REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE YAHIA FARES DE MEDEA

FACULTE DES SCIENCES

DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention de diplôme de Master

Filière : Sciences agronomiques
Spécialité : Protection des végétaux
Option : phytopathologie

thème:

Etude de la répartition spatiotemporelle du ravageur des populations du carpocapse des pommes *Cydia pomonella* (Linnaeus, 1758) dans des vergers pomicoles de la wilaya de Médéa, Algérie.

Présenté par :

M^{elle} : LOUZRI Nora

M^{elle} : FATMI KAMAR

Soutenu publiquement le :

22 octobre 2020

00.Devant le jury composé de :

Mr. LICIR M.	MAA à l'U.Y.F.M	Président.
Mme. OUTTAR F.	MCB à l'U.Y.F.M	Promotrice.
Mr. MAHDJOUBI Dj.	MCB à l'U.S.D.B	Co-promoteur.
Mr. KIRDI B.	MAA à l'U.Y.F.M	Examinateur.

Année universitaire : 2019-2020

Dédicace



A Mes chers parents 'FATMI Mohamed' et 'FATMI Fatiha'

C'est pour moi un jour d'une grande importance, car je sais qu'ils sont à la fois fiers et heureuse de voir le fruit de leurs éducations et de leurs efforts inlassables se concrétiser et leurs soutiens et leurs prières ont été pour moi un stimulant tout au long de mes études.

Acceptez ce travail comme le témoignage de ma reconnaissance,

Ma gratitude et mon profond amour.

A mes sœurs Fairouz, Sabah, Ahlem et Zaineb avec ses petits enfants Alaa, Mohamed et Assil

A mes frères Nasser avec sa petite fille Manar et Rachid avec ses petits enfants saif el dine, Islam et Abd elbaki.

A toute ma famille

...pour leurs compréhensions et leurs encouragements, Qu'ils trouvent ici l'expression de ma sincère amitié.

A tous mes amies

Hanane, Nawal, Chahra, NouraT, Houda, Meriem, Hamida, Assia,

Sans oublier mon binôme : ***Nora***

A tous mes enseignants*, je leur exprime*

Ma profonde gratitude.

A tous les étudiants de M2 PHYTOPATHOLOGIE

A toute personne que j'aime et toute autre que je n'ai pas pu mentionnée mais que je n'ai pas oubliée.

Kamar

Dédicace

Je Dédie Ce Travail à :

Ă mes Très Chers Parents ***'LOUZRI Belkassem' et 'LOUZRI Aziza'***

Qui Etudiaient Pour Moi L'exemple De Sacrifie Et D'encouragement Et Qu'ils Demeurant Toujours Grave Dans Ma Mémoire Et J'espère Qu'ils Trouveront Ici L'expression De Ma Profonde Affection.

Ă mes Chers Frères Abderrahmane, khaled avec sa petite fille Djomana, fateh et yacer et A Mes Chers Sœurs tefaha, Malika et Fatima et ses adorables enfants : Abd elbasset et Abdesamade, Bassma et Mohamed avec Adam.

Ă Tout Ma Famille, et tous la famille louzri

A tous les étudiants de la promotion phtopathologie.

Ă Tous mes Amies Prés Ou De Loin.

Ă tous mes amies Louzri Nawel, Guenfoude Nawel, Bourenane Hanane, Badaoui Hanane, Tounsi Noura, Zaoui Nour elHoda, Nassima, Faiza, Halima, Asma, Hamida, djamila Sans oublier mes très chères amies Zenague Fahima et Amiri Chahra.

Ă toute personne que j'aime et toute autre que je n'ai pas pu mentionnée mais que je n'ai pas oubliée.

Ă mon binôme : Kamar

Ă moi même.

Nora

Remerciements

Notre profonde expression de reconnaissance est destinée à notre promotrice Mme OUTTAR F. pour ses conseils, son suivi et ses orientations.

Nous remercions aussi notre Co-promoteur Mr MAHDJOUBI.Dj. denous avoir conseillé et orienté avec beaucoup de patience, chaque fois que cela était nécessaire.

Nous remercions également, Monsieur KIRDI B, enseignant à la l'université de Médéa. Pour ses conseils, ses encouragements et sa serviabilité.

Nous remercions Mr Karmezli.R, chef service au niveau de la direction des services agricoles de la wilaya de Médéa (DSA) et Mr Slama pour ses encouragement et ses conseils

.

Mr Douifi Y, ingénieur principale à la DSA de Médéa pour son aide et sa disponibilité.

Toute l'équipe de l'institut technique de l'arboriculture fruitière et de la vigne surtout Mr Hamedenne. chef service au niveau de l'ITAFV

Nous souhaitons également adresser nos sincères remerciements aux Mr le président Mr LICIR M de jury et l'examinateur KIRDI B, d'avoir accepté de juger notre travail.

Liste des abréviations

FAO : Food agriculture organisation.

Ha : Hectare.

I.T.A.F.V : Institut Technique de l'Arboriculture Fruitière et de la Vigne.

EAC : Exploitation agricole commune.

EAI : Exploitation agricole individuelle.

INRA : institut national de la recherche agronomique.

INPV : institut national de la protection des végétaux.

DSA : direction des services agricoles.

MADR : Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural.

SAU : Surface Agricole Utile.

Qx : Quintaux.

SAT : Superficie Agricole Totale.

GPS: global positioning system.

CpGV : Cydia pomonella granulovirus.

Bt : *Bacillus thuringiensis*.

Liste des tableaux

Tableau 01 : Importance de la culture du pommier par zone de production

Tableau 02: Evolution de la culture du pommier en Algérie

Tableau 03 : Evolution de la culture du pommier à Médéa

Tableau 04: Les principaux ravageurs et maladies des pommiers et leurs effets

Tableau 05: les ennemis naturels du carpocapse de la pomme.

Tableau 06: Insecticides homologués et préconisés contre *C. pomonella*en Algérie.

Tableau 07: Températures mensuelles moyennes (C°) enregistrées durant l'année 2019 dans la zone de Benchicao.

Tableau 08: Précipitations moyennes mensuelles (mm) durant l'année 2019 dans la zone de Benchicao.

Tableau 09 : Synthèse climatique durant l'année 2019 dans la zone de Benchicao

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

Liste des Figures

Figure 01: L'évolution de la culture du pommier en Algérie

Figure 02 : L'évolution de la culture du pommier dans la wilaya de Médéa

Figure 03 : Répartition mondiale de la carpocapse.

Figure 04 (A-B) :L'adulte et La larve et de *C. pomonella.*

Figure 04 (C-D) : L'Œuf et La Chrysalide de *C. pomonella*.

Figure 05 : cycle biologique de *C.pomonella*.

Figure 06: Une pomme endommagée par présence d'excréments secs

Figure 07 : Les dégâts et la déformation causés par le carpocapse

Figure 08: Coupe transversale de pomme Attaqué par la larve de carpocapse, la larve se dirige vers le cœur du fruit.

Figure 09 : A : Dégât cicatrisé d'une larve de C. pomonella, B : Dégât actif, C : Dégât stoppé

Figure 10 : Piège à phéromone

Figure 11 : Situation géographique de la wilaya de Médéa

Figure 12 : Localisation géographique de la zone d'étude Benchicao de la wilaya de Médéa

Figure 13 : Températures mensuelles moyennes (C°) enregistrées durant l'année 2019 dans la zone de Benchicao.

Figure 14 : Précipitations moyennes mensuelles (mm) durant l'année 2019 dans la zone de Benchicao.

Figure 15 : Diagramme ombrothermique de la région de Benchicao

Figure 16 : Site de L'ITAF

Figure 17: A ; *Pistacialentiscus*, B ;*Asphodélusmicrocarpusm*, C ; Lavande

Figure 18 : Piège à phéromone

Figure 19 : coupe particulière d'une Plaque engluée.

Figure 20 : schéma illustrant une manière d'utiliser la méthode de suivi de ravageur *CP* dans un verger.

Figure 21 : Bande piège

Figure 22 : Larves récupérées des bandes-pièges, A : Larves à l'intérieur du carton ondulé, B : Larves dans les boites plastiques

Sommaire

Introduction…… **1**

Chapitre I : Synthèse bibliographique

Partie I : Généralités sur pommier (*Malus domestica L.*)

I.1.Historique de l'espèce…… **4**

I.2.Origine…… **4**

I.3.Importance économique du pommier …… **4**

I.3.1.Importance économique dans le monde …… **4**

I.3.2.Importance économique dans l'Algérie…… **6**

I.3.3.Importance économique dans la wilaya de Médéa…… **7**

I.4.Position systématique…… **9**

I.5.Caractéristiques morphologiques du pommier…… **10**

I.6.Cycle annuel du pommier …… **11**

I.6.1.Le repos hivernal …… **11**

I.6.2.Période active de végétation …… **12**

A/ Débourrement…… **12**

B/ Floraison …… **12**

C /Pollinisation …… **13**

D/Fécondation et nouaison …… **13**

E/Grossissement des fruits et maturation…… **13**

I.7. Les principaux ravageurs et maladies des pommiers…… **13**

I.8. Autres ravageurs et maladies de pommier en Algérie……..…… **15**

Partie II : Généralités sur le ravageur du pommier le carpocapse *Cydia pomonella L.*

II.1. présentation du carpocapse *(Cydia pomonell L.)*..……..…… **16**

II.1.1. Origine et aire de répartition……..…… **16**

II.1.2. Description de carpocapse…….…… **16**

II.1.3. Position systématique…… **18**

II.1.4. Différentes appellations…….…… **19**

II.1.5. Plantes-hôtes …… **19**

II.2. Cycle de développement …… **19**

II.3. Comportement du carpocapse ……..…… **23**

II.4. Impact économique des dégâts du carpocapse du pommier…….…… **23**

II.5. Gestion phytosanitaire et protection du pommier contre *C. pomonella*……...…… **26**

II.5.1. Méthodes de surveillance de carpocapse……...…… **26**

II.5.2. La lutte chimique……...…… **27**

II.5.3. La lutte physique et culturale…… **27**

II.5.4. La lutte biologique…….…… **28**

II.5.4.1.les antagonistes actuels ou potentiels du carpocapse…….....…… **28**

II.5.4.1.1.Les parasitoïdes et les prédateurs du carpocapse…… **28**

II.5.4.1.2. Les microorganismes entomophages …… **29**

II.6. La lutte biotechnique…… **30**

II.6.1. La confusion sexuelle ……...…… **30**

II.6.2.Lutte attracticide…….…… **31**

II.6.3 Lutte autocide…….…… **31**

II.7. La lutte contre le carpocapse en Algérie…… **31**

Chapitre II: Matériel et méthodes

I. Présentation de la zone d'étude…… **33**

I.1 Présentation géographique de la wilaya de Médéa…… **33**

I.2.Présentation de la commune de Benchicao…… **34**

I.3. Présentation de la station d'étude…… **36**

II. Matériel expérimental ……**42**

II.1. Sur le terrain …… **42**

II.1.1. Matériel végétal …… **42**

a/ Variété Golden delicious …… **42**

b/ Les trois plantes (lentisque, lavande et l'asphodèle)…… **43**

II.1.2. Matériel de piégeage…… ……**43**

II.1.2.1. Piège à phéromones…… **43**

II.1.2.2. Bandes-pièges…… **44**

II.2. Sur laboratoire …… **45**

III. Méthodes…… **45**

III.1. Echantillons de vergers …… **45**

III.2. Marquage des arbres …… **46**

III.3. Capture des adultes mâles de *C. pomonella* par Installation du piège à phéromone sexuel…… **46**

III.4. Capture de larves diapausantes de *C. pomonella* par bandes pièges …… **47**

III.5. Dispositif expérimental du l'extraction aqueux…… **49**

III.5.1. Préparation des poudres…… **49**

III.5.2. Les méthodes d'extraction …… **49**

III.5.3. Les applications des traitements biologiques (les extraites aqueux)…… **49**

Conclusion ……..… **50**

Références bibliographiques…….…… **52**

Annexe……..5

Résumé

Etude de la répartition spatiotemporelle du ravageur des populations du carpocapse des pommes *Cydia pomonella* (Linnaeus, 1758) dans des vergers pomicoles de la wilaya de Médéa, Algérie.

Résumé :

La wilaya de Médéa est caractérisée par la culture d'arbres fruitiers et de vignes, y compris la culture de pommier qui ont une importance économique et sociale dans la région.Le carpocapse, *Cydiapomonella*L. (Lepidoptera : Tortricidae) est le principal insecte ravageur des vergers de pommiers. Il cause des dégâts importants surtout dans la zone d'étude. Les essaies ont été réalisée dans la localité de Benchicao sur un verger dans cette région.

Dans ce travail, nous nous sommes intéressés à étudier la dynamique d'un bio-agresseur et à suivre la distribution spatiale et temporelle de la population du carpocapse (*Cydia pomonella*). La méthode de capture des mâles par les pièges à phéromones sexuels et des cartonnes ondulées. Son cycle évolutif s'étend sur une durée de cinq mois allant du mois d'avril au mois d'août.

En Algérie, le carpocapse évolue en deux à quatre générations par an, suivant les régions, le climat, l'altitude et la plante hôte.

Mots clés : *Cydia pomonella* L., pommier, bio-agresseur, Benchicao.

Study of the spatiotemporal distribution of the pest populatios of the colding moth of apples Cydia pomonella (Linnaeus, 1758) in apple orchards of the wilaya of Medea, Algeria.

Abstract

The wilaya of Médéa is characterized by the cultivation of fruit trees and vines, including the cultivation of apple trees which have economic and social importance in the region. The codling moth, *Cydiapomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae) is the main insect pest of apple orchards. It causes significant damage especially in the study area. The trials were carried out in the locality of Benchicao on an orchard in this region.

In this work, we were interested in studying the dynamics of a pest and in following the spatial and temporal distribution of the codling moth *(Cydiapomonella*) population. The method of capturing males by sex pheromone traps and corrugated cardboard boxes. Its evolutionary cycle lasts for five months, from April to August.

In Algeria, the codling moth evolves in two to four generations per year, depending on the region, the climate, the altitude and the host plant.

Key words: *Cydia pomonella* L., apple tree, pest, Benchicao.

دراسة التوزيع الزماني والمكاني لآفات عشائر عثة التفاح Cydia pomonella Linnaeus، 1758) في بساتين التفاح بولاية المدية،**الجزائر**.

الملخص

تتميز ولاية المدية بزراعة الأشجار المثمرة والكروم ، بما في ذلك زراعة أشجار التفاح ذات الأهمية الاقتصادية والاجتماعية في المنطقة.عثة الترميز (*Cydia pomonella*L.Lepidoptera: Tortricidae) هي الآفة الحشرية الرئيسية لبساتين التفاح.يتسبب في أضرار كبيرة بشكل رئيسي في مناطق الدراسة. وأجريت الاختبارات في محليات بن تشيكاو على بستان في هذه منطقة.

في هذا العمل ، دراسة ديناميات الآفات ، نحن مهتمون بمتابعة التوزيع المكاني والزماني لعثة الترميز (*Cydiapomonella*). طريقة القبض على الذكور عن طريق مصائد فرمون الجنس وصناديق الكرتون المضلع. تمتد دورتها التطورية لمدة خمسة أشهر من أبريل إلى أغسطس.

في الجزائر، تتطور عثة الترميز في جيلين إلى أربعة أجيال سنويًا، اعتمادًا على المنطقة والمناخ والارتفاع والنبات المضيف.

الكلمات المفتاحية:*Cydia pomonella* L. ، شجرة التفاح ، افة،بن تشيكاو

Introduction Générale

Introduction générale

La pomiculture s'étend aujourd'hui à toutes les zones de climats tempérés du globe. Elle compte au premier rang des espèces d'arbres fruitiers cultivés dans le monde. À l'échelle mondiale, la commercialisation de la pomme occupe ainsi une importante part dans les échanges commerciaux (Martin, 2008).

