

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

**Étude comparative sur l'effet des bioproduits
(lombricompost et l'Algamar) sur la dynamique de
la population du carpocapse *cydiapomonella* sur le
pommier dans la région d'Atattba**

Réalisé par : BERCHI houssein

Devant les membres de jury :

Présidente : M ^{me} Outtar F.	MCB	USD-Blida1
Examinatrice : M ^{me} Hamiche A.	MCB	USD-Blida1
Promotrice : M ^{me} Chaichi W.	MAA USD-Blida1	
Co-promotrice : M ^{lle} Kheddar R.	Doctorante	USD-Blida1

Année Universitaire 2015-2016

Remerciements

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

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

*En tout premier lieu, j'aimerais exprimer ma profonde reconnaissance et mes remerciements les plus sincères à mon directeur de mémoire **CHAICHI Wissem** pour son encadrement attentif, son enthousiasme pour m'avoir fait découvrir le travail de terrain et pour les précieuses corrections apportées à ce manuscrit. Grâce à son appui moral, sa disponibilité exceptionnelle, ses qualités humaines et scientifiques, j'ai pu acquérir les connaissances indispensables pour réaliser des recherches avec rigueur dans les années à venir. Je te remercie pour ces années où nous avons travaillé ensemble et pour tout ce que j'ai appris à tes côtés.*

*Je remercie également, Monsieur **GHARZOULI Salah**, dont sa contribution est très appréciable et ce avec son aide précieuse sur différents domaines tant pratique et théorique.*

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

*Je dis un grand merci pour 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.*

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

*Mes nombreux amis: **Benhbyllesfaress, Touabtikhalil, Boussofailhem...***

J'exprime toute ma gratitude aux hommes de savoir qui nous ont légués des connaissances avec lesquelles j'ai pu réaliser ce projet de fin d'étude.

Pour finir, ce travail n'aurait pas été mené sans concession et surtout le soutien moral et matériel permanent de ma famille et mes proches auxquels je dis grand merci de tout mon cœur

Dédicace

À ma Mère

À mon Père

À ma sœur

À mes oncles : Nori, Fatma zohra.

Qui m'ont encouragé et

soutenu aux moments difficiles et tout au long de ma

scolarité.

Houssein

Liste des tableaux

Tableau 01	Températures mensuelles moyennes et précipitation enregistrées à Tipaza durant l'année (2015).....	27
Tableau 02	Représentation du nombre de picage du Carpocapse du Pommier.....	44
Tableau 03	Représentation de l'analyse de la variance par le Test One Way ANOVA.....	45
Tableau 04	Représentation du Test de Corrélacion entre les différents traitements utiliséssur l'abondance du Carpocapse du Pommier par une ACP.....	46

Liste des abréviations

D.S.A	Direction des services agricoles
F.A.O	Food and Agriculture Organization
P.A.N.D.A	Programme National du Développement de l'Agriculture
T°	Température
C°	Degré Celsius
C.S.A	Climat Semi Aride
A.F.C	Analyse Fonctionnelle des Correspondances
D.C.A	Detrended Correspondence Analysis
O.N.M	l'Office Nationale de Météorologie de Dar El Beida
G.L.M	Modèle Linéaire Global
T	Témoin
LOM	Lombricompost
A.L.G	Algamar
P	Probabilité
A.C.P	Analyses en Composantes Principales
Fig	Figure
S.D.N	Stimulateurs des défenses naturelles

Liste des figures

Figure la fleur du pommier	06
01	
Figure Le fruit du pommier	07
02	
Figure Différents stades de <i>Cydia pomonella</i> , A : Adulte, B l'œuf, C : Larve, D 03 : Chrysalide.....	11
Figure Description générale du développement saisonnier du carpocapse 04	12
Figure Cycle biologique de <i>C. pomonella</i> (L.).....	13
05	
Figure Trou d'entrée dans le pédoncule (a, b, c).....	17
06	
Figure Trou d'entrée dans le calice du fruit (a, b).....	17
07	
Figure Trou d'entrée et sortie de la larve (a, b)	18
08	
Figure Différents points d'entrée de la larve 09 a : Multiples tentatives d'entrer. b : Coup transversal d'une pomme, avec une seule entrée. c : Sortie de la larve du fruit à travers le calice.	18
Figure piège à phéromone	19
10	
Figure Ver de fumier <i>Eisenia foetida</i>	21
11	
Figure Ver de californie <i>Eisenia andrie</i>	21
12	
Figure Schéma descriptif à principe de lombricomposteur	23
13	
Figure Le produit final jus de lombricompost	24
14	

Figure	La position géographique de la wilaya de Tipaza	26
15		
Figure	La position climatique de la wilaya de Tipaza dans le diagramme	28
16	ombrothermique.....	
Figure	Présentation de la commune d'Attatba (Source support : Google Earth,	29
17	2016).....	
Figure	présentation de site d'étude (Source support : Google Earth,	30
18	2016).....	
Figure	les stades évolutifs de la pomme Gala Royal (photos original)	31
19		
Figure	le jeun carpocapse de la première génération <i>Cydia pomonella</i>	32
20	(photo original).....	
Figure	larve du carpocapse (photo original).....	33
21		
Figure	la différence entre les deux générations.....	33
22		
Figure	le placement des pièges à phéromone (photo originale)	35
23		
Figure	le jus de lombricompost concentré (photo originale)	35
24		
Figure	Schéma directeur de l'étude	37
25		
Figure	Dispositif expérimentale de l'étude.....	38
26		
Figure	Suivi de la dynamique de la population du carpocapse de pommier sur les trois bloc	40
27	traité (témoin, bloc du Lombricompost, bloc	
	Algasmar).....	
Figure	Analyse multivariée « ACP » représentant la population du carpocapse sous l'effet	41
28	de traitement par Lombricompost et	
	Algasmar.....	

Figure Analyse multivariée de l'effet des conditions climatique (température, vent) sur la
29 dynamique de la population du
carpocapse.....

SOMMAIR

Introduction générale.....	1
Chapitre I : Généralité sur le pommier.....	3
I.1. L'origine géographique.....	3
I.2.L'origine et la classification botanique.....	3
I.3.caractères botanique	4
I.3.1. le repos hivernal (la dormance).....	5
I.3.2 La période active de végétation	5
I.4 Donnée économique sur le pommier	7
Chapitre II : Généralité sur la population du carpocase(<i>Cydia pomonella</i> L.).....	8
II.1. Considération générale sur le carpocase (<i>Cydia pomonella</i> L.)....	8
II.2. Taxonomie et synonymie	8
II.3. Plantes hôtes et distribution géographique	9
II.4. Description	9
II.5. Cycle biologique	11
II.5.1. Diapause.....	
II.5.2. Nymphose printanière et sortie des papillons	
II.5.3. Accouplement et ponte.....	
II.5.4. Incubation des œufs.....	
II.5.5. Croissance des larves	
II.5.6. Deuxième et troisième générations.....	
II.6. Impact économique des dégâts du carpocapse du pommier	15
II.6.1. Dégâts actifs.....	
II.6.2. Dégâts stoppés.....	
II.6.3. Dégâts cicatrisés.....	
II.7. Les moyennes de lutte	17
II.7.1. Lutte biologique	18
II.7.2. Lutte attracticide	18
Chapitre III : Généralité sur lombricomposte.....	19
III.1. Origine et Historique	19
III.2. Définition de lombricompostage.....	19
III.2.1. Le composte.....	

III.2.2. Le lombricomposteur.....	
III.2.2.1. Principe de lombricomposteur.....	
III.2.3. la production.....	
II.2.3.1. Le jus	
III.3. Importance de lombricompost.....	24
Chapitre IV: Matériel et Méthodes.....	25
IV.1 L'objectif	25
IV.2 Présentation de la région d'étude	25
IV.2.1 Climatologie	
IV. 3. Présentation du site d'étude	28
IV.4 Matériel d'étude.....	29
IV. 4.1 matériel biologique	
IV.4.1.1 Matériel végétal	
IV.4.1.2 matériel animal	
IV.4.2.les produits utiliser.....	32
IV.4.2.1.Matériel de capture	
IV.4.2.2. Les fertilisants utilisés	
IV.4.2.2.1.Le jus de lombricompost	
IV.4.2.2.2. Produit homologué Algasmar.....	
IV.5. Méthode d'étude	34
IV.5.1. application des traitement	
IV.6. analyse statistique	37
IV.6.1. Analyse multivarié PAST vers 1,95	
IV.6.2. Le modèle linéaire global (G.L.M.)	
IV.6.3. Le teste One-Way ANOVA.....	
Chapitre V : Résultats.....	
V.1. Evaluation temporelle de la dynamique des populations du Carpocapse du Pommier dans les trois blocs.....	41
V.2. Effet des traitements sur l'abondance du Carpacse du Pommier.....	41
V.3. Corrélacion entre le bloc traité par le lombricompost et le bloc traité par Algasmar	42
V.4. Evaluation temporelle de l'effet des différents traitements sur l'abondance du Carpacse du Pommier par une ACP.....	42
Chapitre VI : Discussion général.....	44

VI.1.L'effet des conditions climatiques sur le développement des ravageurs	45
VI.2. L'effet de couverture végétale sur le développement des ravageurs.....	45
VI.3. Variation temporelle de la population du ravageur de pommier....	46
VI.4. L'effet des bioproduits de traitements a base de jus de Lobricomposte et base d'algue marine « Algasmar »	47
Conclusion général.....	48
Référencesbibliographiques.....	50

Étude comparative des bioproduits (lombricompost et l'algasmar) sur la dynamique de la population du carpocapse *Cydiapomonella* sur le pommier dans la région d'Atattba

Résumé

Le carpocapse, *Cydiapomonella* L. est le ravageur majeur des pommes et des poires dans notre région. L'intérêt croissant pour la protection intégrée en pommerai est favorable à l'élaboration de 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.

L'étude a porté 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 *Malus pumila* Mill et la dynamique des populations de carpocapse du pommier dans la région d'Attatba (Tipaza).

Les résultats de cette étude ont montré que les bioproduits ont eu un effet contrasté sur l'expansion des surfaces foliaires et sur la densité de différentes formes biologiques (adultes et larves) de *Cydiapomonela*. Une meilleure efficacité sur la dynamique de *Cydiapomonela* est signalée pour le jus de lombricompost et l'Algasmar par l'absence de picage sur nos fruits. Le jus de lombricompost affiche un meilleur effet en développant un effet SDN (stimulateur de défense naturel) et augmentant la surface foliaire.

Mots clés

Algasmar, Jus de Lombricompost, *Cydiapomonela*, Surface Foliaire, *Malus pumila*, Dynamique des Populations.

Comparative study on bioproducts effects (vermicompost and algasmar) in the dynamique of carpocapse population (*cydiapomonella*) on the apple in Atattba

Abstraract

The codling moth, *Cydiapomonella* L. it's the major pest of apples and pears in several countries. The growing interest, in apple-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.

The study compared the effect of two bioproducts made a vermicompost juice base and base seaweed "Algasmare" on the expansion of leaf area of *Maluspumila* Mill and the dynamic of the population of codling moth apple in the region of Attatba (Tipaza).

The results of this study showed that bioproducts had a mixed effect on the expansion of leaf area and density of different biological forms (larvae and adults) *Cydiapomonela*. Improved efficiency on the dynamics of *Cydiapomonela* is reported for vermicompost juice and Algasmar. The lombricomposte juice has a better effect by developing NSD (naturel stimulator of defense) effect and increasing the leaf surface.

Keywords

Algasmar, vermicompostjuice, *Cydiapomonela*, leaf surface, *Malus pumila*, dynamic of the population.

دراسة مقارنة بين تأثير عصير سماد الطبيعي و الجسمار على مجموعة دودة التفاح في منطقة خطاطبة ولاية تيبازة

ملخص

تعتبر دودة التفاح *Cydia pomonella* L. العدو الاكبر للتفاح و الإجااص في المنطقة التي تكمن بها الدراسة، اصبح 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.

نقارن بهذه الدراسة اثنين من المبيدات الطبيعية، عصير السماد الطبيعي و مركز الطحالب البحرية (الجسمار) على ديناميكية مجموعة التفاح برشهم على سطح الاوراق شجرة التفاح *Malus pumila*

و قد اظهرت نتائج هذه الدراسة ان المبيدات الطبيعية لها تأثير مختلف بين زيادة صلابة الحواجز الدفاعية للشجرة و تأثير على اجيال (يرقات و بالغين)، عصير السماد الطبيعي و مركز الطحالب البحرية تساعد على تطوير الحواجز الدفاعية الطبيعية للشجرة.

كلمات البحث: مركز الطحالب البحرية (الجسمار)، عصير السماد الطبيعي، الحواجز الدفاعية الطبيعية، الحماية البيولوجية، ديناميكية المجموعة .

Introduction générale

Introduction générale

Outre leur rôle positif joué par un grand nombre d'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 perdues aux insectes ravageurs (**Pimentel, 1991**).

Parmi ces derniers, le carpocapse *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera ; tortricidae), est considéré comme le ravageur clé et l'ennemi numéro un des régions pomicoles algériennes (**D.S.A 2013**). Présent avec 95% d'infestation dans les régions de culture de verger, inflige des dégâts évalués à 80% pour les pommes et 60% pour les poires (**Alson & Redingl., 2008**).

L'utilisation intensive d'insecticides a fait apparaître des résistances de l'insecte, ce qui entraîne une baisse d'efficacité des produits (**Ribaet Silvy, 1989**), tels que le diflubenzuron, les pyréthrinoides et les organophosphorés (**Sauphanore et al., 2000**). Même si la tendance actuelle est de réduire les doses de matières actives dans les préparations commerciales, les quantités moyennes de pesticides épandues par hectare restent fortes (**Ferron, 1993**). Les méthodes de lutte biologique, quant à elles, en plus de leur coût élevé, sont inefficaces à un niveau d'infestation atteint très élevé. De plus, elles doivent être utilisées pour des faibles populations de carpocapse et demandent une surveillance de l'insecte plus importante.

