

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE DE BLIDA 1
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET LA VIE
DEPARTEMENT DES BIOTECHNOLOGIES



Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention d'un diplôme de Master académique

En Sciences de la nature et de la vie

Option : Phytopharmacie et Protection des Végétaux

Thème

**Monitoring comparé des principaux ravageurs et leurs
auxiliaires en verger de pommier à Chiffa et Attatba**

Présenté par :

M AIDAT Younes

Membre du jury :

Présidente	M^{me} DJENNAS D	MCB	U.S.D-BLIDA 01
Promotrice	M^{me} Allal Benfekih L	Pr	U.S.D-BLIDA 01
Examinatrice	M^{me} Djemai I	MCB	U.S.D-BLIDA 01
Co Promotrice	M^{me} Benattallah N	Doctorante	ENSA El Harrach

Année universitaire : 2019/2020

Remerciements

Tout d'abord, je remercie Dieu qui m'a donné la patience et m'a aidé à terminer ce travail.

*Toutes mes reconnaissances vont à, ma promotrice M^{me} **Allal Benfekih L** professeure au département des Biotechnologies de l'Université Saad Dahleb Blida1, pour la qualité de son encadrement et pour les précieuses corrections apportées à ce travail. Je la remercie chaleureusement pour ses encouragements, ses orientations, ses conseils, son soutien indéfectible, sa disponibilité et m'avoir fait découvrir le travail sur terrain.*

*Je tiens à exprimer ma profonde gratitude et mes vifs remerciements à ma co promotrice M^{me} **Benattallah N** doctorante au département des Biotechnologies de l'Université Saad Dahleb Blida1, qui m'a fait l'honneur de co-diriger ce travail.*

*Mes sincères remerciements vont également à M^{me} **Djennas D.** Maitre de Conférences B au département des Biotechnologies de l'Université Saad Dahleb Blida1, qui a bien voulu présider mon jury et pour ses conseils et pour l'aide compétente qu'il m'a apporté pour finir ce travail. Mes remerciements vont également à M^{me} **Djemai I** Maitre de Conférences B au département des Biotechnologies de l'Université Saad Dahleb Blida1, d'avoir accepté d'examiner ce travail.*

Je remercie également les propriétaires des exploitations agricoles pour toute les informations qu'ils nous ont données et pour leur accueil à toutes les sorties.

Je n'oublierai jamais de remercier toutes les personnes de près ou de loin qui ont contribué à ce travail.

Dédicaces

À ma Mère

À mon père

À mes sœurs

À mon frère

À ma grande famille

À mes camarades

Qui m'ont soutenu et m'ont encouragé dans les moments difficiles et pour compléter ce travail

Younes

Liste des tableaux

Tableau III.1: Synthèse des opérations culturales et de traitements réalisées au niveau de pommier d'Attatba.....	45
Tableau III.2: Synthèse des opérations culturales et de traitements réalisées au niveau de pommier de Chiffa.....	47
Tableau III.3: Modèle de Fiche d'enquête adopté pour l'échantillonnage des pucerons dans les vergers étudiés.....	48
Tableau III.4: Calendrier des relevés des males par les pièges à phéromones dans les deux stations d'études.....	49
Tableau IV.1: les infestations de puceron <i>Aphis Pomi</i> sur les jeunes pousses au courant du mois de mars.....	62
Tableau IV.2: les périodes d'apparition de différentes formes d' <i>Aphis Pomi</i>	63