La production de la pomme en Algérie arrive jusqu'à 3786367 (Qx) en 2010, en 2011 elle a augmenté pour atteindre 4041050 (Qx), puis elle a connu une légère diminution en 2012 avec 3975290 (Qx) (ITAFV, 2014). Si nous considérons les productions de pommes en Algérie, nous constatons qu'elles sont encore loin d'atteindre les normes européennes enregistrées qui sont de l'ordre de 30 à 50 T/ha (Chaouia et al., 2003). Cette faiblesse des rendements peut être attribuée à plusieurs facteurs d'ordre climatique, culturales et surtout par l'impact des bioagresseurs spécialistes du pommier, mal contrôlés au niveau du pays (Frah, 2009).

La wilaya de Médéa occupe la première place au niveau nationale avec une superficie totale occupée par le pommier est de 4264 ha en 2016. Par ailleurs, la production de la pomme à Médéa est 394 465,00 (Qx) en 2017 pour atteindre 53 620,00 (Qx) au niveau de la région Benchicao à Médéa pour la même période (DSA, 2020).

Les arbres fruitiers forment comme toute espèce végétale un milieu favorable à la propagation des ravageurs et maladies infectieuses (Charif, 2017). Encore, le pommier est sujet à de plusieurs ravageurs surtout les insectes.

D'après Chafaa (2008), le pommier est exposé au risque de plusieurs ravageurs parmi lesquels, nous pouvons citer : le carpocapse (*Cydia pomonella* L.), les pucerons : le puceron cendré (*Dysaphis plantagineapass*.), le puceron vert (*Aphis Pomi Geer*), la cochenille du Pou de San José (*Diaspidiotus perniciosus Comst*.) et les acariens ; l'acarien jaune (*Tetranychus utricae Koch*.), l'acarien rouge (*Panonychus ulmi koch*). 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., 2020). L'ampleur des dégâts occasionnés par le carpocapse *Cydia pomonella,* est considérable, les dommages estimés en verger non traité sont d'autant plus élevés et peuvent aller jusqu'à la perte totale des récoltes s'il n'est pas maitrisé (Guermah et Medjdoub-Bensaad, 2018). Le carpocapse *Cydia pomonella (L.)* infecte Toutes les zones productrices à Médéa (Benchicao, Ouamri, Oumaria, Ouzra , Tizimehdi, Si mahjoub…) (ITAF, 2020).

Introduction générale

En Algérie, les dégâts causés par *C. pomonella* sont inscrités pour la première fois à Tlemcen par Delassus et al. en 1930, et confirmés par Frezal en 1939.

La pomiculture est la culture qui reçoit le plus de traitements chimiques (Lucas E, 1993). Suite à L'utilisation intensive des insecticides, fait apparaître des résistances de l'insecte, ce qui entraîne une baisse d'efficacité des produits (Riba et Silvy, 1989), tels que le diflubenzuron, les pyréthrinoïdes et les organophosphorés (Sauphanor et al., 2000). Même si la tendance actuelle est de réduire la dose des matières actives dans les préparations commerciales, les quantités moyennes de pesticides épandues par hectare restent fortes (Ferron, 1993).

En Algérie, Pour lutter contre ce ravageur on a recours seulement à la lutte chimique, dont les effets indésirables sont progressivement manifestés (Frah et al., 2009).Pour cela, il est fondamental de mieux comprendre les relations existantes entre les insectes ravageurs et leurs plantes hôtes et ainsi connaître leurs dispersion spatiale et temporelle dans une région (Debouzie et Thioulouse, 1986).

Aujourd'hui, pour prendre en considération la protection de l'environnement et la santé humaine, il est nécessaire de trouver des méthodes alternatives à la lutte chimique tel quel la lutte biologique qui se repose sur des ennemis naturels peuvent être des bactéries, virus et des prédateurs ou insecte parasitoïdes ou bien des extraits végétatives.

L'objectif du ce travail est de suivre la dynamique et la distribution spatiale et temporelle de la population de carpocapse *cydia pomonella (L.)* en fonction du temps. Ainsi, de mettre et d'évaluer l'efficacité des produits extraits de trois plants que nous avons choisi (Lentisque, Lavande et l'Asphodèle) à partir d'une solution aqueux (l'eau distillée) dans l'intérêt de lutter contre ce ravageur dans un verger du pommier (variété *Golden délicieuse*) situé à Médéa «Commune de Benchicao».

Le présent mémoire est constitué de 02 chapitres :

- ✓ Le premier chapitre c'est une synthèse bibliographique qui contient deux parties ; la première partie englobe une généralité sur le pommier (*Malus domestica* L.) et la deuxième partie renferme une généralité sur le ravageur du pommier ; le carpocapse *Cydia pomonella* L.

- ✓ Le deuxième chapitre repose sure deux partie ;

- Partie I : La présentation de la région d'étude
- Partie II : le matériel et méthodes utilisée pour la réalisation de ce travail.

Chapitre I :

Synthèse bibliographique

Partie I :

Généralités sur le pommier

Partie I: Généralités sur le pommier

I.1.Historique du pommier

La pomme est cultivée en Europe et en Asie depuis les premiers temps. Des études paléontologiques ont révélé la présence du genre *Malus* à la première tertiaire. En suite la culture du pommier s'est répandue dans toutes les parties du monde. Ensuite les chercheurs commencent la création de nouvelles variétés grâce à l'hybridation contrôlée. Le pommier cultivé a été longtemps appelé *Malus domestica* Borkh. Depuis un demi-siècle, de nombreux travaux sont effectués pour introduire par hybridation chez le pommier cultivé des résistances aux maladies. Ceci a conduit Korban et Skirvin (1984) à dénommer le pommier cultivé; *Malus domestica Borkh* (Guettala, 2009).

I.2.Origine

Le foyer d'origine du pommier est probablement situé dans le sud du Caucase, son origine remonte à la préhistoire. 13 siècles avant J.C Il a été propagé par la suite pour être cultivé par les Grecs et les Romains. Aujourd'hui il est connu dans plusieurs endroits du monde, sa culture s'étende de l'Europe orientale à l'Afrique du nord. (Chafaa, 2008).

Il existe 25 espèces de pommiers sauvages dans la partie tempérées de l'hémisphère Nord et on estime à 7.000 le nombre de variées et cultivars dans le monde. C'est l'arbre fruitier le plus cultivé dans les zones tempérées. (Chafaa, 2008).

I.3.Importance économique du pommier

I.3.1.Importance économique dans le monde

La pomme occupe le cinquième rang des grandes productions fruitières mondiales après la pastèque, la banane, le raisin et l'orange. En 2001, près de 60 millions de tonnes étaient produites dans le monde. Les principaux pays producteurs sont actuellement : la Chine, les Etats-Unis d'Amérique et la Pologne. (Chafaa, 2008).

Selon les estimations de la F.A.O. (2013), la production mondiale de la pomme est en accroissement (Tableau 01).La Chine est devenue le premier producteur de pommes avec environ 37 millions de tonnes exportées.

Dans les pays de Maghreb, le secteur pomicole marocain a nettement évolué suite à l'augmentation des surfaces, la production a atteint 485 642 tonnes et un rendement de 153,436 T/ ha (F.A.O., 2013).

Tableau 01: Importance de la culture du pommier par zone de production (F.A.O., 2013).

Zone de production		Superficie (Ha)	Production (T)	Rendement (T/Ha)
Afrique	Algérie	40,858.00	397,529.00	97,295.27
	Maroc	31,651.00	485,642.00	153,436.54
	Egypte	21,145.00	541,239.00	255,965.48
	Tunisie	23,500.00	111,000.00	47,234.04
Asie	Chine	2, 060,000	37, 000,000	179,611.65
	Japon	37,400.00	793,800.00	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	1126,800	106,805.69
	Russie	183,300.00	1, 403,000	76,541.19
Europe	Pologne	194,680.00	2877,336	147,798.23
	France	41,051.00	1, 382,901	336,873.89
	Italie	54,684.00	1, 991,312	364,148.93
	Roumanie	55,366.00	462,935.00	83,613.59
	Espagne	31,200.00	558,900.00	179,134.62
	Autriche	6,051.00	471,420.00	779,077.84
	Turquie	150,847.00	2, 889,000	191,518.56
Amérique	Canada	15,489.00	269,837.00	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

I.3.2.Importance économique dans l'Algérie:

Si on considère les productions de pommes en Algérie, on constate qu'elles sont encore loin d'atteindre celles enregistrées dans les pays développés (Tableau 01). Cette faiblesse des rendements peut être attribué à plusieurs facteurs dont :

- ✓ La non assimilation des techniques modernes à l'arboriculture par les agriculteurs algériens telle la technique de la taille.
- ✓ L'utilisation anarchique des portes greffes et des variétés.
- ✓ La méconnaissance des techniques de production appliquées (Fertilisation, Entretien du sol; Traitements phytosanitaires...) qui dans notre pays, leur application ne répond pas aux normes culturales modernes de cette culture. Nous remarquons que durant la décennie considérée (2003-2014); les rendements sont en augmentation d'une année à l'autre, de même, la superficie a été doublée et la production a été multipliée par quatre. (Safir & Daoudi, 2015)

La production et la superficie de production en Algérie reste très limités par rapport les pays méditerranéens et par rapport les potentialités agronomiques du pays (Figure 01).

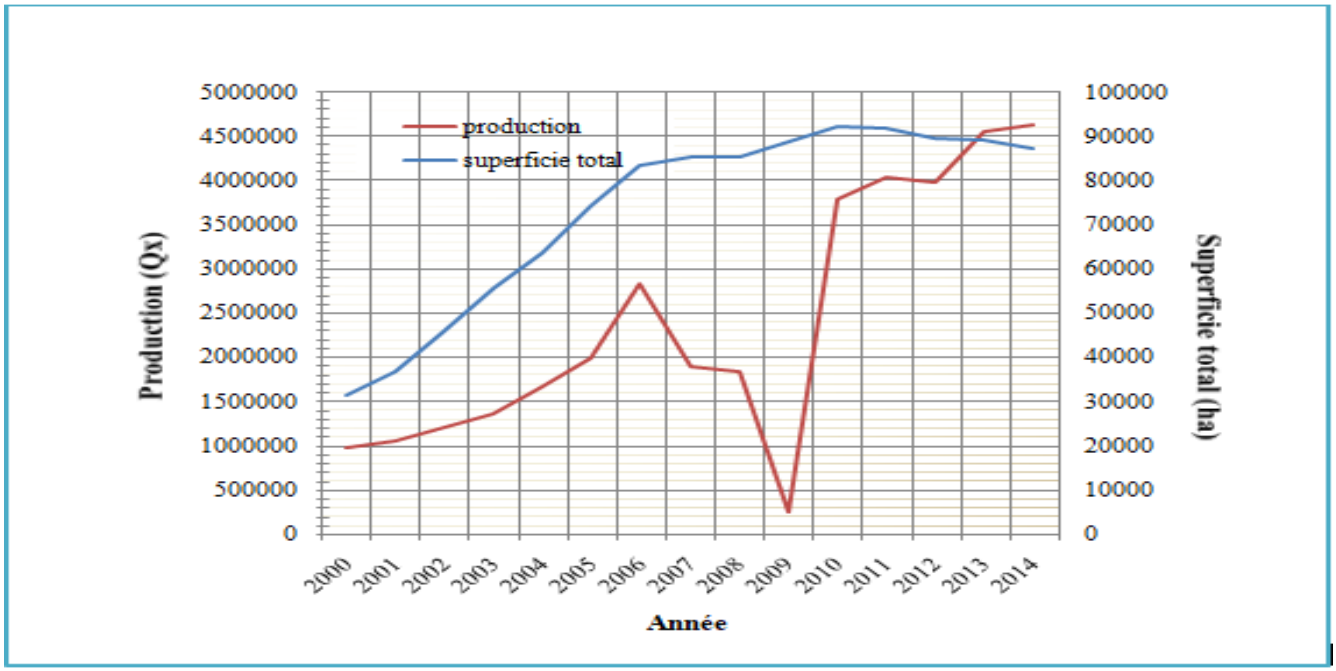


Figure 01: L'évolution de la culture du pommier en Algérie (2000-2014)

I.3.3.Importance économique dans la wilaya de Médéa

La production du pommier dans la wilaya de Médéa est en augmentation avec l'augmentation des superficies durant l'année 2000 jusqu'à l'année 2007 avec quelques variations dans les années suivantes (Figure 02) (DSA, 2020).

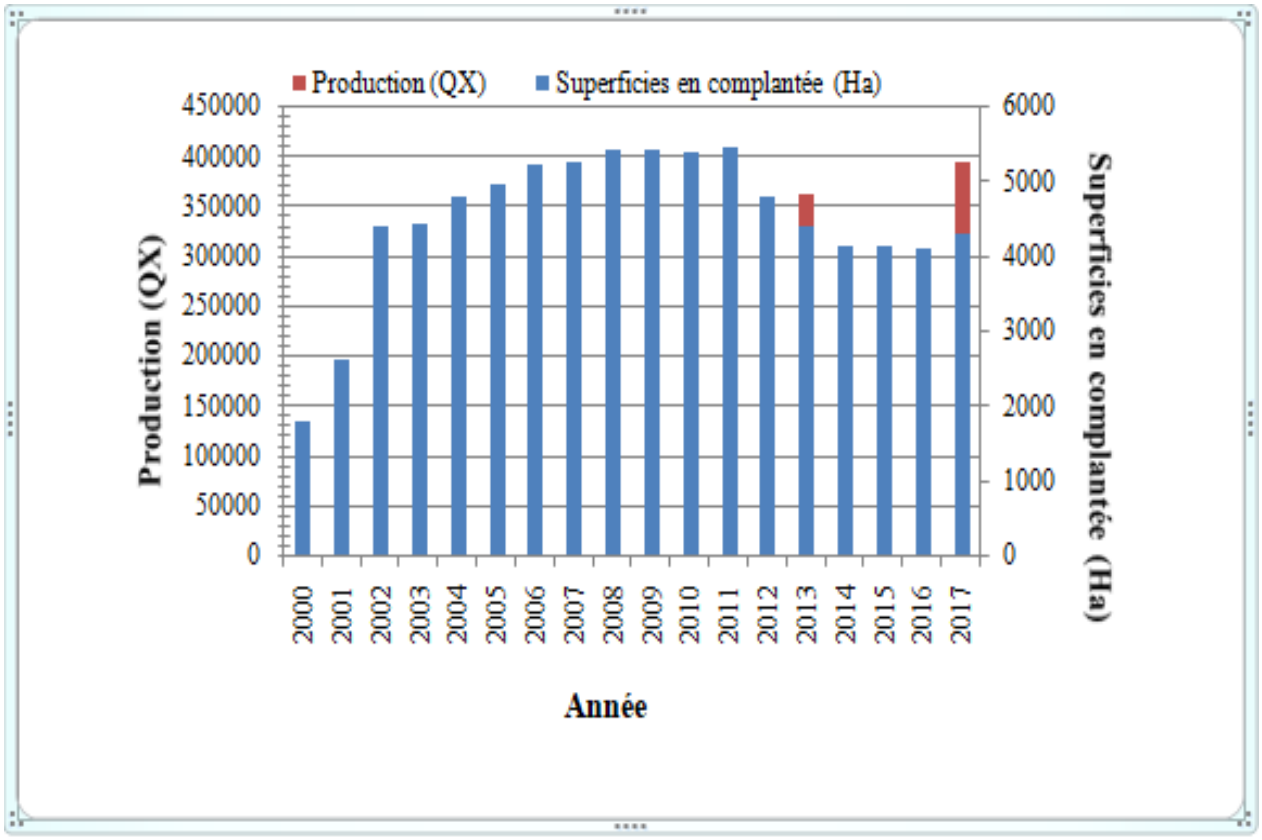


Figure 02: L'évolution de la culture du pommier dans la wilaya de Médéa (2000-2017) (DSA, 2020).

