

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE SAAD DAHLEB - BLIDA

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE DES POPULATIONS ET DES ORGANISMES

Option : Biodiversité et développement durable

Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention de Master académique
en Sciences de la Nature et de la Vie

Thème

**Utilisation et suivie des traitements biologiques sur
la dynamique des populations du carpocapse *cydia
pomonella L.* du poirier dans la région d'Atattba**

Réalisé par : AKKACHE imen

Devant les membres de jury :

Présidente	: M ^{me} Hamiche A.	MCB	USD-Blida1
Examinatrice	: M ^{me} Benassel N.	MAA	USD-BLIDA 1
Promotrice	: M ^{me} Chaichi W.	MAA	USD-BLIDA1
Invitée:	M ^{me} Bennacer A.	MASTER	USD-Blida1

Année Universitaire 2016-2017

SOMMAIRE

Remercîments

Dédicaces

Résumé

Abstract

ملخص

Liste Des Figures, Des Tableaux

Introduction générale.....	01
Chapitre I : Généralités sur le poirier.....	03
I.1. Origine géographique.....	03
I.2. Origine et la classification botanique.....	03
I.3.caractères botanique	04
I.3.1. le repos hivernal (la dormance).....	06
I.3.2 La période active de végétation	06
I.4Les exigences du poirier.....	07
I.4.1. Les exigences agro-écologiques	07
I.5 Gestion du sol et fertilisation.....	07
I.6 Données économiques sur le poirier.....	08
I.7 Quelques maladies et ravageurs du poirier.....	08
Chapitre II : Généralités sur la population du carpocase (<i>Cydia pomonella</i> L.)	10
II.1. Considération générale sur le carpocase (<i>Cydia pomonella</i> L.).....	10
II.2. Taxonomie et synonymie	11
II.3. Origine et aire de répartition	11
II.4. Description	12
II.5. Cycle biologique	14

II.5.1. Diapause.....	15
II.5.2. Nymphose printanière et sortie des papillons	15
II.5.3. Accouplement et ponte.....	17
II.5.4. Incubation des œufs.....	18
II.5.5. Croissance des larves	18
II.5.6. Deuxièmes et troisièmes générations.....	19
II.6. Impact économique des dégâts du carpocapse du poirier	19
II.6.1. Dégâts actifs.....	20
II.6.2. Dégâts stoppés.....	20
II.6.3. Dégâts cicatrisés.....	20
II.7. Les Moyennes de lutte	21
II.7.1. La lutte raisonnée contre le carpocapse	21
II.7.2. Lutte biologique	22
Chapitre III : Généralités sur lombricomposte.....	23
III.1. Définition de lombricompostage	23
III.1.1. Le composte.....	24
III.1.2.Caractéristiques du lombricompost	24
III.1.3. Le lombricomposteur.....	24
III.2.3.1. Principe de lombricomposteur	24
III.1.4.Le produits du lombricompost	26
III.1.4.1 Le jus de lombricompost	26
III.1.4.2. Le Thé de lombricompost	26
III.2. Importance de lombricompost	27
Chapitre IV: Matériel et Méthodes.....	28
IV.1 L'objectif	28

IV.2 Présentation de la région d'étude	28
IV. 2.1 Climatologie	29
IV. 3. Présentation du site d'étude	31
IV.4. Matériel végétal	33
IV.4.1. matériel animal	34
IV.4.2. Matériel de capture	35
IV.4.2.2. Les fertilisants utilisés	36
IV.4.2.2.1.Le jus de lombricompost	36
IV.4.2.2.2. Produit homologué Algasmar.....	36
IV.5. Méthode d'étude	36
IV.5.1. application des traitements	36
IV.6. analyse statistique	39
IV.6.1. Analyse multivarié PAST vers 1,95	39
IV.6.2. Le diagramme de ternaire (Past vers. 1.37)	39
IV.6.3. Le test One-Way ANOVA.....	39
Chapitre V : Résultats.....	40
V.1. Evaluation temporelle de la dynamique des populations du Carpocapse du Poirier dans les trois blocs.....	40
V.2. Modulation de l'effet des traitements sur la population du carpocapse	41
Chapitre VI : Discussion général.....	46
Conclusion général	48

Remerciements

Je remercie avant tout Dieu le tout puissant de m'avoir accordé patience, force et volonté pour terminer ce travail.

Dieu Merci.

Ce travail a bénéficié du soutien de plusieurs personnes qu'il me fait plaisir de remercier.

En tout premier lieu, je veux remercier mon mari : Boughedaoui Emir pour le soutien morale et matériel grâce à lui que j'ai pu fini mon travail.

Je dis un grand merci et très sincèrement à madame CHAICHI. W, la promotrice qui a acceptée de diriger ce travail. Son aide, ses conseils précieux, sa discrétion, sa rigueur et son soutien moral ont été pour beaucoup dans l'aboutissement de ce travail. Nous le remercie également pour sa grande disponibilité, sa confiance, de son aide à la réflexion, et de son esprit analytique.

*Je souhaite également adresser mes sincères remerciements aux Messieurs les membres du Jury, Madame **Hamiche**, madame **Benassel**, Melle **Bennacer**.. Pour avoir accepté de prendre le temps de lire, d'évaluer mon travail et d'effectuer un déplacement pour assister à la soutenance.*

*Je remercie aussi le propriétaire du verger d'étude, **Mr Mourad** pour son accueil et de m'avoir accordé la liberté d'accéder à tout moment au verger.*

A tous mes collègues de la promotion de Biodiversité et développement durable

*A ma chère amie : **Mouloud Nabila***

Enfin, on remercie surtout le soutien moral permanent de ma famille, tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail. Je dis grand merci de tout mon cœur

Merci...

Dédicace

Je dédie ce modeste travail,

*À mes parents, **Abkache Rachid et Nadia***

*Mes deux plus chères personnes de ma vie, pour leurs soutiens,
Encouragements, affections et leurs judicieux conseils. Je ne
vous remercierai jamais assez. Vous avez fait en moi ce que je
suis devenue aujourd'hui.*

Que le Bon Dieu vous accorde une longue vie et santé de fer.

*À mon mari **Boughedaoui Emir**, que dieu le protège*

*À mes petite jumeaux, **Rihel et Mohamed**, que dieu vous gard
pour moi inchallah*

*À mes chères frères **Younes, Amine, Brahim, Abd elhadi***

*À mes chères sœurs, **Selma et Yasmima, Nassima***

*À ma belle-sœur, **Ben idir Khadidja***

*À **Ameziane abd elhamid***

*À mes chère neveux, **Mohieddine, Abd elghani, Lokmane, Imad
eddine, Rayane et Malak** que dieu les protège inchallah*

À mes très chères grand-mère, que dieu les préserve

À toute ma Famille

À ma belle-famille Boughedaoui

À ma belle mère, Fakir Fatma

À mes belles sœurs et beaux frères

À mes chères Sanaa, Maroua

À mes proches amies, Assia , Feriel, Nabila, Ilhem, Fairouz ,

Selma , Amel Sarah , Hayet

À toute la promotion de Biodiversité et développent durable

2015-2016.

AKKACHE imen

Utilisation et suivie des traitements biologiques sur la dynamique des populations du carpocapse *Cydia pomonella* du poirier dans la région d'Atattba.

Résumé

Le carpocapse, *Cydia pomonella* L. est le ravageur majeur des pommes et des poires dans la région d'Atattba. L'intérêt croissant pour la protection intégrée en poirier est favorable à l'élaboration des méthodes de lutte respectueuses de l'environnement, alternative au contrôle par les insecticides seuls, intensives et suite à l'apparition des résistances. Perturber le comportement de ponte de l'insecte ravageur est une voie intéressante dans le domaine de la lutte biologique.

Notre recherche a portée sur l'effet comparé de deux bioproduits à base de jus de lombricompost et à base d'algue marine « Algasmar » sur l'expansion de la surface foliaire de poirier (*Santa maria* L.) Et la dynamique des populations de carpocapse du poirier dans la région d'Attatba (Tipaza).

Notre résultats ont montré globalement l'existence d'une différence nettement significative $1,171 \times 10^{-9}$ pour la capacité du bioproduit, le jus de lombricompost réduire le taux globale des populations du ravageur du carpocapse du poirier par rapport à l'utilisation d'Algasmar. Le jus de lombricompost affiche un meilleur effet en un stimulateur de défense naturel (SDN).

Mots clés : Dynamique des populations, Jus de lombricompost, Algasmar, *Cydia pomonella*

Use and follow-up of biological treatments on the population dynamics of the codling moth, *Cydia pomonella* of the pear tree in the Atattba region.

Abstract

The codling moth, *Cydia pomonella* L. it's the major pest of apples and pears in several countries Atattba . The growing interest, in pear -orchards is conducive to the development of environment friendly control methods, alternative to control by insecticides alone, intensive, and following the emergence of resistance. Disrupting the host-plant selection behavior by the insect pest is an interesting path in the biological control field.

Our research on the comparative effect of two bioproducts based on vermicompost and seaweed based algae "Algasmар" on the expansion of leaf area of pear(*Santa maria* L.) and dynamics of codling moth populations in the region of Attatba (Tipaza).

Our results revealed that there was a significant difference $1,171 \times 10^{-9}$ in the capacity of bioproducts (vermicompost juice and Agasmар) to reduce the overall population of pear pest populations by the absence of pecking on our fruits. Vermicompost juice has a better effect by developing an SDN effect (Natural Defense Stimulator).

Key words:Population Dynamics, Lombricompost Juice, Algasmар, *Cydia pomonella*

استخدام وتتبع العلاجات البيولوجية على ديناميكية مجموعات فراشة التفاح *Cydia pomonella* في منطقة حطاطبة

ملخص

تعتبر دودة التفاح *Cydia pomonella* L. العدو الأكبر للتفاح و الإجااص في المنطقة التي تكمن بها الدراسة (حطاطبة)، أصبح الاهتمام المتزايد للحماية الكاملة مهما من اجل ظهور مقاومة من طرف الحشرة. من الوسائل التي تدخل ضمن الحماية البيولوجية، التشويش او تأثير على سلوك الحشرة الضارة اثناء التبييض.

أبحاثنا اعتمدت على مقارنة تأثير نوعي من المنتجات الحيوية عصير السماد الطبيعي وعصير الأعشاب البحرية "Algasmар" على ديناميكية مجموعات فراشة التفاح *Cydia pomonella* على أشجار الأجااص في منطقة حطاطبة (تبييض) برشهم على سطح الاوراق شجرة الاجااص. *Santa maria*

وقد مكنت النتائج على الصعيد العام التعبير عن وجود اختلاف كبير $1,171 \times 10^{-9}$ في قدرة المنتجات الحيوية لعصير السماد الطبيعي، منخفض المعدل العامل مجموعات فراشة التفاح *Cydia pomonella* على أشجار الأجااص مقارنة بعصير الأعشاب البحرية. Algasmар حيث يظهر عصير السماد الطبيعي أفضل تأثير محفز الدفاع الطبيعي. (SDN).

كلمات البحث: ديناميكية المجموعات، عصير السماد الطبيعي، Algasmар، *Cydia pomonella*

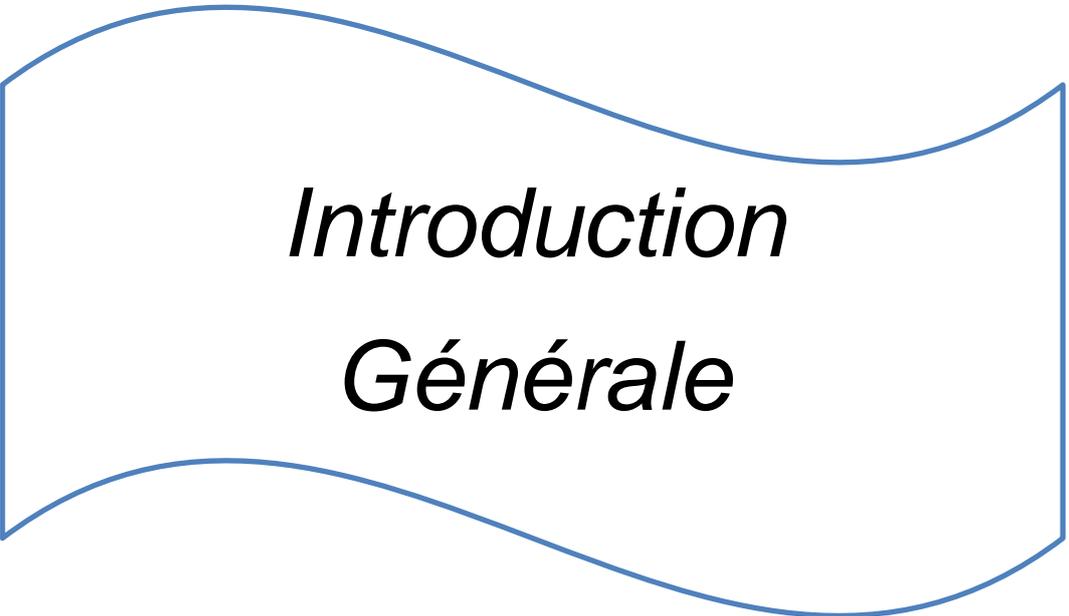
Liste des figures

Figure 01	Les fleurs et les feuilles du poirier <i>Pyrus communis</i> L.	04
Figure 02	Les fruits du poirier <i>Pyrus communis</i> L.....	05
Figure 03	Les rameaux du poirier <i>Pyrus communis</i> L	05
Figure 04	Stades phénologiques du poirier	06
Figure 05	Les ravageurs du poirier.....	09
Figure 06	Carpocapse <i>Cydia pomonella</i> L.	10
Figure 07	Différents stades de <i>Cydia pomonella</i> , A : Adulte, B l'œuf , C : Larve, D : Chrysalide	13
Figure 08	La différence entre l'adulte du carpocapse(a) La femelle et (b) Le mâle	13
Figure 09	Description générale du développement saisonnier du carpocapse.....	14
Figure 10	Cycle de vie de <i>Cydia pomonella</i> L.....	16
Figure 11	Les différents dégâts de carpocapse <i>Cydia pomonella</i> L....	21
Figure 12	Piège à phéromone	22
Figure 13	Ver de fumier <i>Eisenia foetida</i>	23
Figure 14	Ver de Californie <i>Eisenia andrie</i>	24
Figure 15	Schéma descriptif à principe de lombricomposteur	25
Figure 16	Le produit final jus de lombricompost	26
Figure 17	La position géographique de la wilaya de Tipaza	28
Figure 18	Le Climagramme d'emberger (2005-2015)	31
Figure 19	Présentation de la commune d'Attatba	32
Figure 20	Présentation de site d'étude	32
Figure 21	Le cycle végétatif des feuilles du poirier <i>Santa maria</i> L.....	33
Figure 22	Le cycle végétatif des feuilles du poirier <i>Santa maria</i> L.	33

Figure 23	Le cycle végétatif des fruits du poirier « <i>Santa maria</i> »	34
Figure 24	Le jeune carpocapse de la première génération <i>Cydia pomonella</i>	34
Figure 25	Larve du carpocapse	35
Figure 26	Le placement des pièges à phéromone	35
Figure 27	Le jus de lombricompost concentré	36
Figure 28	Schéma directeur de l'étude	37
Figure 29	Dispositif expérimentale de l'étude	38
Figure 30	Evaluation temporelle de la dynamique des populations du carpocapse du poirier durant les trois mois.....	41
Figure 31	Projection de la dynamique des populations du carpocapse sous l'effet des trois traitements sur les deux axes de l'ACP en groupes.....	42
Figure 32	Etude comparée du nombre de carpocapse du poirier sous l'effet des différents traitements (à base de jus de lombricompost, à base d'algue marine, Témoin).....	43
Figure 33	Effet des différents traitements à base de jus de lombricompost et à base d'algue marine et le témoin sur la dynamique de la population du carpocapse.....	44

Liste des tableaux

Tableau01	Températures mensuelles moyennes et précipitation enregistrées à Tipaza durant l'année (2015).....	29
Tableau 02	Représentation du nombre de carpocapse sous l'effet des trois traitements A travers le Test de Tukey	43



Introduction
Générale

INTRODUCTION GENERALE

Introduction générale

Le rôle positif joué par nombreux insectes dans la pollinisation des plantes cultivées (arbres fruitiers, légumineuses, tournesol, colza...), ils peuvent être nuisibles à l'agriculture lorsqu'ils pullulent ou lorsqu'ils sont vecteurs de maladies. Ils constituent une menace majeure pour l'agriculture. Malgré une lutte abondante par les insecticides dans certains pays, générant un coût élevé et un impact négatif sur l'environnement, on estime qu'en moyenne 13% de la récolte des productions agricoles mondiales sont perdus aux insectes ravageurs (Pimentel, 1991). Parmi ces derniers, le carpocapse, *Cydia pomonella* L. (*C. pomonella*) (*Lepidoptera*, *Tortricidae*) est le ravageur clé au sein de l'ensemble des arthropodes ravageurs du poirier en Algérie (D.S.A., 2009).

Le poirier (*Pyrus communis*) occupe en Algérie une superficie totale de 15.800 ha pour une production de 37. 000 T (Walali et Skiredj, 2003).

L'arbre représente un potentiel de production qui se répartit entre ses différents organes, racines, feuille, fleurs, fruits. Il s'établit entre ces éléments des relations qui les rendent dépendants les uns des autres (Masseron et Trillot, 1991).

Le développement de stratégies de production qui minimisent le recours aux pesticides est un enjeu majeur pour l'agriculture du XXI^e siècle. La prise de conscience des risques sanitaires que ce soit pour l'applicateur directement exposé aux produits ou pour les consommateurs via la présence potentielle de résidus dans les produits alimentaires (Lee *et al.*, 2004).

