



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique



Université de Batna

Institut Des Sciences Vétérinaires et Des Sciences Agronomiques

Département D'agronomie

Mémoire De Magistère

Filière : Sciences agronomiques

Spécialité : Protection des végétaux

Option : Entomologie Agricole et Forestière

Présenté Par

Abdesselam zineb

Utilisation des sucres et virus de la granulose pour la lutte contre le carpocapse (*Cydia pomonella* L.) (*Lepidoptera, Tortricidae*) en verger de pommier situé dans la région d'Inoughissen (Wilaya de Batna).

Jury	Grade	Affiliation	Qualité
Mr. Oudjehih B.	Prof.	Université de Batna(1)	Président
Mme. Lombarkia N.	Prof.	Université de Batna(1)	Rapporteur
Mr. Bertella N.	MC(A).	Université de Batna(1)	Examineur
Mr. Chafaa S.	MC(A).	Université de Batna (2)	Examineur

Année universitaire : 2015/2016

Dédicaces

Je dédie ce travail:

À la mémoire de mon père

et en reconnaissance à ma chère mère

*À mon mari et mes trois petits enfants: Mohamed Ilyes,
Ritedj et Akram*

À mes frères et cousins,

À tous les enseignants du Département d'Agronomie.

À tous mes amis et ma promotion.

Remerciements

Ce mémoire a été réalisé au Département d'Agronomie de l'Université de Batna.

La tradition veut qu'à l'issue de chaque travail on remercie les personnes qui y ont contribué de près ou de loin, d'une manière ou d'une autre.

Tout d'abord je remercie Dieu notre créateur, pour tout.

En cette circonstance, je tiens à exprimer ma profonde reconnaissance à Madame LOMBARKIA N., pour son encadrement attentif.

Je prie de trouver ici l'expression de ma haute gratitude à Mr. Oudjehih B. Professeur de l'université de Batna1, Mr. Bertella N. Maître de Conférences A à l'Université de Batna1 et Mr. Chafaa S. Maître de Conférences A à l'Université de Batna 2 qui ont accepté d'être membres de jury.

Je remercie, pour son aide importante le propriétaire du verger d'étude d'Inoughissen Guilafi M. pour son accueil et de m'avoir accordé la liberté d'accéder à tout moment au verger.

Je remercie toute personne qui m'a aidé à réaliser ce modeste travail.

Qu'il me soit permis également de remercier en cette circonstance, tous les enseignants du département d'Agronomie de l'Université de Batna. Enfin, j'exprime toute ma sympathie à tout le personnel administratif du département d'Agronomie.

Je dis à tous merci.

Liste des tableaux

Tableau 1:	Déroulement des vols du carpocapse dans la région de Batna (S.R.P.V. d'Ain-touta, 2013).....	10
Tableau 2 :	Importance de la culture du pommier par zone de production (F.A.O., 2013).....	11
Tableau 3 :	Evolution de la culture de pommier (arrachage et plantation) dans la wilaya de Batna (2003-2013) (D.S.A., 2013).....	12
Tableau 4 :	Evolution de la culture de pommier dans la région d'Inoughissen (2007-2014)	13
Tableau 5:	Humidité relative moyenne durant la période (2013-2014) et la moyenne sur 10ans.....	33
Tableau 6 :	Vent mensuel moyen (m/s) durant la période (2013-2014) et la moyenne sur 10ans.	34
Tableau 7 :	Répartition mensuelle moyenne des précipitations durant la période (2013/2014).....	34
Tableau 8 :	Température mensuelle moyenne durant la période 2013/2014 et Moyenne sur 10 ans	35
Tableau 9 :	Températures (C°) et précipitations (mm) durant la campagne 2013/2014 et durant la décennie 2003/2012.....	36
Tableau 10:	Calendrier des relevés des mâles dans le piège à phéromone.....	43
Tableau 11:	Plan expérimental de l'essai.....	44
Tableau 12:	Modalités testées et doses appliquées.....	44
Tableau 13:	Calendrier des différents traitements.....	45

Liste des figures

Figure 1 :	Répartition générale de <i>Cydia pomonella</i> (L.).....	05
Figure 2:	(A-B- C -D) L'Œuf, la larve, la Chrysalide et l'adulte de <i>Cydia pomonella</i> L	06
Figure 3 :	Cycle de vie de <i>Cydia pomonella</i>	08
Figure 4 :	Une pomme endommagée par le carpocapse.	09
Figure 5 :	A:Dégât actif d'une larve du carpocapse B: Dégât stoppé,C: Dégât cicatrisé	09
Figure 6 :	Coupe transversale schématisée de la surface d'une plante montrant deux cellules de l'épiderme recouvertes par la cuticule.....	20
Figure 7 :	Structure d'une Sensille gustative.....	21
Figure 8 :	Structure d'une sensille olfactive.....	21
Figure 9 :	Diagramme de cycle d'infection du Baculovirus	26
Figure 10 :	Situationet limites de la régiond'étude.....	31
Figure 11 :	Vue générale de la parcelle d'étude	32
Figure 12 :	Vue générale du site d'étude (Google Earth, 2014).....	33
Figure 13:	Diagramme Ombrothermique de Gaussen et Bagnouls de la région de Batna durant la période 2013/2014.....	37
Figure 14 :	Situation de la région de Batna dans le climagramme d'Emberger.....	38
Figure 15 :	Fruits mûr de la variété Golden Delicious (Photo personnelle).....	39
Figure 16 :	Piège à phéromone pour le carpocapse	40
Figure 17 :	bande-piège de carton ondulé installé sur le tronc	41
Figure 18 :	pulvérisateur à dos	41
Figure 19 :	Différents types de dégâts causés par le carpocapse	46
Figure 20:	Larves récupérées des bandes-pièges, A : Bande piège, B : Larves à l'intérieure du carton ondulé, C : Larves dans les boites plastiques.....	47
Figure 21:	Déroutement du vol du carpocapse au niveau du verger d'étude	48
Figure 22:	Pourcentage de fruits attaqués par arbre à la récolte.....	49
Figure 23:	Efficacités des traitements Abbott à la récolte	50
Figure 24:	Pourcentage de fruits tombés au sol	51
Figure 25:	Pourcentage de fruits attaqués et tombés au sol	52
Figure 26:	Efficacité des traitements Abbott (fruits attaqués et tombés au sol)	53

Liste des figures

Figure 27:	Dégâts larvaires cicatrisés, stoppés et actifs sur fruits à la récolte	55
Figure 28:	Dégâts larvaires cicatrisés, stoppés et actifs sur fruits tombés au sol	56
Figure 29:	Nombre de larves mâles et femelles diapausantes et chrysalides dans les bandes pièges	57
Figure 30:	Nombre de total larves diapausantes et chrysalides en fonction des modalités.....	58

Liste des annexes

-Annexe 1 : Calendrier de captures des mâles de carpocapse dans les pièges à phéromones

-Annexe 2 : Pourcentage de fruits attaqués par arbre à la récolte (moyennes $\pm$ e.s.).

-Annexe 3 : Efficacité des traitements Abbott (fruits attaqués par arbre à la récolte)
(moyennes $\pm$ e.s.).

-Annexe 4 : Pourcentage de fruits attaqués et tombés au sol (moyennes $\pm$ e.s.).

-Annexe 5 : Efficacité des traitements Abbott (fruits tombés au sol) (moyennes $\pm$ e.s.).

-Annexe 6 : Pourcentage d'attaques cicatrisées par arbre à la récolte (moyennes $\pm$ e.s.).

-Annexe 7 : Pourcentage d'attaques stoppées par arbre à la récolte (moyennes $\pm$ e.s.).

-Annexe 8 : Pourcentage d'attaques actives par arbre à la récolte (moyennes $\pm$ e.s.).

-Annexe 9 : Pourcentage d'attaques cicatrisées par arbre (fruits tombés au sol).

-Annexe 10 : Pourcentage d'attaques stoppées par arbre (fruits tombés au sol).

-Annexe 11 : Pourcentage d'attaques actives par arbre (fruits tombés au sol).

-Annexe 12 : Pourcentage de fruits tombés (moyennes $\pm$ e.s.).

-Annexe 13 : Nombre de larves diapausantes (larves mâles et larves femelles) et chrysalides
(moyennes $\pm$ e.s.).

-Annexe 14 : Nombre de larves diapausantes (larves mâles) (moyennes $\pm$ e.s.).

-Annexe 15 : Nombre de larves diapausantes (larves femelles) (moyennes $\pm$ e.s.).

-Annexe 16 : Nombre de chrysalides (moyennes $\pm$ e.s.).

Table des matières

Liste des tableaux

Liste des figures

Listes des annexes

Introduction	1
---------------------------	---

Première partie : Etude bibliographique

Chapitre I-Aperçu générale sur le carpocapse des pommes et poires (*Cydia pomonella* L.) et son hôte le pommier (*Malus domestica* Borkh.)

I-1- présentation du carpocapse (<i>Cydia pomonella</i> L.).....	4
I-1-1-Classification.....	4
I-1-2-Plantes hôtes	4
I-1-3-Historique et propagation	4
I-1-4-Description et Biologie.....	5
I-1-5-Dégâts	8
I-1-6-Nombre de générations de carpocapse en Algérie.....	9
I-2- Présentation du Pommier (<i>Malus domestica</i> Borkh.).....	11
I-2 -1-Origine et répartition géographique	11
I-2-2- Données économiques sur le pommier.....	11
I-2-3- Ravageurs et maladies de pommier.....	13

Chapitre II-Sélection de la plante-hôte par les insectes phytophages

II - 1- Généralités.....	15
II- 2- séquence comportementale aboutissant à la ponte	15
II- 2-1- Le mécanisme global.....	15
II- 2.1.1- Phase de recherche à distance.....	15
II- 2.1.2- Phase d'évaluation par contact.....	16
II - 3 - Les signaux de la reconnaissance d'un site de ponte.....	16
II - 3.1- Les facteurs physiques	16
II - 3.1.1- Les stimuli visuels.....	16
II - 3.1.2- Les stimuli physiques de contact	17
II - 3.2- Les stimuli chimiques.....	17
II - 3.2.1- Les substances volatiles ou faiblement volatiles.....	18
II - 3.2.2- Les substances de contact non-volatiles.....	18
II - 4-Aperçu sur l'ultrastructure de la cuticule d'une plante	19

Table des matières

II - 5-Détection sensorielle chez les insectes phytophages.....	20
II - 5-1-L'organe sensoriel : La sensille.....	20
II - 5-2-Types de sensilles chez les insectes.....	21
Chapitre III : Lutte contre le carpocapse des pommes et poires (<i>Cydia pomonella</i> L.)	
III-1- Lutte chimique.....	22
III- 2- Lutte biotechnique.....	22
III -3- Lutte biologique.....	23
III -4- lutte contre le carpocapse en Algérie.....	24
III -5- Lutte contre <i>C. pomonella</i> par le virus de la granulose.....	25
III -5- 1-Définition et structure de granulovirus.....	25
III-5-2- Effets et inconvénients de granulovirus.....	25
III -5- 3- Cycle d'infection.....	25
III -5- 4- Les isolats et la production commerciale du granulovirus.....	26
III -6- Lutte contre <i>C. pomonella</i> par L'application des sucres solubles.....	28
III-6-1-Généralités.....	28
III-6-2-Lutte contre les phyto-agresseurs par les sucres.....	28

Deuxième Partie : Etude Expérimentale

Chapitre I: Présentation de la région et du verger d'étude

I- 1-Situation géographique.....	31
I- 2- Présentation du verger d 'étude.....	32
I-3- Caractéristiques climatiques.....	33
I-3 -1- Humidité relative	33
I-3- 2- Vents	34
I-3- 3- Pluviométrie	34
I-3-4- Température.....	35
I-4-Synthèse climatique.....	36
I-4-1- Diagramme Ombrothermique de Gaussen et Bagnouls	36
I-4-2- Climagramme d'Emberger.....	37

Chapitre II : Matériels et méthodes

II-1- Matériels expérimental.....	39
-----------------------------------	----

Table des matières

II-1-1-Matériel végétal.....	39
II-1- 2- Matériel de piégeage	39
II-1-2-1- Piège à phéromone.....	39
II-1-2-2- Les bandes pièges.....	40
II-1-3 -Matériel de pulvérisation.....	41
II-1-4- Produits de traitement.....	41
II-1-4-1- Sucres	41
II-1-4-2- Insecticide biologique : Madex®.....	42
II-1-5- Autre matériels	42
II – 2- Méthode.....	42
II-2-1- Marquage des arbres.....	42
II-2-2-Installation du piège à phéromone	43
II-2-3- Installation des bandes pièges.....	43
II-2-4- Application des différents produits.....	44
II-2-5- Estimation des dégâts provoqués par le carpocapse.....	45
	46
II-2-6-Comptage des larves diapauses.....	
II-2-7- Analyse statistique.....	47
Chapitre III: Résultats et Discussion	
III -1-Résultats.....	48
III-1-1-Activité de Vol de <i>C. pomonella</i>	48
III-1-2-Dégâts larvaires sur fruits à la récolte.....	49
III-1-3-Efficacité des traitements Abbott à la récolte	50
III-1-4-Pourcentage de fruits tombés au sol.....	51
III-1-5- Pourcentage de fruits attaqués et tombés au sol.....	52
III-1-6-Efficacité des traitements Abbott (fruits attaqués et tombés au sol)	53
III-1-7- Dégâts larvaires cicatrisées, stoppées et actives sur les fruits à la récolte...	54
III-1-8- Dégâts larvaires cicatrisées, stoppées et actives sur les fruits attaqués et tombés au sol.....	55
III-1-9- Nombre de larves mâles et femelles diapauses et chrysalides dans les bandes pièges.....	57
III-1-10-Nombre total des larves diapauses et chrysalides en fonction des modalités.....	58
III -2-Discussion.....	58

Table des matières

Conclusion et perspectives.....	70
---------------------------------	----

Références bibliographiques

Annexes

Résumé

Introduction

Introduction

La pomiculture est une industrie importante. L'Algérie, connaît une hausse intéressante de production durant cette dernière décennie qui est arrivée à 397 529 tonnes en 2012 (**F.A.O., 2012**), mais qui reste toujours loin d'atteindre celles enregistrées dans les pays développés. Cette faiblesse des rendements peut être attribuée à plusieurs facteurs, dont le plus important facteur est les maladies et les insectes qui peuvent s'attaquer aux pommiers, les espèces varient entre autres en fonction des régions géographiques, des cultures environnantes et de la régie des ravageurs. Selon le niveau de dommage entraîné, les insectes sont classés en trois catégories: les ravageurs majeurs, secondaires et mineurs. Sans traitements appropriés, les ravageurs majeurs peuvent provoquer plus de 10% de pertes dans les vergers (**Chouinard, 2001**). Parmi ces derniers, le carpocapse, *Cydia pomonella* L. (*Lepidoptera, Tortricidae*) est le ravageur clé au sein de l'ensemble des arthropodes ravageurs du pommier en Algérie (**D.S.A., 2009**). Le carpocapse de la pomme est présent dans le monde entier et peut s'attaquer aux pommes, aux poires ainsi qu'aux noix (**Ballard et al., 2000a**).

Son importance économique est variable selon les régions. Toutes les zones productrices à Batna (Arris, Ain touta, Foug El-toube, Tazoult,...) sont infestées par *C. pomonella* dont 34 % des pertes de la récolte ont été causées par *C. pomonella* en 2013 (**Brahim et al., 2013**).

La méthode traditionnelle de lutte contre le carpocapse est l'utilisation d'insecticides organophosphorés à large spectre. Les principaux insecticides utilisés à cette fin sont l'azinphos-méthyl, le phosmet, la phosalone et le tébufénozide. Malgré la grande efficacité des insecticides organophosphorés, il est fortement recommandé de réduire leur utilisation parce qu'ils peuvent être dommageables pour l'environnement et nuire à la santé humaine. De plus, ces insecticides ne sont pas spécifiques: ils éliminent aussi les prédateurs et les parasitoïdes nécessaires au contrôle naturel des ravageurs, ce qui peut induire à la résurgence d'autres ravageurs (**Jaques et al., 1994**). Ainsi l'apparition de résistances de l'insecte aux pesticides ce qui entraîne une baisse d'efficacité des produits tels que le diflubenzuron, les pyréthrinoides et les organophosphorés (**Sauphanor et al., 2000**).

La protection phytosanitaire des vergers en Algérie reposait sur une lutte chimique intensive, dont les effets indésirables sont progressivement manifestés (**Frah et al., 2009**).

Le développement des stratégies de lutte intégrée est en croissance et de plus en plus d'efforts sont déployés pour tenter de trouver des méthodes de lutte alternatives efficaces et plus respectueuses de l'environnement, depuis que de nombreux problèmes sont apparus suite à l'utilisation abusive et non raisonnée des pesticides de synthèse (**Heuskin et al., 2011**).

Introduction

Les méthodes de contrôle biologique et naturelles utilisant des parasites, des prédateurs, et des insecticides microbiens ont été développées pour lutter contre *C. pomonella* L. (Lacey & Unruh, 2005), parmi ceux-ci le virus de la granulose (CpGV) qui est un moyen de lutte efficace et sélectif qui infecte uniquement les chenilles du carpocapse (Charmillot & Pasquier, 2003 ; Sauphanor *et al.*, 2006).

Plusieurs travaux ont montré que l'application du virus de la granulose permet une diminution significative de la population de carpocapse de la pomme, ainsi que des dommages à la récolte (Jaques *et al.*, 1994 ; Charmillot & Pasquier, 2002 ; Kienzle *et al.*, 2003 ; Lombarkia *et al.*, 2005 ; Provost *et al.*, 2006 ; Kutinkova *et al.*, 2010 ; 2012).

Les sémiochimiques (molécules informatives utilisées dans les interactions insecte-insecte ou plante-insecte) sont de plus en plus considérés, au sein des stratégies de lutte intégrée, comme des approches alternatives ou complémentaires aux traitements insecticides (Heuskin *et al.*, 2011). La connaissance des mécanismes selon lesquels un insecte va choisir une plante plutôt qu'une autre pour y pondre et se nourrir pourrait permettre de développer des stratégies ; stratégies qui concourent à perturber le ravageur dans ses comportements (trophiques et reproduction) et ainsi protéger les cultures (Foster & Harris, 1997). Les voies de signalisation des sucres et en particulier celle du fructose, entreraient dans les systèmes de régulation utilisés par la plante dans sa protection contre des phyto-agresseurs (Derridj, 2009).

La présente étude a pour objectif de mettre au point et d'évaluer un programme de lutte contre *C. pomonella* L. en utilisant le virus de la granulose du carpocapse (CpGV) avec la formulation commerciale (« Madex® » dose complète 100ml/ha ou 10ml/hl d'eau). Ce virus spécifique s'attaque aux larves de *C. pomonella* L., et des pulvérisations des sucres seuls (glucose 10 ppm, fructose 100 ppm), qui sont des substances qui présentent la propriété d'induire chez le pommier des réactions de résistance systémique, et l'association de la granulose du carpocapse avec le glucose et le fructose dans un verger à Inoughissen sur la variété de pommier Golden Delicious.

Le mémoire comporte deux grandes parties:

- La première partie présente une étude bibliographique, divisée en trois chapitres.

Le premier réservé à la présentation du ravageur, le Carpocapse des pommes et des poires "*Cydia pomonella* L.". et l'espèce à protéger, le Pommier "*Malus domestica* Borkh.".

Introduction

Le deuxième chapitre aborde les relations plantes-insectes avec la sélection de la plante hôte par le ravageur, et le troisième contient les différentes méthodes de lutte du pommier contre cet insecte ravageur.

- La deuxième partie expérimentale, divisée en trois chapitres.

Le premier décrit les principales caractéristiques de la région et du verger d'étude, le deuxième le matériel et méthodes utilisés lors du protocole expérimental. Le chapitre trois regroupe les résultats issus des différents essais réalisés sont également détaillés et discutés.

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

Première partie

Etude Bibliographique

Chapitre I

Aperçu générale sur le carpocapse des
pommes et poires (*Cydia pomonella* L.) et
son hôte le pommier (*Malus domestica*
Borkh.)

Chapitre I-Aperçu générale sur le carpocapse des pommes et poires (*Cydia pomonella* L.) et son hôte le pommier (*Malus domestica* Borkh.)

I-1- présentation du carpocapse (*Cydia pomonella* L.)

I-1-1- Classification

Selon **Pajač et al. (2011)** la classification du carpocapse des pommes et des poires est la suivante :

Ordre: Lepidoptera Linnaeus, 1758

Sous ordre: Microlepidoptera

Famille: Tortricidae Latreille, 1803

Sous famille: Olethreutinae

Tribu: Grapholitini

Genre: *Cydia* Hubner, 1825

Espèce: *Cydia pomonella* (Linnaeus, 1758)

I-1-2-Plantes-hôtes

C'est un ravageur répandu sur le pommier, le poirier et le noyer. Dans une moindre mesure, les coings, les abricots, les pêches, les cerises, les aubépine, les châtaignes et les pruneaux sont infestées (**Asser-Kaiser et al., 2007**).

I-1-3-Historique et propagation

C. pomonella est originaire de l'Eurasie (**Lasceve et al., 1972 ; Pajač et al., 2011**), mais il a pu réaliser une distribution quasi mondiale en raison de son histoire évolutive et son énorme potentiel d'adaptation (**Figure 1**).

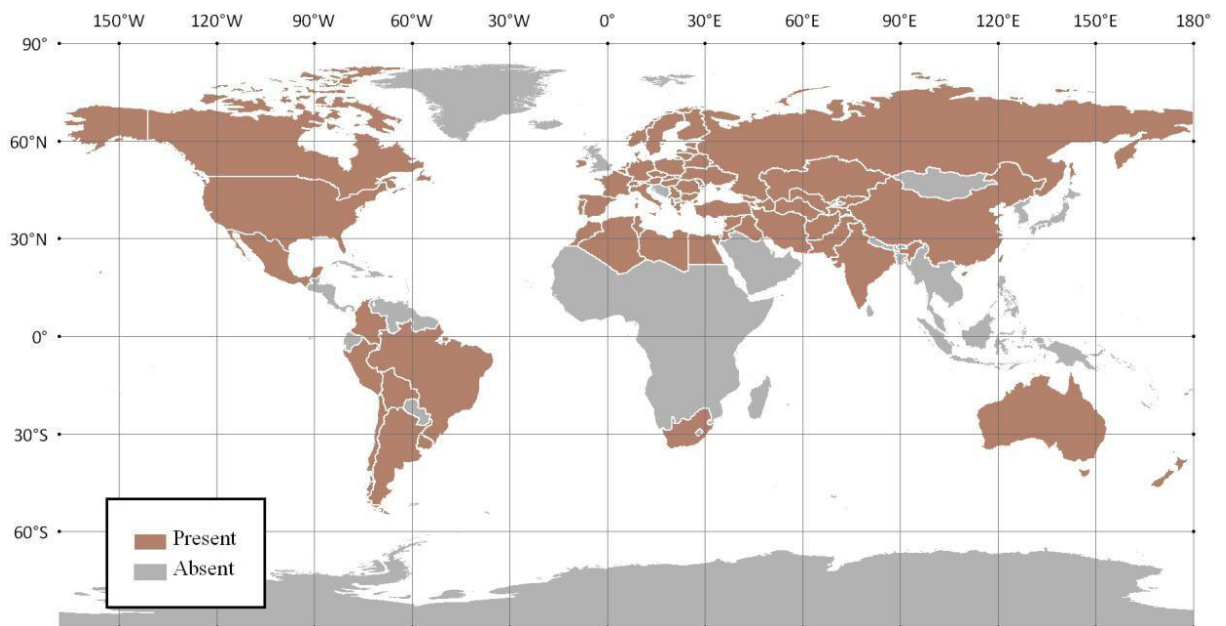


Figure 1: Répartition générale de *C. pomonella* (L.) (De Waal, 2011).

I-1-4-Description et Biologie

I-1-4-1- Description

C. pomonella est une espèce très caractéristique ne pouvant être confondue avec aucune autre, avec une envergure de 15-22 mm et les ailes antérieures subrectangulaire gris cendré, striolées transversalement de fines lignes brunes, champ basal légèrement foncé à l'extrémité de l'aile, le speculum est très caractéristique, à fond brun encadré de deux lisières bronzés dorés brillants (Chambon, 1968) (Figure 2D).

Les œufs sont d'environ 1 mm en taille, en forme de disque transparent et blanc lors de la première portée, ensuite deviennent blanc opaque et développent un anneau rouge (Pajač *et al.*, 2011) (Figure 2A).

La larve est blanchâtre, avec tête noire, elle mesure 1,5 mm à l'éclosion. Elle passe par 5 stades et atteint à la fin de son développement 2 cm de long, son corps devient rose claire et seule la tête demeure brunâtre. La plaque thoracique est brune claire, sur chaque segment des tubercules sombres d'où émergent des soies souples et fines. Les quatre paires de fausses pattes abdominales sont menus de 2 à 35 crochets semblables et disposés en une seule rangée, entourés de couronnes de spicules, les fausses pattes anales sont hérissées de 15 à 25 crochets seulement (Hmimina, 2007). Le chétotaxie (la disposition des soies) est typique des autres

CHAPITRE I

Olethreutinae. La fourche anale est absente ce qui la distingue des autres tordeuses de fruits (Wearing *et al.*, 2001) (Figure 2B).

Les chenilles sont blanc au rose avec une tête brun tacheté et protégée au sommet du premier segment derrière la tête. Ils ont de petites verrues sombres avec des poils brun clair sur les côtés. Les Chenilles adultes peuvent se développer jusqu'à 18 à 20 mm (Pajač *et al.*, 2011).

Le cocon est de 8-10 mm de long, de couleur jaune-brun à une couleur brun foncé (Pajač *et al.*, 2011) et il possède 10 segments abdominaux. Sa coloration varie de brun jaune au brun foncé les deux sexes se distinguent par la disposition des sillons génitaux visibles ventralement sur le cône terminal (Figure 2C).

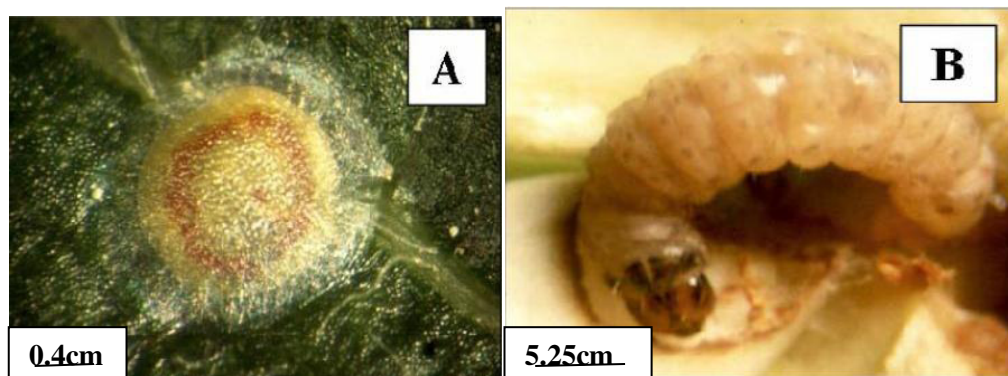


Figure 2 (A-B): L'œuf et la larve de *C. pomonella* (Gonzalez, 2007).

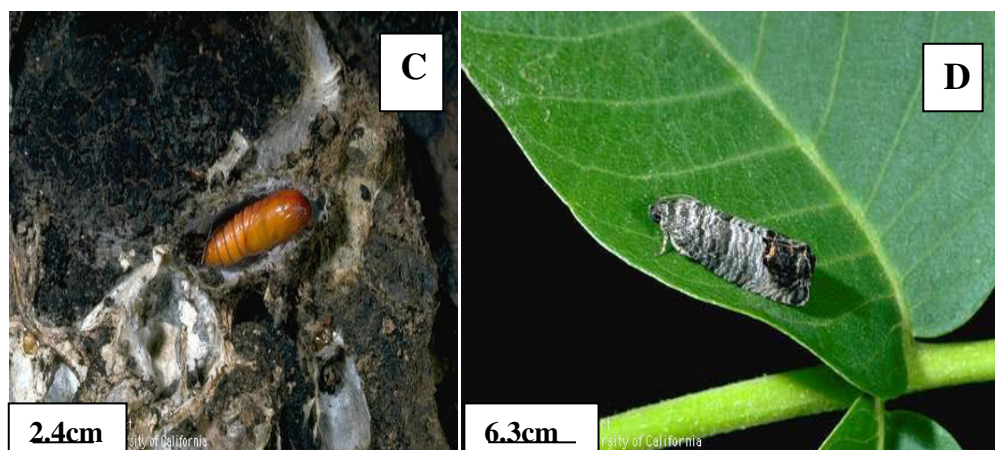


Figure 2 (C-D): La Chrysalide et l'adulte de *C. pomonella* (Caprile & Vossen, 2011).

CHAPITRE I

I-1-4-2- Biologie

C. pomonella passe l'hiver sous forme d'une larve diapausante installée dans des anfractuosités de l'écorce du tronc, ou dans le sol au pied des arbres. Cette espèce possède une diapause facultative en cinquième stade larvaire afin de survivre les conditions défavorables (Bloem *et al.*, 1999).

Cette larve se nymphose à partir de début avril et donne lieu à l'émergence d'un adulte (Pemsel *et al.*, 2010). Cet adulte vit une quinzaine de jours, période durant laquelle il se reproduit.

Les femelles pondent jusqu'à 80 œufs isolés sur les fruits, la face supérieure des feuilles et parfois sur les rameaux. La durée d'incubation varie entre 7 et 15 jours selon la température (Charmillot & Höhn, 2004).

La ponte diminue lorsque la température est inférieure à 15°C et s'arrête complètement au-dessous de 12°C (Charmillot & Höhn, 2004).

A l'éclosion, les larves cheminent vers les fruits et cherchent un point de pénétration durant une phase nommée « stade baladeur » qui dure 2 à 5 jours (Ricci *et al.*, 2011).

C'est la seule période durant laquelle la larve est directement exposée aux insecticides, le reste de la vie larvaire se déroulant à l'intérieur du fruit. Les larves creusent une galerie en spirale d'abord juste sous la surface du fruit, puis en direction de la zone des pépins. Cette vie larvaire dure de 20 à 30 jours avec 5 stades successifs; ensuite, la larve quitte le fruit et cherche un abri pour tisser son cocon. En fonction des conditions climatiques, elle pourra alors soit se nymphoser directement, conduisant à une nouvelle génération dans la même saison, soit entrer en diapause au dernier stade pour passer l'hiver (Ricci, 2009) (**Figure 3**).

Les papillons sont particulièrement actifs durant les soirées calmes et chaudes, au crépuscule.

L'activité des papillons est fortement influencée par l'intensité lumineuse, la température ambiante, l'humidité atmosphérique et le vent. Les vols sont très importants durant les 20 minutes qui précèdent et suivent le coucher du soleil. La température favorable au vol se situe au-dessus de 13°C. Les pluies et les fortes humidités atmosphériques immobilisent l'insecte (Hmimina, 2007).

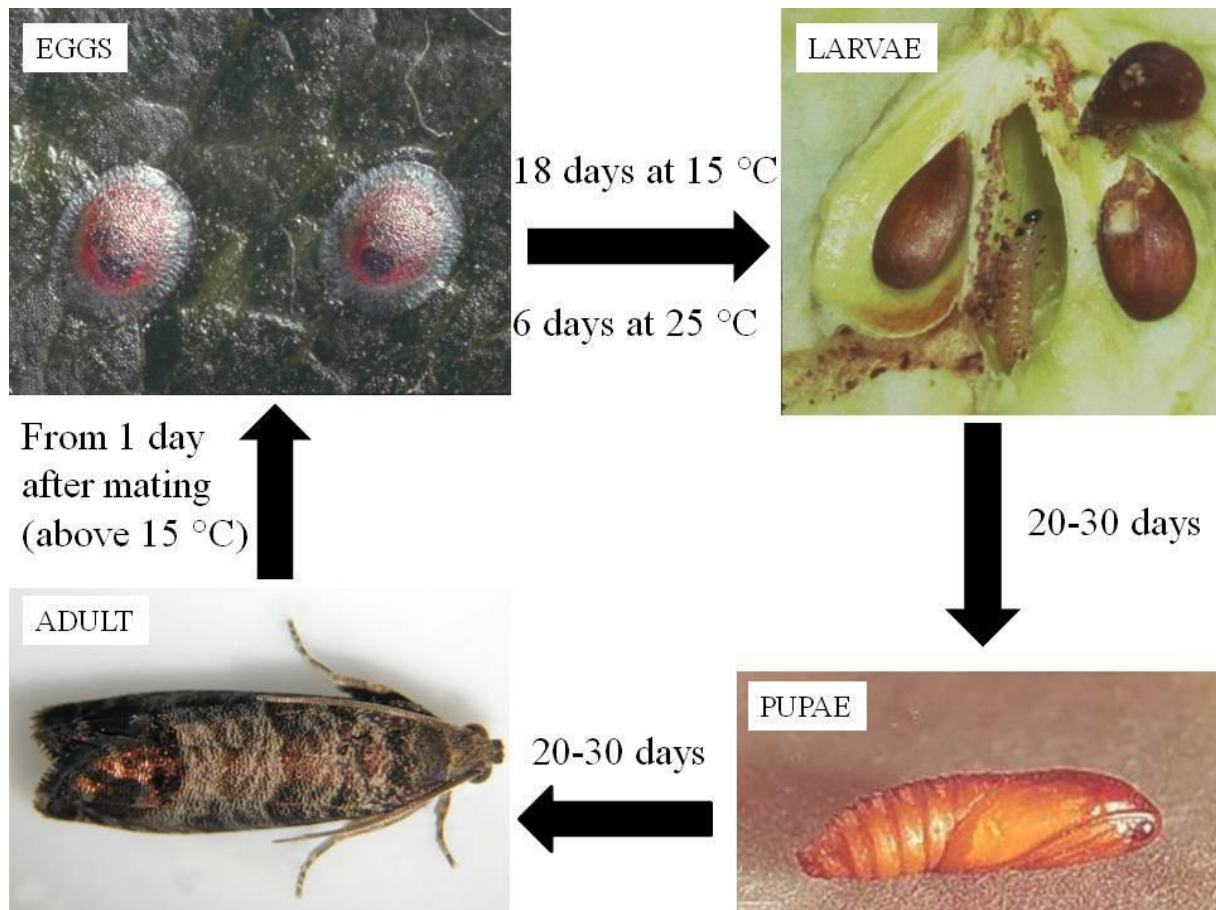


Figure 3: Cycle de vie de *C. pomonella* (Chidawanyika, 2010).

