (Meliani, 2016).	25
12	Répartition géographique du palmier dattier dans le monde (S. Ben Mbarek, 2015)	28
13	les différents stades de la pyrale des dattes (IDDER, (2008))	31
14	cycle de vie de l'Ectomyelois <i>ceratoniae</i>	32
15	Cycle biologique du Boufaroua (IDDER, 1991)	37
16	Les toiles de Boufaroua soyeuse sur les régimes de dattes (GDD, 2002)	38
17	Limites et situation géographique de la wilaya de Biskra (Anonyme, 2005).	40
18	Températures moyennes mensuelles de la période 2008 – 2017	41

19	Image satellitaire de l'INPV de Biskra	42
20	L'adulte de <i>Ectomyelois ceratoniae</i>	43
21	Adulte de <i>Phanerotoma flavitestacea</i>.	44
22	chambre d'élevage	45
23	chambre de stockage	45
24	Les ingrédients du milieu nutritif	46
25	milieu nutritif	46
26	loupe binoculaire	46
27	Les larves de <i>Ectomyelois ceratoniae</i>	46
28	tulle à mailles fines	47
29	boite de pétri	47
30	les différents stades de cycle de la pyrale des dattes	48
31	la longueur de cycle de vie de <i>pharenotoma Flavitastacea</i>	50
32	le taux de parasitisme de <i>phanerotoma flavitastacea</i> .	51

Liste des tableaux

Tableau	Titre	Page
01	Taux de ponte des œufs de la pyrale des dattes.	49
04	Taux d'infestation par la pyrale des dattes.	50

Liste des abréviations

F.A.O: Organisation des Nation Unies pour l'alimentation et l'agriculture

N.I.M.P: Norme Internationale pour les mesures phytosanitaires

OGM : Organismes génétiquement modifié

Bt : *Bacillus thuringiensis*

INPV : institut national de protection des végétaux

Introduction

Introduction

Avec l'avènement de l'agriculture intensive des monocultures, les agroécosystèmes sont de plus en plus perturbés et simplifiés à leur maximum. La diversité des organismes présents dont celle des ennemis naturels de ravageurs est très faible. Pour cette raison, ces monocultures sont plus sensibles aux maladies et font parfois face à d'importantes attaques de ravageurs (**Weeden et al., 2007**).

En réponse à ces problèmes, l'homme invente certains pesticides, comme le DDT (**U.S.C.O.A., 1995**). La découverte de résistance chez les ravageurs visés par les pesticides et des effets nocifs sur la santé humaine, animale et les écosystèmes porte à réflexion sur ce qui semblait être une solution miracle. Les méthodes alternatives de lutttes, plus écologiques c'est la lutte biologique ; qui consiste à l'utilisation d'organismes vivants ayant pour but de limiter la pullulation et/ou la nocivité de divers ennemis des cultures (**Jourdeuil et al., 1991**).

Le palmier dattier pilier de l'agriculture saharienne des régions désertiques, s'accommode des grands écarts de température des climats de type saharien. En Algérie, le nombre de palmiers dattiers est estimé à 19 millions de palmiers dattiers éparpillés sur 17 wilayas et une production de 8 millions de quintaux/an. Notre pays figure parmi les grands pays à fort potentiel phoenicicole (**Merzaia, 2014**).

Cette culture est menacée par plusieurs ravageurs qui constituent des vraies menaces pour la phoeniculture et pour la rentabilité des palmeraies. Parmi ces ravageurs, on peut citer le Boufaroua (*Oligonychus afrasiaticus*), la cochenille (*Parlatoria blanchardi*), et la pyrale des dattes (*Ectomyelois ceratoniae*). Ce dernier provoque des dégâts très importants sur la datte (**Vilardebo, 1975**). C'est une espèce polyphage, répartie très largement dans l'espace et sur des hôtes variés, rendant difficiles la mise au point d'une lutte chimique efficace. Cependant, la lutte biologique peut être capable de limiter les dégâts de ce ravageur.

Dans ce contexte, la présente étude a pour objectif d'approfondir les connaissances sur ce ravageurs *Ectolyelois ceratoniaie* et son auxiliaire (*Phanirotoma flavitestacea*) par un élevage dans des conditions contrôlées réalisé au laboratoire de la station régionale de la protection des végétaux (SRPV) de Biskra.

Ce mémoire est structuré en deux parties distinctes, une synthèse bibliographique qui traite en premier chapitre de la description biologique et écologiques de la pyrale des dattes et

son auxiliaire respectif. Le deuxième chapitre de la synthèse bibliographique a pour but de donner une somme d'informations sur la plante hôte ; le palmier dattier.

Enfin, la seconde partie du mémoire est une expérimentation au laboratoire de la méthode adoptée pour l'élevage du parasite *Ectomyeloides ceratoniae* (Zeller, 1839) et son auxiliaire *Phanerotoma flavitestacea* (***U.S. Congress, Office of Technology Assessment, 1995***).

Chapitre I :
généralité sur la
lutte biologique

Chapitre 1 : Généralité sur la lutte biologique

1. Définition

La lutte biologique peut se définir comme une méthode de lutte utilisant des organismes vivants (insectes, bactéries, nématodes, ...) pour contrôler les populations des insectes nuisibles (Weeden, 2007).

Selon Van Drische et Bellows, (1996), la lutte biologique est un processus agissant au niveau des populations et par lequel la densité de population d'une espèce est abaissée par l'effet d'une autre espèce qui agit soit par prédation, parasitisme, pathogénéicité ou compétition.

Pour la F.A.O en 2002, la lutte biologique est un stratégie de lutte contre les organismes nuisibles qui fait appel aux auxiliaires, antagonistes, ou compétiteurs et autres entétés biologique autoreproductibles.

Dans la N.I.M.P de 2005, la lutte biologique apparait comme étant une stratégie de lutte contre les organismes nuisibles qui fait appel aux auxiliaires, antagonistes, compétiteurs, insectes stériles ou autres agents de lutte biologique(Weeden *et al.*, 2007).

2. Historique

Depuis plus d'un siècle, la lutte biologique est couramment employée en agriculture. Toutefois, les premières traces de lutte organisée contre les déprédateurs des cultures datent du dixième siècle. Les Chinois réalisaient le commerce de nids de fourmis afin de protéger les vergers des attaques des chenilles (Hemptinne, 1989). A la même époque, le transfert de nids de fourmis se pratiquait également au Yemen pour lutter contre les ravageurs des vergers de dattiers. En Europe, l'idée de contrôle biologique des ennemis des plantes fut formulée pour la première fois par Reaumur en 1734. Il recommanda d'introduire des oeufs de chrysopes (Nevroptera, Chrysopidae) dans les serres pour combattre les pucerons (Hemptinne, 1989).

Par la suite, avec le développement du commerce international, de nouveaux ravageurs furent introduit accidentellement dans diverses régions du monde. Ce fut le cas en Californie avec la cochenille des agrumes, *Icerya purchassi* Mask. (Homoptera, Margarolidae). Une des techniques employées pour contrôler ce nouveau ravageur fut l'introduction en 1888 et 1889 de l'un de ses prédateurs, la coccinelle australienne *Rodolia cardinalis* Mulsant (Coleoptera,

Coccinellidae). Ce fut l'un des premiers grands succès et le point de départ de la lutte biologique classique moderne.

Après une première phase dominée par l'empirisme et l'improvisation, une seconde phase, plus rationnelle et méthodique, a vu le jour à partir de la seconde guerre mondiale (Jourdeuil et al., 1991). C'est dans les années 1950, après la résurgence de problèmes de ravageurs liés à l'utilisation croissante d'insecticides, que la lutte biologique a été fortement encouragée en Europe (**Van Lenteren, 1997**).

Durant cette dernière décennie, de nombreuses questions sont apparues, surtout aux USA, sur l'impact environnemental de la lutte biologique après la parution de quelques études scientifiques relevant le déclin d'espèces rares suite à des programmes de lutte biologique (**Howarth, 1991 ; Simberloff et al., 1996 ; Thomas et Willis, 1998 ; Corry et Myers, 2000 ; Louda et al., 2003**).

Mais également suite au développement des OGM, libérés eux aussi dans l'environnement (**Tardieu, 1999**).

3. Les types de la lutte biologique

La lutte biologique peut se scinder en quatre stratégies de lutte : la classique, l'inoculative, l'inondative et la conservative (**Eilenberg et al, 2001**).

3.1. La lutte biologique classique

La lutte biologique classique, ou lutte biologique par acclimatation, est la stratégie la plus ancienne. Elle consiste en l'introduction intentionnelle d'un auxiliaire exotique, habituellement co-évolué avec le ravageur, dans le but d'un établissement permanent et du contrôle à long terme du ravageur. Ce type de lutte est principalement utilisé pour maîtriser un ravageur exotique introduit ou une espèce invasive et rétablir ainsi l'équilibre hôte-ennemi naturel (**Eilenberg et al., 2001**). L'exemple le plus connu de cette stratégie est l'introduction, en Californie, citée précédemment de *Rodolia cardinalis* pour lutter contre *Icerya purchasi*. Un autre exemple est la lutte à grande échelle contre des adventices par l'introduction d'insectes phytophages. Ainsi, l'introduction en 1926 en Australie de la pyrale originaire

d'Argentine, *Cactoblastis cactorum*, permet de contrôler efficacement les cactus du genre *Opuntia* (Louda *et al.*, 2003).

Parallèlement à cette stratégie ancienne, il est également possible d'introduire des organismes exotiques qui n'ont pas co-évolué avec le ravageur. Dans ce cas, la stratégie sera type « nouveau associé » (Hokkanen et Pimentel, 1984).

Toutefois dans ces deux situations, si le programme de lutte est mal conçu, l'espèce introduite pour lutter peut devenir à son tour une espèce invasive gênante et causer des dommages irréversibles à l'environnement.

3.2. La lutte biologique par inoculation

Cette stratégie se distingue de la première par son caractère temporaire. Elle vise à libérer, en nombre limité, un auxiliaire qui se multipliera et contrôlera le ravageur durant une période prolongée mais non permanente. Bien souvent, il sera nécessaire de répéter l'opération.

L'effet de ce type de lutte est donc différé à l'inoculation et repose sur la descendance des individus lâchés.

Cette stratégie est utilisée principalement en serre. Par exemple, *Encarsia formosa* Gahan (Hymenoptera, Aphelinæ) est inoculé pour combattre la mouche blanche *Trialeurodes vaporariorum* Westwood (Hemiptera, Aleyrodidae). L'acarien *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot est inoculé, quant à lui, pour combattre un autre acarien, *Tetranychus urticae*. De même, les lâchers de *Aphelinus spp.* (Hymenoptera, Aphelinæ) ou de *Aphidoletes aphidimyza* (Rondani) (Diptera, Cecidomyiidae) visent à lutter contre les pucerons (van Lenteren et Woets, 1988).

3.3. La lutte biologique par inondation ou par augmentation

Cette stratégie peut se comparer à l'application d'un produit phytosanitaire classique sauf qu'il s'agit ici d'employer des organismes vivants. Elle vise un contrôle rapide du ravageur par les organismes directement lâchés afin de réduire ses dégâts. De ce fait, le succès de ce type de lutte dépend principalement du lâcher, contrairement à la méthode inoculative.

L'arsenal de cette lutte se compose de biopesticides, tels les différentes souches de *Bacillus thuringiensis*, mais également d'auxiliaires produits en masse, tels *Trichogramma*

maidis Pintureau et Voegelé (Hymenoptera, Trichogrammatidae). Ce dernier, produit en France à plusieurs millions d'unités, est lâché massivement, chaque année, pour lutter contre la pyrale du maïs, *Ostrinia nubilalis* (Hübner) (van Lenteren et Woets, 1988).

3.4. La lutte biologique par conservation

La conservation se focalise sur l'aménagement du biotope et sur la modification des pratiques culturales dans le but d'améliorer l'action des ennemis naturels indigènes contre les populations de nuisibles. Cette stratégie se distingue de la lutte culturale qui vise à influencer directement la population de ravageur (Chaubet, 1992).

Dans l'optique de la lutte par conservation, des bandes de végétation sauvage peuvent être établies aux abords de la culture (tournières enherbées). Ces bandes pourront constituer une zone refuge permettant l'hivernation de divers entomophages, ainsi qu'une source de nourriture (pollen, nectar) et d'hôtes ou de proies alternatives (Chaubet, 1992). Une autre manière d'agir est l'installation d'une polyculture, à la place d'une monoculture, qui fournit des conditions plus favorables aux ennemis naturels en diminuant leur probabilité d'émigration (Risch, 1983 ; Ogol et al, 1998). Il a été ainsi observé une augmentation du taux de parasitisme des oeufs d'une pyrale dans une polyculture maïs – courge – légumineuse par rapport à une monoculture de courge (Letourneau, 1987).

Ces différentes stratégies ne présentent pas le même degré de risque pour l'environnement et les organismes non-cibles. En effet, le devenir de l'agent de lutte biologique diffère. Dans le cas de la lutte biologique classique ou par inoculation cet agent va persister et proliférer dans l'environnement, tandis que dans la lutte biologique par inondation, cet agent va théoriquement décroître significativement dans le temps ne permettant pas son établissement (Lynch et Thomas, 2000 ; Eilenberg et al., 2001).

Il est évident que toute introduction réussie (suivie d'établissement) d'agents de lutte biologique classique est irréversible et peut se concevoir dans une certaine mesure, comme une contamination de l'environnement étant donné qu'elle modifie la composition de la faune présente (Elliot et al., 1996). C'est pourquoi la lutte biologique classique présente toujours un risque, parfois très faible, voire nul. Ce risque est également présent dans la lutte biologique par inoculation et inondation lorsqu'elles utilisent des organismes exotiques. Seule la lutte biologique par conservation ne présente, a priori, aucun risque majeur pour notre

environnement et les organismes non cibles. De plus, les effets de ce dernier type de lutte se cantonnent à l'agro-écosystème visé (Weeden *et al.*, 2007).

4. Principaux organismes utilisés

Plusieurs groupes d'organismes peuvent être utilisés en lutte biologique. Les principaux sont les micro-organismes, les nématodes, les insectes et les arachnides. Les organismes bénéfiques utilisés en lutte biologique doivent avoir un bon taux de reproduction, être spécifiques, avoir une bonne capacité d'adaptation et leur cycle de vie doit être synchronisé à celui du ravageur (Weeden *et al.*, 2007).

4.1. Les pathogènes

4.1.1-les micro-organismes

Les entomopathogènes sont des micro-organismes (bactéries, champignons, protozoaires, etc.) causant des maladies mortelles chez les insectes. Les plus souvent utilisés sont des bactéries comme les variétés du *Bacillus thuringiensis* (*Bt*). Ils peuvent être transmis par l'air, l'eau ou un vecteur comme un insecte (Cloutier et Cloutier, 1992). Le but des entomopathogènes est de créer une épizootie (épidémie affectant les animaux) chez le ravageur visé. Ces pathogènes ont comme avantages d'être facile à produire en grande quantité, d'avoir une action rapide et d'être épanchés de la même façon que les pesticides conventionnels (pulvérisation). Par contre, les gens ont souvent des craintes pour leur santé et pour celle des écosystèmes lorsqu'il est question de micro-organismes, qu'ils relient d'emblée à l'incidence de maladies.



Figure1. Chenille et mouche infestées par un champignon pathogène (Weeden *et al.*, 2007)

4.1.2. Les nématodes

Les nématodes peuvent également être inclus dans les entomopathogènes. Ce sont des vers ronds parasites qui infectent leurs hôtes par ingestion. Après avoir repéré son hôte, le nématode le pénètre, habituellement par un orifice naturel (bouche, anus ou autre). Une fois à l'intérieur, le nématode libère des bactéries qu'il transporte naturellement et ces dernières liquéfient la chair avoisinante, ce qui permet au ver de se nourrir. Le ravageur ne survit pas à ce traitement et, après quelques jours, des centaines de nématodes sont libérés et repartent à la recherche d'hôtes potentiels (Gaugler, s.d.). Certains nématodes transportent des bactéries qui leur permettent un effet très rapide (de 24 à 48 heures, Grewal, s.d.). Ils sont faciles à produire en grande quantité, faciles d'utilisation et sont peu spécifiques (peuvent donc être plus rentables en s'attaquant à plusieurs insectes nuisibles). Par contre, ils demandent des conditions particulières (haut taux d'humidité) et leur faible spécificité les rend susceptibles de s'attaquer à certains insectes non visés utiles, comme certains pollinisateurs (**Cloutier et Cloutier, 1992**).

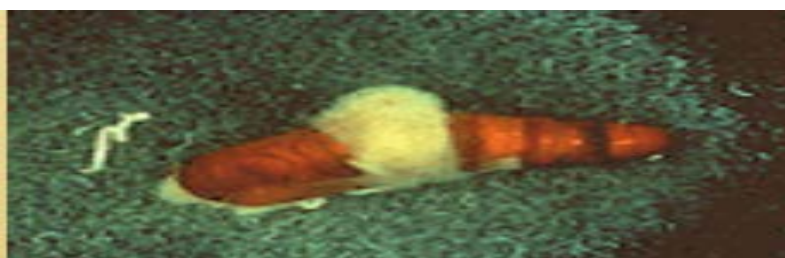


Figure 2. Les effets d'un nématode sur une chrysalide de la légionnaire de la betterave (Cloutier et Cloutier, 1992).

4.2. Les prédateurs

Les insectes prédateurs s'attaquent directement au ravageur en le consommant et en causant une mort quasi immédiate. Comme la prédation est moins spécifique que le parasitisme, certains de ces organismes ont une action plus étendue et s'attaquent à une variété d'organismes, ravageurs ou non, tandis que d'autres sont plus spécifiques (**Cloutier et Cloutier, 1992**). Ces auxiliaires de lutte ont l'avantage de se nourrir plus d'une fois au cours de leur vie et s'attaquent donc à plus d'un organisme, comparativement à d'autres et sont très mobiles (**Weeden et al., 2007**). Par contre, les prédateurs sont difficiles et coûteux à produire car ils nécessitent un apport constant en proies, elles mêmes devant être élevées en masse. Ils

ont également un transport et une application difficiles et coûteux (Cloutier et Cloutier, 1992).