L'utilisation massive des insecticides a conduit à l'apparition de résistances à la plupart des molécules utilisées (Reyes *et al.*, 2007; Franck *et al.*, 2012) y compris le virus de la granulose (Asser-Kaiser *et al.*, 2007). D'où la nécessité de trouver des méthodes alternatives et durables pour la lutte contre le carpocapse.

Aujourd'hui, il est urgent de développer de nouvelles méthodes de protection du poirier et prendre en considération la protection de l'environnement et de la santé humaine. Pour mettre en œuvre de nouvelles pratiques agricoles intégrant une gestion rationnelle des organismes nuisibles, il est fondamental de mieux comprendre les relations existant entre les insectes ravageurs et leurs plantes hôtes.

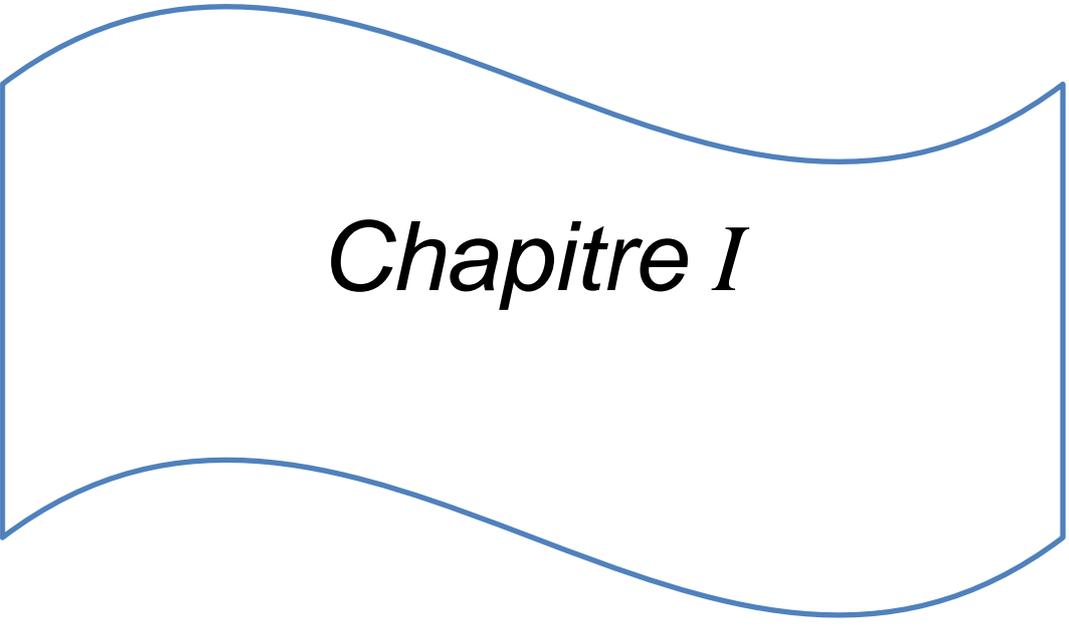
L'objectif de ce travail a pour principale but d'évaluer les perspectives de la dynamique du population de carpocapse *Cydia pomonella* et leurs dégâts dans un verger du poirier (*Santa maria*) par deux bioproduits (le jus de lombricompost et produit homologué à base d'algue marine (Algasmar), situé à Attatba « Wilaya de Tipaza».

INTRODUCTION GENERALE

Le présent mémoire est scindé en 4 chapitres :

- ✓ Le premier chapitre initié par une synthèse bibliographique où nous apportons un abrégé sur la plante hôte: le poirier *Pyrus communis*; *Cydia pommonella* L., un ravageur clé des vergers de poirier, enfin les méthodes de lutte anti-carpocapse.
- ✓ La deuxième élucide définition de lombricompost et différentes étapes de préparation ainsi son importance environnementale.
- ✓ Le troisième illustre le matériel et la méthodologie utilisée pour la réalisation de ces essais.
- ✓ La quatrième traite l'interprétation des différents résultats issus de cette étude.

Enfin, nous terminons la présente étude par une conclusion générale assortie des perspectives.



Chapitre I

I. Généralité sur le poirier

I.1.L'origine géographique :

Le Poirier *Pyrus communis* L. se montre à l'état sauvage dans toute l'Europe tempérée et dans l'Asie occidentale, en particulier en Anatolie, au midi du Caucase et dans la Perse septentrionale (Ledebour.,1882) ; peut-être même dans le Cachemir, mais ceci est très douteux (Hooker., 1882) ; Quelques auteurs admettent que l'habitation s'étend jusqu'en Chine. Cela tient à ce qu'ils considèrent le *Pyrus sinensis*, Lindley, comme appartenant à la même espèce. Or l'inspection seule des feuilles, où les dentelures sont terminées par une soie fine, m'a convaincu de la diversité spécifique des deux arbres ; On ne trouve pas trace de poirier dans les régions chaudes (candolle.,1886).

I.2. L'origine et la classification botanique :

Pendant longtemps, les botanistes ont considéré que le poirier constituait le sous-genre *pyrus* au sein du genre du *Malus*.L'appellation botanique était alors *Pyrus-Malus*. A l'heure actuelle, on admet que *Pyrus* et *Malus* forment deux genres distincts, bien que très voisins (Chevereau et Morist., 1985).

Son nom de *Pyrus*, parfois *Pirus*, viendrait de la forme de son fruit comparable à celle d'une flamme (pyromane). Pour d'autre ce serait une altération de son nom celte <<peren >> ; on peut aussi admettre que ce fruit était dédié à Pyrrhus introducteur de cet arbre en Italie (Bertaudeau., 1991).

Selon Hequet et Le corre (2010) la classification est la suivante :

Règne	<i>Plantae</i>
Sous-règne	<i>Tracheobionta</i>
Division	<i>Magnoliophyta</i>
Classe	<i>Magnoliopsida</i>
Sous-classe	<i>Rosidae</i>
Ordre	<i>Rosales</i>
Famille	<i>Rosaceae</i>
Sous-famille	<i>Spiraeoideae</i>
Tribu	<i>Pyrées</i>
Genre	<i>Pyrus</i>
Espec	<i>Pyruscommunis</i> L.

I.3.1. Caractères botaniques :

Selon Bretaudeau et Yves (1991), le poirier est, soit un buisson épineux, soit un arbre à cime conique atteignant jusqu'à 20m de hauteur ; aspect général pyramidale (d'où peut-être son nom).

Les fleurs blanches ou rosées, hermaphrodites, possédant 5 pétales, une vingtaine d'étamines et de 2 à 5 carpelles se composant chacun d'un ovaire contenant 2 ovules ; les fleurs sont à odeur désagréable, feuilles caduques simples, alternes, de relation phyllotaxique 2 / 5 ; l'inflorescence en grappe colymbiforme à floraison centipète, possédant 5 à 15 fleurs (Bretaudeau., 1978).



Figure1 : Les fleurs et les feuilles du poirier *Pyrus communis* L. (photos originale 2016).

Selon Bretaudeau (1978), le fruit est une drupe à mésocarpe charnu, à endocarpe cartilagineux formé de 2 à 5 loges renfermant 1 ou 2 pépins ; ce fruit est couronné par l'œil, vestige du calice, la chair de ce fruit est en partie constituée par l'extrémité du pédoncule fructifère (particulièrement visible avec la variété figure d'Alençon), branches insérées à angle aigu sur la tige principale.

Selon le même auteur, Floraison fin mars, début avril sous le climat doux, lorsque la température avoisine +10°C. Les différentes variétés ont une floraison échelonnée entre 6 et 20 jours, les variétés à floraison tardive étant de courtes durées, alors que les variétés à floraison hâtive conservent leurs fleurs relativement plus longtemps.



Figure 2 : Les fruits du poirier *Pyrus communis* L. (photos originale 2016).

Les rameaux sont des bourgeons aoutés, dans le cas du poirier ils sont porteurs indistinctement d'yeux à bois, dards, boutons à fruits dans les années qui suivent ; lorsque ce rameau apparait sur une forme fruitière soumise à la taille il reçoit une formation pour sa mise à fruit et devient alors << coursonne >> ; les différents types de rameaux correspondent aux différents types de bourgeons (brindille, gourmand, dard, bouton à fleur et lambourde, bourse) (Bretaud et Yves, 1991).



Figure 3 : Les rameaux du poirier *Pyrus communis* L. (photos originale 2016).

Le poirier comme toute plante pérenne des régions tempérées, passe par deux grandes périodes : le repos hivernal (la dormance) et la période active de végétation.

I.3.1 Le repos hivernal (la dormance)

Selon Gautier (1987), la période qui commence de la chute des feuilles en automne et prend fin au débourrement à la fin de l’hiver. Une période d’inactivité apparente. L’arbre n’est pas toutefois au repos total les racines continuent de croître, les ébauches florales prennent forme dans les bourgeons, les réserves migrent.

A l’automne, la diminution progressive des températures permet aux bourgeons d’entrer en phase d’endo-dormance (Lasko, 1994 cité par Massonnet, 2004). A la fin de l’hiver, lorsque les températures deviennent suffisamment élevées on assiste à la levée de dormance (Gautier, 1987).

I.3.2 La période active de végétation

Cette période s’étale du débourrement à la chute des feuilles et durant laquelle l’arbre manifeste une activité intense : Allongement des pousses, floraison, grossissement des fruits, lignification du bois (Gautier, 1987).

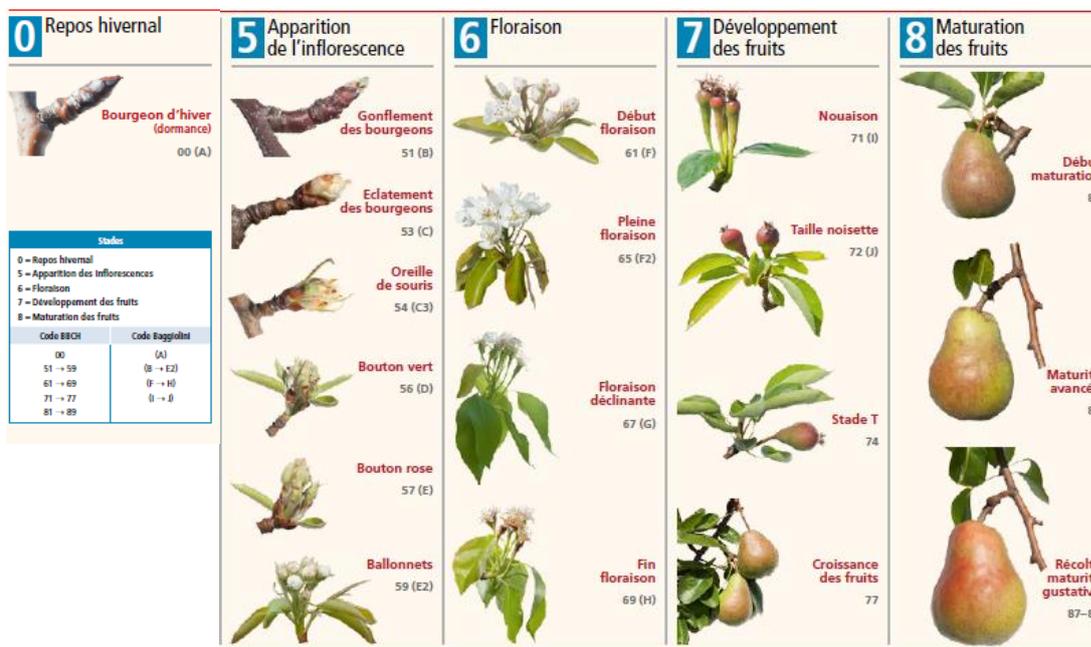


Figure 4: Stades phénologiques du poirier (Hacket al. 1992).

I.4 Les exigences du poirier :

I.4.1. Les exigences agro-écologiques :

Selon Walali et Skiredj (2003), le poirier est une espèce qui se développe dans des zones climatiques où la température hivernale reste en dessous de 7°C. Ses besoins en froid sont de l'ordre de 1200 à 1500 heures de températures inférieures à 7,2°C. En phase de dormance, le poirier peut supporter sans en souffrir des températures allant jusqu'à -26°C. Moins rustique que le pommier, le poirier est cependant plus exigeant en froid que le pêcher. Le fruit présente une virescence, ramollit et se conserve mal en frigorifique. Le degré de ces altérations dépend d'un seuil critique des températures et de la durée d'exposition du fruit à ces températures. Le poirier s'accommode d'une grande variété de sols dans la mesure où ils conservent suffisamment d'humidité et qu'ils soient bien drainés. Comme beaucoup d'espèces, le poirier se développe bien sur des sols profonds, fertiles, argilo-limoneux et riches en matière organique.

I.5 Gestion du sol et fertilisation :

Seule une activité biologique (faune et flore) intense est une garantie de nutrition correcte de l'arbre. L'enherbement améliore la nutrition phosphatée, potassique et ferrique. Mais le poirier est très sensible au manque d'azote aux environs de la floraison (feuillage très pâle) (*Corroyer et Libourel., 2000*).

La technique la plus classique reste l'apport d'un engrais type guano sur la bande de plantation, suivi d'un travail du sol d'incorporation, et ce environ un mois avant la période présumée de la floraison. Cette technique est efficace mais ne résout que le problème de l'alimentation azotée. Cet apport de printemps vient en complément de l'apport d'un compost ou d'un organique plus complet à l'automne. Le choix des apports doit être effectué d'après les observations annuelles du sol et de l'arbre et par des analyses et observations du sol plus poussées environ tous les 5 ans (*Corroyer et Libourel., 2000*).

En fait, il s'agit d'assurer au volume maximal de sol, de l'aération, de l'humidité et la bonne matière organique dans des conditions correctes de pH et sans trop de cuivre.

I.6 Données économiques sur le poirier :

La production mondiale est estimée à 22,7 milliards de kilos de poires, soit 22,7 millions de tonnes sont produites chaque année, dont 15,2 millions de tonnes par la Chine, plus gros producteur mondial. La Chine est suivie par les Etats-Unis avec 738 000 tonnes produites annuellement et par l'Italie, avec 737 000 tonnes. Il existe plus de 1500 variétés de poire répertoriées dans le monde. Les plus courantes sont : la Guyot, la William's, la Conférence, la Bon Chrétien, la Beurré Hardy, la Doyenné du Comice et les poires à poiré (FAO., 2008).

Cette dernière a été évaluée à 21 millions Tonnes. Cette production bénéficie d'une croissance double de celle de la pomme, puisque la production mondiale a augmenté de 59 % en 10 ans, et 98 % en 20 ans. La production, là aussi à 90 % dans l'hémisphère nord, est très concentrée puisque les 10 premiers pays font 15 millions T, soit 82 % de l'ensemble mondial (FAO., 2008).

En Algérie, la production des arbres fruitiers est importante. D'abord les fruits à pépins. Il existe certainement dans des régions d'altitude et irrigables où l'on peut cultiver le Poirier et le Pommier. Ces fruits s'ils ne sont pas exportables peuvent jouer un rôle important dans l'alimentation des autochtones. Dans son Arboriculture de l'Afrique du Nord, a préconisé cette culture et a cité les meilleures variétés de Poiriers et de Pommiers pour l'Algérie. L'effort doit tendre vers une étude rigoureuse des meilleures variétés. Il existe en Algérie des espèces indigènes de *Pyrus* qui peuvent servir de porte-greffes. Le Cognassier réussit aussi très bien en diverses régions. Trabut signale qu'à Sfax, les Poiriers sont greffés sur un petit Pommier du pays qui rejette beaucoup et se comporte bien. C'est le seul cas que nous connaissions où le Pommier supporte le Poirier comme épi biote. Dans les pays d'altitude de l'Afrique du Nord on peut aussi cultiver par places le Noyer et le Châtaignier. Tous les arbres que nous venons de citer doivent être naturellement bien élevés, en pépinières, greffés, puis entretenus quand ils sont mis en place (Rbour et Chevalier., 1952).

I.7 Quelques maladies et ravageurs du poirier :

Le poirier est soumis à de nombreuses maladies à virus et à mycoplasmes dont on peut citer. Le jaunissement des nervures (*Veinyellow*), la mosaïque annulaire, la gravelle (*Pear stonypit*), le dépérissement viral (*Peardectine*) et le bois Caoutchouc (*Rubbery wood*).

Ces deux dernières maladies sont dues à des mycoplasmes. Une maladie bactérienne, le flétrissement des bouquets floraux due à *Pseudomonas syringae* a été signalée dans des vergers d'Azrou. Le feu bactérien due à *Erwinia amylovora* présente un réel danger pour les vergers de pommiers et poiriers au Maroc. Présent en Europe et aux USA, il n'a pas encore été signalé au Maroc. Pratiquement, les mêmes maladies cryptogamiques signalées sur le pommier, affectent le poirier (Tavelure, Oïdium, Chancres, Plomb, parasitaire due à *Stereum purpureum*). Parmi les ravageurs, il faut signaler le carpocapse, le psylle, le pou de San José, la cochenille, les acariens, les pucerons, la capnode, la zeuzère et le cossus (Walali et Skiredj., 2003).

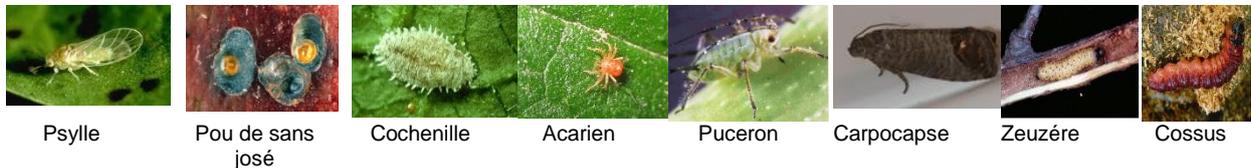


Figure 5 : Les ravageurs du poirier. (Anonyme 2007)



CHAPITRE II

II. généralité sur la Population du carpocapse (*Cydia pomonella*L.)

II.1. Considération générale sur le carpocapse (*Cydia pomonella*L.)