I-1-5- Dégâts

Le Dommage résulte de blessures d'alimentation peu profondes qui provoquent des cicatrices des fruits, des dommages causés par l'alimentation directe à la pulpe de fruits ou des graines, ou de contamination indirecte des fruits par des matières fécales larvaires (Welter, 2009) (Figure 04).

Selon Hmimina (2007) il existe différent types de dégâts :

- **Attaques actives:** entrées des larves avec défécations visibles de l'extérieur causant souvent la chute des fruits. Galeries en spirales sous l'épiderme évoluant profondément jusqu'aux pépins. Attaque du fruit par l'œil, surtout sur poirier (Figure 05 A) ;
- **Attaques stoppées:** taches brunâtres de 2 à 3 mm recouvrant une zone subérisée, pas de galerie interne (Figure 05 B) ;

► **Attaques cicatrisées:** formation d'un tissu cicatriciel quelquefois proéminent à l'endroit d'une ancienne attaque arrêtée (**Figure 05 C**).



Figure 04: Une pomme endommagée par *C. pomonella* (Welter, 2009).

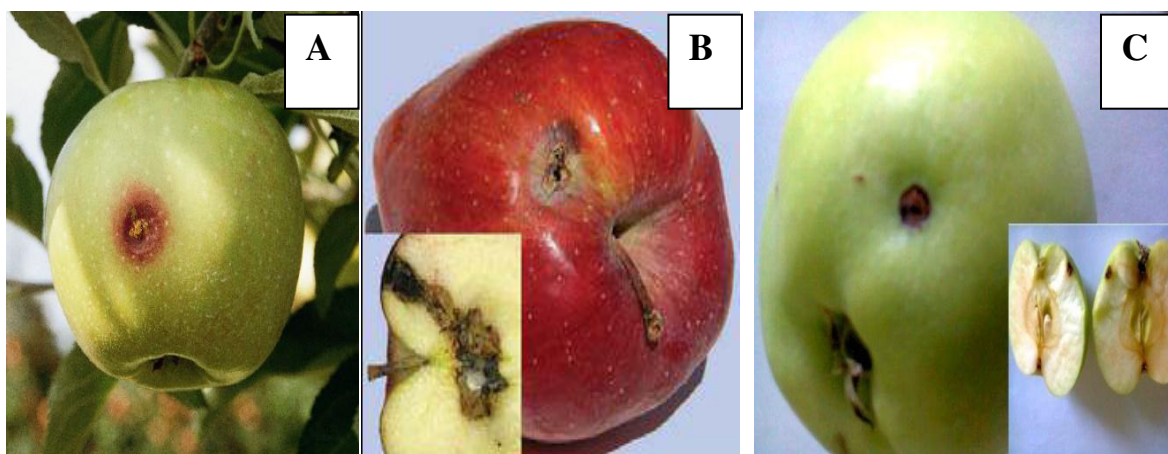


Figure 5 : A: Dégât cicatrisé d'une larve de *C. pomonella*, B: Dégât actif, C: Dégât stoppé (Jones *et al.*, 2004).

I-1-6- Nombre de générations de carpocapse en Algérie

Le **Tableau 01** illustre le début et la fin de chaque génération ainsi que le nombre de générations du carpocapse dans la région de Batna. Après dix années successives de suivi par la S.R.P.V. d'Ain-touta et avec les changements climatiques de l'année, le nombre de générations reste identique (3 générations) sauf pour les années (2009-2010-2013) qui sont marqués par deux génération.

CHAPITRE I

Notons que pour l'année 2013, le carpocapse a présenté deux générations mais ont duré presque 6 mois allant de la fin-Mai 2013 à la mi-septembre 2013 :

- la première génération débute de la fin-Mai et s'achève le début juillet.
- la deuxième s'étale de la mi-juillet à la mi-septembre.

Tableau 01: Déroulement des vols de *C. pomonella* dans la région de Batna (S.R.P.V. d'Ain-touta, 2013).

	Première génération		Deuxième génération		Troisième génération		Nombre de générations
	Début	Fin	Début	Fin	Début	Fin	
2004	15/04	09/06	09/06	30/07	30/07	18/09	03
2005	17/04	07/06	07/06	03/08	03/08	20/09	03
2006	19/04	13/06	13/06	02/08	02/08	26/09	03
2007	23/04	04/06	04/06	06/08	06/08	08/10	03
2008	13/04	09/06	15/06	17/08	17/08	19/10	03
2009	21/04	21/05	-	-	21/07	21/08	02
2010	18/04	18/05	-	-	18/07	18/08	02
2011	11/04	11/05	11/05	11/07	11/07	11/09	03
2012	23/05	23/06	23/07	23/08	23/08	23/09	03
2013	20/05	07/07	14/07	15/09	-	-	02

I-2- Présentation du Pommier (*Malus domestica* Borkh.)**I-2 -1- Origine et répartition géographique**

Malus domestica Borkh. est endémique de la zone allant des Balkans jusqu'au nord des montagnes de l'Altaï. Certains auteurs considèrent que le pommier cultivé dérive plus directement de *Malus sieversii* (Ledeb.) Roem, endémique des montagnes d'Asie centrale. Il se rencontre sur une zone immense entre les latitudes nord 30° et 60° (Oukabli, 2004).

I-2 -2- Données économiques sur le pommier

La Chine est le premier producteur de pommes avec environ 37 millions de tonnes, (Tableau 02).

En Afrique, l’Egypte connaît une hausse intéressante de la production tant pour la production que le rendement qui reste supérieur à 255,97 T/ ha, vient ensuite le Maroc, qui connaît une évolution de secteur pommicole suite à l’augmentation des surfaces, dont la production a atteint 485,642 tonnes et un rendement de 153,43 T/ ha.

En Algérie, la production est arrivée à 397,529 tonnes en 2012, et un rendement moyen en 97,29 tonnes/ ha, malgré ces potentialités et sa grande superficie 40,858 ha.

Tableau 02 : Importance de la culture du pommier par zone de production (F.A.O., 2012)

Zone de production		Superficie (Ha)	Production (T)	Rendement (T/Ha)
Afrique	Algérie	40,858 .00	397,529	97,2952.7
	Maroc	31,651.00	485,642	153,436.54
	Egypte	21,145.00	541,239	255,965.48
	Tunisie	23,500.00	111,000	47,234.04
Asie	Chine	2,060.000	37, 000	179,611.65
	Japon	37,400.00	793,800	212,245.99
	Inde	321,900.00	2, 203,400	68,449.83
	Iran	134,000.00	1, 700,000	126,865.67
	Ukraine	105,500.00	1,126,800	106,805.69
	Russie	183,300.00	1, 403,000	76,541.19
	Pologne	194,680.00	2,877,336	147,798.23

CHAPITRE I

Europe	France	41,051.00	1, 382,901	336,873.89
	Italie	54,684.00	1, 991,312	364,148.93
	Roumanie	55,366.00	462,935	83,613.59
	Espagne	31,200.00	558,900	179,134.62
	Autriche	6,051.00	471,420	779,077.84
	Turquie	150,847.00	2, 889,000	191,518.56
Amérique	Canada	15,489.00	269,837	174,212.02
	Chili	36,500.00	1, 625,000	445,205.48
	Brésil	38,457.00	1, 335,478	347,265.26
	USA	132,656.00	4, 110,046	309,827.37
Océanie	Australie	22,000.00	289,064	131,392.73

Tableau 03 : Evolution de la culture de pommier (arrachage et plantation) dans la wilaya de Batna (2003-2013) (DSA, 2013).

Années	Superficie totale (ha)	Superficie en rapport (ha)	Nombre d'arbre	Arrachage
2002/2003	2720	1160	539	0
2003/2004	2919	1344	199	0
2004/2005	3338	1417	419	0
2005/2006	3416	2186	78	0
2006/2007	3449	2299	33	41
2007/2008	3466	2553	17	0
2008/2009	3496	3010	30	24
2009/2010	3500	3189	4	0
2010/2011	3500	3310	0	0
2011/2012	3500	3388	3	0
2012/2013	3500	3500	2	0

La wilaya de Batna est parmi les principales régions productrices de la région des Aurès dont elle occupe la troisième place au niveau national après les wilayas de Média et Ain

CHAPITRE I

Defla, dont la superficie totale occupée par le pommier a passé de 2720 ha (2002/2003) pour atteindre 3500 ha en 2012-2013 (**Tableau 03**) (**D.S.A, 2013**).

D'après le **tableau 03**, nous signalons que la production reste irrégulière, faible et fluctue d'une année à l'autre, malgré l'effort fourni au niveau de la wilaya de Batna pour développer la culture de pommier, ce qui peut être due à l'impact des ravageurs du pommier, mal contrôlés au niveau de la wilaya et l'utilisation non raisonnée des pesticides.

Tableau 04 : Evolution de la culture de pommier dans la région d'Inoughissen (2007-2014) (DSA, 2013).

Années	Superficies (ha)	Production (qx)
2007/2008	150	13080
2008/2009	150.62	13860
2009/2010	150.62	29675
2010/2011	175	50505
2011/2012	177,5	43940
2012/2013	178	63700
2013/2014	181	56800

Dans la région d'Inoughissen, la production la plus faible est signalé pendant la campagne agricole 2007/2008 avec 13080 qx et en 2008/2009 avec 13860 qx, puis en enregistrant une hausse importante de production pendant les campagnes suivantes avec la production la plus élevée enregistrée durant la campagne 2012/2013 avec 63700 qx.

I-2 -3- Ravageurs et maladies de pommier

Le verger du pommier subit des agressions de diverses natures, il en résulte des altérations d'organes et des pertes de rendements. Parmi les importants ravageurs et maladies on peut citer: Carpocapse des pommes et des poires (*C. pomonella* L.), Tordeuse à bandes obliques (*Choristoneura rosaceana*), puceron lanigère (*Eriosoma lanigerum*), puceron cendré (*Dysaphis plantaginea*), puceron vert (*Aphis pomi*), l'acarien rouge (*Panonychus ulmi*) et l'acarien jaune (*Tetranychus urticae*), la Tavelure (*Venturia inaequalis*), l'Oïdium (*Podosphaera leucotrichia*) et le feu bactérien (*Erwinia amylovora*) (**Blommers et al., 1994 ; Janick & Moore, 1996**).

CHAPITRE I

Les principaux ravageurs et maladies du pommier signalés en Algérie sont : l'acarien rouge (*Panonychus ulmi*) et l'acarien jaune (*Tetranychus urticae*), le puceron cendré (*Dysaphis plantaginea*), le puceron vert (*Aphis pomi*), le puceron lanigère (*Eriosoma lanigerum*), le Pou de San José (*Quadraspidiotus perniciosus*) et le carpocapse des pommes et des poires (*C. pomonella* L.).

Dans la wilaya de Batna les ravageurs, qui ont une importance économique et qui nécessitent un encadrement phytosanitaire sont : Le Pou de San José (*Quadraspidiotus perniciosus*) et le feu bactérien (*Erwinia amylovora*) ainsi le carpocapse des pommes et des poires, *C. pomonella* qui est un ravageur clé et permanent des régions pommicoles au niveau de la wilaya et cause des dégâts énormes aux cultures de pommier (D.S.A, 2013).

Chapitre II

Sélection de la plante-hôte par les insectes phytophages

Chapitre II: Sélection du site de ponte par les insectes ravageurs

II - 1- Généralités

Chez les insectes phytophages, les femelles déterminent généralement la qualité des hôtes en utilisant des indices perçus à distance (p. ex. les indices visuels tels que la couleur et la forme de l'hôte; les indices chimiques volatils émis par une plante) et au contact de l'hôte (p. ex. les indices tactiles tels que la taille et la morphologie de l'hôte; les indices chimiques de contact) (**Stadler, 2002 ; Nishida, 2005**). La qualité nutritionnelle d'un hôte est l'un des principaux facteurs intervenant dans le choix du site de ponte, dans la mesure où elle affecte la performance larvaire (p. ex. les apports en hydrocarbures et en azote d'une plante hôte) (**Ohgushi, 1992**).

Grâce à un équipement sensoriel spécifiquement adapté (**Figures 07 & 08**), l'insecte détecte par olfaction et vision à distance et par gustation et mécanoréception au contact de la plante des signaux chimiques et physiques produits par celle-ci. L'intégration par ces différents signaux au niveau du système nerveux central (SNC) forme l'image sensorielle, qui va être comparée avec celle stockée et fixée génétiquement chez l'insecte, qui peut se modifier par l'expérience (**Schoonhoven et al., 1998**). L'acceptation ou le rejet de la plante-hôte par un insecte poursuit une séquence qui aboutit à des réponses positives ou négatives et qui dépend sur des interactions doubles entre l'ensemble des stimulateurs ou des inhibiteurs chimiques de la plante-hôte et la situation interne de l'insecte (**Dethier, 1982**).

II - 2- Séquence comportementale aboutissant à la ponte

II -2-1- Le mécanisme global

Le choix d'une plante-hôte passe de deux grandes étapes : (1) une orientation à distance reposant sur des caractéristiques olfactives et visuelles des parties aériennes de la plante-hôte. (2) et une reconnaissance au contact avec la surface de la plante par l'intermédiaire de stimuli visuels et/ou tactiles chimique (**Van loon, 1996**).

II -2.1.1- Phase de recherche à distance

Pour trouver un site de ponte acceptable, la femelle gravide réalise une séquence d'actes comportementaux répondant à une succession de signaux spécifiques de la plante-hôte qui la guident vers le site de ponte (**Schoonhoven et al., 1998**). La première étape (détection à distance) met en jeu des stimuli visuels, des composés chimiques volatils, ou les deux à la fois (**Derridj & Wu, 1995 ; Prokopy & Owens, 1983 ; Ramaswamy, 1988**). Lorsque les femelles sont à la quête d'un site de ponte, elles utilisent généralement leurs perceptions visuelles et olfactives afin de discerner les plantes-hôtes dans l'habitat (**Visser, 1988**). Dans la

CHAPITRE II

plupart des cas, la découverte de la plante-hôte ou du site de ponte est associée à la perception de volatils (Prokopy & Owens, 1983). Pour la découverte d'une plante-hôte, la femelle suit un panache d'odeur (Kennedy, 1986) afin de retrouver l'origine de la source. Le comportement de recherche de la plante-hôte est similaire à la découverte d'une femelle émettant une phéromone sexuelle par un mâle. La recherche de sites de ponte spatialement et temporellement distribués aléatoirement favorise le déplacement des individus, soit au hasard, soit en suivant un patron de migration précis, vers des zones plus favorables à la ponte (Forcier, 1998). Étant donné que l'endroit où la femelle dépose ses œufs a un effet déterminant sur son fitness (Gatehouse & Zhang, 1995), il serait intéressant pour la femelle de pouvoir minimiser le délai entre la découverte d'un site acceptable et la reproduction.

II -2.1. 2- Phase d'évaluation par contact

Une fois au contact de la plante, les insectes peuvent faire appel à la gustation ou au toucher (mécanoréception), en plus de l'olfaction et de la vision. De nouveau, des composés chimiques présent à la surface des plantes (ou accessibles si l'insecte mord ou pique la plante) jouent un rôle important dans l'acceptation ou la non acceptation de la plante par l'insecte. Ces composés sont soit des stimulants ou des déterrents selon leur action sur l'insecte (Dethier *et al.*, 1960). Les stimulations tactiles nécessitant l'entrée en contact avec les plantes-hôtes, sont surtout utilisées à des fins de confirmation de l'identité et de l'acceptabilité de la plante-hôte potentielle (Visser, 1988).

La texture du tégument de la plante (lisse ou pileux par exemple) revêt également une importance certaine dans le choix d'une plante donnée par l'insecte (Bernays & Chapman, 1994). En ce qui concerne *C. pomonella*, lorsqu'il est au contact avec la surface de la plante-hôte, et après un examen de cette surface par des contacts répétés de ses pattes, antennes et ovipositeur, l'insecte tente de percevoir des signaux physiques et chimiques lui indiquent l'acceptabilité du site, pour cela la femelle pond un seul œuf dont d'autres signaux peuvent stimuler la femelle pour continuer la ponte et déposer d'autres œufs (Curtis *et al.*, 1990).

II - 3 - Les signaux de la reconnaissance d'un site de ponte

II -3.1- les facteurs physiques

II -3.1.1- Les stimuli visuels

α - La vision

La vision est le mode de détection à "longue distance" qui guide généralement les insectes vers les sites d'accouplement et de ponte dans un vaste habitat.

CHAPITRE II

β- La couleur et la forme

Les comportements habituels des insectes, tels que la ponte et l'alimentation, peuvent être influencés par la perception des stimuli visuels correspondent à des couleurs ou encore à des formes (de tailles données) (**Bernays & Chapman, 1994**).

En général, les insectes phytophages sont attirés par des longueurs d'ondes correspondant à des tons de vert ou de jaune avec une réponse maximum de 500-600 nm. Les plantes ont des feuilles verdâtres sont plus préférées pour la ponte (**Ananthakrishnan, 1990**). Dans la nature, l'orientation de la femelle de *C. pomonella* vers la plante-hôte se fait d'abord à distance à partir des repères visuels (la silhouette de l'arbre) (**Pszczolkowski & Brown, 2005**).

II -3.1.2- Les stimuli physiques de contact

α- Les cires

Les insectes sont exposés, sur la surface de la plante, à des composants lipidiques de la couche de cire épicuticulaire, et la composition de cette couche joue un rôle dans la reconnaissance et de la résistance de la plante-hôte (**Eigenbrode & Espelie, 1995**).

β- La texture

Les Trichomes sont impliqués dans les étapes initiales de l'acceptation de l'hôte (**Southwood, 1986 ; Bernays & Chapman, 1994**).

La densité des trichomes des deux côtés de la feuille est corrélée négativement avec la distribution des œufs de *C. pomonella* (**Elmer et al., 1980 ; Curtis et al., 1990**).

II -3.1.3- Les stimuli chimiques

La localisation visuelle de l'hôte permet aux insectes de retrouver les plantes intéressantes, mais seulement sur de courtes distances. Pour localiser un hôte sur de très longues distances, la perception de substances chimiques, comme les allélochimiques est nécessaire.

En plus des indices physiques de la surface des plantes, les produits chimiques sont essentiels pour l'acceptation de la plante et, par la suite, la stimulation de ponte.

Les feuilles libèrent normalement de petites quantités de composés chimiques volatils qui agissent à distance comme des attractifs, qui induisent chez l'insecte des mouvements orientés vers la source de l'odeur, ou des répulsifs qui ont un effet inverse (**Dethier, 1982; Visser, 1986 ; Bernays & Chapman, 1994**), mais quand une plante est endommagée par les insectes herbivores, beaucoup plus de substances volatiles sont libérés. Les composés volatils varient en fonction de la plante-hôte et les espèces d'insectes herbivores. Ces substances

CHAPITRE II

volatiles attirent les insectes parasites et prédateurs. Ils peuvent également induire des réactions de défense chez les plantes.

Les insectes peuvent détecter les métabolites primaires par contact avec les sensilles gustatives sur leurs pattes et leur ovipositeur (Stadler, 1984). Des métabolites primaires ainsi que des métabolites secondaires sont présents dans le phylloplan (Derridj *et al.*, 1989, 1996 ; Vrieling & Derridj, 2003).

II -3.2.1- Les substances volatiles ou faiblement volatiles

Wearing & Hutchins (1973), Landolt *et al.* (2000), Light *et al.*, (2001), Yan *et al.* (2003), Coracini *et al.* (2004), Ansebo *et al.* (2004) ont démontré que les substances volatiles de pommes vertes pourraient progresser la périodicité des comportements de reproduction et de stimuler les réponses olfactives de ver de pomme pour s'accoupler. α - Farnésène, parmi de nombreux composants en matières volatiles de pommes, a été prouvé à jouer un rôle majeur dans la recherche de la plante-hôte et de la reproduction du carpocapse. La sesquiterpénique trouvée dans les pommes (*Malus domestica* Borkh), (E, E)- α - farnésène (E, E- α F) (Murray *et al.* 1964), a été identifiée à la fois comme un attractif larvaire clé et un stimulant de ponte pour *C. pomonella* (Sutherland & Hutchins, 1972 ; Knight & Light, 2001).

Plusieurs composés volatils de pommes provoquent une forte réponse antennaire chez les mâles et les femelles de ce papillon (Bengtsson *et al.*, 2001). Parmi les composés les plus actifs sont (E, E) - β - farnésène, ($\pm$) - linalol, salicylate de méthyle, (Z) - 3 -hexène- 1 -ol , l'acétate (Z) -3- hexényle , (Z) - 3 -hexényle 2-méthyl- butanoate d'éthyle , (Z)-3-hexanoate hexényle , (Z)-3- hexényle benzoate , l'hexanoate de butyle, d'hexyle et le butanoate. Deux composés, (E) - farnésène et farnesol, ont en outre été démontrés pour attirer les papillons mâles dans les tests de piégeage sur le terrain (Yang *et al.*, 2004).

Les papillons mâles sont attirés par les substances volatiles de plantes qui interviennent avant l'accouplement, dont les mâles volent autour des arbres hôtes convenables, bien avant que les phéromones sexuelle sont émises par les femelles (Coracini *et al.*, 2004, Trona *et al.*, 2010).

II -3.2.2- Les substances de contact non-volatiles

* Les métabolites primaires

Ces substances peuvent donner une information nutritionnelle à l'insecte lorsqu'il se pose sur la surface des feuilles. Elles constituent pour certains insectes, les ultimes signaux biochimiques détectables avant le dépôt des oeufs. En effet, certaines femelles de lépidoptères n'ont jamais de contact avec l'intérieur de la plante avant de pondre. Des sucres solubles, des acides amines libres et des acides organiques, ont ainsi été analysés et le rôle de ces

CHAPITRE II

substances a été étudié dans le comportement de sélection de la plante-hôte par un insecte polyphage (*Ostrinia nubilalis* Hbn., lepidoptère. *Pyralidae*) (Derridj *et al.*, 1996).

A partir d'expériences poursuivies sur plantes entières, les sucres solubles ont une action positive dans la préférence du site de ponte de l'insecte (Derridj *et al.*, 1989).

Outre les protéines présentes dans les plantes qui sont généralement des facteurs limitant pour la croissance normale des insectes. Chez les pucerons et les locustes, les constituants lipophiliques dominants sur les surfaces foliaires (acides gras, esters) ont un rôle de promouvoir les tests de piqures et de pénétration subséquent la prise de nourriture et la ponte (Ohgushi, 1992).

* Les métabolites secondaires

Les métabolites secondaires ou les allélochimiques sont des molécules informatives naturelles qui modifient le comportement et la physiologie d'un organisme vivant, et qui sont perçus grâce aux organes sensoriels externes des insectes (Arnaud *et al.*, 2003). Selon l'effet bénéfique, négatif ou neutre induit sur l'émetteur ou receveur ces dernières se répartissent en différents groupes: les Allomones, les kairomones, les Synomones et les Apneumones (Arnaud *et al.*, 2003).

Ceux-ci ne sont pas nécessaires pour la croissance de la plante, mais lui confère une protection biochimique contre certains pathogènes, les autres plantes et les insectes phytophages, soit par une toxicité directe, en réduisant la digestibilité, ou dissuader l'alimentation, et d'attirer les ennemis naturels de l'herbivore. Les plantes produisent une grande variété d'allélochimiques. Plus de 100 000 sont connus à ce jour (Nicole, 2002).

La majorité des composés identifiés actifs sur la ponte d'un insecte phytophage sont caractéristiques de la famille de la plante étudiée et proviennent le plus souvent du métabolisme secondaire (Ex. : glucosinolates, phénols, flavonoïdes, quinones, coumarines, di-, tri- et sesquiterpènes, stéroïdes, saponines, alcaloïdes) (Maher, 2002).

II- 4-Aperçu sur l'ultrastructure de la cuticule d'une plante

La cuticule est une fine structure extracellulaire protectrice recouvrant l'épiderme de toute les surfaces aériennes (feuilles, tiges et fruits) des plantes vasculaires (Maher, 2002), elle joue un rôle de première importance dans les transferts s'effectuant entre la plante et son environnement aérien (Schoonhoven *et al.*, 1998).

La cuticule se compose d'une matrice de cutine insoluble et des cires cuticulaires solubles, que l'on peut séparer en cires intracuticulaires, intégrées dans la cutine et en cires épicuticulaires formant une fine couche superficielle (Jetter *et al.*, 2000), les cires sont

CHAPITRE II

synthétisés et sécrétés par les cellules de l'épiderme et seraient entrainer à travers la membrane cuticulaire vers la surface par un courant continu de molécules, d'eau crée par la transpiration cuticulaire (Neinhuis *et al.*, 2001) (Figure 06).

La cuticule joue un rôle essentiel de protection de feuille contre les agressions externes biotiques et abiotique et le contrôle des échanges hydriques entre la plante et son milieu extérieur (Schreiber *et al.*, 1996). Elle peut aussi protéger les tissus des dommages mécaniques qui peuvent être causés par des chocs divers (Baker & Hunt, 1986). La cuticule semble avoir un rôle non négligeable dans la composition en métabolites primaires de la surface de la feuille et elle a un rôle discriminant sur le passage des sucres (Cassier *et al.*, 2000)

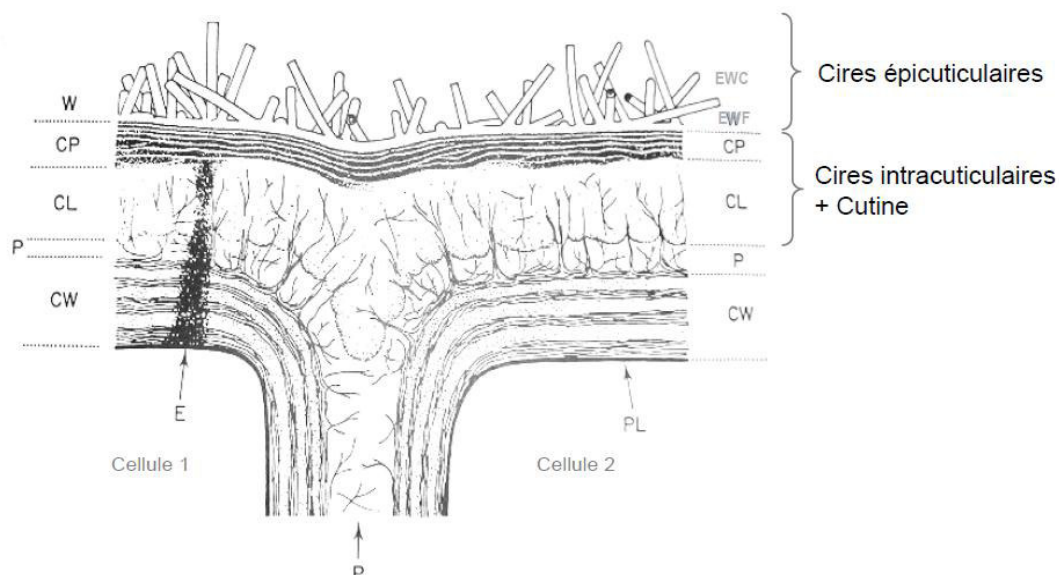


Figure 06 : Coupe transversale schématisée de la surface d'une plante montrant deux cellules de l'épiderme recouvertes par la cuticule (Jeffree, 1996 Cité par Maher, 2002) (CW) parois cellulaires, (P) la lamelle moyenne de pectine, (CL) lamelle cuticulaire, (Cp) cuticule proper, (EWF) film, (EWC) cristaux des cires épicuticulaires, (PL) plasmalemma, (E) ectoderme.

II - 5-Détection sensorielle chez les insectes phytophages

II -5-1-L'organe sensoriel : La sensille

Les sensilles représentent des micro-organes sensoriels véritablement programmés pour l'olfaction ou la gustation, spécifiques à une molécule ou à une famille de molécules chimiques, et fonctionnent comme des micro-capteurs périphériques des molécules odorantes de l'air environnant (Picimbon, 2002). Les sensilles sont des modifications de la cuticule

CHAPITRE II

abritant les cellules nerveuses permettant à celles-ci de détecter un stimulus spécifique. Les sensilles sont caractéristiques des arthropodes (Bernays & Chapman, 1994).

II -5-2- Types de sensilles chez les insectes

Le répertoire sensillaire des insectes est très varié, répondant parfaitement à la diversité des stimuli chimiques et au nombre infini de molécules odorantes et gustatives (Descoins, 2001).

Sur la base de leur spécificité chimiosensorielle, il y a plusieurs types de sensilles olfactives et gustatives (Figures 08 & 09) (Howse *et al.*, 1998 ; Picimbon, 2002) : sensilles trichodéiques, sensilles basiconiques, sensilles placodéiques, sensilles chaétiques, Sensilles Coeloconiques.

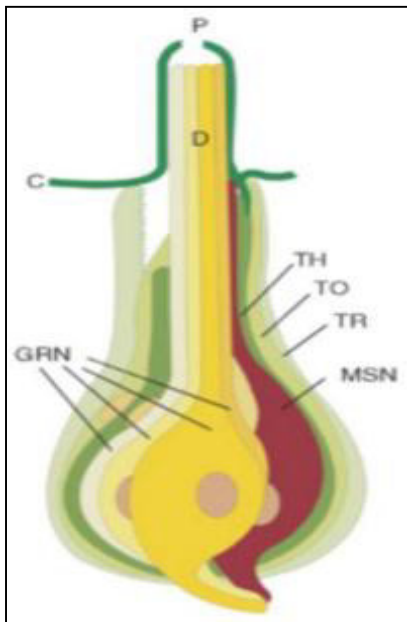


Figure 07 : Structure d'une Sensille gustative (Amrein & Thorne, 2005).
GRN ; Gustatory receptore neurone, (P) pore terminal. TH) thocogène, (TO) tormogène (TR), trichogène, (MSN) un neurone mécano-sensoriel.

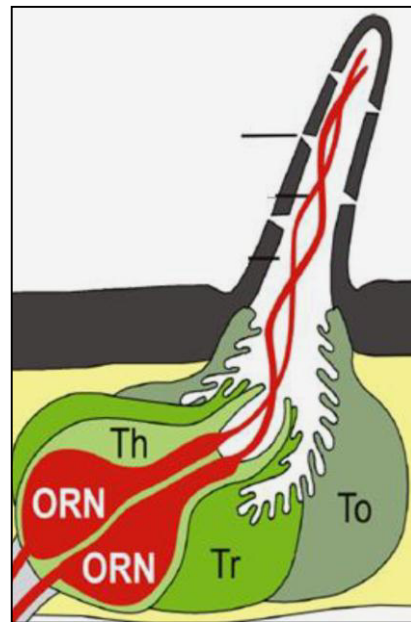


Figure 08: Structure d'une sensille olfactive (Amrein & Thorne, 2005).
(TH) thocogène, (TO) tormogène (TR), trichogène, ORN ; olfactory receptor neurone.

Chapitre III :
Lutte contre le carpocapse des pommes
et poires (*Cydia pomonella* L.)

Chapitre III : lutte contre le carpocapse des pommes et des poires, *C. pomonella* L.

III- 1- Lutte chimique

Il existe plusieurs méthodes pour réduire les populations de *C. pomonella*. La principale méthode consiste à utiliser des insecticides organophosphorés ou des régulateurs de croissance lorsque le seuil d'intervention est atteint (**Chouinard et al., 2001**). Ces insecticides sont divers produits neurotoxiques organophosphorés qui ont été intensivement utilisés contre le carpocapse de la pomme dans le monde entier. Parmi ceux-ci, azinphos-méthyle, qui est actuellement interdit dans l'Union européenne (**Rodríguez et al., 2012**), les carbamates, les pyréthriinoïdes, et les néonicotinoïdes. Toutefois, l'utilisation intensive d'insecticides chimiques a conduit à un problème sérieux de résistance. Depuis le milieu des années 50 le parasite a développé une résistance à divers insecticides appartenant à des classes chimiques différentes (**Voudouris et al., 2011**). Les insecticides benzoylurée inhibiteurs de synthèse de la chitine qui sont des régulateurs de croissance des insectes ont une forte activité larvicide et ovicide sur le ravageur ciblé, mais démontre également une activité sublétales sur *C. pomonella*, **Hoying & Riedl (1980)** font référence aux cas où il n'existe pas l'effet mortelle en direct contact avec le pesticide, mais les effets sont observés sur la population dans la génération suivante à la suite de la fécondité réduite ou la viabilité (**Kim et al., 2011**).