Liste des figures

Figure I.1: importance de la production du pommier (t) dans le monde en 2007 et en 2018	4
Figure I.2: importance de la culture du pommier en algérie en 2007 et 2018	5
Figure I.3: les stades repères de pommier décrits par fleckinger	6
Figure I 4: pomme de variété golden deliciou	7
Figure I.5: pommes de variété anna (original, 2020)	8
Figure I.6: pommes de variété royal gala (original, 2020).....	9
Figure I.7a: mâle du carpocapse (original, 2020).....	10
Figure I.7b: stades de développement du carpocapse	10
Figure I.8: cycle évolutif du carpocapse	11
Figure I.9: les dégâts causés par <i>cydia pomonella</i> Sur le fruit (originale, 2020).....	12
Figure I.10: les formes <i>d'aphis pomi</i> de geer	12
Figure I.11: cycle de vie <i>d'aphis pomi</i> (cycle monœcique)	13
Figure I.12: formes ailée et aptère et colonie du puceron cendré du pommier	14
Figure I.13: œufs de <i>dysaphis plantaginea</i> et cycle biologique.....	15
Figure I.14: dégâts causés par le puceron cendré sur feuilles et fruits	16
Figure I.15: Les ravageurs secondaires de pommier.....	16
Figure II.1: proportion de prédateurs présents en vergers de pommiers ayant consommé des œufs de carpocapse	17
Figure II.2: <i>forficula auricularia</i> attaquant une colonie de puceron	18
Figure II.3: prédation des pucerons par la coccinelle	18
Figure II.4: un carabe consommant une larve de carpocapse	19
Figure II.5: adulte et larve de syrpe avec un puceron	19
Figure II.6: adulte et larve de cécidomyie <i>aphidoletes aphidimyza</i>	20
Figure II.7: adulte et larve de chrysope.....	20
Figure II.8: ponte d'un ichneumonidae dans les pucerons	22
Figure II.9: les ailes d'ichneumonidae et de braconidae.....	22
Figure II.10: biologique d'un hymenoptere parasitoïde de puceron.....	22
Figure II.11: parasitisme de tachinidae	23
Figure II.12a : régulation naturelle par les auxiliaires prédateurs durant le cycle du carpocapse	24

Figure II.12b: cycle biologique d'un puceron holocycle dioecique et action possible des auxiliaires	25
Figure II.13: diffuseurs de la phéromone sexuelle de <i>c. Pomonella</i>	27
Figure II.14: filet monorang alt'carpo sur rang de pommier.....	28
Figure II.15 : bande florale en bordure de parcelle associée à une haie arbustive	29
Figure III.1: situation et limites de la région d'étude tipaza	32
Figure III.2: situation et limites de la région d'étude blida	33
Figure III.3: evolution des températures enregistrées durant la période 2009-2019 dans la région de tipaza	34
Figure III.4: évolution des précipitations enregistrées durant la période 2009-2019 dans la région de tipaza	34
Figure III.5: Diagramme ombrothermique de la région de Tipaza (Moyennes considérées sur la période 2009 à 2019).....	35
Figure III.6: evolution des températures enregistrées durant les années 2018 et 2019 dans la région tipaza	36
Figure III.7: variation des quantités de pluies mensuelles des années 2018 et 2019 dans la région de tipaza	36
Figure III.8: diagramme ombrothèrmique de la région de tipaza de l'année 2018.....	37
Figure III.9: diagramme ombrothermique de la région de tipaza de l'année 2019.....	37
Figure III.10: variation des températures et des précipitations du mois de janvier jusqu'au mois de juin (période d'étude) dans la région de tipaza	38
Figure III.11: Evolution des températures enregistrées durant la période 2009-2019 dans la région de Blida.....	38
Figure III.12: evolution des precipitations enregistrées durant la periode 2009-2019 dans la region de tipaza.....	39
Figure III.13: diagramme ombrothermique de la région de blida (moyenne considérées sur la période 2009 à 2019.....	39
Figure III.14: evolution des températures enregistrées durant les années 2018 et 2019 dans la région de blida.....	40
Figure III.15: variation des quantités de pluies mensuelles des années 2018 et 2019 dans la région de blida.....	40
Figure III.16: diagramme ombrothermique de la région de blida de l'année 2018	41