Le carpocapse, *Cydia pomonella* L. (*C. pomonella*) est le principal ravageur des vergers de Rosacées dans le monde et peut endommager presque toute la culture s'il n'est pas maîtrisé (Knosfield, 2000).

C'est un ravageur majeur des poiriers, mais il se développe aussi sur d'autres plante-hôtes comme les pommiers, les pêchers, les abricotiers et les noyers. Ce papillon a suivi la dispersion des poiriers à travers le monde en adaptant son cycle de vie aux conditions climatiques et trophiques (Audemard, 1991). Ce Papillon est pourtant l'ennemi des producteurs et amateurs de pommes et poires (Audemard, 1976).



Figure 6 : Carpocapse *Cydia pomonella* L. Blanc Josselyne 2012.

II.2. Taxonomie et synonymie :

Le nom scientifique du carpocapse prend par Linné (1758) le nom de *Phalaenatinea pomonella*, il devient *Carpocapsa pomonella* (L.) depuis 1830 à 1960 et *Laspeyresia pomonella* (L.) de 1960 à environ 1980. Aujourd'hui *Cydia pomonella* (L.) doit être le nom correct utilisé (Wearinget *al.*, 2001).

Selon Aguiar&Karsholt (2006), la classification classique de *Cydia pomonella* (L.) est comme suit :

Embranchement :	Arthropoda.
Classe :	Insecta.
Sous-classe :	Pterygota.
Ordre :	Lepidoptera.
Sous-ordre :	Microlepidoptera
Famille :	Tortricidae.
Sous-famille :	Olethreutinae.
Tribu :	Grapholitini.
Espèce :	<i>Cydiapomonella</i> L. (1785)

II.3 - Origine et aire de répartition :

Le carpocapse est originaire de la région euro-sibérienne, où il est largement répandu en plaine et en altitude jusqu' à 1 500 m environ (Coutin, 1960). Des écrits gréco-latins datant de plusieurs siècles avant J.C., mentionnent déjà le carpocapse comme ravageur (Balachowsky, 1966). L'aire de répartition du carpocapse est très étendue correspond à peu près à celle de la culture et de la présence spontanée du pommier (Balachowsky et Mesnil, 1935). Il est répandu dans l'hémisphère nord du cercle polaire, vers le 65ème degré de latitude N, à l'Afrique du nord vers le 30ème degré de latitude N. Dans l'hémisphère sud on le rencontre dans les pays de latitude homologues dès lors qu'il y a des pommiers (Audemard, 1976). Ainsi que il est originaire d'Asie centrale, zone d'origine du poirier domestique (Geibelet *al.*, 2000; Harris *et al.*, 2002; Mills, 2005).

II.4. Description :

Les adultes mesurent entre 15 et 22 mm d'envergure. Il a une coloration spécifique qui le distingue des autres Tortricidés. Ses ailes antérieures sont gris-cendré et présentent à leur extrémité distale un speculum à fond brun (Bovey, 1966).

Les adultes peuvent voler jusqu'à 50 m dans leur verger d'origine (Audemard, 1991). La durée moyenne de vie des adultes varie de 9 à 13 jours. Ce sont des papillons à mœurs crépusculaires (Bovey, 1966). Les œufs sont pondus séparément sur les feuilles, les rameaux proches des fruits et sur les fruits eux-mêmes. Une seule larve se développe par fruit vu la distribution des œufs et le comportement de cannibalisme des larves sur et dans le fruit (Audemard, 1991)(Figure 02 A).

L'œuf est de forme de lentille de 1,2 mm x 1mm, presque circulaire, légèrement aplati et bombé au centre (Audemard, 1981)(Figures 02B).

La larve de ce lépidoptère est une chenille de 1,8 mm de long à 15 mm environ avant diapause (Welter, 2006 ; Alson *et al.*, 2010)(Figure 02C).

La chrysalide mesure 10 mm environ et possède 10 segments abdominaux. Sa coloration variée de brun jaune au brun foncé, les deux sexes (mâle et femelle) se distinguent par la disposition des sillons génitaux visibles ventralement sur le cône terminal (Coutin, 1960 ; Welter, 2006) (Figure 2D)



Figure 7 : Différents stades de *Cydia pomonella* (Brunner *et al.*, 2005 ; Februar, 2007).

A : Adulte, B l'œuf, C : Larve, D : Chrysalide

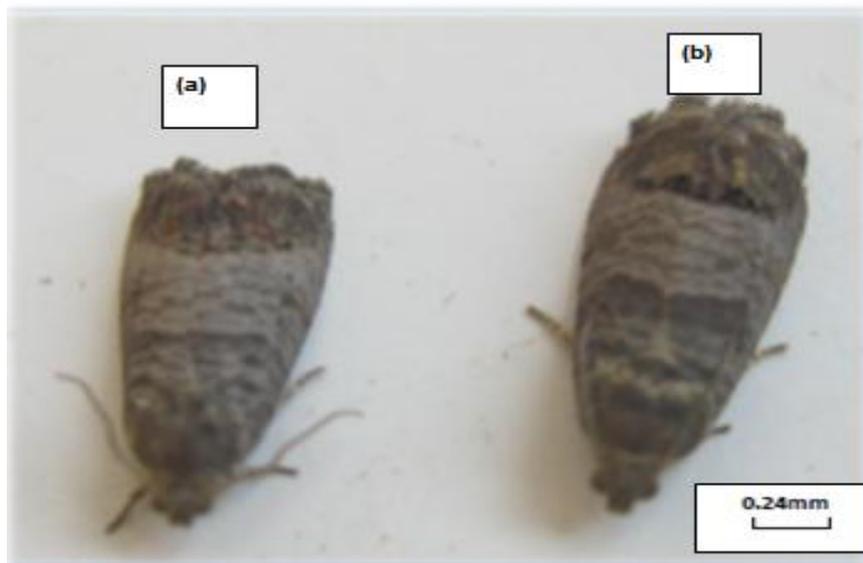


Figure 8 : La différence entre l'adulte du carpocapse (a) La femelle et (b) Le mâle (original, 2017)

II.5. Le cycle de vie:

Selon Audemard (1976), le cycle évolutif du carpocapse dans l'ensemble de son aire présente deux particularités (Figure 4 et 5) :

L'hivernation se fait toujours à l'état de chenille diapausante ayant terminé sa croissance et se trouve dans un cocon tissé l'été ou l'automne sous divers abris.

Le nombre de génération varie de 1 à 4 selon le climat, l'année et dans certains cas, la plante-hôte.

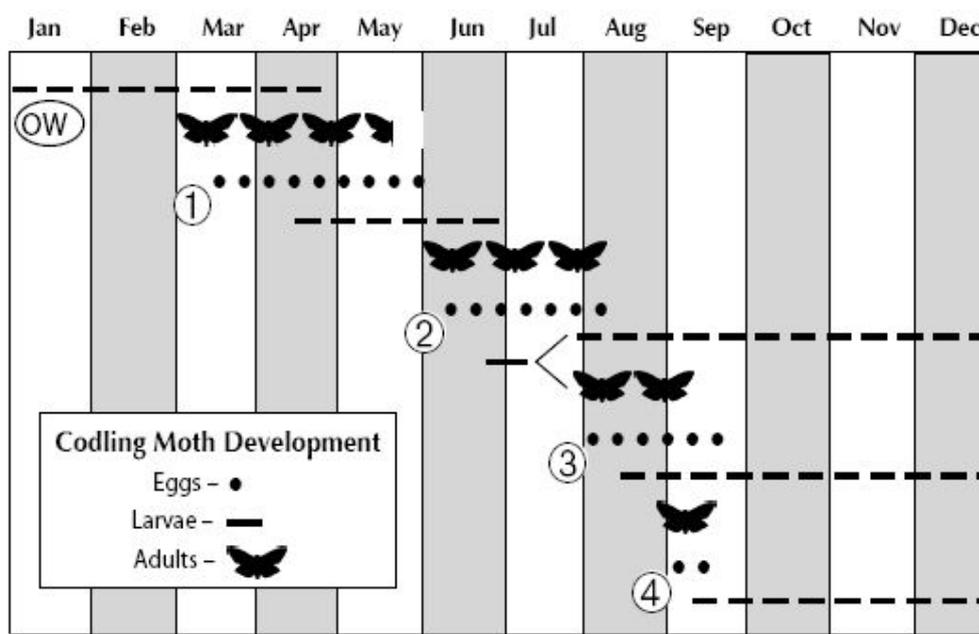


Figure 9 : Description générale du développement saisonnier du carpocapse (Caprile et Vossen, 2005).

P.H. : Population hivernante, **1**: La première génération au printemps, **2** : La deuxième génération à l'été, **3**: La troisième génération à la fin d'été, **4** : La quatrième génération en début d'automne.

II.5.1. Diapause

La chenille en fin de croissance (5^{ème} stade larvaire) hiverne dans un cocon disposé dans les anfractuosités du tronc et des grosses branches (Ayrat, 1969). Les arbres à tronc propre et lisse sont déliassés et le plus souvent les chenilles vont hiverner au ras du sol entre les mottes, sous les pierres ou dans les fentes des piquets soutenant les haies (Balachowsky et Mesnil, 1935).

Dans un cocon hivernal, la chenille est à l'état d'arrêt de développement ou diapause. Cette diapause qui caractérise le cycle évolutif du carpopapse se poursuit quelques mois jusqu'à ce que la chenille soit susceptible de se nymphoser sous l'influence de conditions climatiques favorables. Cependant, ce mode d'hivernation à l'état de chenille est constant et invariable quelle que soit l'année ou le lieu (Coutin, 1960).

II.5.2. Nymphose printanière et sortie des papillons

Au printemps et au courant du mois d'avril, les chenilles se nymphosent (se transforment en chrysalides). Cette période dure 20 à 30 jours (Gautier, 1988 ; 2001). Ayrat (1969), signale que le pourcentage de chenilles nymphosées augmente rapidement durant le mois de mai.

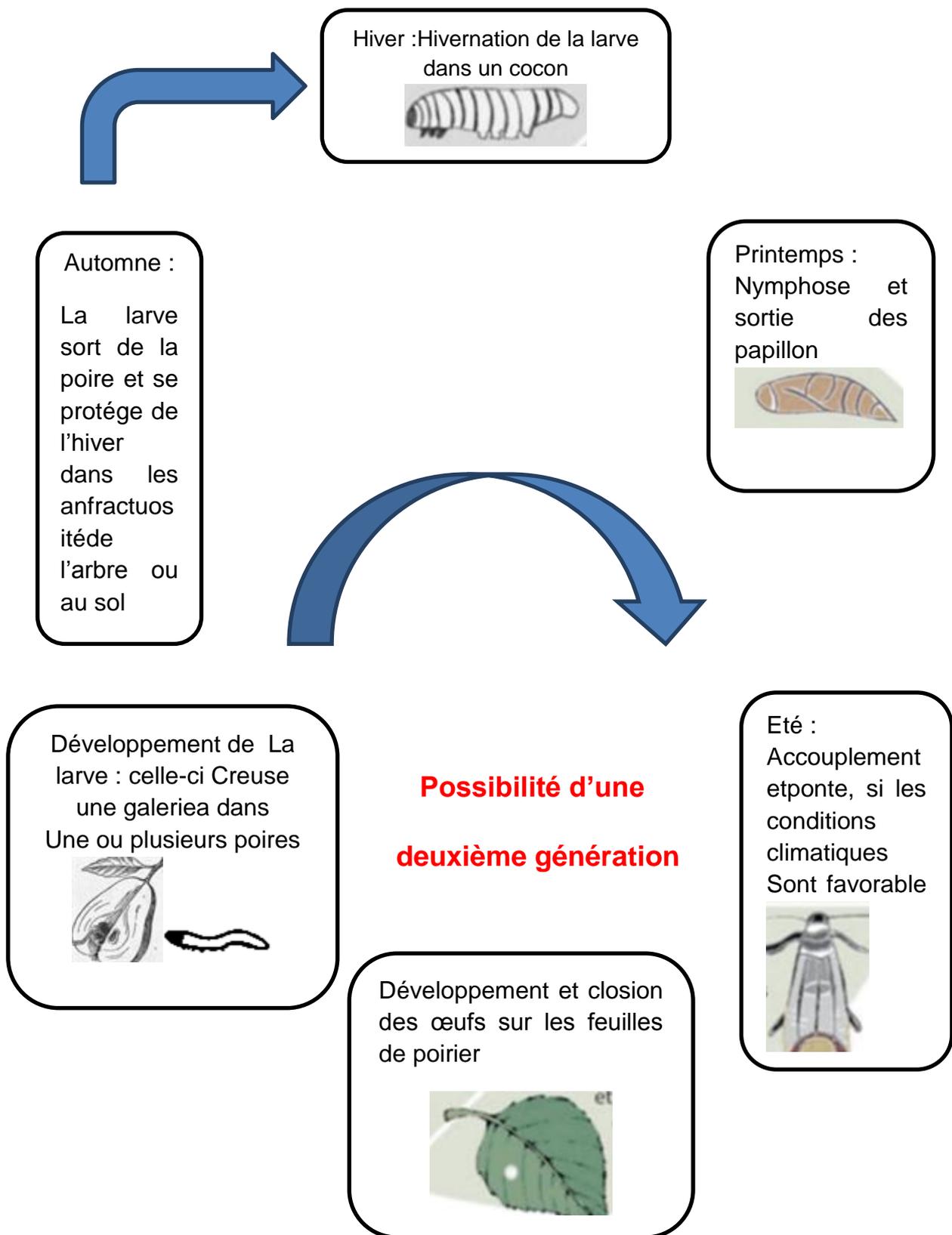


Figure 10 : cycle de vie de *Cydiapomonella L.*

D'après Coutin (1960), au moment de son émergence, le papillon perce les parois du cocon à l'extrémité antérieure et s'engage par la fente ainsi aménagée en entraînant la dépouille nymphale derrière lui, où elle reste fixée au cocon par son extrémité postérieure.

Selon la précocité de l'année, les premières sorties de la population hivernante débute au mois de mars. La sortie est ensuite échelonnée sur un peu plus de deux mois (Charmillot et Höhn, 2004).

Balachowsky et Mesnil, (1935) mentionnent que chez *C. pomonella* L. Il y a toujours protérandrie, les mâles émergent quelques jours avant les femelles, mais bientôt l'équilibre du rapport des sexes s'établit. La longévité des femelles est plus grande à celle des mâles : 10 à 20 jours contre 8 à 15 jours (Coutin, 1960 ; García de Otazo, 1992).

II.5.3. Accouplement et ponte

Les papillons sont particulièrement actifs durant les soirées calmes et chaudes, au crépuscule (Charmillot et Höhn, 2004). Ils se tiennent abrités à l'ombre des feuilles ou du tronc et restent complètement immobiles au jour (Balachowsky et Mesnil, 1935).

Dans la position d'accouplement, qui dure plusieurs heures, le mâle et la femelle se tiennent bout à bout par leur extrémité abdominale (Coutin, 1960). Cependant, l'accouplement peut intervenir dès le premier soir après l'émergence et la ponte débute immédiatement ou le lendemain (Corroyer et Chevelon, 1998). Le carpocapse vole et pond pratiquement sans interruption de la moitié de mai jusqu'à la fin août ou début de septembre (Charmillot *et al.*, 1984, Coutin, 1960).

Chaque femelle pouvant en fournir de 30 à 100 œufs, qu'elle dépose sur les feuilles, les fruits ou les rameaux isolés ou groupés mais déposés de préférence sur les feuilles au voisinage des fruits (Coutin, 1960 ; Geier, 1963 ; Balachowsky, 1966 ; Ayrat, 1969) à une distance d'environ de 5 cm ceci est confirmé au laboratoire par Hughes *et al.* en (2002).

II.5.4. Incubation des œufs

La durée d'évolution de l'embryon dans l'œuf varie dans de grandes populations avec des conditions de température ambiante (Coutin, 1960). La durée d'incubation varie entre 7 et parfois 6 jours (à 25°C) et 18 jours (à 15°C) (Coutin et Grison, 1951 ; Charmillot et Höhn, 2004) et peut aller jusqu'à 21 jours (Corroyer et Chevelon, 1998).

Selon Coutin (1960), il est possible de prévoir la date approximative d'éclosion des œufs en fonction des conditions thermiques. Cela est effectué dès que le cumul des températures journalières sous abris atteint $90^\circ \text{ jour} : (T^\circ \text{ mini} + T^\circ \text{ max})/2 - 10^\circ \text{C} > 90^\circ \text{C jours}$ (Corroyer et Chevelon, 1998).

II.5.5. Croissance des larves

Après l'éclosion, la jeune chenille se déplace quelques heures à la surface des feuilles, fruits et rameaux : c'est le stade baladeur (Gautier, 1988 ; 2001). Puis elle se fixe sur un fruit et le pénètre, il n'y a qu'une chenille par fruit. La pénétration se fait par l'œil, la cavité pédonculaire ou aux points de contact entre deux fruits, entre un

fruit et une feuille, un fruit et un rameau et le pénètre (Ayrat, 1969 ; Gautier, 2001 ; Charmillot et Höhn, 2004). La pénétration dans le fruit a eu lieu, mais il arrive qu'après une semaine la larve sorte de ce fruit pour pénétrer dans un autre et peut contaminer successivement 2 à 3 pommes. Ce phénomène se produit assez souvent au début de la saison lorsque les fruits sont de petite taille (Balachowsky et Mesnil, 1935 ; Coutin, 1960).

La larve creuse une galerie en spirale avant de s'enfoncer plus à l'intérieur de la pomme (Charmillot et Höhn, 2004), pour atteindre les loges carpellaires et les pépins qu'elle dévore complètement (Gautier, 1988 ; 2001). Ses galeries sont encombrées d'excréments visibles également au point de pénétration où une partie de ceux-ci sont rejetés (Charmillot et Höhn, 2004). La durée d'évolution de la chenille varie, suivant les conditions climatiques. En juin et juillet elle s'accomplit normalement en 20 à 30 jours. Au cours de sa croissance la chenille passe par 5 stades avant d'atteindre sa dimension finale (Coutin, 1960 ; Gautier, 2001 ; Charmillot et Höhn, 2004).