Figure 3. Une punaise se nourrissant d'une larve de doryphore (Cloutier et Cloutier, 1992).

Souvent, les plantes exotiques invasives se multiplient rapidement à cause de l'absence d'ennemis naturels phytophage. Les phytophages peuvent également être considérés comme des prédateurs mais ils consomment des ravageurs végétaux, le plus souvent des mauvaises herbes. Ils s'y attaquent pour s'en nourrir entièrement ou en partie, ce qui peut mener à la mort de la plante et ainsi être très avantageux dans une optique de lutte biologique. Par contre, l'utilisation des phytophage comporte les mêmes désavantages que celle des prédateurs (Sforza, 2009).



Figure 4. Une larve de coccinelle et un adulte se nourrissant de cochenilles des agrumes (Sforza, 2009)

4.3. Les parasitoïdes

Quant aux insectes parasitoïdes, ce sont leurs stades immatures qui se développent sur (ectoparasite) ou à l'intérieur (endoparasite) d'un insecte hôte (ravageur dans le cas de la lutte biologique). Leur cycle de vie tue ultimement l'hôte (Weeden *et al.*, 2007). Ces organismes sont souvent privilégiés en lutte biologique contre d'autres insectes pour leur grande mobilité, spécificité et capacité de repérage des hôtes. Néanmoins, ils possèdent également plusieurs désavantages des prédateurs, en plus de leur action relativement lente (Cloutier et Cloutier, 1992).

5. Avantages et inconvénients de la lutte biologique

5.1. Avantages

5.1.1. Environnementaux

Les avantages environnementaux de la lutte biologique ne sont plus à démontrer, surtout si on la compare à la lutte conventionnelle avec les pesticides chimiques. Ces derniers peuvent causer d'importants troubles à la santé humaine, de la stérilité aux cancers (U.S. Congress, Office of Technology Assessment, 1995). Ils ont également un impact nocif sur l'environnement et la biodiversité. Certains de ces impacts peuvent avoir de l'influence les

uns sur les autres, comme la chute des pollinisateurs qui influence la reproduction de nombreuses plantes à fleur ou la chute d'une proie qui diminue l'occurrence d'un prédateur indigène (**Greathead, 1995**).

La majorité de ces désavantages peuvent être évités si la lutte biologique est utilisée. Cet avantage est relatif à la spécificité des agents utilisés : bien que les pesticides soient de plus en plus spécifiques, les agents de lutte biologique s'attaquent souvent à un éventail étroit d'organismes, parfois un seul. Les effets sur les organismes non ciblés sont ainsi réduits en grande partie, sur le site comme plus loin. Comme les risques pour la santé humaine sont moindres, les risques à l'épandage le sont aussi. Également, contrairement aux pesticides, les auxiliaires de lutte ne laissent pas de résidus potentiellement toxiques sur les aliments, ce qui réduit encore plus les effets sur les consommateurs (**Greathead, 1995**).

Au Québec, du point de vue de la lutte biologique, la rudesse de l'hiver peut être considérée comme un avantage et un inconvénient car elle diminue le risque d'établissement des organismes, ravageurs comme auxiliaires. Ceci permet de diminuer les risques d'impacts à long terme sur l'environnement (**Réseau Biocontrôle, 2006**).

5.1.2. Sociaux

La lutte biologique, bien que moins présente que les pesticides, semble bien acceptée socialement par les québécois si l'on s'en tient au sondage du Réseau Biocontrôle de 2005 (**Réseau Biocontrôle, 2006**). La connaissance de plus en plus importante des impacts négatifs sur la santé de certains pesticides a certainement contribué à faciliter cette acceptation. Elle également a comme avantage de pouvoir être utilisée sans risque dans les endroits très fréquentés, comme en milieu urbain. C'est entre autres ce qui a motivé le choix de l'utilisation du *Bt* contre la spongieuse dans la région de Vancouver (**Winston, 1997**). Les auxiliaires de lutte biologique étant très spécifiques, les effets sur les humains sont très faibles, voir nuls.

Un autre avantage social de la lutte biologique réside dans le potentiel de création d'emplois qu'elle implique. Dépendant de l'utilisation, elle peut nécessiter nombre de personnes, spécialisées ou non : chercheurs, éleveurs, dépisteurs et personnes pour la mettre en place. Une popularisation de la lutte biologique pourrait ainsi mener à la création de nombreux emplois au Québec mais cela reste à être démontré.

5.1.3. Economiques

Les auteurs ne s'entendent pas pour dire ce qui a le coût le plus élevé, entre la lutte biologique et l'utilisation des pesticides. Par contre, la lutte biologique offre certains

avantages de plus que les pesticides qui sont difficilement monnayables. Une étude américaine de **Pimentel (2005)** affirme qu'aux États-Unis, l'utilisation des pesticides occasionne annuellement des coûts de l'ordre de 10 milliards de \$US. Ces coûts sont relatifs à la santé publique, au développement de résistances des ravageurs, aux pertes de cultures, aux effets sur la biodiversité et à la contamination de l'eau souterraine. Il est très plausible qu'une partie de ces coûts soient adaptables à la situation québécoise. Aussi, les agents de lutte biologique ne causent pas de phytotoxicité, contrairement à certains pesticides, ce qui augmente leur rendement (**Cécyre, 2000**). Bien que le coût d'utilisation de la lutte biologique soit en moyenne considéré plus élevé que celui de l'utilisation des pesticides, il importe de considérer les bénéfices indirects non monétaires.

Aussi, la lutte biologique nécessite souvent moins de matériel que les épandages de pesticides. Dans le pire des cas, elle nécessite la même machinerie, s'il s'agit d'un agent microscopique comme le *Bt* ou un nématode qui est épandu en solution. Cet avantage contribue à diminuer le prix de cette méthode de lutte.

Le développement de résistances par les ravageurs est un problème fréquemment rencontré avec l'utilisation de pesticides. Les ravageurs tués de façon physique par les agents de lutte (prédation, parasitisme) ont peu de chance de développer des résistances, ce qui est un avantage certain. Pour les biocides actifs, par contre, il a été démontré qu'il peut y avoir développement de résistance aux toxines (**Réseau Biocontrôle, 2006**).

Le récent regain de la population pour l'écologie et la santé permet également d'affirmer que l'utilisation de la lutte biologique, si indiquée lors de la vente des aliments, amènerait une valeur ajoutée aux aliments ainsi produits et du prestige aux producteurs. Rappelons que 81 % des québécois sondés en 2005 étaient en faveur de l'utilisation de la lutte biologique par rapport aux pesticides et que la population vieillissante de baby-boomers est de plus en plus soucieuse de sa santé (**Réseau Biocontrôle, 2006**).

Comme démontré précédemment dans la section 3.1, la lutte biologique se prête bien aux cultures québécoises. Le maïs, qui est la plus grande production végétale du Québec en 2008 en termes de valeur de production, peut être protégé des dommages de la pyrale par la lutte biologique (**ISQ et MAPAQ, 2010**). Aussi, les cultures en serre, où les conditions sont plus constantes et prévisibles que celles en champ, sont souvent de bonnes candidates. L'important bassin d'utilisations potentielles de la lutte biologique au Québec permet également de rentabiliser la recherche effectuée par les compagnies et les chercheurs locaux.

Idéalement, si l'introduction de l'auxiliaire est bien faite et qu'il est apte à survivre aux conditions hivernales, il s'implante et se reproduit, d'année en année. Cet avantage économique non négligeable freine pourtant la recherche privée sur la lutte biologique. Les compagnies préfèrent avoir des revenus fixes et stables à chaque année. Si un organisme survit et se reproduit de lui-même, le producteur n'achètera pas à nouveau l'année suivante. De plus, un auxiliaire assez mobile pourrait se propager jusqu'à d'autres champs et contrôler les populations des ravageurs sur tout le territoire, à moyen terme (**Greathead, 1995**).

Finalement, l'utilisation d'agents de lutte biologique permet un délai de ré-entrée au champ et un délai avant récolte plus courts (souvent nul) que la grande majorité des pesticides actuellement sur le marché. Ceci permet d'éviter toute perte de temps et d'optimiser le travail au champ (**Cécyre, 2000**).

5.2. Inconvénients

La lutte biologique n'est pas parfaite et présente des inconvénients non négligeables. Cette section présente ces inconvénients, risques et limites de cette alternative aux pesticides, en tentant de les adapter au contexte particulier de la province.

5.2.1. Environnementaux

Le principal inconvénient environnemental est plutôt un risque qui était plus présent anciennement mais qui perd de l'ampleur. Lors de l'introduction d'un organisme qui n'est naturellement pas présent dans un milieu à des fins de lutte biologique classique, il est essentiel de s'assurer qu'il ne s'attaque qu'au ravageur ciblé (**U.S. Congress, Office of Technology Assessment, 1995**). Si l'auxiliaire n'est pas spécifique, il risque de s'attaquer à des espèces indigènes, de menacer la biodiversité et, ainsi, de troubler l'équilibre écologique du milieu. De tels tests de spécificité sont aujourd'hui essentiels mais ne l'étaient pas aux premiers balbutiements de la lutte biologique, ce qui a mené à des erreurs importantes. Par exemple, avant l'introduction de l'altise contre l'euphorbe éssule, des tests ont été effectués par Agriculture et Agroalimentaire Canada afin de s'assurer de sa spécificité contre la mauvaise herbe ciblée (**AAC, 2009c**). Également, pour éviter tout effet indésirable, les auxiliaires spécifiques sont préférés aux prédateurs généralistes (**Greathead, 1995**).

Un autre risque réside dans la contamination possible des auxiliaires introduits par des pathogènes ou par leurs propres ennemis naturels (**Greathead, 1995**). Cette opération de «

purification » des auxiliaires est maintenant chose commune et essentielle à l'introduction sécuritaire des auxiliaires. La présence de contaminants pourrait réduire l'efficacité de l'auxiliaire ou nuire aux organismes indigènes et à la biodiversité.

Il est également possible qu'en diminuant l'abondance du ravageur ciblé, la niche ainsi libérée soit recolonisée par un nouveau ravageur (**Greathead, 1995**). Par exemple, il est possible que l'espace laissé par une mauvaise herbe contrôlée par la lutte biologique soit repris par une autre mauvaise herbe. Il est important de tout considérer avant l'introduction et de s'assurer que le ravageur n'est pas remplacé par un autre.

Finalement, la lutte biologique a comme désavantage environnemental d'être difficilement réversible (**BIREA, 2007**). Une fois qu'un organisme est bien implanté, qu'il se reproduit et de disperse, peu de choses sont possible à faire afin de le stopper en cas d'effets indésirables. Heureusement, avec les efforts faits actuellement afin d'en connaître le plus possible sur la biologie et l'écologie de l'auxiliaire avant son introduction, les effets très négatifs sont rares.

5.2.2. Sociaux

Bien que la lutte biologique semble bien acceptée en général par la population, certains aspects sont moins tolérés que d'autres. L'utilisation de bactéries et de champignons provoquent parfois des craintes irraisonnées. Par exemple, dans le cas de du *Bt* contre la spongieuse à Vancouver, les gens avaient peur que la bactérie s'attaque aux personnes avec un faible système immunitaire alors que de nombreuses études ont démontré que c'était impossible (**Winston, 1997**). Des efforts ont alors été déployés afin d'informer la population et d'ainsi renverser la vapeur. Aussi, dans le sondage du Réseau Biocontrôle de 2005, 46 % des canadiens affirmaient hésiter à consommer des aliments identifiés comme cultivés avec des « microbes bénéfiques » pour lutter contre les organismes nuisibles (**Réseau Biocontrôle, 2006**). Il est important d'informer les consommateurs afin d'éviter un boycott sans fondement des aliments ainsi cultivés.

Aussi, l'utilisation de la lutte biologique peut demander plus de travail de la part des agriculteurs et de main d'oeuvre que l'utilisation des pesticides. En fait, c'est surtout le fait de devoir changer d'habitudes et de mentalité qui peut causer des difficultés. Bien que les effets nocifs des pesticides sur la santé humaine ne soient plus à démontrer, ils sont parfois oubliés car sournois et subtils, plus chroniques qu'aigus. Aussi, l'utilisation de pesticides semble plus

simple. Il est donc également important de former les producteurs, en plus des consommateurs et citoyens, des marches à suivre et de l'innocuité de la lutte biologique. Si un producteur essaie la lutte biologique sans être bien encadré ou formé, il risque de perdre son temps, son argent et d'abandonner la lutte biologique en ignorant son potentiel réel (**Lambert, 2000**).

5.2.3. Economiques

Une des principales questions qui peut venir à la bouche d'un agriculteur qui entend parler de la lutte biologique est : « quel est le coût ? ». Dépendant de l'agent utilisé, du ravageur à combattre et des conditions, le coût de la lutte biologique peut varier grandement. Il est essentiel que le tout soit fait dans les règles de l'art pour que la lutte biologique soit efficace et rentable (connaissance approfondie de l'auxiliaire et du ravageur, dépistage adéquat pour introduire au bon moment, utilisation de pesticides non dommageables pour l'agent utilisé, etc.) (**Cécyre, 2000**). Une stratégie non optimale peut coûter jusqu'à 3 fois plus cher qu'une stratégie mieux planifiée. Le coût dépend également du niveau de dommage acceptable pour la culture. Moins les dommages sont tolérés, pour les cultures horticoles par exemple, plus il faudra introduire d'auxiliaires et plus le coût sera élevé. En 2000 par exemple, pour contrôler chimiquement les aleurodes sur les poinsettias, il en coûtait environ 0,27 \$ par plant. En utilisant un parasitoïde, *Eretmocerus eremicus* (Rose et Zolnerowich), il en coûtait 1,18 \$ par plant pour obtenir le même degré de contrôle (**Cécyre, 2000**). Néanmoins, le coût varie grandement selon l'agent et les conditions et peut parfois être plus avantageux que la lutte chimique conventionnelle. Aussi, avec l'expérience, les coûts peuvent diminuer : au départ, l'agriculteur peut avoir tendance à introduire une trop grande quantité d'auxiliaires, pour être certain du résultat, même si une plus petite quantité aurait eu le même résultat. Peu d'études sont actuellement disponibles sur les coûts et bénéfices de la lutte biologique au Québec (**Cécyre, 2000**).

Les coûts élevés peuvent souvent être expliqués par la complexité de l'élevage certains auxiliaires. Premièrement, l'élevage nécessite l'emploi de professionnel relativement spécialisé. Aussi, pour l'élevage d'un parasitoïde ou d'un prédateur, il est nécessaire de cultiver la plante à protéger pour nourrir le ravageur pour permettre la multiplication de l'auxiliaire. Idéalement, cette chaîne de production est raccourcie par l'utilisation d'aliments artificiels, pour la proie ou le prédateur ou de proies de substitution, pour le prédateur ou le parasitoïde (**Grenier, 2009**). Bien souvent, l'élevage des micro-organismes est moins complexe et moins coûteux par l'utilisation de substrats artificiels.

Bien que les protocoles d'utilisation de la lutte biologique soient de plus en plus perfectionnés et développés, les risques d'échecs sont toujours présents. De nombreux facteurs sont à considérer et si un seul est omis, tout le travail peut être inutile. La biologie et l'écologie de l'espèce ciblée et de l'auxiliaire doit être connue à fond afin d'en optimiser l'effet. Les auxiliaires de lutte biologique ne sont pas compatibles avec tous les pesticides et leur utilisation doit être prise en compte lors de l'introduction. Malheureusement, il n'est pas toujours possible de savoir tout de l'origine de plantules achetées et la présence de résidus, sur les plants ou le matériel, peut affecter grandement les auxiliaires (**Cécyre, 2000**). Il est également important de dépister fréquemment et d'introduire les auxiliaires au bon moment, ni trop tôt (en absence de proies), ni trop tard (où l'auxiliaire ne peut fournir et les dommages à la culture sont trop importants). L'effet de la lutte biologique est souvent plus lent à se faire ressentir sur l'abondance de ravageurs que l'action des pesticides. Aussi, le cycle biologique de l'auxiliaire doit être synchronisé avec celui du ravageur. Par exemple, si un parasitoïde qui pond ses œufs dans les larves d'un insecte est introduit au moment où ils sont tous déjà en pupes, le contrôle du ravageur sera nul (**Barlow et al., 2002**). De plus, le développement de résistances aux agents de lutte est possible, bien que rarement rencontré. Il y a eu dans les années 1990 développement de résistance au *Bt* chez la teigne des crucifères (*Plutella xylostella* Linnaeus) aux États-Unis et en Asie. Le *Bt* était utilisé depuis plus de 20 ans sans que d'importantes résistances ne soient référencées mais d'autres organismes deviennent également de moins en moins affectés (**Tabashnik, 1994**). Cet effet peu néanmoins être limité par l'utilisation de souches de bactéries produisant des mélanges de toxines (**Volkoff, 2009**). Finalement, certains agents de lutte biologique nécessitent des conditions très particulières pour survivre et être efficaces. Les nématodes, tel que vu précédemment, nécessitent un milieu particulièrement humide et frais (**Lambert, 2005**). Il est à noter que plus l'utilisation de la lutte biologique est encadrée, moins les risques d'échec sont élevés.