Figure III.17 : diagramme ombrothermique de la région de blida de l'année 2019	41
Figure III.18: variation des températures et des précipitations du mois de janvier jusqu'au mois de juin (période d'étude) dans la région de blida	42
Figure III.19: la situation des deux régions d'étude dans le climmagrame d'emberger (période 2009-2019).....	43
Figure III.20: image satellite présentant l'endroit exact du site d'étude (verger d'attatba)	43
Figure III.21: phénologie saisonnière du verger d'attatba (originale, 2020)	44
Figure III.22 : verger d'attatba en irrigation(originale, 2020).....	44
Figure III.23: image de satellite présentant l'endroit exact du site d'étude	46
Figure : III.24: verger de chiffa en hiver (originale, 2020)	46
Figure III.25: verger de chiffa au printemps (originale, 2020)	46
Figure III.26 : les symptômes de la tavelure du verger chiffa après la récolte (originale, 2020)	46
Figure III.27: la disposition d'un piège à phéromone sexuelle spécifique au carpocapse (originale, 2020).....	49
Figure III.28: un fruit infesté par le carpocapse (originale, 2020)	50
Figure III.29 : la disposition d'une plaque jaune engluée (originale, 2020)	51
Figure IV.1 : effet des traitements du carpocapse sur l'évolution des captures des mâles au niveau du verger de chiffa.....	55
Figure IV.2 : effet des traitements du carpocapse sur l'évolution des captures des males au niveau du verger d'attatba.....	55
Figure IV.4 : l'évolution des captures des mâles de <i>cydia pomonella</i> selon les stades phénologiques du pommier et en fonction des variations des températures journalières au niveau du verger d'attatba.....	57
Figure IV.5 : le pourcentage des dégâts causés par des larves du <i>cydia pomonella</i> sur fruit au niveau du verger d'attatba.....	58
Figure IV.6: le pourcentage des dégâts causés par des larves du <i>cydia pomonella</i> sur fruit au niveau du verger de chiffa.....	59
Figure IV.7: la comparaison des pourcentages d'attaques par les larves de <i>cydia pomonella</i> sur fruit au niveau des deux stations durant la période d'échantillonnage	60
Figure IV.8: les différentes classes d'infestation sur fruits à attatba	61
Figure IV.9 : les différentes classes d'infestation sur fruits à chiffa.....	61
Figure IV.10: variations des taux d'infestation sur les trois rameaux.....	63
Figure IV.11: effet des insecticides sur l'intensité d'infestation aphidienne.	65

Table des matières

Introduction générale.....	1
I.1. Origine et taxonomie	4
I.2. Données économiques	4
I.3. Phénologie et cycle de développement	5
I.4. Caractéristiques de quelques variétés de pommier	7
I.4.1. Caractéristiques phénologiques et culturales de la variété « Golden Delicious » ...	7
I.4.2. Caractéristiques phénologiques et culturales de la variété «Anna»	8
I.4.3. Caractéristiques phénologiques et culturales de la variété «Gala».....	8
I.5. Ravageurs prépondérants du pommier.....	9
I.5.1. Le carpocapse <i>Cydia Pomonella</i> (Linnaeus, 1758).....	9
I. 5.1.1. Classification et description	9
I.5.1.2. Cycle biologique	10
I. 5.1.3. Dégâts.....	11
I.5.2. Le puceron vert non migrant du pommier <i>Aphis pomi</i> (De Geer).....	12
I.5.2.1. Classification et description	12
I. 5.2.2. Cycle biologique	13
I.5.3. Le puceron cendré <i>Dysaphis plantaginea</i> (Passerini, 1860)	14
I. 5.3.1. Classification et description	14
I.5.3.2. Cycle de vie du puceron cendré	14
I.5.3.3. Dégâts occasionnés par les pucerons sur pommier	15
I.6. Les ravageurs non prépondérants	16
II.1. Diversité de l'arthropodofaune auxiliaire dans les vergers de pommier	17
II.1.1. Les insectes prédateurs.....	17
II.1.1.1. Les Forficules	18
II.1.1.2. Les coccinelles.....	18
II.1.1.3. Les carabes.....	19
II.1.1.4. Les Diptères Syrphidae et Cecidomyidae	19
II.1.1.5. Les névroptères Chrysopidae.....	20
II.1.2. Les araignées prédatrices	21
II.1.3. Les parasitoïdes Hyménoptères.....	21
II.1.3.1. Les Ichneumonoidae (Ichneumonidae et Braconidae)	21
II.1.4. Les parasitoïdes Diptères Tachinidae.....	23
II.1.5. Régulation naturelle temporelle du carpocapse et des pucerons par les auxiliaires prédateurs.....	23
II.2. Protection intégrée en vergers de pommier	25