La résistance aux inhibiteurs de croissance des insectes, diflubenzuron a été détectée au début des 1990 dans le nord de l'Italie et le sud de la France (**Stará et al., 2006**).

La résistance de papillon est principalement due à la détoxification des insecticides par l'action des enzymes, et à la modification moléculaire apportée de cible d'un groupe spécifique d'insecticide (**Rodríguez et al., 2011**).

III- 2- Lutte biotechnique

De nombreuses études utilisant des méthodes alternatives plus écologiques ont été effectuées avec des résultats variables. Par exemple, des essais avec la bactérie *Bacillus thuringiensis* (*B.t.*, Dipel MD) est une bactérie qui produit une protoxine qui se transforme sous l'action d'enzymes en toxine insecticide lorsqu'elle est ingérée par la larve (**Dunphy & Tibelius, 1992 ; Bidon, 1999 ; Aubertot et al., 2006; Braun & Craig, 2008, Zimmermann et al., 2013**). L'application de *Spinosad* qui est un composé d'un mélange de spinosynes A et

CHAPITRE III

D dérivé de la fermentation de la bactérie du sol actinomycète, *Saccharopolyspora spinosa* Mertz et Yao. Deux formulations de spinosad, sont approuvées pour un usage organique, sont actuellement commercialisées pour le carpocapse de la pomme (Williams *et al.*, 2003 ; Arthurs *et al.*, 2007) et *Beauveria bassiana* dont la colonisation de l'hôte se fait lorsque le champignon parvient à surmonter les mécanismes immunitaires de défense de l'insecte et envahit l'hémolymphe (Riba & Silvy, 1989 ; Ferron *et al.*, 1993 ; De Kouassi, 2001).

La technique de confusion sexuelle et le lâcher massif de mâles stériles de carpocapse sont deux méthodes qui ont permis de réduire les populations de carpocapses et les dégâts à la récolte de façon significative (Champagne, 2003 ; Aubertot *et al.*, 2006;Witzgall *et al.*, 2008, Stelinski *et al.*, 2013). La confusion sexuelle consiste à placer des diffuseurs de phéromone sexuelle du carpocapse afin que les mâles ne soient plus en mesure de localiser les femelles pour s'accoupler (Charmillot *et al.*, 2007).

De nombreuses recherches se poursuivent en vue de développer des alternatives écologiques pour lutter contre le carpocapse, et certains résultats sont très encourageants. l'utilisation du virus de la granulose du carpocapse (CpGV) a permis une réduction significative des populations de *C. pomonella* et des dommages sur les pommes dans plusieurs cas (Jaques *et al.*, 1987 ; Lacey & Shapiro-Ilan, 2003 ; Arthurs & Lacey, 2004).

Le carpocapse a développé une résistance au virus de la granulose dans quelques vergers d'Allemagne (Fritsch *et al.*, 2005) et de France (Salamini *et al.*, 2007).

III- 3- Lutte biologique

L'utilisation de nématodes contre *C. pomonella* qui n'a pas seulement été prouvé pour être sensible a ces derniers (Lacey & Unruh 1998 ; Cossentine *et al.*, 2002 ; Lacey *et al.*, 2005; Lacey, 2006 ; Lacey *et al.*, 2006a, Lacey *et al.*, 2006b ; Lacey *et al.*, 2010), mais il est également l'un des rares insectes nuisibles sur lequel les nématodes sont actuellement utilisés, sur une base commerciale, comme une stratégie de contrôle dans les systèmes de gestion de lutte intégrée.

Steinernema feltiae et *S. carpocapsae* ont un bon potentiel pour le contrôle des larves (Lacey & Unruh, 2005).

Le Parasitisme par *Mastrus ridibundus* (Hymenoptera,Ichneumonidae) (Lacey & Unruh, 2005), *Mastrus carpocapsae* (Cushman) (Hymenoptera, Braconidae) (Mills, 2005)

CHAPITRE III

Ascogaster quadridentata (Hymenoptera, Braconidae) qui est un endoparasitoïde œuf - larve de *C. pomonella* (Reed-Larsen & Brown, 1990), et des lâchers massifs de trichogrammes peuvent réduire significativement les populations de carpocapse (Makee, 2005).

Autres parasitoïdes attaquent aux différents stades de ravageurs tels que: *Dibrachys cavus* (attaque la chrysalide) (Hymenoptera, Chalcidae), *Eliodia tragica* (Larve) (Diptera, Tachinidae), *Liotryphon caudatus* (Larve mature) (Hymenoptera, Ichneumonidae), *Microdus rufipes* (Larve) (Hymenoptera, Braconidae), *Perilampus tristis* (Larve et chrysalide) (Hymenoptera, Chalcidae), *Pimpla turionellae* (Chrysalide) (Hymenoptera, Ichneumonidae), *Pristomerus vulnerator* (Larve) (Hymenoptera, Ichneumonidae), *Trichogramma minutum* Riley (Œufs) (Hymenoptera, Trichogrammatidae), *Trichogramma platneri* (Œufs) (Hymenoptera, Trichogrammatidae), *Trichogramma dendrolimi* (Œufs) (Hymenoptera, Trichogrammatidae), *Trichogramma embryophagum* (Œufs) (Hymenoptera, Trichogrammatidae), *Trichomma enecator* (Larve) (Hymenoptera, Ichneumonidae), et les prédateurs Araignées (Larves), Carabes (Adulte), Centipèdes (Larves), Opilions (Larves), Perce-oreilles (Larves) Pics, mésanges, Chauve-souris (Tous) (Morel *et al.*, 2013).

III -4- Lutte contre le carpocapse en Algérie

La lutte contre le carpocapse reste un enjeu économique, agronomique et environnemental majeur de la production des pommes. En Algérie, un large éventail d'insecticides chimiques est autorisé à l'emploi contre le carpocapse : Azinphos-méthyl, Cyperméthrine, Deltaméthrine, Diazinon, Diméthoate, Endosulfon, Fenvalérate, Malathion, Méthomyl, Parathion, Phosalone et Phosmet, le karaté et le calypso sont les plus utilisées contre le carpocapse dans la wilaya de Batna (D.S.A, 2013).

III -5- Lutte contre *C. pomonella* par le virus de la granulose.

III -5- 1-Définition et structure de granulovirus

Les Granulovirus sont caractérisés par des particules de virus en forme de tige occlus individuellement dans une capsule protéique granulaire ou corps d'occlusion (OB) (**Ballard et al., 2000**). Le génome de *Cydia pomonella* Granulo Virus (CpGV) se compose d'ADN double brin circulaire, a une taille de 123 à 500 pb et code 143 gènes (**Arends et al., 2005, Arends & Jehle, 2002**).

III -5- 2-Effets et inconvénients de granulovirus

Le CpGV est un produit écologique en raison de la sélectivité absolue et son haute efficacité vers l'organisme cible. D'ailleurs, il n'est pas nuisible aux organismes bénéfiques. Il est supposé qu'une particule de CpGV est mortelle (**Pemsel et al., 2010**).

En revanche parmi les inconvénients de la CpGV est la forte sensibilité aux UV, ce qui entraîne de fréquentes rétropositions pendant la période de croissance, une faible absorption et l'élimination de la virus hydrosoluble par les précipitations, pourrait être évitée par l'encapsulation des matériaux organiques (**Pemsel et al., 2010**). Le CpGV offre un potentiel de contrôle sans effets nuisibles sur l'environnement (**Jaques et al., 1994**). Sans perturbation de complexes d'ennemis naturels qui se produit souvent avec l'usage classique des insecticides. En revanche, deux principales limites de CpGV qui sont l'étroite gamme d'hôtes et le manque de persistance dans l'agro-écosystème du verger (**Lacey et al., 2002**).

III -5- 3-Cycle d'infection

Le granulovirus de carpocapse est appliqué sous forme d'une solution aqueuse pour cibler les larves nouveau-nées qui ingèrent les corps d'occlusion (granules) avant ou lors de l'entrée initiale dans le fruit (**Kutinkova et al., 2012**), ces derniers sont dissous dans l'intestin moyen alcalin. Les Nucléocapsides sont ensuite bourgeonnées à travers la membrane basale des cellules dans l'hémocèle (**Hess & Falcon, 1987**).

Le virus infectieux peut atteindre et infecter d'autres tissus par l'hémolymphe ou à travers les jonctions de la trachée avec ces tissus (**Federici, 1997**). Les particules virales libérées initier une infection primaire des cellules de l'épithélium de l'intestin moyen, où l'infection se propage à d'autres tissus, tels que les hémocytes de la trachée, les cellules

CHAPITRE III

neuronale, les corps gras (Arthurs & Lacey, 2004), les cellules graisseuses du corps produisent le plus nombre de corps d'occlusion (Lacey *et al.*, 2008).

La mort se produit généralement dans les 5-10 jours (Arthurs & Lacey, 2004; Eberle *et al.*, 2008). Les larves néonates peuvent aussi être infectées via les œufs contaminés par le virus lors de l'éclosion (Lacey & Arthurs, 2005). Les larves plus âgées ont besoin de doses plus élevées de virus (Keller, 1973; Camponovo & Benz, 1984) (Figure 09).

Les doses recommandées de préparations de CpGV vont de 10^{11} par ha à 5×10^{10} granules par hectare (Kutinkova *et al.*, 2012 ; Stará & Kocourek, 2003).

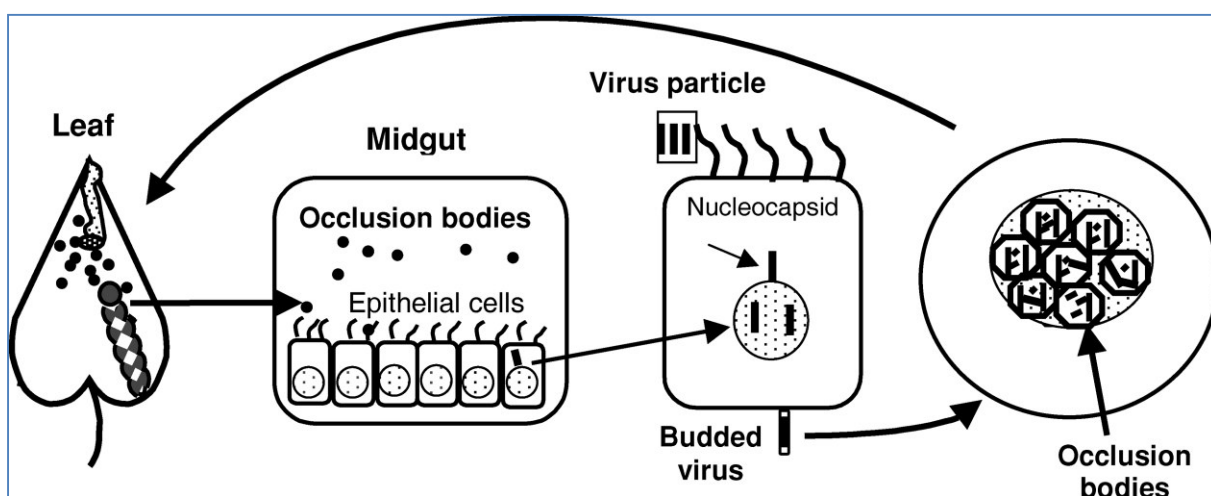


Figure 09: Diagramme de cycle d'infection du Baculovirus (Cory & Myers, 2003).

III -5- 4- Les Isolats et la production commerciale du Granulovirus

Le CpGV est très pathogène pour *C. pomonella*. Ce très spécifique et très virulent virus a été découvert par Tanada (1964) dans le nord du Mexique et a été utilisé avec succès dans la production européenne de fruits depuis la fin des années 1980 (Fritsch *et al.*, 2005). Toutes les formulations de CpGV produites et disponibles en Europe contiennent le même CpGV isoler (CpGV - M) qui proviennent du Mexique (Eberle *et al.*, 2008 ; Asser-Kaiser *et al.*, 2010).

Un second isolât, CpGV-R, a été obtenu à partir des larves de *C. pomonella* collectées au champ en Russie (3). Le troisième isolat, appelé CpGV-E, a été obtenu en Angleterre des larves malades de *C. pomonella* stockées dans un laboratoire à l'Université de Reading (Eberle *et al.*, 2009).

CHAPITRE III

À la fin des années 1980, le premier biopesticide CpGV était enregistré pour une utilisation commerciale dans certains pays européens. Plusieurs biopesticides CpGV sont maintenant dans le commerce disponible dans la plupart des pays européens, Amérique du Nord, l'Argentine, la Nouvelle-Zélande, et le Sud Afrique (**Lacey & Shapiro Ilan, 2008**). En République tchèque, deux biopesticides à base de CpGV appelés Madex® (Andermatt Biocontrol AG, Suisse) et Carpovirusine (Protection naturelle des végétaux, France) ont été récemment enregistrés (**Zichová et al., 2011**).

Les produits CpGV deviennent également un élément clé de la gestion intégrée. Depuis l'enregistrement de CpGV, l'utilisation de ce produit biologique sur le carpocapse de la pomme ne cesse d'augmenter due à la fois à l'intérêt croissant vers l'agriculture biologique et la propagation de la résistance aux insecticides chimiques de synthèse (**Berling et al., 2009**).

Sur la base de CpGV, plusieurs produits sont commercialisés et largement utilisés dans la lutte biologique ainsi que dans la production intégrée de pommes. On estime que ces produits sont appliqués sur plus de 100 000 ha en Europe, avec un marché en constante augmentation en raison de leur qualité supérieure, sécurité de l'environnement, et l'échec de contrôle de nombreux insecticides chimiques (**Eberle & Jehle, 2006**).

Le virus CpGV est utilisé dans plusieurs pays du monde. Quelques compagnies ont développé et commercialisé des formulations insecticides à base de cette granulose. Ces insecticides ont pour noms commerciaux Carpovirusine®, Madex®, Granupom®, Virin-CyAP, Cyd-X® et VirosoftCP4® (**Arthurs & Lacey 2004 ; Vincent et al., 2007 ; Provost et al., 2008**).

III-6- Lutte contre *C. pomonella* par l'application des sucres solubles

III-6-1-Généralités

Les sucres sont la forme la plus commune dans laquelle l'énergie est stockée, transportée et utilisée pour le métabolisme. Ce sont une source importante utilisée pour la biosynthèse de composants structuraux et pour les réactions biochimiques pour synthétiser les composants cellulaires tels que l'ADN et des acides aminés. En fait, toutes les molécules organiques sont dérivées de sucres (**Wind, 2012**). Les sucres sont des importantes molécules de signalisation de réglage de l'expression des gènes (**Koch, 2004; Rolland et al., 2006; Smeekens et al., 2010**). Ainsi leur important rôle dans la croissance et le développement de la plante, y compris la croissance des semences, développement des semis, différenciation des feuilles et des racines, la transition florale, la maturation des fruits, l'embryogenèse et de la sénescence (**Shahri et al., 2014**).

Il y a beaucoup de rapports sur l'importance des sucres dans la résistance des plantes aux maladies causées par des pathogènes fongiques et les oomycètes (**Morkunas & Ratajczak, 2014**). Ce sont des signaux biochimiques qui interviennent dans les interactions insectes-plantes, dont les insectes lépidoptères comme la pyrale du maïs *Ostrinia nubilalis* et le carpocapse des pommes et des poires *C. pomonella* perçoivent par contact les sucres solubles à la surface des plantes comme des signaux influençant la reconnaissance de la plante et le dépôt de leurs œufs (**Derridj et al., 1989 ; Lombarkia & Derridj, 2002 et 2008**).

Les organismes moins mobiles (nématodes, micro-organismes phytopathogènes) ont aussi, malgré leur faible autonomie, des moyens de reconnaître la plante. Le mannose et le glucose exsudent par des sensilles sensorielles du nématode *Meloidogyne incognita* joueraient un rôle dans leur perception et orientation (**Zuckerman & Jansson, 1984**). Le fructose agirait sur la germination du champignon *Botrytis cinerea* par des voies de signalisation (**Doehlemann et al., 2005**).

En plus leur rôle primordial dans la défense des plantes contre le stress biotique et abiotique (**Moghaddam & Ende, 2012**).

III-6-2- Lutte contre les phyto-agresseurs par les sucres

L'action de sucres solubles pulvérisés en infra doses (ppm) à la surface de plantes cultivées a été testée sur divers bio-agresseurs, dont des recherches effectuées par l'INRA en France dans le but de modifier les signaux de surface de la plante (en particulier les sucres)

CHAPITRE III

utilisés lors de sa reconnaissance pour pondre par les lépidoptères. Il s'agit de papillons dont les larves attaquent le maïs (la pyrale : *Ostrinia nubilalis*) ou le pommier (le carpocapse des pommes et des poires: *Cydia pomonella*)(**Derridj et al., 2008**), le Scottish Crop Research Institute SCRI en Ecosse s'intéresse aux effets structuraux des sucres pour comprendre le mode d' induction systemique de la resistance de la tomate et de la pomme de terre aux nématode à galle (*Meloidogyne javanica*) qui attaque les racines de tomates (**Birch et al., 1993**), et le centre de Volcani en Palestine (Y. Elad) étudie les effets sur la contamination foliaire de la tomate par un champignon pathogène (*Botrytis cinerea*) qui provoque la pourriture grise de la tomate et du haricot.

La technologie utilisant le principe a été testée en conditions agronomiques (vergers) sur le pommier contre le carpocapse et comparée à des systèmes de protection chimique et biologique dans plusieurs pays d'Europe et sur quatre années (**Derridj et al., 2011**).

Les résultats sont résumés ici :

Le sucre et la dose qui sont efficaces dans l'induction de la résistance peut varier selon la plante et son phyto-agresseur.

- Les doses de 1 et 100 ppm de saccharose déposées sur la tomate avant l'infection par le *Botrytis* réduisent les lésions de 63% et 100% respectivement par rapport aux lésions maximales observées sur les témoins (**Derridj et al., 2011**).

- Le D-glucose, le D-fructose et le saccharose appliqués en solution de l'ordre de la ppm le matin par pulvérisation foliaire ou par arrosage du sol induisent une résistance systémique de plantules de tomate au nématode *Meloidogyne javanica*, on observe ainsi jusqu'à 60 % de réduction des galles sur racines.

L' application foliaire est celle qui réduit le plus les dégâts et représente un avantage certain pour son application en cultures (**Birch et al., 1993**).

- La pulvérisation sur le maïs de chacun des sucres solubles fructose, saccharose et L glucose aux concentrations respectives de 0.1et 10 ppm (10ppm =1 g pour 100L), sur la 3^{ème} feuille ayant terminé sa croissance au stade végétatif 4-5 feuilles, induit après 20 jours une résistance au niveau de la ponte sur l'ensemble de la plante (tests sur 2 saisons, 3 variétés, en choix multiples ou binaires pour l'insecte) (**Derridj et al., 2011**).

Le saccharose à 10 ppm et le fructose à 0,1 ppm réduisent la ponte de 22% à 30% respectivement (**Derridj et al., 2011**).

Seules les solutions de saccharose et de D-fructose respectivement à 10 ppm et 0,1 ppm ont un effet sur l'insecte et ceci après 20 jours. Des effets systémiques de réduction de la

CHAPITRE III

ponte de l'insecte de 30 et 43 % respectivement sur l'ensemble de la plante, sans modification de sa répartition (sur variétés Anjou 258, LG 2447, Challenger, deux saisons de culture). Que le traitement soit effectué sur toute la plante ou seulement sur la feuille 3, les réductions de ponte sont similaires.

Un traitement unique de toute la plante par une solution de saccharose 10 ppm réduites après 20 jours d'environ 40 % la ponte d'*O. nubilalis* aux stades végétatifs du maïs doux variété Challenger. Deux traitements espacés de 20 jours à partir du stade 2 feuilles réduisent la ponte de 28 % (**Derridj et al., 2011**).

Derridj et al., (2011). **Ferré et al., (2008)** ,ont démontré que l'application du saccharose à 10 et 100 ppm sur deux variétés : Golden Delicious et Mondial Gala, présentent une efficacité Abbott sur les dégâts sur fruits à la récolte comprise entre 19,5 % et 63,3 % avec une moyenne de $40,6 \% \pm 16$.

À l'échelle nationale, des essais similaires ont été effectués par **Benhassir, (2009)** et **Guerfi, (2014)** tous les deux ont travaillé sur la variété Anna dans la région d'Ain djasser; **Brahim et al., (2014)** dans la région de Tilatou , , **Haggoune , (2010)** dans la région de Yabous ; **Djebabra, (2011)** dans la région d'El Hassi sur la variété Golden Delicious, **Nasri, (2015)** dans la région d'Ain Touta sur la variété Royal Gala ,et **Meradi, (2015)** dans la région de Limbiridi, sur la variété Starkrimson.

Deuxième Partie

Etude Expérimentale

Chapitre I

Présentation de la région et du verger de l'étude

Chapitre I: Présentation de la région et du verger d'étude

I-1- Situation géographique

La commune d'Inoughissen couvre un territoire d'une superficie totale de 7277 Km. Elle est localisée dans une vallée confinée entre Ras-el-forats (1508m) au Nord et Ras-berdoun (1981m) au Sud. Elle est limitée par les coordonnées Lambert: 35° 17' 07" de latitude Nord, 6° 32' 31" Est de longitude Est.

Elle se situe au Sud-Est du chef lieu de la wilaya de Batna, elle est limitée administrativement par:

- La commune de Bouhmama (wilaya de Khenchela) à l'Est.
- Les communes d'Ichemoul et de Yabous (wilaya de Khenchela) au Nord.
- La commune de Tighanimine à l'Ouest.
- Les communes de Kimel et de T'kout au Sud (**Figure 10**).

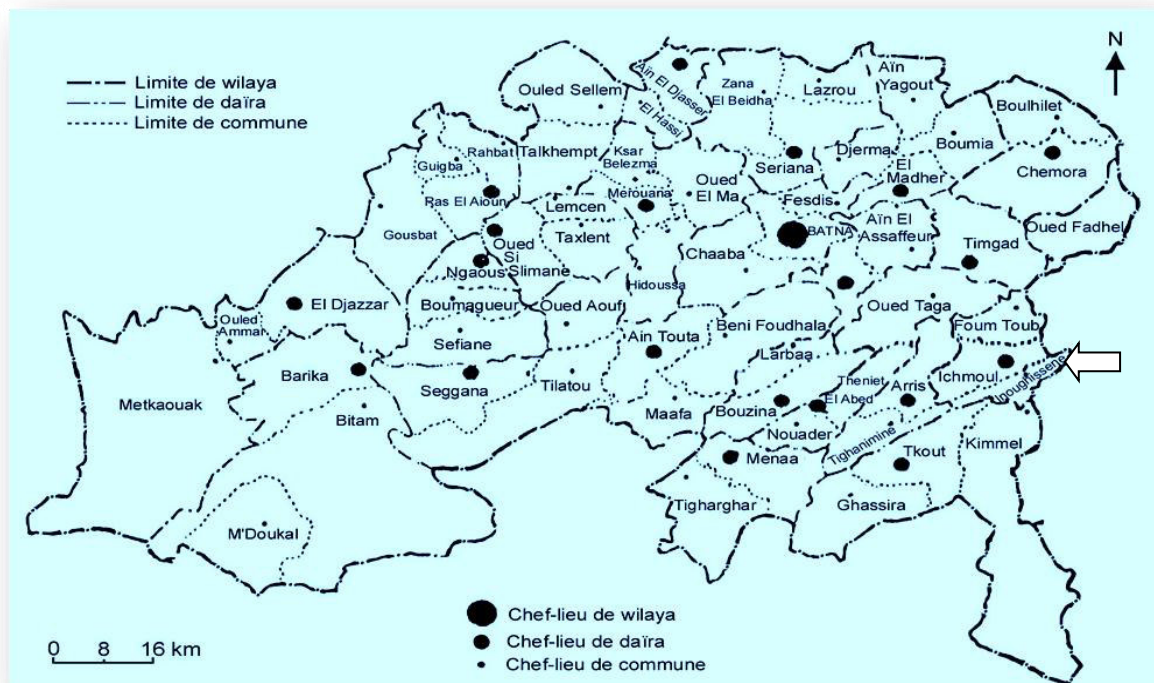


Figure 10 : Situation et limites de régions d'étude (D.S.A., 2013).

I-2- Présentation du verger d'étude

Le verger d'étude occupe une superficie d'un hectare. Il comprend un total de 140 arbres de pommiers dont la variété Golden Delicious est majoritaire avec 134 arbres et 6 arbres de la variété Starkrimson. Les plantations sont distantes de 3,5m. Il est limité par des vergers du pommier et l'oued labyadh (**Figure 11& 12**).

Les travaux appliqués dans le verger d'étude sont :

- la taille ;
- l'entretien du sol ;
- l'éclaircissage manuel ;
- l'irrigation qui est assurée par un forage ;
- la fertilisation qui s'effectue par le NPK, Urée 46 ;
- les traitements phytosanitaires en utilisant le Les huiles jaunes et blanches, en traitement d'hiver, Insecticide Décis (Deltaméthrine) , Fongicide Flint (Trifloxystrobine).



Figure 11 : Vue générale de la parcelle d'étude (photo personnelle).



Figure 12: Vue générale du site d'étude (Google Earth, 2014).

I- 3- Caractéristiques climatiques

Le climat est la composante directe déterminante de la distribution des organismes vivants et le facteur influant l'activité des biocénoses (Lacoste & Salanon, 1969).

I-3-1- Humidité relative

L'humidité enregistrée est supérieure à 50% pendant neuf mois de l'année de Octobre à Mai ; et le mois de Septembre, pour l'année 2013/2014, ainsi la moyenne sur 10 ans (avec un pic en Janvier 70.25% durant la campagne 2013/2014 et en décembre 73.4% dans la Moyenne sur 10 ans). Les mois de juin, juillet et août montrent les valeurs suivantes : 48.1%, 40.2% et 43.6% par ordre ce qui les rend les mois les plus secs de l'année pour la moyenne des 10 ans, et aussi durant la campagne d'étude 2013/2014 en juin, juillet et août avec 43,89%, 38,52% et 40,39% respectivement.

Tableau 05 : Humidité relative moyenne durant la période (2013-2014) et la moyenne sur 10ans.

Mois	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	At	S
Compagne 2013/2014	53,15	64,24	53,31	70,25	62,20	62,76	53,04	51,65	43,89	38,52	40,39	56,45
Moyenne sur 10 ans	61,5	68,1	73,4	72,9	68	63,9	63,3	59,1	48,1	40,2	43,6	58,4

CHAPITRE I

(Station météorologique d'Aéroport Ben Boulaïd, 2015)

I- 3-2- Vent

Le vent est un facteur météorologique non négligeable, qui se caractérise par sa fréquence son intensité et sa direction dominante.

Tableau 06 : Vent mensuel moyen (m/s) durant la période (2013-2014) et la moyenne sur 10ans

Mois	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	At	S
Compagne 2013/2014	3,06	3,28	3,49	3,39	3,65	3,75	3,96	3,77	3,75	3,77	3,55	3,17
Moyenne sur 10 ans	3,23	3,11	3,01	2,95	3,14	3,44	3,24	3,48	3,63	3,79	3,45	3,32

(Station météorologique d'Aéroport Ben Boulaïd, 2015)

Il ressort du tableau ci-dessus que la vitesse moyenne du vent la plus élevée est enregistrée pendant le mois d'Avril avec 3.96m/s durant 2013/2014 et en mois du Juillet pour la moyenne sur 10 ans avec 3.79 m/s.

I-3-3- Pluviométrie

D'après **Bretaudeau (1978)** la pluviométrie constitue une donnée fondamentale pour caractériser le climat d'une région, celle des régions favorables à la culture du pommier est en moyenne de 600 à 700mm d'eau par an.

Tableau 07 : Répartition mensuelle moyenne des précipitations durant la période (2013/2014) 2014 et durant la décennie 2003/2012.

Mois	O	N	D	J	F	M	A	M	Ju	Jt	A	S	Total
Campagne 2013/ 2014	10,15	6,85	26	25,6	11,05	32,7	40,2	11,8	23,25	13,4	7,5	23,6	232,1
Décennie 2003/2012	31,73	23,24	31,69	54	30,66	30,65	26,29	52,95	18,33	5,86	13,91	37,79	357,1

(Station météorologique d'Aéroport Ben Boulaïd, 2015)

Le tableau ci- dessus montre que les mois les plus pluvieux sont respectivement Avril, Mars , Juin, Décembre, Janvier, et Septembre avec une pluviométrie supérieure à 23 mm, par contre le mois le plus sec est Novembre avec une valeur de 6.85 mm. Les précipitations moyennes

CHAPITRE I

totales relevées au cours de la campagne d'étude sont de l'ordre de 232.13 mm, cette période est considérée comme moyennement pluvieuse.

La pluviométrie moyenne annuelle calculée sur les données disponibles à la station météorologique de Batna sur une période de 10 ans est de 357,1 mm. les mois les plus pluvieux durant cette décennie sont respectivement, janvier, septembre, octobre et décembre, mais les pics sont enregistrés durant le mois de janvier et septembre avec 54 mm et 37.79 mm respectivement le mois le plus sec est juillet avec 5.86 mm.

I-3-4- Température

La température est un élément très important pour l'agriculture. Elle peut être utilisée pour indiquer les phases critiques pour les ravageurs et les maladies qui demandent des traitements chimiques.

L'examen des valeurs du tableau montre que durant l'année agricole 2013/2014 la température moyenne la plus faible est enregistrée au mois de Décembre avec une moyenne de 5.57°C, tandis que le mois le plus chaud est Juillet avec une moyenne de 27.15°C.

Pour la moyenne des 10 ans, la température moyenne la plus faible est enregistrée au mois de Janvier avec une moyenne de 6.13°C, par contre la température moyenne la plus chaude est enregistrée au mois de Juillet avec une moyenne de 27.23°C.

Tableau 08 : Température mensuelle moyenne(C°) enregistrées durant la période 2013/2014 et Moyenne sur 10 ans.

Températures	Campagne 2013/2014			Moyenne sur 10 ans		
Mois	T _{MIN}	T _{MAX}	T _{MOY}	T _{MIN}	T _{MAX}	T _{MOY}
Janvier	0,72	11,92	6,32	0,05	12,21	6,13
Février	1,12	12,9	7,01	0,61	12,81	6,71
Mars	3,65	16,55	10,1	3,19	17,17	10,18
Avril	6,96	23,52	15,24	6,4	20,58	13,49
Mai	10,81	26,79	18,8	9,27	25,75	17,51
Juin	14,32	31,16	22,74	14,43	32,21	23,32
Juillet	19,19	35,11	27,15	17,7	36,76	27,23
Août	18,21	34,45	26,33	17,43	35,7	26,57

CHAPITRE I

Septembre	19,07	30,7	24,89	13,86	29,23	21,55
Octobre	11,94	26,02	18,98	10,07	24,38	17,23
Novembre	5,56	16,59	11,07	4,62	17,29	10,96
Décembre	0,73	10,42	5,57	1,2	12,74	6,97

(Station météorologique d'Aéroport Ben Boulaïd, 2015)

T° Max. : Températures maximales, T° Min. : Températures minimales, T° moy. Mensuelle : Températures moyennes mensuelles.

I-4- Synthèse climatique

I-4-1- Diagramme Ombrothermique de Gaussen et Bagnouls

Ce diagramme est une méthode graphique d'une grande importance. Il permet de définir les périodes sèches et humides de la région. Gaussen, considère que la sécheresse s'établit lorsque la pluviométrie mensuelle (P) exprimée en mm est inférieure au double de la température moyenne mensuelle (T) en degrés Celsius ($P < 2 T$) (**Dajoz, 1985**). Partant de ce principe, nous avons établi le diagramme ombrothermique pour la période 2013-2014 (**Figure 12**).

Tableau 09 : Températures (C°) et précipitations (mm) mensuelles moyennes de la région de Batna durant la période d'étude (2013-2014).