La lutte biologique est très spécifique mais ceci peut causer problème : là où un seul pesticide à large spectre était utilisé pour contrôler plusieurs ravageurs, il faut utiliser plusieurs agents de lutte biologique. Ceci tend à faire augmenter les coûts et l'apparente complexité peut décourager certains producteurs. Par contre, comme l'utilisation des pesticides à large spectre est de moins en moins permise, ce problème perd de son importance. Un désavantage de la lutte biologique actuelle est qu'il existe très peu d'option contre les mauvaises herbes. Pourtant, en 1999, plus de 50 % des ventes de pesticides au Québec étaient

constituées d'herbicides (**MEQ, 2003**). Le manque d'options contre les végétaux limite l'utilisation de la lutte biologique au Québec.

Finale­ment, l'hiver québécois peut impliquer des réintroductions à chaque année qui peuvent être complexes et coûteuses. Le fait qu'un ravageur soit implanté et survive aux hivers québécois ne veut pas nécessairement dire que son ennemi le peut. Ainsi, la lutte biologique peut être à reprendre à chaque année, ce qui peut coûter cher aux agriculteurs mais aussi justifier des recherches et développements du côté des investisseurs privés par l'apport constant de revenus (**Grenier, 2009**).

*Chapitre II : le
palmier dattier*

Chapitre II. Le palmier dattier

1. Présentation de la plante hôte

Le palmier dattier (*Phoenix dactylifera* Linné, 1734). Cet arbre est d'une importance capitale dans la vie économique et sociale des populations sahariennes (**Dihazi, 2012**). La population de palmiers dattiers est issue souvent d'une multiplication naturelle par graines de pieds de dattiers sélectionnés par la suite par les agriculteurs oasiens (**Ben Salah, 2012**).

2. Historique et origine de palmier dattier

Le palmier dattier (*Phoenix dactylifera*) est l'un des arbres fruitiers les plus anciennement cultivés dans le monde, il est rustique s'adaptant aux régions les plus arides du monde et constitue la principale source de vie de la population saharienne (**Benmansour, 2011**). Cet arbre a été nommé pour la première fois par Linné en 1734, qu'il lui a donné le nom de *Phoenix dactylifera*. Par la suite, il a fait la description morphologique complète de cette espèce. Par ailleurs, plusieurs auteurs ont décrit la signification de *Phoenix dactylifera*; dans l'étymologie, du mot "*Phoenix*" dérive du 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-Ibrahim (2011)** ont montré que "*dactylis*" ou "Datte" dérivé du mot "Daguel" ou "Dachel" origine hébraïque, signifiant 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**)



Figure 05. Palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.,) (Absi, 2013).

L'origine géographique précise du Palmier Dattier paraît très controversée. Selon **Gros-Balthazard et al., (2013)**, il est le résultat de l'hybridation de plusieurs types de Phoenix. Bien que, plusieurs hypothèses ont été abordées sur son origine, aucune n'est identifiée avec certitude à ce jour. D'après la Bible ; il se trouvait à Babylone au environ de 4 000 ans avant Jésus. Depuis ce lieu d'origine, la culture du Palmier Dattier s'est étendue vers l'Est et vers l'Afrique orientale (15^{ème} siècle) et du nord (11^e siècle). Dès le 20^e siècle, il est introduit en Amérique par les conquêtes espagnoles et en Australie (**Absi, 2013**).



Figure 06. Propagation de la culture du palmier dattier dans l'ancien continent (Laouini, 2014)

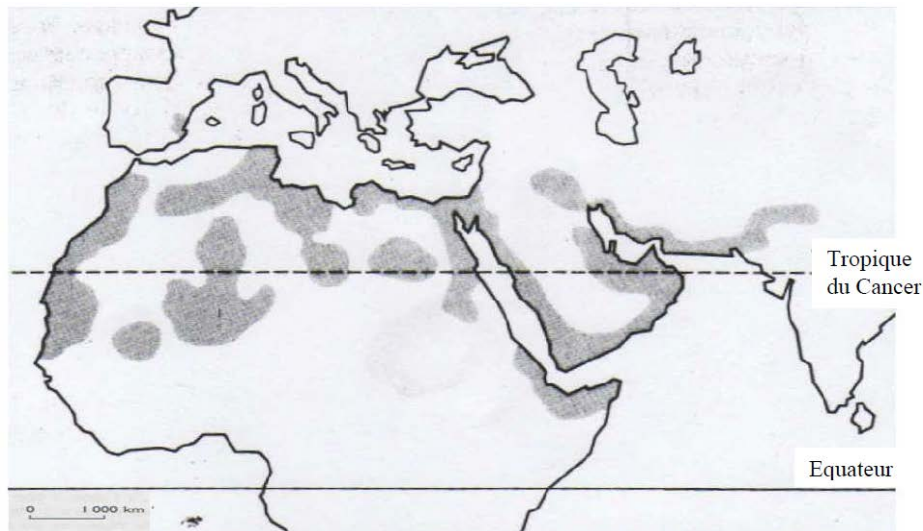


Figure 07. Distribution du Palmier dattier en Afrique du Nord et sud-ouest asiatique (wrigley, 1995)

3. Taxonomie

Le palmier dattier *Phoenix dactylifera* Linnée (1734) (Moore, 1973). Il existe actuellement 12 espèces appartenant au genre *Phoenix*. Le fruit est consommable uniquement pour cinq seulement : *Dactylifera* vient du latin *dactylus* dérivant du grec *daktulus* signifiant doigt, en raison de la forme du fruit (Munier, 1973). Le palmier dattier est une plante angiosperme (Djebri, 1992), monocotylédone arborescente, dioïque (Bouguédoura, 1979) dont la tige monomodale couverte des bases des feuilles mortes, porte le nom de stipe atteindre 30 à 40 m (Ben Abdellah, 1990).

4. Morphologie

Selon Bouna (2002), Le palmier dattier *Phoenix dactylifera* est un Monocotylédone qui ne contient pas de bois, le tronc est appelé stipe. C'est une plante dioïque contenant donc des palmiers mâles et des palmiers femelles. Le palmier a un tronc très élancé, haut jusqu'à 30 m, couvert de manière visible par les gaines des feuilles tombées. Les feuilles, réunies en un nombre de 20 à 30 maximums, forment une couronne clairsemée. Elles sont pennées, longues jusqu'à 6m; les feuilles supérieures sont apicales ascendantes, les basales recourbées vers le bas, avec des segments coriaces, linéaires, rigide et piquants, de couleur verte.

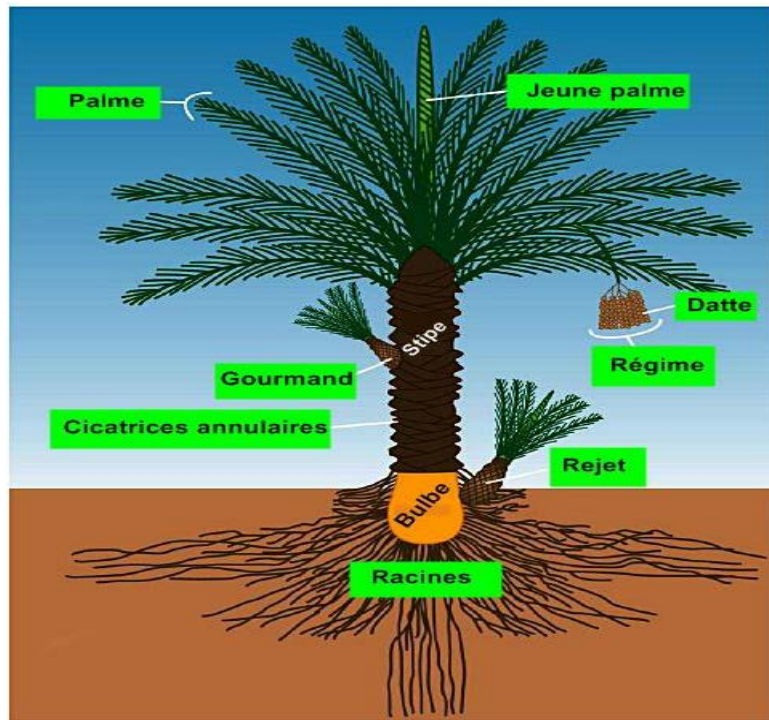


Figure 08. Présentation schématique d'un palmier dattier (Gagui,2015).

4.1. Palmes

La palme ou « Djérid » est une feuille pennée dont les folioles sont régulièrement disposées en position oblique le long du rachis qui s'étend au pétiole. Les segments inférieurs sont transformés en épines, plus ou moins nombreuses, et plus ou moins longues. Le pétiole (Kornaf) est dur et relativement rigide. Chaque année, le palmier dattier produit un certain nombre de palmes à partir de bourgeon et perd un nombre (Gagui,2015).

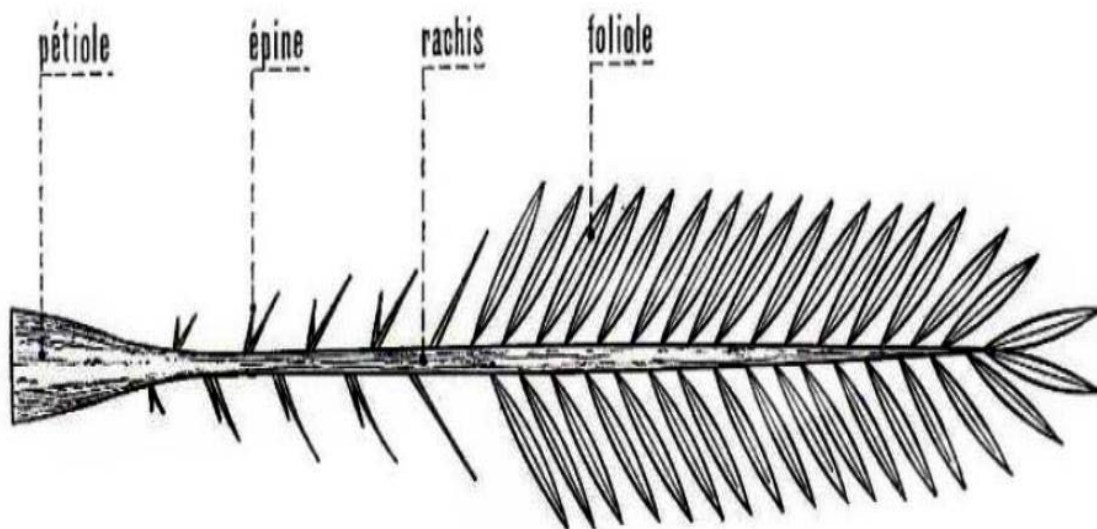


Figure 09. Schéma d'une palme de palmier dattier (Gagui, 2015).

4.2. Jeune palme

La jeune palme est enroulée pendant toute sa croissance comme les brins d'herbe ou les feuilles de bambous (Sbiai, 2011).

4.3. Régime de dattes

Un régime de dattes (ou spécule) est la partie qui supporte les fruits du palmier. On parle aussi régime pour les bananes. Il est accroché au palmier par la hampe, qui est d'ailleurs tellement résistante qu'elle doit être sciée pour être décrochée. Il peut contenir plus de 1000 fruits (Sbiai, 2011).

4.4. Dattes

La datte est le fruit du palmier dattier, généralement de forme allongée, ou arrondie. Elle est composée d'un noyau ayant une consistance dure, entouré de chair. La partie comestible de la datte, dite chair ou pulpe, est constituée de (Ben Mbarek, 2015).

- Un péricarpe ou enveloppe cellulosique fine dénommée peau;
- Un mésocarpe généralement charnu, de consistance variable selon sa teneur en sucre et est de couleur soutenue;
- Un endocarpe de teinte plus claire et de texture fibreuse, parfois réduit à une membrane parcheminée entourant le noyau.

Les dimensions de la datte sont très variables, de 2 à 8 cm de longueur et d'un poids de 2 à 8 grammes selon les variétés. Leur couleur va du blanc jaunâtre au noir en passant par les couleurs ambre, rouges, brunes plus ou moins foncées (DJOUDI, 2013).

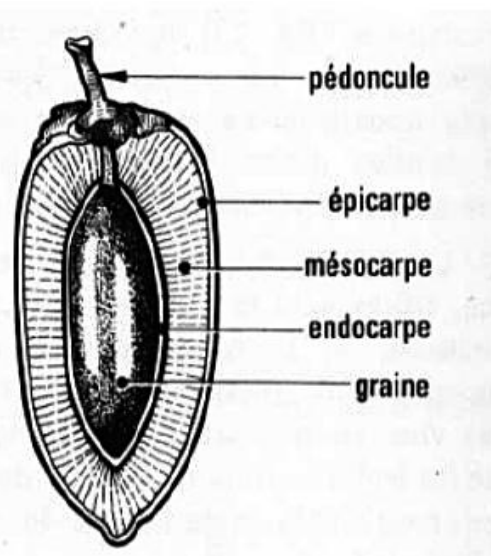


Figure 10. Coupe longitudinale d'une datte (DJOUDI, 2013).

Les dattes sont classées en trois catégories d'après leur consistance. Celle-ci dépend de la teneur en eau de la pulpe. La stabilité de la datte dépend de la proportion de sucres par rapport à la teneur en eau (**Darine, 2008**)

Proportion de sucres

$$r = \frac{\text{Proportion de sucres}}{\text{Teneur en eau}}$$

Teneur en eau

Le calcul de cet indice permet d'estimer le degré de stabilité du fruit et conduit à la classification suivante (**Bendaoud,2012**):

- ◇ Dattes molles : $r < 2$;
- ◇ Dattes demi - molles : $2 < r < 3,5$;
- ◇ Dattes sèches : $r > 3,5$.

Pour $r = 2$ la stabilité du fruit est optimale et son aptitude à la conservation est très appréciable.

En Algérie, les dattes sont regroupées en trois catégories suivant leur consistance, cette classification, établie par les américains est valable pour les variétés algériennes (**Chehma, 2001**) :

- ◇ Dattes molles de texture fibreuse et aqueuse, Ghars, Hamraia, Litima...etc ;
- ◇ Dattes demi-molles : DegletNour, Arechti...etc ;
- ◇ Dattes sèches ou dures qui durcissent sur l'arbre et ont une texture farineuse, telle que Mech-Degla, DeglaBeïda...etc.

4.5. Gourmand

Les gourmands se développent haut sur le tronc ou sur le stipe. Ils s'enracinent moins vite, ont un taux de reprise plus faible, mais surtout ils ont une très forte tendance à dégénérer (**Djoudi,2013**).

4.6. Stipe (tronc)

Le tronc est un axe orthotrope appelé stipe, sa longueur peut atteindre ou dépasser vingt mètres (20m). Tandis que son diamètre reste constant sur toute sa longueur, il peut atteindre trente 30 à 40cm (Djoudi,2013).

4.7. Cicatrices annulaires

On a l'impression que le palmier a un «tronc recouvert d'écailles». Ces cicatrices annulaires correspondent au point d'attache de la feuille ancienne une fois le pétiole (support de la feuille) tombé. Elles permettent au grimpeur de s'y accrocher pour atteindre les dattes (Sbiai, 2011).

4.8. Rejet

Le rejet est une jeune pousse du végétal, qu'il est possible de planter pour obtenir un nouveau palmier. Celui-ci sera choisi par l'homme parmi une sélection des meilleurs palmiers (A. Sbiai ,2011).

4.9. Bulbe

Se situant à la base du stipe, le bulbe constitue la réserve du palmier. De là part le système racinaire d'où émergent les racines primaires courtes de moins d'un mètre, et longues de plus de 20 mètres (Sbiai ,2011).

4.10. Racines

Elles sont nombreuses et profondes jusqu'à 20 mètres; elles sont capables d'aspirer des centaines de litres d'eau par jour (Sbiai ,2011).

4.11. Organes floraux

D'après Peyron (2000), tous les *Phoenix*, et donc le palmier dattier, sont des arbres dioïques. Les sexes étant séparés, il existe donc des pieds mâles donnant du pollen et des pieds femelles produisant des fruits, les dattes. Les fleurs sont portées par des pédicelles, ou des épillets qui sont à leur tour portés par un axe charnu, la hampe ou spadice. Selon le même auteur, l'ensemble est enveloppé dans une grande bractée membraneuse close, la spathe (Djoudi, 2013).

Les fleurs femelles ; sont globulaire, d'un diamètre de 3 à 4 mm ; constituée d'un calice court, de trois sépales soudés et d'une corolle, formée de trois pétales ovales et de six étamines avortées ou staminodes. Le gynécée comprend trois carpelles, indépendants à un seul ovule (Absi, 2013).

Les fleurs mâle elle est allongée, constituée d'un calice court, formé également de trois sépales soudés, une corolle comprenant trois pétales, légalement allongées. Un pied mâle peut donner en moyenne 250 à 750g de pollen, chaque spathe porte 160 branches et donne 40 à 45 g de pollen (Bendaoud, 2012).