Selon Remend (1996) et Charmillot et Höhn (2004), les larves qui quittent le fruit avant le début d'août ont la possibilité de se nymphoser immédiatement et sont à l'origine du second vol. Après cette date, toutes les chenilles qui sortent du fruit entrent en diapause pour passer l'hiver.

II.5.6. Deuxièmes et troisièmes générations

Lorsque l'éclosion des papillons de la 2ème génération se produit, il y a ponte et développement d'une nouvelle génération. Leurs pontes sont déposées en grande majorité sur les fruits et n'importe quel emplacement de leur surface. Les chenilles éclosent rapidement et entrent dans la pomme, soit par le pédoncule, l'œil ou latéralement, rongeront la chaire comme leurs précédentes seulement des chenilles hivernent et le reste donne des papillons de 3ème vol (Balachowsky et Mesnil, 1935).

Toutes les chenilles engendrées par ces derniers évolueront tardivement à l'automne sur les fruits approchant de la maturité. Les chenilles de la 3ème génération sont presque toujours hivernantes (Ayrat, 1969).

Selon Audemard (1976), le nombre de génération augmente au fur et à mesure que l'on va vers l'équateur en plaine. Il y en a dans la majeure partie de l'Europe moyenne et méridionale. On observe 2 ou 3 générations en Australie, l'Afrique du nord et du sud aux Etats-Unis en Californie et au Colorado.

II.6. Impact économique des dégâts du carpocapse du poirier :

Les dégâts qu'engendre ce ravageur causent souvent une perte sèche de récolte pour les producteurs. En effet, lorsque les fruits sont attaqués par une larve au début de leur phase de croissance, le dégât aboutit souvent à la chute du fruit (Ricci, 2009). Dans le cas où le fruit ne tombe pas, il est dans tous les cas non commercialisable, et les fruits endommagés, même superficiellement, sont systématiquement retirés du marché des fruits à croquer. Leur valorisation pour la fabrication de jus est parfois possible mais le prix de vente pour le producteur est alors réduit de 60 à 70 % (Picard, 2007).

La basse vallée de la Durance qui se trouve en France, est le lieu d'une importante production fruitière et les vergers sont prédominants dans le paysage. Cette zone géographique possède environ 27% du verger français du poirier et 12% du verger de pommiers (Agreste, 2004). Les producteurs sont confrontés depuis quelques années à des problèmes de valorisation de leur production liés à la baisse des prix sur le marché mondial ainsi qu'à l'augmentation du coût de la main d'œuvre qui représente 60 % des charges d'exploitation. Dans ce contexte, il est souvent difficile de faire face à d'importantes pertes de rendements et la problématique de la réduction des dégâts de carpocapse est donc associée à des enjeux économiques importants pour la région.

Le carpocapse est répandu dans l'ensemble des régions de cultures des pommacées, parmi les principales plantes-hôtes (poirier et pommier) ou les dégâts sont de trois types :

II.6.1. Dégâts actifs :

Selon Boveyet *al.*, (1972) la chenille entame la pelure en rongant d'abord extérieurement une petite zone orbiculaire ; ensuite elle s'introduit sous l'épiderme, creusant une galerie en forme de spirale, qui est bien visible au-dessous de la pelure entamée lorsque la pénétration est récente. La larve se dirige ensuite vers le centre de fruit, s'attaque aux pépins puis à la chair, en formant des galeries d'entrées, qu'elles élargissent en détruisant les traces de la spirale , Attaque du fruit par l'œil, surtout sur poirier.

II.6.2. Dégâts stoppés :

L'activité superficielle de la larve s'arrête en phase de développement sub-épidermique (Audemard, 1976).

II.6.3. Dégâts cicatrisés :

Formation d'un tissu cicatriciel quelquefois proéminent à l'endroit d'une ancienne attaque arrêtée (Ricci *et al.*, 2007).



Dégâts stoppés

Dégâts actifs

Dégâts cicatrisés

Figure 11 : les différents dégâts de carpocapse (*Cydia pomonella*L.).
(Anonyme2009)

II.7. Les moyennes de luttes :

Il existe plusieurs stratégies de lutte contre le carpocapse du poirier. Le seuil de tolérance de la présence du carpocapse dans un verger est de 1 à 2%. Par conséquent, le carpocapse est la cible d'environ 90% des traitements insecticides dans les vergers de pommiers 10 à 20 traitements par année en Basse vallée de la Durance (Monteiro *et al.*, 2013).

II.7.1. La lutte raisonnée contre le carpocapse

Plusieurs moyens d'avertissement sont disponibles, le principal moyen est le piégeage sexuel des mâles qui permet de suivre le déroulement des vols (prévision qualitative) et d'estimer le niveau de la population. Le piégeage sexuel consiste à utiliser un attractif synthétique (phéromone) pour attirer les mâles dans un piège (Riba et Silvy, 1989). La phéromone naturelle émise par les femelles est noyée dans la masse de celle de synthèse diffusée. Ainsi, les mâles sont désorientés et ne parviennent pas à féconder les femelles. Le piège sexuel est constitué, pour l'essentiel d'une plaque enduite de glu sur laquelle est déposée une capsule contenant la phéromone spécifique (figure 10). Celle-ci attire les papillons mâles qui viennent s'engluer. L'installation du piège est effectuée 15 jours après la nouaison (Laamari et Saouli, 1999).



Figure 12 : Piège à phéromone (photos original,2017).

II.7.2.La lutte biologique :

Deux grands types d'interventions sont distingués :

- Les interventions visant à exploiter des organismes vivants (antagonistes) ou de produits dérivés d'organismes vivants, dans le but précis d'éliminer les ravageurs ;
- Les interventions visant à diminuer l'activité des ravageurs, fondées sur l'usage :
 - a) de substances chimiostérilisantes ou de mâles stériles
 - b) de cultivars montrant une résistance aux ravageurs.

Bien que suscitant un intérêt de plus en plus grand, la lutte biologique ne donne de bons résultats que si le niveau de population du ravageur est faible (Aubertot *et al.*, 2006). Ainsi, elle demeure négligeable comme moyen de lutte contre les insectes nuisibles aux cultures en plein champ (Deraison, 2002).

III Lombricompost

III.1. Définition de lombricompostage

Le « lombricompostage » ou « vermicompostage » est un processus de transformation de la matière organique par une population de vers disposés dans un récipient, le lombricomposteur. La matière organique, essentiellement des déchets de cuisine, est transformée en un produit comparable à un terreau de bonne qualité : le compost ainsi qu'en un engrais liquide : le percolât ou « thé de compost » (Marcel *al.*, 1999).

D'après Nicolas en 2005, le lombricompostage utilise des vers épigés qui vivent donc « sur la terre », c'est-à-dire :

Dans la couche de litière en décomposition. Il s'agit principalement des vers *Eisenia fetida* (le ver de terreau ou de fumier) », rouge, tigré de de gris ou de jaune, (figure11)

Et aussi de *Eisenia andrei* (le ver rouge) ou « ver de Californie », rouge vif, préfère la matière organique fraîche. (figure12).



Figure 13 : ver de fumier *Eisenia foetida*



Figure 14 : ver de Californie *Eisenia andrie*

III.1.1. Le compost :

Le compost est une matière brunâtre qui ressemble à du terreau, il provient de la décomposition contrôlée des matières organiques par des millions d'organismes vivant, depuis les bactéries microscopiques jusqu'aux vers de terre (SMEESTERS, 1993).

III.1.2. Caractéristiques du lombricompost :

Certains travaux indiquent que le lombricompost serait plus riche en N et en P que le simple compost, d'autres travaux n'ont pas montré de différences significatives, cela dépend également des caractéristiques des matières entrantes. Il semble par contre que le lombricompost ait une plus grande faculté à stimuler l'activité microbienne dans les sols (Tognetti *et al.*, 2005).

III.1.3. Le lombricomposteur

Le lombricomposteur consiste en une sorte d'immeuble sous forme de plateaux superposés. Dans un premier temps, les vers n'occupent qu'un plateau, puis, une fois les déchets transformés en compost, ils changent d'étage grâce aux petits trous aménagés dans les plateaux (Millot, 2009).

III.1.3.1. Principe de lombricomposteur

Les bacs sont percés de petits trous permettant aux vers de se déplacer de l'un vers l'autre selon leurs envies.

Au départ, un seul étage sera utilisé. Les vers seront placés à l'intérieur et vous pourrez mettre vos déchets qui leur serviront de nourriture. Une fois cet étage

plein, le second sera placé par-dessus et ainsi de suite. Les lombricomposteurs du commerce sont en général vendus avec 2 ou 3 bac/étages.

Grâce à la nourriture que vous leur apportez, les vers vont se développer Et se reproduire, et ainsi, le nombre de vers augmentera jusqu'à atteindre un équilibre.

Quand vous disposez la nourriture à un autre étage, les vers pour se nourrir, migrent et au bout de quelques jours, l'ancien bac sera libre et vous pourrez retirer le compost. Le compost ainsi obtenu est très humide, il faudra le laisser sécher. Il est constitué uniquement des déjections des vers, il est donc très fin et ne nécessite pas de tamisage(Misraet *al.*, 2005).

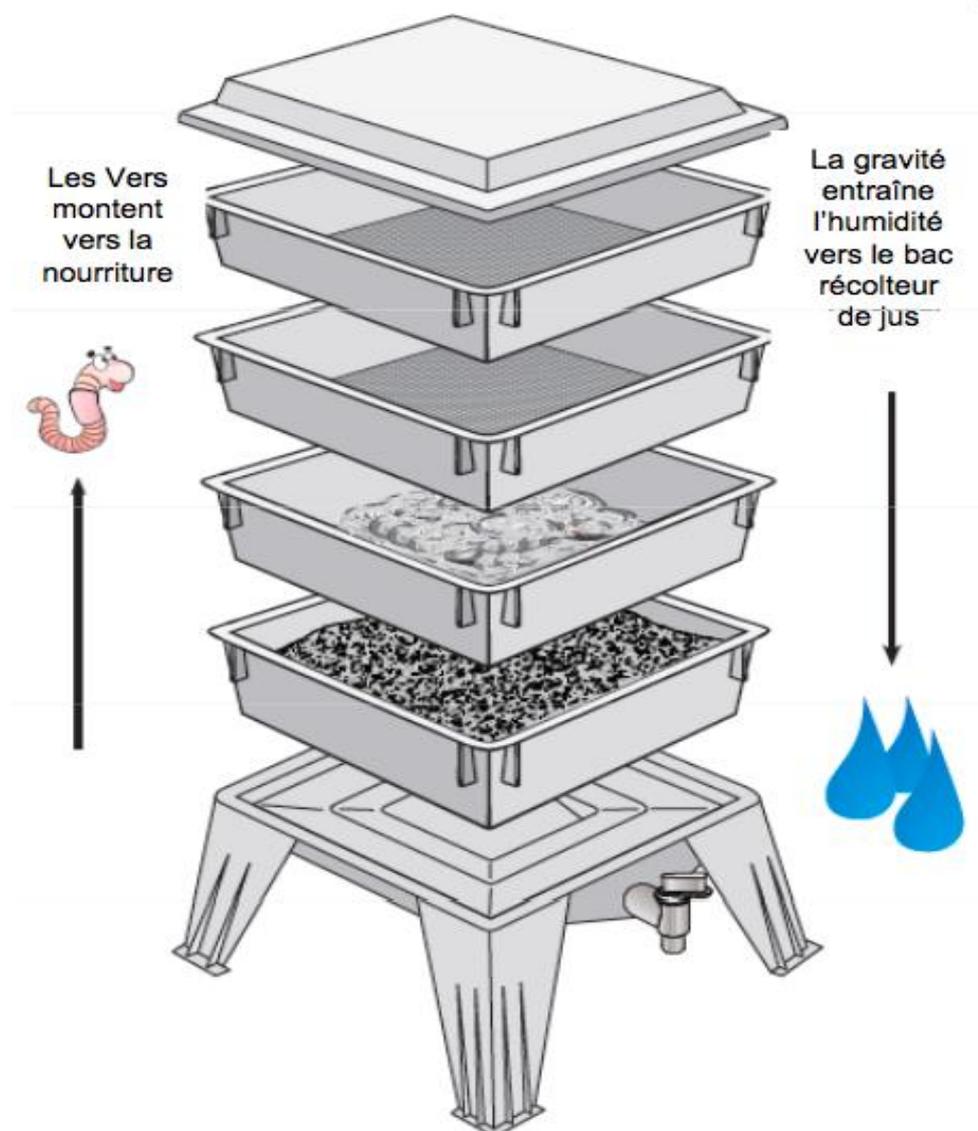


Figure 15 : schéma descriptif à principe de lombricomposteur

III.1.4. Les produits du lombricompost :

Les produits issus de la lombriculture sont de nature organiques, grâce à l'action combinée des microorganismes et des lombrics. Ils donnent un compost solide composé de matières partiellement décomposées et de déjection de ver, et un liquide qu'on l'appelle le jus de lombric. Le substrat est de haute qualité, notamment en raison de son excellente structure granulaire (Saint pierre *et al.* , 1999)

III.1.4.1 Le jus de lombricompost

C'est un excellent engrais naturel pour les plantes vertes. il consiste d'après Ndegwa et Thompson (1999), en un liquide de couleur foncée, concentré qui ruisselle et s'accumule dans le fond du bac du lombricomposteur. Le jus de compost est riche en microorganismes bénéfiques en particulier des champignons, tels que les Actinomycètes et Rhizobium, des bactéries comme les Azotobacter et Nitrobacter (Scheu., 1987 ; Tiwari *et al.* , 1998 ; Brown ., 1995 ; Chaouiet *et al.* , 2003 ; Suhane., 2007) .



Figure 16 : Le produit final jus de lombricompost (photo original)

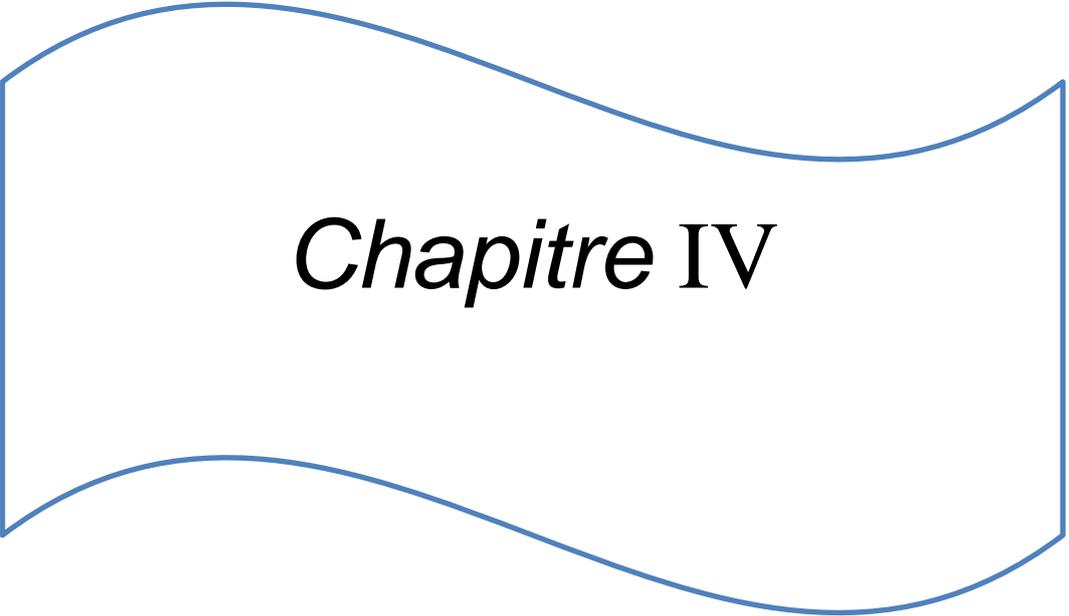
III.1.4.2. Le Thé de lombricompost :

Le thé est le produit filtré d'une macération de compost dans de l'eau. En présence d'aération, la macération permet l'obtention d'un thé de compost oxygéné. Ce processus aérobie favorise les bactéries bénéfiques du compost, créant ainsi une solution biologiquement active. ce procédé de transformation permet une multiplication rapide des microorganismes et nécessite une faible quantité de compost (Delisle, 2011).

III.2. Importance de lombricompost :

La fertilité des sols dépend principalement de la quantité et de la qualité des matières organiques transformées par les organismes décomposeurs. L'efficacité de ces derniers peut être caractérisée par le taux de transformation de la matière organique, dépendant des facteurs du milieu tels que la température, l'humidité et des caractéristiques de la matière à décomposer (Champagnol, 1980).

Les lombrics remplissent des fonctions écologiques uniques dans le sol. Ils travaillent le sol en lui donnant une structure granulaire stable, sous la forme d'agrégats, constitués par un mélange de particules de terre et de matière organique, moins sensible à l'érosion éolienne, favorisant l'aération, l'infiltration et la rétention de l'eau de pluie. Les galeries creusées permettent aux racines de se développer plus facilement et d'explorer de nouveaux espaces (Gates., 1972). Les vers de terre participent également à la libération d'éléments minéraux disponibles dès lors pour les plantes cultivées. Si la gestion des populations de vers de terre peut être considérée comme une méthode culturale efficace pour pallier le manque de fertilité des sols, la mise en œuvre de la lombriculture permet de combiner plusieurs avantages (Moreno et Paoletti, 2002).



Chapitre IV



Matériel et méthodes

IV. Matériels Et Méthodes

IV.1 Objectif de travail

L'objectif de notre travail est d'estimer dans les conditions naturelles l'efficacité biocide des traitements biologiques sur le carpocapse du poirier *Cydia pomonella*. La fluctuation des populations du ravageur et les perturbations opérées sur quelques paramètres démographiques sont évalués.