Aujourd'hui, il est urgent de développer de nouvelles méthodes de protection du pomier et de prendre en considération la protection de l'environnement et de la santé humaine. Pour mettre en œuvre de nouvelles pratiques

Introduction générale

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.

Dans le monde, des observations détaillées du comportement des ravageurs ont été faites chez certains lépidoptères tels que: *Acrolepiosis assectella* (*Plutellidae*) (Thiboutet Auger, 1996); *Etiellazinkenella* (*Pyralidae*) (Hattori, 1988), *Ostrinia nubilalis* (*Pyralidae*) (Foster et Howard, 1998), *Epiphyas postvittana* (*Tortricidae*) (Udayagiri et Masson, 1995), *Pieris brassicae* (*Pieridae*) (Romeis et Wäckers, 2002) et récemment en France chez le carpocapse *Cydia pomonella* (L.) (*Tortricidae*) (Lombarkia, 2002). En Algérie, il n'existe pas de travaux réalisés dans ce sens sur le carpocapse. Ce qui constitue le caractère original de cette étude.

L'objectif de ce travail est d'évaluer les perspectives offertes par pulvérisation des bioproduits (le jus de lombricompost 10ml/L d'eau ou 100ml/ha) et produit homologué à base d'algue marine (Algamar 3ml/L d'eau ou 300ml/ha) à l'inerte de suivre la population de carpocapse *Cydia pomonella* et leurs dégâts dans un verger du pommier (variété *Gala royal*) situé à Attatba « daïra de kolea ».

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 pommier *Malus domestica* (Borkh.); *Cydia pomonella* (L.), un ravageur clé des vergers de pommiers, 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.
- ✓ Le quatrième traite l'interprétation des différents résultats issus de cette étude. Enfin, nous terminons la présente étude par une conclusion générale assortie des perspectives.

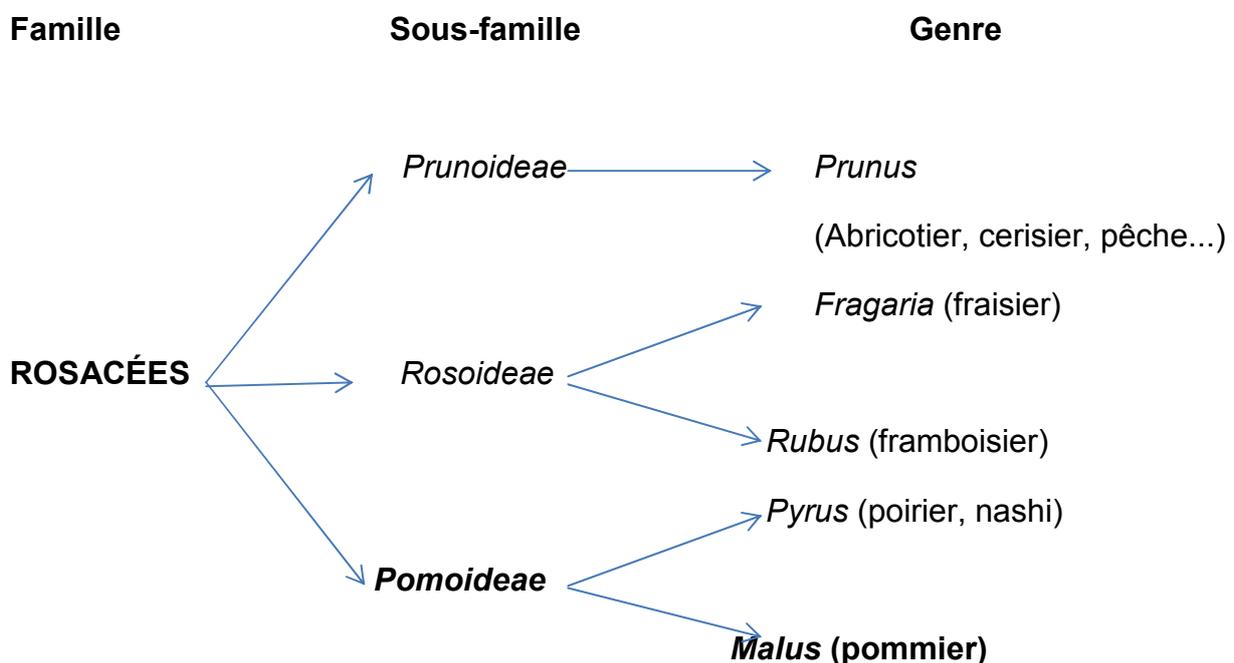
I. Généralité sur le pommier

I.1. L'origine géographique

Le genre *Malus* a été identifié comme datant de l'ère tertiaire (Massonnet, 2004). Il serait originaire du Caucase et des bords de la mer Caspienne, de là et à partir de la préhistoire son extension s'est faite vers l'Europe Orientale, la Russie, l'Europe Occidentale et l'Afrique du nord (Hugard, 1974). Il se rencontre sur une zone immense entre les latitudes nord 30° et 60° (Ouk abli, 2004).

I.2. L'origine et la classification botanique

Le pommier appartient à la famille des rosacées, à la sous-famille des pomoïdées et au genre *Malus*.



Le genre *Malus* se différencie du genre *Pyrus* par son port un peu moins élevé, plutôt étalé que pyramidal, par la présence d'un calice tubuleux ouvert (fermé chez *Pyrus*), des styles fusionnés à la base (distincts chez *Pyrus*) et par la dépression

autour du pédoncule floral (pédoncule attaché sur un sommet en cône chez *Pyrus*)(Michel et al, 2002).

Il comprend 25 à 30 espèces suivant les botanistes et plusieurs sous-espèces.

Des études paléontologiques ont révélé la présence du genre *Malus* l'ère tertiaire. La pomme cultivée, *Malus pumila* Mill. (Synonyme : *Malus communis* DC), originaire du Caucase et d'Asie mineur est devenu spontané en Europe depuis la préhistoire. Plusieurs espèces ont vraisemblablement contribué à son évolution, dont *Malus sylvestris* Mill. Répondu à travers toute l'Europe et *Malus baccata* Brokh. Pour sa résistance au froid. Certains auteurs considèrent que le pommier cultivé dérive plus directement de *Malus sieversii* Ledeb. M. Roem, endémique des montagnes d'Asie centrale. Depuis plus d'un demi-siècle, de nombreux travaux sont effectués pour introduire par hybridation chez le pommier des résistances aux maladies provenant de *Malus floribunda* Seub., *Malus micromalus* Mak., *Malus prunifolia* Borkh., *Malus atrosanguinea* Schneid. Et d'autres espèces. Ceci a conduit certains chercheurs à dénommer le pommier cultivé *Malus x domestica* Borkh. (Michel et al, 2002)

I.3 Caractères botaniques

Selon Bretaudeau (1978), le pommier est un arbre buissonnant de vigueur moyenne, à port arrondi, il atteint 6 à 8 mètres et même 10 mètres d'hauteur avec des branches divergentes, retombantes avec l'âge.

Les rameaux du pommier sont à écorce lisse, brune, à lenticelles plus ou moins nombreuses suivant les variétés, devenant rugueuses sur le vieux bois. Ils portent des bourgeons qui peuvent être végétatifs ou inflorescentiels. Sur ces rameaux, les feuilles sont caduques, alternes, simples, entières et dentées sur les bords, velues dans leurs jeunesse, à pétiole plus court et accompagné à sa base de deux stipules foliacées (Bretaudeau, 1975 ; Massonnet, 2004).

Les fleurs sont regroupées en corymbes de 8 à 11 fleurs portées à l'extrémité de rameaux courtes, nommées brindilles couronnées, ou directement sur les

brindilles au niveau des boutons axillaires (Coutanceau, 1962). Elles sont hermaphrodites et la reproduction de l'espèce est assurée avec une allogamie prédominante (Boré et Fleckinger, 1997).

La floraison est préférentiellement croisée (Gautier, 1993 ; Gallais et Bannerot, 1995). Le principal agent pollinisateur est l'abeille domestique (Massonnet, 2004).

L'ovaire de la fleur et les tissus soudés qui l'environnent (bases de filets, des pétales et des sépales) se développent pour former un fruit charnu complexe, de couleur et de goût variable suivant les variétés (Massonnet, 2004).

Selon Bretaudeau (1978), le fruit est une drupe, à mésocarpe charnu entourant 5 loges cartilagineuses, la chaire croquante de teinte blanchâtre, jaune ou rose, les loges contenant le pépin.

Le pommier 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), c'est 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,...etc. (Figure 15) (Gautier, 1987).

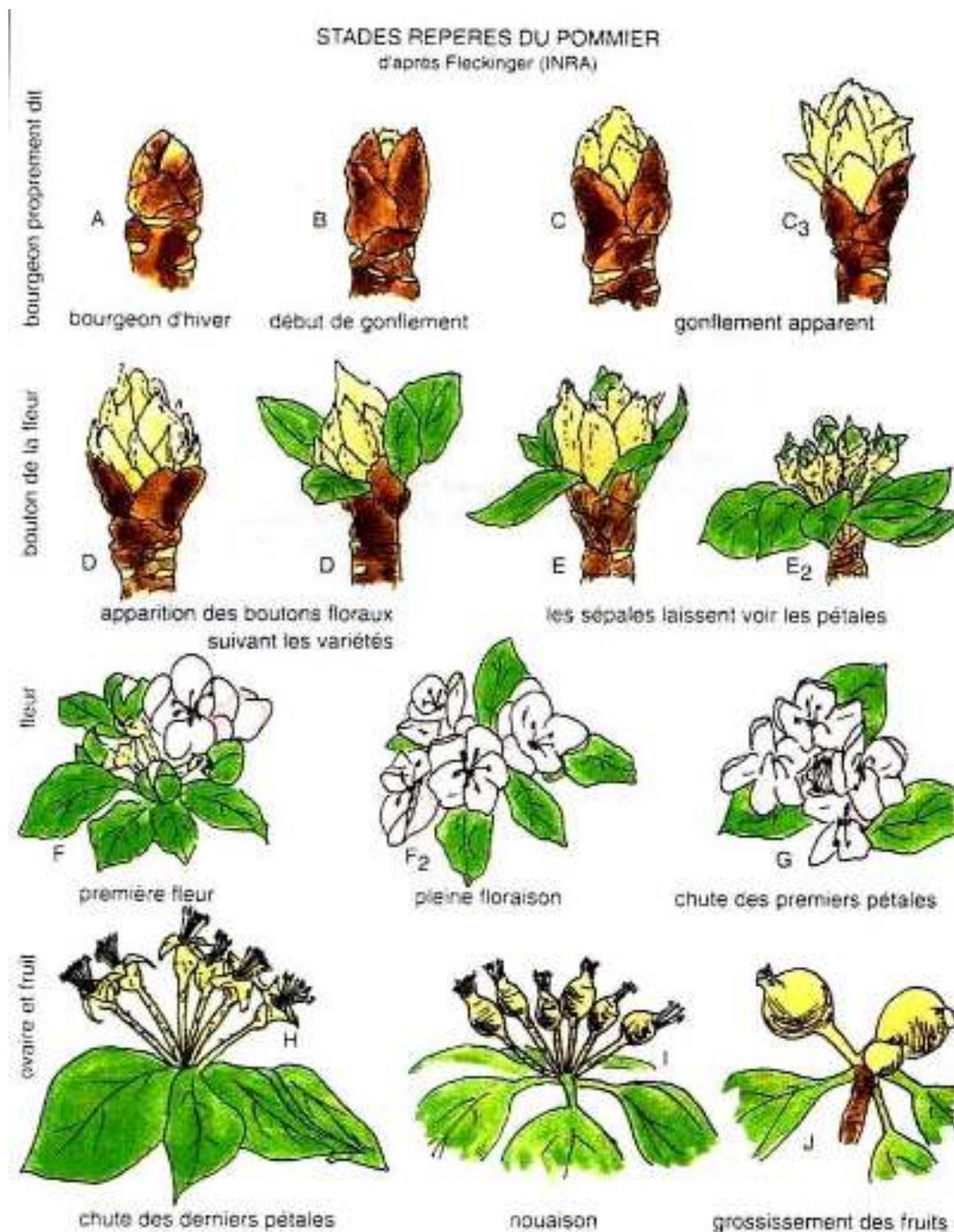


Figure 15 : Les stades repères de FLECKINGER (Charton, 1992).

I.6. Données économiques sur le pommier

Au cours de la dernière décennie, l'importance de la culture de pommier s'est accrue, cet accroissement inhérent essentiellement à la montée en puissance de la Chine et accessoirement à la progression des pays de l'hémisphère sud. La Chine est devenue le premier pays producteur mondial (20 à 25 millions de tonnes) et désormais le nouveau leader mondial des pays exportateurs de pommes avec 750.000 tonnes exportées (F.A.O., 2007).

Au Maghreb, le Maroc occupe la première place maghrébine tant pour la production que le rendement qui reste supérieur à 100 Qx /ha et conserve cette place depuis une dizaine d'années (F.A.O., 2009).