I.4.Position systématique

Pendant longtemps, les botanistes ont considéré que le pommier constituait le sous genre Malus au sein du genre *Pyrus.* L'appellation du pommier était alors *Pyrus malus.* Le pommier est actuellement classé dans le genre Malus qui selon Chevreau et Morisot (1985) distinct du genre *Pyrus.* Selon Lafaoun (1996), La classification est la suivante :

- Classe *:* ***Magnolopsida*.**
- Sous-classe : ***Rosidae.***
- Ordre : ***Rosales***.

- Famille : ***Rosaceae***.
- Sous-famille : ***Maloïdeae***.
- Tribu : ***Pyreae***.
- Espèce : ***Malus communis* L.**

  ***Malus pumila* M.**

  Malus domestica Borkh.

I.5.Caractéristiques morphologiques du pommier

A/ L'arbre

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

B/ Rameaux

Le pommier porte des rameaux avec écorce lisse, brune, à lenticelles plus ou moins nombreuses suivant les variétés, devenant rugueuses sur le vieux bois. Ils portent des bourgeons qui peuvent être inflorescentiels ou végétatifs (Bretaudeau, 1978).

C/ Feuilles

Les feuilles sont caduques, alternes, simples, entières et dentées sur les bords, velues dans leurs jeunesse, à pétiole plus court et accompagné à sa base de deux stipules foliacées (Bretaudeau, 1975 ; Massonnet, 2004)

D/ Les fleurs :

Les fleurs sont regroupées en corymbes de 8 à 11 fleurs portées à l'extrémité de rameaux courtes, nommées brindilles couronnées, ou directement sur les brindilles au niveau des boutons axillaires (Coutanceau, 1962). Elles sont hermaphrodites et la reproduction de l'espèce est assurée avec une allogamie prédominante (Bore et Fleckinger, 1997). La floraison est préférentiellement croisée (Gautier, 1993 ; Gallais et Bannerot, 1995).

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

E/Fruit

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

I.6.Cycle annuel du pommier

Le cycle évolutif annuel des arbres fruitiers concerne l'ensemble des processus et des changements que subit la plante durant une année. Ces changements sont de nature biologique, biochimique et morphologique et dépendent dans une large mesure des conditions externes, notamment d'aléas climatiques. Il ajoute que la réaction de l'arbre aux conditions du climat sont ainsi différentes et saisonnières et s'extériorisent visiblement par deux grandes phases : la phase de dormance ou repos et la phase d'activité (Mohammedi et Khelid, 2017).

I.6.1.Le repos hivernal

Selon Gautier (1993) c'est la période qui commence de la chute des feuilles en automne et prend fin au débourrement à la fin de l'hiver. Une période d'inactivité apparente.

L'arbre n'est pas toute fois au repos total les racines continuent de croître, les ébauches florales prennent forme dans les bourgeons, les réserves migrent vers les ramifications à l'automne, la diminution progressive des températures permet aux bourgeons d'entrer en phase d'endo-dormance (Massonnet, 2004) A la fin de l'hiver, lorsque les températures deviennent suffisamment élevées on assiste à la levée de dormance (Gautier, 1993)

La levée de dormance se produit grâce à l'influence d'une certaine quantité de froid, les besoins, selon les variétés, sont entre 400 et 1000 heures de froid de moins 7,2°C ; les automnes froids risquent de lever la dormance des bourgeons si de belles journées se présentent par la suite (Anonyme, 2002)

I.6.2.Période active de végétation

A/ Débourrement

Cette période s'étale du débourrement à la chute des feuilles et durant laquelle l'arbre manifeste une activité intense : allongement des pousses, floraison, grossissement des fruits, lignification du bois,...etc (Gautier, 1987) la levée de dormance et l'évolution des bourgeons exigent deux actions thermiques :

- La satisfaction des besoins en froid hivernal
- La satisfaction des besoins en chaleur.

La satisfaction des besoins en chaleur, il permet le développement normal des bourgeons après la levée de dormance par le froid (Mohammedi et Khelid, 2017).

B/ Floraison

Trois processus fondamentaux sont à origine de l'orientation du métabolisme de bourgeons végétatifs vers la tendance florale et la formation des fruits :

- **Induction florale**

L'induction florale est la réalisation des ébauches florales au niveau de l'apex vers la formation des ébauches florales. La formation des boutons floraux dépend de : l'âge de l'arbre, la variété, la conduite du verger, l'irrigation, le sol, les conditions climatiques, et surtout les températures et la luminosité au moment de l'induction florale.

- **Différenciation florale**

La différenciation des organes floraux et végétatifs s'établit à l'intérieur des bourgeons dès le mois de juin et juillet de l'année précédente chez les arbres fruitiers (Lugeon, 1963) La différenciation morphologique des bourgeons commence 30 à 40 jours après la floraison.

- **Développement floral**

Par définition, le développement floral ou floraison est l'épanouissement des fleurs d'une plante. Il est caractérisé par la croissance des ébauches florales et la maturation des cellules reproductrices qui aboutissent à l'éclatement des boutons à fleurs.

Plusieurs auteurs s'accordent pour préciser que la floraison est sous la dépendance étroite du climat (Mohammedi et Khelid, 2017).

C /Pollinisation

D'après Gautier (1993).les pommiers ne sont pas autofécondés ou autocompatibles et elles ont besoin d'une pollinisation croisée pour la nouaison. Lors de l'établissement de nouveaux vergers, il convient d'accorder une attention particulière à la disposition des cultivars au sein des rangées afin d'assurer une combinaison adéquate de cultivars inter fertiles fleurissant au même moment.

D/Fécondation et nouaison

Depuis que la pomme est le produit allogame, la fécondation de la fleur intervient comme le facteur le plus important, elle aura lieu quand les grains de pollen atteindront les ovules des fleurs qui doivent être réceptifs. La nouaison a lieu après la fécondation, le taux peut atteindre 25 à 30%, mais 10 % suffisent (Anonyme, 2003).

E/Grossissement des fruits et maturation

Théoriquement, la succession de plusieurs phases biologiques traduit nettement l'évolution du fruit qui se résume en trois phases :

- Une phase de multiplication cellulaire très active.
- Une phase d'élongation cellulaire qui a pour conséquence le grossissement définitif du fruit.
- Une phase de maturation physiologique ou s'amorce le processus biochimique conduisant à la maturité et à la sénescence du fruit (Mohammedi et Khelid, 2017).

I.7. Les principaux ravageurs et maladies du pommier

Le pommier est exposé à de nombreuses maladies et ravageurs tout au long de leur période de croissance. Parmi les quels (tableau 04).

Tableau 04: Les principaux ravageurs et maladies du pommier et leurs effets (Emilson, 2016 ; Annonyme, 2004)

Maladies / Ravageurs	**Effet sur le rendement**	**Effet sur la qualité**
Tavelure (*Venturia inaequalisWint…*)	Degré d'infection fort : chute des feuilles Degré plus faible : taches sur Feuilles	Infection précoce : larges tâches sur le fruit, déformation, rupture de la peau.
Oïdium (*Phodosphaera leucotricha Salm…*)	Infecte les jeunes pousses; affecte la photosynthèse	Tâches sur le fruit
Brûlure bactérienne (*Erwinia amylovora*)	le flétrissement des rameaux terminaux et des feuilles	les fruits vont exsuder des gouttelettes laiteuses qui brunissent et durcissent en séchant.
puceron cendré= tordeuse de lapelure *(Dysaphis plantagtnea Pass..)*	Rameaux déformés Feuilles tombent (photosynthèse). Chute physiologique contrariée : Fruits petits et nombreux	Déformation par piqures
Carpocapse *(Cydia pommenella L..)*	Chute des fruits	Galeries avec déjections + vers à l'intérieur
Acarien	Bronzage puis chute des feuilles, piqures réduisent fortement la photosynthèse	les pommes sont plus petites, décolorées, moins fermes et présentent un degré d'acidité et une teneur en sucre plus faibles.
Puceron lanigère *(Eriosoma lanigerum Comst..)*	Les piqûres et l'injection d'une Salive toxique provoquent des boursouflures et des chancres qui en travent la circulation de la sève.	Déformations et l'arrêt de la croissance des fruits

Cochenille	Dépérissement des rameaux	Encroutements sur les fruits
Mouche de la pomme (*Rhagoletis pomonella*)	chute prématurée des fruits	Galeries dans fruit
Punaise brune du pommier (*Atractotomus mali*)	la chute des fleurs et, plus tard, percer la peau des fruits des cultivars sensibles et causer des malformations ou des blessures liégeuses.	Tâches sur le fruit
Tordeuse pâle du pommier (*Pseudexentera mali*)	Ralentissement de la croissance et rendre difficile le développement d'une bonne structure	Les larves tissent un voile qui colle une feuille au côté d'une pomme

I.8. Autres ravageurs et maladies du pommier en Algérie

Les principaux ravageurs et maladies du pommier signalés en Algérie sont :

Panonychus ulmi (l'acarien rouge) et *Tetranychus urticae* (l'acarien jaune), *Dysaphis plantaginea* (puceron cendré) et *Eriosoma lanigerum* (Puceron lanigère) ; *Quadraspidiotus perniciosus* (pou de San José), *Cydia. Pomonella* (L.) (carpocapse des pommes et des poires) ; *Ceratitis capitata* (Mouche méditerranéenne des fruits). (D.S.A., 2020).

La wilaya de Médea est caractérisée par la présence de certains maladies et ravageurs parmi eux: le feu bactérien, Tavelure et l'oidium. Quand aux ravageurs, on peut citer : les puceron, les acariens, les mineuses des feuilles, la mouche méditerranéenne et les noctuelles des feuilles. Concernant le carpocapse *C. pomonella.*(L.), c'est un ravageur clé et permanent des régions pomicoles au niveau de la wilaya et il cause des dégâts énormes aux cultures des pommiers (D.S.A., 2020).

Partie II :

Généralités sur le Carpocapse (Cydia pomonella L.)

II.1. Présentation du carpocapse (*Cydia pomonella L.*)

II.1.1.Origine et aire de répartition

Le carpocapse (*Cydia pomonella L.*) est le principal ravageur infectant la pomme, tant en Croatie qu'à l'étranger. Le ravageur était à l'origine présent en Eurasie, mais au cours du deux derniers siècle, il s'est dispersé dans le monde avec la propagation de la culture des pommes et des poires. Il a atteint une répartition presque mondiale, étant l'une des espèces d'insectes ravageurs les plus efficaces connues à jour. Le *Cydia pomonella* est également présent en Amérique du nord, en Amérique du sud, en Afrique du sud, en Australie et en Nouvelle-Zélande (Pajač et al. ,2011) (Figure 03).

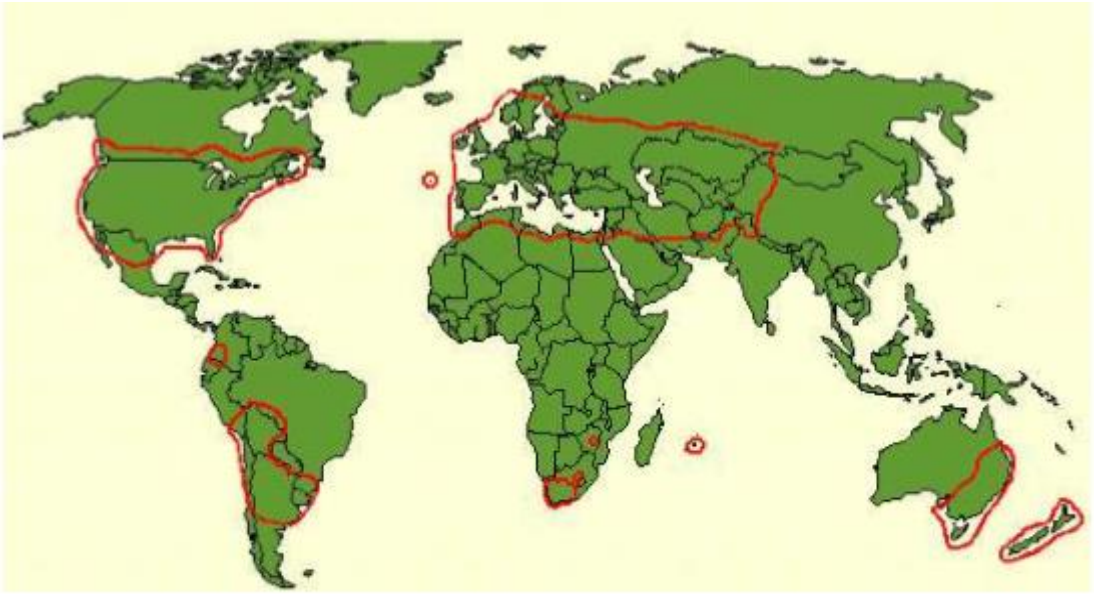


Figure 03 : Répartition mondiale du carpocapse. (Gharekhani, 2009)

II.1.2.Description du carpocapse

Le carpocapse se présente en fonction de la période de l'année sous différentes formes Œuf, larve puis adulte.

II.1.2.1. Adulte

Il mesure 15 à 22 mm d'envergure. Ses ailes antérieures, gris cendré, striées transversalement de fines lignes brunes, se terminent chacune par une tache brune, caractéristique, encadrée par deux lisières bronzées en forme de parenthèses et à reflet métallique. Les ailes postérieures, brun cuivré à éclat doré, sont plus foncées à leurs régions marginales et frangées d'un brun

clair. Dans la distinction entre les sexes on considère, outre l'extrémité abdominale siège des pièces génitales, la forme des ailes. Les deux paires d'ailes de la femelle ont une coloration uniforme gris brun à reflet cuivré (Figure 4A). En revanche, le mâle présent une plage d'écailles noire sous formes de taches sub-rectangulaires foncées dans l'espace médian de l'aile antérieure, au voisinage du bord interne (Hmimina, 2007).

II 1.2.2. Chrysalide

Elle mesure 10 mm environ et possède 10 segments abdominaux. Sa coloration varie du brun jaune au brun foncé (Figure 4D). Les deux sexes se distinguent par la disposition des sillons génitaux visibles ventralement sur le cône terminal (Hmimina, 2007).

II 1.2.3. Larve

La larve néante est blanchâtre, la tête est noire, elle mesure 1,5 mm à l'éclosion. Elle passe par 5 stades et atteint à la fin de son développement 20 mm de long. Son corps devient rose clair et seule la tête demeure brunâtre (Figure 4B). Les quatre paires de fausses pattes abdominales sont munies de 28 à 35 crochets semblables et disposés en une seule rangée. Les fausses pattes anales sont hérissées de 15 à 25 crochets seulement. La larve du carpocapse n'a pas de peigne anal ce qui la distingue des autres tordeuses des fruits (Hmimina, 2007).

II.1.2.4. Œuf

Les œufs sont d'environ 1mm en taille, en forme de disque transparent et blanc lors de la première portée, ensuite deviennent blanc opaque et d développent un anneau rouge (Pajač et al., 2011) (Figure 4C).