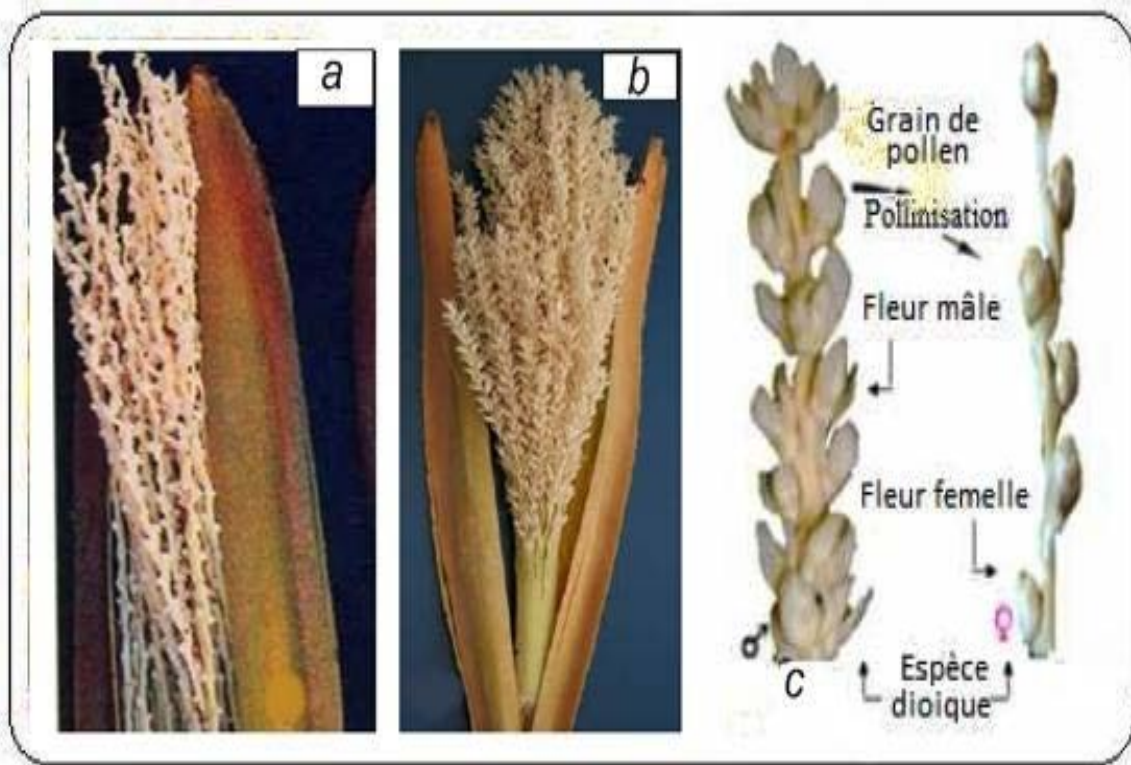


Figure 11. Les inflorescences du palmier dattier (a : fleur femelle, b : fleur male) (Meliani, 2016).

5. Position systématique

La classification du palmier dattier a été établie par Munier en 1973, elle est la suivante.

- Règne : Plantae
- Division : Magnoliophyta
- Classe : Liliopsida
- Ordre : Arecale
- Famille : Arecaceae
- Sous famille : Coryphoideae
- Genre : Phoenix
- Espèce : *Phoenix dactylifera*(L., 1753).

6. Biologie

Le genre Phoenix possède 36 chromosomes somatiques qui peuvent s'hybrider entre eux (Munier, 1974 et Munier, 1981). La propagation de *Phoenix dactylifera* par rejet (djebbars) permettra de garder la qualité de fruit de la l'arbre mère, pou êtres certain des qualités culturales et fruitières du futur arbre (Munier, 1981).

7. Exigence écologique

D'après Azzi, (1954) Le palmier dattier exige un milieu particulier pour son développement et murir ses fruits. Les exigences expliquent la répartition géographique de cette espèce fruitière.

7.1.Température

Le palmier dattier préfère la température élevée avec étés chauds et long, une pluviosité faible ou nul degré hygrométrique faible. Le palmier dattier est très exigeant vis-à-vis de la température qui influe sur le développement et la maturation des fruits (Djerbi, 1992).

D'après Ben Abdellah, (1990) La température minimale est de 10°C, elle est considérée comme le point 0 de végétation. Par contre, la température maximale peut atteindre le 32°C ; elle se stabilise ensuite pour décroître vers 38°C-40°C. (Munier, 1973 et Djebri, 1992). Les besoins de la plante sont calculés par l'addition des températures moyennes journalière supérieure à 18°C pendant la période allant de la floraison à la maturation.

7.2.Lumière

Le palmier dattier est cultivé dans les régions à forte luminosité. L'action de la lumière favorise la photosynthèse et la maturation des dattes (CALCAT, 1961).

7.3. Humidité de l'air

L'humidité de l'air favorise l'apparition des maladies, la qualité des dattes et la période de maturation des dattes (MUNIER, 1973).

7.3.Vents

Les vents surtout le SIROCCO brulent les feuilles des jeunes palmiers et provoquent des taches et brûlures sur les jeunes fruits. (GIRARD, 1962).

7.4.Sol

Les sols perméables conviennent le mieux pour une meilleure production des dattes (**Grisvard et al, 1964**). Le palmier dattier est adapté à vivre dans des terres contenant jusqu'à 3 à 4% de sel (**Ozenda, 1977**).

L'arrêt de développement est marqué à des concentrations d'environ 6% en sels (**Arar, 1975 in Baaziz, 2003**).

7.6. Besoin en eau

Les besoins en eau d'irrigation sont estimés à 0.33 l/minute par palmier ou 40 l/minute par hectare soit 21.344 (m³) d'eau par an par hectare de palmiers (écartement 9m*9m). Le dattier supporte des eaux salées (chargées en Na cl et Mgcl₂) à 15 g/l, le palmier commence à dépérir (**Munier, 1973**).

7.7. Drainage

Afin que l'accumulation du sel dans le sol ne rende celui-ci, stérile, le drainage est primordiale chez les palmiers irrigués avec des eaux présentant une salinité élevée (**MUNIER, 1973**).

8. production des palmiers dattiers

8.1. Dans le monde

La production mondiale de dattes est d'environ 7 millions de tonnes par année et a plus que doublé depuis les années 1980. Cela place la datte au 5^{ème} rang des fruits les plus produits dans les régions arides et semi-arides. D'après l'Organisation Des Nations Unies Pour L'alimentation Et L'agriculture (FAO), la production mondiale de dattes est estimée à 7,62 millions de tonnes en 2010. Les principaux pays producteurs de dattes les plus importants sont l'Egypte, l'Iran, l'Arabie Saoudite, les Emirats arabes, l'Irak, le Pakistan et l'Algérie et le Soudan (**Ben Mbarek, 2015**).

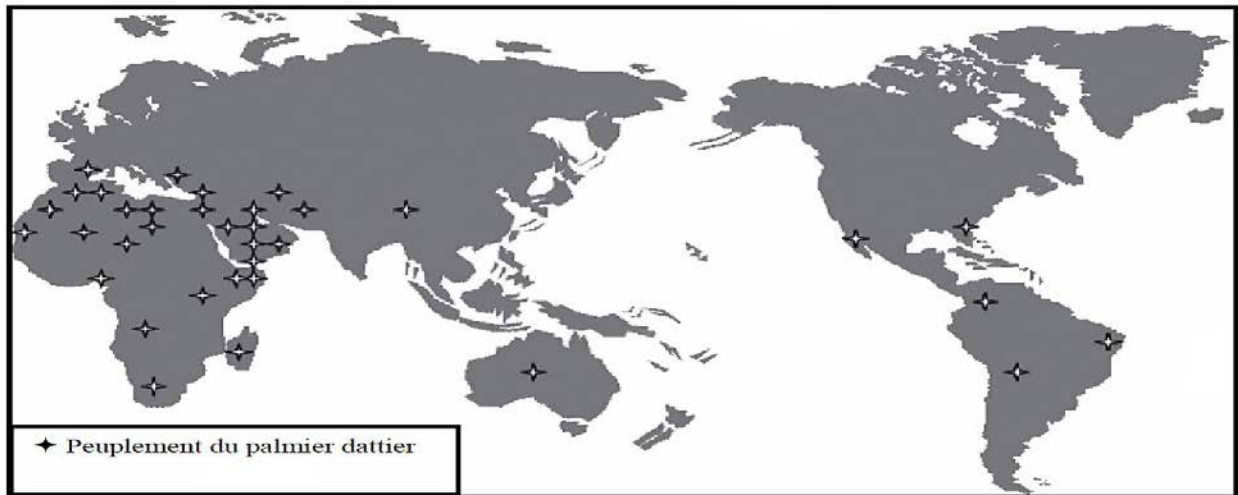


Figure 12. Répartition géographique du palmier dattier dans le monde (Ben Mbarek, 2015)

8.2. En Algérie

En Algérie, la culture du palmier dattier est essentiellement localisée dans les wilayas sahariennes (Chehma, 2001). Le potentiel phoenicicole algérien enregistre un accroissement important en effectif qui, en 2015, avoisine de 18,6 millions de palmiers dattiers pour une année avec superficie de 166900 ha. Pour une campagne déterminée, la production nationale peut atteindre 990000 tonnes (Boulal, 2013).

Les régions phoenicicoles se situent généralement au sud de l'Atlas saharien et couvrent 17 wilayas (en réalité 16 wilayas car la wilaya de M'Sila a perdu son potentiel phoenicicole).

La wilaya de Biskra est la première région phoenicicole avec 27,4 % de la superficie totale ; 23,1 % du nombre total de palmiers dattiers et 41,2 % de la production nationale de dattes. Elle est suivie par la wilaya d'El Oued, Ouargla et Adrar avec respectivement 25 %, 22,4 % et 20%. Ces deux wilayas totalisent à elles seules plus des deux tiers (2/3) de la production nationale de dattes.

9. Ravageurs et maladies du Palmier dattier

Les pathologies du Palmier dattier sont nombreuses et causées par plusieurs groupes de champignons et d'insectes. Cependant, la nature et/ou même l'agressivité (virulence) des attaques sont fonction du type de cultivars, la région de culture, ainsi que des conditions édapho-climatiques et des pratiques culturales (Carpenter et Elmer, 1978; Howard *et al.*,

2001; Zaid et al., 2002). Ces maladies entraînent soit la mort du palmier, soit des symptômes particuliers avec une baisse ou une perte totale de la production (Bounagaet Djerbi, 1990).

Selon Belguedj et Salhi(2006), les principaux ravageurs de la datte dans les palmeraies algériennes sont le Doud ou vers de la datte (*Ectomyelois ceratoniae*Zeller, 1834), le Boufaroua (*Oligonychus afrasiaticus*,Mc Gregor, 1939) et la cochenille(*Parlatoria blanchardi*) (TargioniTozzetti, 1892) Sem ou Djereb,

Cependant, ces dernières décennies, la culture du dattier est retrouvée menacée par plusieursautres ravageurs et maladies qui ne sont pas encore signalés et dont certains occasionnent desdégâts énormes (Glasner et al., 2002). Il s'agit surtout du charançon rouge ou indien(*Rynchophorus ferrugineus* Olivier, 1790) 'Redweevil', le papillon *Paysandis iaarchon*(Burmeister, 1879), le jaunissement mortel 'Lethalyellowing' dû à un mycoplasme, la cochenille verte 'Date Green Soft ScaleInsect' (*Asterolcaniumphoenicis* Ramachandra Rao 1922) et la maladie des feuilles cassantes 'Britlleleafdisease' dont l'agent causal n'est pas encore identifié (Glasner et al., 2002; Sedra, 2006).

9.1. La pyrale des dattes (*Ectomyelois ceratoniae*)

9.1.1. Présentation

La pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae*est considérée comme étant le déprédateur le plus redoutable de la datte. Elle constitue une contrainte principale à l'exportation (HADDAD,2000).Sa position systématique est la suivante

- Classe: Insecte.
- Ordre: Lépidoptère.
- Famille: Pyralidae.
- Sous famille: Phycitinae.
- Genre: Ectomyelois.
- Espèce: *Ectomyelois ceratoniae*. (Zeller, 1834).

9.1.2. Description morphologique

a) l'œuf

L'œuf possède une forme oblongue dont la dimension la plus grande est de 0.6 à 0.8 mm. Banc au début. Il acquiert une coloration rose au bout de 24 heures. Il est entouré par une cuticule translucide

Sa surface présente un aspect réticulé (**Doumandji, 1983**). Rapport qu'il y a un léger aplatissement qui peut se manifester au niveau de la zone d'adhérence au substrat (**Bouafia, 1985**). Il est le plus souvent De forme ovoïde et à face aplatie (.A la ponte, l'œuf est blanc aplatie (**Wertheimer,1958**).

A la fonte, l'œuf est blanc, puis vire au rose-orange au cours de l'embryogenèse. L'œuf est pondu isolément ou par petits groupes sur la surface du fruit et chaque femelle pond 60 à 120 œufs,

b).La larve

Selon **Idder, (2000)**; ce sont des larves éruciformes de couleur rose ou d'un blanc-jaunâtres avec une tête brune. En fait la teinte du corps dépend de la nature du fruit.

La croissance se fait par mues successive au cour des quelles la longueur des chenilles augmente. Solon LE BERE, (1978). La longueur et de 18 mm avec une longueur de 0.1 à 3 mm.**Doumandji (1981)** estime que la chenille a son dernier stade larvaire peut atteindre 12 à 15 mm de long sur 1 à 1.5 mm de diamètre.

Selon **Haddad, (2000)** le développement larvaire varie de 6 semaines à 6 mois en fonction de la température ambiante (**Doumandji. Mitiche, 1981**).

Le corps de la chenille d'*E.ceratoniae*est constitué de 12 segments en plus du segment céphalique. Les segmente thorciques portent les trois paires de pattes locomotrices. Et les segments abdominaux présentent les quatre paires de fausses pattes ou ventouses.

Le premier segment thoracique porte deux plaques chitineuses. Les segments somatiques suivants ne sont pas pigmentés trachéens de chaque segment s'ouvrent latéralement et chaque segment porte six longues soies souples implantées au niveau d'une cupule. Le dernier segment porte une plaque dorsale chitineuse de couleur brune claire(**Le Berre, 1978**).

c) La nymphe

Selon **Idder(2008)**, elle mesure environ 8 mm de longueur et possède un corps de forme cylindro-conique. Selon **Haddad (2001)**, elle mesure près d'un centimètre de long.Son enveloppe chitineuse de couleur brune testacée est entourée par un fourreau de soie lâche tissé

par la chenille avant sa mue nymphale. La chrysalide 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.

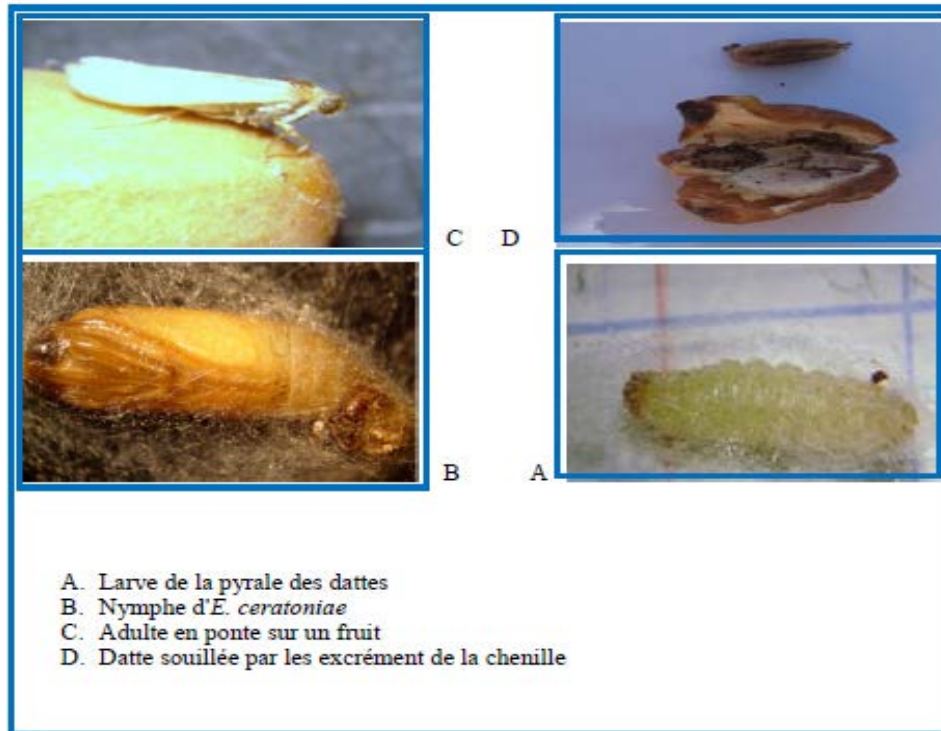


Figure13. Différents stades développement de la pyrale des dattes (Idder, 2008)

d) L'adulte

Selon **Haddad, (2001)**, C'est un papillon de 6 à 14 mm de longueur et une envergure de 24 à 26 mm. Dans l'ensemble les males sont plus petits que les femelles (9.32 mm contre 10.35). 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 uniforme).

◆ Les ailes sont bordées de longues soies claires à leur partie postérieure.

◆ La nervulation est un critère morphologique de différenciation entre le genre *Ectomyelois* et *Ephestia*. Selon le même auteur, les nervures qui sont confondues chez *Ephestia* sont individualisées chez *Ectomyelois*.

◆ Les antennes sont semblables dans les deux sexes et sont constituées de segments filiformes.

◊L'oeil composé est de grande dimension. Il est fortement bombé. Très sombre ou noire. Le trompe est fonctionnelle et mesure environ 2.5 fois le diamètre de l'œil.

◊La femelle présente une bourse copulatrice ovulaire avec un long et étroit canal copulateur et un signum ovale muni de fines petites dents **Haddad, (2001)**.

Selon **Bouafia, (1985)**. C'est un papillon de 7 à 8 mm de long. Ses ailes antérieures sont gris-pâles avec 2 lignes ternes bordées d'écailles noirâtres; par contre les ailes postérieures sont blanchâtres, grisées autour du bord distal. Sa durée de vie est 3 à 5 jours (**Bagnouls et Gaussen, 1957**).

9.1.3. Cycle biologique:



Figure14. Cycle de vie de l'*Ectomyelois ceratoniae* (Bagnouls et Gaussen, 1957)

Ectomyelois ceratoniae est un micro lépidoptère, qui accomplit son cycle biologique par le passage de différents stades: adulte, œuf, chenille, Nympe.

D'après(**Le Berre, 1978**), les émergences des adultes ont lieu dans la première partie de la nuit. Les papillons s'accouplent à l'air libre ou même à l'intérieure des enclos où ils sont nés sans avoir besoin de voler au préalable. La copulation est relativement longue, elle dure

plusieurs heures. Une femelle émet en moyenne de 60 à 120 œufs qui éclosent trois à quatre jours après cette ponte.