En Algérie, la superficie occupée par le pommier a presque triplé en 15 ans couvrant ainsi 33000 ha en 2005 (F.A.O., 2007). Le rendement, variable selon les années, n'est pas corrélé à cette hausse et demeure faible, de l'ordre de trois tonnes par hectare (F.A.O., 2007). Et reste loin d'atteindre celui enregistré dans les grands pays producteurs. Durant cette même période, l'augmentation de la production multipliée par trois paraît en partie liée à l'accroissement de la surface cultivée et non à la productivité des vergers, suite au lancement du Programme National du Développement de l'Agriculture (P.N.D.A.), dont l'objectif était de promouvoir l'agriculture en générale et en particulier l'extension de l'arboriculture fruitière.

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 Pommacées dans le monde et peut endommager presque toute la culture s'il n'est pas maîtrisé (Knoscfield, 2000).

Il est considéré comme un ravageur prépondérant dans toutes les régions productrices. Il constitue un élément permanent de la faune naturelle du pommier (Coutin, 1960). Alston et Reding (2008), signalent que le pourcentage d'attaque sur fruits peut arriver jusqu'à 95 %, comme il est un facteur limitant dans l'établissement du système de lutte intégrée en verger de pommier. Pour ces raisons il est qualifié par plusieurs chercheurs d'être un ennemi (Audemard, 1976).

II.2. Taxonomie et synonymie

Le carpocapse prend son nom 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 (Wearing et 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>Cydia pomonella</i> L.(1785)

II.3. Plantes hôtes et distribution géographique :

Le carpocapse est une espèce caractérisée par une opiophagie (Balachowsky, 1966), mais selon l'intensité de ses attaques ses hôtes sont classés en trois catégories :

- Les pommacées constituent son habitat normal ;
- Les amygdalées et les noix forment l'habitat secondaire ;
- Diverses espèces végétales peuvent devenir habitat exceptionnel (Audmard, 1976).

Encore au sein de la même famille des pommacées, le carpocapse a une nette préférence au pommier, il attaque en début de saison, les pommes et n'apparaît que plus tard sur les poires et les coings (Geier, 1963; Gautier, 2001).

Le carpocapse est originaire de la région euro-sibérienne (Balachowsky, 1966), il a été introduit en Amérique du Nord il y a 200 ans (Alston et al, 2010). Il se développe dans les vergers des massifs montagneux atteignant 1800 mètres d'altitude (Hmimina, 2007).

Les libres mouvements des fruits frais entre les pays ont permis au carpocapse de s'étendre aux régions non infestées (Mattedi et al, 2006), son expansion a atteint beaucoup de parties de l'Afrique du Nord et du Sud, l'Amérique du Nord et du Sud, l'Asie, le Sud de la Sibérie, l'Europe (Tous les pays), l'Océanie et l'Australie (Gonzalez, 2005).

II.4. Description

L'adulte est un papillon de couleur gris-brun qui mesure en moyenne 15 mm de longueur (Chouinard., 2001). Les ailes antérieures sont de coloration d'un gris fer trempé de fines bandes brunes. À l'abaisse, la coloration est généralement plus sombre (Coutin, 1960; Duval, 1994) (Figure 03 A).

L'œuf est déformé en lentille de 1,2 mm x 1 mm, presque circulaire, légèrement aplati et bombé au centre, il est d'abord translucide (Audemard, 1981) et gris jaunâtre à reflet opalescent lorsqu'il est fraîchement pondue, il laisse apparaître, lorsque le développement embryonnaire est bien

avancé, un anneau rougeâtre à l'intérieur. Le vitellus prend souvent une teinte orangée. Au stade ultime du développement embryonnaire, la tête de la jeune larve apparaît noire (Coutin, 1960; Hmimina, 2007) (Figures 03B).

La larve de célepidoptère est une chenille de 1,8 mm de long à 15 mm environ avant diapause, au corps rose pâle et à tête brun foncée, corps formé de segments portant de fausses pattes abdominales et des pattes anales sur la plaquette thoracique (Welter, 2006; Alson et al., 2010). La larve passe par cinq stades larvaires (Hmimina, 2007) (Figure 03C).

La chrysalide mesure 10 mm environ et possède 10 segments abdominaux. Sa coloration varie de brun jaunâtre à brun foncé, les deux sexes se distinguent par la disposition des sillons génitaux visibles ventralement sur le cône terminal (Coutin, 1960; Welter, 2006) (Figure 3D).



Figure 03 : Différents stades de *Cydiapomonella* (Brunner et al., 2005; Februar, 2007).

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

II.5 Cycle biologique :

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.

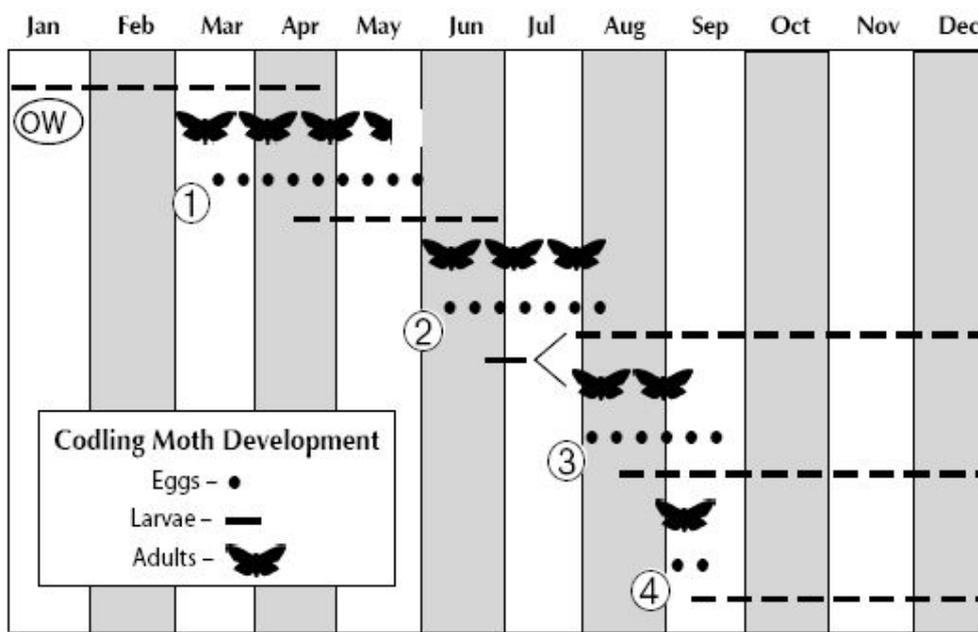


Figure 04:
Description générale du développement saisonnier du carpocapse (CaprileetVossen, 2005).

II.5.1. Diapause

La chenille en fin de croissance (5^{ème} stade larvaire) hivernedans un cocon disposédans les anfractuosités du tronc et des grosses branches (Ayrat, 1969). Les arbres à tronc propre et lisses ont déliés et le plus souvent les chenilles vont hiverner au ras du sol entre les mottes, sous les pi

erres oudanslesfentesdespiquets soutenantleshaies(BalachowskyetMesnil,1935).

Dansuncocon hivernal,lachenilleestàl'étatd'arrêtdedéveloppementou diapause.Cette diapausequi caractériselecycle évolutifducarpocapsese poursuitquelquesmoisjusqu'àcequela chenillesoit susceptible desenyphosersousl'influencedeconditionsclimatiquesfavorables. Cependant,cemoded'hivernationàl'étatdechenilleestconstantetinvariablequellequesoit l'annéeoulelieu(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).Cetteduréedure20à30jours(Gautier,1988 ;2001).Ayrat(1969),signalequele pourcentage dechenillesnymphoséesaugmenterapidementdurantlemoisde mai.

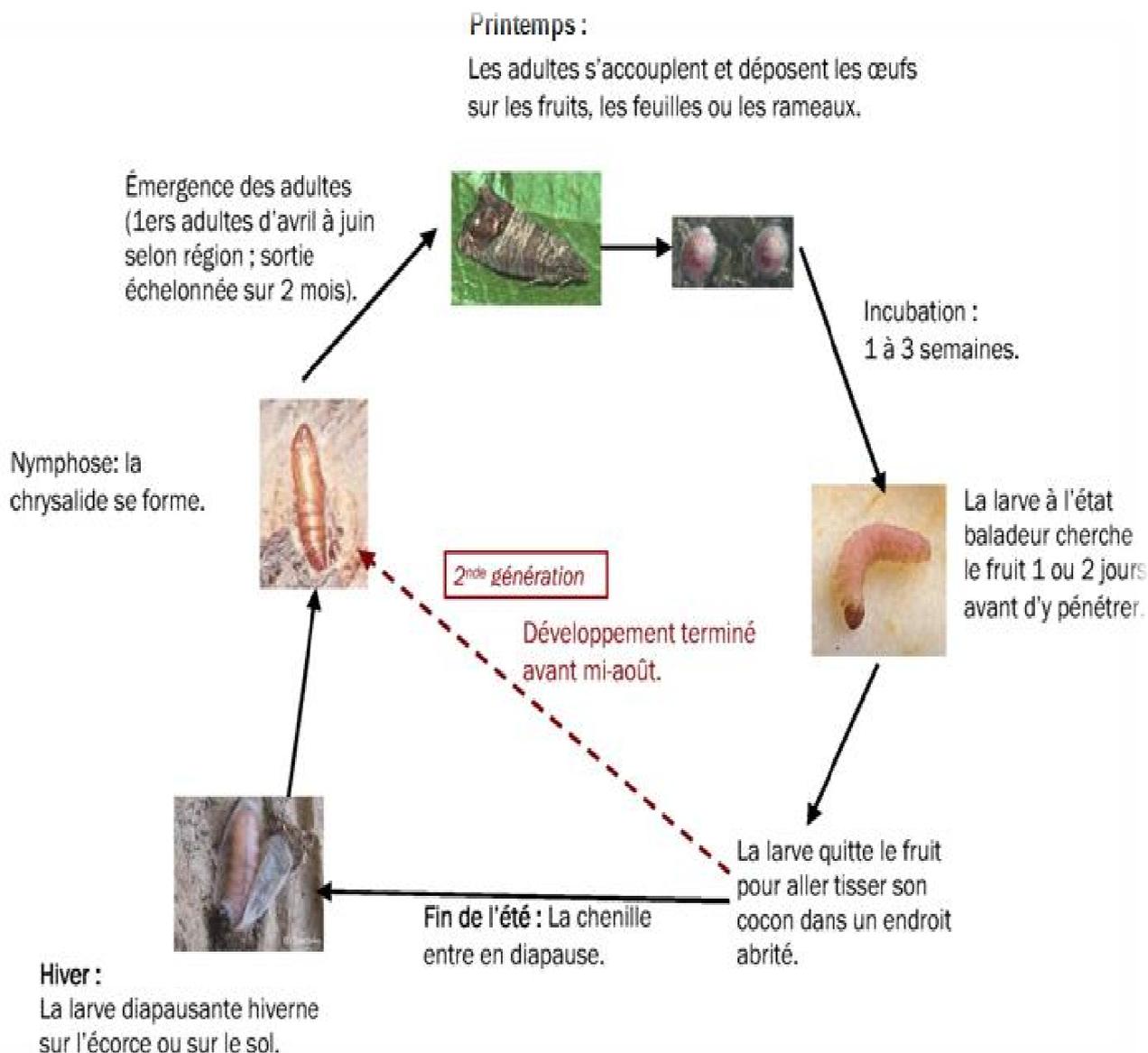


Figure05 : Cycle biologique de *C. pomonella* (L.) (Anonyme. 2007)

D'après Coutin (1960), au moment de son émergence, le papillon perforé les parois du cocon à l'extrémité antérieure et s'engage par la fente ainsi ménagée 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 débutent en eau 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; Garcíade 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; Balachowsky, 1966; Ayral, 1969) à une distance d'environ de 5 cm (Geiger, 1963) 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° jour: $(T^{\circ} \text{mini} + T^{\circ} \text{max})/2$ –

10°C > 90°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 reproduit 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 s'en nymphoser immédiatement et sont à l'origine du second vol. Après cette date, toutes les chenilles qui sortent du fruit ont tendance à pauser pour passer l'hiver.

II.5.6. Deuxième et troisième générations

Lorsque l'éclosion des papillons de la 2^{ème} génération se produit, il y a pontet

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 chair comme leurs précédentes seulement des chenilles hivernent et le reste donne des papillons de 3^{ème} 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 3^{ème} 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 États-Unis en Californie et au Colorado.

II.6. Impact économique des dégâts du carpocapse du pommier

Les dégâts qu'engendre le carpocapse 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 devient pour le producteur alors réduit de 60 à 70% (Picard, 2007).

Les infestations des larves sur les fruits sont caractérisées par de nombreux trous colmatés avec des déchets bruns (excréments) rejetés. Les dégâts causés sont de 3 types : des légers morsures superficielles, faites par les jeunes chenilles au moment de leur stade baladeur qui dure deux jours environ. Ces dégâts sont qualifiés de :

II.6.1. Dégâts actifs

Selon Bovey et al., (1972) la chenille entame la pelure en

rongeant 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 et apparaît lorsqu'elle pénètre récemment. La larve se dirige ensuite vers le centre du fruit, s'attaque aux pépins puis à la chair, en formant des galeries d'entrées, qu'elle élargit en détruisant les traces de la spirale. Le point de pénétration est généralement entouré d'une auréole rouge.

II.6.2. Dégâts stoppés

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

II.6.3. Dégâts cicatrisés

Ils sont représentés par l'arrêt de développement de la larve au stade jeune fruit (Audemard, 1976). C'est une ancienne attaque stoppée dont la chute de l'opercule brun permet la formation d'un tissu cicatriciel (Ricci et al., 2007).