Paramètre	J	F	M	A	M	J	Jt	At	S	O	N	D
T. max.	11,92	12,9	16,55	23,52	26,79	31,16	35,11	34,45	30,7	26,02	16,59	10,42
T. min.	0,72	1,12	3,65	6,96	10,81	14,32	19,19	18,21	19,07	11,94	5,56	0,73
T. moy.	6,32	7,01	10,1	15,24	18,8	22,74	27,15	26,33	24,88	18,98	11,07	5,57
P (mm)	25,6	11,05	32,7	40,2	11,8	23,25	13,4	7,5	23,6	10,15	6,85	26

(Station météorologique d'Aéroport Ben Boulaïd, 2015)

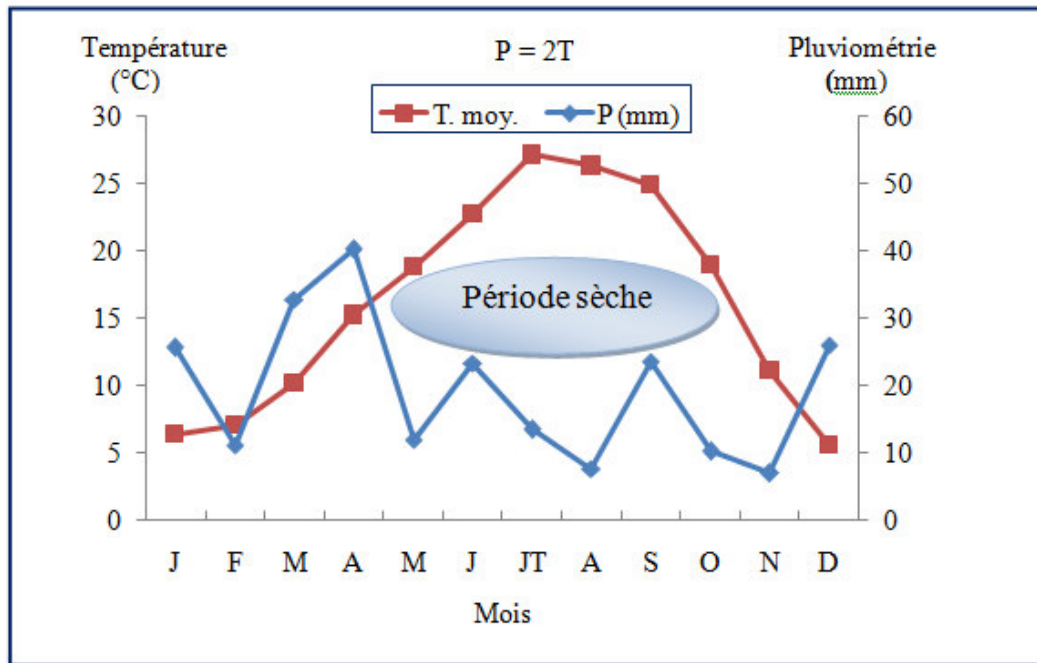


Figure 13: Diagramme Ombrothermique de Gaussen et Bagnouls de la région de Batna durant la période 2013/2014.

Le Tableau 08, illustre les valeurs moyennes des précipitations et températures pour une période de 2 ans. La **Figure 13** met en évidence une période sèche qui s'étale du mi du mois d'Avril jusqu'à la deuxième quinzaine du mois de Novembre. Une période humide de fin du mois Novembre au mois d'Avril.

I-4-2- Climagramme d'Emberger

Pour déterminer l'étage bioclimatique de la zone d'étude, nous avons utilisé le quotient pluviométrique (Q) amélioré par STEWART et donné par la formule suivante :

$$Q = 3.43 \times \frac{P}{M - m}$$

Q : Quotient d'Emberger ;

P : Précipitation moyenne annuelle ;

M : Température maximale du mois le plus chaud ;

m : Température minimale du mois le plus froid ;

Les données climatiques de la région de Batna durant la période allant de 2013 à 2014 sont rassemblées dans le **Tableau 09**. Avec : **P** = 232.13 mm ; **M** = 35.11 °C et **m** = 0.72 °C.

Nous avons donc : **Q** = 23.15

L'observation du climagramme d'EMBERGER (1963), permet de situer la région dans l'étage bioclimatique semi-aride à hiver frais .

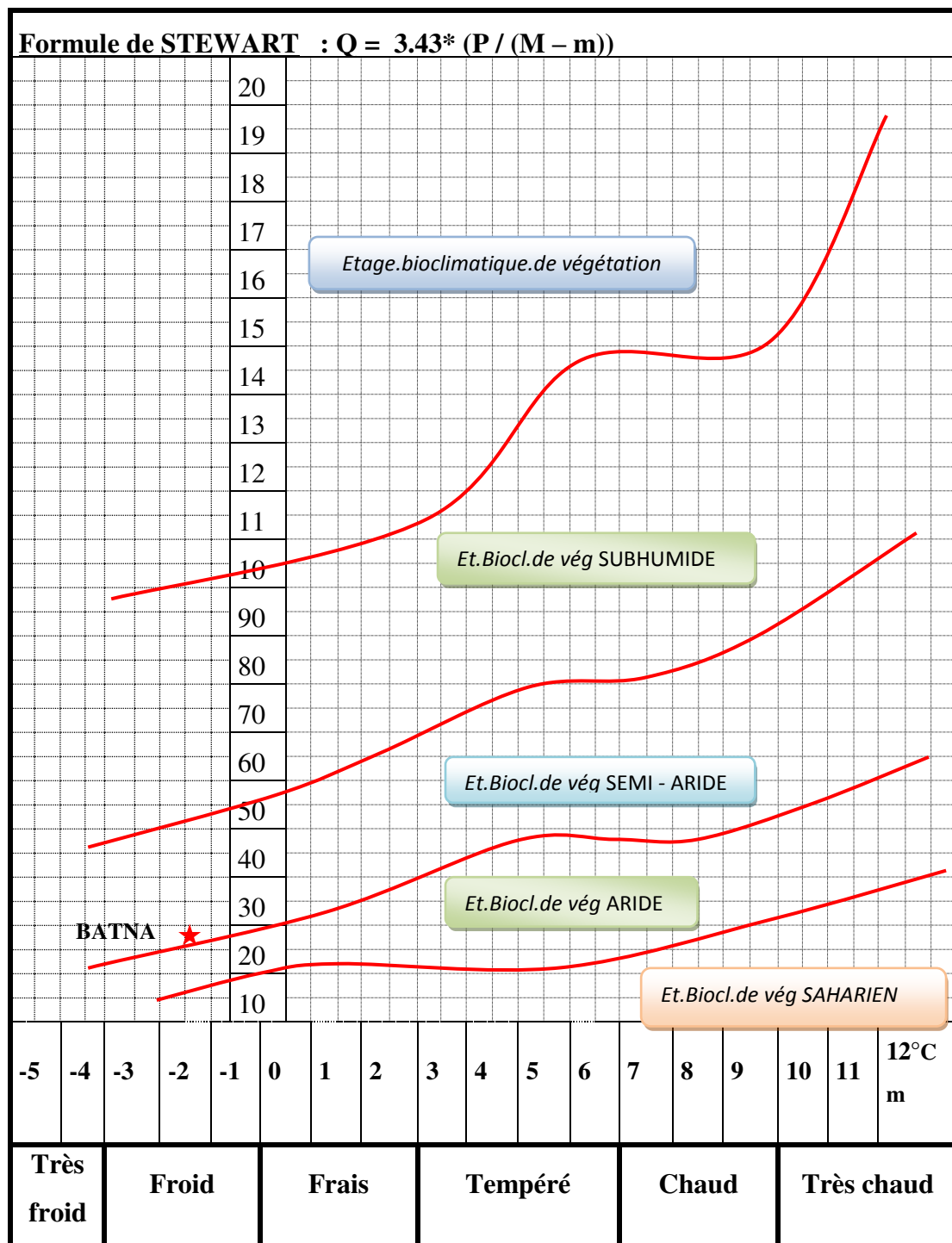


Figure 14: Situation de la région de Batna dans le climagramme d'Emberger.

Chapitre II

Matériels et méthodes

Chapitre II : Matériels et méthodes

II-1- Matériels

II-1-1- Matériel végétal

La variété de pommier utilisée dans notre travail est la Golden Delicious qui a été découverte vers la fin du 19ème siècle par Anderson Mullin de Clay sur une colline de West Virginia aux Etats Unis. Elle est issue d'un semis au hasard réalisé à la fin du 19ème siècle (**Figure 15**).

Grâce à ses grandes possibilités d'adaptation à des conditions climatiques très diverses, cette variété connaît un grand succès dès les années 50. Sa culture est répandue dans plusieurs pays. L'arbre est de vigueur moyenne, à port semi-érigé, se ramifie abondamment en prenant un port buissonnant. Avec l'âge, la vigueur diminue et l'arbre émet beaucoup de brindilles grêles (**Gautier, 1988**).

Les arbres sont âgés de 8 ans. Le nombre total de ligne est de 6 lignes et le nombre total d'arbre est de 107 arbres qui sont conduit en forme libre.



Figure 15: Fruit mûr de la variété Golden Delicious (photo personnelle).

II-1-2- Matériels de piégeage

II-1-2-1- Piège à phéromone:

Un piège à phéromone de type Delta a été installé afin de donner de bonnes indications sur l'époque d'apparition des papillons et l'importance de la population du ravageur. Le piège attire les papillons mâles du carpocapse des pommes et des poires grâce à un attractif sexuel

spécifique (phéromone : Coldémone). Les insectes ainsi attirés sont piégés sur la plaque engluée (**Figure 16**).



Figure 16: Piège à phéromone pour le carpocapse (photo personnelle).

II-1-2-2- Les bandes pièges

Les bandes pièges sont également une méthode de dénombrement qui consiste à poser une bande cartonnée ondulée (15 cm de largeur et 60 cm de longueur) sur le tronc de chaque arbre, les bandes pièges installés comportent deux feuilles de carton ondulés superposées fixés par une punaise sur le tronc d'arbre puis recouvertes par un grillage de polyéthylène, en fin les trois couches rendue solidaire par un scotch (**Figure 17**).

Les chenilles de carpocapse vont se réfugier dans les alvéoles du carton lorsqu'elles descendent de l'arbre pour y faire un cocon (**Benoit et al., 2009**), par conséquent la quasi-totalité des larves qui parviennent sur les troncs est capturée à l'aide de ces bandes (**Coutin, 1960**).

Le nombre de chenilles présentes, en fin de saison, permet de fournir une estimation de la population potentielle pour la génération de l'année suivante.



Figure 17: Bande Piège installée au niveau du verger d'étude (Photo personnelle).

II-1-3- Matériels de pulvérisation

3 Pulvérisateurs de capacité de 16 L sont utilisés pour les différentes modalités : Madex[®], glucose, fructose (**Figure 18**).



Figure 18 : Pulvérisateur à dos de 16 litres (Photo personnelle).

II-1-4- Produits de traitement

II-1-4-1- Sucres :

Le Glucose et le Fructose utilisés proviennent de la société fluka biochemika (pureté $\geq 99\%$) préalablement pesés et mis en tube pour la quantité d'eau pulvérisée soit avec une dose de:

100 ppm = 10g / 100 L par tube de fructose pour 16 litre, soit 1.6 g de fructose,

10 ppm = 1g / 100 L par tube de glucose pour 16 litre, soit 0.16 g de glucose,

CHAPITRE II

Le fructose des fruits et le glucose très largement utilisé dans l'industrie agro-alimentaire.

Ces sucres, pulvérisés à faibles doses sur les plantes, peuvent les aider à se défendre contre des bio-agresseurs : insectes, nématodes voire champignons, pathogènes. Pas forcément en s'attaquant à ces agresseurs mais en perturbant leur reconnaissance de la plante comme « bonne à envahir » (Derridj *et al.*, 2011).

Ces sucres ouvrent de nouvelles voies alternatives de protection contre *C. pomonella* à cause d'une part de leur efficacité vis-à-vis de *C. pomonella* et d'autre part le faible coût et donc du gain potentiel important du rapport efficacité/coût du traitement.

II-1-4-2- Insecticide biologique : Madex®.

C'est un produit biologique à base de virus de la granulose qui s'applique à la dose de 100 ml/ha ou 10 ml/hl d'eau, avec une formulation sous forme de suspension concentrée composée de 500 g/l virus de la granulose (3×10^{13} corps viraux/L). Il est fourni par la société Andermatt_Biocontrol (Suisse).

II-1-5- Autres matériels

Un autre matériel a été également utilisé tels que :

- Glacière pour le transport de Madex® vers le verger d'étude.
- Tubes de conservation des produits de traitements.
- Boîtes en plastique pour la conservation des larves recueillies des cartons ondulés.
- Kit de protection (Combinaison de protection en plastique- Gants en latex- Gants en nitrile- Masque et Recharges- Lunette de protection et botte).

II – 2- Méthode

II- 2-1- Marquage des arbres

Pour faciliter le repérage des arbres des différentes modalités, lors des pulvérisations foliaires, des rubans de différentes couleurs ont été installés au début d'avril comme suit:

- Modalité « Madex® »: le ruban utilisé est de couleur grise.
- Modalité « Fructose » : le ruban utilisé est de couleur orange.
- Modalité « Glucose » : le ruban utilisé est de couleur bleu.
- Modalité « Madex® + Fructose »: le ruban utilisé est de couleur jaune.

CHAPITRE II

- Modalité « Madex® + Glucose »: le ruban utilisé est de couleur rouge.
- Modalité « témoin non-traité » : sans ruban.

II-2-2-Installation du piège à phéromone :

Le piège à phéromone est placé sur l'arbre au début de la floraison, à partir de 15 Avril 2014. Le dispositif est fixé par un fil de fer à la frondaison de l'arbre, déposé à hauteur d'homme selon un axe perpendiculaire à la direction la plus fréquente du vent (Riba & Silvy, 1989).

Un calendrier d'observation est établi à partir de 3^{ème} jours de la date de l'installation de piège afin de faciliter les relevés (Tableau 10).

Tableau 10: Calendrier des relevés des papillons capturés dans le piège à phéromone.

Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre
18	3	2	2	1	1
21	6	5	5	4	3
24	9	8	8	7	6
27	12	11	11	10	9
30	15	14	14	13	12
	18	17	17	16	15
	21	20	20	19	
	24	23	23	22	
	27	26	26	25	
	30	29	29	28	
				31	

Le changement des capsules est également établi tous les 40 à 45 jours :

1^{ier} changement de capsule : 24 Mai 2014.

2^{ème} changement de capsule : 04 Juillet 2014.

3^{ème} changement de capsule : 13 Août 2014.

Dès la première capture de papillon par le piège à phéromones, le calendrier des traitements avec les différentes modalités est établi.

II-2-3- Installation des bandes pièges

Pour la récupération des larves diapausantes, des bandes pièges en cartons ondulées ont été installées autour des troncs d'arbres des différentes modalités à partir de la mi-avril. La collecte des bandes piège a été réalisée la fin d'octobre 2014.

CHAPITRE II

II-2-4- Application des différents produits

Les essais sont basés sur un plan expérimental en carré latin à 6 répétitions. Toutes les modalités (6) sont ensuite réparties à l'intérieur de chacun des blocs (6) et chaque bloc comporte 3 arbres (tableau 11).

Tableau 11 : Plan expérimental de l'essai.

I 1	II 3	III 2	IV 4	V 5	VI 6
I 4	II 2	III 5	IV 3	V 6	VI 1
I 2	II 1	III 4	IV 6	V 3	VI 5
I 5	II 4	III 6	IV 1	V 2	VI 3
I 3	II 6	III 1	IV 5	V 4	VI 2
I 6	II 5	III 3	IV 2	V 1	VI 4

Les chiffres romains représentent les différents blocs, les chiffres arabes correspondent aux modalités.

Les six modalités testées ainsi que les doses appliquées pour chaque modalité sont représentées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 12: Modalités testées et doses appliquées.

Modalités	Substance active	Produit formulé	Dose
1	Témoin	Témoin	Témoin
2	Glucose	Sucre	10 ppm (1g/100L)
3	Fructose	Sucre	100 ppm (10g/100L)
4	Virus de la granulose	Madex®	100 ml / ha
5	Glucose + Virus de la granulose	Sucre + Madex®	10 g/100 L+ 100 ml/ha
6	Fructose + Virus de la granulose	Sucre + Madex®	10 g/100 L+ 100 ml/ha

Les applications des différents produits ont commencés dès le début de capture du carpocapse par le piège à phéromones (le 06 Mai 2014), et sont effectués le matin de bonne heure puisque les quantités des sucres sont plus faibles la nuit et remontent progressivement jusqu'à leur maximum entre 12 et 15 heures solaires. Les pulvérisations des sucres sont

CHAPITRE II

pratiquées tous les 20 jours, le Madex® tous les 7 à 14 jours (en fonction de l'ensoleillement pendant la période qui suit l'application) jusqu'à la récolte des fruits (Tableau 13).

Tableau 13: Calendrier des différents traitements

Madex®	Glucose	Fructose	Madex® et Glucose		Madex® et Fructose	
07 Mai	06 Mai	06 Mai	07 Mai	06 Mai	07 Mai	06 Mai
20 Mai	25 Mai	25 Mai	20 Mai	25 Mai	20 Mai	25 Mai
02 Juin	13 Juin	13 Juin	02 Juin	13 Juin	02 Juin	13 Juin
15 Juin	02 Juillet	02 Juillet	15 Juin	02 Juillet	15 Juin	02 Juillet
28 Juin	21 Juillet	21 Juillet	28 Juin	21 Juillet	28 Juin	21 Juillet
10 Juillet	09 Août	09 Août	10 Juillet	09 Août	10 Juillet	09 Août
23 Juillet	28 Août	28 Août	23 Juillet	28 Août	23 Juillet	28 Août
05 Août	16Septembre	16Septembre	05 Août	16Septembre	05 Août	16Septembre
11 Août			11 Août		11 Août	
17 Août			17 Août		17 Août	
23 Août			23 Août		23 Août	
29 Août			29 Août		29 Août	
04Septembre			04Septembre		04Septembre	
10Septembre			10Septembre		10Septembre	
16Septembre			16Septembre		16Septembre	

II-2-5- Estimation des dégâts provoqués par le carpocapse

Les observations ont porté sur le dénombrement des fruits attaqués par *C. pomonella* à la récolte. L'observation porte sur tous les fruits par parcelle élémentaire (fruits tombés au sol et fruits examinés sur l'arbre). Trois types d'attaques de *C. pomonella* sont distingués : actives, cicatrisées et stoppées (**Figure 19**).



Figure 19 : Différents types de dégâts causés par le carpocapse (photo personnelle).

II-2-6-Comptage des larves diapausantes

La séquestration de chenilles par bandage des troncs d'arbre des différentes modalités, constitue un moyen simple et efficace d'estimation de la population de carpocapse.

Chaque bande-piège est prélevée dans un sac individuel étiqueté : nom de la modalité, numéro de la rangée et le numéro de l'arbre. Chaque bande est ensuite dépouillée, les larves de carpocapse comptées en distinguant entre les mâles, les femelles et les chrysalides (**Figure**

20). En effet, la distinction entre les larves mâles et femelles est faite selon la présence ou l'absence d'une tâche noire (appareil génital) bien visible sur la face dorsale du mâle.



Figure 20 : Larves récupérées des bandes-pièges, A : Bande piège, B : Larves à l'intérieur du carton ondulé, C : Larves dans les boites plastiques (Photos personnelles).

II-2-7- Analyse statistique

La comparaison de pourcentage moyen des fruits attaqués par arbre à la récolte, des fruits tombés au sol, le pourcentage moyen des attaques actives, cicatrisées et stoppées ainsi que le nombre moyen de larves diapausantes et chrysalides par bande-piège et modalité ont été faites par une analyse de variance suivie par le test de Fisher LSD ($P < 0.05$).

L'efficacité des différents traitements réalisés est également calculée grâce à la formule d'Abbott (1925) : $\text{Efficacité} = 100 \times ((T0 - Tt) / T0)$. Dont **T0**: % total des fruits attaqués dans la parcelle Témoin, **Tt** : % total des fruits attaqués dans la parcelle traitée.

Chapitre III

Résultats et discussion

III : Résultats et discussion

III-1- Résultats

III-1-1- Activité de Vol de *C. pomonella* L.

Pour permettre une meilleure compréhension des différentes périodes de vol de l'insecte, dans la région d'étude, nous avons récapitulé les résultats de piégeage des mâles de *C. pomonella* dans le verger d'étude dans la **Figure 21**.

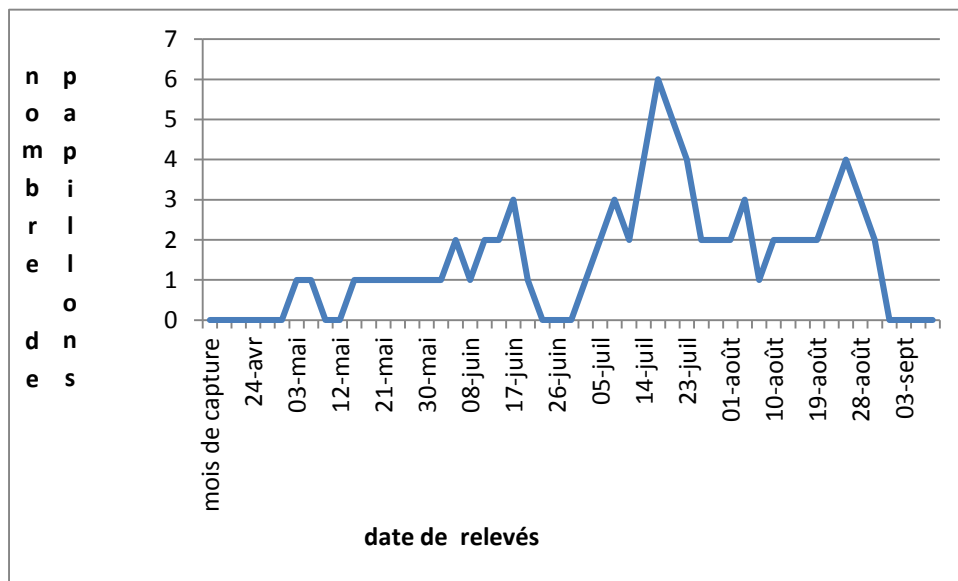


Figure21:Déroulement du vol du carpocapse au niveau du verger d'étude.

Nous avons effectué des observations durant les vols de *C. pomonella* en relevant le piège à phéromone tous les 3 jours du 15 avril 2014 (date d'installation du piège à phéromones) au 10 septembre 2014 (soit 25 relevés au total).

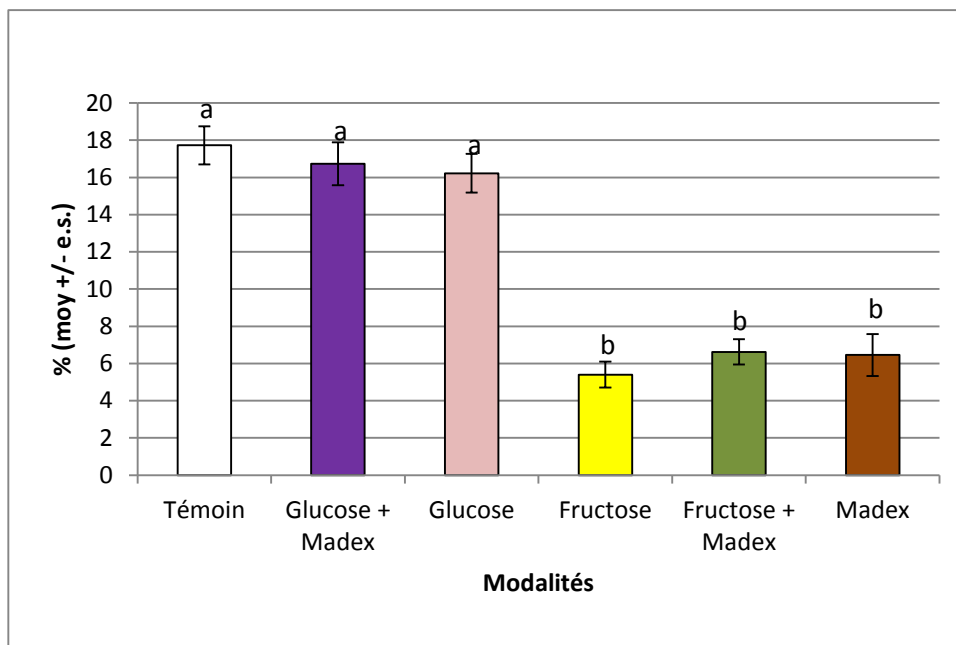
D'après les résultats mentionnés dans la **figure 21**, nous notons que le carpocapse pour cette campagne au niveau de la région d'étude est bivoltin. La première génération débute le 03 Mai et s'achève le 23 Juin, avec un pic d'un nombre maximal de mâles capturés de 03 papillons enregistré le 17 Juin, quant à la deuxième génération, elle débute le 02 Juillet et s'achève la fin d'Août 2014, cette dernière est étalée sur le mois de juillet et Août avec un pic d'un nombre maximal de mâles capturés de 06 papillons enregistré le 14 juillet.

Nous remarquons que le nombre de papillons capturés et la durée du temps du premier vol sont réduits par rapport au deuxième vol, dont le cumul de mâles capturés lors du premier vol

CHAPITRE III

est de 19 papillons représentant presque le tiers seulement comparativement à un cumul de 57 papillons capturés pour le deuxième vol (**Figure 21**).

III-1-2- Dégâts larvaires sur fruits à la récolte



e.s. : erreur standard.

Erreur standard = Ecart type / racine carrée de N où N = 3.

Figure 22: Pourcentage de fruits attaqués par arbre à la récolte.

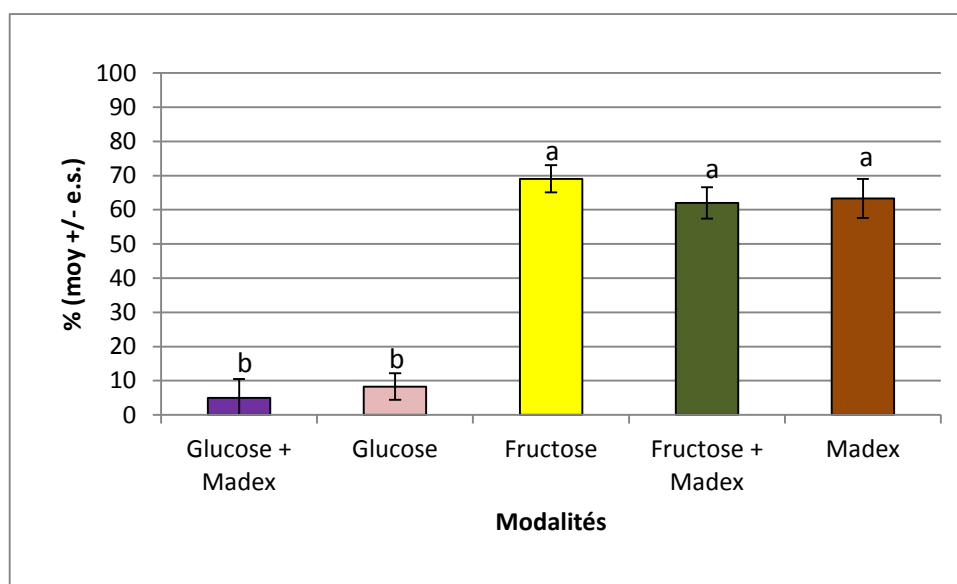
Le pourcentage de fruits attaqués par arbre à la récolte dans les parcelles témoins non traitées atteint 17,73% $\pm$ 1,02 qui représente un faible taux d'attaque.

La pulvérisation du Glucose tout seul, à la dose de 10 ppm, engendre un pourcentage de fruits attaqués à la récolte de l'ordre de 16,22% $\pm$ 1,04 qui est un peu inférieur par rapport à l'association du Glucose au virus de la granulose qui a engendré un pourcentage de fruits attaqués à la récolte de l'ordre de 16,73% $\pm$ 1,15 qui représente le taux d'attaque le plus proche du témoin. L'utilisation du virus de la granulose (Madex®) tout seul provoque, quant à elle, un pourcentage de fruits attaqués à la récolte de l'ordre de 6,46% $\pm$ 1,12 qui est très proche à celui de l'association du Fructose au virus de la granulose avec 6,62% $\pm$ 0,68. De l'autre côté, l'utilisation du Fructose tout seul, à la dose de 100 ppm, engendre le faible pourcentage de fruits attaqués à la récolte de l'ordre de 5,40 % $\pm$ 0,70.

CHAPITRE III

La comparaison des pourcentages moyens des fruits attaqués à la récolte par l'analyse de la variance (ANOVA) suivie par le test de Fisher L.S.D. ($P < 0.05$) identifie deux groupes de modalités présentant des différences significatives. La modalité du témoin non traité, la modalité du Glucose utilisé tout seul et l'association du Glucose avec Madex[®] appartiennent au groupe « a », alors que les modalités : Madex[®] seul, Fructose seul, et l'association fructose avec Madex[®] appartiennent au groupe « b » et ne présentent pas de différences significatives entre elles pour le pourcentage de fruits attaqués à la récolte (**Figure 22**).

III-1-3- Efficacité des traitements Abbott à la récolte



e.s. : erreur standard.

Erreur standard = Ecart type / racine carrée de N où N = 3.

Figure 23: Efficacités des traitements Abbott à la récolte.

L'efficacité des traitements au fructose seul, à la dose 100 ppm, offre une efficacité très élevée par rapport au témoin non traité ; avec un pourcentage moyen d'efficacité de l'ordre de 69.06% $\pm$ 4.01. Aussi les blocs pulvérisés au Madex[®] tout seul et ceux pulvérisés au fructose combiné au Madex[®] offrent une bonne efficacité par rapport au témoin non traité (63.30% $\pm$ 5.69 et 62.02 % $\pm$ 4.59) respectivement.

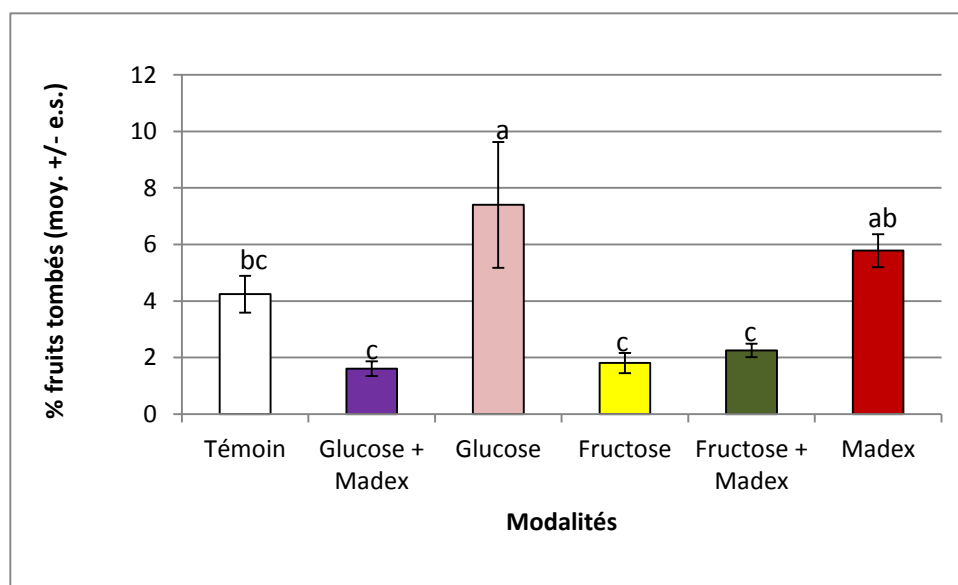
Les parcelles pulvérisées au glucose seul ont présenté une faible efficacité par rapport au témoin non traité de l'ordre de 8.28% $\pm$ 3.88. En dernier lieu c'est la modalité représentant

CHAPITRE III

l'association du glucose avec le Madex[®] qui offre une très faible efficacité par rapport au témoin non traité de l'ordre de $4.96\% \pm 5.50$ (**Figure 23**).

La comparaison de l'efficacité moyenne des traitements Abbott par l'analyse de la variance (ANOVA) suivie par le test de Fisher L.S.D. ($P < 0.05$) identifie deux groupes de modalités présentant des différences significatives, la modalité Madex[®], Fructose seul, et l'association fructose avec Madex[®] appartiennent au groupe « a », alors que les modalités : du Glucose utilisé seul et l'association du Glucose avec Madex[®] appartiennent au groupe « b » et ne présentent pas de différences significatives entre elles (**Figure 23**).

III-1-4- Pourcentage de fruits tombés au sol



e.s. : erreur standard.

Erreur standard = Ecart type / racine carrée de N où N = 3.

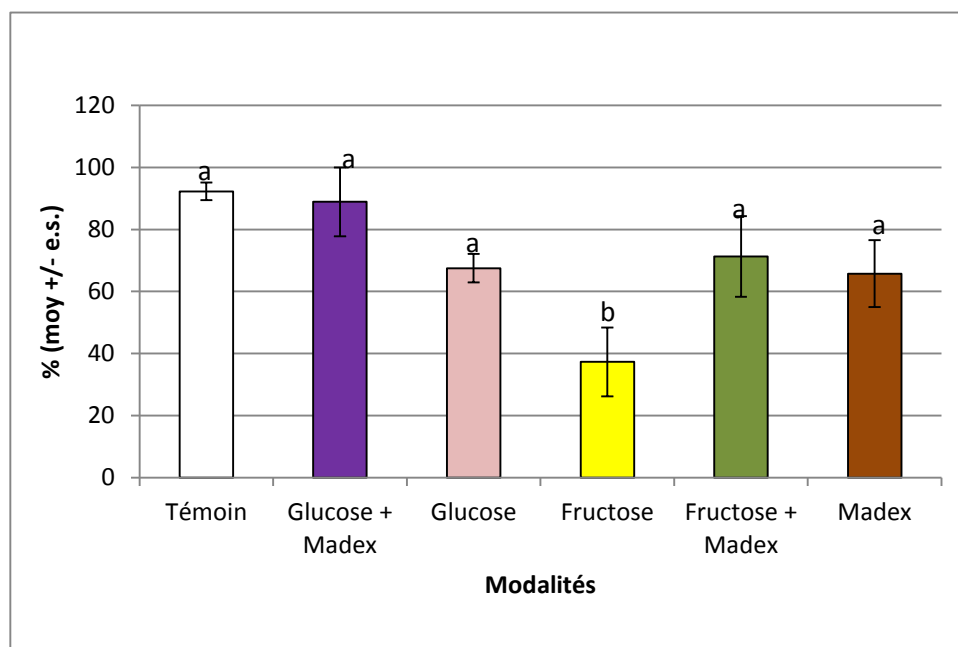
Figure 24: Pourcentage de fruits tombés au sol.