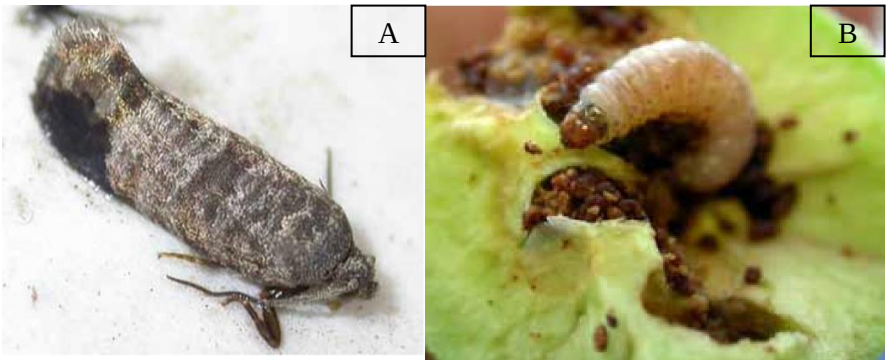


Figure 04(A-B): L'adulte et larve de *C. pomonella* (Alston et al., 2010)

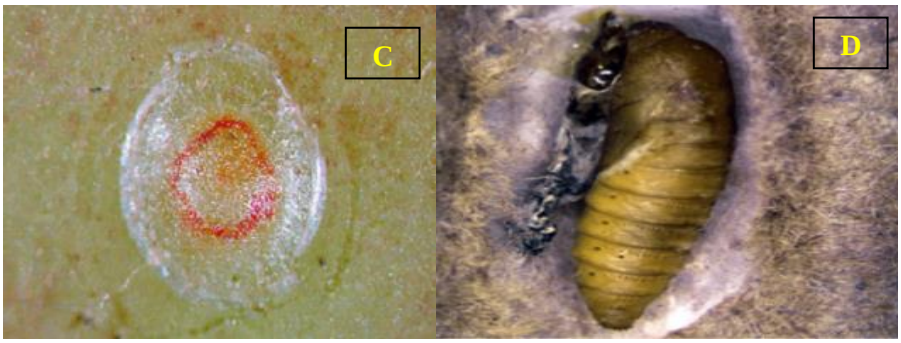


Figure 04 (C-D): L'œuf et la chrrysalide de *C. pomonella*(Brunner, 1993) ;(Cranshaw et al., 2013)

II.1.3. Position systématique

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

- Ordre: ***LepidopteraLinnaeus, 1758***
- Sous ordre: ***Microlepidoptera***
- Famille: ***Tortricidae Latreille, 1803***
- Sous famille: ***Olethreutinae***
- Tribu: ***Grapholitini***
- Genre: ***Cydia Hubner,* 1825**
- Espèce: ***Cydia pomonella* (Linnaeus, 1758)**

II.1.4. Différentes appellations

La première espèce a été décrite par Linné (1758) est *Phalaenatinea pomonella*. Par la suite, les autres auteurs européens ont donnée d'autres noms à l'espèce par exemple : *Phalaenaaenana Villers* et *Carpocapsa putaminana Staudinger*. Dans la littérature entière, l'espèce qui est principalement référée est *Carpocapsa pomonella (L.)* depuis 1830 à 1960 et *Laspeyresia pomonella (L.)* de 1960 à environ 1980. Aujourd'hui *Cydia pomonella (L.)* est le nom le plus utilisé (Brahim, 2010).

Les noms communs d'après (Hmimina, 2007) sont :

En français Carpocapse des pommes,

En anglais : Codlingmoth.

II.1.5. Plantes-hôtes

C. pomonella est répandu dans l'ensemble des régions de culture des *Pommacées*. En altitude, il peut se développer dans les vergers des massifs montagneux atteignant 1800m d'altitude. Ses principales plantes-hôtes sont le pommier et le poirier mais s'accommode aisément du cognassier, du noyer, du pacanier et quelquefois du prunier et de l'abricotier (Hmimina, 2007).

II.2. Cycle de développement

Le cycle évolutif du carpocapse peut varier d'une région à l'autre (Gautier, 1988) (Figure 05).

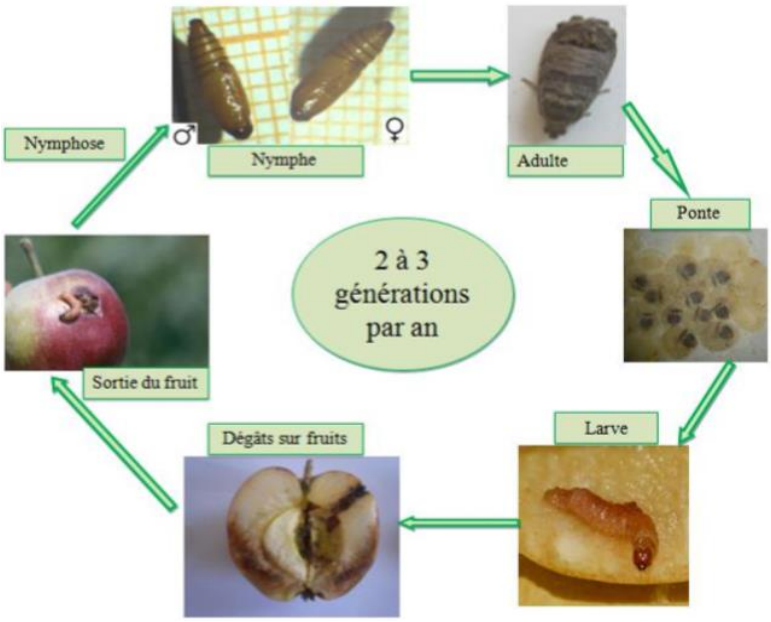


Figure 05 : Cycle biologique de *C. pomonella* (Dyhia, 2018)

L'activité des papillons, essentiellement crépusculaire, 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).

II.2.1. Diapause

La chenille en fin de croissance (5ème stade larvaire) hiverne dans un cocon disposé dans les anfractuosités du tronc et des grosses branches. Les arbres à tronc propre et lisse sont délissés et le plus souvent les chenilles vont hiverner au ras du sol entre les mottes, sous les pierres ou dans les fentes des piquets soutenant les haies (Brahim, 2010).

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

Les chenilles en diapause, apparaissent à partir du 15 août et poursuivent leur formation jusqu'à la fin de la récolte. Elles passent l'automne et l'hiver à l'état de L5 dans un cocon, collé, à l'abri, dans les crevasses du tronc ou enfoui dans le sol. Lorsque leur diapause est levée, les chenilles muent progressivement en nymphes d'où émergeront des papillons durant tout le printemps (fin mars à fin juin) (Hmimina, 2007).

II.2.2. Nymphose printanière et sortie des papillons

Quand les températures remontent au printemps, la larve entre en nymphose. La nymphe qui en résulte est une chrysalide de 9 à10 mm, et de couleur brune. Quelques jours plus tard, la forme adulte du carpocapse émerge sous forme de papillon gris d'environ 2cm, la sortie de papillon se déroule en général entre le 15 mai et fin juillet selon les régions (Benoit et al., 2009).

Les adultes de la première génération apparaissent de début avril à juin. Deux à trois générations se succèdent selon les régions et les années. La première génération peut donner à deux types de populations : la deuxième génération de l'année ou la première génération de l'année suivante (Trillot et al., 2002).

II.2.3. Accouplement et ponte

Cependant, l'accouplement peut intervenir dès le premier soir après l'émergence. La ponte débute immédiatement ou le lendemain (Corroyer et Chevelon, 1998). Les femelles pondent une cinquantaine d'œufs isolés les uns des autres, sur des feuilles, des rameaux ou directement sur les fruits s'ils sont présents (Hmimina, 2007).

Le temps pris par la ponte est généralement très court, la femelle commence par brosser d'un mouvement circulaire la surface de la feuille ou du fruit avec l'extrémité de son abdomen. Puis quelques secondes plus tard, l'œuf apparaît comme un disque plat brillant (Coutin, 1960).

L'incubation des œufs dure de 1 à 3 semaines selon la température (Ricci, 2009). La ponte, généralement crépusculaire, est interrompue lorsque la température est inférieur à 15°C ou le feuillage est mouillé, mais culmine aux environs de 25°C (Hmimina, 2007). La durée d'incubation varie en fonction de la température. Il a été démontré que 50% environ d'œufs donnait des larves lorsque le cumul 90°C (somme des températures journalières supérieure à 10°C de moyenne) était atteint, au-delà de 20 jours d'incubation, la mortalité des œufs est conséquente. A sa sortie de l'œuf, la jeune larve mesure environ 1,5mm et circule, en général, plusieurs heures à la recherche d'un fruit (stade baladeur). Une fois installée sur la pomme, elle perfore l'épiderme et creuse une galerie vers les pépin (Benoit et al ., 2009).

II.2.4. Fécondité

La fécondité d'une femelle est comprise entre 100 et 200 œufs pour une longévité proche de 15 jours. Le développement embryonnaire requiert 90 degrés-jours (seuil 10°C). La vitalité des larves néonées dépend étroitement de la température. Leur pénétration dans le fruit n'a lieu qu'au-dessus de 16°C (Hmimina, 2007).

II.2.5. Stade larvaire

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 (Ricci, 2009). La durée du développement larvaire est aussi régie par la température, la prise de nourriture et la génération à laquelle appartiennent les larves. Si l'on prend 10°C comme seuil thermique, la quantité d'énergie nécessaire au développement des larves sans diapause est de 300 degrés-jours (Hmimina, 2007).

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 entré en diapause au dernier stade pour passer l'hiver (Ricci B, 2009).

Les papillons issus de la deuxième génération reprennent le cycle de l'accouplement, de la ponte et du développement larvaire. Les deux générations de l'année se chevauchent (Benoit et al., 2009). La première génération se déroule entre début mai et fin juin, la seconde entre début juillet et 15 août. La troisième, incomplète, commence la deuxième quinzaine d'août et la presque totalité des larves L5 qui en sont issues entrent en diapause avant la récolte. Certains individus non touchés par la diapause peuvent engendrer une quatrième génération sans importance pour la culture (Hmimina, 2007).

II.3. Comportement du carpocapse

II.3.1. Nutrition

Les adultes du carpocapse se nourrissent de la sève, de jus de fruits et de nectar. Les larves se nourrissent de la pulpe des fruits (Chafaa, 2008).

II.3.2. Déplacement

Les adultes restent immobiles pendant la journée, ils volent la nuit et font des déplacements de 500 à 600 m (Chafaa, 2008).

II.4. Importance économique et dégâts du carpocapse du pommier

Le *Cydia pomonella* cause des dommages énormes parmi les hôtes ciblés. Les infestations des larves sur le fruit sont caractérisées par des trous colmatés avec des déchets bruns (excréments) rejetés (Gnepe, 2011) (figure 06) mêmes ces larves se nourrissent à l'intérieur du fruit. Ceux-ci pénètrent habituellement le fruit à travers un petit trou d'entrée (Al Zubik S, 2018) qui peut favoriser la pourriture interne, ce qui implique un dommage esthétique et de la qualité empêchant la vente en frais des fruits touchés, et entraînant des pertes économiques tant au stade de la production que de la conservation (Lacey et al., 2008), (Figure 07)

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

Selon Hmimina (2007) sur pommier et poirier, la larve cause deux types de dommages :

- De légères morsures superficielles, faites par les jeunes chenilles au moment de leur stade baladeur qui dure deux jours environ. Ces attaques bien remarquables sur les fruits verts se cicatrisent et forment des taches liégeuses.
- Des galeries en spirale, orientées vers les pépins et encombrées de déjections larvaires, résultant des dommages provoqués par le mâchage des chenilles (Figure 08). Les fruits ainsi rongés peuvent avorter lorsque l'attaque intervient juste après la floraison, tomber précocement (caractéristique du carpocapse), ou mûrir prématurément lorsque l'attaque est plus tardive.

II .4.1. Types de dégâts

Les dégâts sont classés en quatre catégories

II.4.1.1. Attaques actives

Ces attaques se manifestent par l'entrée 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 (Hmimina, 2007) (Figure 09A).

II.4.1.2. Attaques tardives

Selon Hmimina (2007), Elles se représentent par pénétrations avec auréoles rouges, pas de sciure externe (fin août septembre).

II.4.1.3. Attaques stoppées

Selon Hmimina (2007), les dégâts stoppés se manifestent par des taches brunâtres de 2 à 3 mm recouvrant une zone tubérisées, pas de galerie interne (Figure 09B).

II.4.1.4. Attaques cicatrisées

Elles peuvent apparaitre sous forme d'une formation d'un tissu cicatriciel quelquefois proéminent à l'endroit d'une ancienne attaque arrêtée (Hmimina, 2007) (Figure 09C).



Figure 08: Coupe transversale de pomme Attaqué par la larve de carpocapse, elle se dirige vers Le cœur du fruit. (Charmillot et al., 2004)



Figure 06: Une pomme endommagé par présence d'excréments secs. (Morin et al., 2014).



Figure 07: Les dégâts et la déformation causés par le carpocapse (Al Zubik, 2018).

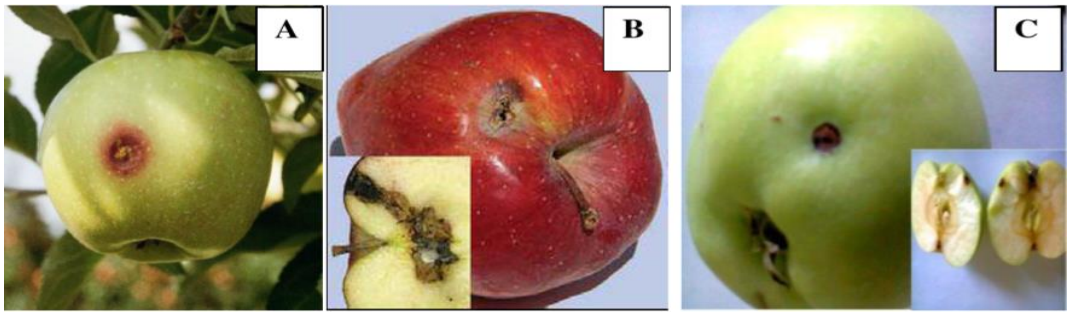


Figure 09: A: Dégât cicatrisé d'une larve de *C. pomonella*, B: Dégât actif, C: Dégât stoppé (Jones et al., 2004).

II.5.Gestion phytosanitaire et protection du pommier contre *C. pomonella*

II.5.1.Méthodes de surveillance de carpocapse

Les parcelles doivent être suivies afin de déterminer le début de l'activité du ravageur. Le but étant de définir les périodes à hauts risque et de juger de l'intérêt d'une éventuelle protection (Jmar, 2012). La surveillance des populations de carpocapse au cours de l'année peut se faire au travers du piégeage sexuel, des observations visuelles et de la pose de bandes pièges (Benoitetal., 2009).

Selon chouinard (2011), il est fortement suggéré de dépister les papillons à l'aide de piège à phéromone (Figure 10) et de surveiller les dégâts occasionnés par les larves pour optimiser la stratégie et la période d'intervention.



Figure 10: piège à phéromone (Anonyme, 2016).

Le piège à phéromones est constitué, pour l'essentiel d'une plaque enduite de glu sur laquelle est déposée une capsule contenant la phéromone spécifique. Celle-ci attire les papillons mâles qui viennent s'engluer (Riba et Silvy, 1989 ;Laamari et Saouli, 1999).

Les bandes-pièges

D'après (Biofil, 2007), il faut enrouler un carton ondulé sur le tronc à au moins 20 cm au-dessus du sol, en raison de 40 bandes pièges à l'hectare. Cesbandes pièges sont installées avant la fin de la première génération et retirées et détruites après la récolte. Elles permettent de capturer les larves hivernantes (Figure 11). Après la chute des fruits, les larves vont rejoindre le tronc et ses anfractuosités pour y réaliser leur cocon. La bande piège sera alors un refuge artificiel ou s'établissent les larves pour y passer l'hiver (Jamar, 2012).

Le contrôle visuel est effectué sur un échantillon de 1000 fruits (20 fruits x 50 arbres) vers le 15 août avant la chute des fruits attaqués (Benoitetal., 2009).

II.5.2. La lutte chimique

La lutte chimique est par pulvérisation d'insecticides (hydrocarbure chloré, organophosphoré, carbamat, pyréthrinoïdes, et les régulateurs de croissance) (Gnepe, 2011).

Elle est utilisée massivement en agriculture conventionnelle, avec jusqu'à 18 à 20 traitements réalisés au cours de la saison de production, uniquement pour la lutte contre le carpocapse (Ricci, 2009).

Cette utilisation intensive des pesticides chimiques peut avoir des effets négatifs sur l'environnement, comme la pollution de l'eau, la présence de résidus toxiques dans les aliments et l'impact sur la santé humaine, De plus, plusieurs espèces d'insectes nuisibles sont devenues résistantes aux insecticides chimiques et causent de sérieux dommages aux cultures (Aubry, 2008). D'où la nécessité de trouver des méthodes alternatives et durables pour la lutte contre le carpocapse. (Mater, 2013). Pour éviter cette résistances, on utilise des produits à mode d'action différent d'une génération à l'autre, et durant deux années consécutives, éviter l'alternances des modes d'action à l'intérieur d'une génération (Trillot et al., 2002).