IV.2. Présentation de la région d'étude

La wilaya de Tipaza est située sur le littoral nord-centre du pays, s'étendant sur 123km. Elle est limitée par la mer méditerranée au nord et au sud-est la wilaya de Blida, Ain-defla au sud-ouest, Chlef à l'Ouest et Alger à l'est. Le territoire de la wilaya de Tipaza couvre une superficie de 1707 km².



Figure 17 : la position géographique de la wilaya de Tipaza (Anonyme, 2010)

IV.3. Climatologie

Le climat de Tipaza est chaud et tempéré. En hiver, les pluies sont bien plus importantes à Tipaza qu'elles ne le sont en été. Selon la classification de Koppen-Geiger le climat est de type méditerranéen (CSA) climat semi-aride. La température mensuelle et précipitation enregistrées durant l'année précédente de la période de l'expérimentation dans la région de Tipaza sont notées dans le tableau 1.

Tableau 01 : Températures mensuelles moyennes et précipitation enregistrées à Tipaza durant les mois (2015)

Mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
P mm	90	66	59	42	42	13	2	3	30	62	104	113
T C°	11,7	12,6	14,6	16,1	19,2	22,9	26,0	26,6	24,3	20,3	15,7	12,7
T (min) C°	8,4	9,0	10,5	12,6	15,1	18,8	21,8	22,5	20,6	16,4	12,1	9,5
T (max) C°	15,1	16,2	17,9	19,7	23,3	27,0	30,2	30,8	28,1	23,9	19,3	16,0

(Station météorologique de Tipaza2015).

P : précipitation

T : température

L'analyse des températures de la région de Tipaza, fait ressortir que les températures minimas sont enregistrées aux mois de janvier et février. Les températures maximas sont notées durant les mois de juillet et août. À partir du mois du février les températures augmentent et atteint le maximum au mois d'aout, et à partir de ce mois. Les données enregistrées durant l'année (2015) nous révèlent que la température moyenne la plus élevée a été observée au mois Aout (26,6C) de l'année 2015 et la température moyenne la plus basse a été enregistrée au mois de février (11,7°C).

Le tableau 1 renferme les données pluviométriques enregistrées à Tipaza en millimètres.

Le total des précipitations cumulées durant l'année (2015) est de 626 mm. Les mois les plus pluvieux sont novembre (104 mm), décembre (106,5 mm) et janvier (90 mm). Cette distribution inégale des précipitations au cours du cycle annuel et l'alternance saison humide et saison sèche joue un rôle régulateur des activités biologiques des ravageurs.

Les donnes recueillies auprès de l'Office Nationale de Météorologique de Dar El Beida (O.N.M.) on fait l'objet de l'étude de la synthèse climatique.

La climatologie d'emberger montre que la wilaya de Tipaza situé dans un seul étage bio climatique de subhumide en deux variantes : l'un caractériser par un hiver pluvieux dans la partie nord, le second par un hiver frais dans la partie sud.

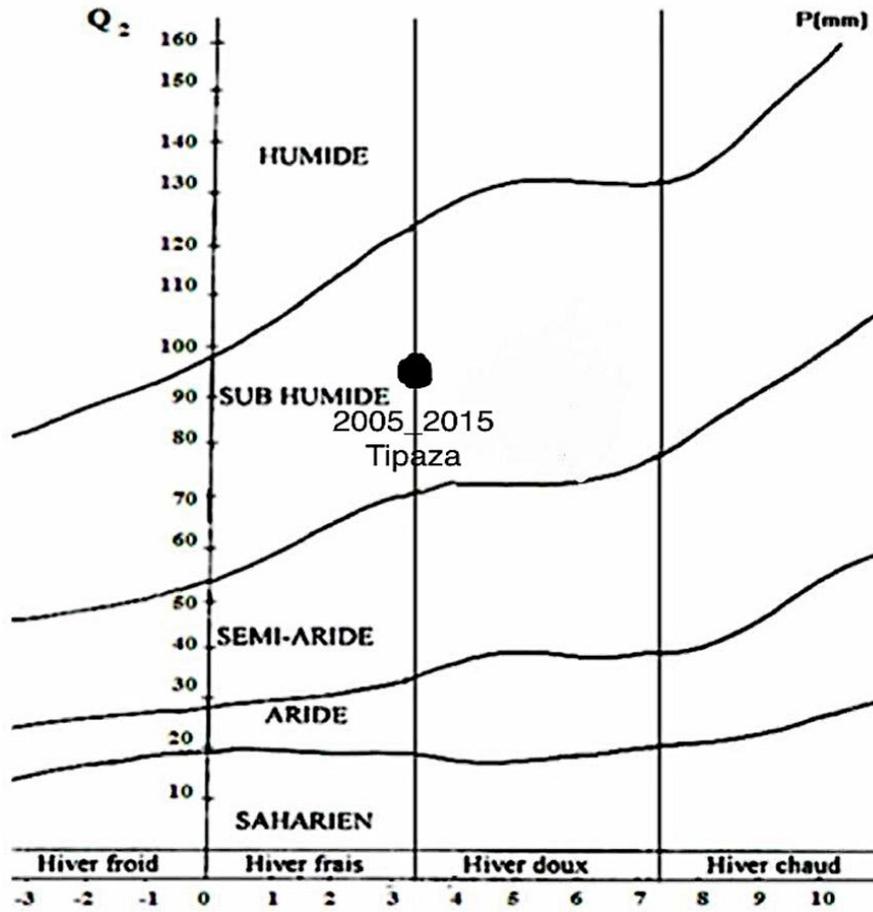


Figure 18 : le Climagramme d'emberger (2005-2015)

3. Présentation du site d'étude

Notre expérimentation a été effectuée sur un espace privé cultivé par le poirier et le pommier, au niveau de la commune d'Attatba, elle est située au nord-est de la chef-lieu de Tipaza, à environ de 25km Nord-est de Tipaza et 16 km au Nord-Ouest de Blida. La superficie totale d'Attatba est 63 km², elle s'étendant à 160 m (minimale 40 m, maximale 280 m), se distingue par un climat méditerranéen avec été chaud.



Figure 19 : présentation de la commune d’Attatba

(Source support : Google Earth, 2017)



Figure 20 : présentation de site d’étude

(Source support : Google Earth, 2017)

IV.4. Matériel végétale

Le matériel végétal utilisé au cours de notre expérimentation appartient à une essence fruitière, cette variété du poirier est « », c'est une variété produisant pendant l'été, les fruits sont assez juteux et croquant de calibre moyen. L'arbre produit beaucoup de fruits, ils sont consommés à partir de mai et juillet jusque fin octobre. On a utilisé pour cette étude 3 bloc d'arbres, chaque bloc contient 5 arbres de poirier



Figure 21 : Le cycle végétatif des feuilles du poirier *Santa maria L.* (Originale, 2017).



Figure 22 : Le cycle végétatif des feuilles du poirier *Santa maria L.* (Originale, 2017).



Figure 23 : Le cycle végétatif des fruits du poirier « Santa maria » (Original, 2017).

IV.4.1. Matériel Animal

L'animal visé par notre traitement c'est un insecte ravageur des fruits appartient à l'ordre des lépidoptères, la famille des toricidés le carpocapse du poirier ou *Cydia pomonella*, possédée 2 à 3 générations par saison, la première génération les papillons émergent fin avril, les pontes s'étalent sur fin mai et début juin. Ce sont les larves issues de ces œufs qui vont causer des dégâts presque sur tout le verger de notre expérimentation.



Figure 24: le jeune carpocapse de la première génération *Cydia pomonella*

(Original, 2017)

A partir de fin juin les larves quittent les fruits et la majorité d'entre elles se nymphosent pour donner les papillons de la seconde génération.

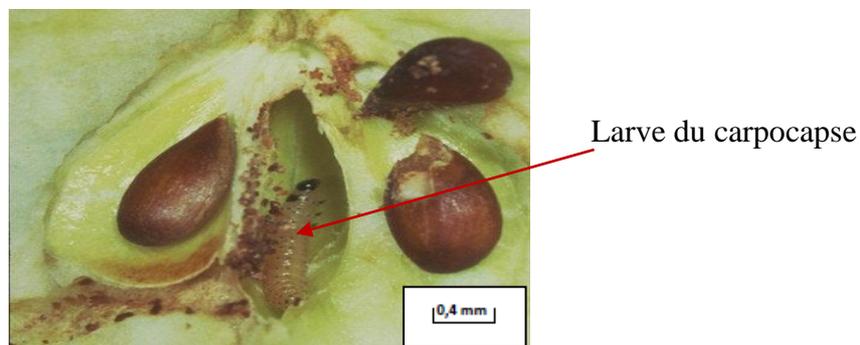


Figure 25 : larve du carpocapse (Original, 2017).

La seconde génération s'étale de juillet à août, les larves issues de ces papillons causent des dégâts jusqu'à la récolte.

IV.4.2. Matériel de captures utilisées

Ce sont des triangles avec des plaques collantes qui captent le ravageur de notre poirier par des phéromones et des substances chimiques provoquant des réactions comportementales spécifiques au mal de carpocapse, ils emploient un moyen de communication en émettant des signaux chimiques odorants pour attirer les mâles.



Figure 26 : le placement des pièges à phéromone (original, 2017)

IV.4.2.2 Les fertilisants utilisés**IV.4.2.2.1. Le jus de lombricompost**

Un produit issu de la dégradation des déchets d'un terreau anécique, on utilise le produit final, le jus de lombricompost, est une solution sans odeur issus de l'égouttage du lombricompost, en dilué à 10% par l'eau du robinet, 10 ml de jus avec 1 l d'eau, le produit final ne sera prêt à l'utilisation qu'après 24 heures.



Figure 27 : le jus de lombricompost concentré (Original, 2017).

IV.4.2.1. Produit homologué Algasmar

Il s'agit d'une solution à base d'algue marine, homologué et commercialisée, Algasmar est un bio activateur d'origine végétale à base d'algues marines et d'acide aminés, utilisé pour accélérer la croissance et forcé le système de défense naturel SDN de notre poirier , en dilué à 3% par l'eau robinet, 3ml d'Algasmar avec 1 L d'eau et directement prêt à l'utilisation.

IV.5. Méthode d'étude**IV.5.1. Application des traitements**

L'expérimentation est basée sur un apport de différents traitements, qui est obtenue à partir de la dilution de la solution du jus de lombricompost et des algues marines dans de l'eau courante selon le schéma directeur de l'étude (Fig28).

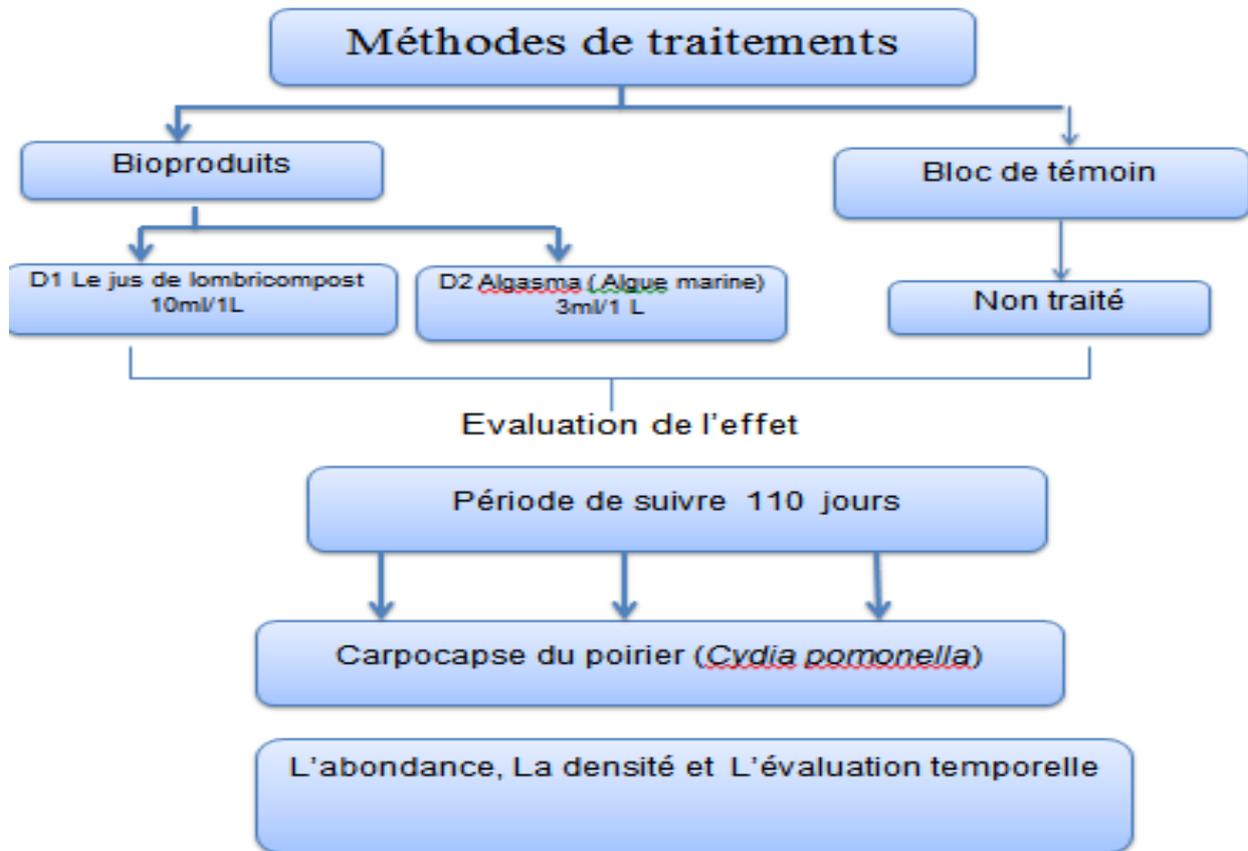


Figure 28 : schéma directeur de l'étude

Afin de réaliser une collection homogène du matériel biologique (les plantes), notre site d'étude est contient environ 10 lignes arbres on les appelées des blocs, chaque blocs contient plusieurs arbres du poirier.

On a utilisée 4 blocs pour notre étude et chaque bloc contient 5arbres du *Santa maria*, pour réaliser le travail le site est partagé en trois blocs pour l'application des différentes traitements (D1et D2) et un bloc témoin n'ayant subi aucun traitement mais uniquement pulvérisé à l'eau courante. séparer les trois derniers par un bloc non traité par aucun traitements. Chacun de ces blocs forme un transect végétale linéaire.

L'application des traitements a été réalisée le 22 mai 2016, et le suivi des populations de *Cydia pomonella* a été conduit au bout de 110 jours. Les deux traitements ont été appliqués par un pulvérisateur manuel.

Au niveau du bloc traité, le premier transect a subi un traitement biologique à base du jus de lombricompost à une dose de 10 ml. /l. le deuxième transect a subi un traitement biologique à base d'algues marines(Algasmar) à une dose de 30 ml. /l.

Pour le bloc témoin, les essences de poirier *Santa maria* ont subi une pulvérisation à l'eau courante. Le suivi des populations de *cydia pomonella* L. a été réalisé selon les prélèvements effectués au niveau des blocs (Figure29).