Après le comptage des fruits tombés au sol nous avons observé un taux très diminué de ces derniers, dont on a enregistré un pourcentage moyen de fruits tombés dans les parcelles traitées avec le glucose de l'ordre de $7.40\% \pm 2.23$, suivi par le pourcentage moyen de fruits tombés dans les parcelles traitées avec le Madex[®] seul avec $5.78\% \pm 0.58$, ces derniers sont élevés par rapport à celui enregistré dans la modalité du Témoin ($4.24\% \pm 0.65$). Les traitements au Fructose + Madex[®], fructose seul et Glucose + Madex[®] engendrent de faibles pourcentages de fruits tombés au sol de l'ordre de $2.25\% \pm 0.24$, $1.81\% \pm 0.36$ et 1.60 ± 0.26 respectivement.

CHAPITRE III

La comparaison des pourcentages moyens des fruits tombés au sol par l'analyse de la variance (ANOVA) suivie par le test de Fisher L.S.D. ($P < 0.05$) identifie quatre groupes de modalités présentant des différences significatives. La modalité du Glucose qui appartient au groupe « a », la modalité Madex[®] appartient au groupe « ab », et le témoin qui appartient au groupe « bc », alors que les modalités : Fructose seul, l'association fructose avec Madex[®], et l'association glucose avec Madex[®] appartiennent au groupe « c » et ne présentent pas de différences significatives entre elles (**Figure 24**).

III-1-5- Pourcentage de fruits attaqués et tombés au sol



e.s. : erreur standard.

Erreur standard = Ecart type / racine carrée de N où N = 3.

Figure 25: Pourcentage de fruits attaqués et tombés au sol.

Les observations concernant les fruits attaqués et tombés au sol ont révélé un pourcentage moyen de fruits tombés dans les parcelles témoin de l'ordre de 92.28% $\pm$ 2,88, poursuivie par un pourcentage moyen de fruits attaqués et tombés dans les parcelles traitées avec le glucose associé au virus de la granulose de l'ordre de 88.89% $\pm$ 11.11, ensuite les traitements au Fructose associé au Madex[®] avec un pourcentage moyen de fruits attaqués et tombés dans les parcelles traitées de l'ordre de 71,30% $\pm$ 13,02. L'usage du glucose seul à enregistré 67,47% $\pm$ 4,59 de fruits attaqués et tombés au sol puis on a avec les traitements au

CHAPITRE III

Madex[®] seul on a enregistré un pourcentage de 65,75% $\pm$ 10,80. En dernier lieu les traitements au fructose seul ont engendré le faible pourcentage de fruits attaqués et tombés au sol de l'ordre de 37,29% $\pm$ 11,09.

La comparaison des pourcentages moyens des fruits attaqués et tombés au sol par l'analyse de la variance (ANOVA) suivie par le test de Fisher L.S.D. ($P < 0.05$) identifie deux groupes de modalités présentant des différences significatives. La modalité du Fructose seul qui appartient au groupe « b », alors que les modalités : Madex[®] seul, glucose seul, l'association du glucose avec Madex[®], et l'association du fructose avec Madex[®] appartiennent au groupe « a » et ne présentent pas de différences significatives entre (Figure 25).

III-1-6- Efficacité des traitements Abbott (fruits attaqués et tombés au sol)

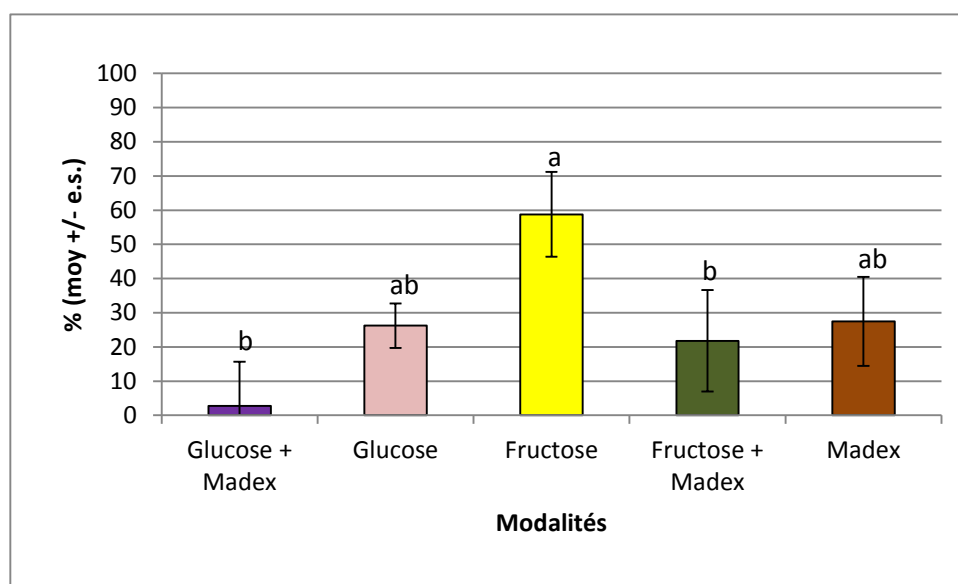


Figure 26: Efficacité des traitements Abbott (fruits attaqués et tombé au sol)

e.s. : erreur standard.

Erreur standard = Ecart type / racine carrée de N où N = 3.

L'efficacité des traitements au fructose seul est plus élevée par rapport au témoin non traité ; avec un pourcentage moyen d'efficacité de l'ordre de 58.79% $\pm$ 12.39. Les traitements au Madex[®] seul et au glucose seul offrent une efficacité de l'ordre de 27.44 % $\pm$ 13,01 et 26.22% $\pm$ 6.48 respectivement par rapport au témoin non traité, et les traitements au fructose combiné au Madex[®] offrent une efficacité de l'ordre de 21.79% $\pm$ 14.87 et enfin le traitement avec le glucose associé au Madex[®] avec une efficacité de l'ordre de 2.75% $\pm$ 12.92. (Figure 26).

La comparaison de l'efficacité moyenne des traitements Abbott par l'analyse de la variance (ANOVA) suivie par le test de Fisher L.S.D. ($P < 0.05$) identifie trois groupes de modalités présentant des différences significatives. Les modalités représentant les deux associations fructose combiné au Madex[®] et glucose combiné au Madex[®] appartiennent au groupe « b », ne présentent pas de différences significatives entre elles pour l'efficacité des traitements. La modalité du fructose seul appartient au groupe « a ». Finalement, les traitements au Madex[®] seul et le glucose seul appartiennent au groupe « ab » ne présentent pas de différences significatives entre elles pour l'efficacité des traitements (**Figure 26**).

III-1-7- Dégâts larvaires cicatrisés, stoppés et actifs sur fruits à la récolte

Les dégâts sur le témoin de la variété Golden Delecious sont déterminés par un pourcentage moyen d'attaques cicatrisées de l'ordre de $5.19\% \pm 0.89$, stoppées ($8.52\% \pm 0.94$) et actifs ($4.01\% \pm 0.67$). De même, les pulvérisations foliaires au glucose associé au Madex[®] provoquent de pourcentages d'attaques cicatrisées, stoppées et actives de l'ordre de $2.32\% \pm 0.35$, $9.27\% \pm 0.84$ et $5.17\% \pm 0.78$ respectivement, et les traitements au glucose seul à la dose 10 ppm provoquent des pourcentages d'attaques stoppées de l'ordre de $8.63\% \pm 1.26$ plus élevées que celles actives ($3.30\% \pm 0.47$) et cicatrisées ($4.29\% \pm 0.74$).

L'utilisation du virus de la granulose « Madex[®] » tout seul provoque un pourcentage d'attaques cicatrisées, stoppées et actives de l'ordre de $1.61\% \pm 0.33$, $3.63\% \pm 0.76$ et $1.13\% \pm 0.30$ respectivement, et les traitements au fructose associés au Madex[®] engendrent des pourcentages d'attaques stoppées de l'ordre de $3.67\% \pm 0.37$, actives ($1.49\% \pm 0.14$) et cicatrisées ($1.46\% \pm 0.46$). Finalement, dans les parcelles traitées par le fructose nous enregistrons des pourcentages d'attaques cicatrisées ($0.80\% \pm 0.27$) et actives ($0.88\% \pm 0.27$) plus diminuées par rapport à celles stoppées ($3.73\% \pm 0.57$) (**Figure 27**).

La comparaison des pourcentages moyens d'attaques cicatrisées, stoppées et actives par l'analyse de la variance (ANOVA) suivie par le test de Fisher L.S.D. ($P < 0.05$) identifie trois groupes « a », « b » et « c ». Les modalités Témoin, Madex[®] seul, fructose combiné au Madex[®], glucose seul et fructose seul appartiennent au groupe « a » pour les attaques stoppées, « b » pour les attaques actives et cicatrisées, seule la modalité glucose combiné au Madex[®] appartient au groupe « a » pour les attaques stoppées, « b » pour les attaques actives et « c » pour les attaques cicatrisées (**Figure 27**).

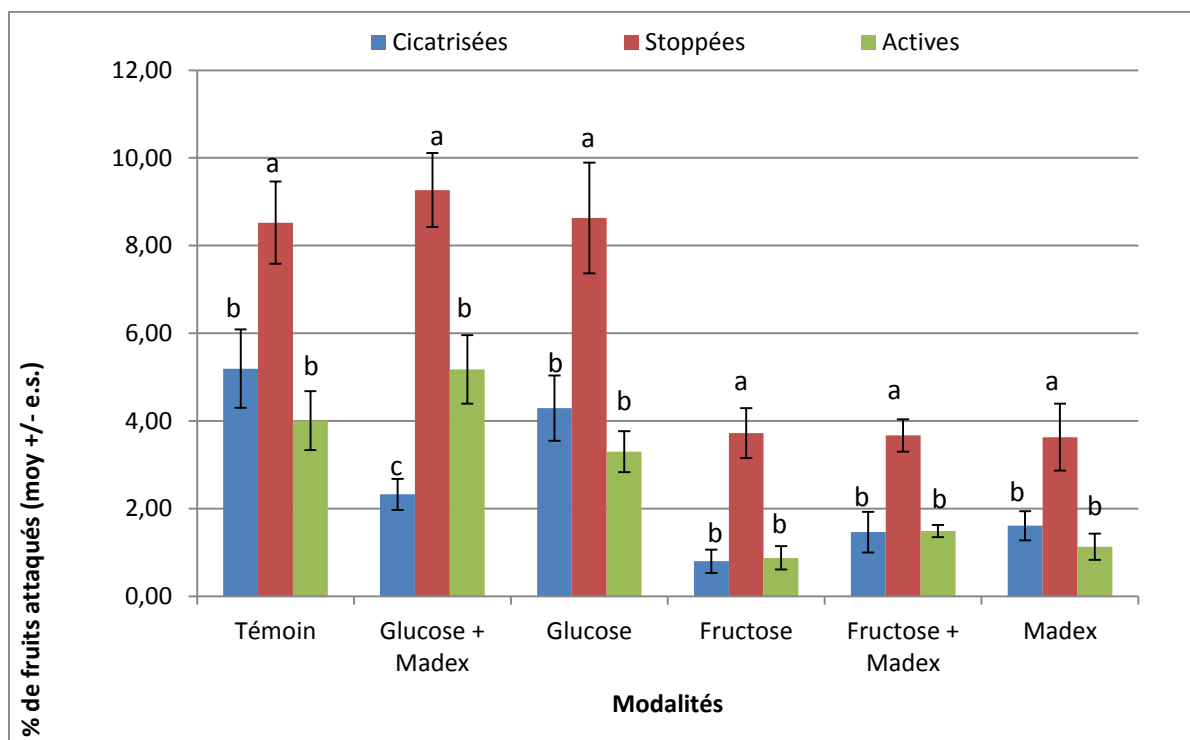


Figure 27: Dégâts larvaires cicatrisés, stoppés et actifs sur fruits à la récolte.

III-1-8- Dégâts larvaires cicatrisés, stoppés et actifs des fruits tombés au sol

Les dégâts sur les fruits attaqués et tombés au sol sur le témoin de la variété Golden Delectious sont déterminés par un pourcentage d'attaques cicatrisées (19,48% $\pm$ 5,26), stoppées (33,91% $\pm$ 2,31) et actives (38,89% $\pm$ 4,01), dont le pourcentage est le plus élevé, et l'utilisation du virus de la granulose « Madex® » tout seul provoque un pourcentage d'attaques cicatrisées, stoppées et actives de l'ordre de 12,62 % $\pm$ 2.62, 24.96% $\pm$ 4.48 et 29.08% $\pm$ 6.28 respectivement. De même, les pulvérisations foliaires au glucose + Madex provoquent de pourcentages d'attaques cicatrisées, stoppées et actives de l'ordre de 18,82 % $\pm$ 6,36, 31,64% $\pm$ 7,95 et 27,32 % $\pm$ 2,70 respectivement, et le glucose seul, à la dose 10 ppm, provoque de pourcentages stoppées (21,08% $\pm$ 3,77), actives (24,89 % $\pm$ 4,87) et cicatrisées (21,50% $\pm$ 1,24) et fructose + Madex® engendrent des pourcentages d'attaques stoppées (27,16% $\pm$ 4,79), actives (28,84% $\pm$ 8,82) et cicatrisées (15,30% $\pm$ 3,36). Finalement, dans les parcelles traitées par le fructose seul nous enregistrons des pourcentages d'attaques cicatrisées (2,82% $\pm$ 1,60) et actives (12,50% $\pm$ 5,05) plus diminué par rapport à celles stoppées (21,97% $\pm$ 7,08) (**Figure 28**).

CHAPITRE III

La comparaison des pourcentages moyens d'attaques cicatrisées, stoppées et actives par l'analyse de la variance (ANOVA) suivie par le test de Fisher L.S.D. ($P < 0.05$) identifie trois groupes « a », « b » et « ab ». Les modalités fructose combiné au Madex[®], et glucose seul appartiennent aux groupe « a » pour les attaques actives, stoppées et cicatrisées. Ainsi, la modalité Madex[®], et glucose combiné au Madex[®] appartiennent aux groupe « a » pour les attaques actives, au groupe « b » pour les attaques cicatrisées, et au groupe « ab » pour les attaques stoppées, alors la modalité fructose seul appartient au groupe « ab » pour les attaques actives, au groupe « a » pour les attaques stoppées, et au groupe « b » pour les attaques cicatrisées et la modalité témoin appartient au groupe « a » pour les attaques actives et stoppées et au groupe « b » pour les attaques cicatrisées (**Figure28**).

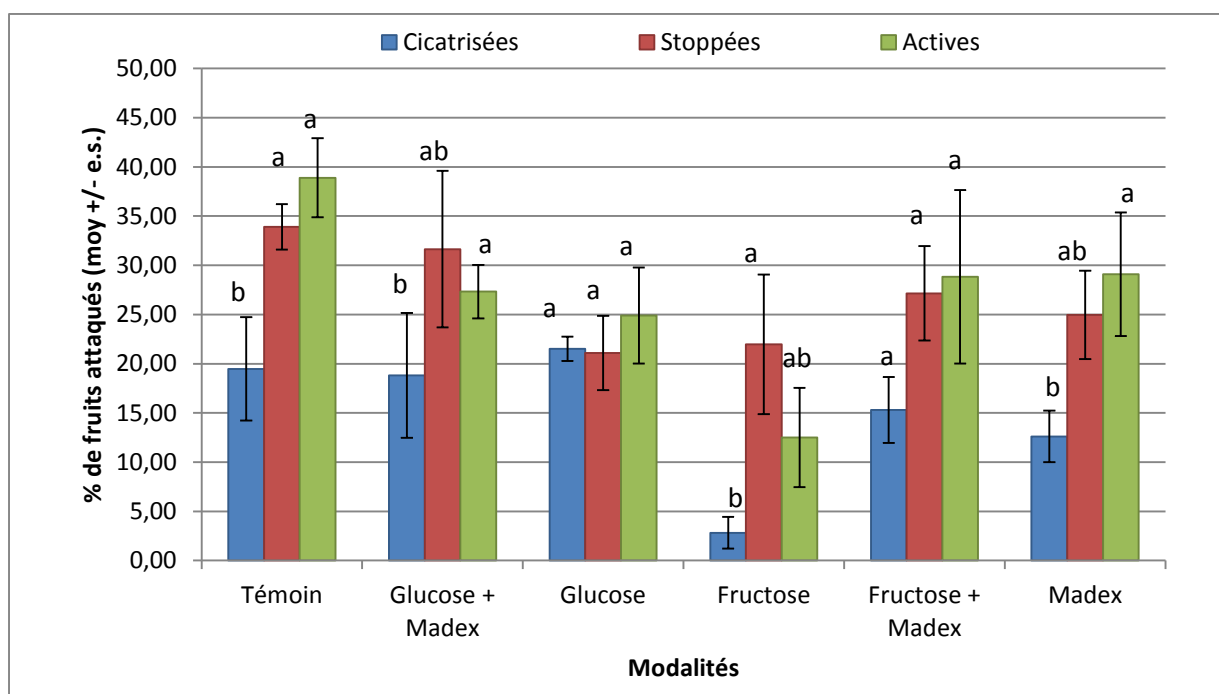


Figure 28: Dégâts larvaires cicatrisés, stoppés et actifs sur fruits tombés au sol.

III-1-9- Nombre de larves mâles et femelles diapausantes et chrysalides dans les bandes pièges

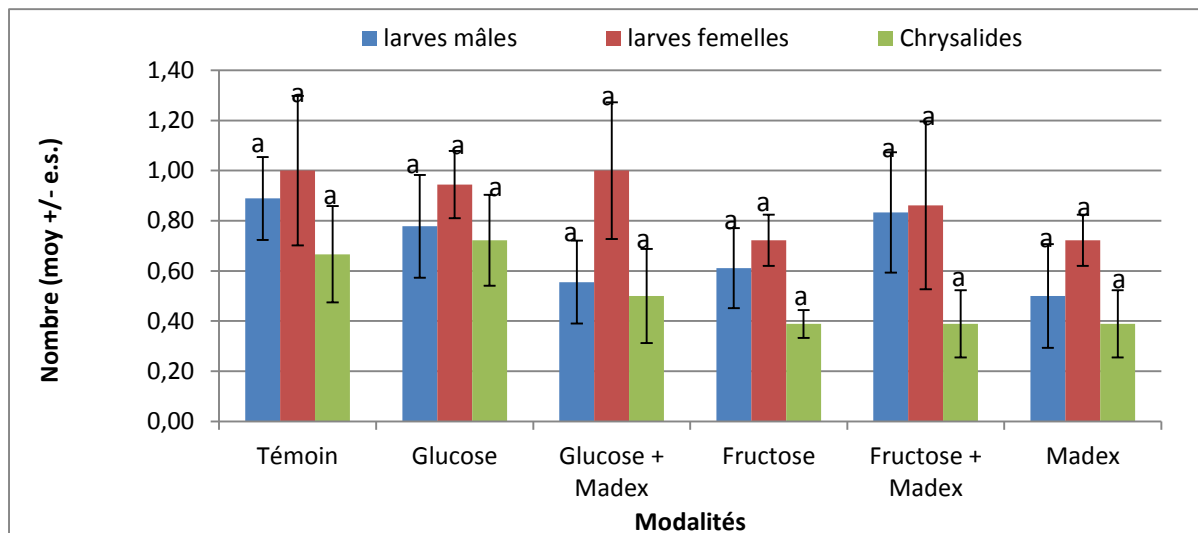


Figure 29: Nombre des larves mâles et femelles diapausantes et chrysalides dans les bandes pièges.

Après l'enlèvement du carton ondulé et le comptage des nombres des larves mâles, femelles et chrysalides nous constatons que le nombre des larves femelles est toujours plus élevé pour toutes les modalités, dont on observe qu'il est similaire pour le témoin et la modalité traité par le glucose combiné au Madex® (1.00 ± 0.30) (1.00 ± 0.27) respectivement, ainsi pour le fructose seul et le Madex® seul avec 0.72 ± 0.10 et 0.72 ± 0.10 respectivement, qui reste un peu bas par rapport à celui de glucose avec 0.94 ± 0.13 et du fructose combiné au Madex® (0.86 ± 0.33). Ensuite c'est le nombre des larves mâles pour toutes les modalités qui vient dans l'ordre suivant: le témoin (0.89 ± 0.16), fructose combiné au Madex® (0.83 ± 0.24), glucose (0.78 ± 0.20), le fructose seul, glucose combiné au Madex®, et le Madex® seul avec 0.61 ± 0.16 , 0.56 ± 0.16 et 0.50 ± 0.21 respectivement. Finalement le nombre des chrysalides qui est important pour la modalité de glucose (0.72 ± 0.18), le témoin (0.67 ± 0.19), glucose combiné au Madex® (0.50 ± 0.19), et similaire pour le fructose seul, fructose combiné au Madex® et le Madex® seul (0.39 ± 0.06) (0.39 ± 0.13) (0.39 ± 0.13) respectivement.

La comparaison du nombre moyen de larves diapausantes et chrysalides par l'analyse de la variance (ANOVA) suivie par le test de Fisher L.S.D. ($P < 0.05$) identifie un seul

CHAPITRE III

groupe : le groupe « a » pour toutes les modalités qui ne présentent pas une différence significative entre elles (**Figure 29**).

III-1-10- Nombre de larves mâles et femelles diapausantes et chrysalides en fonction des modalités

Le nombre de larves mâles et femelles diapausantes et chrysalides est élevé dans les parcelles témoins non traitées de l'ordre de $1,89 \pm 0,35$, et dans celles traitées par le glucose ($1,78 \pm 0,28$), par rapport aux modalités : Glucose combiné au Madex[®] ($1,50 \pm 0,34$), et le fructose combiné au Madex[®] ($1,42 \pm 0,43$) qui sont très proches, et finalement le Madex[®] utilisé tout seul ($1,11 \pm 0,25$) et le Fructose utilisé tout seul ($1,22 \pm 0,16$).

La comparaison du nombre moyen de larves diapausantes et chrysalides par l'analyse de la variance (ANOVA) suivie par le test de Fisher L.S.D. ($P < 0.05$) identifie un seul groupe : le groupe « a » pour toutes les modalités qui ne présentent pas une différence significative entre elles (**Figure 30**).

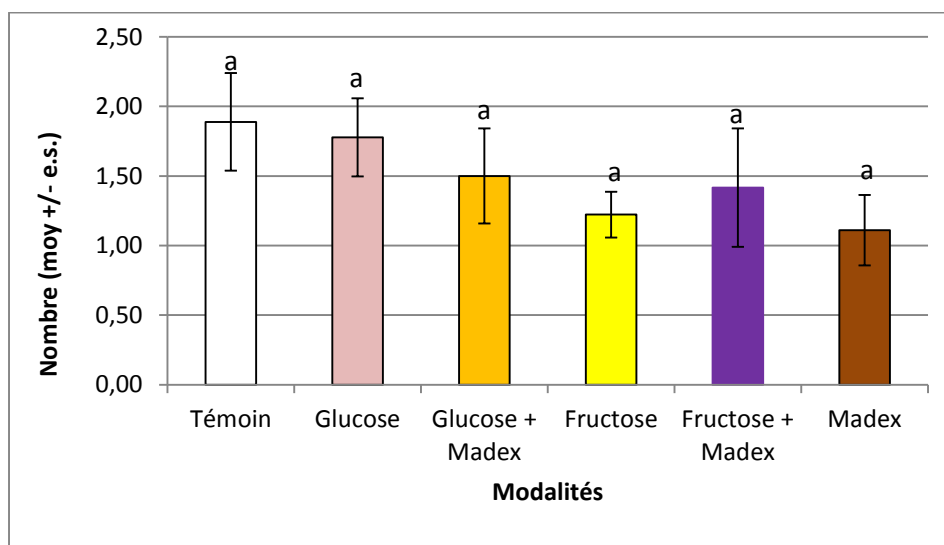


Figure 30: Nombre total de larves mâles et femelles diapausantes et chrysalides en fonction des modalités.

III-2- Discussion

Le carpocapse est présent dans toutes les régions de culture de pommiers du monde (**Ricci, 2009**). Cet insecte demeure toujours un fléau pour les cultures de pommes à cause du nombre variable de ces générations et de sa résistance aux pesticides chimiques utilisés.

CHAPITRE III

Pour tout ravageur, la surveillance du verger est à la base du raisonnement des stratégies de lutte. Le carpocapse n'échappe pas à la règle. Il est fortement suggéré de dépister les papillons à l'aide de pièges à phéromones, et de surveiller les dégâts occasionnés par les larves pour optimiser la stratégie et la période d'intervention (**Morel et al., 2013**).

Le carpocapse présente 1 à 4 générations selon les régions et les conditions climatiques (**Pajač et al., 2011**). Le nombre de génération diminue avec l'augmentation de l'altitude (**Balachowsky, 1966**). La température est considéré comme un facteur déterminant pour le nombre de génération (**Alkarrat, 2013**), dont les dégâts les plus sévères lors des climats chauds où *C. pomonella* obtient plus de générations par an (**Welty, 1992**).

La durée d'une génération varie de 30 à 40 jours, selon les conditions environnementales. 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**). **Ayral (1969)**, signale que le pourcentage de chenilles nymphosées augmente rapidement durant le mois de mai. 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**). 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 & Höhn, 2004**).

Soltani et al., (1986) rapportent que, dans la région d'Annaba, le carpocapse présente quatre générations. Alors que la région de Mitidja présente trois générations qui commencent du mois d'Avril jusqu'au mois de Septembre (**Bouanane, 2008**). Ainsi, la présence de trois générations dans la région d'Ichemoul (**Saouli, 1993**), et Ain-touta (**Bouhidel, 1992**). En revanche à Inoughissen, deux générations ont été enregistrées avec un taux de capture faible, dû sans doute à la situation géographique de la région qui se trouve à une altitude de 1316 m (**Messaoudi, 1997 cité par Chafaa, 2008**).

Le suivi de l'activité de vol de *C. pomonella*, par l'installation d'un piège à phéromones dans le verger d'étude, a révélé 2 générations, dont la première génération débute le début de Mai et s'achève presque la fin de Juin, quant à la deuxième génération, elle est étalée sur le mois de juillet et Août. Le carpocapse est bivoltin avec une dominance de la deuxième génération temporellement qu'elle a duré presque 60 jours. Cette dernière a noté une capture cumulative de 57 papillons avec un pic maximum de capture de 6 papillons relevé le début du mois de juillet, où la température moyenne mensuelle a atteint son maximum avec 27,23°C pour cette campagne. Cette deuxième génération est la plus dominante et dangereuse sur le plan dégâts causés aux fruits ce qui a été confirmé par **Asser-Kaiser, (2010)**

CHAPITRE III

qui a noté généralement que la deuxième génération qui cause les dégâts les plus sévères que la première car la femelle dispose les œufs directement sur les fruits déjà murs.

La date d'apparition des premiers adultes mâles du carpocapse vers le début de Mai, ou la température moyenne a atteint 18,8°C et la température maximale 26,79, ces dernières sont adéquates au développement du carpocapse, car La ponte diminue lorsque la température est inférieure à 15°C et s'arrête complètement au-dessous de 12°C (**Charmillot & Höhn, 2004**), et d'après **Hmimina, (2007)** la ponte, est interrompue lorsque la température est inférieure à 15°C ou le feuillage est mouillé, mais culmine aux environs de 25°C et les pluies et les fortes humidités atmosphériques immobilisent l'insecte. Alors qu'**Aubry, (2008)** ajoute que 12 à 62 % des œufs meurent à cause de l'infertilité ou de facteurs abiotiques en Amérique du nord. Notons aussi que la pluie n'inhibe pas le développement des œufs, mais elle peut les déloger.

Les résultats obtenus de cette étude révèlent que la variété Golden Delicious, dans le verger d'étude, présente un taux d'infestation par *C. pomonella* sur le témoin sans traitements s'élève à 17,73% $\pm$ 1,02 qui représente un taux d'attaque faible par rapport aux autres travaux qui ont été réalisés par **Brahim et al., (2014)** (34.35% $\pm$ 03.00), **Benhassir (2009)** (29.92 $\pm$ 0.52) et **Guerfi et al., (2014)** (37.27 $\pm$ 2.97) qui ont travaillé sur la variété Anna dans les régions de Tilatou et Ain Djasser. Des travaux similaires ont été conduits sur la variété Golden Delicious par **Haggoune (2010)**, dans la région de Yabous et **Djebabra (2011)** sur la même variété dans la région d'El Hassi montrent des pourcentages de fruits attaqués à la récolte avoisinant les 40%.

Le taux d'attaque enregistré peut être lié aux traitements chimiques utilisés abusivement au cours des années précédentes, ce qui a conduit à la réduction des populations de *C. pomonella* au niveau du site, ou bien peut être du aux perturbations climatiques.

D'après cette étude, les pulvérisations du Madex® seul diminuent fortement les pourcentages des fruits attaqués par *C. pomonella* L. (6.46% $\pm$ 1.12) et offre une meilleure efficacité par rapport au témoin non traité et avec une meilleure efficacité des traitements Abbott (63.36% $\pm$ 4.01). Ces résultats corroborent à ceux trouvés par **Guerfi, (2014)** qui a travaillé sur la variété Anna, **Brahim et al., (2014)** et qui montrent de faibles pourcentages de fruits attaqués à la récolte de l'ordre de (12.34% $\pm$ 1.47 et 7.44% $\pm$ 0.67) respectivement et une meilleure efficacité des traitements Abbott (66.25% $\pm$ 5.27 et 78.14% $\pm$ 1.71 respectivement) suite aux pulvérisations de Madex® ainsi le faible taux d'attaque sur la variété Royal Gala avec un pourcentage moyen d'efficacité de l'ordre de 54.04% $\pm$ 10.39 trouvé par

CHAPITRE III

Nasri, (2015). Par contre les résultats obtenus par **Meradi, (2015)** sur la variété Starkrimson qui montrent une efficacité de l'ordre de $19.59\% \pm 4.34$ qui représente l'efficacité la plus diminuée en comparaison à d'autres résultats.

En effet, les traitements biologiques avec le granulovirus dans la formulation commerciale Madex[®] montrent que ce produit possède un effet sur la réduction des dégâts qu'un insecticide chimique (Calypso 480 SC un Chloronicotinyles) (**Brahim et al., 2013**).

Au cours des 30 années, de nombreux essais ont démontré une bonne soudure de l'activité de CpGV dans une variété de paramètres à travers l'Europe, Afrique du Sud, Australie, Nouvelle-Zélande, Amérique du Sud, et l'Amérique du Nord (**Falcon & Huber, 1991; Guillon & Biache, 1995 ; Huber, 1986 ; Jaques, 1990 ; Vail et al., 1991**).

En Ontario, sept applications à base de virus de la granulose ont permis une réduction significative des entrées profondes des larves de carpocapse dans les pommes. Une population initiale de carpocapses peu élevée permet une protection par le virus de la granulose équivalente à celle des insecticides chimiques azinphos-méthyl ou phosmet (**Jacques et al., 1994**). Des essais effectués dans un verger biologique de Mont-Saint-Hilaire en 2003 et 2004 ont démontré que ce bioinsecticide réduit significativement les dommages causés par le carpocapse (**Provost et al., 2006**).

Charmillot & Pasquier (2002), ont conclu, après une étude de 7 ans réalisée en Suisse, que seule une combinaison du granulovirus et de la confusion sexuelle pouvait maintenir de façon durable les populations du carpocapse à un faible niveau. Une étude au niveau de la Bulgarie a démontré dans trois sites pilotes que le produit viral de type Madex[®] pouvait contrôler les larves de carpocapse quand la populations a été affaibli par la technique de la confusion sexuelle (**Kutinkova et al., 2012**).

Lombarkia et al., (2007) montrent que le Madex[®] réduit la ponte de 50% à 60% sur deux variétés Golden Delicious et Red Chief qui révèlent de sensibilités différentes à la ponte du carpocapse. Ceci par induction du changement des signaux de surface nécessaire à la reconnaissance de l'hôte et à la ponte du carpocapse, ainsi l'observation que parmi les différents types de dégâts de carpocapse le taux de dégâts stoppés est élevé sur Golden Delicious ($26\% \pm 4$) que sur Red Chief ($5\% \pm 1$) (**Derridj, 2010**). Les études menées par **Kutinkova et al., (2010 ; 2012)** en Bulgarie, montrent que l'application des traitements avec du Madex[®] quelque soit la densité de génération élevée ou modérée peuvent être une méthode alternative aux traitements chimiques, ajoutant aussi qu'il est préféré de combiner les

CHAPITRE III

applications à base de baculovirus avec les diffuseurs de phéromone pour éviter le phénomène de résistance.