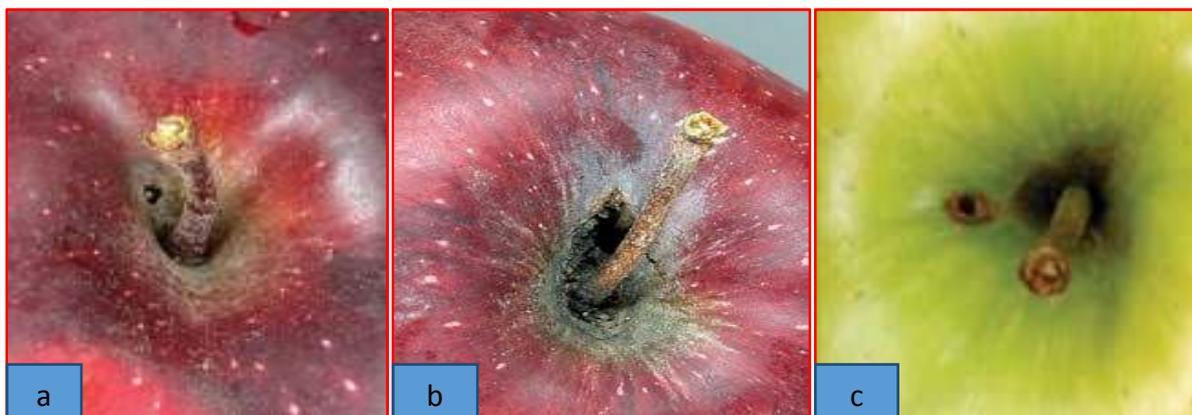


Figure 6(a,b,c): Trous d'entrées dans le pédoncule (Jones et al., 2004).

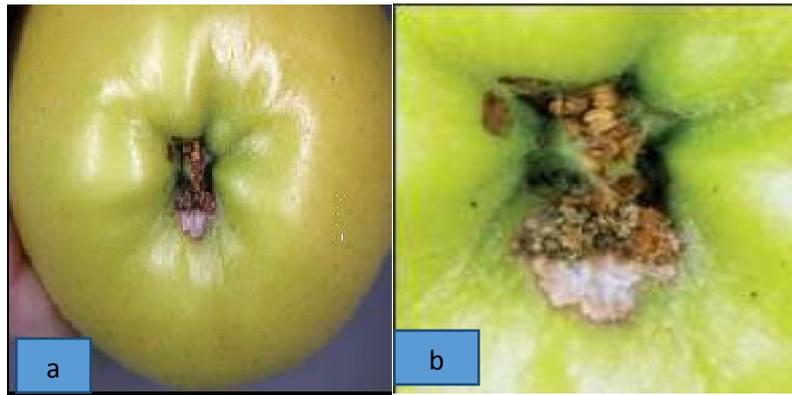


Figure 7(aetb): Trous d'entrée dans le calice du fruit (Jones et al., 2004).

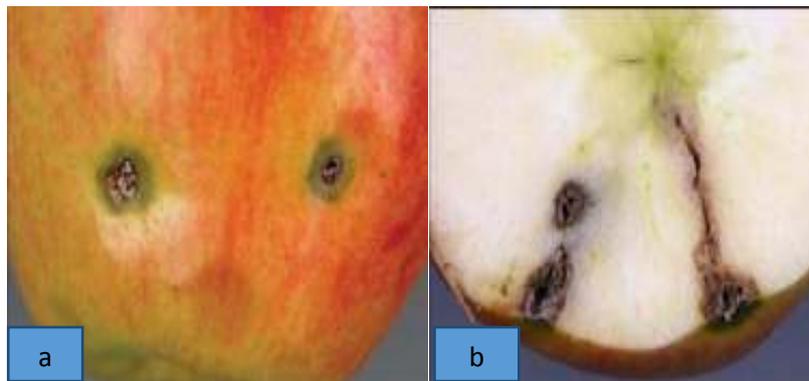


Figure 8(aetb): Trou d'entrée et de sortie de la larve (Jones et al., 2004).

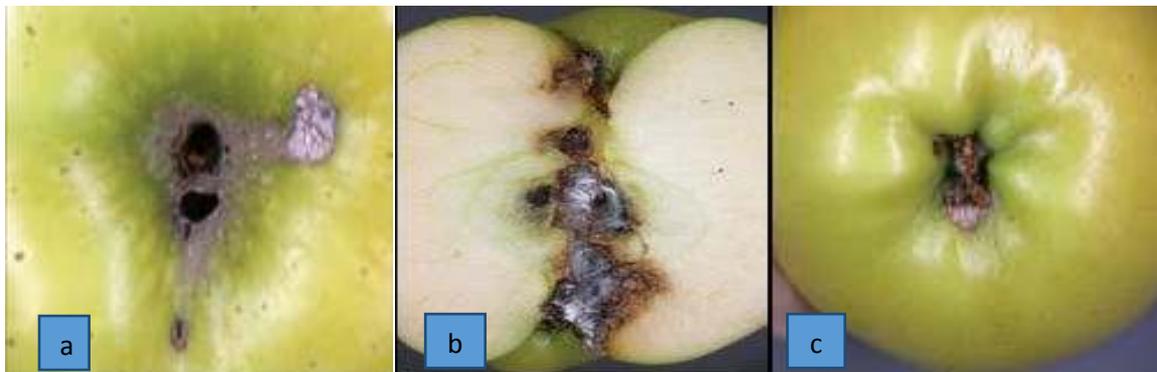


Figure 9(a, b et c): Différents points d'entrée de la larve (Jones et al., 2004).

a: Multiples tentatives d'entrée. **b:** Coup transversal d'une pomme, avec une seule entrée. **c:** Sortie de la larve du fruit à travers le calice.

II.7. Les moyennes de lutte :

Il est fortement suggéré de dépister les papillons à l'aide de pièges à phéromone (photos 10) et de surveiller les dégâts occasionnés par les larves pour

optimiser la stratégie et la période d'intervention. Une intervention est recommandée si un compte cumulatif de 10 captures de papillons par piège par semaine est atteint pendant deux semaines consécutives. La stratégie à adopter variera selon les captures ou selon les dégâts observés sur les fruits de l'année ou ceux de la récolte précédente (chouinard, 2011).



Figure 10 : piège à phéromone (Anonyme, 2014).

II.7.1. Lutte biologique

Deux grands types d'intervention 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 chimio-stérilisantes 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

duravage est faible (Aubert et al., 2006). Ainsi, elle demeure négligeable comme moyen de lutte contre les insectes nuisibles aux cultures en plein champ (Deraison, 2002).

II.7.2. Lutte attracticide

La lutte attracticide consiste à appliquer sur l'écorce des pommiers, de fines gouttelettes d'un produit attractif (une phéromone sexuelle avec un insecticide et une substance collante) qui attire et tue les carpocapses mâles (Cormier et al., 2006).

III.1. Origine et Historique

Le mot 'compost' vient du latin '**Compositus**' qui signifie 'composé de plusieurs choses. La lombriculture ou bien le compostage n'est pas une technique récente, mais très ancienne pratiquée dès l'Antiquité. Depuis des millénaires, les Chinois ont rassemblé et composté toutes les matières organiques du jardin, des champs, de la maison y compris les matières fécales.

Au Proche-Orient par exemple, une aire de dépôt des déchets urbains était aménagée devant les portes de Jérusalem. Certains déchets étaient brûlés et les autres compostés. Aussi, les romains appelaient ainsi les préparations de légumes et de fruits avec des adjonctions d'huiles, de sel et d'autres adjuvants (Znaïdi; 2002).

L'intérêt du lombricompostage des déchets organiques s'est intensifié au cours des vingt dernières années. Le Canada est le deuxième producteur mondial de valorisation des résidus domestiques après les Etats-Unis, comme il est réalisé également en Angleterre, en France, en Allemagne, en Italie, au Japon, en Inde, à Hong Kong, aux Philippines, en Australie, à Cuba, aux Bahamas et dans quelques pays d'Amérique du Sud (Edwards, 1995., Appelhof et al., 1996., Werner et Cuevas, 1996. ; Arora.,1997).

III.2 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 produit comparable à un terreau de bonne qualité : le compost ainsi qu'en un engrais liquide : le percolât ou « thé de compost ».(Marc C et al., 1999).

D'après Marc C et Sophie L en 1991, on utilise 2 types de vers pour faire du lombri-compost :

- ***Eisenia foetida*** ou « ver de fumier », rouge, tigré de de gris ou de jaune, préfère les matières en décomposition



Figure 11 : ver de fumier *Eisenia foetida* (Marc C et al., 1999)

- *Eisenia andrei* ou « ver de Californie », rouge vif, préfère la matière organique fraîche.



Figure 12 : ver de Californie *Eisenia andrie* (Marc C et al., 1999)

Du fait de leurs affinités différentes, il est conseillé d'avoir ces deux espèces dans son lombricomposteur.

III.2.1. Le composte

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.2.2. 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, il changent d'étage grâce aux petits trous aménagés dans les plateaux (Sophie Millot, La bio attitude des Paresseuses, Marabout, 2009)

III.2.2.1. 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. (MISRA et al., 2005).

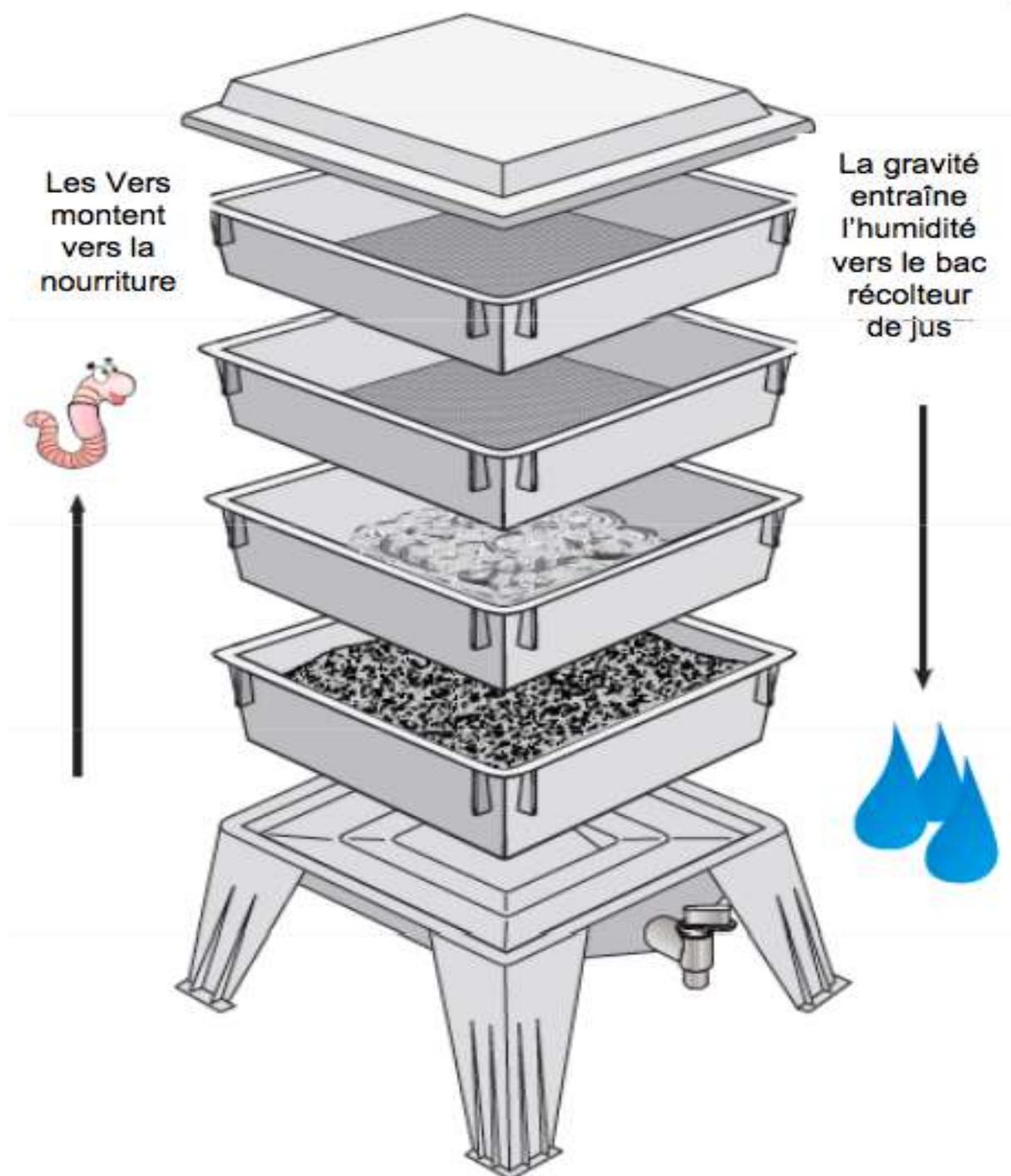


Figure 13: schéma descriptif à principe de lombricomposteur (Misra et al., 2005)

III.2.3. La production

Les produits issus de la lombriculture sont de nature organique, grâce à l'action combinée des microorganismes et des lombriciens. Ils donnent un compost solide composé de matières organiques partiellement décomposées et de déjections

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.2.3.1 Le jus

Le liquide de lombricomposteur est un excellent amendement organique qui peut être utilisé sur n'importe quel type de plante, sans risque de brûlure. Il est très riche en micro organismes, il aide à renforcer les défenses immunitaires de vos plantes. Selon Ndegwa et Thompson (1999), aussi appelé "lombrithé", se forme lors de la décomposition des déchets par les bactéries. Il est conseillé de collecter régulièrement le lombrithé pour éviter d'avoir une humidité trop importante à l'intérieur du lombricomposteur.



Figure 14 : le produit final jus de lombricompost (Original,2016)

III.3. Importance de lombricompost

D'après Culot et Lebeau en 1999, le but de compostage est de faire un produit de qualité qui participe au retour au sol de la matière organique et des éléments minéraux qui lui sont associés.