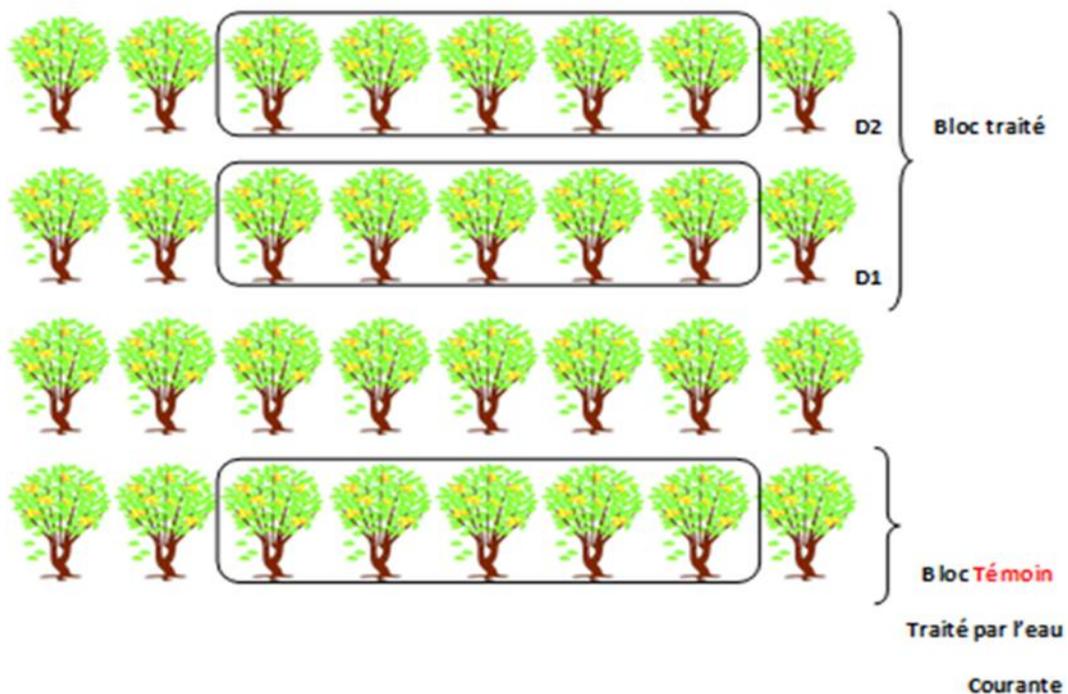


Figure 29 : Dispositif expérimentale de l'étude

IV.6. Analyses statistiques des données :**IV.6.1. Analyse multivarié PAST vers 1,95 (Hammer et al., 2001)**

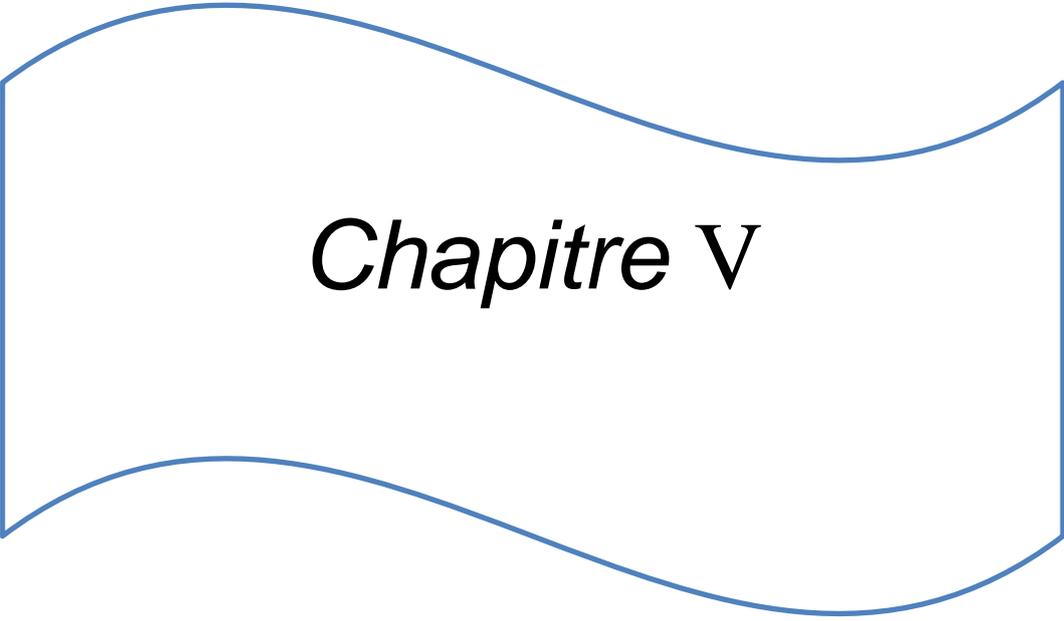
Dans le cas de variables quantitatives, les relations multivariées sont étudiées à l'aide d'une analyse en composantes principales (A.F.C, DCA), l'exploitation des résultats a fait appel à une analyse multivariée (AFC, DCA). La matrice des données des groupes trophiques et des espèces d'insectes « carpocapse » et soumise à une analyse factorielle des correspondances (ACP), En raison de la forte dominance, une variante non paramétrique de l'A.C.F a été appliquée, la « Detrended Correspondence Analysis » ou D.C.A

IV.6.2. Le diagramme de ternaire (Past vers. 1.37)

Dans le cas d'une comparaison quantitative entre 3 variables, les points d'intersection sont étudiés à l'aide d'un diagramme de ternaire pour voir l'effet du traitement à base de jus de lombricompost, et du traitement à base d'algue marine et du témoin en relation avec la dynamique des populations de carpocapse. Le teste est réalisé par le logiciel Past version 1,37 (Hammer *et al.* , 2001).

IV.6.3. Le teste One-Way ANOVA

Les résultats présentés sous forme de courbe, rejoignent le plus souvent des valeurs moyennes, ces derniers ont été réalisés par le logiciel Excel. Lorsque le problème est de savoir si la moyenne d'une variable quantitative va significativement selon les conditions (traitement, température, temps), la détermination de la variance à l'aide du teste One-Way ANOVA (teste de comparaison par pairs) dans les conditions paramétriques, les différences ont été considérées significatives à $p < 0,05$. Le déroulement des tests a été réalisés par le logiciel PAST, version 3.1 (Hammer *et al.* , 2001).



Chapitre V

V. LES RESULTATS

V.1 Evaluation temporelle de la dynamique des populations du Carpocapse du Poirier dans les trois blocs

La figure 30 représente l'évolution temporelle de la densité du carpocapse sous l'effet des différentes applications à base du jus de Lombricompost et à base d'algue marine « Algasmar » durant les trois mois de suivi (Mai, Juin, Juillet).

Le graphe montre en premier lieu une dynamique très élevés de la population du carpocapse durant le mois de mai dès la première sortie à quatrième sortie avec un nombre de 18 à 160 individus dans le blocs Algasmar et le bloc de lombricompost et le bloc traité par l'eau la dynamique se monte fur à mesure de 20 au 65 individus selon la période de vol de la première génération (l'emplacement des phéromones)qui dure quatre semaine avant le changement d'un autre ,en suit en remarque une chute significative de 100 individus dans la septième sortie dans le bloc d'Algasmar parallèlement aux deux traitements (Témoin et du jus de lombricompost). Le mois qui suit (juin) montre une reprise très importante avec 120 individus présente une lors du traitement de l'Algasmar après la neuvième sortie et aussi les deux autres blocs traité. En suite dans le dernier mois (juillet) l'effectif du carpocapse continue à élevés durant toute la période de suivi, il attient jusqu'aux 150individus dans le bloc d'Algasmar et de 98 individus dans le bloc traité par lombricompost et de 42 individus dans le bloc témoin.

Concernant le bloc témoin, on note un nombre du carpocapse qui reste le même pendant le temps de suivi car, le bloc qui l'avoisine est traité par un insecticide qui a faussé le nombre de carpocapse. Le bloc traité avec le bioproduit du lombricompost, indique un nombre moins élevé on le comprend avec celui du bioproduit à base d'Algasmer. Mais il procure une stabilité dans le temps et permet de maintenir le seuil de nuisibilité en baisse qui ne dépasse pas les 80 individus parmi 180 individus.

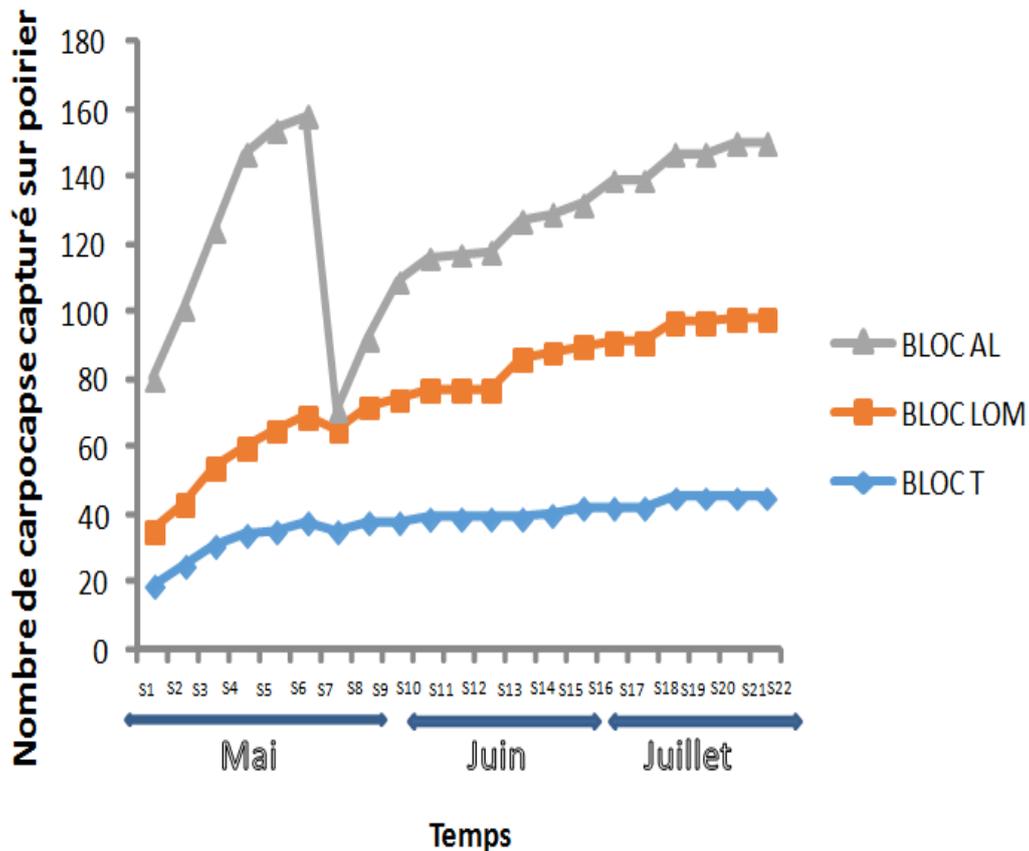


Figure 30 : Evaluation temporelle de la dynamique des populations du carpocapse du poirier durant les trois mois

V.2. Modulation de l’effet des traitements sur la population du carpocapse

L’analyse multivariée est acceptable du faite que les deux axes dépassent largement les 80% (Fig 31).

On considère l’axe 1 (71,95%), ce qui nous permet d’avancer qu’il y a existence de l’effet du traitement du jus de lombricompost plus important vers les dernières sorties par rapport au Témoin.

L’axe 2 (27,29%), estime l’effet du traitement à base des algues marines est négatif durant les premières sortie effectuées. Et si, on compare l’effet du traitement à base de lombricompost à celui du traitement à base d’algue marine, on peut constater qu’il y a une nette différence entre la stimulation de la présence de la dynamique de la population des carpocapses.

Pour mieux expliciter les résultats, on a eu recouru à une application de l'analyse de la variance, qui peuvent que confirmer notre première partie.

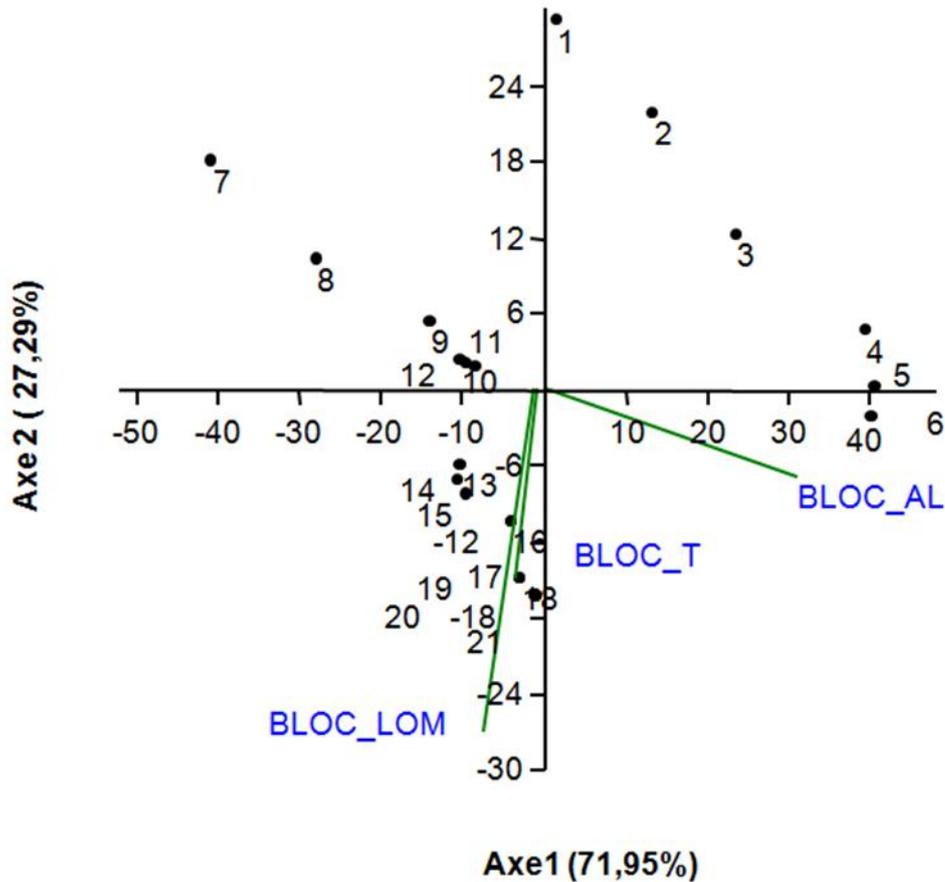


Figure 31 : Projection de la dynamique des populations du carpacapse sous l'effet des trois traitements sur les deux axes de l'ACP en groupes

L'analyse de la variance présente une différence significative qui est représenté dans le Tableau 2. A travers le Test de Tukey, les taux globaux du nombre de carpacapse sont en faveur du bloc traité par le bioproduit à base des algues marines par rapport au Témoin et au bloc traité par le bioproduit lombricompost

Tableau 2: corrélation du nombre de carpocapse sous l'effet des trois traitements

Corrélation	BLOC_T	BLOC_LOM	BLOC_AL
BLOC_T		0,9875	0,02505 non significatif
BLOC_LOM	0,2145		0,03657 non significatif
BLOC_AL	3,799	3,584	

Le ternaire (Fig 32) nous a permis de comparer quantitativement le nombre de carpocapse existant sur le terrain chez le poirier sous l'effet des trois traitements établis durant la période d'attaque qui s'est étalée durant les trois mois (Mai, Juin, Juillet). Pour cela, nous pouvons remarquer que les deux traitements (Témoin et le bioproduit à base de jus de lombricompost) affichent un nombre moins important par rapport au troisième traitement. Tandis que, le traitement à base d'algue marine présente un nombre plus intense que les deux restants.

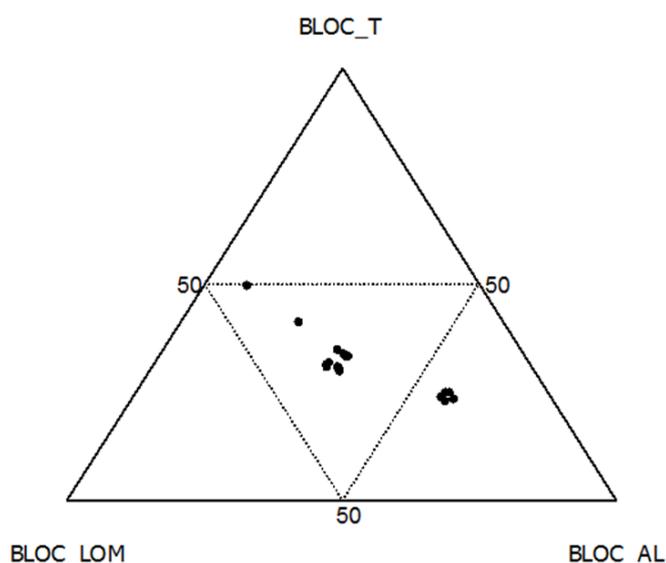


Figure 32: Etude comparée du nombre de carpocapse du poirier sous l'effet des différents traitements (à base de jus de lombricompost, à base d'algue marine, Témoin).

Le graphe de la figure 33 ses des boîtes à moustaches qui montre l'effet des différents traitements à base de jus de lombricompost et à base d'algue marine et le témoin sur la dynamique de la population du carpocapse. On peut remarquer, que le traitement à base de jus de lombricompost a plus d'effet sur la dynamique par rapport aux deuxième traitement qui est à base d'algue marine et en troisième position viens le témoin, on appliquant le test de corrélation, on estime que la différence est très hautement significative entre le témoin et le traitement à base de jus de lombricompost avec un taux de $1,171 \times 10^{-9}$; selon la médiane chez le témoin et le traitement à base de jus de lombricompost, elle affiche un taux de dynamique avec les 40 individus, la médiane du traitement à base d'algue marine est 50 individus touchés.

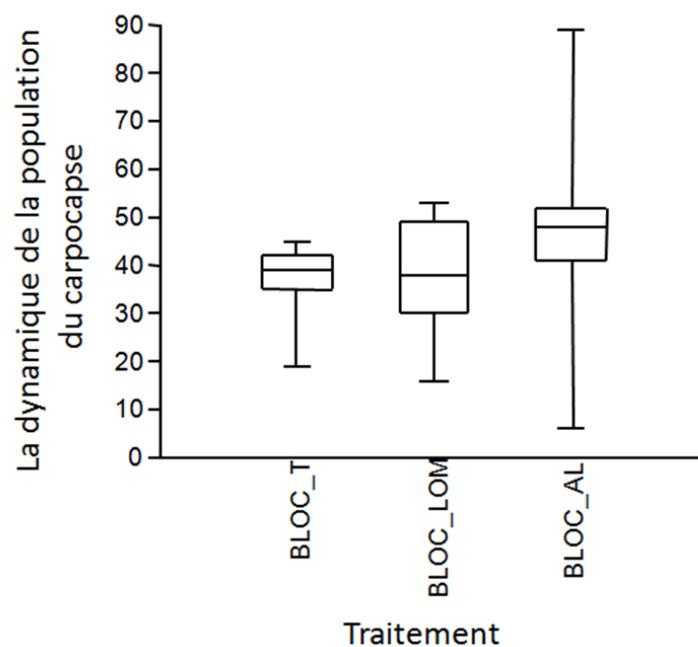
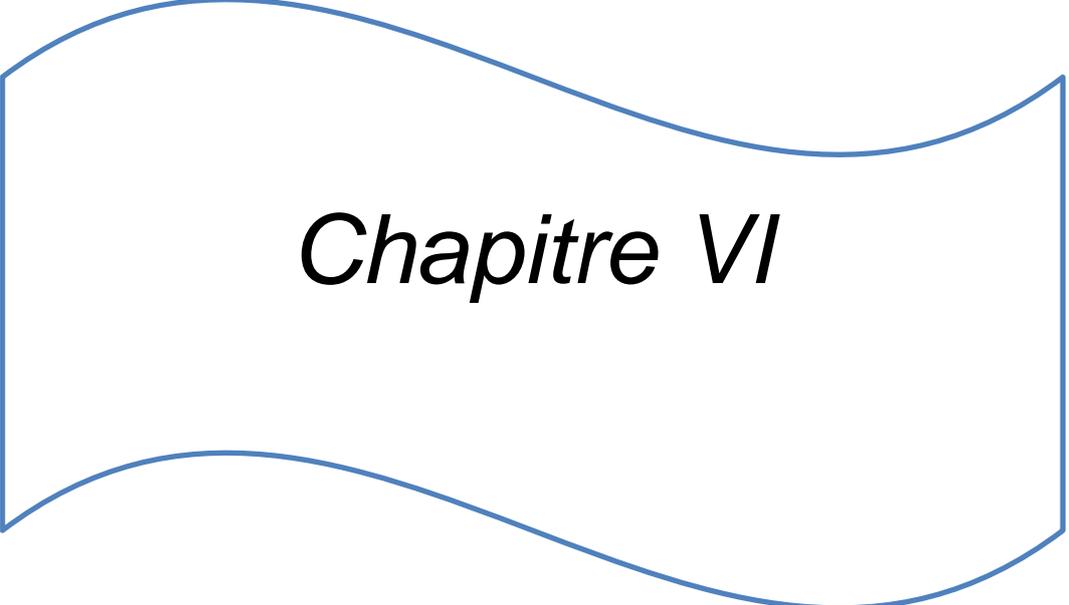


Figure 33: Effet des différents traitements à base de jus de lombricompost et à base d'algue marine et le témoin sur la dynamique de la population du carpocapse.