II.2.1. La lutte chimique.....	26
II.2.2. La lutte biochimique	26
II.2.3. La lutte autocide	26
II.2.4. La résistance de l'hôte.....	27
II.2.5. La lutte mécanique, physique et culturale.....	27
II.2.6. La lutte biologique	28
II.3. Impact des pratiques agricoles sur la biodiversité fonctionnelle en vergers de pommier	29
II.3.1. Impact des pesticides.....	29
II.3.2. Impact de la fertilisation.....	30
II.3.2.1.Impact de la fertilisation phosphatée	30
II.3.3. Impact des travaux du sol.....	30
III-1-Caractéristiques des régions d'étude :	32
III-1-1 Situation géographique.....	32
III-1-2.Climat :	33
A. Températures :	33
B. La Pluviométrie :	34
C. Le vent:	34
D. L'humidité:	35
III-1-3. Synthèse climatiques	35
III-1-3.1.Diagramme Ombrothermique de Gaussen et Bagnouls :	35
III.1.3.2. Tipaza (2018-2020)	35
III-1-3.3.Blida (2009-2019).....	38
III.1.3.4.Blida (2018-2020) :	40
III-1.3.5.Climagramme pluviothermique d'EMBERGER	42
III-2.Présentations des sites d'études	43
III.2.1 Verger d'Attatba (Tipaza).....	43
III.2.2-Verger EAC Boudissa Chiffa (Blida).....	45
III.3. Méthodologie d'étude sur terrain	47
III.3.1 Calendrier des sorties et échantillonnage.....	47
III.3.2 Echantillonnages des pucerons sur le feuillage :	48
III.3.3. Suivi des captures des carpocapses.....	48
III.3.3.1. L'installation des pièges à phéromone	48
III.3.3.2. Echantillonnage des fruits infestés	49
III.3.4 Echantillonnage des auxiliaires :	50
A. Au niveau de l'arbre :	50
B. Captures des auxiliaires à travers les pièges jaunes englués :	50
III.4. Analyse des données des observations :	51

III.4.1. Analyse des infestations par les Pucerons :	51
III.4.2. Analyse des vols du carpocapse :	51
III.4.3. Analyse des infestations des fruits	52
IV.1. L'évolution des captures des mâles du Carpocapse en fonction des traitements phytosanitaires et températures au niveau des deux stations	55
IV.2-Estimations des dégâts des fruits sur les arbres	58
IV.2.1-L'intensité d'attaque dans les deux vergers :	58
IV.2.2-Comparaison de l'intensité d'attaque au niveau des deux vergers :	60
IV.2. Estimation de l'intensité d'attaque de puceron <i>Aphis Pomi</i> sur les jeunes pousses :	62
IV.3. Suivi des auxiliaires:	65
Conclusion générale	68
Références bibliographiques	
Annexes	

Résumé:

Monitoring comparé des principaux ravageurs et leurs auxiliaires en verger de pommier à Chiffa et Attatba

Notre étude porte sur le suivi des populations des principaux ravageurs du pommier, le puceron du pommier *Aphis pomi* De Geer et le carpocapse *Cydia pomonella* Linnaeus. Le travail a été déroulé dans deux parcelles de pommier dans la plaine de la Mitidja. Le premier verger est situé à Chiffa wilaya de Blida et la variété plant est l'Anna. Le deuxième situé à Attatba wilaya de Tipaza les variétés plant sont Royal Gala et Golden deliciou.