L'étude des interrelations entre les mécanismes de signalisation de la plante et les insectes ravageurs, a révélé que la présence de métabolites primaires à la surface des feuilles et leur pénétration à l'intérieur des tissus participent des mécanismes de résistance naturelle des plantes contre certains lépidoptères (**Ferre et al., 2008**). Afin de pouvoir disposer une alternative non chimique des essais de lutte par des applications de sucres solubles à la surface des feuilles qui modifient le profil des sucres-alcools à la surface des feuilles du pommier ; des métabolites qui conditionnent la ponte et le comportement des jeunes larves de *C. pomonella* (**Lombarkia & Derridj, 2002 & 2008**).

La modification de la composition en métabolite de surface semble également perturber la distribution des œufs entre les différents organes et parties de la plante (**Lombarkia, 2002**). Le changement de quantités de sucres (glucose, fructose, saccharose, tréhalose) par Leur apport foliaire en micro-doses peut intégrer un signal de résistance systémique acquise à un bio-agresseur et induit des modifications physiologiques et biochimiques à la surface de la plante, ainsi qu'une résistance à des bio-agresseurs (**Smeekens et al, 2010**).

Les traitements avec des produits naturels issus de la photosynthèse, présents à la surface des feuilles: D-glucose et D-fructose (hexoses) qui traversent de part et d'autre la cuticule, appliqués en infra-doses (10ppm=1g pour 100l et 100ppm respectivement) proches des quantités moyennes naturelles (ng par cm²) en solution aqueuse le matin agissent en tant que signaux d'induction de résistance systémique (antixénose) partielle vis-à-vis de la ponte des lépidoptères de maïs et de pommier (**Derridj et al. , 2008**).

Les travaux dans ce sens sont récents et peu, dont on ne trouve seulement que quelques études effectuées, parmi ceux ci on a des études qui ont été réalisées sur trois générations de carpocapse ont été appliqués en 2009 avec une solution de saccharose à une concentration de 100 ppm (10g pour 100 litres) sur les variétés Golden Delicious et Anna. Les taux d'infestation par le carpocapse sur les témoins sans traitements s'élèvent à 40% des pommes à la récolte. Les efficacités ABBOTT du saccharose seul ont été de $59.8 \pm 11.6\%$ sur la variété Golden Delicious (**Benhassir ,2009**) et de $48.9 \pm 6.0\%$ sur la variété Anna (**Haggoune ,2010**). Ces résultats confirment ceux enregistrés auparavant par la société ANADIAG dans le Sud de la France, en Italie et en Grèce pendant quatre ans sur la seconde génération (**Ferré et al., 2008**) et l'ENSP à Versailles, qui montraient une efficacité comprise

CHAPITRE III

entre 19,52% et 63,3 % avec une moyenne de $40.6 \pm 16.0\%$ sur les variétés Golden Delicious et Mondial Gala.

Selon **Guerfi (2014)** les traitements au saccharose seul, à la dose 100 ppm, réduisent les pourcentages des fruits attaqués par rapport au témoin non traité et offrent une efficacité considérable qui avoisine les 42%. Ces résultats confirment ceux déjà obtenus par **Benhassir (2009)**, **Haggoune (2010)**, **Djebabra (2011)**, et **Brahim et al., (2014)**. La réduction très importante des dégâts larvaires peut être expliquée probablement par le fait que le saccharose induit des résistances systémiques vis-à-vis du carpocapse, due à l'induction de modifications des métabolites présents à la surface des feuilles dont certains sont des signaux pour l'insecte qui perturbent la reconnaissance de l'hôte et réduisent la ponte (**Derridj et al., 2011**). Selon **Derridj et al., (2009)**, ces résistances se manifestent à la surface et dans les feuilles ainsi que dans les racines. En effet, certaines variétés de pommiers comme Jonagold ne montrent pas d'amélioration du traitement chimique contre le carpocapse par l'addition de saccharose (**Derridj et al., 2011**).

Le saccharose qui s'hydrolyse en fructose et glucose pourrait agir par les 3 formes de sucre. Sa facilité d'accès et son faible coût prônent pour une utilisation large. En verger de pommiers dans la région où le carpocapse peut-être résistant à la carpovirusine (granulovirus) le saccharose à 100ppm a une efficacité meilleure que l'insecticide (**Derridj, 2013**).

En parallèle, les traitements au Fructose tout seul, à la dose de 100 ppm, engendrent le faible pourcentage de fruits attaqués à la récolte de l'ordre de $5.40 \% \pm 0.70$ en conditions agronomiques de production par rapport aux témoins ($17,73\% \pm 1,02$)sur la variété Golden Delicious, ce qui a été confirmé par **Ferré et al., (2008)** qui a démontré que le D-fructose est le sucre qui a les effets les plus généraux aux doses les plus faibles 0.01ppm. Il apparaît toutefois que le fructose parmi les trois sucres testés à plusieurs doses (de 0.1 à 100 ppm), a un effet général et ceci à des doses très faibles. L'augmentation de la dose n'augmente pas les effets obtenus à la plus faible dose. Il a des effets sur les pontes et les dégâts des ravageurs et sur la sévérité des symptômes de la pourriture grise. En verger sur le pommier le fructose réduit également les dommages causés par le carpocapse et **Ondet (2014)** a révélé dans son essai en 2013 sur la variété Gala que le fructose permet de limiter les dégâts de piqûres à 3,5% et que le mélange de virus de la granulose avec le fructose n'améliore pas les résultats obtenus avec fructose seul.

En revanche dans le travail mené par **Meradi, (2015)** les traitements au fructose combiné au virus de granulose présente une efficacité considérable et diminue fortement les pourcentages des fruits attaqués par *C. pomonella* ($11.05\% \pm 0.78$) et offre une meilleure

CHAPITRE III

efficacité par rapport au témoin non traité de l'ordre de $65.74\% \pm 2.49$ et améliore les résultats obtenus avec le fructose seul qui présente une efficacité des traitements Abbott ($31.71\% \pm 3.42$).

Dans notre travail le fructose seul et le fructose combiné au virus de granulose présentent une efficacité considérable et diminuent fortement les pourcentages des fruits attaqués par *C. pomonella* ($5.40\% \pm 0.70$ et $6.62\% \pm 0.68$ respectivement) et offre une meilleure efficacité par rapport au témoin non traité et avec une meilleure efficacité des traitements Abbott ($69.06\% \pm 4.01$, $62.02\% \pm 4.59$ respectivement).

Par ailleurs, la pulvérisation du Glucose tout seul engendre un pourcentage de fruits attaqués à la récolte de l'ordre de $22.61\% \pm 0.50$, alors que l'association du glucose au Madex® engendre un faible pourcentage de fruits attaqués à la récolte de l'ordre de $13.11\% \pm 1.20$ (Nasri, 2015). Par contre les résultats de ce travail révèle que l'association du glucose au Madex® ($16.73\% \pm 1.15$) et glucose seul ($16,22\% \pm 1,04$) n'engendre pas d'effet important sur les dégâts de carpocapse. rejoignant de ce fait les résultats trouvés par Derridj (2009), qui résumant que la pulvérisation foliaire du maïs avec le glucose à 10 ppm n'a présenté aucun effet sur la ponte d'*Ostrinia nubilalis* (pyrale de maïs)

Par contre le tréhalose et le glucose ont montré des efficacités importantes en conditions contrôlées contre des champignons pathogènes obligatoires (oïdium, pourriture grise) et nématodes (Arnault, 2012).

Les résultats obtenus, nous laisse avancer des hypothèses, parmi lesquelles, il semblerait que l'insignifiance du traitement au glucose (10 ppm) peut être attribué à la quantité (peut être la dose) et la nature du sucre utilisé. Lombarkia & Derridj (2002) ; Lombarkia et al., (2005) ont démontré que les quantités et la nature des sucres sur la surface des feuilles sont des signaux pour *C. pomonella*, ainsi il est observé de l'ensemble des essais que le fructose fonctionne le mieux et à faible dose 0,1ppm soit 1g pour 1000 litres d'eau. Cette dose permet une réduction de 40% de ponte chez le carpocapse. Par contre il faut 10 ppm de saccharose pour obtenir le même résultat et le glucose quant à lui ne fonctionne pas. Ces éléments (les sucres) jouent donc un rôle sur le choix des plantes, le site et l'intensité de la ponte.

Derridj et al., (1994), ont conclu que les propriétés de perméabilité des cuticules foliaires ont un rôle important dans le passage des sucres. C'est vrai que les sucres sont probablement présents à la surface de tous les végétaux. Par contre la perméabilité cuticulaire à ces molécules peut varier selon l'espèce végétale, l'organe et l'âge de la plante. La

CHAPITRE III

pénétration du sucre dans la feuille va dépendre de caractères biotiques liés à la plante et aux microorganismes épiphytes associés, ainsi qu'à des caractères abiotiques comme l'hygrométrie ou la température (**Derridj, 2009**). De ce fait nous supposons que la perméabilité de l'espèce végétale peut être la cause de la non efficacité du glucose.

Dans l'étude de **Guerfi (2014)**, l'association du saccharose au Madex[®] n'engendre pas d'effet additif ou synergique contrairement aux résultats trouvés par **Benhassir (2009)** qui montrent que le saccharose utilisé à la dose 100 ppm additionné au Calypso (Thiachlopid) offre un gain d'efficacité de l'ordre de 21.78% par rapport à l'insecticide tout seul. En effet, plusieurs travaux conseillent l'utilisation des sucres comme traitement additif aux traitements phytosanitaires (**Ballard a et al., 2000 ; Lombarkia et al., 2005**). Ainsi, les travaux d'**Ondet (2014)** ont révélé dans son essai, sur la variété Gala, que le mélange de saccharose au virus de la granulose, permet d'améliorer les résultats et d'obtenir un taux de piqûres similaire au mélange fructose et virus (près de 5% de piqûres). Il semble que les sucres seuls soient relativement actifs et dans certains cas autant que les produits phytosanitaires commercialisés et leur ajout n'augmente pas les efficacités d'une manière additive. Les hypothèses avancées sont que les formulations des produits commercialisés soit possèdent des propriétés proches de celles des sucres (inductions de résistance de la plante) soit/ou il y a des sucres dans les formulations. Les changements biochimiques dans les tissus du pommier, induits par le saccharose, limitent dans un premier temps la ponte du carpocapse et ensuite agissent sur les attaques des larves néonates de carpocapse (celles qui pénètrent dans le fruit). Les analyses réalisées sur Reinette du Canada (un essai Anadiag en 2009) ne montrent aucune interférence du sucre apporté dans les traitements sur le calibre, la qualité intrinsèque des fruits (teneur en sucre, acidité, régression de l'amidon, fermeté). La teneur en sucre des feuilles et surtout des fruits, ne semble donc pas modifié (**Ondet, 2010**).

Le mélange des sucres avec d'autres produits n'est pas d'obtenir des actions drastiques qui risquent d'entraîner des résistances des bio-agresseurs, mais il est plutôt de permettre une réduction des doses de produits toxiques pour l'environnement et l'homme et une durabilité de la méthode par le retardement d'apparition de résistances des bio-agresseurs.

Les sucres peuvent sur pommier/carpocapse avoir autant d'effets sur la réduction des dégâts qu'un insecticide (IMIDAN un organophosphoré ou CARPOVIRUSINE[®] un granulovirus) (**Derridj, 2010**).

Selon **Derridj (2010)** l'association de l'application du sucre avec un autre produit peut donc dans certains cas engendrer peu d'effets soit parce que le produit intègre déjà les sucres

CHAPITRE III

application est contre-indiqué lorsqu'il y peut y avoir une réaction chimique entre le produit et les sucres.

Les dégâts sur le témoin de la variété Golden Delecious sont déterminés par un pourcentage moyen d'attaques cicatrisées de l'ordre de $5.19\% \pm 0.89$, stoppées ($8.52\% \pm 0.94$) et actifs ($4.01\% \pm 0.67$). De même, les pulvérisation foliaires au glucose associé au Madex[®] provoquent de pourcentages d'attaques cicatrisées, stoppées et actives de l'ordre de $2,32\% \pm 0.35$, $9.27\% \pm 0.84$ et $5.17\% \pm 0.78$ respectivement, et les traitements au glucose seul à la dose 10 ppm provoquent des pourcentages d'attaques stoppées de l'ordre de $3,63\% \pm 0,76$ plus élevées que celles actives ($1,13\% \pm 0,30$) et cicatrisées ($1,61\% \pm 0,33$) et les traitements au fructose associés au Madex[®] engendrent des pourcentages d'attaques stoppées de l'ordre de $3,67\% \pm 0,37$, actives ($1,49\% \pm 0,14$) et cicatrisées ($1,46\% \pm 0,46$). Finalement, dans les parcelles traitées par le fructose nous enregistrons des pourcentages d'attaques cicatrisées ($0.80\% \pm 0.27$) et actives ($0.88\% \pm 0.27$) plus diminuées par rapport à celles stoppées ($3.73\% \pm 0.57$) , donc selon nos résultats, toutes les modalités se caractérisent d'un pourcentage élevé de dégâts stoppés dus à des entrées peu profondes, dont les larves meurent habituellement comme premiers stades larvaires dans la peau du fruit. Ces dommages cosmétiques abaissent la qualité et le prix des fruits.

Les traitements au fructose seul, Madex[®] associés au fructose et Madex[®] seul offrent une bonne efficacité

D'après les résultats de **Nasri, (2015)**, les pulvérisations foliaires, de la variété Royal Gala, par le Madex[®] seul engendrent des pourcentages d'attaques stoppées de l'ordre de $53.86\% \pm 2.18$ et actives de l'ordre de $34.44\% \pm 2.91$ plus élevées que celles des attaques cicatrisées ($11.71\% \pm 1.95$).

Les traitements au glucose combiné au Madex[®] engendrent des pourcentages d'attaques stoppées de l'ordre de $45.37\% \pm 9.39$ et actives de l'ordre de $36.55\% \pm 4.60$ élevées par rapport aux attaques cicatrisées ($18.08\% \pm 8.89$).

Les traitements au glucose seul engendrent des pourcentages d'attaques actives ($61.07\% \pm 1.47$) plus élevées par rapport aux attaques cicatrisées ($31.02\% \pm 8.86$), Ces dernières sont aussi très élevées par rapport aux attaques stoppées ($8.92\% \pm 2.17$). Finalement, dans les parcelles témoins non traitées nous enregistrons des pourcentages d'attaques actives ($58.80\% \pm 1.72$) élevées par rapport aux attaques stoppées ($22.97\% \pm 0.49$) et cicatrisées ($18.23\% \pm 1.70$).

CHAPITRE III

Les pulvérisations foliaires, de la variété Starkrimson, par le Madex[®] seul engendrent un pourcentage d'attaques stoppées 3 fois plus élevé que les cicatrisées et proche à celui des attaques actives (**Meradi, 2015**).

Les blocs pulvérisés par le fructose tout seul ont révélé un pourcentage d'attaques cicatrisées 2 fois plus élevé que celui des attaques actives, et légèrement élevé par rapport aux attaques stoppées. Alors que le pourcentage d'attaques stoppées observé suite aux traitements du fructose combiné au Madex[®] est 3 fois plus élevé que le pourcentage d'attaques actives et il est élevé par rapport au pourcentage d'attaques cicatrisées. Arrivant aux parcelles témoins non-traitées ont présenté un pourcentage d'attaques actives surprenant 7 fois plus élevé que le pourcentage d'attaques cicatrisées et presque 3 fois plus élevé que le pourcentage d'attaques stoppées (**Meradi, 2015**).

Glen et Clark (1985) ont démontré que parmi les principaux inconvénients concernant CpGV sont les entrées peu profondes de larves nouveau-nés dans les fruits et la nécessité d'une nouvelle application fréquente. Malgré la vitesse relativement rapide de tuer, les larves exposées aux granulovirus vivent assez longtemps pour endommager les fruits. Parce que les larves doivent ingérer le virus, donc le contact avec les fruits et les entrées peu profondes (des piqûres) sont inévitables. Cependant, les populations sont effectivement réduites, les entrées dans les fruits sont généralement réduits à des niveaux acceptables (**Pasquier & Charmillot, 1998**). Les larves infectées meurent juste en dessous de la surface du fruit (**Falcon et al., 1968; Glen & Clark, 1985**).

Selon **Nasri, (2015)**, la pulvérisation foliaire par le glucose combiné au Madex[®] et Madex[®] seul a diminué progressivement le nombre moyen de chrysalides par rapport aux larves mâles et femelles. Alors que pour la modalité témoin, le nombre moyen des femelles dépasse largement celui des chrysalides et des mâles, contrairement à la modalité glucose seul ou c'est le nombre moyen des mâles qui dépasse celui des chrysalides et légèrement celui des femelles.

Selon **Meradi, (2015)**, les modalités traitées par le fructose tout seul et le fructose combiné au Madex[®] comptait significativement une diminution progressive de nombre moyen de chrysalides par rapport aux larves mâles et femelles. Alors que pour les modalités témoin non traité, Madex[®] seul, le nombre moyen des femelles dépasse celui des mâles et des chrysalides, alors que dans notre étude on a constaté, que le nombre des larves femelles est toujours plus élevé pour toutes les modalités, dont on observe qu'il est similaire pour le témoin et la modalité traitée par le glucose combiné au Madex[®], ainsi pour le fructose seul et

CHAPITRE III

le Madex® seul avec, qui reste un peu bas par rapport à celui de glucose et du fructose combiné au Madex®. Ensuite c'est le nombre des larves mâles pour toutes les modalités qui vient sur l'ordre suivant: le témoin, fructose combiné au Madex®, glucose, le fructose seul, glucose combiné au Madex®, et le Madex® seul. Finalement le nombre des chrysalides qui est important pour la modalité de glucose, le témoin, glucose combiné au Madex®, et similaire pour le fructose seul, fructose combiné au Madex® et le Madex® seul.

Selon nos essais, les pulvérisations foliaires des pommiers de la variété Golden Delicious au Madex® diminuent le nombre de chrysalides et d'une façon générale, le nombre de larves diapauses capturées dans les bandes pièges dans les blocs pulvérisés avec le Madex®, Glucose combiné au Madex® et le fructose combiné au Madex® qui sont très proches, et finalement le Madex® utilisé tout seul et le Fructose utilisé tout seul, ce qui indique que les stratégies de lutte biologique (virus de la granulose et sucre) ont permis de réduire significativement la population de carpocapse. Cette diminution du nombre de larve de carpocapse de la pomme dans les bandes-pièges laisse présager une plus faible population d'adultes l'année suivante et permet d'adapter la stratégie de lutte dans la parcelle pour l'année suivante.

D'après tous ces résultats on peut illustrer l'importance de cette méthode de protection du pommier contre le carpocapse par l'utilisation de granulovirus qui est bien qu'elle soit efficace dans le contrôle de *C. pomonella*, CpGV ne sera pas une méthode de contrôle autonome, surtout lorsque d'autres insectes nuisibles dépassent les niveaux de préjudice économique. Pour le contrôle de *C. pomonella*, les effets de suppression de population seront renforcés en combinant le virus à d'autres interventions. Il s'agit notamment: confusion sexuelle; alternance avec d'autres insecticides (par exemple, l'huile minérale, le spinosad, etc.); utilisation de nématodes entomopathogènes (*Steinernema* spp et *Heterorhabditis* spp.); d'autres agents de lutte biologique (prédateurs et parasitoïdes); et le contrôle culturelle (utilisation de bandes autour des arbres pour capturer et enlever les larves d'hivernage et de la bonne hygiène de champ (l'élimination des pommes infestées et des habitats d'hivernage) (Lacey *et al.*, 2008), ainsi l'application foliaire des sucres qui ouvre de nouvelles voies alternatives de protection des cultures, dans le domaine de l'amélioration des plantes, protection intégrée, réduction des intrants et amélioration des méthodes de lutte biologiques (Arnault *et al.*, 2012). Et qui est à la fois reproductible et ne présente pas plus de risques que les produits phytosanitaires utilisés jusqu'à présent, en revanche cette technologie présente des avantages par rapport à l'utilisation d'autres substances qui induisent des réactions de défenses : i) une similitude de résultats en conditions semi-contrôlées et en champ (vigne

CHAPITRE III

/mildiou) ; ii) une efficacité de doses très faibles de composés non toxiques, non rémanents, qui pénètrent facilement dans la plante sous forme de solution aqueuse ; iii) un coût faible de synthèse des molécules et d'utilisation iv) une intégration assez facile dans les itinéraires culturaux. Pratiquement la rapidité du signal donné après le dépôt du sucre (quelques minutes à quelques heures) permet une souplesse d'utilisation. Les effets sur un temps long facilitent le positionnement du traitement (**Derridj, 2013**).

Pour l'environnement biologique ces doses ne peuvent provoquer directement de proliférations de micro-organismes et d'actions sur les abeilles. Les modifications induites ne semblent pas avoir d'incidence sur les teneurs en sucres des feuilles et des fruits (pommes).

Associé surtout avec la manipulation de virus de granulovirus qui n'est pas employé en Algérie et donc le problème de sa résistance n'est pas posé actuellement comme pour les autres pays.

Conclusion et perspectives

Conclusion et perspectives

Certains composés solubles à l'eau déposés à la surface de la plante y pénètrent et peuvent constituer des signaux qui déclenchent à l'intérieur de la plante des réactions en cascade de défense et/ou intervenir dans les voies de régulation physiologiques des plantes, plus précisément les sucres solubles, dont l'objectif de différents essais menés au cours de cette étude est de mieux appréhender le rôle du glucose et fructose et la combinaison entre ces sucres et le granulovirus, ainsi l'application de granulovirus seul pour un meilleur choix d'une méthode de protection contre le carpocapse des pommes et des poires qui est un ravageur présentant un danger réel dans notre région.

Les principaux résultats obtenus sont :

- L'efficacité des traitements est meilleure avec le fructose seul;
- L'efficacité des traitements du fructose combiné avec le Madex® et le Madex® seul est considérable ;
- L'utilisation du glucose seul a présenté une faible efficacité, alors que l'association de Madex® et le glucose a présenté une très faible efficacité par rapport au témoin non traité;
- La majorité de modalités enregistrent un pourcentage de dégâts stoppés élevé par rapport aux dégâts actifs et cicatrisés sur fruits à la récolte;
- Les dégâts larvaires actifs sont réduits par rapport aux dégâts cicatrisés pour le témoin, les modalités traitées au glucose seul et les modalités traitées au Madex® seul ;
- Les dégâts larvaires actifs sont presque similaire aux dégâts cicatrisés pour les modalités traitées au fructose seul et fructose combiné au Madex® ;
- Le témoin et les modalités traitées au Madex® seul, et au fructose combiné au Madex® enregistrent un pourcentage de dégâts actifs (le type le plus dépréciant aux fruits) pour les fruits attaqués et tombés au sol élevé par rapport aux dégâts stoppés et cicatrisés;
- Les dégâts larvaires stoppés sont élevés par rapport aux dégâts actifs et cicatrisés pour les modalités traitées au fructose seul et glucose combiné au Madex®, alors que pour la modalité traitée au glucose seul le pourcentage de dégâts actifs est élevé par rapport aux dégâts stoppés et cicatrisés qui sont presque similaires;

- Le nombre de larves diapausantes et chrysalides est élevé dans les parcelles témoins non traitées, et dans celles traitées par le glucose par rapport aux modalités : Glucose combiné au Madex® et le fructose combiné au Madex® qui sont très proches, et finalement le Madex® utilisé tout seul et le Fructose utilisé tout seul.

Ces résultats ouvrent des perspectives intéressantes pour développer une stratégie de lutte basée sur :

- la quantification et qualification des sucres solubles et sucres alcools (polyols) dans les lessivâts de surface et leur influence sur le comportement de ponte du carpocapse;
- La confirmation des résultats obtenus sur les mêmes variétés dans d'autres régions.
- l'extrapolation de l'étude sur d'autres variétés ou espèces de *Malus* de sensibilité différentes vis-à-vis du carpocapse.
- la recherche dans ce lessivât d'autres substances hydrosolubles qui stimulent la ponte du carpocapse.
- l'étude pourra être extrapolée sur d'autres espèces animales (insectes, nématodes).
- l'association d'autres sucres à des stratégies de lutte intégrées voire biotechniques telles que la confusion sexuelle serait à développer.
- Ouverture prometteuse de recherche pour son exploitation dans la sélection variétale. La connaissance des mécanismes et des gènes concernés, bénéficier de la création de variétés dont la résistance constitutive ou partielle serait accrue.

Références bibliographiques

References bibliographiques

1. **Alkarrat H., 2013.** Inter- and intraspecific variation of nutritional and environmental adaptation of egg-parasitoids of the genus *Trichogramma* (Hymenoptera, Trichogrammatidae). Thèse de doctorat .Université Hohenheim. Allemagne, 145 p.
2. **Alston D.G., Murray M., Reding M. , 2010 .** Codling moth (*Cydia pomonella*). Utah State University. Department of agriculture, 7 P.
3. **Amrein H. & Thorne N., 2005.** Gustatory perception and behavior in *Drosophila melanogaster*. *Current Biology*, 15: 673-684.
4. **Ananthakrishnan T. N., 1990.** Facets of chemical ecology in insect-plant interactions: An overview. *Proceedings of the Indian Academy of Sciences*, 99 :(3)177-183.
5. **Ansebo L., Coracini M.D.A., Bengtsson M., Liblikas I. , Ramirez M., Borg-Karlson A.K., Tasin M. & Witzgal P. , 2004.** Antennal and behavioural response of codling moth *Cydia pomonella* to plant volatiles. *Blackwell Verlag, Berlin*, 488-493.
6. **Arends H.M. & Jehle J.A. ,2002.** Homologous recombination between the inverted terminal repeats of defective transposon TCp3.2 causes an inversion in the genome of *Cydia pomonella* granulovirus .*Journal of General Virology*, 83: 1573-1578.
7. **Arends H.M., Winstanley D. & Jehle J.A., 2005.** Virulence and competitiveness of *Cydia pomonella* granulovirus mutants: parameters that do not match. *Journal of General Virology*, 86 : 2731-2738.
8. **Arnaud L., Detrain C., Gaspar C. & Haubruge E. ,2003.** Insectes et communication. *Le journal des ingénieurs* ,87 :25-27.
9. **Arnault I., 2012.** Utilisation de micro-doses de sucres en protection des plantes. Colloque intrants naturels ITAB/GRAB, Journées substances naturelles en protection des cultures, Paris, 9 au 10 avril 2013.
10. **Arthurs S.P. & Lacey L.A. ,2004.** Field evaluation of commercial formulations of the codling moth granulovirus: persistence of activity and success of seasonal applications against natural infestations of codling moth in Pacific Northwest apple orchards. *Biological Control*, 31:388-397.
11. **Arthurs S.P. , Lacey L.A., Behle R.W., 2006.** Evaluation of spray-dried lignin-based formulations and adjuvants as solar protectants for the granulovirus of the codling moth, *Cydia pomonella* (L). *Journal of Invertebrate Pathology*, 93:88-95.

12.Arthurs S. P., Lacey L.A., Miliczky E. R., 2007.Evaluation of the codling moth granulovirus and spinosad for codling moth control and impact on non-target species in pear orchards. *Biological Control*, 41: 99-109.

13.Asser-Kaiser S., 2010.On the inheritance and mechanism of baculovirus resistance of the codling moth, *Cydia pomonella* (L.).Thèse de doctorat .Université de Gutenberg ,126 p.

14.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* ,318: 1916-1918.

15.Asser-Kaiser S., Heckel D.G., Jehle J.A.,,2010. Sex linkage of CpGV resistance in a heterogeneous field strain of the codling moth *Cydia pomonella* (L.). *Journal of Invertebrate Pathology*, 103:59-64.

16.Aubertot J. N., Clerjeau M., David Ch., Debaeke Ph., Jeuffroy M.-H., Lucas P., Monfort F., Nicot P. & 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.

17.Aubry O.,2008.Lutte attracticide et lâchers inondatifs de Trichogrammes contre le carpocapse de pomme, *Cydia pomonella*.) (Lepidoptera, Tortricidae).Mémoire de la maîtrise en biologie .Université de Québec à Montréal,103p.

18.Ayral H., 1969 . Zoologie agricole. Volume 1. Ed. J. B. Baillière & fils. Paris, 81 p.

19.Balachowsky A., 1966. Traité d'entomologie appliquée à l'agriculture. Tome 2, Lépidoptères, Volume 1. Ed. Masson. Paris, pp : 456-893.

20.Balachowsky A. & Mesnil L., 1935. Les insectes nuisibles aux plantes cultivées, leurs moeurs, leur destruction. Tome 1. Ed. Busson. Paris, pp : 298-469.

21.Ballard J., Ellis, D.J. & Payne, C. C. 2000a. The role of formulation additives in increasing the potency of *Cydia pomonella* granulovirus for codling moth larvae, in laboratory and field experiments. *Biocontrol Science and Technology*, .10: 627-640.

22.Ballard J. , Ellis D. J. & Payne C. C.,2000b. Uptake of Granulovirus from the Surface of Apples and Leaves by First Instar Larvae of the Codling Moth *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Olethreutidae), *Biocontrol Science and Technology*, 10 :(5) 617-625.

23.Bengtsson M., Coracini M., Liblikas II. & Witzgall P., 2001 . Attraction of codling moth males to apple volatiles. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 110 : 1-10.

24.Benhassir A.W., 2009. Utilisation des sucres exogènes dans la protection des pommiers contre le carpocapse (*Cydia pomonella* L.) (*Lepidoptera, Tortricidae*), dans la région d'Ain Djasser (W de Batna). Thèse d'ingénieur. Institut d'Agronomie. Université de Batna, 105 p.

25.Benoit M., Cardon J.C., Corroyer B. & Lebon G., 2009. Le carpocapse des pommes (*Cydia pomonella*), situation et lutte possible en Normandie en verger cidricole biologique, *pomme à cidre*, 22 (4) : 14-17.

26.Berling M., Blachere-Lopez C., Soubabere O., Lery X., Bonhomme A., Sauphanor B., & Lopez-Ferber1 M.,2009.*Cydia pomonella* *granulovirus* Genotypes Overcome Virus Resistance in the Codling Moth and Improve Virus Efficiency by Selection against Resistant Hosts.*Applied and Environmental Microbiology*, 75:925-930.

27.Bernays E.A. & Chapman R.F., 1994.Host plant selection by phytophagous insect. Ed. Chapman et Hall, New York, London, 312 P.

28.Bidon, Y. ,1999.Interactions entre la qualité du substrat nutritif et le *Bacillus thuringiensis* (Bt) sur le comportement, les performances et l'utilisation de la nourriture par les larves de tordeuse des bourgeons de l'épinette (*Choristoneura fumiferana* (Clem.)). Thèse de doctorat, Université Laval (Canada),180p.

29. Birch A.N.F., Robertson W.M., Geoghegan I.E., McGavin W.J., Alphey T.J.W., Philips M.S., Fellows L.E., Watson A.A., Simmonds M.S.J. & Porter E.A., 1993.DMDP-A plant derived sugar analog with systemic activity against plant parasitic nematodes. *Nematologia*, 39: 521-535.

30.Bloem S., Bloem K.A. & Calkins C. O., 1999.Is it possible to use mass-reared or field collected diapaused codling moth larvae, *Cydia pomonella* (*Lepidoptera: Tortricidae*), to predict spring biofix? . *Journal of the Entomological Society of British Columbia*, 111-117.

31.Blommers L.H.M., Helsen H.H.M. & Vaal F.W.N.M., 2004. Life history data of the rosy apple aphid *Dysaphis plantaginea* (Pass.) (Homopt., Aphididae) on plantain and as migrant to apple. *Journal of Pest Science*, 77: 155-163.

32.Bolouri Moghaddam M.R. & Van den Ende W.,2012. Sugars and plant innate immunity. *Journal of Experimental Botany*, 1-10.

33.Bouanane M.R., 2008 .Le carpocapse des pommes et des poires. Fiche technique Syngenta, 23 p.

34.Bouhidel N., 1992. Contribution à l'étude biologique du carpocapse des pommes et des poires (*Laspeyresia pomonella* L.) dans la région de Ain-touta et essai d'évaluation de l'efficacité des trois insecticides. Thèse d'ingénieur. Institut d'Agronomie. Université de Batna, 49 P.

35.Brahim I., Lombarkia N. & Medjedba A., 2013. Etude du comportement de ponte du carpocapse (*Cydia pomonella* L.) (Lepidoptera ; Tortricidae) sur deux variétés de pommier (*Malus domestica* Borkh.). *Agronomie Africaine* ,25 (3) : 195-205.

36.Brahim I., Lombarkia N. & Zingg D., 2014 . Application du Madex[®] (virus de la granulose) et du saccharose dans la lutte contre le carpocapse des pommes et des poires (*Cydia pomonella* L.) dans la région de Batna (Algérie). 8^{ème} Conférence internationale Francophone d'Entomologie. Tunisie, du 23 au 27 Juin 2014.

37.Braun G. & Craig B. ,2008. Guide de production biologique de la pomme au Canada atlantique. Ed.Agriculture et agroalimentaire Canada, 35p.