Chapitre VI

VI. Discussion générale

L'une des préoccupations majeures dans un écosystème est le remplacement progressif des pesticides de synthèse par des substances naturelles moins polluantes, moins toxiques pour la santé humaine et l'environnement ainsi qu'aux auxiliaires.

Les biofertilisants et les biostimulants, sont des préparations liquides fermentées qui nourrissent le sol et les plantes. Elles sont composées d'éléments nutritifs, de bactéries et champignons entre autres. En fonction des ingrédients, elles peuvent également avoir un rôle de stimulation des défenses naturelles des plantes (ou stimulateur de croissance) ainsi qu'un rôle de lutte contre les maladies et les ravageurs (Silva *et al.*, 2003).

L'utilisation des engrais biologiques est proposée pour améliorer les rendements des cultures tout en assurant une meilleure durabilité des systèmes de culture (Ohyama, 2006).

Au terme de la présente étude qui s'est consacrée à l'estimation de la dynamique des populations du carpocapse de poirier *Cydia pomonella* sous l'effet des bioproduits à base de jus de lombricompost et à base d'algue marine « Algamar ». Les résultats de notre étude nous ont permis de répondre aux hypothèses élaborées au début du travail.

Les biopesticides n'ont généralement pas de fonction connue dans la photosynthèse, la croissance ou d'autres aspects fondamentaux de la physiologie de la plante. Cependant, leur activité biologique contre les insectes ravageurs, les nématodes, les champignons et d'autres organismes est bien documentée. Toutes les espèces de plantes ont développé une structure chimique unique et intégrée qui les protège contre les parasites. Le règne végétal offre une gamme diversifiée de structures chimiques complexes et presque toutes les activités biologiques imaginables. Ces alternatives biodégradables, économiques et renouvelables, sont notamment utilisées dans les systèmes d'agriculture biologique (G.K.Pal et B. Kumar, 2013).

Les phéromones sont homologuées comme pesticides parce qu'on prétend qu'elles contrôlent les ravageurs, plutôt que de les dépister. Les phéromones utilisées pour la confusion sexuelle sont très compatibles avec les auxiliaires car elles sont très spécifiques. La phéromone est une hormone synthétique, très particulière à certaines espèces, qui reproduit l'hormone naturelle utilisée par la femelle pour attirer le mâle et se reproduire. Ces phéromones peuvent être utilisées sur les pièges collants pour dépister le ravageur. Elles peuvent aussi être pulvérisées en grande quantité sur une surface donnée et ainsi créer une confusion chez le mâle qui ne sera plus capable de retrouver la vraie femelle, ce qui amènera un arrêt du

cycle reproductif chez l'espèce. Il y en existe très peu actuellement sur le marché et elles sont très spécifiques aux espèces d'insectes (Hale . J. ; 2000).

L'effet de couverture végétale sur le développement des ravageurs

D'après nos résultats, on note que suite à la comparaison par l'analyse multivariée, l'effet du traitement à base de lombricompost à celui du traitement à base d'algue marine a eu une nette différence entre la stimulation de la présence de la dynamique de la population des carpocapses. En effet toute population est amenée à subir des variations quantitatives causées par des facteurs intrinsèques ou extrinsèques tel que la densité dépendance et le changement environnementaux (Saether., 1996).

Les résultats montrent que le profil de l'abondance affiche une forte abondance de carpocapse *Cydia pomonella* au début de nos sorties dans les deux blocs traités, ainsi que le bloc de témoin.

En revanche, l'abondance globale enregistre une stabilisation à la fin du traitement au début de mois d'août, sachant que cette période coïncide avec le développement de la larve dans les fruits du poirier après picage ou la ponte des œufs par les adultes. Ensuite, la reprise de la dynamique à la fin du mois d'aout, la période de troisième génération. Et pour mieux expliciter les résultats, on a eu recours à une application de l'analyse de la variance, qui peuvent que confirmer notre première partie.

Nous supposant que le jus du lombricompost a agi par effet insecticide sur les plantes à cause de sa richesse en chitinase. Plusieurs études démontrent que les végétaux recevant un amendement organique comme le compost ont tendance à être moins sujet aux maladies fongique et aux attaques d'insectes (Nakaski *et al.*, 1998 ; Loschinkohlet *al.*, 1999 ; preuschet *al.*, 2000).

De nombreux résultats de recherche démontrent clairement les effets positifs de la fertilisation foliaire sur la croissance, le développement et parfois même sur le rendement des cultures (Hannamet *al.*, 1984; Chituet *al.*, 2002; Starastet *al.*, 2002; Toscanoet *al.*, 2002; Bly et Woodard., 2003; Silva *et al.*, 2003; Williams *et al.*, 2004; Yorinoriet *al.*, 2004).

Variation temporelle de la population du ravageur de poirier :

L'efficacité du traitement varie selon les conditions d'application (température, l'ombre, vent, hygrométrie, quantité du pulvérisateur).

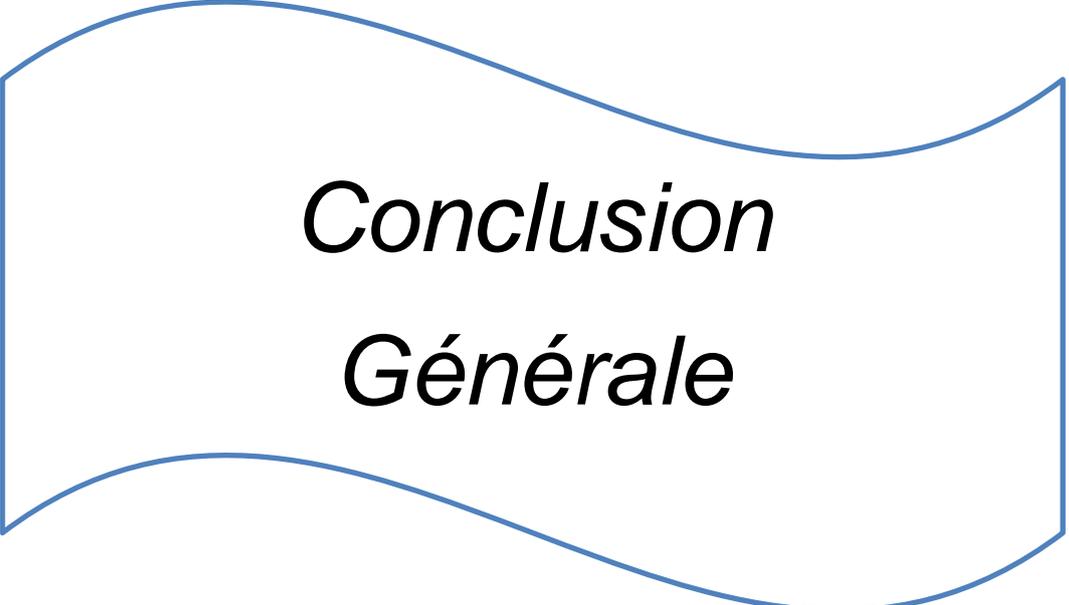
La variation temporelle telle que le climat pourrait également jouer sur les paramètres démographiques de la population. En effet le succès reproducteur, la fécondité, la période de vol peuvent peut-être être contraints à des facteurs abiotiques tel que la température, la pluviométrie.

La dynamique temporelle du carpocapse a été modélisée afin de pouvoir prédire les pics de larves qui suivent les pics d'éclosion et correspondent à des périodes de fort risque de dégâts (Roubal et Rouzet, 2003).

Boivin *et al.*, (2005) ont également développé un modèle phénologique qui décrit l'évolution d'une population d'individus au cours d'un cycle annuel, en fonction de la température, et permet d'estimer à chaque temps la proportion d'individus dans les différents stades de développement (adulte, œuf, stade pré-imaginal et larve diapausante, pour chaque génération). Ce modèle a notamment été utilisé pour modéliser les différences de phénologie entre individus résistants et sensibles. S'ils décrivent de façon détaillée la dynamique locale d'une population, ces modèles phénologiques ne prennent pas en compte les aspects spatiaux que nous souhaitons étudier.

Une autre approche, spatiale cette fois, a été développée par Tyson *et al.*, (2007) afin de modéliser la dispersion des carpocapses mâles stériles et plus particulièrement leurs mouvements aux travers des bordures de vergers. L'enjeu était de pouvoir prendre en compte les effets spatiaux pour appuyer le développement de méthodes de lâchers de mâles stériles plus efficaces (SIT, Sterile Insect Technique)

En règle générale, les effets des produits phytosanitaires sur les ravageurs, dépendent des traits de vie, des paramètres démographiques et du stade de développement au moment de l'application. Plus le produit est appliqué sur un stade jeune et plus l'espèce a une démographie lente, plus l'insecte est vulnérable et sa population susceptible de disparaître.



*Conclusion
Générale*

Conclusion générale

De nombreuses interactions biotiques sont en jeu dans les associations végétales. Les mécanismes les plus étudiés sont ceux impliqués dans la régulation des bioagresseurs. Certains mécanismes sont communs à la fois aux maladies, et aux ravageurs. En revanche, il serait nécessaire d'explorer davantage les interactions entre différents facteurs biotiques.

Le carpocapse est un ravageur important du verger de poirier. Il est responsable de dégâts quantitatifs (perte de production) et surtout qualitatifs (formation de perforations) à l'origine de diverses altérations et maladies de conservation.

Le stade le plus destructeur chez le carpocapse est le stade adulte qui constitue l'ennemi redoutable des producteurs et amateurs de pommes et poires. La ponte de ce dernier se fait à l'intérieur du fruit, les larves se développent sur l'épiderme avant de creuser une galerie et de s'introduire sous la peau, jusqu'au cœur du fruit dévorent jusqu'aux pépins. Pour hiverner, les chenilles se glissent sous l'écorce des arbres fruitiers (Audemard, 1991).

Les biopesticides, ou pesticides biologiques, comprennent plusieurs types de méthode de lutte contre les ravageurs et maladies, faisant appel à des relations de prédation, de parasitisme ou d'action chimique. Le terme a été historiquement associé à la lutte biologique - et par voie de conséquence - à la manipulation d'organismes vivants. Les positions réglementaires peuvent être influencées par les perceptions du public (Sauphanor et al., 2012).

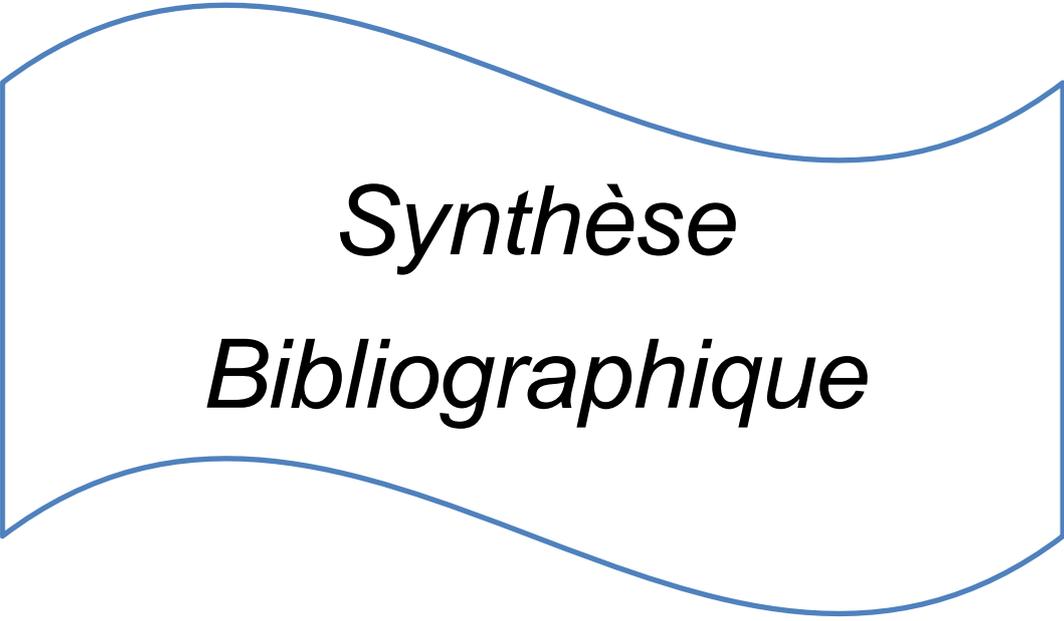
Les biopesticides présentent plusieurs avantages : ils sont biodégradables et ne laissent pas de résidus nocifs, ils peuvent être moins chers que les pesticides chimiques lorsqu'ils sont produits localement et peuvent s'avérer plus efficaces à long terme (Chandler et al., 2010).

Au cours de la période d'étude qui s'est étalée sur 4 mois de mai jusqu'à mois de juillet de l'année 2017. Les résultats obtenus à issue de l'étude intitulée « étude de l'effet des bioproduits à base du jus de lombricompost et celui à base d'algue marine « Algasmar » sur la dynamique de la population du carpocapse *Cydia pomonella* du poirier, peuvent constituer des éléments de base pour l'élaboration d'un programme efficace de lutte intégrée par le jus de lombricompost contre ce ravageur.

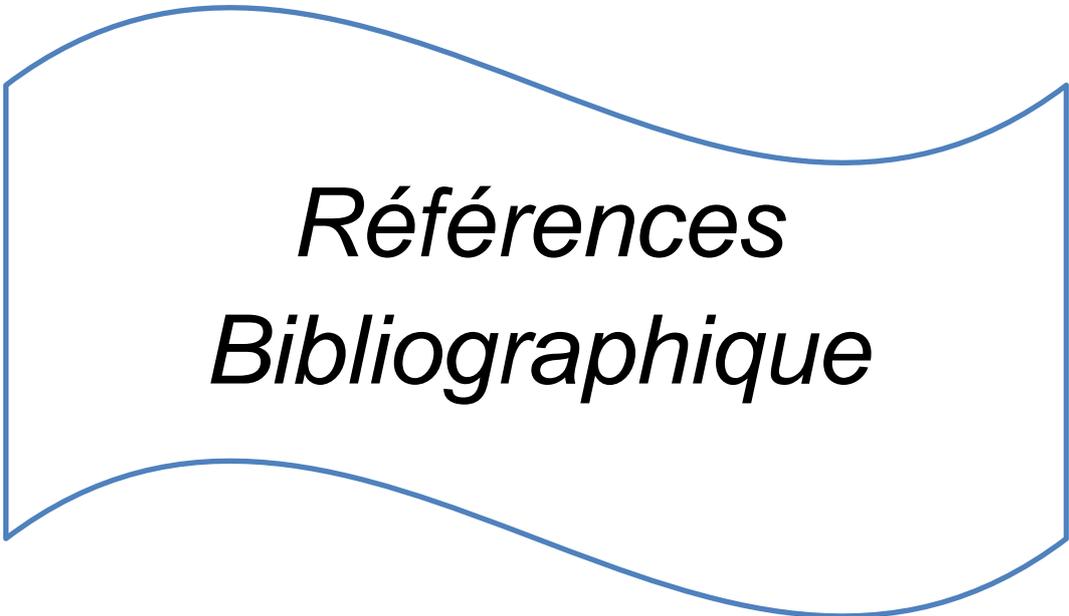
CONCLUSION GENERALE

En effet, les résultats ont démontré que la population du carpocapse à une réduction ou stabilisation en leur dynamique, parmi les résultats obtenus à l'issue de l'étude nous citons :

- Le piégeage sexuel, au niveau de site d'essai, a mis en évidence la présence de deux génération avec la dominance de la première et une absence de picage à la récolte dans les blocs traités ;
- Il existe une stabilisation dans la dynamique de la population du carpocapse sous l'effet de traitement par le jus de lombricompost et l'Algamar ;
- Le traitement par les deux bioproduits a eu un effet dans augmentation des Stimulateurs de Défense Naturelle (SDN) de l'arbre du poirier.



Synthèse
Bibliographique



*Références
Bibliographique*

Références Bibliographiques

Aguiar, F.A.M. et Karsholt, O., (2006). “Systematic catalogue of the entomofauna of the Madeira archipelago and Selvagens islands”. Lepidoptera, Vol1 .Boletin do Municipal do Funchal (Historia Natural),N°9: 5-139.

Alston, D.G., Murray, M. & Reding M.E., (2010). “Codling Moth (*Laspeyresia pomonella*) Insects tree fruit”. Utah State University. Department of agriculture, 7P.

Anonyme, (2009). croqueur-idf.fr/pages-mensuelles/51-pagedenovembre-2009-plantations-etmaladie.html.

Asser-Kaiser, S., Fritsch, E., Undorf-Spahn, K., Kienzle, J., Eberle, K.E., Gund, N.A., Reineke, A., Zebitz, C.P.W., Heckel, D.G., Huber, J., Jehle, J.A., (2007). « Rapid emergence of baculovirus resistance in codling moth due to dominant, sex-linked inheritance”. Science 317, 1916-1918.