Selon **Wertheimer (1958)**, la chenille néonate aussitôt après sa naissance, cherche un abri et de la nourriture. Elle fore des trous et creuse une galerie et se localise entre la pulpe et les noyaux. Cet orifice, de petite taille, est bouché par un réseau soyeux blanchâtre. La croissance des chenilles se fait par mues successives, elle dure suivant la température ambiante de 6 semaines à 8 mois (**Vilardebo, 1973**). 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, reliquat des différentes mues. La chenille du dernier stade tisse un cocon soyeux et elle se transforme en nymphe qui présente toujours la tête tournée vers l'orifice qui se situe au niveau du pédoncule operculé par de la soie. Ainsi, au moment de l'émergence, le papillon n'aura à fournir qu'un léger effort pour s'échapper (**Doumandji-Mitiche, 1977**). D'après **Lepigre, (1963)** la nymphose a une durée indéterminée. L'imago qui en résulte à une durée de vie de 3 à 5 jours pendant laquelle il va s'accoupler et pondre. Il est extrêmement rare de trouver dans la même date deux larves d'*Ectomyeloisceratoniae*, cela est dû au phénomène de cannibalisme qui caractérise cette espèce (**Le Berre, 1978**).

9.1.4. Nombre de générations

La pyrale des dattes est une espèce polyvoltine chez laquelle, dans des bonnes conditions, quatre générations peuvent se succéder au cours de l'année. Mais en fait ce nombre de générations varie de 1 à 4 en fonction des conditions climatiques et de la plante hôte (**Doumandji, 1981**). Selon **Wertheimer (1958)**, trois générations importantes se succèdent au cours de l'année, et une quatrième génération existe parfois.

9.1.5. Plantes hôtes

L'*Ectomyelois ceratoniae* est une espèce très polyphage. D'après **Doumandji (1981)**, le nombre de plantes hôtes reconnues est de 49 dans le monde, 32 espèces en Algérie dont 25 dans la Mitidja. Les principales et les plus importantes espèces en Algérie sont: le palmier dattier *phoenixdactylifera.L*, le caroubier *ceratoniasiliqua*, Le néflier du *aponeribotryajaponica*, l'oranger *citrus sinensis*, l'le grenadier *punicagranatumL*.

Secondairement viennent *acacia faresianaL*, *R'temretamaboveiL*. pour les plantes occasionnelles sont signalés l'Amandier *prunus amygdalusL*, l'Abricotier *prunus armeniaca L* et les Figuier *Ficus caricaL* (**DOUMANDJI, 1981**).

9.1.6. Dégâts

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

Wertheimer (1958) rapporte un pourcentage d'attaque supérieur à 10% et pouvant atteindre 30% en Afrique du Nord. Pour **Munier (1973)**, le pourcentage de fruits véreux à la récolte est de 8 à 10%, mais cette proportion peut être plus élevée jusqu'à 80%.

Doumandji-Mitiche (1985) signale qu'au sol, D'après **Benaddoun (1987)**, le taux d'infestation atteint 27% pour la variété DegletNour, alors que **Raache (1990)**, a signalé un taux d'attaque pour cette variété de 67,50%.

9.1.7. Moyens de lutte

a. lutte chimique

Plusieurs molécules chimiques ont été utilisées. **Lepigre (1961)**, a préconisé un traitement à base de DDT à 10% qui donne un pourcentage d'efficacité de 67%, mais son inconvénient est que les dattes molles fixent fortement l'insecticide. Ce produit chimique a été interdit durant les années 1970. **Dhouibi (1989)** préconise l'utilisation des fumigènes au niveau des stocks, mais cette méthode n'a pas montré une grande efficacité. L'inconvénient c'est qu'elle laisse les cadavres à l'intérieur des dattes. En Tunisie, **Dhouibi (1989)** a suggéré l'utilisation d'autres insecticides tels que le Malation à 2%, le Paration à 1,25%, et le

Phosalonà 4%, qui ont donné de bons résultats. **(Dridi et al., 2000)** a proposé une méthode de lutte chimique qui se base sur l'utilisation des chimiostérilisants qui provoquent une stérilisation totale des mâles. Généralement la période d'intervention par des insecticides chimiques est au mois de Juillet-Août jusqu'à Septembre (stade Bser prés récolte) par trois traitements dont le premier et le deuxième peuvent être mixtes (Boufaroua / Ectomyelois). Toutefois, il faut noter qu'aucun produit chimique n'est accepté par les pays importateurs de dattes.

b. La Lutte physique:

L'utilisation des radiations (Gamma) peut provoquer la mort ou la stérilité d'*Ectomyeloïsceratoniae*. 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. Contrôle cultural

Selon **Dore et al., (2006)**, le contrôle cultural est l'ensemble des adaptations du système de cultures mises en place en vue de limiter le développement des ravageurs. Cela couvre une gamme très large de choix techniques allant de la succession des cultures à l'implantation des cultures intermédiaires ou à l'association des espèces ou cultivars différents dans le même espace.

d. Lutte intégrée

Les différentes méthodes de lutte citées ne sont bien sûr pas exclusives les unes des autres, et le principe de leur combinaison a conduit au concept de lutte intégrée à la fin des années 1950. En palmeraies un modèle de lutte intégrée contre la pyrale des dattes a été conçu par **Idder (2002)**. Il est basé sur l'utilisation de plantes répulsives telle que le basilic, conduite du palmier dattier et de lâchers de trichogrammes.

La lutte culturale regroupe toutes les techniques de lutte dont le mode d'action primaire ne fait intervenir aucun processus biologique ou biochimique. Cette lutte se base sur plusieurs techniques:

- l'entretien et la conduite de la palmeraie et du palmier dattier, par le ramassage et l'élimination des fruits abandonnés et infestés sur le palmier dattier (cornaf, couronne, coeur) et au niveau du sol, ainsi que le nettoyage des lieux de stockage des restes des récoltes précédentes.

-L'ensachage des régimes est une technique de plus en plus utilisée. Elle permet de réduire notablement l'infestation des dattes par les populations d'*Ectomyeloïsceratoniae*(**Bouka et al., 2001**).

E. lutte biologique

La lutte biologique semble la plus efficace. Elle a connu une grande extension surtout dans les pays européens et quelques pays asiatiques tel que le Japon. Il s'agit de détruire les insectes nuisibles par l'utilisation de leurs ennemis naturels. **Doumandji (1981)**, a donné une liste des prédateurs et des parasites d'*Ectomyeloïsceratoniae*. Les espèces les plus utilisées en lutte biologique appartiennent à la famille des hyménoptères comme *Phanerotoma flavitestacea*, *Fischer* et *Habrobracon hebetor* Say. **Dhouibi (1996)** ont essayé de lutter contre la pyrale des dattes enentrepôt en Tunisie par l'utilisation de populations de parasitoïdes (*Habrobracon hebetor*).

- **9.2. Boufaroua (*oligonychusafrasiaticus*) (Mc Gregor, 1939)**

- **9.2.1. Présentation**

Le corps de Boufroua, *Oligonychus afrasiaticus*. (Mc Gregor), adulte, est presque glabre, de forme ovale, légèrement aplatie sur la face dorsale, et possédant quatre paires de pattes. Sa couleur varie du jaune verdâtre au rose ; ses dimensions sont de l'ordre de 0.22 à 0.44 mm de long et 0.17 à 0.20 mm de large. Ainsi, les différentes formes biologiques en sont (INPV, 2009 ; Madkouri, 1992). Sa position systématique est la suivante.

- Règne : Animale
- Embranchement : Arthropoda
- Sous Embranchement : Chelicerata
- Classe : Arachnidea
- Sous classe : Acarida
- Ordre : Actinedida
- Sous-ordre : Prostigmata
- Super-famille : Tetranychoida
- Famille : Tetranychidae
- Genre : *Oligonychus*
- Espèce : *Oligonychusafrasiaticus*. (Mc GREGOR, 1939).

- **9.2.2. Description morphologique**

- **a- L'œuf**

Il est de forme sphérique mesurant 0,1 mm de diamètre, de couleur rose, rouge ou jaune. La femelle peut pondre de 50 à 100 œufs (DJERBI, 1994).

- **b- larve**

La larve possède trois (03) paires de pattes ; elle est de couleur blanc-jaunâtre, jaune, vert clair ou orange. Sa taille est de l'ordre de 0,15 mm (DJERBI, 1994).

- **c- Nymphe**

Celle-ci est de couleur jaune clair, blanc jaunâtre ou orange clair, possédant quatre (04) paires de pattes (DJERBI, 1994).

Le cycle biologique de l'acarien est représenté dans la figure 2 (IDDER, 1991).

- **9.2.4. Cycle biologique**

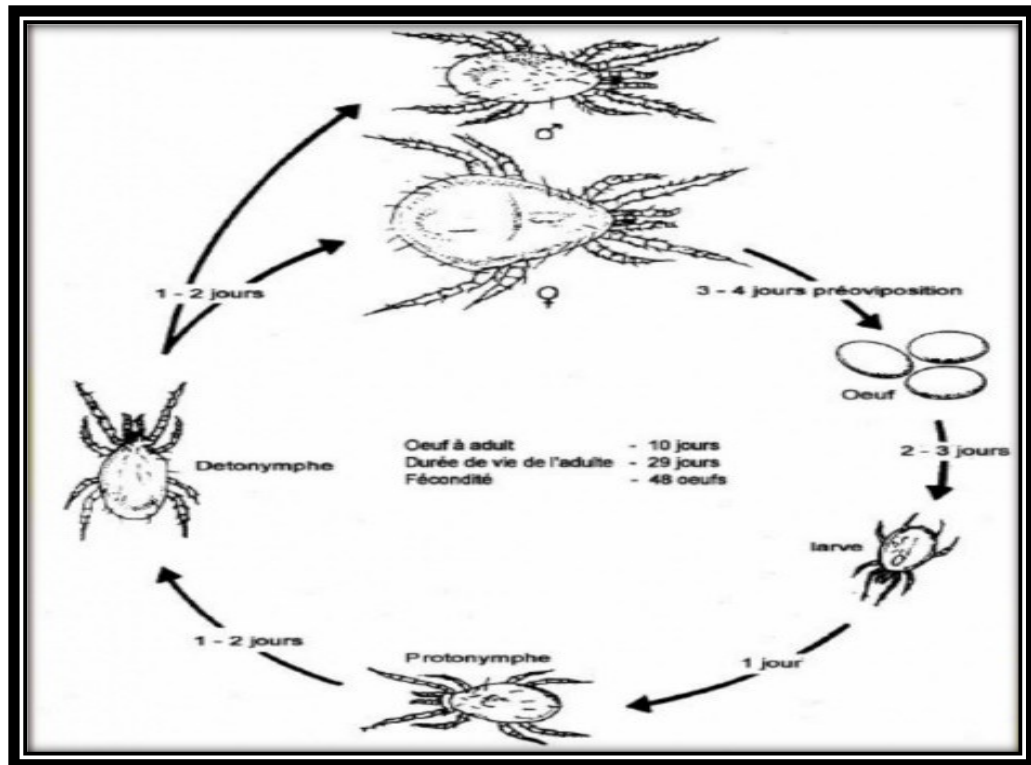


Figure15. Cycle biologique du Boufaroua (Idder, 1991).

Après l'hivernation de l'acarien à différents stades sur le palmier dattier ou sur certaines plantes hôtes, notamment les mauvaises herbes, les cucurbitacées et les solanacées, les premiers acariens apparaissent et s'installent en petites colonies sur les jeunes dattes (GDD,2002). Ils se nourrissent par piqûre de l'épiderme des fruits et succion du contenu des cellules (Vilardebo, 1975 ; Peyron, 2000).

Au printemps, son activité augmente rapidement et à partir du mois de mai, elle devient très importante coïncidant avec les régimes qui portent des dattes en formation (INPV, 2009).

L'acarien dépose sur les jeunes fruits à la nouaison (stade Loulou) ses œufsv qui donnent des larves (Djerbi, 1994 ; Munier, 1973 ; Khoualdiaet al. 1995).

La durée du cycle de développement de l'acarien est entre dix à quinze (10 à 15) jours selon la température du milieu (Djerbi, 1994 ; INPV, 2009).

9.2.5. Nombre de génération

L'*Oligonychus afrasiaticus* évolue en quatre générations par année et la durée d'une génération est plus ou moins longue selon le biotope considéré.

Dans certains biotope, la cochenille blanche arrive jusqu'à sept(7) génération par an. En Algérie et dans la région de Biskra, il s'agirait de deux(2) génération par an ; une génération hivernale et l'autre printanière.

9.2.6. Plantes hôtes

La principale plante hôte est le palmier dattier (*Phoenix dactylifera*, Arecaceae). D'autres espèces ont également été recensées, notamment *Cathaedulis* (famille des Celastraceae) et plusieurs graminées : *Cynodondactylon*, *Imperatacylindrica*, *Zeamays*, *Lolium*spp. (Famille des Poaceae).

9.2.7. Dégâts

Les dégâts causés par le Boufaroua sont considérables. Les fruits sont impropres à la commercialisation et sont même parfois refusés par les animaux (**Guessoum, 1986**). Les dégâts provoquent la perte de 70% à 100% de la production



Figure16. Les toiles de Boufaroua soyeuse sur les régimes de dattes (GDD, 2002).

9.2.8. Méthodes de lutte

a. Lutte préventive

La lutte préventive consiste à entretenir convenablement la palmeraie et la débarrasser de tous les éléments susceptibles d'héberger l'acarien (mauvaises herbes, déchets divers, écarts de tri...) (**GDD, 2002**).

b. Lutte curative

Il est conseillé de traiter les palmiers dattiers par un poudrage au soufre combiné à la chaux, à raison de 150 g par palmier dès l'apparition des premières toiles, à raison de :

- 1/4 de soufre.
- 3/4 de chaux vive.

Les produits chimiques de synthèse (Keltane, Zolane...) peuvent être également utilisés (**Djerbi, 1994**).

c. Lutte biologique

La lutte biologique contre cet acarien peut être envisagée, par l'utilisation de la coccinelle *Stethorus punctillum* comme prédateur de cet acarien. (**Idder et al.2008**).

*Matériel et
méthodes*

I. Présentation des régions d'étude

1. La wilaya de Biskra

1.1. Situation géographique et administratif

La wilaya de Biskra se trouve dans le Nord-est du Sahara algérien, elle s'étend au Sud-est jusqu'à la zone du Chott Melghir et au Sud-ouest jusqu'au commencement du grand Erg oriental, avec une altitude de 124m. Sa latitude est de 34.48 nord et sa longitude est de 05.44 est et elles 'étend sur une Superficie de 216712 km² (DPAT, 2009).

Elle est limitée par : la wilaya de Batna au Nord, la wilaya de Msila au Nord-ouest, la wilayade Khenchela au Nord-est, la wilaya de Djelfa au Sud-ouest, la wilaya d'El Oued au Sud-est et lawilaya de Ouargla au Sud.Elle se compose de 33 communes et (12) daïras.

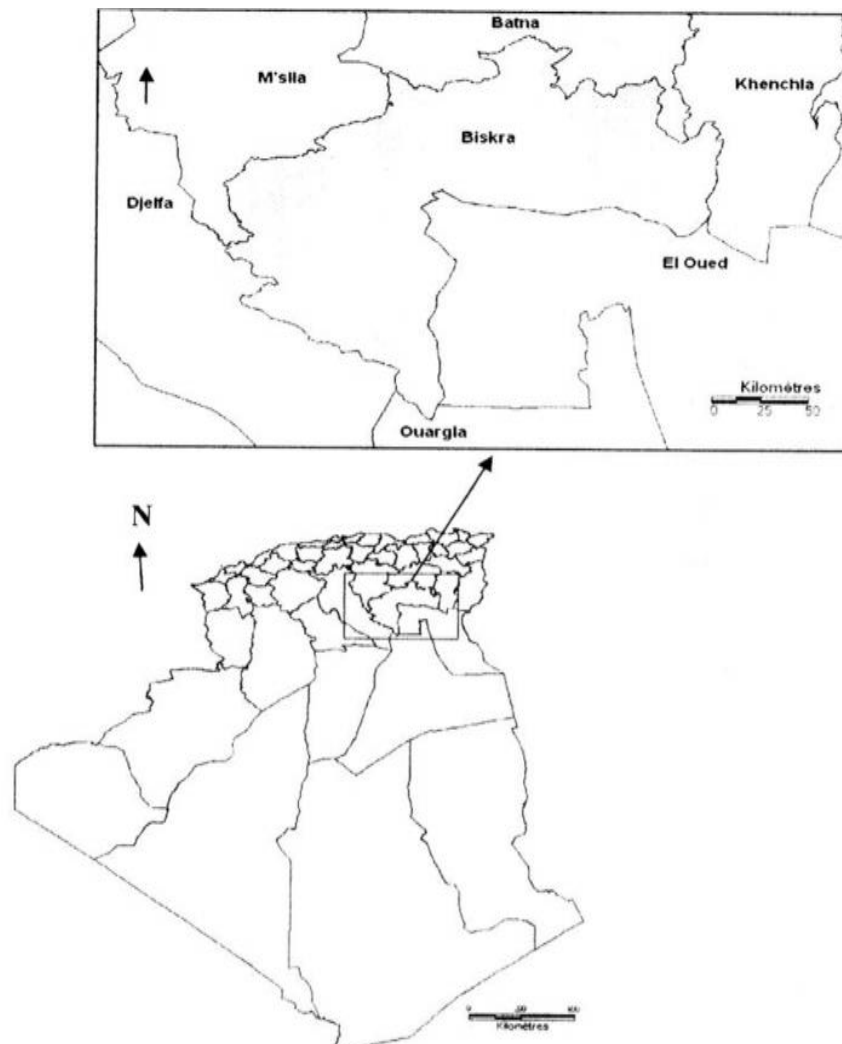


Figure 17: Limites et situation géographique de la wilaya de Biskra (Anonyme, 2005).