Le suivie de vole de carpocapse a nous permet de déterminer deux pic de voles dans les deux vergers en stade fin de nouaison et maturité dans une température entre 15°C et plus de 28°C. On a enregistré des dégâts de carpocapse très similaire dans les deux vergers avec un taux maximal 4,3% enregistré dans le verger de Chiffa.

La présence des larves d'*Aphis pomi* est enregistrée au mois de Février avec apparition des ailé en fin de mois, suite à l'application d'un insecticide l'intensité d'attaque a été diminuée directement dans le verger de Chiffa par contre une absence totale de ce ravageur au mois de février dans le verger d'attatba qu'été en repos hivernal.

L'inventaire des auxiliaires a mis en évidence la présence des différentes familles d'hyménoptères dans le verger de pommier d'Attatba des hyménoptères Parasitoïdes primaires de pucerons: Braconidae Aphidiinae et secondaires: Megaspilidae pendant la période fin février début de mars. Trois familles de prédateurs ont été trouvées telle que les Coccinellidae, les chrysopidae, les Forficulidae et les araignées. En termes d'abondance, les Chrysopidae, est la famille majoritairement représentée et surtout dans le verger d'Attatba

Mots clés :

Ravageur ; Carpocapse ; *Aphis pomi* ; Auxiliaire

Summary:

Comparative monitoring of the main pests and their auxiliaries in apple orchards in Chiffa and Attatba

Our study concerns the monitoring of populations of the main apple pests, the apple aphid *Aphis pomi* De Geer and the codling moth *Cydia pomonella* Linnaeus. The work was carried out in two plots of apple tree in the Mitidja plain. The first orchard is located in Chiffa wilaya of Blida and the plant variety is Anna. The second located in Attatba wilaya of Tipaza, the plant varieties are Royal Gala and Golden deliciou.

The monitoring of codling moth flies allowed us to determine two flies peak in the two orchards at the end of fruit set and maturity in Temperature of 15°C and more than 28°C . Very similar codling moth damage was recorded in the two orchards with a maximum rate 4,3% recorded in Chiffa orchard.

The presence of *Aphis pomi* larvae is recorded in February with the appearance of adults at the end of the month, following the application of an insecticide, the attack intensity was reduced directly in the Chiffa orchard by against a total absence of this pest in February in the Attatba orchard that was in winter rest.

The inventory of auxiliaries revealed the presence of different families of hymenoptera in the apple orchard of Attatba hymenopter, primary aphid parasitoids: Braconidae aphidinae and secondary: Megaspilidae during the periode end of February beginning of March. Three families of predators were found such as Coccinellidae, chrysopidae, Forficulidae and spiders. In terms of abundance, the Chrysopidae, is the family mainly represented and especially in the orchard of Attatba.

Keywords :

pests; Codling moth; *Aphis pomi*; Auxiliary

ملخص:

رصد مقارن للآفات الرئيسية و المساعدين عليها في بساتين التفاح في شفق و حطاطبة

تتعلق دراستنا بتبع سكاني لآفات التفاح الرئيسية ، من التفاح *Aphis pomi* De Geer و فراشة التفاح *Cydia pomonella* L. نفذ العمل في قطعتين زراعتين لأشجار التفاح في سهل متيجة. يقع أول بستان في ولاية البلدية بشفق و هو من صنف Anna الثاني يقع في ولاية تيبازة بحطاطبة و هو من صنف Royal Gala و Golden deliciou

سمحت لنا مراقبة فراشة التفاح بتحديد ذروتين للطيران في نهاية تشكل الثمار والنضج خلال 15 درجة مئوية و أكثر من درجة 28. تم تسجيل أضرار لفراشة التفاح متشابهة في البساتين مع تسجيل أقصى معدل 4,3 % في بستان شفق.