L'utilisation des biofertilisants, entre autre le lombricompost, permet de mieux comprendre le rôle de cette substance naturelle sur la performance de la production végétale et dans la résistance contre les ennemis naturels en particulier. C'est un fertilisant organique naturellement stable sans odeur. Des études ont également montré que le traitement foliaire des plants avec du lombricompost est associé au développement de certaines réponses défensives dans les tissus des plantes hôtes (Pajot, 2010). Il contient des particules de silice disponibles pour les plantes, avec lesquelles elles renforcent leur épiderme et repoussent ainsi les insectes nuisibles.

Ainsi que des mucosités antibactériennes qui peuvent guérir les plantes malades. Cela en fait un bon insecticide préventif (Sloane., 2003).

Les nutriments minéraux solubles, les acides organiques et les régulateurs de croissance des plantes solubles dans le jus de lombricompost ont un effet positif sur le développement de la racine initiale et la croissance des plantes, à la fois par application foliaire et application au sol (Keeling et al., 2003 ; Edwards et al., 2006 ; Arancon et al., 2007).

Le lombricompost présente également certains inconvénients, car il s'agit d'un mini-écosystème fragile qui demande à être surveillé scrupuleusement afin d'éviter certaines erreurs qui pourraient tuer les vers ou apporter des insectes nuisibles. Comme, il demande une main d'œuvre qualifiée pour le suivi des vers (Anonyme, 2011).

IV. Matériel et méthodes

IV.1. L'objectif

L'objectif de notre travail est d'estimer dans les conditions naturelles l'efficacité biocide d'un bioproduit à base de jus de lombricompost sur le carpocapse du pommier *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 123 m. Elle est limitée par la mer Méditerranée au nord et au sud-est la wilaya de Blida, Ain-de-fla au sud-ouest, Chleff à l'Ouest et Alger à l'est.

Le territoire de la wilaya de Tipaza couvre une superficie de 1707 km² qui se répartit en montagnes par 336 Km (20 %) et 577 km (34 %) de collines et piémonts, la plus grande surface présente par des plaines dans 794 km de (46 %).

Les superficies relatives des plaines, ainsi que les collines et des piémonts donnent à ce secteur une place particulièrement importante dans la vie économique de la wilaya à partir de la richesse de ses terres agricoles et sa position côtière.



Figure 15 : la position géographique de la wilaya de Tipaza (Anonyme, 2010)

IV.2.1 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)

Moi	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
F°	53,1	54,7	57,6	61,0	66,6	73,2	78,8	79,9	75,7	68,2	60,3	54,9
F°(min)	47,1	48,2	50,9	54,7	59,2	65,8	71,2	72,5	69,1	61,5	53,8	49,1
F°(max)	59,2	61,2	64,2	67,5	73,9	80,6	86,4	87,4	82,6	75,0	66,7	60,8

P : précipitation T : température F : sècheresse

L'analyse des températures de la région de Tipaza, fait ressortir que les températures minimales sont enregistrées aux mois de janvier et février. Les températures maximales sont notées durant les mois de juillet et août. À partir du mois de février les températures augmentent et atteignent le maximum au mois d'août, 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 d'août (26,6°C) 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 626mm. 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.

Le diagramme ombrothermique 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.

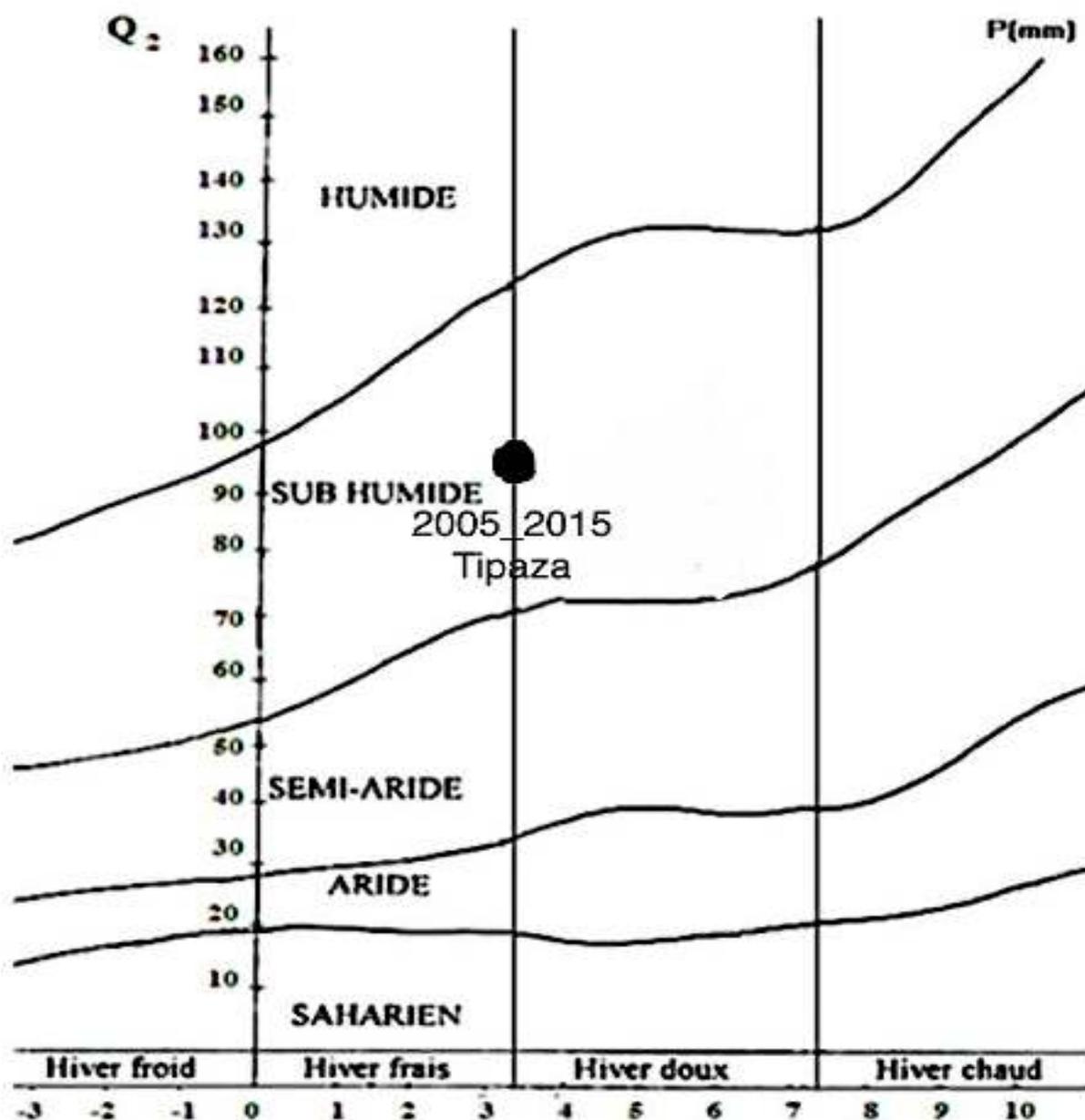


Figure 16: la position climatique de la wilaya de Tipaza dans le Climogramme (2005-2015).

IV.3. Présentation du site d'étude

Notre expérimentation a été effectuée sur un espace privé cultivé par le pommier et le poirier, au niveau de la commune d'Attatbadaira de Kolea, 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 selon la classification de Koppen : Climat Semi Aride (CSA).



Figure 17: présentation de la commune d'Attatba
(Source support : Google Earth, 2016)



Figure 18 : présentation de site d'étude
(Source support : Google Earth, 2016)

IV.4. Matériel d'étude

IV.4.1 Matériel biologique

IV.4.1.1 Matériel végétale

Le matériel végétal utilisé au cours de notre expérimentation appartient à une essence fruitière, la variété du pommier qui nous avons travaillés c'est "Gala royal", c'est une variété croisée par « kidd's orange » et de « goldenedelicious », arbre moyennement vigoureux aux branches longues et souples, cultivé par la méthode de culture moderne « bio vents ».



Figure 19 : les stades évolutifs de la pomme Gala Royal (Original, 2016).

IV.4.1.2. 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 pommier ou *cydiapomonella*, 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 sur le verger de notre expérimentation.



Figure 20: le jeun carpocapse de la première génération *Cydiapomonella* (Original, 2016).

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



Figure 21 : larve du carpocapse (Original,2016).

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. Les produits utilisés

IV.4.2.1. Matériel de capture

Ce sont des petites maisons porte de la glue pour neutralisé et capté le ravageur de notre pommier, par les phéromones estdes substances chimiques provoquant des réactions chimiques comportementales spécifique au mal de carpocapse, ils emploient un moyen de communication en émettant des signaux chimiquesodorants pour attirée les males.



Figure 23 : le placement des pièges à phéromone (original, 2016)

IV.4.2.2. Les fertilisants utilisés

IV.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 24 : le jus de lombricompost concentré (Original,2016)

IV.4.2.2.2. 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 pommier, 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 obtenues 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 (Fig 25).

Afin de réaliser une collection homogène du matériel biologique (les plantes), notre site d'étude est partagé en deux blocs pour l'application des différents traitements (D1 et D2) et un bloc témoin n'ayant subi aucun traitement mais uniquement pulvérisé à l'eau courante. 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 *Cydiapomenella* a été conduit au bout de 90 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 10ml. /l. le deuxième transect a subi un traitement biologique à base d'algues marines à une dose de 30 ml. /l. Pour le bloc témoin, les essences de pommier *Gala royal* ont subi une pulvérisation à l'eau courante. Le suivi des populations de *cydiapomonellaa* été réalisé selon les prélèvements effectués au niveau des blocs (Figure 25).

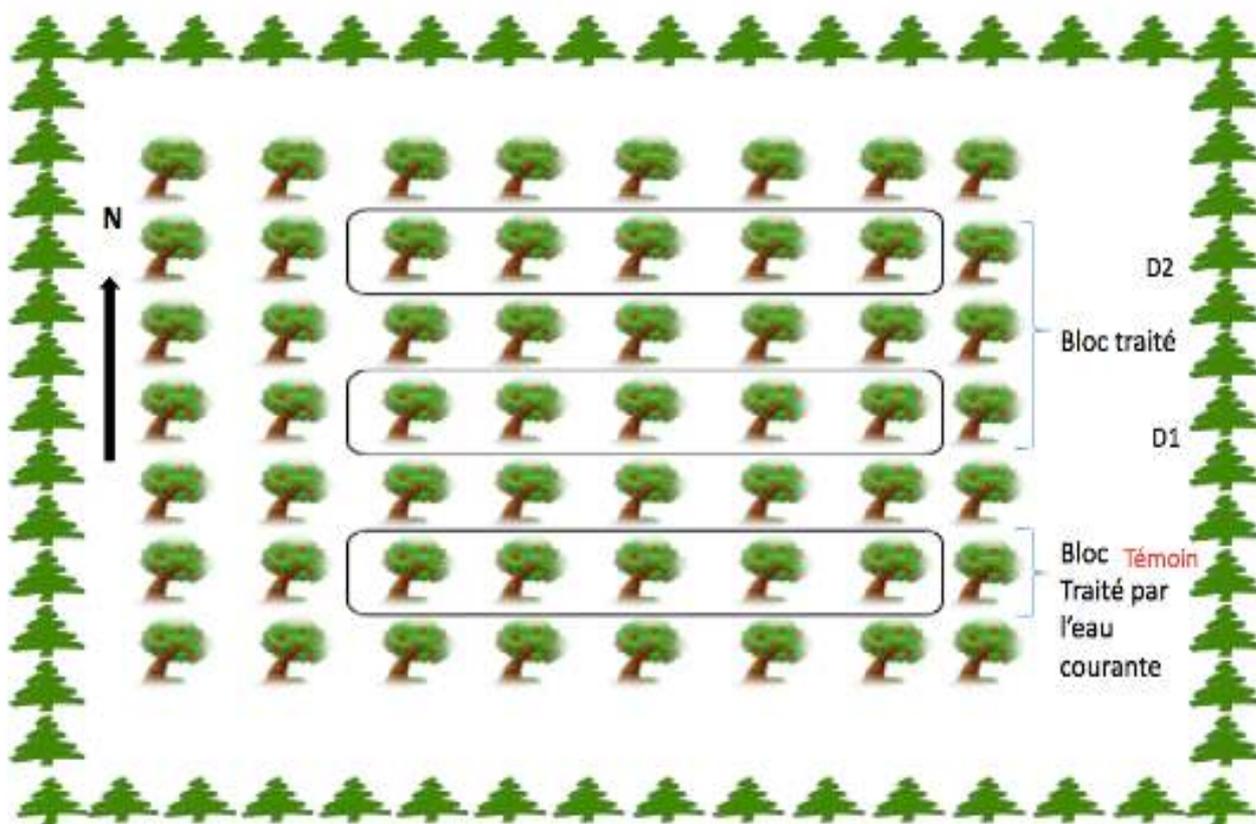


Figure 26 : Dispositif expérimentale de l'étude

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.FC, DCA), l'exploitation des résultats a fait appel à une analyse multivariée (AFC, DCA). La matrice des données des groupes trophiques et des espèce d'insectes et soumise à une analyse factorielle des correspondance (AFC), En raison de la forte dominance de certaines espèces, une variante non paramétrique de l'A.F.C a été appliquée, la « DetrendedCorrespondenceAnalysis » ou D.C.A

IV.6.2. Le modèle linéaire global (G.L.M.)

Dans le cas ou plusieurs facteurs sont en jeu, il peut arriver que toutes les interactions entre facteurs ne soient pas pertinentes à tester. Nous avons alors utilisé le modèle linéaire global (G.L.M.).