La population de la wilaya de Biskra est de 722.274 habitants en 2008 (DPAT, 2009).

1.2.La température

La température est une grandeur physique liée à la notion immédiate de chaud et froid mesurée à l'aide d'un thermomètre. En climatologie, l'enjeu est toujours d'optimiser le nombre de mesure on utilise classiquement deux valeurs quotidiennes :

- la température maximale, en général elle est atteinte au début de l'après-midi.
- la température minimale observée le plus souvent au lever du jour.

Les températures extrêmes minimales et maximales ainsi que les moyennes enregistrées dans notre région d'étude au cours de la période (2008- 2017)

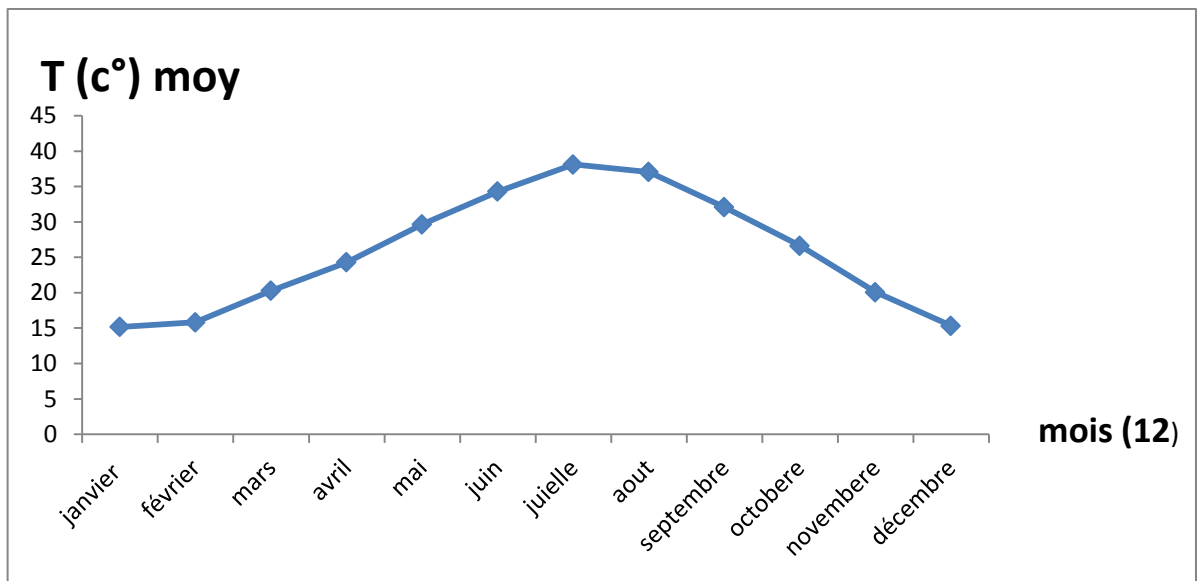


Figure18. Températures moyennes mensuelles de la période 2008 – 2017

La température est relativement élevée durant les 05 Mois à partir du mois de mai jusqu'au mois de septembre qui atteint une moyenne maximale de 38,12°, Par contre l'hiver se caractérise par une température basse dont la moyenne atteint les 15,17°.

2. Présentation de station d'étude (Institut National de Protection des Végétaux de Biskra)

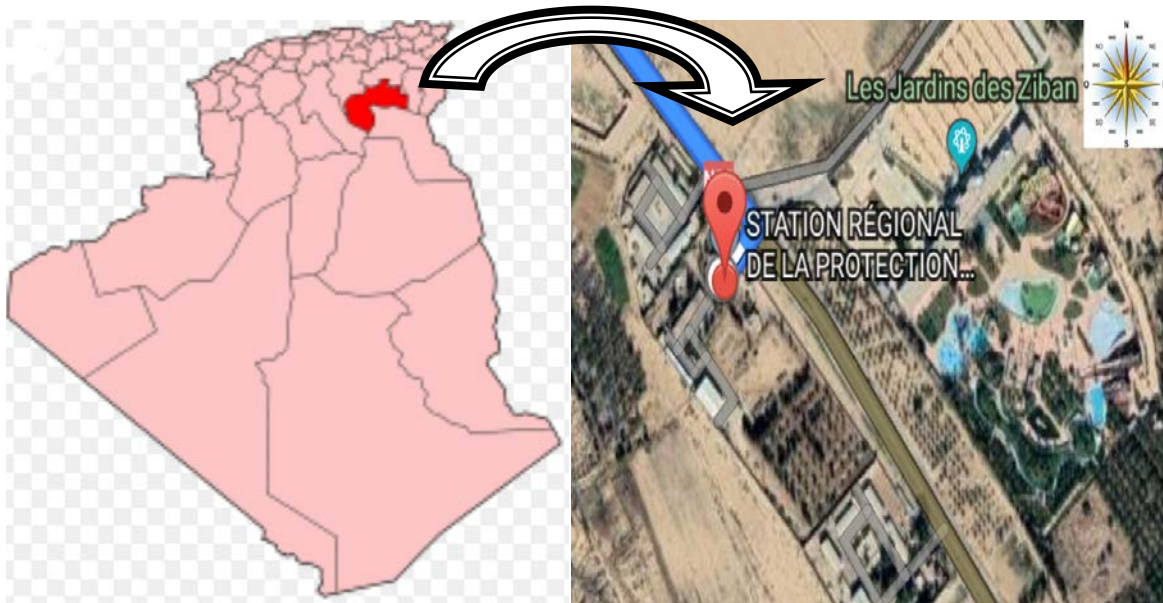


Figure19. Image satellitaire de l'INPV de Biskra. (Google Earth, 2018)

L'INPV est un établissement public à caractère administratif doté de la personnalité morale et de l'autonomie financière, sous tutelle du ministère de l'agriculture. Il a été créé en février 1975 et ses statuts ont fait l'objet de réaménagement en 1993 et en 2000. Son siège est situé à Hacén Badi, El-Harrach (wilaya d'Alger).

L'INPV est l'acteur principal de la veille phytosanitaire nationale dont la stratégie repose sur le contrôle des produits agricoles objet d'échanges commerciaux internationaux, et les plantes et semences produits localement; la surveillance et le traitement des fléaux agricoles contre lesquels les agriculteurs n'ont pas la capacité d'intervention ; la modernisation et la maîtrise des techniques de protection des cultures en privilégiant les solutions qui respectent l'environnement

La station régionale de la protection des végétaux (SRPV) de Biskra est une annexe régionale de la zone Sud-est de L'Algérie. Elle couvre les wilayas de Biskra, El-oued, Khenchela et Illizie. Le siège de la SRPV se situe à Féliache qui s'éloigne de 7 Km du chef-lieu de la wilaya de Biskra sur la route menant vers Sidi Okba (Figure. 18)

Matériels et méthodes

II. Matériel

1. Matériel biologique

1.1. Le ravageur (Pyrale des dattes)

1-1-1-Présentation



Figure20. Adulte d'*Ectomyelois ceratoniae* (Bagnouls et Gaussen, 1957)

La pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* est considérée comme une espèce nuisible car elle vit sur le fruit mur ou proche de la maturité auquel elle cause des dégâts considérables, étant le déprédateur le plus redoutable de la datte.

Les adultes mâles et femelles de cette espèce ont été récoltés à partir des dattes de la variété Daglet Nour infestées ramenées des palmeraies pendant la campagne de récolte par le personnel de la SRPV responsable de la lutte biologique.

1.2. L'auxiliaire (*Phanerotoma flavitaceae*)

1.2.1. Présentation

P.flavitaceae est une petite guêpe Braconidae brun clair dont court abdomen est large et légèrement comprimé il a trois segments abdominaux visibles.



Figure 21. Adulte de *Phanerotoma flavitestacea* (Dhouibi (1996) .

1.2.2. Classification

Règne : Animalia

Classe : Insecta

Ordre : Hymenoptera

Famille : Ichneumonoidea

Sous famille : Brachonidae

Genre : Phanerotoma

Espèce : *Phanerotoma flavitestacea* (Fischer, 1958)

1.2.3. Technique de lutte

A. L'élevage

A.1. Elevage de *Ectomyelois ceratoniae*

Nous avons réalisé l'élevage de la pyrale de la datte *Ectomyelois ceratoniae* (Zeller, 1834) dans des conditions contrôlées (T : 28°C, Humidité : 65-75% et photopériode : 16L/8O).



Figure 22. chambre d'élevage



Figure 23. chambre de stockage

Les étapes de l'élevage sont les suivants.

- Isolement des adultes des deux sexes dans des bocaux d'accouplement déposés dans la chambre d'élevage, dans lesquels on introduit quelques morceaux de dattes comme source d'alimentation.
- Les bocaux d'accouplement sont déposés dans la chambre d'élevage. Après trois jours, les premiers œufs commencent à apparaître. Les œufs sont prélevés et mis dans le milieu nutritif artificiel placé dans des boîtes en plastique (30cm x 20cm x 15cm).
- Avant de procéder au mélange des ingrédients du milieu nutritif artificiel, on stérilise le Son de Blé (440g) à 120°C pendant 15 minutes après refroidissement on ajoute les ingrédients suivants: Levure de bière 40g, Mélange de Vitamine 10g, Gluten 30 g, Mélange de Sel 10g, Sucre 50 g, Acide citrique 1g, Acide ascorbique 5g, Methyl Parab en 5 g, Eau distillée 400 ml.



Figure 24. Les ingrédients du milieu nutritif



Figure 25. milieu nutritif



Figure 26. loupe binoculaire



Figure 27. Les larves de *Ectomyelois ceratoniae*.

A.2. Elevage de l'auxiliaire *Phanerotoma flavistacea*

- Les œufs de la pyrale déposés dans les bocaux d'accouplement sont récupérés à travers le tulle à mailles fines dans des boites de Pétri stériles.

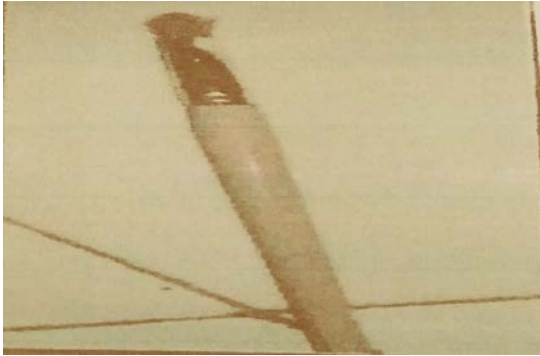


Figure 28. Tulle à mailles fines



Figure29. Boite de pétri

- Ensuite on introduit un couple de *Phanerotoma* quelques minutes après leur émergence dans chacune des boites de Pétri contenant les œufs de la pyrale(10 œufs, 15œufs, 20œufs, 25œufs).
- Après la mort de la femelle de *Phanerotoma* on dépose quelques grammes du milieu nutritif dans les boites de Pétri pour le développement des larves de la pyrale.

B. Le lâcher

On a pas participé au lâcher de *Phanerotoma flavitestaceae* à cause de sa date tardive qui est prévu pour le mois d'août dans la palmeraie Maamar Othman de la commune de Foughala wilaya de Biskra.

*Résultats et
discussion*

Résultats et discussion

1. Cycle de vie de la pyrale des dattes (*Ectomyelois cératoniae*)

La Figure 30 présente les résultats du suivi du cycle biologique et du comptage des différents stades de développement des œufs de la pyrale placée chacune dans une boîte de Pétri avec quelques grammes du milieu nutritif artificiel a révélé les résultats suivants.

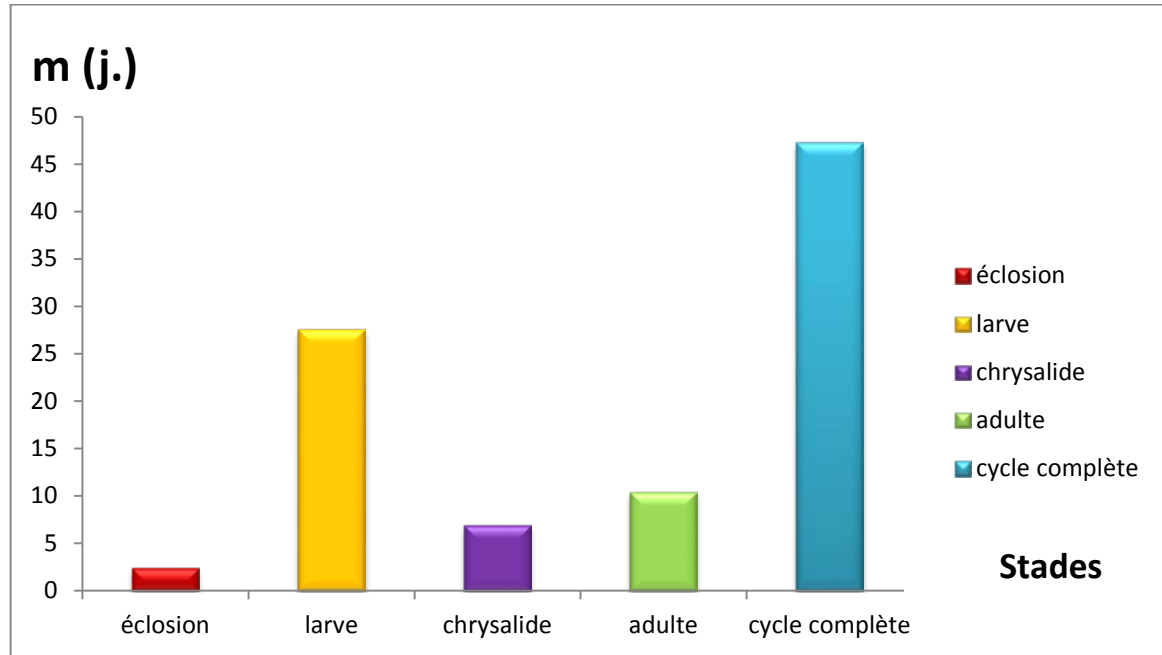


Figure30. Les différents stades de cycle de la pyrale des dattes

Selon les résultats obtenus dans la figure précédente, la durée moyenne des œufs est de 2,4 jours, tandis que le stade le plus long est le stade larvaire avec 27,6 jours, suivi le stade chrysalide avec une moyenne de 6,9 jours, suivi de stade adulte de l'insecte avec 10,4 jours, tandis que la durée de cycle biologique complète est de 47,3 jours.

2. Taux de ponte des œufs de la pyrale des dattes

Le tableau 1 liste les taux de ponte des femelles de la pyrale des dattes élevées dans des conditions contrôlées.

Tableau 1. Taux de ponte des œufs de la pyrale des dattes

Femelles	Jour1	Jour2	Jour3	Total
1	20	18	16	54
2	26	20	15	61
3	21	19	10	50
4	22	20	16	58
5	27	20	11	58
6	24	18	15	57
7	24	17	13	54
8	26	20	17	63
9	25	19	17	61
10	21	17	15	53

Nous avons étudié et comparé la fertilité de 10 femelles de pyrale des dattes, et calculé les œufs pondus pendant trois jours, nous avons remarqué que le nombre d'œufs pondus s'étale entre un minimum de 50 et un maximum de 63 œufs.

3. Taux d'infestation par la pyrale des dattes

Pour évaluer le taux d'infestation de la pyrale des dattes, des échantillons de dattes ont été prélevés des palmeraies pendant une durée de 5 mois, le nombre des dattes est estimé à 50 pour chaque mois. Le nombre de dattes infestées a été calculé en observant les différents stades de pyrale (œuf ; larve ; adulte) dans chaque ou les résidus indiquant leur existence, puis nous avons calculé le taux d'infestation.

Nombre des dattes infestées

$$\text{Taux d'infestation} = \frac{\text{Nombre des dattes infestées}}{\text{Nombre totale des dattes contrôlées}} * 100$$

Nombre totale des dattes contrôlées

Tableau 2. Taux d'infestation par la pyrale des dattes pour l'année 2018-2019.

mois	Nombre des échantillons	Les dattes infestées	Taux d'infestation%
Octobre	50	4	8
Novembre	50	6	12
Décembre	50	9	18
Janvier	50	12	24
févriers	50	13	26

À partir de tableau, pour 50 dattes Daglet Nour échantillonnées chaque mois, le taux d'infestation des dattes augmente à chaque mois où marquer 4 dattes infestées en Octobre a un taux de 8%. Le taux augmente de façon continue pour atteindre 26 % le mois de février 2019.

4. Cycle de vie de *Phanerotoma flavitastacea*

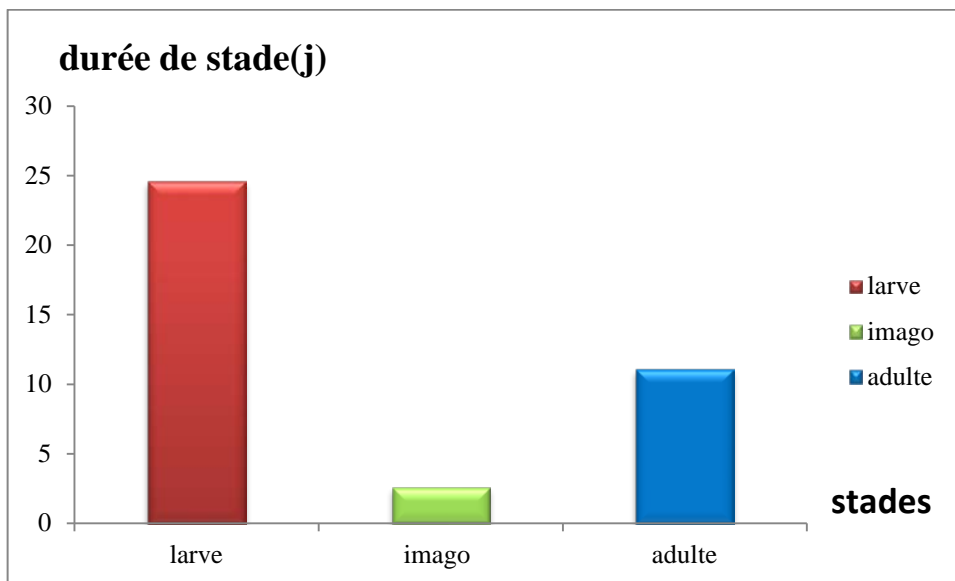


Figure 31. Longueur de cycle de vie de *pharenotoma Flavitastacea*

La figure 31 illustre la durée du cycle de *Phanerotoma Flavitastacea* élevé au laboratoire. On note que le cycle de vie moyen du parasite est de 38,3 jours. Le stade le plus long est le stade larve qui dure 24,6 jours suivi par le stade adulte de 11,1 jours et finalement le stade Imago de 2,6 jours.