38.Camponovo F. & Benz, 1984. Age dependent tolerance to Baculovirus in last larval instars of the codling moth, *Cydia pomonella* L., induced either for pupation or for diapause. *Experientia* ,40(9):938-939.

39.Caprile J. & Vossen P., 2011.Codling moth, integrated pest management for home gardeners

and Landscape Professionals. Pest notes. IPM education et publications. California, 6 P.

40.Cassier P., Bohatier J., Descoins C. & Nagnan-Le Meillour P., 2000 . Communication chimique et environnement. Ed. Belin 8. Paris, 256 P

41.Cates R.G., Henderson C.B., Redak R.A., 1987. Responses of the western spruce budworm to varying levels of nitrogen and terpenes. *Oecologia*, 73: 312-316.

42.Chafaa S., 2008. Contribution à l'étude bioécologique d'un bio agresseur du pommier (*Cydia pomonella* L.) (*Lepidoptera : Tortricidae*) et estimation des dégâts dans la région deAinTouta (w. Batna). Thèse Magistère. Institut National Agronomique El-Harrach. Alger, 86 P.

43.Chambon J.P., 1968.Les Tordeuses nuisibles en arboriculture fruitière , Ed. Quae I.N.R.A., Paris, 118 p.

44.Champagne T., 2003 .Les pommes de la Colombie Britanique...bibette interrompues. Vancouver, pp : 1-3.

45.Charmillot P. J., Mayor P., Keimer C. & Schmid A., 1984. Efficacité et rémanence de quelques insecticides et d'un virus appliqué contre le carpocapse *Cydia pomonella* L. *Revue Suisse Viticulture Arboriculture Horticulture*, 16 (4) : 223-230.

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

47.Charmillot P. J. & Pasquier D., 2002. Combinaison de la technique de confusion et du virus de la granulose contre les souches résistantes de carpocapse *Cydia pomonella*. *Revue Suisse Viticulture Arboriculture Horticulture*, 33 (3) : 119-124.

48.Charmillot P.J. & Pasquier D., 2003. Stratégie de lutte contre le carpocapse résistant. *Revue Suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture*, 35(1) : 69-70.

49.Charmillot P.J., Pasquier D., Hofer D. ,2002. Control of codling moth *Cydia pomonella* by autosterilisation. Use of pheromones and other semiochemicals in integrated production,*IOBC wprs Bulletin* ,25:1-4.

50.Charmillot P. J., Perrot J. & Windmer F., 2007. 25 ans de lutte par confusion contre le carpocapse *Cydia pomonella* dans un verger à Allaman. *Revue Suisse Viticulture Arboriculture Horticulture*, 39 (4): 237-243.

51.Chidawanyika F., 2010. Thermal tolerance of *Cydia pomonella* (Lepidoptera:Tortricidae) under ecologically relevant conditions. Thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science in Agriculture (Entomology). University of Stellenbosch, 111p.

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

53.Chouinard G., Vincent C., Langlais G. & Roy M., 1996. Régie des populations de *Cydia pomonella* (Lepidoptera : Tortricidea) dans les vergers commerciaux du Québec avec des phéromones de synthèse .*Phytoprotection* ,77(1) :57-64.

54.Conrath U. ,2009.Priming of Induced Plant Defense Responses. Advances in Botanical Research, Elsevier Ltd. All rights reserved, 51:362-395.

55.Coracini M.,Bengtsson M., Liblikas I. & Witzgall P.,2004. Attraction of codling moth males to apple volatiles. *Entomologia Experimentalis et Applicata*,110 : 1-10.

56.Cory J. S. & Myers J. H. ,2003.The Ecology and Evolution of Insect Baculoviruses. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, 34: 239-272.

57.Cossentine, J.E., Jensen, L.B. & Moys, L. 2002. Wooden Fruit Bins Washed With *Steinernema carpocapsae* (Rhabditida: Steinernematidae) to Control *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae). *Biocontrol Science and Technology*, 12: 251-258.

58.Coutin R., 1960. Le carpocapse des pommes et des poires *Laspeyresia pomonella* L. ACTA., Paris , pp 8-13.

59.Crook N. E., James J. D., Smith I. R.L. & Winstanley D., 1997.Comprehensive physical map of the *Cydia pomonella* granulovirus genome and sequence analysis of the granulin gene region. *Journal of General Virology*, 78:965-974.

60.Curtis C.E., Tebbets J.S. & Clark J.D., 1990. Ovipositional behaviour of the codling moth (Lepidoptera, Tortricidae) on stone fruit in the field and an improved oviposition cage for use in the laboratory. *Journal of Economic Entomology*, 83 : 131-134.

61.Dajoz R., 1985. Précis d'écologie. Ed. Dunod. Paris, 500 P.

62.De Kouassi M., 2001 . Les possibilités de la lutte microbiologique. Emphase sur le champignon entomopathogène *B. bassiana*. *VertigO- La revue en science de l'environnement*, 2 (2): 13-23.

63.De Waal J.Y., 2011. Biological and ecological factors contributing to the successful use of entomopathogenic nematodes (Rhabditida: Steinernematidae and Heterorhabditidae) for the control of codling moth, *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae) under South African conditions.These de doctorat .University of Stellenbosch, 137 p.

64.De Waal J.Y., Malan A .P. & Addison M.F., 2013.Effect of humidity and a super absorbent polymer formulation on the efficacy of *Heterorhabditis zealandica* (Rhabditida: Heterorhabditidae) to control codling moth, *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae), *Biocontrol Science and Technology*, 23 (1): 62-78.

65.Degen T. & Städler E. ,1996.Influence of natural leaf shapes on oviposition in three phytophagous flies:comparative study. *Entomologia Experimentalis et Applicata*.80:97-100.

66.Derridj S., 2009. L'induction de résistances de la plante a des phyto-agresseurs par des infra doses de sucres : une nouvelle technologie. ITAB journées fruits et légumes, Paris, France.

67.Derridj S., 2010. Conditions d'application des sucres comme inducteurs de resistance des plantes aux phyto agresseurs *Journées Techniques Fruits et Légumes Biologiques à Angers*,5-8.

68.Derridj S., 2013. L'induction de résistances de la plante a des phyto-agresseurs par des infra doses de sucres : une nouvelle technologie. ITAB journées fruits et légumes, Paris, France.

69.Derridj S., Arnault I., Birch A. N. E. , Elad Y., Lombarkia N., Couzi P., Pierre P. & Auger J.,2011.Les sucres solubles, une opportunité pour l'agriculture durable ? Des expérimentations menées sur maïs, tomate, pomme de terre et pommier. *Phytoma - La Defense des Vegetaux*, 10-14.

70.Derridj S., Moulin F., Ferre E., Galy H., Bergougnoux A., Arnaud I., Auger J. ,2008. Sucrose as an apple tree resistance inducer against *Cydia pomonella* L. 7th OILB, Workshop Integrated Fruit Production, IOBC/wprs Avignon 2008, Bull.

71.Derridj S., Boutin J.P., Fiala V. & Soldaat L.L., 1996.Composition en métabolites primaires de la surface foliaire du poireau : étude comparative, incidence sur la sélection de la plante-hôte pour pondre par un insecte. *Acta Botanica Gallica*, 143 (213) :125-130.

72.Derridj S. & Fiala V., 1983. Sucres solubles des feuilles de maïs (*Zea mays* L) et Oviposition de la pyrale (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) C. R. Académie d'agriculture de France 69, pp : 465-472.

73.Derridj S., Gregoire V., Boutin J.P. & Fiala V., 1989. Plant growth stages in the interspecific oviposition preference of the European corn borer and relation with chemicals present on the leaf surface. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 53 : 267-276.

74.Derridj S. & Wu B.R., 1995 .Informations biochimiques présentes à la surface des feuilles. Implications dans la sélection de la plante hôte par un insecte. In : **Calatayud P.-A.**

& Vercambre B., 1996. Interactions insectes-plantes. Actes des 5èmes journées du groupe de travail relations insectes-plantes. 26-27 oct 1995, Montpellier, France, pp : 43-51.

75.Descoins C.Jr., 2001. Perception de substances anti appétentes par des chenilles de lépidoptères phytophages. *Année Biologique* ,40 :55-73.

76.Dethier V.G., 1982. Mechanisms of host plant recognition. *Entomology Experimentalis et Applicata*, 31 : 49-56.

77.Direction des services agricoles (D.S.A.), 2009. Le pommier, wilaya de Batna.

78.Direction des services agricoles (D.S.A.), 2013. Le pommier, wilaya de Batna.

79.Djebabra K., 2011. Utilisation des sucres solubles exogènes dans la protection des pommiers contre le carpocapse (*Cydia pomonella* L.) (*Lepidoptera, Tortricidae*) dans la région d'El-Hassi. Thèse d'Ingénieur. Institut d'Agronomie. Université de Batna, 47 p.

80.Doehlemann G., Molitor F., Hahn M., 2005. Molecular and functional characterization of fructose specific transporter from the gray mold fungus *Botrytis cinerea*. *Fungal genetics and biology*, 42(7):601-610.

81.Dolphin, R. E. & Cleveland M. L. 1966. Trichogramma minutum as a parasite of the codling moth and redbanded leaf roller. *Journal of economic entomology* .59 :1525-1526.

82.Dunphy, G. B. & Tibelius, K. H., 1992. Les progrès biotechnologiques augmentant l'efficacité de *Bacillus thuringiensis* et de *Bacillus sphaericus* en tant qu'insecticide microbien. In la lutte biologique, sous la direction de **Vincent C. & Coderre D.**, p. 305-322. Chicoutimi, Québec, Canada. Gaetan Morin éditeur ltée.

83.Eberle K. E., Sayed S., a Rezapanah M., Shojai-Estabragh S. & Jehle J. A., 2009. Diversity and evolution of the *Cydia pomonella* granulovirus. *Journal of General Virology*, 90: 662-671.

84.Eberle K.E. & Jehle J.A., 2006. Field resistance of codling moth against *Cydia pomonella* granulovirus (CpGV) is autosomal and incompletely dominant inherited. *Journal of Invertebrate Pathology* ,93 :201-206.

85.Eberle K.E., Asser-Kaiser S., Sayed S. M., Nguyen H. T., & Jehle J. A., 2008. Overcoming the resistance of codling moth against conventional *Cydia pomonella* granulovirus (CpGV-M) by a new isolate CpGV-I12. *Journal of Invertebrate Pathology*. 98:293-298.

86.Eigenbrode S.D. & Espelie K.E., 1995 .Effects of plant epicuticular lipids on insect herbivores. *Annual Review of Entomology*, 40: 171-194.

87.Elmer A., Hagley C., Bronskill J.F. & Ford E.J., 1980. Effect of the physical nature of leaf and fruit surfaces on oviposition by the codling moth, *Cydia pomonella* (Lepidoptera : Tortricidae). *Canadian Entomologist*, 112 (5): 503-510.

88.F.A.O., 2013. Productions agricoles, cultures primaires. Banques de données statistiques, FAO. STAT. Http:// www.Fao.org.com.

89.F.A.O., 2012. Productions agricoles, cultures primaires. Banques de données statistiques, FAO. STAT. Http:// www.Fao.org.com.

90.Falcon L. A. & Huber J., 1991. Biological control of the codling moth,pp 355-370.In Van derGeest L.P.S. & Evenhuis H.H., (eds)..Tortricid pests: their biology, natural enemies and control. Word crop pests. Volume 5. Amsterdam. Elsevier, 808 p.

91.Federici, B.A. 1997. Baculovirus pathogenesis. Pages 33-59 dans L.K. Miller (éd.), The baculoviruses. Plenum Press, New York.

92.Ferré E., 2008.Utilisation de sucre pour l'optimisation de la lutte contre (*Cydia pomonella* L.) (*Lepidoptera : Tortricidae*) en vergers de pommiers. . Thèse d'Ingénieur. Institut d'Agronomie. Université de Toulouse. 73 p.

93.Ferré E., Galy H., Moulin F., Clement G., Derridj S., 2008. Le saccharose inducteur de résistance du pommier contre *Cydia pomonella* L. 8^{ème} Conférence Internationale sur les ravageurs en agriculture.Montpellier, France, Octobre 2008, 8 P.

94.Ferron F., 1995.Les relations insectes-plantes vues sous l'angle de la physiologie végétale sur l'exemple de la pyrale du maïs. In : **Calatayud P.-A. & Vercambre B., 1996.** Interactions insectes-plantes. Actes des 5èmes journées du groupe de travail relations insectes-plantes. 26-27 oct 1995, Montpellier, France, pp : 43-51.

95.Ferron, P., Fargues, J., Riba, G. 1993. Les champignons agents de lutte microbiologique contre les ravageurs. Dossier de la Cellule Environnement de l'INRA, 5: 65-92.

96.Forcier E., 1998.Impact des volatils associés à la Cendre de Brulis sur la biologie reproductive de la Légionnaire noire (*Actebia fennica* Tausher).Mémoire pour l'obtention du grade de maitre en sciences, 25p.

97.Foster S. P. & Harris M. O.,1997. Behavioral manipulation methods for insect pest management. *Annual Review of Entomology*. 42:123-146.

98.Frah N., Khelil M. A. & Medjdoub-Bensaad F.,2009. Circulating entomofaune in orchards of apple trees in the region of the Aurés (Eastern - Algeria).*African Journal of Agricultural Research*, 4 (3):178-186.

99.Fritsch E., Udorf-Spahn K., Kienzle J., Zebitz C.P.W., Huber J. 2005. Codling moth granulovirus; First indications of variations in the susceptibility of local codling moth populations. *Nachrichtenbl. Deutschen Pflanzenschutz*. 57(2): 29-34.

100.Gatehouse, A. G. & Zhang X. X. ,1995. Migratory potential in insects: variation in an uncertain environment. in Insect migration tracking. resources through space and time. **Drake V. A. & Gatehouse A. G. (eds).** Cambridge University Press. pp 193-241.

101.Gautier M., 1988.La culture fruitière. Les productions fruitières. Volume 2. Ed. J.B.Baillière. Paris, 452 p.

102.Gershenzon, J. & Croteau, R., 1991. Phytochemical Adaptation to Stress. *Plenum Press*, 273-320.

103.Glen D. M. & Clark J. ,1985. Death of *Cydia pomonella* larvae and damage to apple fruit, after field application of codling moth granulosus virus. *Entomologia Experimentalis et applicata*, 38: 93- 96.

104.Gonzalez D. C., 2007 . *Cydia pomonella* (L.) behavior and responses to host volatiles. Thèse Doctorat. Universitat de Lleida. Departament de Química. Spain, 150 p.

105.Google Earth, 2014 . Cartes, téléchargement gratuits de Google earth version B. Disponible sur : <http://www.google.com>.

106.Gröner, A., 1986. Specificity and safety of baculoviruses. In: Granados, R.R., Federici, B.A. (Eds.), *The Biology of Baculoviruses Vol. I, Biological Properties and Molecular Biology*. CRC Press, Boca Raton, FL, pp. 177-202.

107.Guarnieri A., Maini S ., molari G., Rondelli V.,2011. Automatic trap for moth detection in integrated pest management. *Bulletin of Insectology*, 64 (2): 247-251.

108.Guerfi W., 2014 . Utilisation des sucres et virus de la granulose pour la protection des pommiers contre le carpocapse (*Cydia pomonella* L.) (*Lepidoptera : Tortricidae*) dans la région d'Ain Djasser (W de Batna). Thèse d'Ingénieur. Institut d'Agronomie. Université de Batna, 68 P.

109.Guillon, M. & Biache, G., 1995. IPM strategies for control of codling moth (*Cydia pomonella* L.) (Lepidoptera Olethreutidae) interest of CmGV for long term biological control of pests complex in orchards. *Mededelingen-Faculteit- Landbouwkundige-en-loegepaste-Biologische-Wetenschappen- Universiteit-Gent*. 60: 695-705.

110.Haggoune G., 2010 . Utilisation des sucres solubles exogènes dans la protection des pommiers contre le carpocapse (*Cydia pomonella* L.) (*Lepidoptera, Tortricidae*), dans la région de Yabous (W de Batna). Thèse d'Ingénieur. Institut d'Agronomie. Université de Batna, 65 p.

111.Harvey, J. P. & Volkman, L. E. ,1983. Biochemical and biological variation of *Cydia pomonella* (codling moth) granulosis virus. *Virology*, 124: 21-34.

112.Heil M., 2009 , Damaged-self recognition in plant herbivore defense. *Trends in Plant Science* ,14(7) :357-363.

113.Herrbach E.,1985. Rôle des sémiochimiques dans les relations pucerons - plantes.Les substances allélochimiques.*Agronomie*, 5(4):375-384.

114.Hess R.T. & Falcon L.A., 1987.Temporal events in the invasion of the codling moth, *Cydia pomonella*, by a granulosis virus: An electron microscope study. *Journal of Invertebrate Pathology* ,50(2):85-105.

115.Heuskin S., Verheggen F. J. , Haubruge E., Wathelet J-P.,Lognay G.,2011. The use of semiochemical slow-release devices in integrated pest management strategies. *Biotechnology, agronomy, society and environment*, 15: (3) 459-470

116.Hilton S. & Winstanley D., 2007.Identification and functional analysis of the origins of DNA replication in the *Cydia pomonella* granulovirus genome. *Journal of General Virology* , 88:1496-1504.

117.Hmimina, M. ,2007.Les ravageurs des arbres fruitiers: Le carpocapse des pommes et des poires. Bulletin Mensuel de Liaison et d'Information du PNTTA, 158:1-4.

118.Hora K.H. & Roessingh P.,1999 . Oviposition in *Yponomeuta cagnagellus* : The importance of contact cues for host plant acceptance. *Physiological Entomology*, 24 : 109-120.

119.Howse P. E., Stevens I. D. R. & Jones O. T., 1998 . Insect pheromones and their use in pest management. Ed. Chapman & Hall. London, 134 p.

120.Hoying S.A. & Riedl H.,1980. Susceptibility of codling moth to diflubenzuron. *Journal of Economic Entomology*., 73:556-560.

121.Huber L., 1986. Use of Baculoviruses in Pest Management Programs. In : **Garandos R. R. & Federici B. A. (eds)**, The biology of Baculoviruses. Ed. CRC press, USA, 122 P.

122.Huber, J. & E. Dickler. 1977. Codling moth granulosis virus: Its efficiency in the field in comparison with organophosphorus insecticides. *Journal of Economic Entomology*, 70: 557-561.

123.Ioriatti C. & Angeli G., 2002 . Control of codling moth by attract and kill. IOBC/WPRS Bulletin, 25:1-9.

124.Iren, Z. & Gurkan S., 1971. Area of appearance and effects of the egg parasite, *Trichogramma evanescens* Westw., on the codling moth, *Laspeyresia pomonella* L., in Central Anatolia. *Bitki Koruma Bulteni*, 11: 157-168.

125.Janick J. & Moore J.N., 1996. Tree and tropical fruits. Volume 1. Ed. Wiley J & Sons. Oxford, 210 p.

126.Jaques R. P. , Hardman J. M. , Laing J. E. , Smith R. F. , Bent E. , 1994. Orchard trials in Canada on control of *Cydia pomonella* (Lep: Tortricidae) by granulosis virus. *Entomophaga*, 39: 281-292.

127.Jaques R. P. 1990. Effectiveness of the granulosis virus of the codling moth in orchard trials in Canada, pp. 428-430. *In*: Proc. Vth International Colloquium on Invertebrate Pathology and Microbial Control, Adelaide, Australia, 20-24 August 1990 University of Adelaide, Glen Osmond, Australia.

128.Jaques, R.P., Laing J.E., Laing D.R., Yu D.S.K., 1987. Effectiveness and persistence of the granulosis virus of the codling moth *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Olethreutidae) on apple. *Canadian Entomologist* .119 : 1063-1067.

129.Jetter R., Schaffer S. & Riederar M., 2000. Leaf cuticular waxes area arranged in chimically and mecanichally distinct layers : evidence from *Prunus Leurocerasus* L. *Plant, Cell & Environment*, 23 : 619-628.

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

131.Juma G., Thiongo M. , Dutaur L., Rharrabe K., Marion-Poll F. , Le Ru B., Magoma G. , Silvain J.-F. & Calatayud P.-A. ,2013.Two sugar isomers influence host plant acceptance by a cereal caterpillar pest. *Bulletin of Entomological Research*, 103: 20-28.

132.Keller, S., 1973. Microbiological control of the codling moth (*Laspeyresia pomonella* L.) (*Carpocapsa pomonella*) with specific granulosis virus. *Zeitschrift für Angewandte entomologie*, 73 :137-181.

133.Kennedy J.S., 1965. Mechanisms of host plant selection. *Annals of Applied Biology*, 56: 317-322.

134.Kienzle, J., C. Schulz, C. P. W. Zebitz & J. Huber. 2003a. Codling moth granulovirus as a tool for resistance management and area-wide population control. *Bulletin OILB/SROP*, 26: 69-74.

135.Kim S-HS, Wise JC, Gökçe A, Whalon M .E. 2011. Novaluron causes reduced egg hatch after treating adult codling moths, *Cydia pomonella*: Support for transovarial transfer. *Journal of Insect Science* ,11 :(126)1-10.

136.Koch K., 2004 .Sucrose metabolism: regulatory mechanisms and pivotal roles in sugar sensing and plant development. *Current Opinion in Plant Biology*, 7: 235-246.

137.Kovanci O. B., Kumral N. A. & Larsen T. E., 2010. High versus ultra-low volume spraying of a microencapsulated pheromone formulation for codling moth control in two apple cultivars, *International Journal of Pest Management*, 56:(1) 1-7.

138.Kutinkova H., Samietz J., Dzhuvinov V., 2008. Combination of mating disruption and granulosis virus for control of codling moth in Bulgaria. *Journal of Plant Protection Research*, 48 (4):509-513.

139.Kutinkova H., Samietz G. & Dzhuvinov V., 2010.Control of codling moth in Bulgaria with a combination of Isomate C plus dispensers and the baculovirus product Madex®. *Journal of plant protection research*, 50 (4): 479-482.

140.Kutinkova H. Samietz J., Dzhuvinov V., Zingg D., Kessler P., 2012 .Successful application of the baculovirus product Madex® FOR control of *Cydia pomonella* (L.) in Bulgaria. *Journal of Plant Protection Research*, 52 (2):205-213.

141.Kutinkova H., Dzhuvinov V., ArnaudovV., Andreev R., Samietz J.,2013. Use of phéromones for monitoring and control of main pests of apple in Bulgaria. *IV International Symposium Agrosym* ,565-571.

142.Laamari M. & Souali N., 1999. Importance du piégeage sexuel dans la lutte contre le carpocapse des pommes et des poires *Laspeyresia pomonella* L. (Lepidoptera : Tortricidae) dans la région d'Ichemoul (Batna). *Revue des sciences agronomiques et forestières*. N° 00 : 19-22.

143.Lacey, L.A. 2006. Entomopathogenic Nematodes for Control of Codling Moth in Apples and Pears: Overcoming Obstacles of Environment and Attitude. *Journal of Nematology*, 38: 277.

144.Lacey L.A. & Arthurs S.P.,2005. New method for testing solar sensitivity of commercial formulations of the granulovirus of codling moth (*Cydia pomonella*, Tortricidae:Lepidoptera). *Journal of Invertebrate Pathology* ,90 :85–90.

145.Lacey, L.A., Neven, L.G., Headrick, H. & Fritts, R. Jr. 2005. Factors Affecting Entomopathogenic Nematodes (Steinernematidae) for Control of Overwintering Codling Moth (Lepidoptera:Tortricidae) in Fruit Bins. *Journal of Economic Entomology*, 6: 1863-1869.

146.Lacey, L.A., Arthurs, S.P., Unruh, T.R., Headrick, H. & Fritts, R. Jr. 2006a. Entomopathogenic Nematodes for Control of Codling Moth (Lepidoptera: Tortricidae) in Apple and Pear Orchards: Effect of Nematode Species and Seasonal Temperatures, Adjuvants, Application Equipment, and Post-Application Irrigation. *Biological Control*, 37: 214-223.

147.Lacey, L.A., Granatstein, D., Arthurs, S.P., Headrick, H. & Fritts, R. Jr. 2006 b. Use of Entomopathogenic Nematodes (Steinernematidae) in Conjunction With Mulches for Control of Overwintering Codling Moth (Lepidoptera: Tortricidae). *Journal of Entomological Science*, 41: 107-119.

148.Lacey, L.A., Arthurs, S.P., Knight, A. & Huber, J. 2007. Microbial Control of Lepidopteran Pests of Apple Orchards. In Field Manual of Techniques in Invertebrate Pathology, Edited by: Lacey L.A. & Kaya H.K. 527-546.

149.Lacey L.A. & Shapiro-Ilan D.I.,2003. The potential role for microbial control of orchard insect pests in sustainable agriculture. *Food. Agriculture & Environment* ,1(2) : 326-331.

150.Lacey L.A. & Shapiro-Ilan D.I.,2008.Microbial Control of Insect Pests in Temperate Orchard Systems: Potential for Incorporation into IPM. *Annual Review of Entomology*,53:121-144.

151.Lacey, L.A., Shapiro-Ilan, D.I. & Glenn, G.M. 2010. Post-Application of Anti-desiccant Agents Improves Efficacy of Entomopathogenic Nematodes in Formulated Host Cadavers or Aqueous Suspension Against Diapausing Codling Moth Larvae (Lepidoptera: Tortricidae). *Biocontrol Science and Technology*, 20: 909-921.

152.Lacey L.A., Thomson .D , Vincent C. & Arthurs S.P. , 2008. Codling moth granulovirus: a comprehensive review, *Biocontrol Science and Technology*, 18 :(7) 639-663.

153.Lacey, L.A. & Unruh, T.R., 1998. Entomopathogenic nematodes for control of codling moth, *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae): effect of nematode species, concentration and humidity .*Biological Control*, 13:1863-1869.

154.Lacey L. A. & Unruh T.R., 2005. Biological control of codling moth (*Cydia pomonella*, Lepidoptera: Tortricidae) and its role in integrated pest management, with emphasis on entomopathogens. *Vedalia*, 12 (1): 33-60.

155.Lacey L.A. , Vail P.V., & Hoffmann D.F.,2002. Comparative activity of baculoviruses against the codling moth *Cydia pomonella* and three other tortricid pests of tree fruit. *Journal of Invertebrate Pathology*, 80 :64-68.

156.Lacoste A. & Salanon R. ,1969.Éléments de biogéographie et d'écologie.Ed.Nathan, Paris, 189 p.

157.Landolt P.J., Brumley J.A., Smithhisler C.L., Biddick L.L., & Hofstetter R.W., 2000. Apple fruit infested with codling moth are more attractive to neonate codling moth larvae and possess increased amounts of (E,E)-a-Farnesene .*Journal of Chemical Ecology*, 26(7) :1685-1699.

158.Lasceve G., Buscarlet L.A. & Bossy A. ,1972. Analyse par Radioactivation de Carpocapses Marques avec de l'Iridium 19 1. *International of journal Applied Radiation and Isotopes*, 23:265 -270.

159.Light D.M. , Knight A.L., Henrick C.A., Rajapaska D. , Lingren B., Dickens J.C. , Reynolds K.M., Buttery R.G. , Merrill G., Roitman J., Campbell B.C.

,2001.A pear-derived kairomone with pheromonal potency that attracts male and female codling moth, *Cydia pomonella* (L.) . *Naturwissenschaften* , 88:333-338.

160.Lombarkia N., 2002. Influence de métabolites présents à la surface des organes du pommier sur la ponte du carpocapse : *Cydia pomonella* L. (*Lepidoptera* : *Tortricidae*). Application à l'étude de la résistance du pommier au ravageur. Thèse doctorat. Université Rennes 1, France, 131 p.

161.Lombarkia N. & Derridj S. 2002. Incidence of apple fruit and leaf surface metabolites on *Cydia pomonella* oviposition. *Entomologia Experimentalis et applicata* , 104: 79-87.

162.Lombarkia N. & Derridj S., 2004. Apple tree resistance against *Cydia pomonella* L.(*Lepidoptera,Tortricidae*)oviposition.*IOBC/WPRSBulletin*, 27(7): 1-5.

163.Lombarkia N. & Derridj S., 2008.Resistance of apple trees to *Cydia pomonella* egg-laying due to leaf surface metabolites. *Entomologia Experimentalis et Applicata* ,128: 57-65.

164.Lombarkia N., Iorriatti C., Bourguet E., Derridj S., 2007.Effect of Madex (granulovirus) on *Cydia pomonella* L. egg laying on two apple varieties- Relationships with plant surface metabolites. *OILB, Workshop group on integrated plant protection inorchards. IOBC/wprs Bulletin*, 30 (4):143-14.

165.Lombarkia N., Ioriatti C. & Derridj S., 2005.Effect of Madex[®] (granulovirus) on *Cydia pomonella* L. egg laying and larval damages on two apple varieties- Relationships with plant surface metabolites. *Bulletin IOBC*, 28 (7): 419-422.

166.Maher N., 2002. Sélection du site de ponte chez *Lobesia botrana* (*Lepidoptera :Tortricidae*) : Influence de l'information chimique non-volatile présente sur les feuilles de plantes-hôtes. Thèse Doctorat. Sciences biologiques et médicales. Université Bordeaux,124p.

167.Makee H., 2005.Factors influencing the parasitism of codling moth eggs by *Trichogramma cacoeciae* March. and *T. principium* Sug. et Sor. (Hymen. Trichogrammatidae). *Journal of Pest Science* ,78:31-39.

168.Mayes M.A., Gary D. Thompson G.D., Husband B., & Miles M.M.,2003.Spinosad Toxicity to Pollinators and Associated Risk. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*, 179:37-71.

169.Meradi R., 2015. Utilisation des sucres et de virus de la granulose dans la protection des pommiers contre le carpocapse (*Cydia pomonella* L.) (Lepidoptera, Tortricidae) dans la région de Limbiridi (Wilaya de Batna). Thèse de Magister. Institut d'Agronomie, Université de Batna, 84 p.

170.Meraner A. Brandstätter A., Thaler R. , Aray B., Unterlechner M. , Niederstätter H., Parson W., Zelger R., Dalla Via J., Dallinger R,2008. Molecular phylogeny and population structure of the codling moth (*Cydia pomonella*) in Central Europe: I. Ancient clade splitting revealed by mitochondrial haplotype markers .*Molecular Phylogenetics and Evolution*, 48:825-837.

171.Mills N., 2005.Classical Biological control of Codling moth: the California Experience. Second International Symposium on Biological Control of Arthropods. *Davos, Switzerland*, 126-131.

172.Mills, N., Pickel, C., Mansfield, S., McDougall, S., Buchner, R., Caprile, 1., Edstrom, 1., Elkins, R., Hasey, 1., Kelley, K., Krueger, B., Olson, B. & Stocker, R. 2000. Mass release of *Trichogramma* wasps can reduce damage from codling moth. *California Agriculture*, 54 (6): 22-26.

173.Moghaddam M.R.B. & Van den End W., 2012 . Sugars and plant innate immunity. *Journal of Experimental Botany*, 63 : 3989-3998.

174.Morandin, L.A., Winston, M.L., Franklin, M.T., Abbott, V.A., 2005. Lethal and sub lethal effects of spinosad on bumble bees (*Bombus impatiens* Cresson). *Pest Management Science*. 61 :619–626.

175.Morel M., Chouinard J. & Bellerose S., 2013 .Méthodes de protection de pommier. Ed. IRDA. Paris, 100 p.

176.Morkunas I. & Ratajczak L., 2014. The role of sugar signaling in plant defense responses against fungal pathogens.*Acta Physiologiae Plantarum*, 36: 1607-1619.

177.Moscardi, F. 1999. Assessment of the application of baculoviruses for control of Lepidoptera. *Annual Review of Entomology* ,44:257-289.

178.Murray K.E., Huelin F.E., Davenport J.B .,1964. Occurrence of farnesene in the natural coating of apples. *Nature* ,204:80.

179.Nasri A., 2015. Utilisation des sucres et virus de la granulose pour la lutte contre le carpocapse (*Cydia pomonella* L.)(*Lepidoptera, Tortricidae*) en verger de pommier situé dans

la région d'Ain-touta (Wilaya de Batna). Thèse de Magister. Institut d'Agronomie. Université de Batna, 79 p.

180. Navaneethan, T., Strauch, O., Besse, S., Bonhomme, A. & Ehlers, R. 2010. Influence of d Humidity and a Surfactant-Polymer Formulation on the Control Potential of the Entomopathogenic Nematode *Steinernema feltiae* Against Diapausing Codling Moth Larvae (*Cydia pomonella* L.) (Lepidoptera: Tortricidae). *BioControl*, 55: 777-788.

181. Neinhuis C., Koch K., Barthlott W., 2001. Movement and regeneration of epicuticular waxes through plant cuticles. *Planta*, 213: 427-434

182. Nicole M.C., 2002. Les relations des insectes phytophages avec leurs plantes hôtes. *Bulletin de la société d'entomologie du Québec. Antennae*, 9(1):5-9.

183. Nishida R., 2005. Chemosensory Basis of Host Recognition in Butterflies—Multi-component System of Oviposition Stimulants and Deterrents, *Chemical Senses*. 30 (1): 293-294.

184. Ohgushi, T. 1992. Resource limitation on insect herbivore populations. Dans: Effects of resource distribution on animal-plant interactions. *Édité par M. D. Hunter, O., T., and Price, P. W., Academic Press, San Diego*. 199-241.