Aubertot, J. N., Clerjeau, M., David, Ch., Debaeke, Ph., Jeuffroy, M.-H., Lucas, P., Monfort F., Nicot P. et Sauphanor B., (2006). «Pesticides, agriculture et environnement. Réduire l'utilisation des pesticides et en limiter les impacts environnementaux ». Expertise scientifique collective, synthèse du rapport, INRA et CEMAGREF. France, pp : 4-104.

Audemard, H., (1976). «Étude déméoécologique du carpocapse (*Laspeyresia pomonella*) en verger de pommier de la basse vallée du Rhône ». Possibilité d'organisation d'une lutte intégrée. Thèse d'état. Université François Rabelais. Rebeais, 365 P.

Audemard, H., (1981). «Le carpocapse ou ver des pommes et des poires ». Bureau de liaison Rhone, 15 P.

Audemard, H., (1991). “Population dynamics of the codling moth”. In: Van der Guest, L.P.S., Evenhuis, H.H. (Eds.), World Crop Pests: Tortricid Pest, their Biologie, Natural Enemies and Control, pp. 329-338.

Ayral H., (1969). Zoologie agricole. Volume 1. Ed. J. B. Baillièere et fils. Paris, 81P. in Caprile J. et Vossen P., (2005). “Codling moth Integrated Pest Management for Home Gardeners”. Pest notes. Agriculture Division and Naturals Resources. Ed. IPM Education et Publications, UC Statewide IPM Project, University of California, Davis, 6 P.

- Balachowsky, A. et Mesnil, L., (1935).** « Les insectes nuisibles aux plantes cultivées, leurs moeurs, leur destruction ». T1. Ed. Busson, Paris, pp : 298-469.
- Balachowsky, A., (1966).** « Traité d'entomologie appliquée à l'agriculture ». T2, Lépidoptères, Vol.1 Ed. Masson, Paris, pp : 456 – 893.
- Blanc,J., (2012).** :www.papillion-poitou-charentes.org/cydia-pomonella-Linnaeus-1758,15807.html
- Boivin, T., Chadoeuf, J., Bouvier, J.C., Beslay, D. and Sauphanor, B. (2005).** “Modelling the interactions between phenology and insecticide resistance genes in the codling moth *Cydia pomonella*”. Pest Management Science 61: 53-67.
- Bouvier, J.C., (2007).** « Impact du paysage sur les populations de carpocapse, ravageur des pommiers et poiriers, à l'échelle d'un bassin de production ». INRA. Avignon- Unité plantes et systèmes de cultures horticoles, 6 P.
- Bovey, P., (1966).** « Super famille des Tortricodea. In: Balachowsky, A.S. (Ed.), Traité d'entomologie appliquée à l'agriculture ». Masson et cie, Paris, pp. 456-893.
- Bovey, R., Baggiolini, M., Bolay, A., Bovay, E., Corbaz, R., Matays, G., Meylan, A., Myrabach, R., Peillet, F., Savary, A. et Trivell, G., (1972).** « La défense des Plantes cultivées. Traité pratique de phytopathologie et zoologie agricole ». Ed. Payot. Lausanne, Paris, 863 P
- Bretaudeau, J. (1978).** « Livre Atlas d'arboriculture fruitière ». Les arbres fruitiers à pépins : poirier et pommier .volume 2. Ed lavoisier / tec et doc p7.
- Bretaudeau, J. et Yves F, (1991).** livre Atlas d'arboriculture fruitière à pépins.volume 2. Ed lavoisier / tec et doc ,pp : 3-10.
- Browen, G.G., (1995).** “How do earthworms affect microfloral and faunal community diversity”. Journal of plant and soil. 170 pp :209-231.
- Brunner, J.F., Beers, E.H., Doen, M. & Grange, K., (2005).** “Managing codling moth without organophosphates”. Good fruit grower, 12 P
- Bly, A.G. and H.J. Woodard. (2003).** “Nitrogen management: foliar nitrogen application timing influence on grain yield and protein concentration of hard red winter and spring wheat”. Agronomy Journal 95: 335-338.
- Candolle, A. (1886).** « Origine des plantes cultivée », p 183
- Corroyer, N., et Chevelon M., (1998).** « Les lépidoptères (les tordeuses) ». Ed. Tec et Doc. Lavoisier, pp : 93-96.
- Corroyer, N., et Libourel G., (2000).** « Le Poirier en Agriculture Biologique ». GRAB (Groupe de recherche en agriculture biologique) et ITAB (Institut technique de l'Agriculture Biologique).

- Coutin, R., et Grison, P., (1951).** « Biologie du Carpocapse et avis de traitement ». Le Bulletin Horticole. VI. N° 4 : 99-102.
- Coutin, R., (1960).** « Le carpocapse des pommes et des poires (*Laspeyresia pomonella* L.) ». A.C.T.A., Paris, 48 P.
- Cronquist, A, (1981).** « An Integrated System of classification of flowering plants ». Selon le livre de 1981.
- Chaoui, .H.I., Zibilske, L.M et Ohno .T., (2003).** « Effects of Earthworms casts and compost on soil microbial activity and Plant nutrient availability”. Soil Biology and Biochemistry,35(2) pp:295-302.
- Champagnol, .F., (1980).** « La matière organique des sols de vigne du Midi de la France ». Progrès Agricole et Viticole, 8, 161-173.
- Charmillot, P.J. et Höhn, H., (2004).** « Carpocapse des pommes et des poires *Cydia pomonella* L. Agroscope RAC et FAW Wädenswil ». Confédération suisse. Fichier : 101. Suisse. 3 P.
- Chevreau, E, et Morisot, D, (1985).** « variabilité génétique d'une collection d'espece des genres *Malus* et *Pyrus*: Analyse botanique et enzymatique » . Mémoire D.E.A., Station d'agriculture fruitière, pp : 1-8.
- Chitu, V., Coman, M., Bulgaru, L. and E. Chitu. (2002).** “Effects of “CalMax” and “Nutri Vit” foliar fertilisers on plants growth and strawberry fruit quality”. Acta Horticulturae (ISHS). 594: 475-480;
- David Chandler, Alastair Bailey, Justin Greaves, M. Tatchell, Gillian Prince., (2010)** Biopesticides : Pest Management and Regulation, CABI, 238 p.
- Delisle, S., (2011).** « Les secrets d'une entreprise biologique durable ». Edition de printemps de Québec Vert.
- Deraison., (2002).** « Méthodes alternatives de protection des pommiers ». Ed. IDRA. Paris, 145 P.
- Direction des statistiques agricoles (D.S.A.), 2009** : Le poirier, wilaya de Batna.
- F.A.O., (2008).** « Productions agricoles, cultures primaires ». Banques de données statistiques, FAO. STAT.
- Februar, E., (2007).** « Carpocapse (*Cydia pomonella*) biologie et stratégie de lutte, Espagne ». 13 P.
- Gates, G.E., (1972).** “Burmese Earthworms, an introduction to the systematics and biology of Megadrile oligochaetes with special reference to South-East Asia”. Transactions of the American Philosophical Society. 62(7).pp: 1-326.
- Garçia de Otazo, J., Sió, J., Torà, R. et Torà M., (1992).** « Peral, control integrado de plagas y enfermedades ». Agrolatino, Barcelona (Spain), 12 P.

Gates, G.E., (1972). “Burmese Earthworms, an introduction to the systematics and biology of Megadrile oligochaetes with special reference to South-East Asia”. Transactions of the American Philosophical Society. 62(7) pp: 1 -326.

Gautier, M. (1987). « La culture fruitière ». Volume I, l'arbre fruitier .Ed .J.B. Baillière, Paris, 492P

Gautier, M., (1988). « La culture fruitière ». Volume 2, les productions fruitières. Ed. J.B.Baillière, Paris, 452 P.

Gautier, M., (2001). « La culture fruitière. Les productions fruitières ». Volume 2. Ed. Tec et Doc. Paris, 665 P.

Geibel, M., Dehmer, K.J., Forsline, P.L., (2000). « Biological diversity in *Malus sieversii* populations from Central Asia”. In: Geibel, M., Fischer, M., Fischer, C(Eds.), Proceedings of the Eucarpia Symposium on Fruit Breeding and Genetics, Vols 1 and 2, pp. 43-49.

Geier, P.W., (1963). “The life history of codling moth, *Cydia pomonella L.* (Lepidoptera : Tortricidae), in the Australian Capital Territory. Australian Journal of Zoology, 11 : 323-367.

G.K. Pal et B. Kumar., 2013« Antifungal activity of some common weed extracts against wilt causing fungi, *Fusarium oxysporum* », Current Discovery, International Young Scientist Association for Applied Research and Development, vol. 2, no 1, p. 62–67 .

Hack, H., Bleiholder, H., Buhr, L., Meier, U., Schnock-Fricke, U., Weber, E. & Witzemberger A., (1992). “Einheitliche Codierung der phänologischen Entwicklungsstadien mono- und dikotyler Pflanzen. –Erweiterte BBCH-Skala, Allgemein”. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. 44 (12), 265–270.

Hale.J.,(2000).l'usage des pesticides en lutte intégrée,colloque sur la lutte intégrée en serre produire,fleurire et nourrir avec la lutte biologique et intégée en serre ,p.4

Hammer, .O. Harper, .D.A.T et Ryan .P. D., (2001). “PAST : Paleontological Statistics Softwar Package for Education and Data Analysis Palaeontologia Electronica”. 4(1): 9pp.

Hannam, R.J., Davies, W.J., Graham, R.D. and J.L. Riggs. (1984). “The effect of soil- andfoliar-applied manganese in preventing the onset of manganese deficiency in *Lupinusangustifolium*”. Australian Journal of Agricultural Research 35: 529-538.

Harris, S.A., Robinson, J.P., Juniper, B.E., (2002). “Genetic clues to the origin of the apple”. Trends in Genetics 18, 426-430.

- Hequet & Le Corre ., (2010).** [Statut pour la Nouvelle-Calédonie] Hequet, V. & Le Corre, M. 2010. *Révision du catalogue des plantes introduites d'H.S. MacKee (1994)*. Rapport expertise, IRD, Nouméa. 219 pp.
- Hmimina, M., (2007).** « Les revageures des arbres fruitiers , Le carpocapse des pommes et des poires, Bulletin mensuel d'informatique et de liaison ». PNTTA, N°158 ,P1
- Knosfield, D .W., (2000).** "Agriculture notes : Codling moth". State of Victoria, Departement of Primary Industries, 2p.
- Laamari, M. et Souali, N., (1999).** « Importance du piégeagesexuel dans la lutte contre le carpocapse des pommes et poires *Laspeyresia pomonella* L. (Lepidoptera,Tortricidae) dans la région d'lchemoul- (Batna) ». Revue des sciences agronomiques et forestières.Université Hadj Lakhdar .Batna . N°00 : 19-22.
- Lee, W.J., Blair, A., Hoppin, J.A., Lubin, J.H., Rusiecki, J.A., Sandler, D.P., Dosemeci, M. and Alavanja, M.C.R. (2004).** "Cancer incidence among pesticide applicators exposed to chlorpyrifos in the agricultural health study". Journal of the National Cancer Institute 96: 1781-1789.
- Ledebour, Fl. ross., (1883) .** 2, p. 94; et surtout Boissier, Fl. orient., 2, p. 653, qui a vérifié plusieurs échantillons.
- Loschinkohi, C., Rimelspach, .J.W., Boehm, M.J., (1999).** "The impact of Compost Soil Amendment on Fungal Diseases of Turfgrass". Phytopathology 89 (6S): S46-S47.
- Marc, C., (1999).** "Biological control of insect pests by entomogenous fungi. Annu. Rev". Entomol. 23. pp: 409-442.
- Masseron, A., et Trillot, M., (1991).** livre poirier p157
- Massonnet, C., (2004).** « Variabilité architecturale et fonctionnelle du système aérien chez le pommier (*Malus domestica* Borkh.) : Comparaison de quatre cultivars par une approche de modélisation structure-fonction ». Thèse Doctorat. Développement et Adaptation des Plantes. Ecole nationale supérieure agronomique de Montpellier. France, 184 P.
- Mills, N., (2005).** "Selecting effective parasitoids for biological control introductions: Codling moth as acase study". Biological Control 34, 274-282.
- Monteiro, L.B., Lavigne, C., Ricci, B., Franck, P., Toubon, J.F., Sauphanor, B., (2013).** « Predation of codling moth eggs is affected by pest management practices at orchard and landscape levels". Agric. cosyst. Environ. 166, 86-93.

- Nakasaki, K., Hiraoka, .S., Nagata, H., (1998).** "A New Operation for Producing Disease- Suppressive Compost from Grass Clippings". Applied and environmental Microbiology , 64 (10), pp: 4015-4020 .
- Ohyama, (2006).** Introduction.1.2.In: biofertilizer Manual. Japan Atomic Industrial forum (JAIF), Japan. 311 INAT
- Picard, C., (2007).** « Pratiques de protection contre le carpocapse des pommes : stratégies, temporalités et impacts environnementaux ». Mémoire de stage d'ingénieur agronome. INRA - Montpellier, Avignon, 55 P.
- Pimentel, D., (1991).** "Diversification of biological control strategies in agriculture". Crop Protection, 10: 243-253.
- Preusch, P.L., Tworkoski, .T.J., (2000).** "Weed Suppression and N and P Mineralization in an Orchard Mulched with Composted Poultry Litter Hortscience". 35 (3), pp: 419.
- Rbour, H., et Chevalier, Aug., (1952).** « les cultures fruitière d'Algerie.Perspectives d'avenir ». Etat actuel .p477.
- Remend, (1996).** Pommier-Poirier. CTIFEL Protection intégrée, 277 P.
- Reyes, M., Franck, P., Charmillot, P.J., Loriatti C., Olivares, J., Pasqualin, E. and Sauphanor B. (2007).** "Diversity of insecticide resistance mechanisms and spectrum in European populations of the codling moth, *Cydia pomonella*". Pest Management Science 63: 890-902.
- Ricci, B., Lavigne, C., Frank, P., Sauphanor, B., Toubon, J.- F., Riba, G. et Silvy C , (1989).** « combattre les ravageurs des cultures : Enjeux et perspectives ». Ed. INRA Parais, 230p.
- Ricci, B., (2009).** « Dynamique spatiale et dégâts de carpocapse dans la basse vallée de la Durance ». Thèse Doctorat. Université d'Avignon, 224 P.
- Roubal, C. and Rouzet, J. (2003).** "Development and use of a forecasting model for *Cydia pomonella*". EPPO Bulletin 33: 403-405.
- Saint-pierre, M.A., Laverdere, M.R., Page, F. et Cote, L., (1999).** « Transformation de Fientes de poulets et de résidus de scieries par le lombricompostage ». Biocycle. 1. pp: 65- 69.
- Scheu, S., (1987). "Microbial Activity and Nutrient Dynamics in Earthworms Cats". Journal of Biological Fertility Soils,5,pp :230-234.
- Silva, A.P., Rosa, E., and S.H. Haneklaus. (2003).** "Influence of foliar boron application onfruit set and yield of hazelnut". Journal of Plant Nutrition 26(3): 561-569.
- Sir, J., Hooker, Fl .(1883).** brit India, 2, p. 374.

- Sophie, Millot., (2009).** La bio attitude des Paresseuses.Ed. Marabout, Paris.55p.
- Starast, M., Karp, K. and M. Noormets. (2002).** “The effect of foliar fertilization on the growth and yield of Lowbush blueberry in Estonia”. Acta Horticulturae (ISHS) 594: 679- 684.
- Suhane, .R.k., (2007).** Vermicompost(In Hindi) ;Pub.Of Rajendra Agriculture University, Pusa, Bihar, pp.88.
- Suhane, R.k., (2007).** Vermicompost (In Hindi) Pub Of Rajendra Agriculture University, Pusa, Bihar, pp.88.
- Tiwari, B.K., Barik, S.K. and Tripathi, R.S. (1998).** “Biodiversity value, status and strategies for conservation of sacred groves of Meghalaya”. India. Ecosystem Health 4(1): 20-32
- Tognetti, C., Laos, F., Mazzarino, M.J., Hernandez, M.T., (2005).** “Composting VS. Vermicomposting: a comparison of end product quality”. Compost Science and & Utilization, Vol. 13, n° 1, pages 6-14.
- Toscano, P., Godino G., Belfiore T. and C. Bricolli-Bati. (2002).** “Foliar fertilisation: a valid alternative for olive cultivar”. Acta Horticulturae (ISHS) 594: 191-195
- Tyson, R., Thistlewood, H. and Judd, G.J.R. (2007).** “Modelling dispersal of sterile male codling moths, *Cydia pomonella*, across orchard boundaries”. Ecological Modelling 205: 1-12
- Yorinori, M.A., Klingelfuss L.D., Paccola-Meirelles L.D. and J.T. Yorinori. (2004).** “Effectof time of spraying of fungicide and foliar nutrient on soybean powdery mildew”. Journal of Phytopathology 152: 129-132.
- Walali Loudyi Dou El macane et Skiredj Ahmed (2003).** institut agronomique et vétérinaire et hassane II, Rabat. Article N°107. Ed Bamouh Ahmed .p2et P3.
- Wearing, C.H., Hansen, J.D., Whyte, C., Miller, C.E. et Brown, J., (2001).** “The potential for spread of codling moth (Lepidoptera : Tortricidae) via commercial sweet cherry fruit : a critical review and risk assessment”. Crop Protection, 20 : 465-488
- Williams, C.M.J., Maier, N.A. and L. Bartlett. (2004).** “Effect of Molybdenum foliar sprayson yield, berry size, seed formation, and petiolar nutrient composition of “Merlot” grapevines” . Journal of Plant Nutrition 27(11): 1891-1916.