II.5.3. La lutte physique et culturale

L'installation des filets Alt' carpo est une méthode de protection physique contre le carpocapse de la pomme. Il établit une barrière physique autour des arbres. Le système peut être installée en mono parcelle ou en mono rang (Anonyme, 2013).

Les mesures prophylactiques qui consiste principalement à éliminer les fruits contaminés du verger ou tout abri susceptible de favoriser « un réservoir » à carpocapse important dans son environnement (Benoit et al., 2009).

II.5.4. La lutte biologique

Selon Morel et al, (2013), La lutte biologique consiste en l'utilisation d'organismes vivants (auxiliaires de lutte) ou de leur produit (biopesticide inerte) pour combattre les ravageurs ou les maladies des cultures, les auxiliaires de lutte peuvent être des insectes prédateurs ou parasitoïdes, des acariens prédateurs, des nématodes, de même que des microorganismes, tels que des virus, des champignons, des bactéries ou des protozoaires.

Le système de contrôle biologique est utilisé pour combattreles ravages du carpocapse est :

II.5.4.1.Les antagonistes actuels ou potentiels du carpocapse

II.5.4.1.1.Les parasitoïdes et les prédateurs du carpocapse

Les parasitoïdes et les prédateurs du carpocapse de la pomme sont présentées au tableau 05 (Gagnon, 2001).

- ✓ Les parasitoïdes

Sont des organismes qui se nourrissent de leur hôte, aboutissant à la mort de ce dernier (Chloé, 2018). Divers parasitoïdes peuvent s'attaquer à différents stades de vie du carpocapse et des tordeuses (Aubry, 2008).

- ✓ Les prédateurs

La pose de nichoirs dans le verger est aussi bénéfique car un couple d'oiseaux (ou de chauves-souris) capture des centaines de chenilles et de papillons pour s'alimenter ou pour nourrir leur progéniture. On remarque que dans les prés-vergers, où le bétail mange les fruits tombés, et dans les poulaillers, où la volaille gratte le sol et consomme vers et larves, les carpocapses sont moins nombreux. (Etalon, 2010).

Tableau 05: les ennemis naturels du carpocapse de la pomme (Gagnon et al., 2001).

	Nom	**Famille**	**Stade de l'hôte**
Les parasitoïdes	*Ascogasterquadritentatuswesm*	Braconidae	Œuf et larve
	Dibrachyscavuswalk	Chalcidea	Chrysalide
	EloidiatragicaMeig	Tachinida(diptère)	Larve
	Pimplaturionellae L	Ichneumonidae	Chrysalide
	Trichogammaminutum	Trichogammatidae	Œuf
les prédateurs	Araignées	Aranea	Larve
	Carabes	Carabidae	Adulte
	Pics, mésanges, chauves-souris		Tous

II.5.4.1.2.Les microorganismes entomophages

Ces organismes sont naturellement présents dans l'environnement (sol, air, eau) .ils appartiennent à plusieurs taxons à savoir : les virus, les champignons, les bactéries et infectent généralement leur hôte soit par ingestion, parles orifices ou par la cuticule.

- ***Bacillus thuringiensis (Bt)***

B. thuringiensis est une bactérie pathogène à effet larvicide par ingestion. L'application doit avoir lieu au stade baladeur de la larve de carpocapse. Contrairement au virus de la granulose du carpocapse, *B. thuringiensis* n'est pas spécifique et vise d'autres lépidoptères nuisibles au verger (Benoit et al., 2009).

- ***Beauveria bassiana***

Le mode d'infection de *B.bassiana* se divise en quatre étapes distinctes qui sont l'adhésion, la germination, la différenciation et la pénétration. 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 (Ferronet al., 1993).

La phase saprophyte va être caractérisée par la momification du cadavre transformé en sclérote. Les hyphes traversent le tégument préférentiellement au niveau inter segmentaire puis le recouvre d'un feutrage mycélien blanc cotonneux qui va amorcer la formation des conidiospores (Kouassi, 2001).

- **Virus de la granulose**

Ce virus est très sélectif car il est spécifique pour le carpocapse. *Cydia pomonella granulovirus,* CpGV en abrégé a une action larvicide : la larve qui a ingéré le virus lors de son stade baladeur meurt septicémie 8 à 10 jours après l'ingestion, le virus a également un effet à plus long terme car il induit une mortalité dans les populations hivernantes, ainsi il ya maintien d'un potentiel infectieux d'une année à l'autre (Benoit et al ., 2009). Chaque granulovirus étant spécifique d'un ou quelques insectes et inoffensif pour tous les autres êtres vivants, l'emploi de ces virus rentre dans les objectifs de diminution de l'utilisation des insecticides chimiques et de préservation de l'environnement (Benoit, 2013).

- **Nématodes**

Deux espèces intéressantes de nématode (*Steinernemafeltiae et Steinernema carpocapsae*) ont été identifiées pour le contrôle des larves hivernantes de *C. pomonella* (Morel et al., 2013). Après pénétration de *Steinernema carpocapsae* dans la larve, il libère une bactérie qui va causer sa mort rapidement et la rendre disponible pour le nématode (Giordanengo, 2004).

II.6. La lutte biotechnique

II.6.1. La confusion sexuelle

Elle consiste à placer dans la parcelle des diffuseurs analogues synthétique de phéromone sexuelle (Mater, 2O13). Cette phéromone, la codlémone, est naturellement produite par les femelles afin d'attirer les mâles. En diffusant une grande quantité de cette substance dans les vergers, on désoriente les mâles ce qui réduit la probabilité de rencontrer des partenaires et diminue le taux de reproduction et donc l'effectif de larves issues d'un nombre donné d'adultes (Ricci, 2009). La méthode c'est une technique très spécifique et sans risques pour la santé humaine. Cette technique permet d'éviter en moyenne 5 traitements insecticides. Plusieurs systèmes de diffusion de phéromones existent. la densité de pose dépond de la charge des diffuseurs en phéromones, et va de 25 à 1000 diffuseurs/Ha (Anonyme, 2013).

II.6.2.Lutte attracticide

C'est une nouvelle opération chimique et biologique en même temps, qui consiste à mélanger la codlémone (hormone sexuelle), à un insecticide (Ex : la Cyperméthrine ou la Perméthrine) et une substance collante (Morel et al., 2013). La pâte attracticide est déposée en gouttes sur les branches de pommiers à l'aide d'un pistolet ou tube doseur. Les mâles attirés par l'attractif entrent en contact avec la pâte et meurent sous l'action de l'insecticide (Dyhia, 2018).

II.6.3 Lutte autocide

Cette technique consiste à relâcher massivement des mâles stérilisés par irradiation dans la nature afin d'empêcher les femelles de s'accoupler avec les mâles sauvages fertiles, ce qui les empêchent finalement de pondre, et aboutit à la réduction de la population voir irradiation du ravageur en question. La stérilisation des mâles est effectuée par l'exposition de l'insecte à une dose spécifique des radiations gamma émises par un radio-isotope (Cobalt 60) (Tyson et al., 2007) ;(Bounfour, 2010).

II.7. La lutte contre le carpocapse en Algérie

La lutte contre le carpocapse en Algérie reste un enjeu économique, agronomique et environnemental majeur de la production des pommes. En Algérie, la lutte contre le carpocapse est surtout chimique, un spacieux éventail d'insecticides chimiques est autorisé à l'emploi contre le carpocapse.

Parmi les insecticides homologués en Algérie, nous rappelons une faisceau de produits utilisés contre le carpocapse (Tableau 06). Dans la wilaya de Médéa les insecticides homologués les plus utilisées contre le carpocapse sont Dices, calypso et Eltacide avec le karaté qui sera nommé karaté zeon (DSA, 2020).

Tableau 06: Insecticides homologués et préconisés contre *C. pomonella* en Algérie.

Produits Insecticides	**Matière active**	**Concentration**	**Formulation**	**Dose**	**DAR**	**Références**
Arrivo	Cypermethrine	250 g/l	EC	12-20ml/hl	15	(Khaled, 2017)
Akito	Betacypermethrine	25 g/l	EC	0,3-0,4l /ha	7	(Anonyme, 2015)
Alpargite	Propargite	570 g/l	EC	75ml/hl	14	
Calypso	Thiaclopride	480 g/l	EC	0,25l/ha		
Chloryraa 480	Chlorpyriphos-Ethyl	480 g/l	EC	0,104l / ha	14	(Anonyme, 2015)
Decis 25-EC	Deltamethrine	250 g/l	EC	0,3-0,4l/ha	14	(Khaled, 2017)
Fastac 5EC	Alpha-Cypermethrine	50 g/l	EC	15ml/hl		(Anonyme, 2015)
Match Gold	Lifenuron	50 g/l	EC	11l/ha	28	(Khaled, 2017)
Nomolt	Teflubezuron	150 g/l	SC	33ml/hl	14	

EC: Concentré émulsionnable (concentré liquide homogène, applicable sous forme d'émulsion, après dilution dans l'eau).

SC: Suspension concentrée (suspension de substance active dans un liquide, qui peut contenir d'autres substances active dissoute, pour emploi après dilution dans l'eau).

Chapitre II :

Matériel

et méthodes

Partie II :

Présentation de la région d'étude

Objectif

Notre étude est basée sur une meilleure connaissance du cycle biologique du Carpocapse (*Cydia pomonella)* ce qui implique un suivis des populations de ce ravageur du pommier dans un verger situé dans la zone de Benchicao Wilaya de Médéa. Par ailleurs la recherche d'une méthode biologique alternative basée sur l'utilisation des extraits aqueux de plantes connues par leurs potentiel insecticide nous a mené à initier des essais de lutte biologique contre les larves de ce ravageur.

I. Présentation de la zone d'étude

I.1. Présentation géographique de la wilaya de Médéa

Médéa est une Wilaya de 8700 km^2 qui se situé à 80 km au Sud-ouest d'Alger sur la RN 01, elle est limité au nord par la Wilaya de Blida, au Sud par la Wilaya de Djelfa, à l'Est par M'sila et Bouira et à l'Ouest par les wilayas de Ain Defla et de Tissemsilt (Figure 11). Elle est Située au cœur de l'atlas tellien, elle est caractérisée par une altitude élevée et un relief mouvementé enserrant quelques plaines assez fertiles mais de faible extension pour s'estomper ensuite aux confins des hautes plaines steppiques, en une série de collines mollement ondulées (Hamdani, 2018).

La wilaya de Médéa regroupant 19 D'airâtes et 64 communes. Elle renferme 872.933 habitants en 2014. Elle s'étend sur une surface agricole totale de l'ordre de 773.541 Ha avec une surface agricole utile de 338.359 Ha (DSA, 2020).

Médéa est par excellence une Wilaya agro pastorale dont plus de 70 % de la population est rurale : Celle-ci dispose d'une surface agricole totale (SAT) de 733 541 ha. Elle se distingue par trois zones naturelles qui sont :

- Zone Nord de Montagnes
- Zone des plaines intérieures
- Zone sud Agro pastorale et steppique (DSA, 2020).



Figure 11 : Situation géographique de la wilaya de Médéa (DSA, 2020)

I.2. Présentation de la commune de Benchicao

Ce travail est réalisé dans la région de Benchicao située respectivement dans le sud du chef-lieu de la wilaya de Médéa.

La commune de BENCHICAO se situe au sud-est du chef-lieu du la wilaya de MEDEA à une distance de 22 Km. Elle est limitée au nord par la commune d'OUZRA, au sud par la commune de BERROUAGHIA à l'ouest par les communes de TIZI MEHDI et SI MAHDJOUB. (DSA, 2020) (Figure 12).

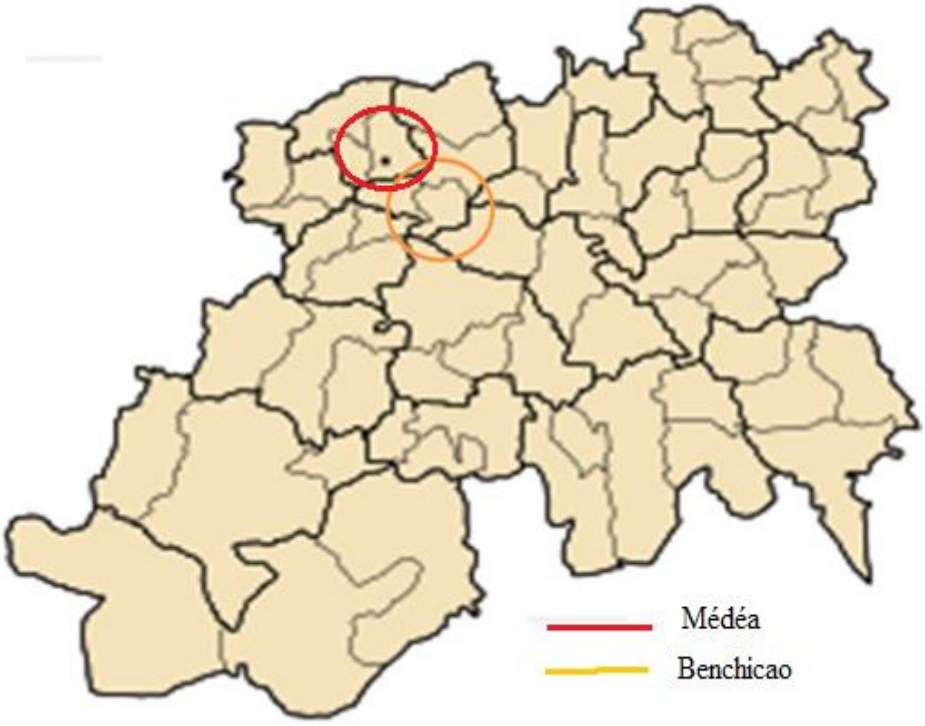


Figure 12 : Localisation géographique de la zone d'étude Benchicao de la wilaya de Médéa (DSA, 2020)

- **Caractéristiques climatiques de Benchicao**

Le climat de la région de Benchicao est méditerranéen subhumide, il est caractérisé par :

- Un automne assez doux et pluvieux,
- Un hiver très froid, pluvieux, neigeux avec des gelées noires,
- Un printemps assez pluvieux avec quelques gelées tardives (gelées blanches),
- Un été sec et chaud.

La vocation agricole principale de la région en relation avec son climat est l'arboriculture fruitière sur une superficie de 1581 ha. Elle est constituée principalement par les espèces du climat tempéré à savoir : pommier, poirier, cognassier, prunier, cerisier. Le type de sol de cette région est caractérisé par une texture sablo-limoneuse (DSA, 2018).Donc ce type de sol convient parfaitement à la culture de pommier, car il ne présente pas un excès d'humidité, ce qui évite le risque d'asphyxie racinaire. De plus, il permet une bonne aération et un bon développement du système racinaire de pommier.

I.3. Présentation de la station d'étude

Dans cette zone d'étude nous avons choisi la ferme expérimentale de l'TAFV. Cette station est située à une distance de 5km au sud-ouest de la ville de Benchicao, à une altitude variant entre 10180m et 1133m de la surface de la mer. Selon les cordonnées de Lambert : x =510à 512° et y = 318 9 321°.Elle occupe une superficie agricole totale (SAT) de 34.10ha, avec une surface agricole utile (SAU) de 30.10ha.

- **Caractéristiques climatiques**

Le climat représente un des facteurs les plus importants. Son importance se manifeste par la répartition des biomes à l'échelle de la planète, en effet il est utile de connaitre la durée de la saison sèche, les quantités des précipitations et les différents facteurs climatiques (gelée, neige, vent,…) pour avoir une idée précise sur le climat de la région. (Meradi, 2015)

1/La température

La température joue un rôle important dans la biologie du Carpocapse*C. Pomonella*. Elle intervient pratiquement à tous les stades de développement de ce ravageur. Les données climatiques de la zone d'étude durant l'année 2019 sont présentées dans le tableau 07 et illustrées par la (Figure 13).