تم تسجيل وجود يرقات *Aphis pomi* في شهر فبراير مع ظهور البالغين ذوي الأجنحة في نهاية الشهر ، عقب رش المبيد الحشري ، تم تقليل شدة الهجوم مباشرة في بستان شفة في المقابل غياب التام لهذه الآفة بستان حطاطبة في شهر مارس الذي كان في سبات شتوي .

كشفت جرد المساعدين عن وجود فصائل مختلفة من Hymenoptera في بستان التفاح بحطاطبة طفيليات أولية للمن : Braconidae aphidinae و ثانوية Megaspilidae في الفترة الأخيرة من شهر فيفري و بداية شهر مارس . ثلاث عائلات من الحشرات المقترسة مثل Coccinellidae و chrysopidae و Forficulidae والعناكب. من حيث الوفرة ، فإن Chrysopidae ، هي العائلة الممثلة في الغالب وخاصة في بستان حطاطبة.

الكلمات الدالة

آفات ؛ فراشة التفاح؛ المن الأخضر للتفاح؛ مساعدين

INTRODUCTION GENERALE

Introduction générale

Les pertes mondiales causées par les ravageurs et les maladies des cultures avant et après récolte sont estimées à plusieurs milliards de dollars en 1999; soit 30 % en moyenne de la production agricole, (SILVY, 2005).

Le pommier *Malus domestica Borkh.*, est l'espèce fruitière la plus cultivée dans le monde en zone tempérée (CHOUINARD *et al.*, 2000), de par son éventail de débouchés des récoltes en fruits frais, confiture, jus de fruits, et son utilisation en pâtisserie. Il occupe une place importante dans la production mondiale après les agrumes et les bananes, avec 70 millions de tonnes. Les pays les plus producteurs de pommes sont la Chine avec un potentiel supérieur à 30 million de tonnes et puis les pays Européens avec environ 9 à 10 million de tonnes (FAO, 2007).

Les zones de culture du pommier en Algérie, sont très étendues allant des zones de plaines d'intérieures vers les pieds monts de montagnes en atteignant les limites des oasis du sud avec des exigences climatiques variables selon les variétés, (ITAFV, 2015). En Algérie, la culture du pommier est en progression durant cette dernière décennie. A partir de l'année 2011, la superficie des vergers a évolué de 70%, ce qui correspond à une augmentation annuelle de 13% avec une production de 35% (FAO, 2010). En 2014, la culture de pommier occupe une superficie de 46 830 hectares dont 40 418 hectares en rapport avec une production de 4 628 154 tonnes, (DSA, 2015).

Un agro écosystème présente plusieurs composantes de biodiversité qui se distinguent selon leur rôle dans le fonctionnement du système de culture, (GLIESSMAN, 2006). La composante ressource : aussi appelée biodiversité fonctionnelle, elle représente les organismes participant à la réalisation de services éco systémiques d'intérêt agronomique en contribuant à la productivité de l'agro écosystème, entre autres la régulation des ravageurs faisant partie d'une composante destructive Extrait de Swift *et al* (2004).

Le pommier subit des agressions de diverses natures. La pomme est très sensible à de nombreux ravageurs et maladies : carpocapse, pucerons, tavelure et oïdium pour les principaux. Les producteurs utilisent des produits phytosanitaires de synthèse pour gérer ces pressions, environ 35 traitements en France, d'après (PUJOL, 2014).

Dans un contexte de réduction de la pression phytosanitaire sur les cultures il est important de recourir à des méthodes permettant de réduire l'usage des pesticides pour lutter contre les ravageurs (LAVIGNE *et al*, 2013).