185. Ondet S. J., 2010. Ajouter des sucres pour limiter les dégâts causés par les maladies cryptogamiques et les ravageurs. *Arbo bio*, 2 p.

186. Ondet S. J., 2014. Infra-doses de sucre et carpocapse. Journée Technique interrégionale 2014. *Arbo bio*, 2 p.

187. Oukabli A., 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.

188. Pajač I., Barić B., Mikac k. M., Pejić I., 2012. New insights into the biology and ecology of *Cydia pomonella* from apple orchards in Croatia. *Bulletin of Insectology*, 65 (2): 185-193.

189. Pajač I., Pejić I., Barić B., 2011. Codling Moth, *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae) – Major Pest in Apple Production: an Overview of its Biology, Resistance, Genetic Structure and Control Strategies. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 76 (2):87-92.

190.Pasqualini E., Schmidt S., Espíñha I., Civolani S., DE Cristofaro A., Molinari F., Villa M., Ladurner E., Sauphanor B., Ioriatti C..2005. Effects of the kairomone ethyl (2E, 4Z)-2,4-decadienoate (DA 2313) on the oviposition behaviour of *Cydia pomonella*: preliminary investigations. *Bulletin of Insectology*, 58 (2): 119-124.

191.Pemsel M., Schwab S., Scheurer A., Freitag D., Schatz R., Schlucker E.,2010. Advanced PGSS process for the encapsulation of the biopesticide *Cydia pomonella* granulovirus. *Journal of Supercritical Fluids*, 53 :174-178.

192.Picimbon J.F., 2002. Les péri-récepteurs chimiosensoriels des insectes. *Médecine/Sciences*, 11 : 1089-1094.

193.Piskorski R. & Dorn S., 2011. How the oligophage codling moth *Cydia pomonella* survives on walnut despite its secondary metabolite juglone. *Journal of Insect Physiology*, 57: 744-750.

194.Prokopy & Owens ,1983.Visual detection of plant by herbivorous insects. *Annual Review of Entomology*, 28:337-364.

195.Provost C., Vincent C. & Valéro J., 2006. Essais du Virosoft CP4 en verger biologique. Congrès de société d'entomologie du Québec et société d'entomologie du Canada. Québec, Canada, 18 au 22 novembre 2006.

196.Provost C., Vincent C., Valéro J.et Rasamimanana H., 2008. VirosoftCP4 : premier insecticide viral homologué au Canada pour usage en agriculture. *Bulletin de la Société d'entomologie du Québec .Antennae*, 15(2):3-6.

197.Pszczolkowski M.A. & Brown J.J. , 2002. Prospects of Monosodium Glutamate Use for Enhancement of Spinosad Toxicity against Codling Moth Neonates. *Phytoparasitica*, 30(3):1-10.

198.Pszczolkowski M.A. & Brown J.J., 2005. Signal experience learning of host fruit selection by lepidoptera larvae. *Physiology and Behaviour*, 86: 168-175.

199.Ramswamy S. B., 1988. Host finding by moths: sensory modalities and behaviours. *Journal of Insect Physiology*, 34: 235-249.

200. Reed-Larsen D. A. & Brown J.J.1990. Embryonic castration of the codling moth,*Cydia pomonella* by an endoparasitoid, *Ascogaster quadridentata* . *Journal of Insect Physiology*, 36(2): 111-118.

201.Renwick J. A.A., 2002.The chemical world of crucivores: lures, treats and traps. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 104: 35-42.

202.Riba G., Silvy C., 1989.Combattre les ravageurs des cultures enjeux et perspective, Ed.I.N.R.A., Paris.230 p.

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

204.Ricci P., Bui S., Lamine C., 2011.Repenser la protection des cultures, Innovations et transitions.Ed.Educagri Editions/ Editions Quae, France.250 p.

205.Ríos-Velasco V. M. , Sánchez-Valdez V. M., Gallegos-Morales G.Y. ,Cambero-Campos O.J.,2012. Evaluación en campo del granulovirus CpGV sobre *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae) CpGV field evaluation on *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae). *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 3(4): 797-804.

206.Rodríguez M.A.,Bosch D. ,Avilla J. ,2012. Azinphos-methyl and carbaryl resistance in adults of the codling moth (*Cydia pomonella* (L.), Lepidoptera: Tortricidae) from Northeastern Spain .*Pesticide Biochemistry and Physiology* , 103 :43-48

207.Rodríguez M.A., Marques T., Bosch D., Avilla J., 2011. Assessment of insecticide resistance in eggs and neonate larvae of *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae). *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 100:151-159.

208.Roelofs W. L., Comeau A., Hill A., Milicevic G., 1971.Sex attractant of the codling moth: characterization with electroantennogram technique. *Science*, 174: 297-299

209.Rolland F., Baena-gonzalez E., Sheen J., 2006 , Sugar sensing and signaling in plants: Conserved and novel mechanisms. *Annual Review of Plant Biology* 57:675-709.

210.Romeis J. et Wäckers F.L., 2002 . Nutritional suitability of individual carbohydrates and amino acids for adult *Pieris brassicae*. *Physiological Entomology*, 27: 148-156.

211.Salamin C., Charmillot P.J., Pasquier D., Peeva P., 2007.Efficacité du virus de la granulose appliqué par trempage des pommes sur des larves de carpocapse "*Cydia pomonella* L". *Revue suisse de Viticulture, Arboriculture, Horticulture*, 39 (3): 207-209.

212.Saouli N., 1993.Dynamique spatiale et dégâts de carpocapse (*Laspeyresia pomonella* L.) (*Lepidoptera, Tortricidae*) dans la région d'Ichemoul (Vieux Medina). Etude biologique, estimation des pertes essai de traitements chimiques. Thèse Ingénieur. Institut d'Agronomie. Université de Batna, 92 p.

213.Sauphanor B., Brosse V., Bouvier J-C., Speich P., Micoud A. & Martinet C., 2000 .Monitoring resistance to difubenzuron and deltamethrin in French codling moth populations(*Cydia pomonella* L.). *Pest Management Science*, 56: 74-82.

214. Schoonhoven L. M., Jermy T., Van Loon J. J. A., 1998. Plant Chemistry: Endless Variety. *Insect-Plant Biology* ,31-82.

215.Schreiber L., Rieder M. & Schorn K., 1996 .Mobilities of organic compounds in reconstituted cuticular wax of barley leaves : effects of monodisperse alcohol ethoxylates on diffusion of pentachlorophenol and tetracosanoic acid. *Pesticide science*, 48 : 117-124.

216.Shahri W., Ahmad S. S., Tahir I. ,2014. Sugar signaling in plant growth and development, in Plant Signaling: Understanding the Molecular Crosstalk, eds Hakeem K. R., Rehman R. U., Tahir I., editors. New Delhi: Springer, 93-116.

217.Smeekens S., .Hanson J. & Rolland F., 2010. Sugar signals and molecular networks controlling plant growth. *Current Opinion in Plant Biology*, 13: 274-279.

218.Soldaat L.L., Boutin J.-P. & Derridj S., 1996 .Species-specific composition of free amino acids on the leaf surface of four Senecio species. *Journal of Chemical Ecology*, 22: 1-12.

219.Soltani N., Semir H. and Djebbar M.R., 1986. Contribution à l'étude de *Cydia pomonella* (L.) (*Lepidoptera : Tortricidae*), essai comparatif des pièges et cycle évolutif à Annaba. *Annales de l'INA*, 10(1) : 196-206.

220.Southwood, T. R. E. 1986. Plant surfaces and insects - an overview, p. 1–22. *In: Juniper B. & Southwood T. R. E. (eds.).* Insects and the plant surface. Edward Arnold Publishers, London, 360 p.

221.Städler E., 1984. Contact chemoreception. *In: Bell W.J. & Cadré R.T. (eds),* Chemical Ecology of Insects. Ed. Chapman & Hall, London, pp : 1-35.

222.Stadler E.2002. Plant chemical cues important for egg deposition by herbivorous insects. Dans: Chemoecology of insect eggs and egg deposition. Édité par Hilker M., & Meiners T., Blackwell Publishing, Berlin. 171-204.

223.Stará J., & Kocourek F., 2003. Evaluation of efficacy of *Cydia pomonella* granulovirus (CpGV) to control the codling moth (*Cydia pomonella* L., Lep.: Tortricidae) in field trials. *Plant Protection Science*, 39: 117-125.

224.Stará J., Nad'ová K. & Kocourek F., 2006. Insecticide resistance in the codling moth (*Cydia pomonella*).*Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 14 (3): 99-106.

225.Stelinski L. L. , Gut L. J. , & Miller J. R. , 2013.An Attempt to Increase Efficacy of Moth Mating Disruption by Co-Releasing Pheromones With Kairomones and to Understand Possible Underlying Mechanisms of This Technique. *Environmental Entomology*, 42(1): 158-166.

226.Sutherland O.R.W. & Hutchins R.F.N. ,1972. α -Farnesene, a natural attractant for codling moth larvae. *Nature*, 239:170.

227.Szendrei Z. & Rodriguez-Saona C., 2009. A meta-analysis of insect pest behavioral manipulation with plant volatiles. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 134: 201–210.

228.Tanada, Y. ,1964. A granulosis virus of the codling moth, *Carpocapsa pomonella* (Linnaeus) (Olethreutidae, Lepidoptera). *Journal of Insect Pathology*. 8: 378-380.

229.Trana F. ,Anfora1 G., Bengtsson M., Witzgall P. & Ignell R.,2010.Coding and interaction of sex pheromone and plant volatile signals in the antennal lobe of the codling moth *Cydia pomonella*. *The Journal of Experimental Biology*, 213:4291-4303.

230.Tyson R., Thistlewood H., Judd G.J.R. ,2007. Modelling dispersal of sterile male codling moths, *Cydia pomonella*, across orchard boundaries. *Ecological Modelling*, 205 :1-12.

231.Unruh T.R. & Lacey L.A., 2001. Control of Codling Moth, *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae), with *Steinernema carpocapsae*: Effects of Supplemental Wetting and Pupation Site on Infection Rate. *Biological Control*, 20:48-56.

232.Vail, P.V., Barnett, W., Cowan, D.C., Sibbett, S., Beede, R., Tebbets, J.S., 1991. Codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) control on commercial walnuts with a granulosis virus. *Journal of Economic Entomology*,84 :1448-1453.

233.Van Loon, J.J.A., 1996. Chemosensory basis of feeding and oviposition behavior in herbivorous insects: a glance at the periphery. *Entomologia Experimentalis et applicata*, 80 : 7–13.

234. Van Loon J.J.A. & Dicke M., 2001 . Sensory Ecology of Arthropods Utilizing Plant Infochemicals Dans Ecology of Sensing editor par **Barth F. G. et al.** (eds.), Springer-Verlag Berlin Heidelberg.253-270.

235. Vincent, C., Andermatt M., Valéro J. 2007. Madex and Virosoft CP4, Viral Biopesticides for Codling Moth Control. pp. 336-343 in **Vincent, C., M. Goettel, G. Lazarovits ,2007** (eds.). Biological Control: a global perspective. Case Histories from around the world. CABI Publishing, Wallingford, U.K., 440 p.

236. Visser J.H., 1988. Host-plant finding by insects: orientation. Sensory input and orientation, sensory input and search patterns. *Journal of Insect Physiology*, 34: 259-268.

237. Voudouris C. Ch., Sauphanor B., Franck F., Reyes M., Mamuris Z, Tsitsipis J.A., Vontas J., Margaritopoulos J.T.,2011. Insecticide resistance status of the codling moth *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae) from Greece. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 100:229-238.

238. Vrieling K. & Derridj S., 2003. Pyrrolizidine alkaloids in and on the leaf surface of *Senecio jacobaea* L. *Phytochemistry*, 64:1223-1228.

239. Wearing C. H., Attfield B.A., Colhoun K., Marshall R.R.,2012. Codling moth, *Cydia pomonella* L., colonisation of a newly-planted organic pome fruit orchard in Central Otago, New Zealand, and methods of pest management over the first ten years ,*Crop Protection* ,40 :105-113.

240. Wearing C. H., Cannor P. J. & Ambler K. D., 1973 .Olfactory stimulation of oviposition and flight activity of colding moth *Laspeyresia pomonella*, using apples in an automated olfactometer. *New Zealand Journal of Science*, 16: 697-710.

241. Wearing C.H., Hansen J.D., Whyte C., Miller C.E. & 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.

242. Wearing C. H. & Hutchins R. F. N., 1973. a-Farnesene, a naturally occurring oviposition stimulant for the codling moth, *Laspeyresia pomonella*. *Journal of Insect Physiology*, 19:1251 -1256.

243. Welter S.C.,2009.Chapter 50 – Codling Moth, Ed. *Encyclopedia of Insects (Second Edition)*, 174–175.

244.Welty C., 1992. Codling moth on Fruit trees. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 47 (3): 4434-4476.

245.Williams, T., Valle, J., Viñuela, E., 2003. Is the naturally derived insecticide spinosad® compatible with insect natural enemies? *Biocontrol Science and Technology* ,13(5):459-475.

Wind J.J., 2012. Fructose and glucose signaling in *Arabidopsis thaliana*. Thèse de doctorat . Utrecht Université, 125 p.

246.Winstanley D. & Crook N.E., 1993. Replication of *Cydia pomonella* granulosis virus in cells cultures .*Journal of general virology*, 74:1599- 1609.

247.Witzgall P., Stelinski L., Gut L. & Thomson D.,2008. Codling Moth Management and Chemical Ecology. *Annual Review of Entomology*. , 53:503-522.

248.Yan F., Bengtsson M., Makranczy G., & Löfqvist J., 2003. Roles of α -Farnesene in the Behaviors of Codling Moth Females. *Zeitschrift für Naturforschung*, 58:113-118.

249.Yan F., Bengtsson M. & Witzgall P., 1999. Behavioral reponse of female Codling moths, *Cydia pomonella*, to apple volatiles. *Journal of Chemical Ecology*, 15 (6): 1343-1351.

250.Yang Z., Bengtsson M. & Witzgall P., 2004. Host plant volatiles synergize response to sex pheromone in Codling moth, *Cydia pomonella* .*Journal of Chemical Ecology*, 30(3): 619-629.

251.Zichová T., Faltá V., Kocourek F., Stará J., 2011.Differences in the susceptibility of codling moth populations to *Cydia pomonella* granulovirus in the Czech Republic. *Horticultural Science (Prague)*, 38: 21-26.

252.Zimmermann G., Huger A. M. and Kleespies R.G., 2013.Occurrence and Prevalence of Insect Pathogens in Populations of the Codling Moth, *Cydia pomonella* L.: A Long-Term Diagnostic Survey. *Insects*, 4: 425-446.

253.Zuckerman, B. M., & Jansson, H.B. 1984. Nematode chemotaxis and possible mechanism of host/prey recognition. *Annual Review of Phytopathology*, 22 : 95-113.

Annexes

Annexe 1 :Calendrier de captures des mâles de carpocapse en fonction de temps

Dates de relevés des mâles	Nombre de mâles capturés		
	Première génération	Dates de relevés des mâles	Deuxième génération
18-avr	0	02-juil	1
21-avr	0	05-juil	2
24-avr	0	08-juil	3
27-avr	0	11-juil	2
30-avr	0	14-juil	4
03-mai	1	17-juil	6
06-mai	1	20-juil	5
09-mai	0	23-juil	4
12-mai	0	26-juil	2
15-mai	1	29-juil	2
18-mai	1	01-août	2
21-mai	1	04-août	3
24-mai	1	07-août	1
27-mai	1	10-août	2
30-mai	1	13-août	2
02-juin	1	16-août	2
05-juin	2	19-août	2
08-juin	1	22-août	3
11-juin	2	25-août	4
14-juin	2	28-août	3
17-juin	3	31-août	2
20-juin	1	01-sept	0
23-juin	0	03-sept	0
26-juin	0	06-sept	0
29-juin	0	09-sept	0

-Annexe 2 : Pourcentage de fruits attaqués par arbre à la récolte

	Témoin	Glucose + Madex	Glucose	Fructose	Fructose + Madex	Madex
R1	19,05	13,28	18,29	8,32	9,18	8,59
R2	20,70	21,26	18,66	4,71	5,85	3,14
R3	19,74	18,57	17,84	3,74	6,77	10,71
R4	14,14	15,35	14,54	4,94	7,87	6,25
R5	16,19	15,43	12,11	4,22	4,75	5,09
R6	16,51	16,51	15,91	6,48	5,32	4,97
Moy	17,73	16,73	16,22	5,40	6,62	6,46
e.s.	1,02	1,15	1,04	0,70	0,68	1,12

Moy : Moyenne ; e.s : erreur standard

-Annexe 3 : Efficacité des traitements Abbott

	Témoin	Glucose + Madex	Glucose	Fructose	Fructose + Madex	Madex
R1	0,00	30,29	3,99	56,31	51,82	54,92
R2	0,00	-2,68	9,90	77,26	71,76	84,85
R3	0,00	5,95	9,67	81,06	65,71	45,74
R4	0,00	-8,52	-2,78	65,05	44,39	55,79
R5	0,00	4,70	25,19	73,92	70,67	68,58
R6	0,00	0,00	3,68	60,74	67,80	69,90
Moy	0,00	4,96	8,28	69,06	62,02	63,30
e.s.	0,00	5,50	3,88	4,01	4,59	5,69

Moy : Moyenne ; e.s : erreur standard

-Annexe 4 : Pourcentage de fruits attaqués et tombés au sol

	Témoin	Glucose + Madex	Glucose	Fructose	Fructose + Madex	Madex
R1	81,66	100,00	83,33	44,17	100,00	81,43
R2	95,83	100,00	54,32	20,00	33,33	14,29
R3	95,24	33,33	59,29	25,00	94,44	68,37
R4	85,56	100,00	62,86	67,93	66,67	89,17
R5	95,40	100,00	66,67	0,00	33,33	71,67
R6	100,00	100,00	78,37	66,67	100,00	69,61
Moy	92,28	88,89	67,47	37,29	71,30	65,75
e.s.	2,88	11,11	4,59	11,09	13,02	10,80

Moy : Moyenne ; e.s : erreur standard

-Annexe 5: Efficacité des traitements Abbott (fruits attaqués et tombés au sol).

	Témoin	Glucose + Madex	Glucose	Fructose	Fructose + Madex	Madex
R1	0,00	-22,45	-2,04	45,92	-22,45	0,29
R2	0,00	-4,35	43,32	79,13	65,22	85,09
R3	0,00	65,00	37,75	73,75	0,83	28,21
R4	0,00	-16,88	26,53	20,60	22,08	-4,22
R5	0,00	-4,83	30,12	100,00	65,06	24,88
R6	0,00	0,00	21,63	33,33	0,00	30,39
Moy	0,00	2,75	26,22	58,79	21,79	27,44
e.s.	0,00	12,92	6,48	12,39	14,87	13,01

Moy : Moyenne ; e.s : erreur standard

-Annexe 6 : Pourcentage d'attaques cicatrisées par arbre à la récolte.

Cicatrisées	Témoin	Glucose + Madex	Glucose	Fructose	Fructose + Madex	Madex
R1	6,51	2,21	4,09	1,15	2,79	1,43
R2	5,13	2,09	4,71	0,30	0,85	1,18
R3	7,88	3,72	4,18	0,83	1,84	3,04
R4	5,05	1,70	2,92	0,67	2,65	0,87
R5	5,27	2,91	2,32	0,00	0,65	1,06
R6	1,32	1,32	7,55	1,85	0,00	2,08
Moy	5,19	2,32	4,29	0,80	1,46	1,61
e.s.	0,89	0,35	0,74	0,27	0,46	0,33

Moy : Moyenne ; e.s : erreur standard

Annexe 7 : Pourcentage d'attaques stoppées par arbre à la récolte.

Stoppées	Témoin	Glucose + Madex	Glucose	Fructose	Fructose + Madex	Madex
Q	10,12	8,53	9,82	6,10	4,95	6,20
R2	8,64	12,47	11,92	4,40	3,37	1,44
R3	8,80	7,22	11,56	2,23	2,93	5,23
R4	4,48	7,97	8,59	2,84	3,93	3,92
R5	7,95	8,24	4,99	3,86	2,52	3,12
R6	11,17	11,17	4,90	2,92	4,32	1,88
Moy	8,52	9,27	8,63	3,73	3,67	3,63
e.s.	0,94	0,84	1,26	0,57	0,37	0,76

Moy : Moyenne ; e.s : erreur standard

-Annexe 8 : Pourcentage d'attaques actives par arbre à la récolte.

Actives	Témoin	Glucose + Madex	Glucose	Fructose	Fructose + Madex	Madex
R1	2,42	2,54	4,39	1,08	1,44	0,96
R2	6,94	6,90	2,02	0,00	1,62	0,52
R3	3,06	7,63	2,10	0,68	2,00	2,44
R4	4,61	5,67	3,03	1,43	1,28	1,47
R5	2,98	4,28	4,80	0,36	1,58	0,91
R6	4,03	4,03	3,46	1,72	1,00	0,49
Moy	4,01	5,17	3,30	0,88	1,49	1,13
e.s.	0,67	0,78	0,47	0,27	0,14	0,30

Moy : Moyenne ; e.s : erreur standard.

Annexe 9 : Pourcentage d'attaques cicatrisées par arbre (fruits tombés au sol).

Cicatrisées	Témoin	Glucose + Madex	Glucose	Fructose	Fructose + Madex	Madex
R1	14,42	11,11	23,33	10,00	12,86	16,35
R2	6,73	16,67	17,86	0,00	8,33	0,00
R3	22,62	0,00	25,54	4,17	15,08	17,07
R4	19,26	11,11	21,67	2,78	25,00	12,73
R5	10,79	30,95	18,06	0,00	5,56	16,11
R6	43,06	43,06	22,55	0,00	25,00	13,39
Moy	19,48	18,82	21,50	2,82	15,30	12,61
e.s.	5,26	6,36	1,24	1,60	3,36	2,62

Moy : Moyenne ; e.s : erreur standard.

-Annexe 10 : Pourcentage d'attaques stoppées par arbre (fruits tombés au sol).

Stoppées	Témoin	Glucose + Madex	Glucose	Fructose	Fructose + Madex	Madex
R1	36,48	61,11	31,11	21,67	31,43	29,52
R2	41,79	33,33	25,82	20,00	25,00	4,76
R3	31,19	0,00	10,56	8,33	48,17	28,22
R4	24,94	27,78	20,00	48,48	16,67	21,01
R5	35,71	34,29	29,17	0,00	16,67	30,56
R6	33,33	33,33	9,80	33,33	25,00	35,71
Moy	33,91	31,64	21,08	21,97	27,16	24,96
e.s.	2,31	7,95	3,77	7,08	4,79	4,48

Moy : Moyenne ; e.s : erreur standard.

-Annexe 11 : Pourcentage d'attaques actives par arbre (fruits tombés au sol).

Actives	Témoin	Glucose + Madex	Glucose	Fructose	Fructose + Madex	Madex
R1	30,76	27,78	28,89	12,50	55,71	35,56
R2	47,31	16,67	10,64	0,00	0,00	9,52
R3	41,43	33,33	23,19	12,50	31,19	23,09
R4	41,36	27,78	21,19	16,67	25,00	55,43
R5	48,89	34,76	19,44	0,00	11,11	25,00
R6	23,61	23,61	46,02	33,33	50,00	25,89
Moy	38,89	27,32	24,89	12,50	28,84	29,08
e.s.	4,01	2,70	4,87	5,05	8,82	6,28

Moy : Moyenne ; e.s : erreur standard.

- Annexe 12 : Pourcentage de fruits tombés.

	Témoin	Glucose + Madex	Glucose	Fructose	Fructose + Madex	Madex
R1	5,04	1,26	4,94	2,34	1,66	8,28
R2	3,68	1,16	16,31	2,12	2,70	4,21
R3	4,16	0,88	12,02	1,38	3,09	4,63
R4	6,68	2,63	2,89	3,13	1,67	6,03
R5	4,08	1,88	4,57	1,04	1,99	6,00
R6	1,82	1,82	3,69	0,83	2,41	5,56
Moy	4,24	1,60	7,40	1,81	2,25	5,78
e.s	0,65	0,26	2,23	0,36	0,24	0,58

Moy : Moyenne ; e.s : erreur standard.

-Annexe 13: Nombre de larves diapausantes (larves mâles et larves femelles) et chrysalides.

Nombre total de Larves	Fructose + Madex®	Saccharose + Madex®	Fructose	Saccharose	Madex®	Témoin
Rangé 1	0,33	2,00	1,67	5,33	2,00	7,67
Rangé 2	0,00	0,67	1,00	3,67	2,00	8,67
Rangé 3	0,67	1,67	1,00	4,67	1,67	8,67
Rangé 4	0,33	0,67	1,33	3,33	1,33	6,67
Rangé 5	0,00	0,33	2,00	5,00	3,67	6,33
Rangé 6	0,33	0,67	1,33	4,00	2,00	7,67
Moy	0,28	1,00	1,39	4,33	2,11	7,61
e.s.	0,10	0,27	0,16	0,32	0,33	0,40

Moy : Moyenne ; e.s : erreur standard

-Annexe 14 : Nombre de larves diapausantes (larves mâles)

larves mâles	Témoin	Glucose	Glucose + Madex	Fructose	Fructose + Madex	Madex
R1	0,67	1,67	0,33	0,33	0,67	0,00
R2	0,67	0,33	0,33	0,33	0,67	0,67
R3	1,67	0,67	0,67	0,33	0,67	0,00
R4	0,67	0,67	0,33	1,33	0,33	1,33
R5	1,00	1,00	1,33	0,67	0,67	0,67
R6	0,67	0,33	0,33	0,67	2,00	0,33
Moy	0,89	0,78	0,56	0,61	0,83	0,50
e.S.	0,16	0,20	0,16	0,16	0,24	0,21

Moy : Moyenne ; e.s : erreur standard

-Annexe 15: Nombre de larves diapausantes (larves femelles).

larves femelles	Témoin	Glucose	Glucose + Madex	Fructose	Fructose + Madex	Madex
R1	0,33	1,00	1,67	0,67	0,67	0,33
R2	1,33	0,67	0,67	0,67	0,67	1,00
R3	0,67	0,67	1,67	0,67	0,33	0,67
R4	0,67	1,33	0,67	1,00	0,67	1,00
R5	2,33	0,67	1,33	0,33	0,33	0,67
R6	0,67	1,33	0,00	1,00	2,50	0,67
Moy	1,00	0,94	1,00	0,72	0,86	0,72
e.S.	0,30	0,13	0,27	0,10	0,33	0,10

Moy : Moyenne ; e.s : erreur standard

-Annexe 16 : Nombre de chrysalides.

Chrysalides	Témoin	Glucose	Glucose + Madex	Fructose	Fructose + Madex	Madex
R1	0,00	1,33	1,00	0,33	0,33	0,00
R2	1,00	0,33	0,00	0,33	0,33	0,33
R3	0,33	1,00	1,00	0,33	0,33	0,33
R4	0,67	0,33	0,00	0,67	0,33	1,00
R5	1,33	0,33	0,67	0,33	0,00	0,33
R6	0,67	1,00	0,33	0,33	1,00	0,33
Moy	0,67	0,72	0,50	0,39	0,39	0,39
e.S.	0,19	0,18	0,19	0,06	0,13	0,13

Moy : Moyenne ; e.s : erreur standard

Résumé

Le carpocapse, *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera : Tortricidae) est le majeur ravageur des pommes et des poires dans notre région. Face à cela, il devient indispensable de concevoir des systèmes de production ayant recours à des méthodes alternatives de lutte contre les ravageurs non polluants et plus efficaces à long terme tels que le virus de la granulose «Madex®» qui est un agent pathogène et spécifique des larves de *C. pomonella* L., et les sucres appliqués à des infra-doses à la surface de l'arbre, qui interviennent par la modification des signaux de reconnaissance du pommier par les femelles du carpocapse et indirectement induisent sa résistance.

Dans ce travail menés dans la région d'Inoughissen, les résultats des essais visant à comparer l'effet des pulvérisations de Madex® (100ml/ ha), du fructose (100 ppm), du glucose (10 ppm), et la combinaison de Madex® et fructose, Madex® et glucose sur la variété Golden Delicious vis-à-vis des attaques de *C. pomonella* et le nombre de larves capturées dans les bandes-pièges placées sur le tronc des arbres.

Les résultats de cette étude montrent que la pulvérisation du glucose tout seul à la dose de 10 ppm, engendre un pourcentage de fruits attaqués à la récolte un peu inférieur par rapport à l'association du glucose au virus de la granulose qui représente le taux d'attaque le plus proche du témoin, suivie par les pulvérisations foliaires au Madex® seul ou au fructose combiné au Madex® engendrent des pourcentages de fruits attaqués à la récolte représente un faible taux d'attaque, quant à elles les traitements au fructose seul, provoquent une diminution significative des pourcentages des fruits attaqués par rapport au témoin. L'utilisation du Madex® seul et l'association du fructose avec le Madex® ont permis de réduire significativement le nombre de larves dans les bandes-pièges. Alors que les parcelles pulvérisées au glucose seul ont présenté une faible efficacité par rapport au témoin non traité.

Mots clés : *Malus domestica* borkh., *Cydia pomonella* L., virus de la

granulose, Madex®, glucose, fructose .

المخلص :

دودة التفاح (*Cydia pomonella* L.) (Tortricidae, Lepidoptera) هي آفة كبرى للتفاح والكمثرى في منطقتنا. ولمواجهتها أصبح من الضروري اللجوء إلى طرق بديلة غير ملوثة للبيئة وفعالة مثل الفيروس الحباب (ماداكس) (Madex®) (100 ملل/ هكتار)، الذي هو عامل مرضي يصيب بالتحديد يرقات دودة التفاح، تأثيره يكون بعد استهلاكه من طرف اليرقة و السكر المستعمل بجرعات متناهية الصغر على الجهات السطحية للأشجار، التي تحدث تغيير إشارات التعرف على التفاح من قبل دودة التفاح ، و بطريقة غير مباشرة تحت المقاومة. في هذه الدراسة التي أجريت في منطقة اينوغيسن تقدم نتائج التجارب مقارنة لتأثير الرش بالماداكس (Madex®) (100 ملل/ هكتار)، سكر الفواكه fructose (100 جزء في المليون) والجلوكوز (10 جزء في المليون) والجمع بين الماداكس والفركتوز و الماداكس والجلوكوز لمراقبة الخسائر الناجمة عن دودة التفاح *C. pomonella* وعدد اليرقات في فخ شرائط وضعت على جذوع الأشجار. أظهرت نتائج هذه الدراسة أن رش الجلوكوز وحده ولد نسبة فواكه مهاجمة منخفضة قليلا مقارنة بنسبة التي رشت بالماداكس و الجلوكوز الذي يمثل نسبة الهجوم الأقرب للشاهدة متبوعة بالرش بالماداكس وحده أو الجمع بين الفركتوز والماداكس الذي يولد نسبيا من الفواكه المتضررة عند الحصاد جد متقاربة و تمثل النسبة الأضعف من التفاح المتضرر. العلاج باستعمال الفركتوز وحده بدوره يؤدي إلى انخفاض معتبر من الفواكه المتضررة مقارنة بالشاهد أما استخدام الماداكس وحده، والمزج بين الماداكس والفركتوز ساهمت كثيرا في تقليل عدد اليرقات في فخ شرائط. في حين أن الأشجار التي رشت بالجلوكوز فقط أظهرت انخفاض الكفاءة مقارنة بالأشجار غير المعالجة.

الكلمات المفتاحية: *Malus domestica* Borkh., دودة التفاح *Cydia pomonella* L., الفركتوز., الماداكس, الجلوكوز

Abstract:

Codling moth, *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae) is the major pest of apples and pears in our region, and to face it it's necessary to develop alternative control methods no pollutant and effective, like the granulosis virus «Madex®» that is a pathogenic and specific agent against *C. pomonella* larvae, and sugars applied at very low doses on the apple tree surface involved by the modification signals to recognize the tree by *C. pomonella* females and lead its resistance indirectly. In this work in the region of Inoughissen, test results compare the effect of Madex® spray (100ml / ha), fructose (100 ppm), glucose (10 ppm), and the combination Madex® and fructose, glucose and Madex® the Golden Delicious variety against *C. pomonella* attacks and the number of larvae collected in the corrugated cardboard banding trap placed on the trunks of trees.

The results of this study show that the spraying of glucose alone at a dose of 10 ppm, results in a percentage of attacked fruits at harvest somewhat lower compared with the glucose association virus granulosis which represents the rate of nearest attack witness.

Foliar sprays Madex® alone or combined fructose fruit Madex® generate percentages attacked very close to the harvest represents a low rate of attack.

Treatments fructose single in turn, cause a significant decrease in percentage of fruits attacked by the control. The effectiveness of treatment (Abbott) at harvest is better with treatment of fructose. Use of Madex® alone and the combination of fructose with Madex® significantly reduced the number of larvae in the corrugated cardboard banding trap. While the plots sprayed only glucose showed a low efficiency compared to the untreated control.

Key words: *Malus domestica* Borkh., *Cydia pomonella* L., granulosis virus, Madex®, glucose, fructose.