IV.6.3. Le teste One-Way ANOVA

Les résultats présentés sous forme de courbe, rejoignent le plus souvent 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).

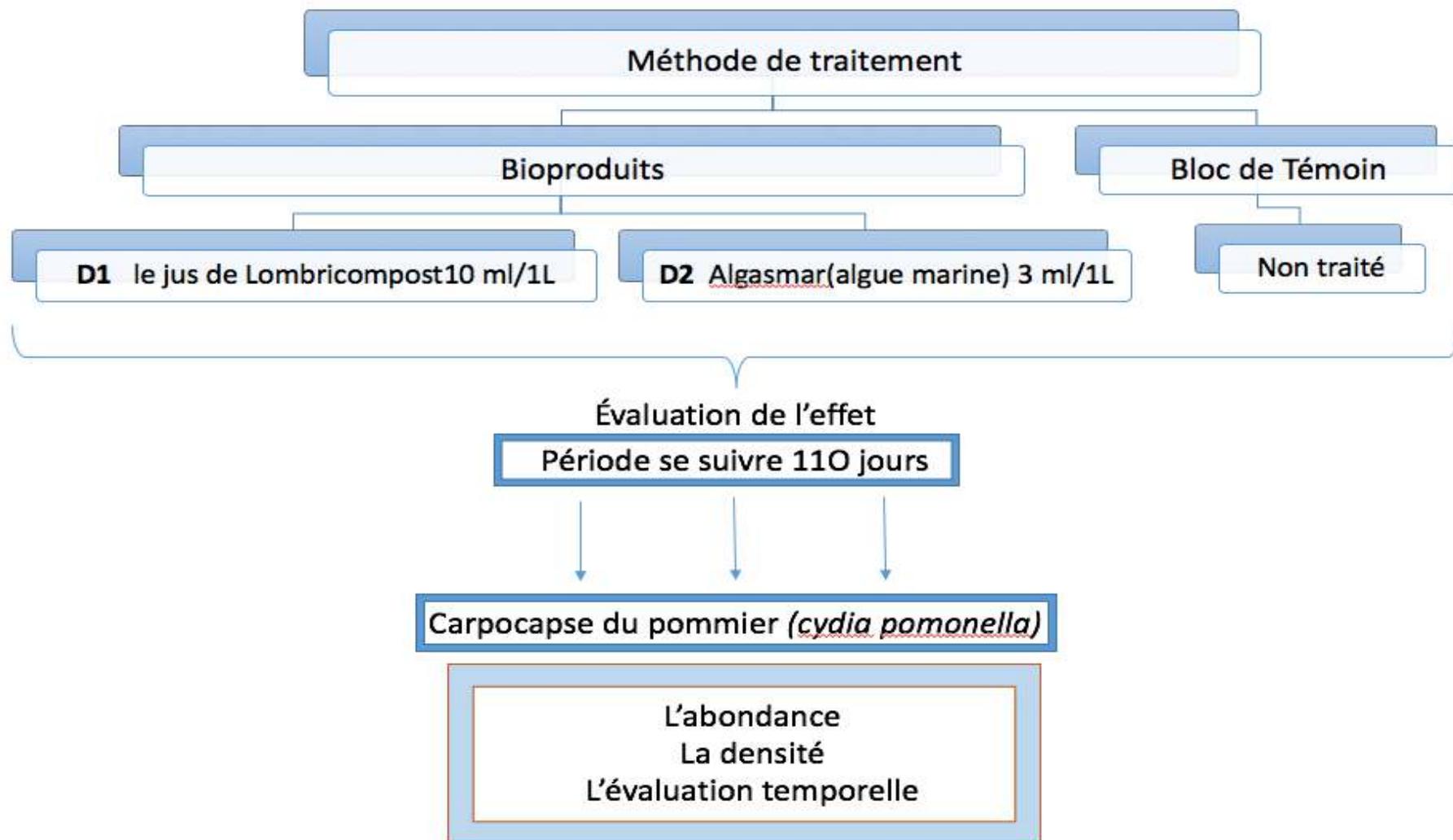


Figure 25 : Schéma directeur de l'étude

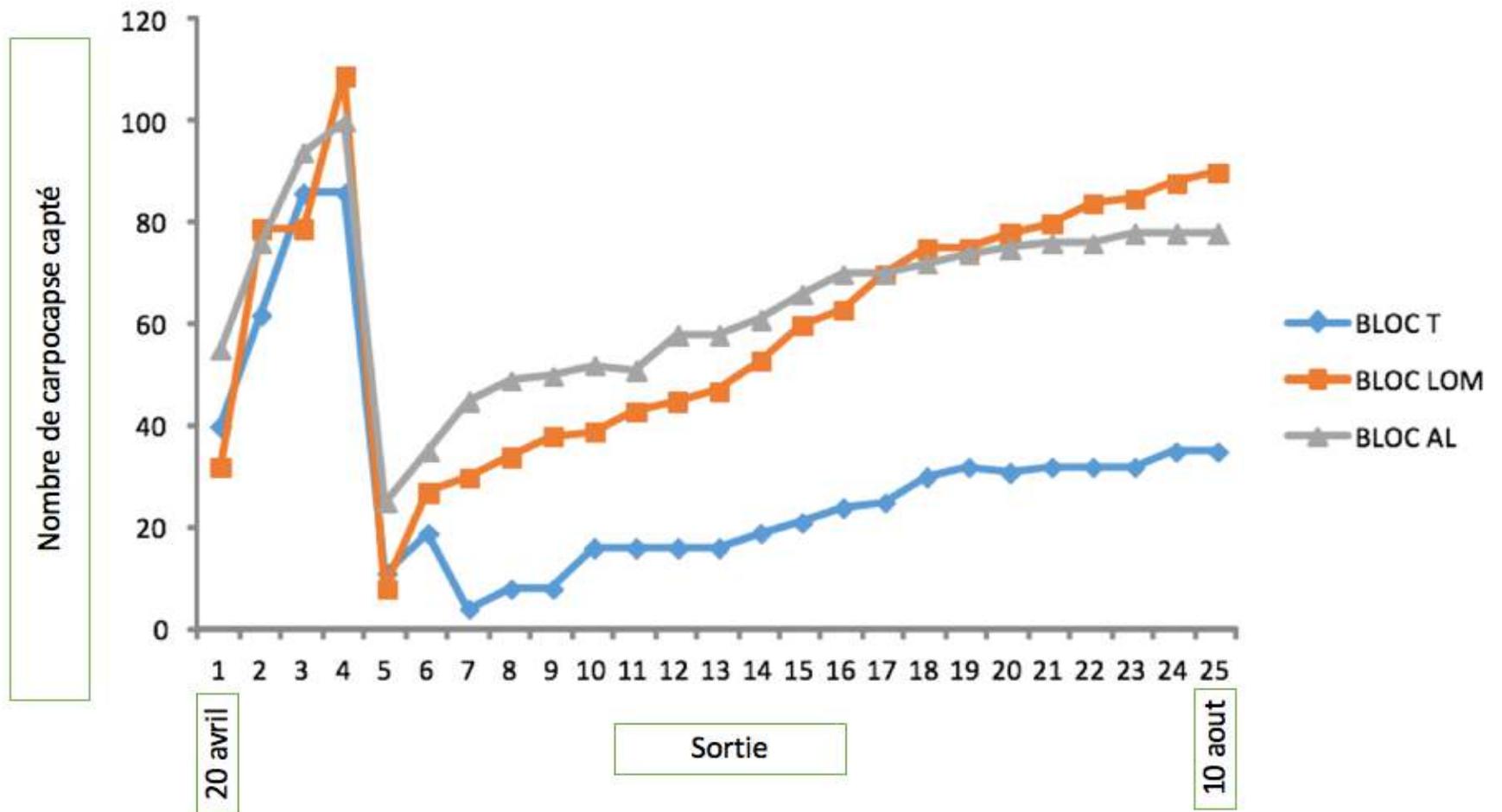


Figure 27 : suivi de la dynamique de la population du carpecapse de pommier sur les trois bloc traité (témoin, bloc du Lombricompost, bloc Algasmar)

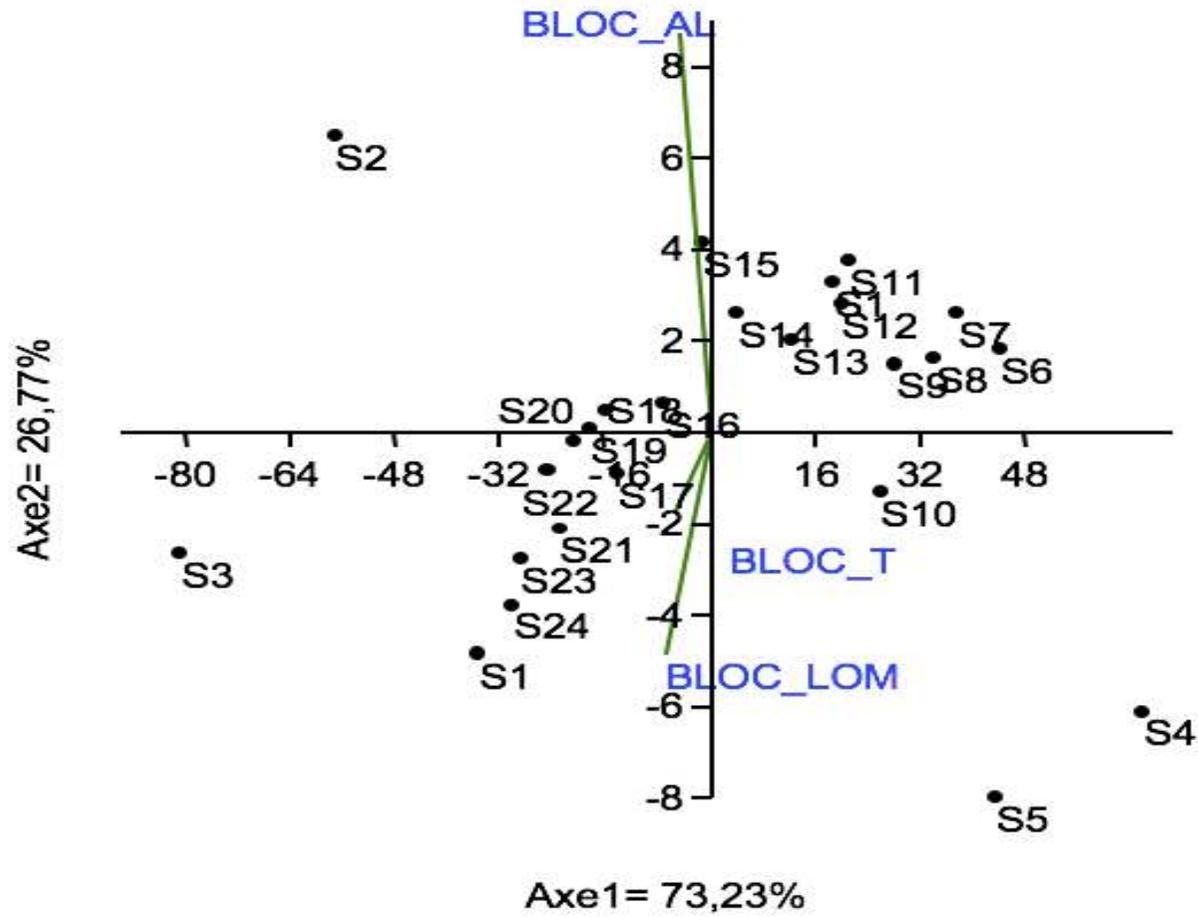


Figure 28 : analyse multivariée « ACP » représentant la population du carpocapse sous l'effet de traitement par Lombricompost et Algasmar.

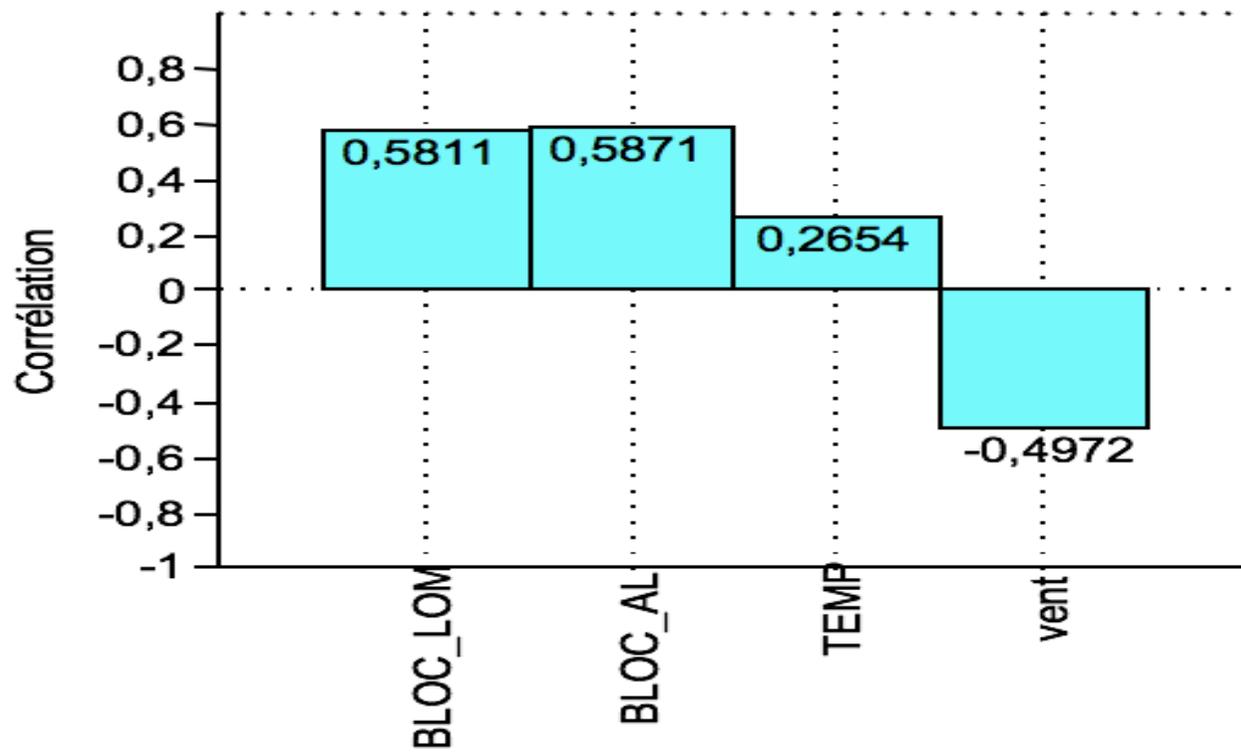


Figure 29 : analyse multivariée de l'effet des conditions climatique (température, vent) sur la dynamique de la population du carpacapse

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

La figure 27 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 ».