A travers la biodiversité fonctionnelle des vergers de pommiers dont la culture et la production sont soumises à différentes régies de protection notamment, il est pertinent de bien connaître les dynamiques d'activité des protagonistes circulants dans les vergers en relation avec l'effet des contraintes des régies des vergers. Outre cela, la nécessité de prévoir les attaques des ravageurs des pommiers particulièrement, incite à la prise en considération des rapports entre les facteurs climatiques et la vitesse de développement de la phénologie de ces ravageurs.

L'étude de l'entomofaune du pommier offre une grande importance écologique. Cette étude vise donc deux objectifs, le premier est d'apporter une contribution sur la connaissance des espèces entomofaunistiques dans les pommeraies de la région de la Mitidja et de chercher à travers cette étude des facteurs écologiques pouvant expliquer la distribution de

l'entomofaune. Le second est de cerner certains aspects de la bio-écologie de ravageurs redoutables sur pommier notamment le puceron du pommier *Aphis pomi* De Geer et le carpocapse *Cydia pomonella* Linnaeus, et de chercher à travers une telle information à caractériser des stratégies de prévention contre ces espèces nuisibles.

Ces différents aspects seront successivement abordés dans les chapitres IV (Résultats et Discussion) après les chapitres I, II et III, dont le premier et le deuxième chapitre initié par une synthèse bibliographique où nous apportons un abrégé sur la plante hôte : Le pommier *Malus domestica* (Borkh), et aussi des généralités sur les principaux bioagresseurs du pommier. Le troisième chapitre élucide les matériels et les méthodes de travail utilisés pour la réalisation de cette étude. En fin, nous terminons la présente étude par une conclusion générale assortie des perspectives.

CHAPITRE I:

GENERALITES

SUR LE

POMMIER

Chapitre I: Généralités sur le pommier

I.1. Origine et taxonomie

Le pommier a été connu treize siècles avant Jésus Christ sous le règne de Ramsès. Il serait originaire du Caucase et des bords de la mer caspienne, son extension s'est faite vers l'Europe Orientale, la Russie, l'Europe Occidentale et l'Afrique du Nord (HUGARD, 1974) Le genre *Malus* a été identifié comme datant de l'ère tertiaire (MASSONNET, 2004).

Le pommier cultivé est un complexe hybride interspécifique, que l'on dénomme *Malus x domestica Borkh.* (KORBAN et SKIRVIN, 1984) ou *Malus pumila Mill* (MABBERLEY et al., 2001). De nombreux travaux sont effectués pour introduire par hybridation chez le pommier cultivé pour des résistances aux maladies (KORBAN et SKIRVIN, 1984).

Le pommier appartient à l'ordre des Rosales, famille des Rosacées, sous-famille des Maloideae et au genre *Malus*. Entre 8 et 78 principales espèces sont reconnues, et groupées en sections (*Malus*, *Sorbomalus*, *Eriobolus*, *Docyniopsis*, et *Chloromeles*) et séries comme *Malus* et *Baccata* qui composent la section *Malus* (ROBINSON et al., 2001; LUBY, 2003).

I.2. Données économiques

D'après la FAO (2019), les principaux pays producteurs de pommier dans le monde sont : la Chine, USA, Pologne, Turquie avec des productions (T) importantes (Figure I.1).