Tableau 07 : Températures mensuelles moyennes (C°) enregistrées durant l'année 2019 dans la zone de Benchicao (ITAFV, 2020).

Mois	T° Min (°C)	T° Max (°C)	T° Moy (°C)
Janv -19	2,1	8,4	4,9
Févr -19	3,1	11,5	6,7
Mars -19	5,4	13,8	9,4
Avr -19	7	16,2	11,2
Mai -19	8,39	21,3	14,9
Juin -19	17,5	30,7	23,9
Juil -19	20,4	34	26,1
Août -19	19,7	33,7	25,7
Sept -19	15,1	28,7	20,9
Oct -19	11,1	23,2	16,1
Nov -19	5,7	12,3	8,6
Déc -19	6,2	12,9	9,1

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

D'après le tableau 07, le mois de Janvier est le mois le plus froid, avec 2,1°C, alors quele mois le plus chaud est le mois de juillet avec 34°C pour la région de Benchicao.

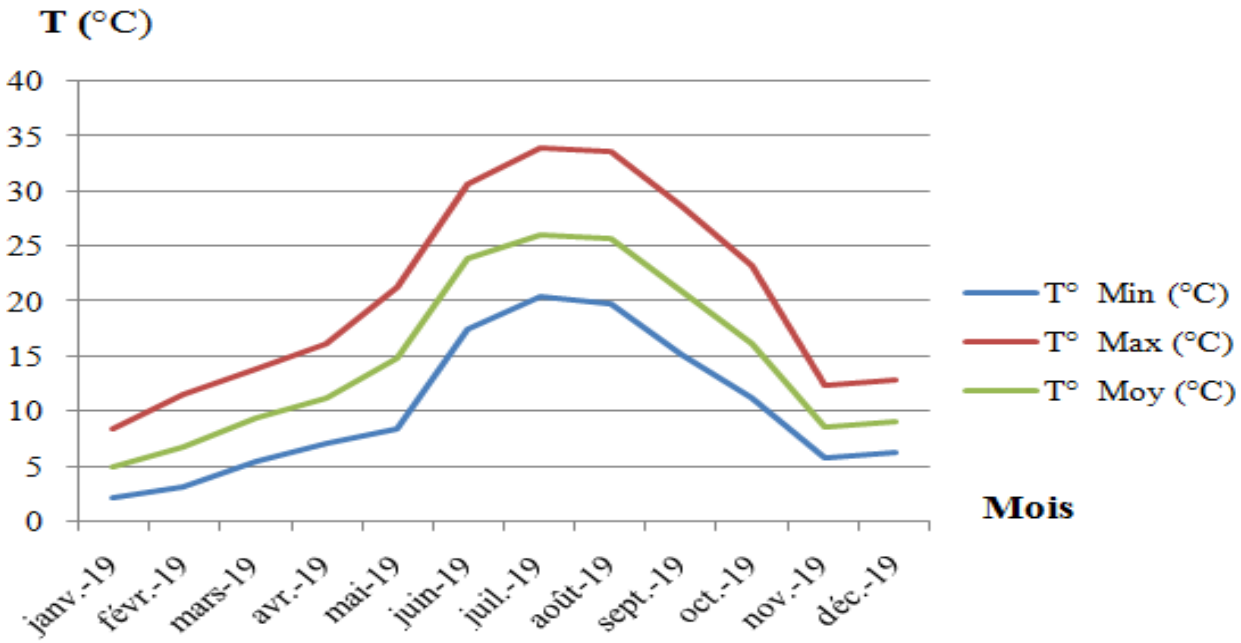


Figure 13 : Températures mensuelles moyennes (C°) enregistrées durant l'année 2019 dans la zone de Benchicao.

2/ La pluviométrie

Les précipitations moyennes mensuelles durant l'année 2019 sont présentées dans le tableau 08et illustrées parla (figure 14).

Tableau 08 : Précipitations moyennes mensuelles (mm) durant l'année 2019 dans la zone de Benchicao (ITAFV, 2020).

Mois	Pluviométrie (mm)	Nbr de Jrs Pluviométrie
janv-19	128,8	15
févr-19	31	7
mars-19	34	8
avr-19	66,2	14
mai-19	18,8	5
juin-19	1,2	1
juil-19	2,6	3
août-19	2,4	3
sept-19	37	11
oct-19	10,8	9
nov-19	83,2	16
déc-19	41,2	4
Total	457.2	96

D'après le tableau 08, le mois le plus pluvieux est Janvier avec 128,8 mm pour la région de Benchicao; alors que le mois le plus sec est juin avec 1,2 mm. Le totale des précipitations annuelles enregistrées est de 457.2 mm pour cette zone.

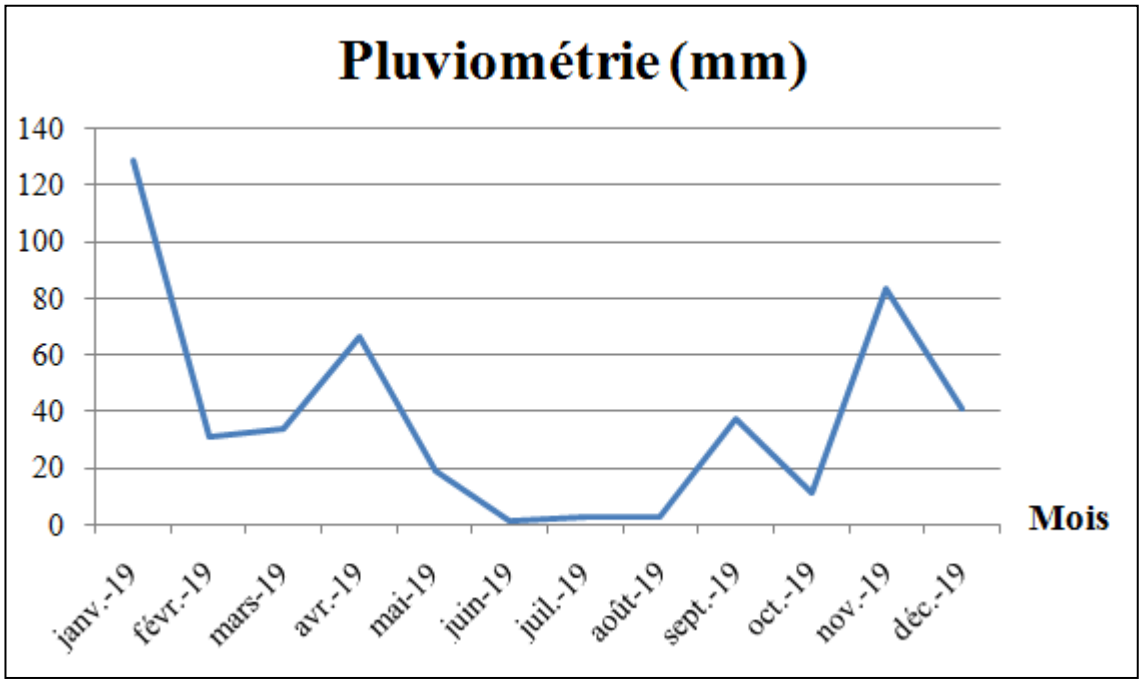


Figure 14 : Précipitations moyennes mensuelles (mm) durant l'année 2019 dans la zone de Benchicao.

❖ **Synthèse climatique :**

La synthèse climatique de la région de Benchicao durant l'année 2019 est présentée dans le tableau 09 et illustrée par la (Figure 15).

Tableau 09 : Synthèse climatique durant l'année 2019 dans la zone de Benchicao (ITAFV, 2020).

Mois	Janv	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juill	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc
T°Moy (°C)	4,9	6,7	9,4	11	14,9	23,9	26	25,7	20,9	16,1	8,6	9,1
Pluie (mm)	128,8	31	34	66	18,8	1,2	2,6	2,4	37	10,8	83,2	41

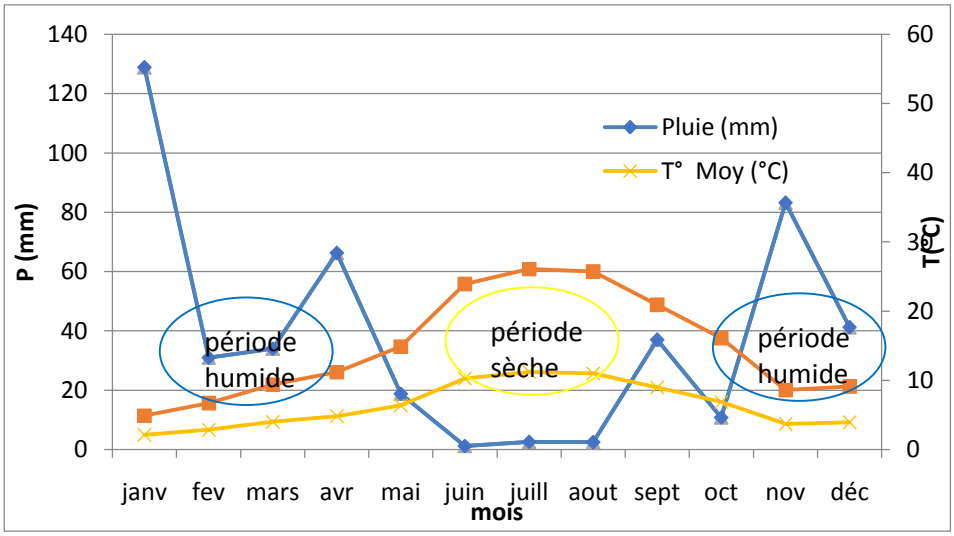


Figure 15 : Diagramme ombrothermique de la région de Benchicao

D'après le diagramme ombrothermique présenté sur la figure 15, on constate que les périodes humides s'étalent du mois de Janvier jusqu'à le mois de Mai et du mois d'Octobre jusqu'à le mois de Décembre. La période sèche s'étale du mois de Mai jusqu'à le mois d'Octobre.

- **Caractéristiques agronomiques et culturales**

Pour la réalisation de notre étude nous avons opté pour un essai qui s'est déroulé dans le site présenté sur la photo ci-dessous (Figure 16) :



Figure 16 : Station de L'ITAFV (L'ITAFV, 2020)

- **Les caractéristiques du verger sont :**

Superficie : 3,5 ha

Porte Greffe : mm 106, mm 111

Densité : 333 arbres/ha

Age de plantation : 24 ans

Ligne/interligne : 5/6

Position géographique en GPS : 36°11'2.61"N 2°49'32.95"E

Matériel végétal : pommier (*Malus domestica* L.)

Espèce : Golden delisious-Starkimson

Travail du sol : En mois de Novembre et Décembre 2018

Fertilisation : Un seul apport de fertilisation a été réalisé ;

Decoder 6/8/18 NPK plus des oligoéléments effectués en fin Mars

L'irrigation : Le verger de la ferme expérimentale de BENCHICAO est conduit en sec, aucun Apport supplémentaire en eau n'a été constaté

Partie II

Matériels

et

méthodes

Partie II: Matériels et méthodes

II. Matériel expérimental

Notre travail s'est déroulé au niveau de deux vergers pommicoles variété Golden situé dans la commune de Benchicao de la Wilaya de Médéa. Pour mettre en évidence l'effet des facteurs environnementaux sur la dynamique des populations la présente étude consiste à suivre le cycle biologique du carpocapse des pommiers dans une zone à haute altitude. Ce suivi est opéré sur des larves par l'utilisation des bandes-pièges ainsi que des adultes mâles par des pièges à phéromone sexuel placés à hauteur d'homme et sont relevés deux fois par semaine, les papillons ont été sélectionnés sur les pièges et placés individuellement pour la conservation dans des tubes contenant de l'alcool à 96° avant d'être expédiés et examinés au laboratoire. La priorité est donc connaitre dans quelles conditions (altitude, parcelle) le nombre de générations du Carpocapse est important.

Dans un contexte de lutte biologique à la recherche d'une alternative aux pesticides (larvicides ovicides, ovolarvicide) nous avons initié une application des extraits aqueux sur les larves L4

Différentes méthodes sont appréhendées sur le terrain et au laboratoire pour réaliser ce travail dans les vergers d'étude.

II.1 Sur le terrain

II.1.1 Matériel végétal

Notre expérimentation repose sur ;

- Matériel végétal que nous avons choisis représenté par la variété Golden délicious cultivée dans des vergers de la région de Benchicao.
- Trois échantillons représentés par les plants du lentisque, asphodèle et lavande.

a/ Variété Golden delicious

Ce Cultivar a été découvert aux USA, Etat de West Virginia .son exploitation commerciale commença a peu près en même temps que la 1ére guerre mondiale, mais c'est après la second guerre mondiale que son succès commercial fut tout à fait exceptionnel, notamment en Europe occidentale. La caractéristique la plus remarquable de Golden delicious réside sans doute dans ses possibilités d'adaptation très étendues à des milieux climatiques divers (en plaines de basse altitude et de haute altitude. L'arbre est de vigueur moyenne ; sa floraison, en absence de problème de dormance, se produit fin mars, début avril.

La maturité des fruits se situe généralement 145 jrs après la floraison (stade de Feckinger) ; la cueillette est souvent faite nettement plus tôt (Anonyme, 2002).

b/ Les trois plantes (lentisque, lavande et l'asphodèle)

- Lentisque, Le nom lentisque vient du latin « lentus » qui signifie visqueux et son nom scientifique est *Pistacia lentiscus L*de la famille des Anacardiacées ou Pistaciacées (Figure17A,) (Ammouri N, 2015).

-Asphodèle : son nom scientifique est *Asphodelus microcarpusm*, de la famille des *Liliaceae* et la sous-famille des *Asphodelaceae* (Figure 17B,) (Hamlat I, 2017).

- Lavande; elle fait partie de l'embranchement des *Spermaphytes*, de l'ordre des *Lamiales et* de la famille des *Lamiaceae* (Figure 17C) (Bénédicte M, 2006).



Figure17:A ; *Pistacialentiscus(*Sebaihi S, 2009*)*, B ;*Asphodélusmicrocarpusm*,C ; Lavande.

Les échantillons (feuilles avec des tiges du lentisque et de la lavande, seulement des feuilles pour l'asphodèle) utilisés dans l'expérimentation ont été récoltés dans la région de Médéa. Durant le mois de mars 2020 puis séchées à l'étuve jusqu'à obtention d'un poids constant et réduit en poudre et stockées dans des flacons propres opaques à l'abri de la lumière pour les utiliser dans la phase de l'extraction aqueuse.

II.1.2. Matériel de piégeage

II.1.2.1. Piège à phéromones

Les pièges attractifs à phéromone sexuelle ont été installés pour permettre le suivi du déroulement des vols des adultes mâles du ravageur *C .pomonella* ainsi que l'estimation du niveau de populations au niveau des deux parcelles d'étude. Le piège sexuel à phéromone de type Delta est composé d'une plaque recouverte de glue sur laquelle est placée une capsule phéromone spécifique (phéromone : Coldémone) (Figure 18) attirant les mâles de carpocapse

et la plaque engluée permet de piéger le carpocapse qui se retrouve collé et ne peut plus s'envoler (Figure 19).



Figure 18: Piège à phéromone

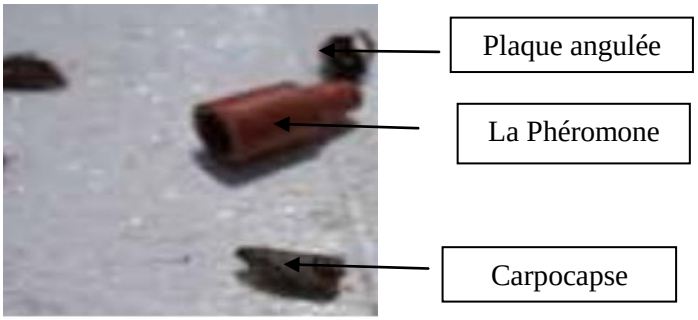


Figure 19: coupe particulière d'une Plaque engluée.