Le graphe montre une dynamique très élevée sur la population du carpocapse durant la première sortie à quatrième sortie selon la période de vol de la première régénération, l'effectif du carpocapse présente une chute significative dans la cinquième sortie après l'installation des nouvelles plaques angulant avec la présence de phéromone, à partir de la sixième sortie, on a commencé le traitement et le nombre de carpocapses dans notre verger est augmenté d'une manière stable jusqu'à la fin de suivie.

L'évolution temporelle de la population du carpocapse traité par l'eau courante (bloc témoin) présente une abondance stable.

V.2 Effet des traitements sur l'abondance du Carpocapse du Pommier

Les résultats de l'analyse de la variance expriment globalement par l'existence d'une différence hautement significative entre les traitements (par le lombricompost et celui de l'Algasmar) vis à vis du témoin par leurs capacités à réduire le taux global de l'effectif du carpocapse. Sachant que, la comparaison établie par le test de One-Way ANOVA fait ressortir la présence d'une différence hautement significative ($P_{Alg}=0,0001109$, $P<1\%$; $P_{Lomb}=0,0001161$, $P<1\%$) chez les deux blocs traités, chez le témoin a été nul.

Tableau n° 3 : Représentation de l'analyse de la variance par le Test One Way ANOVA

	BLOC_T	BLOC_LOM	BLOC_AL
BLOC_T	0	0,0001161	0,0001109
BLOC_LOM	7,251	0	0,744
BLOC_AL	8,289	1,039	0

V.3. Corrélation entre le bloc traité par le lombricompost et le bloc traité par Algamar

Selon le Test de Corrélation établi par le logiciel PAST version 1.91 (Hammer et al., 2001), nous pouvons dire que les traitements utilisés à base du jus de lombricompost et celui à base d'algue marine Algamar par rapport au témoin où il a été traité par l'eau courante, mentionnent une corrélation hautement significative entre le bloc témoin et le bloc traité par lombricompost avec une probabilité ($P=0,000135$; $P < 1\%$) qui veut dire une proportion très différente du point de vue de l'effectif du Carpocapse du Pommier.

En ce qui concerne la corrélation entre le bloc témoin et le bloc traité par Algamar, affiche aussi une différence hautement significative entre eux.

Tableau n°4 : Représentation du Test de Corrélation entre les différents traitements utilisés

	BLOC_T	BLOC_LOM	BLOC_AL
BLOC_T	0	0,000135	2,5138 ^{E-06}
BLOC_LOM	0,68985	0	8,6012 ^{E-14}
BLOC_AL	0,79101	0,95645	0

V.4 Evaluation temporelle de l'effet des différents traitements sur l'abondance du Carpocapse du Pommier par une ACP

Les données de l'abondance de la population du carpocapse *cydiapomonela* ont été soumises à une ACP (Analyses en composantes principale effectuée avec PAST version 1.91 (Hammer et al., 2001)).

Une vision globale de projection spatiale des facteurs de traitement nous permis de distinguer une différence d'efficacité entre les différentes applications des traitements à base du jus de lombricompost et à base d'algue marine algamar (Fig : 28).

L'analyse en composantes principales (ACP) montre que l'effet des applications des traitements est comparable par les deux axes, l'axe 1 est de 73,23% et l'axe 2 est

de 26,77%. Cette tendance est vérifiée par les coefficients de corrélation qui se rapproche de 0 (Fig : 28).

En revanche, la projection des variables montre que la tendance des vecteurs confirme l'efficacité du traitement à base du jus de Lombricompost sur la population du carpocapse jusqu'à la fin de l'étude par rapport a la tendance de vecteur de bloc témoin et bloc traité par l'Algamar.

	BLOC_T	BLOC_LOM	BLOC_AL
BLOC_T	0	0,0001161	0,0001109
BLOC_LOM	7,251	0	0,744
BLOC_AL	8,289	1,039	0

Tableau 02 :

	BLOC_T	BLOC_LOM	BLOC_AL
BLOC_T	0	0,00013595	2,5138 ^{E-06}
BLOC_LOM	0,68985	0	8,6012 ^{E-14}
BLOC_AL	0,79101	0,95645	0

Tableau 03 :

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.

Le recours aux biofertilisants et aux bio stimulants naturels constitue une voie qui pourrait réviser les patrons régissant la lutte contre les ennemis des cultures. Dans cette stratégie se trouvent les stimulateurs des défenses naturelles des plantes (SDN), une solution qui pourrait être intéressante dans l'avenir sur les plans scientifique et agronomique (Kaufmann *et al.*, 2001)

Au terme de la présente étude qui s'est consacrée à l'estimation de la dynamique des populations du carpocapse de pommier *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 dégager les hypothèses suivantes :

VI.1. L'effet des conditions climatiques sur le développement des ravageurs

Les changements de la composition de l'atmosphère ou du climat peuvent agir sur les micro-organismes et ravageurs par différentes voies : d'abord en exerçant une influence sur le micro-organisme ou l'insecte lui-même, par la modification de sa capacité à se multiplier ou à passer la mauvaise saison par exemple ; ensuite via une modification de la physiologie des arbres-hôtes qui se répercute sur l'aptitude du symbiote à mycorhizer, ou sur la relation entre la plante et le parasite ou le ravageur (Marçais *et al.*, 2000).

Les parasites et ravageurs représentent des facteurs limitant importants de la productivité agricole. Il est donc primordial d'essayer de prédire leur comportement dans le contexte des changements globaux (Marçais *et al.*, 2000).

Le climat joue un rôle essentiel dans les milieux naturels. Il intervient en ajustant les caractéristiques écologiques des écosystèmes (Ramade., 1993).

En effet, le climat intervient sur la physiologie des végétaux réglant la phénologie des plantes. Ce qui, par contre coup, peut avoir une influence sur le comportement des insectes (Aour-sidali., 2009). L'action multiple de divers facteurs climatique sur la physiologie et le comportement des insectes et des autres animaux joue un rôle fondamental dans la distribution et la vie des êtres vivants (Dajoz., 1993).

Selon Ramade (1984), parmi les facteurs climatiques, on peut distinguer un ensemble de facteurs énergétique constitués par la lumière et les températures, de facteurs hydrologiques (précipitations et hygrométrie) et de facteurs mécanique (vents, enneigement).

En Algérie, le climat se distingue par une influence marine au nord de l'Afrique et par une tendance continentale subdésertique provenant du sud. Les vents prédominants sont de direction nord et nord-est.

VI.2. L'effet de couverture végétale sur le développement des ravageurs

L'effet de la conduite de l'arbre sur le développement des ravageurs est notamment étudié par rapport à la réaction de croissance de l'arbre à des opérations de taille (Koschier., 1997 ; Holbet *al.*, 2001 ; Grechiet *al.*, 2008).

Une augmentation de la diversité végétale s'accompagne ainsi d'une augmentation de la diversité animale, dont entomologique (Simonet *al.*, 2009).

Les relations entre les espèces entomologiques et les plantes hôtes sont régies par des caractères morphologiques, physiques, physiologique, et chimiques des végétaux (la taille, la forme, la présence des phéromones) (Smith ., 2005). Ces caractéristiques peuvent perturber le comportement de l'insecte, notamment l'accouplement, et l'oviposition et l'alimentation (Smith et Clément., 2012).

VI.3. Variation temporelle de la population du ravageur de pommier

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 peu être contraints à des facteurs abiotiques tel que la température, la pluviométrie.

Les résultats montrent que le profile 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 pommier après picage ou la ponte des œufs par les adultes. Ensuite, la reprise de la dynamique à la fin du mois d'août, la période de troisième génération.

VI.4. L'effet des bioproduits de traitements à base du jus de Lombricompost et à base d'algue marine « Algasmar »

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).

Nous supposant que le jus du lombricompost a agit 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 (Nakaskiet *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).

A fin de mettre en évidence l'efficacité de nos traitements à base du jus de lombricompost et celui à base de l'algue marine Algasmar, nous avons calculés le nombre de picage au courant de notre suivi jusqu'à la formation du fruit du pommier qui est représenté dans le tableau n° 2, nous pouvons remarqués le nombre est très faible voir nul chez le lombricompost par rapport au témoin.

Tableau n°2 : Représentation du nombre de picage du Carpocapse du Pommier

	BLOC_T	BLOC_LOM	BLOC_ALG
Nombre de picage	4	0	1

Globalement, les résultats obtenus ont permis de mettre en évidence que l'effet des bioproduits appliquées sur la surface foliaire du pommier, l'efficacité de traitement est augmentée par les SDN (stimulateur de défense naturel) de la plante, d'aprèsMengel en (2002),l'efficacité de la fertilisation foliaire dépend de l'absorption et de la mobilité des éléments dans la plante entière, assuré la réponse défensive dans de notre pommier contre différents dégâts des ravageurs.

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, plus l'espèce a une démographie lente, ainsi donc, l'insecte devient vulnérable et sa population est susceptible de disparaître.

Conclusion générale

Dans le cadre d'une prise de conscience grandissante d'une tranche de plus en plus importante des consommateurs vis-à-vis des problèmes d'environnement et des risques entraînés par une protection des plantes trop intensive par l'utilisation massive et répétée des produits chimiques, des effets non intentionnels sur les organismes non ciblés apparaissent.

La solution passe par la possibilité d'utiliser des substances d'origine naturelle, des composés relativement simples, non coûteux et non toxiques avec un effet systémique et persistant dans les plantes, permettrait donc de réduire les doses d'insecticides, apaisant ainsi les inquiétudes environnementales et de santé humaine.

Au cours du période d'étude étaler sur 4 mois de fin Avril jusqu'à début d'août de l'année 2016. 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 pommier, peuvent constituer des éléments de base pour l'élaboration d'un programme efficace de lutte intégré par le jus de lombricompost contre ce ravageur.

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'Algasmar ;
- Le traitement par les deux bioproduits a eu un effet dans augmentation des SDN de l'arbre du pommier.

Tenant compte des résultats obtenus, la pulvérisation mécanique sur la

Conclusion général

surface foliaire du pommier par le jus de lombricompost et l'Algamar peut avoir les mêmes effets de diminution des dégâts (picage) du ravageur du pommier le carpocapse qu'à l'utilisation d'un traitement chimique avec une productivité plus importante.

La production fruitière intégrée et l'agriculture biologique sont des secteurs pour lesquels cette technologie devrait donner des résultats intéressants et permettre de réduire la toxicité de la lutte chimique.

Références bibliographique

Audemard H., 1976 : Étude déméoécologique du carpocapse (*Laspeyresiapomonella*) 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.

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

Ayral H., 1969 : Zoologie agricole. Volume 1. Ed. J. B. Baillièrre et fils. Paris, 81 P.

Appelhof M., Webster K. and Buckerfield L., 1996: Vermicomposting in Australia and New Zealand. Biocycle, p: 63-66.

Arora J.K., 1997: Industrial organic solid waste management through vermiculture biotechnology in Punjab, India. 19th Canadian Waste Management Conference.

Arancon N.Q., Edwards C.A., Dick R., Dick L., 2007: Vermicompost tea production and plant growth impact bio cycle, pp: 48- 52.

Aouar., sadili .M., 2009 : Systématique, éco-éthologie des abeilles (Hymenoptera : Apidae) et leurs avec la culture de fève *Vicia faba* L. sur champ dans la région de Tizi-Ouzou. Thèse de Doctorat. Université de Tizi-Ouzou 268p.

Anonyme., 2014 : Comment protéger vos arbres fruitiers. Fiche conseil. Ed. Truffant. 6 P

Balachowsky A., 1966 : Traité d'entomologie appliquée à l'agriculture. Tome2, Lépidoptères, Volume 1. Ed. Masson. Paris, pp: 456 - 893.

Brunner J.F., Beers E.H., Doen M. & Grange K., 2005: Managing codling moth

without organophosphates. Good fruit grower, 12 P

Balachowsky A. et Mesnil L., 1935 : Les insectes nuisibles aux plantes cultivées, leurs mœurs, leur destruction. T1. Ed. Busson, Paris, pp : 298-469.

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.

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.

Coutin R., 1960 : Le carpocapse des pommes et des poires (*Laspeyresiapomonella*L.). A.C.T.A., Paris, 48 P.

Coutin R., 1974 : Parasite du carpocapse (*Laspeyresiapomonella L.*). Bulletin OILB/SROP Les organismes auxiliaires en verger de pommiers, les principaux ravageurs et leurs ennemis. Brochure N° 3, 242 P.