5. Taux de parasitisme de *Phanerotoma flavitastacea*

On introduit un couple de *Phanerotoma* quelques minutes après leur émergence dans chacune des boîtes de Pétri contenant les œufs de la pyrale (5 œufs, 10 œufs, 15 œufs, 20 œufs et 25 œufs).

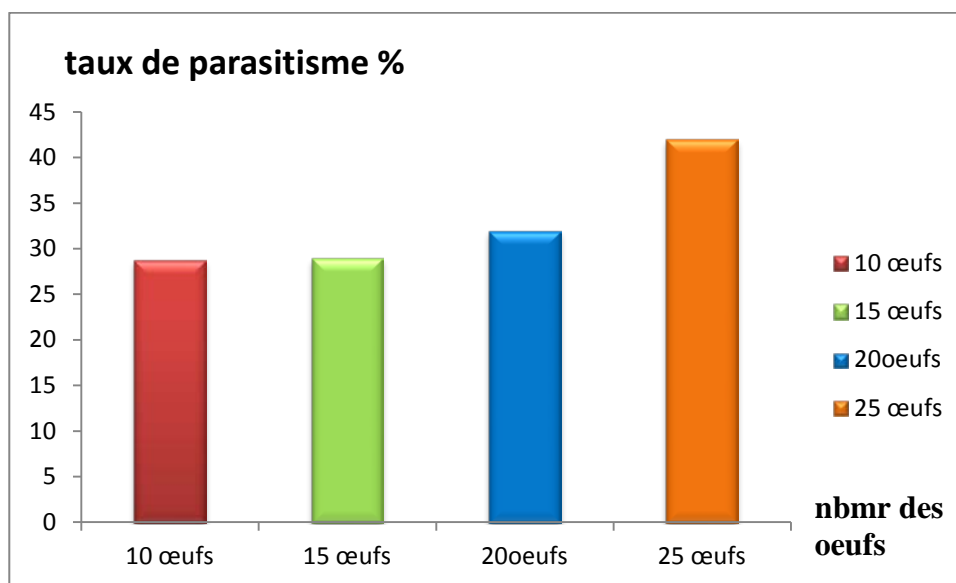


Figure 32. Taux de parasitisme de *P. flavitastacea*.

Nous avons noté que le taux de parasitisme de *Phanerotoma flavitastacea* augmente avec le nombre d'œufs de pyrale des dattes, la corrélation est positive. Nous avons remarqué que le taux de parasitisme le plus faible enregistré dans les boîtes contenant le plus petit nombre d'œufs (10 œufs) et estimé à 28,7%, alors que nous avons noté un taux de parasitisme le plus élevé est dans les boîte contenant un grand nombre des œufs (25 œufs) estimé à 42%.

Discussion

Le cycle de la pyrale des dattes dépend étroitement de la nature du milieu nutritif et des conditions écologiques d'élevage. Pour notre résultat, la durée du cycle est 47,3 jours. Ce résultat égale aux temps de développement enregistrés par Zare *et al.* (2013) pour des individus de la pyrale élevés sur trois cultivars de grenade (Shahvar, Gabri et Malasdanehsiaha) à des conditions (T° : 30°C, Hr : 70% et photopériode : 16L/8O) qui sont 43,45 et 46 jours respectivement. Dans le même contexte, Bensalah et Ouakid, (2015) ont mentionné une durée du cycle de 54,68 j pour les pyrales élevées dans des conditions contrôlées (T° : 27°C, Hr : 65 %, Photopériode : 16L/8O).

Concernant les taux de ponte des femelles de la pyrale élevés dans des conditions contrôlées (T : 28°C, Humidité : 65-75% et photopériode : 16L/8O).

D'après les résultats obtenus, on remarque que la durée de vie de *Phanerotoma* marque une moyenne de 38,8 jours. Belhamra *et al.* (2012) ont pu avoir un cycle de 48,43 jours dans les conditions contrôlées avec une durée étalée pour le stade larvaire. Ceci a été confirmé par Billiotti et Daumal (1969) qui ont constaté une durée de stade larvaire 35 jours à 25°C.

Le pourcentage de parasitisme de *Phanerotoma* augmente avec le nombre d'œufs de la pyrale. Plusieurs auteurs ont constaté que le taux de parasitisme augmente avec une taille petite des larves. *P. flavitestacea* pond dans chaque œuf fertile de la pyrale un œuf. Avant de pondre la femelle du parasitoïde teste avec son ovipositeur l'œuf de l'hôte. Cette action donne des œufs parasités et des œufs non parasités mais détruits par l'action de l'ovipositeur du parasitoïde *Phanerotoma*. Le rendement parasitaire augmente en fonction du nombre des œufs de la pyrale. Le taux de parasitisme que nous avons obtenu un taux maximal de 42 %. Bensalah et Ouakid (2015) ont obtenu un taux de 58,50 %.

Conclusion

Conclusion

La lutte biologique est un concept qui nous oblige à prendre conscience de notre environnement, de mieux connaître notre entomofaune locale afin de pouvoir limiter les dégâts liés aux ravageurs que nous devons d'ailleurs parfaitement connaître afin de les combattre.

L'Algérie est considérée comme les grandes pays producteur de palmiers dattiers dans le monde où le nombre total des arbres estimé à 18 million environ. Ce nombre est face à de nombreux insectes nuisibles comme *Oligonychus afrasiaticus*, *Parlatoria blanchardi*, et le plus important c'est la pyrale des dattes (*Ectomyelois ceratoniae*), qui représente un grand danger qui menace sa production. Afin de Combattre ce ravageur, la lutte biologique représente un remède efficace.

Notre travail a été mené au laboratoire de l'INPV Biskra, afin de créer un climat approprié à la croissance et au développement des pyrales des dattes et leur parasite spécifique (*Phanerotoma flavitaceae*). Le cycle biologique du parasitoïde *Phanerotoma flavitaceae* le stade le plus long est entrant la larve de la pyrale (24,6 jours), ce parasite est spécifique et plus efficace pour l'élimination de ravageur *Ectomyelois ceratoniae*.

Ce travail nécessite un poursuit dans le but de l'utilisation parfaite du parasite dans la lutte biologique contre la pyrale des dattes comme :

- Recherche des meilleurs conditions pour l'élevage du ravageur et son parasite.
- Utiliser d'autre espèces de parasitoïde et comparer entre leurs performances
- choisir le bon moment pour les lachers de l'auxilliaire .

Liste des références

A

- **Absi R., 2013.** Analyse de la diversité variétale du Palmier Dattier (*Phoenix dactylifera* L.): Cas des Ziban (Région de Sidi Okba). Mémoire de Magister, Agriculture et environnement en régions arides. Biskra : Université Mohamed Kheider Biskra, 105p.
- **Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC), 2009.** Lutte biologique : se servir de la nature pour lutter contre les organismes nuisibles des cultures. In Agriculture et Agroalimentaire Canada. *Publications du gouvernement du Canada*, [En ligne]. http://dsp-psd.tpsgc.gc.ca/collection_2009/agr/A72-67-2009F.pdf (Page consultée le 29 janvier 2010).
- **Aloui., 2019.** Influence de l'ennemi naturel *pharinosoma flavitarsis* dans la lutte biologique de culture de palmier dattier. Institut National supérieur de la formation professionnelle (Oum Elbouaghi),Mém.
- **Anger II.,2003.** An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for orders and families of flowering plants: APG II. *Bot. J. Linn. Soc.* 141:399-436.
- **Azzi G., 1954.** Ecologie agricole.Nouvelle encyclopédie agricole.paris,pp .51-52.

B

- **Bagnouls Et Gaussen ., 1957.** Climats biologiques et leur classification. *Annales de Géographie*, 355 : 193-220.
- **Barlow N.D ., Kean J.M . et Goldson S.L., 2002.** Biological control lessons: modeling successes and failures in New Zealand. In USDA Forest Service, *International Symposium on Biological Control of Arthropods*, Honolulu, Hawaii, 14-18 janvier 2002, [En ligne]. <http://www.bugwood.org/arthropod/day1/barlow.pdf> (Page consultée le 22 mars 2010).
- **Barrow S.C., 1998.** A monograph of *Phoenix* L. (*Palmae: Coryphoideae*). *Kew Bull.* 53, part 3: 513-575.
- **Belguedj M et Salhi A., 2006.** Perspectives de lutte biologique contre les ravageurs du palmier dattier dans la région de Biskra. In ABED F., 2006. Conférence régionale :

Mutagenèse Induite et Biotechnologies d'Appui pour la Protection du Palmier dattier Contre le Bayoud. Alger, pp: 66-68.

- **Ben Abdellah ., 1990.** Phoeniciculture.options méditerranéennes serie A : séminaires méditerranéens,n°11,les systèmes agricoles oasiens, CIHEAM ,pp.105-120.
- **Ben Adoune ., 1987.** Etude bio-écologique d'Ectomyelois ceratoniae Zeller (Lepodoptera, Pyralidae) à ghardaia. Mém. Mng. Agro, INA .EL Harrach.Alger. 53 p.
- **Ben Mbarek S.I. Deboub ., 2015.** Valorisation des sous-produits du palmier dattier et leurs utilisations. Mémoire de Master Académique, Biologie et Valorisation des Plantes. EL-OUED : Universite Echahid Hamma Lakhdar d'EL-OUED, 98p.
- **Bendaoud H ., 2012.** Diagnostic sur la conduite d'irrigation de palmiers dattiers dans la wilaya de Biskra.
- **Benkhalifa A .A., 2006.** Situation de la lutte contre le bayoud en Algérie. *In* **ABED F., 2006.** Conférence régionale : Mutagenèse Induite et Biotechnologies d'Appui pour la Protection du Palmier Dattier Contre le Bayoud. Alger, pp: 1-2.
- **Benmansour M., 2011.** Etude des performances de produits renouvelables et locaux adaptés aux applications de l'isolation thermique dans le bâtiment. Mémoire de Magister, Energies Renouvelables. Batna : Universite el Hadj Lakhdar Batna, 86p.
- **Bensalah M.k.et Ouakid M.I., 2015.** Essai de lutte biologique contre la pyrale des dattes Ectomyelois Ceratoniae zeller (lepidoptera, pyralidae) par l'utilisation de phanerotoma flavitestacea Fischer (Hymenoptera : Braconidea) et bracon hebeton say (Hymenoptera : Braconidae) dans les condtions controlées. Courrier du savoir.20 :101-108.
- **Biocontrol Information Ressource for ERMA New Zealand Applicants (BIREA) ., 2007.** Environmental risks of biological control. *In* Biocontrol Information Ressource for ERMA New Zealand Applicants, *Background information*, [En ligne]. http://www.b3nz.org/birea/index.php?page=background_risks (Page consultée le 25 mars 2010).
- **Bouafia ., 1985.** *Bio-écologie du Boufaroua : Olygonychus afrasiaticus (Mc.Gregor) (Acarina-Tetranychidae) à l'I.T.A.S. de Ouargla et utilisation de Trichogramma embryophagum (Hartig) comme agent de lutte biologique contre la pyrale des dattes Ectomyelois ceratoniae (Zeller).* Mémoire Ing. d'état, I.N.A., El- Harrach, Alger, 67 p.
- **Bouka., 2001.** La pyrale des dattes dans la région de Tafilatet au Sud-Est du Maroc. Revu fruit. Vol 56(3), pp189, 195.

- **Boulal ., Z. Benbrahim., B. Benali., S. Ladjel 2013.** Etude comparative de rendement de la production d'éthanol de deux variétés de dattes communes de faible valeur commerciale (Tinaceur et Aghmou) de Sud – Ouest de l'Algérie. Algeria; Vol. 16 N°3 p. 539 – 550.
- **Bounaga N . et Djerbi M., 1990.** Pathologie du Palmier dattier : Les systèmes agricoles oasiens. Options Méditerranéennes, *Sér. A* (11) : 128-132. région d'Oued Righ. Mémoire d'Ingénieur, Agronomie saharienne. Ouargla : Université Kasdi Merbah de Ouargla, 103p.

C

- **Calcat ., 1961.** Cours d'agriculture saharienne phoeniciculture Ministère d'état-sahara-Départements et territoire d'outre-Mer, PP. 1-2.
- **Carpenter Et Elmer., 1978.** Pests and diseases of date palm. United States Department of Agriculture, Agriculture Handbook, Washington DC, N° 527, 42 p.
- **Cécycy A ., 2000.** La lutte biologique : à quel prix ? *In Agri-Réseau. Horticulture ornementale – Serre*, [En ligne]. <http://www.agrireseau.qc.ca/horticulture-serre/documents/c%C3%A9cycy%20Lutte%20bi%E2%80%A6%20Agrir%C3%A9seau.pdf> (Page consultée le 15 mars 2010).
- **Chaubet B ., 1992.** Diversité écologique, aménagement des agro-écosystèmes et favorisation des ennemis naturels des ravageurs : cas des aphidiphages. *Le courrier de l'environnement*, p18.
- **Chehma H. F . Longo., 2001.** Valorisation des Sous-Produits du Palmier Dattier en Vue de leur Utilisation en Alimentation du Bétail. *Rev. Energ. Ren. : Production et Valorisation – Biomasse* ; p. 59-64.
- **Cloutier C .et Cloutier C ., 1992.** Les solutions biologiques de lutte pour la répression des insectes et acariens ravageurs des cultures. *In Vincent, C. et Coderre, D. (réd.), La lutte biologique* (chap. 2, p. 19-88). Boucherville (Québec), Gaëtan Morin Éditeur.

D

- **Darine A ., 2008.** Suivi des Caractéristiques Microbiologiques et Physicochimiques des Jus des Dattes Conservés par Irradiation Gamma. Industries Agro-alimentaires, Zaghouan : Bayoud, FAO, 127 p.
- **Dhouibi M.H., 1991.** Les principaux ravageurs du palmier dattier et de la datte en Tunisie. Institut National Agronomie de Tunisie, Labo. Entomologie-Ecologie. Pp27-40.
- **Dhouibi M.H., 1989.** Essai de traitement avec la Bactospeine bacillus thuringiensis contre la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* (Lepidoptera, pyralidae) on palmerier. rapport d'expérimentation.
- **Djerbi M ., 1992.** Récis phoeniciculture F.A.O.Rome ,191P.
- **Djerbi M., 1994.** Les maladies du palmier dattier (*Phoenix dactelifera*) projet de centre régional de recherche sur le palmier dattier et la date au moyen orient et en Afrique du nord,127p .
- **Djoudi I ., 2013.** Contribution à l'identification et à la caractérisation de quelques accessions du palmier dattier (*PhoenixDactylifera.L*) dans la région de Biskra. Mémoire de Magister, Agriculture et environnement en régions arides. Biskra : Université Mohamed Kheider Biskra, 141p.
- **Doumandji-Mitiche., 1983.** *Contribution à l'étude bio-écologique des parasites et prédateurs de la pyrale des caroubes Ectomyelois ceratoniae* en Algérie en vue d'une éventuelle lutte biologique contre ce ravageur. Thèse Doctorat ès- Science.Naturelles. Univ. Pierre et Marie Curie, Paris VI, 1983, 253 p.
- **Dpat ., 2009.** Direction de la Planification et de l'Aménagement du Territoire (données,2009 de a wilaya de Biskra).
- **Dridi ., 2000.** Lutte contre la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* par l'utilisation de la technique des insectes stériles.S.R.P.V. Boufarik.p3 .
- **Duvall M. R., Clegg M. T., Chase M. W., Clark W. D., Kress W. J., Hills H. G., Eguiarte L. E., Smith J. F., Gaut B. S., Zimmer E. A. et Learn G. H., 1993.** Phylogenetic hypotheses for the monocotyledons constructed from *rbcL* sequences data. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 80: 607-619.

E

- **Eilenberg J . Hajek A. Lomer C ., 2001.** Suggestions for unifying the terminology in biological control. *BioControl*. 463. 87-400.
- **El Modafar C.et El Boustani E. –S ., 2002.** Contribution des polyphénols aux mécanismes de défense des plantes. *In* REGNAULT-ROGER C., PHILOGENE B. JR. et VINCENT C., 2002. Biopesticides d'origine végétale. Editions TEC&DOC, Paris, chap. 11pp: 169-185.
- **Elliot N.R . Kieckhefer N . Kauffman w., 1996.** Effects of an invading coccinellid on native coccinellids in agricultural landscape. *Oecologia*. 105, 537 - 544.