.

II.1.2 .2. Bandes-pièges.

Les bandes pièges consiste à poser une bande cartonnée ondulée (15 cm de largeur et 60 cm de longueur) sur le tronc de chaque arbre,dont l'objectif est le dénombrement les populations hivernantes des larves diapausantes ; la pose et la retrait se fait à l'aide du matériel suivant :

- Carton ondulé (largeur : 15 cm, longueur : 50 cm, nombre : 108)
- Rubans adhésifs
- Fil de fer
- Grillage de polyéthylène de protection en plastique, auquel la dimension et le nombre est le même que le carton ondulé.

Le dépôt des bandes pièges s'effectue précocement pour assurer une réduction du taux de nymphose des chenilles de carpocapses issue de la 1ère génération. Ces derniers vont se nymphoser pour donner des papillons de la 2ème génération. Une part non négligeable de chenilles de la 1ère génération va donc commencer sa diapause hivernale et ne pas donner de papillon de la 2ème génération. Si les bandes cartonnées sont déjà en place, ces chenilles diapausantes vont se réfugier dans les alvéoles de carton durant l'été. Cette technique est mise en place aussi pour récupérer les insectes présents qui sont alors identifiés et comptés.

II.2. Sur laboratoire

Le matériel utilisé au laboratoire se résume en :

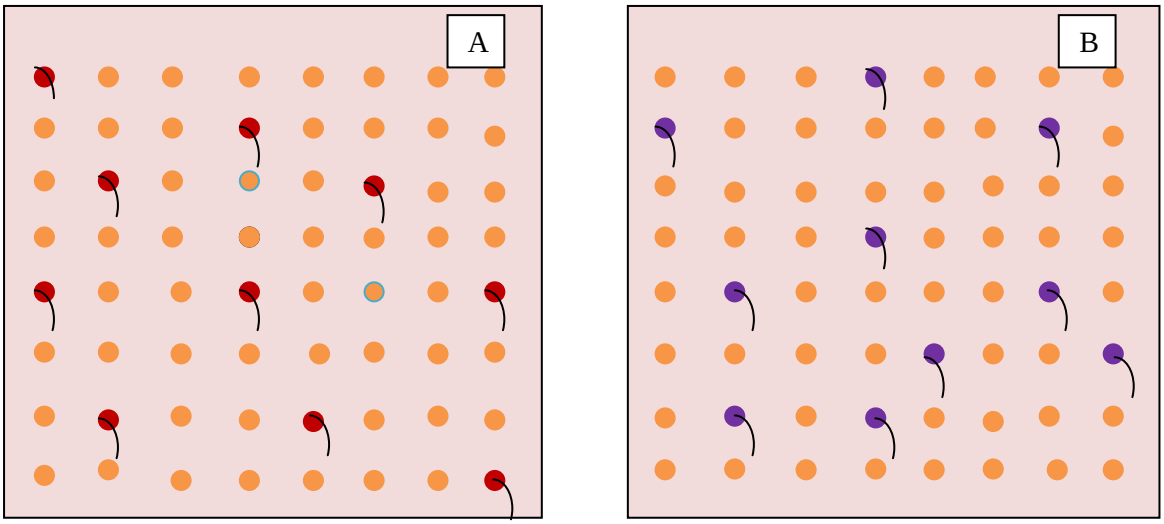
Tubes de conservation des produits de traitements ; Boites en plastique pour la conservation des larves recueillies, des cartons ondulés ; Passoires à mailles fines ; boites de pétri ; étuve ; dessiccateur ; papier-filtre ; entonnoir ;agitateur ; bain mari; balance ; eau distillée ;Broyeur électrique ;tamis ; réfrigérateur ;

III. Méthodes

III.1. Echantillonnage sur terrain

L'échantillonnage au niveau des vergers de pommiers a été réalisé par l'utilisation de la table des nombres au hasard. Cette méthode d'échantillonnage permet de s'assurer que l'ensemble de la gamme des distances entre vergers deux à deux est correctement représenté et de pouvoir prendre en compte les pratiques propres dans l'étude de cycle biologique du carpocapse.

Nous avons échantillonné 10 arbres sur chaque verger ; sachant que le verger de la région de Benchicoa comprend un total de1249 arbre où la variété Golden delisious-Starkimso domine. On pourra s'aider pour cela de photos aériennes qui donnent une bonne idée de l'organisation spatiale des arbres et dans les vergers d'étude**. (**Figure 20).



A :Verger de pommier A

B : Verger de pommier B

: Piège à phéromone

:Arbres du verger non suivi

: Arbre suivi de modalité A

: Arbre suivi de modalité B

Figure 20: Schéma illustrant une manière d'utiliser la méthode de suivi de ravageur carpocapse dans les deux vergers d'étude.

III.2. Marquage des arbres

À l'aide des rubans colorés nous avons marqué chacun des dix arbres choisis des deux vergers du pommier, ces rubans sont placés autour de la base des troncs, près du sol. Elles sont disposées pour but du repérage des arbres.

III.3. Capture des adultes mâles de *C. pomonella* par Installation du piège à phéromone sexuel

L'emplacement du piège à phéromone sur l'arbre s'est réalisé au début de la floraison, à partir du 15 Avril 2020. Le piège est fixé par un fil de fer à la frondaison de l'arbre, déposé à hauteur d'homme. Ensuite, nous avons effectué un changement des plaques engluées après un fort collage des papillons par contre pour le changement des capsules cette opération a été également établit tous les 40 à 45 jrs durant l'année expérimentale 2020. Et selon un calendrier correspond aux dates suivantes :

- ✓ Première changement de capsule : 29 Mai 2020.
- ✓ 2 deuxièmes changements de capsule : 12 Juillet 2020.
- ✓ 3 troisièmes changements de capsule : 25 Août 2020.

Les observations sont effectuées une fois par semaine durant la mi-avril jusqu'à la fin du mois de septembre. Pour chaque sortie sont mentionnés le nombre total des papillons capturés et la date des captures au niveau de chaque parcelle d'étude.

Pour cela on prend un relevé des insectes mâles dans le piège à phéromones qui est établit à partir de 3éme jours de la date de l'installation de piège (**Tableau 10**).

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

Jours des relevés										
15 avr	18 avr	21 avr	24 avr	27 avr	30 avr					
3 mai	6 mai	9 mai	12 mai	15 mai	18 mai	21 mai	24 mai	27 mai	30 mai	
2 juin	5 juin	8 juin	11 juin	14 juin	17 juin	20 juin	23 juin	26 juin	29 juin	
2 juillet	5 juillet	8 juillet	11 juillet	14 juillet	17 juillet	20 juillet	23 juillet	26 juillet	29 juillet	
1 août	4 août	7 août	10 août	13 août	16 août	19 août	22 août	25 août	28 août	31 août
3 sep	6 sep	9 sep	12 sep	15 sep	18 sep	21 sep	24 sep	27 sep	30 sep	

III.4. Capture de larves diapausantes de *C. pomonella* par bandes pièges

Nous avons récupéré les larves diapausantes de carpocapse à l'aide de bandes pièges. Il s'agit de cartons ondulés (15 cm de largeur et 50 cm de longueur) disposées au pied des arbres (Figure 21) et dans lesquelles les larves diapausantes s'installent préférentiellement à l'automne lorsqu'elles descendent le long du tronc.

L'emplacement des bandes-pièges s'est effectué autour de la base des troncs, près du sol à partir de la mi-avril 2020 et ensuite retirées en septembre 2020.

Les bandes-pièges que nous avons utilisées comportent deux feuilles de cartons ondulés superposées recouvertes d'un grillage de polyéthylène pour but d'empêcher les oiseaux de se nourrir des larves. Et afin de les rendre plus solide les 3 couches sont attachées par un fil de fer. La bande est alors déchirée ultérieurement pour prélever les larves diapausantes dans des boîtes de conservation avec un couvercle bien troué (Figure 22A, 22B), enfin, ces larves diapausantes serontidentifiéesau laboratoire.



Figure 21: Bande piège (Biofiture, 2009)

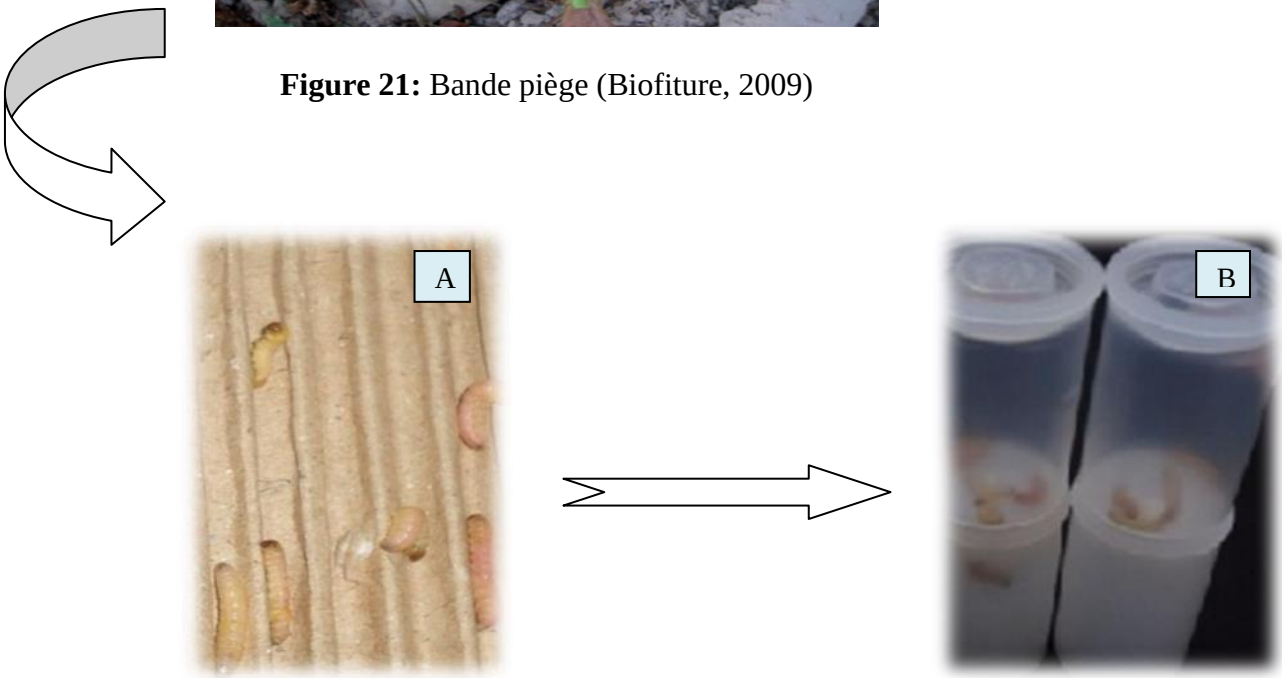


Figure 22: Larves récupérées des bandes-pièges, A : Larves à l'intérieur du carton ondulé, B : Larves dans les boites plastiques (Zineb A, 2015).

III.5. Dispositif expérimental du l'extraction aqueux

III.5.1. Préparation des poudres

Au laboratoire, notre expérience consiste à prélever les feuilles et tiges du lentisque et de la lavande avec juste des feuilles d'asphodèle. Ces échantillons seront ensuite séchés à l'étuve réglée à une température de 40 C° pendant 24hjusqu'à stabilité du poids pour être ensuite broyé et tamisé.

III.5.2. La méthode d'extraction

Au cours de cette étape, les trois échantillons de plantes sont soumis à la même méthode d'extraction. Cette méthode consiste à mettre 25g de poudre végétale dans 250ml d'eau distillée sous agitation pendant 30 minutes à température ambiante. Ensuite, une double filtration est réalisée en utilisant différentes fioles de verre stérilisées. A la fin le mélange est filtré sur du papier filtre (papier Watman) pour l'obtention d'une solution mère qui va être conservée au réfrigérateur jusqu'à son utilisation.

III.5.3. Application des traitements

Afin d'être soumises à un traitement par contact à base de la solution mère fractionnée en trois doses à raison de trois répétitions par dose, un total de 90 larves L4ont été récupéréeset rangées en neuf lots contenant dix individus par chacun.

Conclusion générale

Conclusion

Notre étude s'est fondée sur le suivi des populations de *C. pomonella* dans la région de Benchicao de la wilaya de Médéa. Le carpocapse des pommes est un ravageur important et préjudiciable en vergers. Il peut détruire des récoltes entières de pommes. La femelle dépose ses œufs sur les feuilles, les branches ou les Fruits. La chenille du premier stade s'installe dans le fruit afin d'effectuer son développement, dont son contrôle devient très difficile surtout lorsque elle est protégée à l'intérieur d'un fruit. Son cycle est très étroitement lié à la température. La vitesse de développement est proportionnelle aux sommes de la température cumulées au-dessus de 10° C. Ainsi en fonction des conditions météorologiques de l'année. L'activité du papillon est plus forte lors des périodes chaudes. Si la température est inférieure à 15°C, l'accouplement des papillons est ralenti et si elle descend en dessous de 12°C, il s'arrête.

Les problèmes d'environnement causés par la protection basée sur l'utilisation massive et répétée des produits chimiques et de l'apparition des effets non intentionnels sur les organismes non cibles obligent la communauté des chercheurs et les producteurs de chercher, des solutions et des nouvelles méthodes non toxiques et non coûteuses à l'égard de l'utilisation de composés et de substances d'origine naturelle, protégeant la plante et réduisant les doses d'insecticides, calmant ainsi les inquiétudes environnementales et de santé humaine.

Pour assurer un bon suivie des populations du cette espèce ravageur *Cydia pomonella,* il est important de procéder à une lutte préventive commençant par ;

- Récolter et exporter tous les fruits piqués hors du verger au moment de l'éclaircissage et à la récolte.
- Éviter la mise en place trop précoce en verger des palox en bois (préférer le plastique) car ils sont d'importants réservoirs de carpocapse.
- Éliminer les bois morts (souches d'arrachages), ils sont également des zones refuges et de recolonisation.
- Pour les petites surfaces : mettre des bandes pièges sur tous les arbres permet d'éliminer un maximum de larves hivernantes. Ajouter également des pièges à phéromones afin de capturer les papillons mâles durant leurs vols.

- Favoriser les populations d'auxiliaires (oiseaux, insectes, parasitoïdes) en implantant haies, bandes fleuries et nichoirs autour et/ ou dans les vergers.

Si les protections préventives ne sont pas suffisantes et que la pression du ravageur est importante, d'autres recours sont possibles. Grâce au suivi de population, il est possible d'intervenir sur les périodes à haut risque. Dans ce cas l'intervention considérée comme une protection directe se fait par l'utilisation de différentes méthodes tell que les Confusion sexuelle, la lutte biologique grâce à des parasitoïdes et des prédateurs du carpocapse avec des microorganismes entomophages comme *Bacillus thuringiensis* (Bt) et Virus de la granulose, *Cydia pomonella granulovirus*.

Références bibliographique

Références bibliographiques

1. Alston D.G., Murray M.,Reding M. , 2010 . Codling moth (Cydia pomonella). Utah State University. Department of agriculture, 7 P.

2. Al Zubik S.B., 2018. Lutte biologique par conversation dans les vergers de pommiers: peut-on manipuler les communautés d'araignées pour augmenter leur efficacité contre certains ravageurs. Thèse de doctorat.Université d'Avignon. Français, 179P.

3. Ammouri N., et Kasdi I., 2016. Analyse phytochimique et évaluation in vitro de l'activite anti-inflammatoire des extraits de feuilles de pistacai lentiscus L. Mémoire master. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, 51p.