Chouinard G., 2001 : Guide de gestion intégrée des ennemis du pommier. Centre de référence en agriculture et agro-alimentaire du Québec, Québec, 226 P.

Charmillot P.J. et Höhn H., 2004 : Carpocapse des pommes et des poires *Cydiapomonella L.* Agroscope RAC et FAW Wädenswil. Confédération suisse. Fichier : 101. Suisse. 3 P.

Chitu, V., Coman M., Bulgaru L. and E. Chitu. 2002. *Effects of "CalMax" and "NutriVit" foliar fertilisers on plants growth and strawberry fruit quality.* Acta Horticulturae(ISHS) 594: 475-480

Corroyer N. et Chevelon M., 1998 : Les lépidoptères (les tordeuses). Ed. Tec et Doc. Lavoisier, pp : 93-96.

Chouinard G., 2001 : Guide de gestion intégrée des ennemis du pommier.

Centre de référence en agriculture et agro-alimentaire du Québec, Québec, 226 P.

Charton E., 1992 : Pommes et pommiers. Ed. S.A.E.P., 100 P.

Cormier et al., 2006 : Les nouveaux produits pour lutter contre le carpocapse. Bulletin d'information du Réseau d'informations phyto-parasitaires, N° 3. pp : 13-19.

Duval J., 1994 : Le carpocapse de la pomme. Ecological agricultural projects. Ed. Agro-bio. 330 P.

Deraison., 2002 : Méthodes alternatives de protection des pommiers. Ed. IDRA. Paris, 145 P.

Dajoz. R., 1985 : Précis d'écologie. Ed. bordas. Paris.505 p.

Edwards C.A., 1995:Historical overview of vermicomposting. Biocycle, pp: 56-58.

Edwards C.A., Arancon N.Q., Greytak S., 2006: Effects of vermicompost tea on plant growthanddisease.biocycle.pp:28- 47.

F.A.O., 2007:Productions agricoles, cultures primaires. Banques de données statistiques, FAO. STAT. [Http:// www.Fao.org.com](http://www.Fao.org.com).

F.A.O., 2009 : Productions agricoles, cultures primaires. Banques de données statistiques, FAO. STAT. [Http:// www.Fao.org.com](http://www.Fao.org.com).

Februar E., 2007: Carpocapse (*Cydiapomonella*) biologie et stratégie de lutte, Espagne, 13 P. Disponible sur : <http://www.ipm.ucdavis.edu/PMG/r4300111.html>

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

Gautier M., 2001 : La culture fruitière. Les productions fruitières. Volume 2. Ed. Tec & Doc. Paris, 665 P.

González R.H., 2005: Alternative proposals of chemical and hormonal control of the codling moth. *Revista Fruticola Copefrust*, 26 (3).pp : 99-102.

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.pp : 323-367.

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

Grechi. I., Sauge .M.H., Sauphanor .B., Senoussi .R., Lescourret .F., 2008: How does winter pruning affect peach tree-Myzus persicae interaction ? *Entomol. Exp. Appl.* 128. pp : 369-379.

Hmimina M., 2007 : Les ravageurs des arbres fruitiers, le carpocapse des pommes et de poires. *Bulletin mensuel d'informatique et de liaison. PNTTA*, N° 158.pp: 1-4.

Hughes W.o. h., Gailey D. et Knapp J. J., 2002: Host location by adult and larval codling moth and the potential for its dispersion by the application of kairomones. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 106.pp : 147-153.

Hammer .O. Harper .D.A.T et Ryan .P. D., 2001 : PAST : Paleontological Statistics Software 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- and foliar-applied manganese in preventing the onset of manganese deficiency in *Lupinus angustifolium*. *Australian Journal of Agricultural Research* 35: 529-538.

Holb. L.J., Gonda .L., Bitskey.K ., 2001: Pruning and incidences of diseases and pests in environmentally oriented apple growing systems : some aspects. *Int. J. Hort. Sci.* 7, pp : 24-29.

Jones W. E., Brunner J. F. & Faubion D., 2004 : Guide to codling moth damage identification. Washington state university, 2 P.

Knosfield D.W., 2000: Agriculture notes : Codling moth. State of Victoria, Departement of Primary Industries, 2 P.

Keeling A.A., Mccallum K.R., Beckwith C.P., 2003: Mature green waste compost enhances growth and nitrogen uptake in wheat (*Triticum aestivum*) and oilseed rape (*Brassica napus* L) through the action of water extractable factors. *Bioresource Technology*, 90. pp: 127-132.

Kaufmann. S., S. Dorey Et B. Fritig, 2001 : Les stratégies de défense. *Pour la Science*, p. 116–121.

Koschier. E., 1997: Einflubverschiedener Baumschnittmaßnahmen auf die populationdynamik der Obstbaumspinnmilbe (*panonychus ulmi* Koch) und der Apfelrostmilbe (*Aculus schlechtendali* Nalepa) auf Apfelbäumen. *Mitteilungen Klosterneuburg, Rebe und Wein, Obstbau und Fruchtverwertung*. 47, pp : 44-55.

Marçais L., Bouchot, Delduc. F., Le Tacon., 2000 : Effets possibles des changements globaux les microorganismes symbiotiques et pathogènes et les insectes ravageurs des forêts. 63p.

Marc C., 1999: Biological control of insect pests by entomogenous fungi. *Annu. Rev. Entomol.* 23. pp:409-442.

Mattedi L., Forno F. & Varner M., 2006: Attention to surprises of the apple worm. *Edizioni Informatore Agrario.*, 31. pp: 69-72.

Michel k., 2002: Le pommier. Ed. Gilbert. Paris. pp: 104-108

Massonnet., 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.

Mengel K., 2002:*Alternative or complementary role of foliar supply in mineral nutrition.* ActaHorticulturae (ISHS) 594: 33-47

Oukabli., 2004 : Le pommier une culture de terroir en zones d'altitudes. Ed. INRA. Bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA. Institut, Agronomique et Vétérinaire. Hassan II. Rabat. Maroc, 04 P.

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.

Remend, 1996 :Pommier-Poirier. CTIFEL Protection intégrée, 277 P.

Ricci B., 2009 :Dynamique spatiale et dégâts de carpocapse dans la basse vallée de la Durance. Thèse Doctorat. Université d'Avignon, 224 P.

RamadeF ., 1993 : Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement. Ed. Ed. science international, Paris, 822 p.

Scheu S., 1987 :Microbial Activity and Nutrient Dynamics in EarthwormsCats.J.of Biological Fertility Soils,5.pp :230-234.

Sophie Millot., 2009 : La bio attitude des Paresseuses.Ed. Marabout,Paris.55p.

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.

Sloane N.J.A., 2003:The on-line encyclopedia of integer sequences. Notices Am. Math. Soc. 50, pp : 912–915.

Smith. C.M., 2005: Plant resistance to arthropods. Edition Springer, the Netherlands. 423p.

Smith. C.M., Clément S.L., 2012: Molecular bases of plant resistance to arthropods. Annual review of entomology. 57.pp : 309-28 . doi : 10.1146/&nnurev-ento-120710.

Silva A.P., Rosa E. and S.H. Haneklaus. 2003: Influence of foliar boron application on fruit set and yield of hazelnut. *Journal of Plant Nutrition* 26(3): 561-569.

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.

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

Williams C.M.J., Maier N.A. and L. Bartlett. 2004: *Effect of Molybdenum foliar spray on yield, berry size, seed formation, and petiolar nutrient composition of "Merlot" grapevines.* *Journal of Plant Nutrition* 27(11): 1891-1916.

Werner M et Cuevas, J.E., 1996: Venniculture in Cuba. *Biocycle*. Pp: 57-62.

Welter S. C., 2006: Codling Moth (*Cydia pomonella*) and its Control. *Extension Entomologist*, 17 P.

Yorinori M.A., Klingelfuss L.D., Paccola-Meirelles L.D. and J.T. Yorinori. 2004: *Effect of time of spraying of fungicide and foliar nutrient on soybean powdery mildew.* *Journal of Phytopathology* 152: 129-132.

Znaïdi E.I., 2002 : Etude et évaluation du compostage de différents types de matières organiques et des effets des jus de composts biologiques sur les maladies des plantes. Ed, Méditerranien agronomic institute of barimaster of science degree mediterranien organic agriculture (C.I.H.E.A.M), p11.

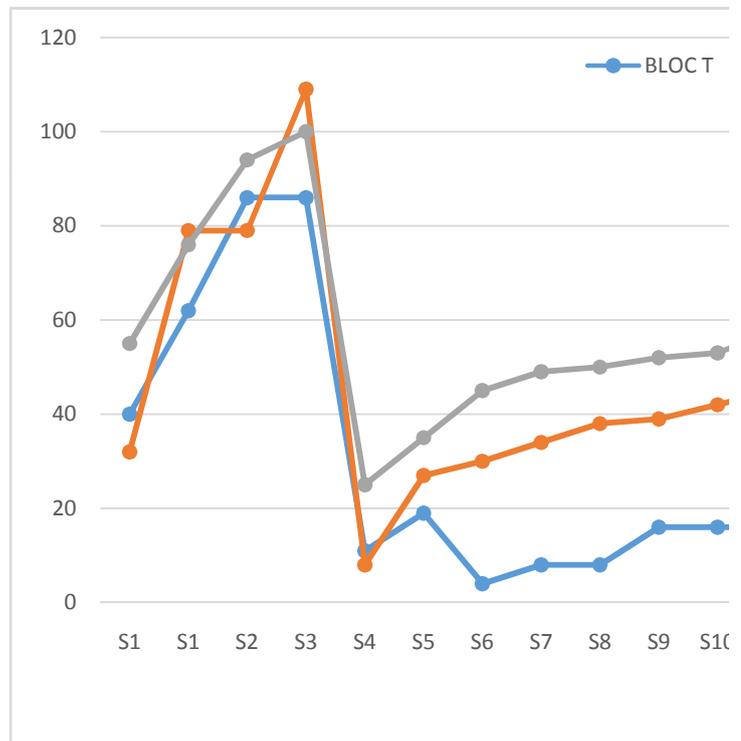
POMMIER

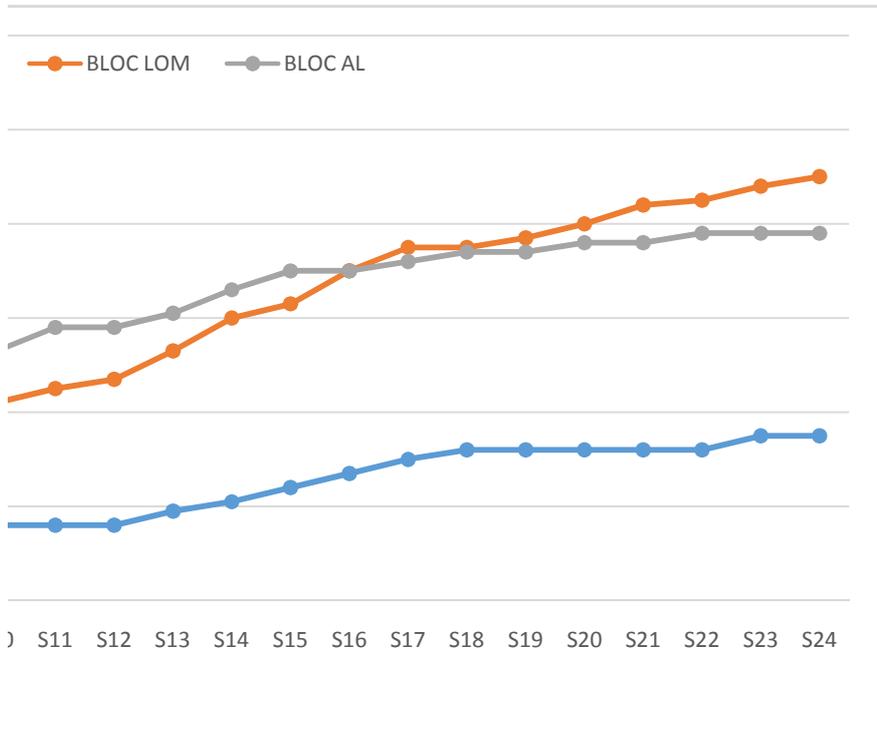
			BLOC T	BLOC LOM	BLOC AL
	01-mai	S1	40	32	55
	05-mai	S1	62	79	76
	09-mai	S2	86	79	94
	12-mai	S3	86	109	100
Chng de plaq	16-mai	S4	11	8	25
	19-mai	S5	19	27	35
début de trait	23-mai	S6	4	30	45
	26-mai	S7	8	34	49
	30-mai	S8	8	38	50
	02-juin	S9	16	39	52
	06-juin	S10	16	42	53
	09-juin	S11	16	45	58
	13-juin	S12	16	47	58
	16-juin	S13	19	53	61
	20-juin	S14	21	60	66
	23-juin	S15	24	63	70
	27-juin	S16	27	70	70
	30-juin	S17	30	75	72
	04-juil	S18	32	75	74
	07-juil	S19	32	77	74
	11-juil	S20	32	80	76
	14-juil	S21	32	84	76
	18-juil	S22	32	85	78
	21-juil	S23	35	88	78
	25-juil	S24	35	90	78

Picage

2 0 1

TEMP	HUMI	vent
19°		8 KM/H
23°		8 KM/H
32°		6KM/H
24°		13 KM/H
24°		17 KM/H
23°		9KM/H
24°		10 KM/H
26,9		8 KM/H





8+

CHAPITTR I

CHAPITRE II

Synthèse Bibliographique

CHAPITRE III

Résultats et discussion

CHAPITRE IV

CHAPITRE V

CHAPITRE VI

Matériels et Méthodes

Conclusion générale plus

Références Bibliographiques