G

- **Gagui W ., 2015.** L'effet d'ajout des fibres palmiers dattiers (Saaf et Lif) sur les propriétés physico-mécanique des bétons de sable. Mémoire de Master Académique, Conception et calcul de structure. Biskra: Université Mohamed Kheider Biskra, 79p.
- **Girard., 1962.** Note sur le palmier d'attier C.F.P.A. de touggourt ,133p.
- **Glasner B ., Bores A ., Zaid A . et emmens J ., 2002.** Date harvesting, packinghouse management and marketing aspects.Date palm cultivation. Food and Agriculture Organization Plant Production and protection of the United Nations, Rome, Italy, 156: 177-208.
- **Govaerts R et Dransfield G ., 2005.** World checklist of palms. Kew: Royal Botanic Gardens, Kew, 223 p.
- **Greathead D .G ., 1995.** Benefits and risks of classical biological control. *In* Hokkanen, H.M.T et Lynch, J.
- **Grenier S ., 2009.** Utilisation de prédateurs. *In* Pintureau, B. (réd.), *La lutte biologique : Application aux arthropodes ravageurs et aux adventices* (Chapitre VIII, p. 146-167). Paris, Ellipses Éditions.
- **Grisvard P., Chaudun V., Chouard P. Et Guillaumin A., 1964.** Le Bon Jardinier 152° Edition.Tome 2 , Encyclopédie Horticole.La Maison Rustique ,Paris(6°),1410 P.
- **Guessoum M., 1986.** Approche d'une étude bio-écologique de l'acarien oligonychus afrasiaticus (boufaroua) sur palmier dattier.ann.inst .nat.agr., El-Harrach,vol 10,n°1,pp .153-166 .

H

- **Haddad ., 2000 .** Quelques données sur la bio-écologie d'*Ectomyelois ceratoniae* dans les régions de Touggourt et Ouargla, en vue d'une éventuelle lutte contre ce déprédateur. Mémoire Ing., I.T.A.S., Ouargla, 62 p.
- **Hemptinne., 1989.** L'éthologie, indispensable condiment de la lutte biologique. *Probio-Revue*, 12 (1), 79 – 95 p.
- **Herren., Neuenschwander., 1991.** Biological control of cassava pests in Africa. *Annu. Rev. Entomol.* 36, 257 – 283p.
- **Hokkanen ., Pimentel., 1984.** New approach for selecting biological control agents. *Canadian Entomologist* 116, 1109-1121 p.
- **Howard F.w., Moore v ., Giblin-Davis R.M. et Abad G., 2001.** Insects on palms. CABI International, Wallingford, Oxon, UK, pp 56-63.
- **Howarth F.G ., 1991.** Environmental impacts of classical biological control. *Annu. Rev. Entomology.* 36, 485-509.

I

- **Idder M.A ., 2008.** La biocénose comme indicatrice des modifications climatiques: cas de l'exploitation agricole de l'ITAS de Ouargla. Les journées internationales sur l'impact des changements climatiques sur les régions arides et semi arides; du 15 au 17 décembre 2007. CRSTRA, Biskra.
- **Idder M., 1991.** Inventaire des parasites d'*Ectomyelois ceratoniae* (lipidoptera,yralidea) dans les palmeraie de Ouargla et lâcher du trichogramma embryophagum contre cette pyrale. Mémoire d'ing.agr.,inst .nat.agr .,El-Harrach,68 p .
- **Idder M .A, 2000.** La phoeniciculture dans la vallée de l'oued mya : contraintes et orientations pour un développement durable. El - Oued, du 1 au 4 Octobre 2000. Federation of Arab Scientific Research Council. CRSTRA. *Congrès Scientifique Arabe. El-Oued*, p.p. 299-304.
- **Institut de la Statistique du Québec (ISQ) et Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ), 2010.** Profil sectoriel de l'industrie bioalimentaire du Québec – Édition 2009. *In* Institut de la Statistique du Québec. *Publications*, [En ligne].

http://www.stat.gouv.qc.ca/publications/ind_bioalimentaire/pdf/Profil_bio_2009.pdf
(Page consultée le 17 mars 2010).

J

- **Jaradat A .A. Et Zaid A., 2004.** Quality traits of date palm fruits, in a center of origin and center of diversity. *Food Agr. Environ.* 2: 208-217.

K

- **Khoualdia O . et Rhouma A., Brun J., Marro J.-P ., 1995.** Lutte biologique contre *Ectomyelois ceratoniae*, introduction d'un prédateur exotique phytoma. la défense des végétaux, n°494, Mai 1997, p .41.

L

- **Lambert L ., 2000.** Partez gagnants. *In Agri-Réseau. Horticulture ornementale – Serre*, [En ligne]. <http://www.agrireseau.qc.ca/horticulture-serre/documents/PARTEZ%20GAGNANTS%20COL%20LBIO%202000%20Agrir%20C3%A9seau.pdf> (Page consultée le 25 mars 2010).
- **Lambert L ., 2005.** Des nématodes fort utiles en lutte biologique. *In Agri-Réseau. Horticulture ornementale – Serre*, [En ligne]. <http://www.agrireseau.qc.ca/horticulture-serre/documents/N%20C3%89MATODES%20b%20C3%A9n%20C3%A9f%E2%80%A6a%20o%20C3%BBt2005%20LL.pdf> (Page consultée le 25 mars 2010).
- **Laouini S.E ., 2014.** Etude phytochimique et activité biologique d'extrait de des feuilles de *Phoenix dactylifera* L dans la région du Sud d'Algérie (la région d'Oued Souf). Thèse de Doctorat : Génie chimique, Biskra: Université Mohamed Kheider Biskra, 161p.
- **Le berre., 1978.** Mise au point sur le problème du ver de la datte, myelois *ceratoniae* Zelll. *Bull. Agr. Sahar.* 1,(4), pp 1. 35.
- **Lepigre ., 1963.** Essais de lutte sur l'arbre contre la pyrale de dattes (myelois *ceratoniae* zeller-pyraldae) *Ann. Epiphyties*, 14(2). Pp85-105.

- **Letourneau D. k ., 1987.** The enemies hypothesis : tritrophic interactions and vegetational diversity in tropical agroecosystems. *Ecology*. 68 (6), 1616-1622.
- **Louda S.M ., Pemberton R.W ., Johnson M.T ., Follett P.A., 2003.** Non target effects – the achilles’ heel of biological control ? retrospective analyse to reduce risk associated with biocontrol introductions. *Annu. Rev. Entomol.* 48, 365-396.
- **Louvet T.J . et Toutain G ., 1973.** Recherches sur les fusarioses. Nouvelles observations sur la fusariose du palmier dattier et précisions concernant la lutte. *An. Phyto.* (5) : 35-52.
- **Lynch I.D, Thomas M., 2000.** Nontarget effects in the biocontrol of insects with insects, nematodes and microbial agents: the evidence. *Biocontrol News and Information*. 21 (4), 117-130.

M

- **Madkouri M ., 1992.** Travaux préliminaire en vue d’une lutte contre le boufaroua . au maroc.direction de la recherche agronomique. station centrale de palmier dattier. Rabat. pp. 82 86.
- **Maire R. et Killian C ., 1930.** Le Bayoud, maladie du dattier. *Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, 21 :89-101.
- **Meliani, 2016.** Etudes morphologique et histologique du développement de l’ovaire chez le palmier dattier (*Phoenix dactylifera L.*).
- **Messiaen C.M., Blancar D ., Rouxel F. et Lafon R., 1991.** Les maladies des plantes maraîchères (3^e édition). Editions INRA, Paris, 552 p.
- **Ministère de l’Environnement du Québec (MEQ), 2003.** Synthèse des informations environnementales disponibles en matière agricole au Québec. *In* Ministère du Développement durable, de l’Environnement et des Parcs. *Milieu agricole*, [En ligne]. http://www.mddep.gouv.qc.ca/milieu_agri/agricole/synthese_info/synthese-info-enviro-agricole.pdf (Page consultée le 24 mars 2010).
- **Monciero., 1961.** Le palmier dattier en Algérie et au sahara.les journées de la datte. Direction départementale des services agricoles des Aurès, 151 p.
- **Moore H.E ., 1973.** The major groups of palms and their distribution. *Gentes herb.* 11, pp: 27-141.

- **Munier P ., 1973.** Le palmier dattier. Coll. Techniques agricoles et productions International Journal of Innovation and Applied Studies, 3 Nov 2016; Vol. 18, p. 682-694.
- **Munier P ., (1973).** Le premier dattier. Ed.G.-P maisonneuve et Larosse. Paris, 221p. tropicales. Editions MAISONNEUVE et LAROSE, Paris, 221 p.

O

- **Ogol C.K.P.O ., Spence J.R., Keddie A., 1998.** Natural enemy abundance and activity in a maize-leucaena agroforestry system in Kenya. Environmental Entomology, **27**(6), 1444-1451.
- **Ozenda., 1977.** Flore du sahara.edition du CNRS,PARIS.622 P.

P

- **Plant R . et Freudenberger ., 2005.** Changes in Global Agriculture: A Framework for Diagnosing Ecosystem Effects and Identifying Response Options. *In* World Wildlife Fund. WWF, [En ligne]. http://assets.panda.org/downloads/wwf_mpo_final_submitted.pdf (Page consultée le 7 février 2010).

R

- **Raache., 1990.** Etude comparative des taux d'infestation de deux variétés de dattes (Deglet-nour et Ghars) par la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* (Lepidoptera-Pyralidae) dans deux biotopes différents (palmeraies moderne et traditionnelle) dans la regions d'Ourgla. Mém.Lng.ITAS, Ourgla.
- **Rap ., 1987.** Plan d'aménagement de la Wilaya de Biskra 1987. reducing biting midge (Diptera: Ceratopogonidae) populations in coastal residential région de Khenchela. Mém. Mag. Départ. Bio., Université Mentouri
- **Réseau Biocontrôle ., 2006.** Deux enquêtes sur l'attitude des canadiens. Dossiers Biocontrôle, janvier, p. 8. M. (réd.), Biological control benefits and risks (Chapitre 5, p. 53-63).

- **Risch S. J., 1983.** Intercropping as cultural pest control: prospects and limitations. *Environmental Management*, 7(1), 9-14.

S

- **Sedra M.H. , 2006.** Le Bayoud en Afrique du Nord : extension, particularités de la variabilité génétique des souches de l'agent causal et nouveaux clones marocains du palmier prometteurs pour combattre la maladie. *In ABED F., 2006.* Conférence régionale : Mutagenèse Induite et Biotechnologies d'Appui pour la Protection du Palmier Dattier Contre le Bayoud. Alger, pp: 6-11.
- **Sbiai A., 2011.** Matériaux composites a matrice epoxyde chargée par des fibres de palmier dattier : effet de l'oxydation au tempo sur les fibres. Thèse de Doctorat : Matériaux Polymères Ecole doctorale Matériaux de Lyon: L'Institut National des Sciences Appliquées de Lyon, 250p.
- **Sforza R. , 2009.** Utilisation d'organismes phytophages. *In* Pintureau, B. (réd.), *La lutte biologique : Application aux arthropodes ravageurs et aux adventices* (Chapitre VII, p. 125-145). Paris, A Éditions.
- **Simberloff D. et Stiling P. , 1996.** Risks of species introduced for biological control. *Biological Conservation*. 78, 185 – 192.

T

- **Tabashnik B.E. , 1994.** Evolution of resistance to *Bacillus thuringiensis*. *Annual review of entomology*, vol. 39, p. 47-79.
- **Tardieu V. , 1999.** Les risques méconnus de la lutte biologique en agriculture. *Le Monde*, 17/11/1999.
- **Thomas M.B., Willis A.J. , 1998.** Biocontrol – risky but necessary ? *Tree*. 13 (8), 325-329.

U

- **Uhl N. W. et Dransfield J. , 1987.** Genera palmarum: A classification of palms based on the work of HAROLD E. and MOORE J., Hortorium and International Palm Society, Allen Press, Lawrence, Kansas.

- **U.S. Congress, Office of Technology Assessment ., 1995.** Biologically based technologies for pest control. In Princeton University. *Biologically based technologies for pest control*, [En ligne]. <http://www.princeton.edu/~ota/disk1/1995/9506/9506.PDF> (Page consultée le 20 janvier 2010).

V

- **Van Lenteren J.C., 1997.** Benefits and risks of introducing exotic macro-biological central agents into Europe. Bulletin OEPP/EPPO, 27, 15-27.
- **Van Lenteren J.C ., Woets J ., 1988.** Biological end integrated pest control in greenhouses. Annu. Rev. Entomol. 33, 239-269.
- **Vilardebo A ., 1975.** Enquete et diagnostique sur les problèmes phytosanitaires entomologiques dans les palmerie de dattier du sud-est algérien.bulletin d'agronomie saharienne, vol. 1,n° 3, pp . 1-23.
- **Vilardebo A ., 1973.**parasites et maladies. Chap.IV principaux parasites de la datte et de dattier.service Entomologie-Nématologie de l'L.F.A.C. :pp67-95.
- **Volkoff A.-N., 2009.** Utilisation des micro-organismes. In Pintureau, B. (réd.), *La lutte biologique : Application aux arthropodes ravageurs et aux adventices* (Chapitre VI, p. 92-124). Paris, Ellipses Éditions.

W

- **Weeden C .R., Shelton A.M., et Hoffman M .P ., 2007.** *Biological Control: A Guide to Natural Enemies in North America*, [En ligne]. <http://www.nysaes.cornell.edu/ent/biocontrol/info/needstatus.html> (Page consultée le 3 décembre 2009).
- **Winston M.I ., 1997.** *Nature wars : people vs pests*. Cambridge, Harvard University Press, 210 p.
- **Wertheimer., 1958.** Un des principaux parasites du palmier dattier: Le *Myelois decolor*. *Fruit*, volume 13,n°8,pp 109-128 .

Z

- **Zaid A., De Wet P.F ., Djerbi M., et Oihabi A ., 2002.** Diseases and pests of date palm, *In* ZAID A., 2002. Date palm cultivation. Food and Agriculture Organization Plant. Production and protection of the United Nations, Rome, Italy, 156, pp: 227-281.

Tableau 1. Températures moyennes mensuelles (°C) de la wilaya de Biskra durant la Période 2008 à 2017.

	T (C°) Moy min	T (C°) Moy max	T (C°) Moy
Janvier	12,54	17,80	15,17
Février	12,98	18,66	15,82
Mars	17,31	23,23	20,27
Avril	20,82	27,75	24,29
Mai	26,40	32,92	29,66
Juin	31,03	37,56	34 ,30
Jailli	34,83	41,41	38,12
Out	34,01	40,08	37 ,05
Septembre	29,06	35,10	32 ,08
Octobre	23,83	29,44	26,64
Novembre	17,36	22,79	20,07
Décembre	12,57	18,1	15,33

Tableau 2. Cycle biologique de la pyrale des dattes

Œuf	Eclosion (J.)	Larve (J.)	Chrysalide (J.)	Adulte (J.)	Cycle complète
1	2	27	7	10	46
2	2	28	6	11	47
3	3	26	8	9	46
4	3	29	7	10	49
5	3	27	7	10	47
6	2	27	6	12	47
7	3	25	8	11	47
8	2	28	8	11	49
9	2	29	6	10	47
10	2	30	6	10	48
moyenne	2,4	27,6	6,9	10,4	47,3

Tableau 3. Cycle de vie de *phanerotoma flavitastacea*

	Larve	imago	adulte	Cycle complète
Larve1	27	3	10	40
Larve2	25	2	11	38
Larve3	25	3	11	39
Larve4	24	3	11	38
Larve5	26	2	12	40
Larve6	24	2	12	38
Larve7	23	3	10	36
Larve8	23	3	13	39
Larve9	24	2	11	37
Larve10	25	3	10	38
moyenne	24,6	2,6	11,1	38 ,3

Tableau 4. Taux de parasitisme de parasite (*phanerotoma flavitastacea*)

Nombre des oeufs	adulte	Taux de parasitisme(%)	Moyenne(%)
10	3	12	28,8
10	3	12	
10	11	44	
10	9	36	
10	10	40	
15	6	30	29
15	5	25	
15	7	35	
15	7	35	
15	4	20	
20	4	26,7	32
20	8	53,3	
20	6	40	
20	3	20	
20	3	20	
25	3	30	42
25	4	40	
25	5	50	
25	5	50	
25	4	40	

Résumé

Notre travail porte le contrôle et la lutte biologique d'un ravageur du palmier dattier, la pyrale des dattes (*Ectomyelois ceratoniae*), par l'utilisation d'un ennemi naturel qui est un hymenoptere braconodae (*Phanerotoma flavitestacea*).

Les résultats obtenus montrent qu'il y'a un effet significatif de l'action du parasitoide sur le cycle biologique de la pyrale des dattes. Aussi, les conditions écologiques contrôlées semblent être favorable au développement et le bon déroulement du cycle de la pyrale des dattes.

Les mots clés : lutte biologique, palmier dattier, *Ectomyelois ceratoniae*, *Phanerotoma flavitestacea*.

Abstract

Our work bears the control and biological control of a date palm pest, the date moth (*Ectomyelois ceratoniae*), through the use of a natural enemy that is a hymenoptera braconidae (*Phanerotoma flavitestacea*).

The results obtained show that there is a significant effect of parasitic action on the life cycle of the date moth. Also the controlled ecological conditions seem to be favourable for the development and the good progress of the cycle of the date moth.

Key words: biological control - date palm - *Ectomyelois ceratoniae* - *Phanerotoma flavitastacea*.

ملخص

يتمثل عملنا في المكافحة البيولوجية و السيطرة على آفة نخيل التمر ' سوسة التمر *Ectomyelois ceratoniae* من خلال استخدام عدو طبيعي وهو *Phanerotoma flavitastacea*

تظهر النتائج المتحصل عليها ان هناك تأثير كبير للطفيلي على دورة حياة سوسة التمر. كما يبدو ان الظروف البيئية الخاضعة للرقابة مواتية للتطور و التقدم لسوسة التمر.

الكلمات المفتاحية: المكافحة البيولوجية- نخيل التمر - *Phanerotoma flavitastacea* - *Ectomyelois ceratoniae*