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

5. Anonyme, 2002 : Ministère d'agriculture, statistique agro. 3p(Disponible sur http://locust.cirad.fr).

6. Anonyme, 2002. Guide technique à l'usage des technniciens et des vulgarisateurs. Création et conduite d'un verger de pommier. Iinstitut téchnique de l'Arboriculture Fruitière et de la Vigne Tessala El - Merdja Birtouta -Alger, 120p.

7. Anonyme, 2004. Guide sur la production de pommes biologiques en Nouvelle-Écosse.(Disponible sur https://www.agrireseau.net/agriculturebiologique/documents/96298)

8. Anonyme, 2013. Réseau de fermes DEPHY Pommiers en bassin versant de la Durance Chris&Web Edition Mai 2013. 13p.

9. Anonyme, 2015. Index des produits phytosanitaires à usage agricole. Ministère de l'Agriculture, du développement rural et de la pêche. Alger,216p.

10. Anonyme, 2016. Codling Moth (cydia pomonella) . Ministry of Agriculture. Britich Columbia, 6p.

11. Bénédicte M, 2006. Lavande une plante parmi les plantes. Mémoire pour la formation en phyto-aromathérapie HIPPOCRATUS, 11p.

Référence bibliographique

12. Benoit G., 2013. Analyse de la durabilité de la lutte biologique à l'aide de Baculovirus dans les conditions de protection des cultures. Thèse de Doctorat. Université d'Angers.

13. Benoit M., Cardon J.C., Corroyer B., et Lebn B., 2009. Le carpocapse de pommes. Situation et lutte possible en Normandie en verger cidricole biologique. Fiche technique dl'IFPC ; Pomme a cidre N°22. 14-17pp.

14. Biofil, 2007. Le carpocapse du pommier. L'ennemi n°1 des vergers. Cultures spésialise, N°53. 45-48pp.

15. Bore J.M. et Fleckinger J., 1997. : Pommier à cidre. Variétés de France. Ed. INRA, 771P.

16. Bounfour M., 2010 : La technique des insectes stériles ou l'innovation dans la lutte.Journée ONNSA. Maroc, 10P.

17. Brahim I., 2010 : Étude du comportement du ponte du carpocapse de (Cydia pomonella L.) (Lepidoptera : Tortricidae) sur deux variétés de pommier. Thèse de Magister. Agro. Université de Batna, 131P.

18. Bretaudeau J., 1978. : Atlas d'arboriculture fruitière. Vol. 02. Ed. J.B. Baillière et Fils, Paris, 173P.

19. Bretaudeau J., 1975 : Atlas d'arboriculture fruitière. Vol 1. Ed. Tec et Doc. Lavoisier. Paris, 245 P.

20. Brown, A.G., 1975 . Apples in "Advances in fruit breeding", YANICK and MOORE (Eds), Purdue University press: 3- 38.

21. Brunner, 1993. Codling Moth. Cydia pomonella (Linnaeus) (Lepidoptera : Tortricidae) disponible sur (http ://treefruit. Wsu. Edu/Codling-moth/).

22. 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 de AinTouta (w. Batna). Thèse de Magistère. Institut National Agronomique El-Harrach. Alger, PP : 76 86.

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

24. Chevreau E. et MORISOT, D. 1985. Variabilité génétique d'une collection d'espèces des genres Malus et Pyrus, Analyse botanique et enzymatique. D.E.A. INRA.Station d'arboriculture fruitière 1- 8.

25. Chouinard G., 2011. Réseau d'avzetissements phytosanitaires-Avertissement. Canada, 99p.

26. Chloé P, 2018. Monitoring du carpocapse en vergers de noyers. Comparaison de l'efficacité de différentes modalités de piégeage. Mention Biologie Végétale, 18p.

27. Cormier D. Pelletier F., Aubry O., Bellerose S., Chouinard G., Juin L., Vanoosthyse F., Lucas E., Morin Y ., 2006. Nouveaux moyens à risque réduit pour lutter contre le carpocapse de la la, pomme. 1p.

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

29. Coutanceau M., 1962. : Arboriculture fruitière. Technique et économie des cultures de rosacées fruitières ligneuse. Ed. Baillère et fils, Paris, pp : 46 47.

30. Coutin R., 1960. Le carpocapse des pommes et des poires (Laspeyresia pomonella L.). A.C.T.A. Paris. 48p

31. Cranshaw et al., 2013. Codling Moth. Control in Home Plantings. Colorado State University, U.S. Department of Agriculture, 5p.

32. Chaouia CH., Mimouni N., Trabelsi S., Benrebiha F.Z., Boutekrabt T.F. & Bouchenak F., 2003 : Evaluation des besoins en matière de renforcement des capacités nécessaires à la conservation et l'utilisation durable de la biodiversité importante pour l'agriculture en Algérie: les espèces fruitières, viticoles et phoenicicoles. Alger, pp : 19-28.

33. Charif L. et Leboukhe N. E., 2017. Arboriculture de la région de M'sila : Etat des lieux et techniques de préservation et d'amélioration. Mémoire Master. Université Mohamed boudiaf - M'sila, 69p.

34. Debouzie D, et Thioulouse J., 1986. Statistics to Find Spatial and Temporal Structures in Populations. Pest Control: Operations and Systems Analysis in Fruit Fly Management, pp : 263-282.

35. 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.

36. Delanghe J. E., Delvosalle L., Duvignon J., Lambinon J., Vanden B. et Bergen C., 1983 :

Nouvelle flore de la Belgique, du grand duché du Luxembourg, du nord de la France et desrégions voisines. 3ème édition. 15P.

37. Djilali S. et Ihdene T., 2018. Effets des extraits de l'Asphodèle sur Tribolium castaneum. Mémoire de master. Universite Akli Mohand Oulhadj-Bouira, 42p.

38. Dyhia G, 2018.Bioécologie du carpocapse du pommier Cydia pomonella L. (Lepidoptera : Tortricidae) et inventaire de la faune arthropodologique dans des vergers de pommiertraités et écologique dans la région de Tizi-Ouzou (Sidi Nâamane et Draa Ben Khedda). Thèse de doctorat. Université mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.159p

39. Emilson N., 2016. Co – conception de stratégies innovantes à l'échelle des exploitations agricoles productrices de pomme en France à l'aide d'un outil de simulation de scénarios. Mémoire master France.5 p .

40. Etalon, 2010 Le Carpocapse - Cydia pomonella L. Croqueurs de Pommes Franche-Comté Nord. Fiche technique d'Interreg Vergers franco-suisses N°1. 2p

41. F. A. O., 2008. Production agricole, cultures primaires, Banque de données statistiques. F.A. O.Stat (Site Internet: http: // www. FAO- org. Com).

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

43. Ferron P., Fargues J. et Riba G., 9193 : Les champignons agents de lutte microbiologique contre les ravageurs. In Fravel A. : La lutte biologique. Ed. Dossier de la cellule environnement de l'INRA. N° 5, 65-93.

44. Frah G.N., 2009. Entomofaune, Impact économique et bio-écologie des principaux ravageurs du pommier dans la région des Aurès. Thèse de doctorat. Institut National d'Agronomie, Batna, 166 P.

45. Gagnon S. Chouuinard G et Smeesters E., 2001.Revue des méthodes alternatives à la lutte chimique en pomiculture. Principales techniques applicapbles au Québec. Ministère du l'Agriculture des pêcheries et de l'alimentation, N°01-0015. 40p.

46. Gautier M., 1993. : La culture fruitière, vol. I - L'arbre fruitier. Eds. Lavoisier Tec et

Doc, 594P.

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

48. Gharekhani G, 2009. Modeling population Dynamics and dispersion of Codling Moth Cydia PomonellaL. (Lepdoptera, Torticidae). Thèse de doctorat, faculty of agricultural sciences at the university of Hohenheim,106p.

49. Giordanengo N., 2004. Ravageurs des cultures, agents de contrôle et lutte biologique et intégrée. Ed. Jules & Verne. Paris, 94 P.

50. Gnepe J. R., 2001 : Conception d'une diète pour l'élevage de Cydia pomonella en utilisant les eaux usées des industries agroalimentaires comme substituts de certains agents nutritifs. Thèse de doctorat. Université du Qubéc, 337P.

51. Guermah D et Medjdoub Bensaada F., 2018. Dégâts causés par le carpocapse Cydia pomonella L. dans deux parcelles de pommier de variété Dorset golden dans la région de Draa Ben Khedda et Golden delicious dans la région de Sidi Naâmane (Algérie). Lebanese Science Journal. Vol 19 (3) :375-387p

52. Guettala F., 2010. Entomofaune, Impact Economique et Bio- Ecologie des principaux

Ravageurs du Pommier dans la région des Aurès. Thèse Doctorat. Université Batna. 5p

53. Hamdani N., 2018:*Enquête sur l'effet des traitements phytosanitaires sur la culture du blé dur dans la zone est de la wilaya de Médéa*. Mémoire Master. Université de Médéa. Algérie. 41 p.

54. Hamimina M.,2007. Protection Raisonnée contre les ravageurs des Arbres Fruitiers, les ravageurs des arbres fruitiers : la carpocapse des pommes et des poires, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, 158p.

55. Hamlat I., et Hadji D., 2017. Effets insecticides, mycocides et bactericides de l'asphodèle (Asphodelus microcarpus) et du calycotome (Calycotme spinosa). Mémoire master. Sciences Agronomiques.Universite Akli Mohand Oulhadj- Bouira. 61p.

56. Heinrich H, Bünter M, Dubuis P, Gölles M, Holliger E, Kehrli P, Naef A, Schaerer S, Widme A, Wirth J., 2012. Guide phytosanitaire pour l'arboriculture fruitière 2012/2013,30p

57. Jamar L., Lateur M., Tournant L., Wateau K., Dewaegeeire P., Oste S., Montignie S. E., Thiran B., Delebecq A., Fitoussi J., Rondia A., Landschoot A. V. et Stievenard R., 2012. Les principales clés du verger bio transfrontalier pommes et poires, une approche globale. Le cadre du programme Interreg IV France-Wallonie-vlaanderen, avecc le soutien de l'Union Européenne - Fonds Européen de Développement Régional, du Conseil Régional Nord-Pas-de-Calais, de la Wallonie et des Conseils Généraux du Nord et du Pas-de-Calais, 6-84pp.

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

59. Khaled M., 2017. Index des produits phytosanitaires à usage agricole. Ministère de l'Agriculture, du développement rural et de pêche. 12, Avenue Colonel Amirouche. Alger, 230p.

60. Korban, S. S. and Skirvin, R. M., 1994. Nomenclature of the cultivated apple. Hort.Science 19: 177- 180.

61. Laamari M. et 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.

62. Lafon J. P., Tharaud-Payer C. et Levy G., 1996 : Biologie des plantes cultivées. 2éme

Edition. Tome 1. Organisation et physiologie de la nutrition. Ed. Lavoisier. Tec et Doc. Paris.France, 227 P.

63. Lucas E., 1993. Évaluation de l'efficacité de prédation descoccinelles, Coccinella septempunctataL. et Harmonia axyridisPallas. (Coleoptera: Coccinellidae) en tant qu'auxiliaires de lutte biologique en vergers de pommiers. Thèse Doctorat. Université du Qubéc, Montréal, 94 P.

64. Lugeon A, 1963: Arboriculture fruitière moderne. 5eme édition. 25p.

65. Massonnet C., 2004. : Variabilité architecturale et fonctionnelle du système aérien chezle pommier (Malus domestica Borkh.) : Comparaison de quatre cultivars par uneapproche de modélisation structure – fonction .Thèse Doctorat. Développement et Adaptationdes Plantes .Ecole nationale supérieure agronomique de Montpellier. France, 184P.

66. Matar M. M., 2013. Déterminants du parasitisme larvaire du carpocapse du pommier au Sud Est de la France. Thèse de doctorat. Université d'Avignon, Français.165P

67. Meradi R., 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 de Lambiridi (Wilaya de Batna) . Thèse de Magister. Université de EL-HADJ LAKHDAR, BATNA. 38p.

68. Morel M. CHouinard G. et Bellerose S., 2013. Méthodes alternatives de protection des pommiers. Principales méthodes applicables pour le jardin domestique et la pomiculture commerciale. Institut de recherche et de développement en agroenvironnement. Canada. 99p.

69. Morin Y., Cormier D., et Chouinard G., 2014. La production fruitière intégrée. La plateforme web dynamique de Réseau-pommier. Fiche 76 de le carpocapse de la pomme. Disponible sur (https://reszaupommier.irda.qc.ca/?p=641).

70. Pajač I., Pejić I. et 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.

71. Riba G. et Silvy C., 1989 : Combattre les ravageurs des cultures : Enjeux et perspectives. Ed. **INRA. Paris, 230P.**

72. Ricci B., 2009. Dynamique spatiale et dégâts de carpocapse dans la basse vallée de la Durance. Thèse de Doctorat. Ecole doctorale SIBAGHE. Univrsité INRA Avignon. 224p.

73. Safir N., Daoudi K., 2015 - L'étude de comportement d'une variété de pommier (*Golden délicious*) vis à vis des paramètres climatique dans la zone montagneuse de Benchicao (Médéa). Mémoire master. Université Khemis Meliana. 6p

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

75.Sebaihi S, 2010. Activités anti-radicalaires des extraits de Pistacia lentiscus (Anacardiaceae): Caractérisation des fractions actives. Mémoire de Magister. Sciences de la Nature et de la Vie. Université Abderrahmane Mira de Bejaia, 87p.

76.Trillot M. Masseron A. Mathieu V. Bergougnaux F. Hutin C et Yves L., 2002. Le pommier. Centre technique interprofessionnelle des fruits et légumes. (Ctifl). Edition Lavoisier. Paris. 287p

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

78. Zineb A, 2016. 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). Mémoire De Magistère. Université de Batna, 71p.

Références électroniques

79. « Observer, protéger et sensibiliser » Les Ravageurs, Le carpocapse des pommes et des poire disponible sur(https://www.fredonca.com/wpassets/uploads/2018/10/ravageurs_CARPO.pdf).

Annexes

Annexe 1 :

Tableau 02: L'évolution de la culture du pommier en Algérie (2000-2014) (ITAFV, 2014)

Année	Superficie total (ha)	Superficie en rapport (ha)	Superficie nouvelle plantation	Production (QX)	Rendements (QX/ha)
2000	31430	13480	17950	965170	71,6
2001	36710	14040	22670	1049000	74,7
2002	45990	15240	30750	1210380	79,4
2003	55530	18080	37450	1355420	75,0
2004	63741	19861	43880	1653720	83,3
2005	74427	24279	50148	1997120	82,3
2006	83376	28658	54718	2832420	98,8
2007	85470	31904	53866	1900095	59,6
2008	85470	31904	53866	1840093	75.8
2009	89005	36616	52389	2647691	73,0
2010	92271	39852	52419	3786367	95,0
2011	92058	40978	51080	4041050	98,6
2012	89678	40850	48828	3975290	97,3
2013	89094	41030	48064	4559372	111,1
2014	87248	40418	46830	4628154	114,5

Annexe 2 :

Tableau 03 : L'évolution de la culture du pommier dans la wilaya de Médéa (2000-2017) (DSA, 2020).

Année	**Superficies en complantée (Ha)**	**Superficies en rapport (Ha)**	**Production (QX)**
2000	1809	1363	108034
2001	2638	1475	103571
2002	4390	1570	124672
2003	4420	2140	127900
2004	4785	2655	161600
2005	4965	3580	232400
2006	5198	3660	347700
2007	5240	3660	124440
2008	5400	3660	2684
2009	5406	3660	128100
2010	5376	3780	261000
2011	5439	3780	257700
2012	4782	3681	259115
2013	4400	3272	360584
2014	4131	2993	299300
2015	4123	2965	245019
2016	4105	3066	268688
2017	4296	3287	394465

Petit matériel :



Balance



L’eau distillée



Tubes de conservation des produits de traitements



Agitateur



Etuve



Un bécher



Dessiccateur

- Entonnoir
- Papier-filtre
- Boites en plastique
- Balmaré
- Broyeur électrique
- Tamis
- Réfrigérateur
- Loupe binoculaire