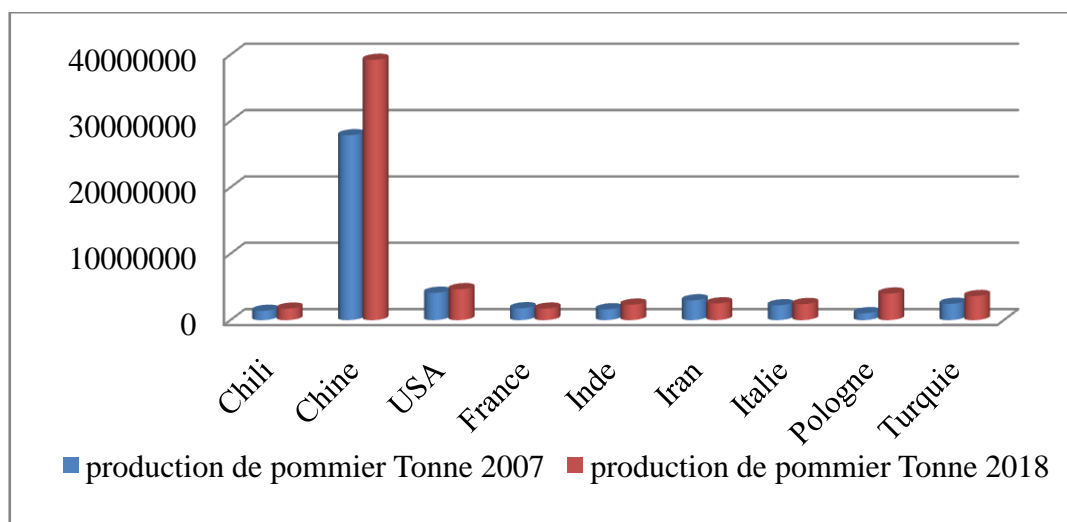


Figure I.1: Importance de la production du pommier (T) dans le monde en 2007 et en 2018(F.A.O, 2019)

La superficie occupée par le pommier en Algérie a presque triplé pendant les dix dernières années, avec environ 124969 ha et un rendement de 124969 Hg/Ha en 2018 (Figure: I.2).

Ces augmentations ont permis de tripler la production totale du pays atteignant 487808 tonnes par rapport à celle obtenue en 2007 (FAO., 2019).

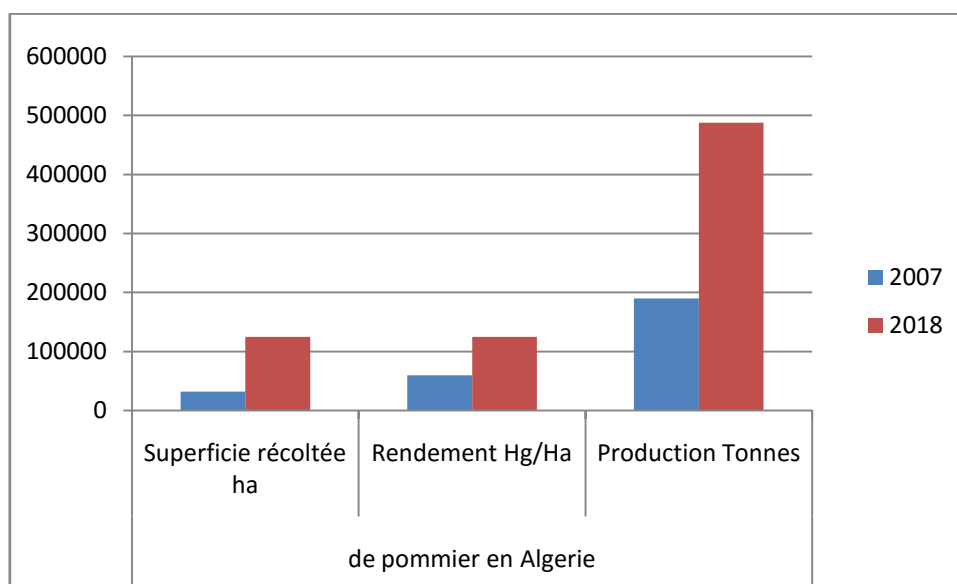


Figure I.2: Importance de la culture du pommier en Algérie en 2007 et 2018 (F.A.O, 2019)

I.3. Phénologie et cycle de développement

Les stades phénologiques largement décrits, notamment par FLICKINGER (1948), et le développement du pommier dépendent du contexte climatique dans lesquels il se développe (JACKSON, 2003) (Figure I.3).

Le cycle de développement du pommier est annuel et s'étale du débourrement à la chute des feuilles et le repos hivernal (FUMEY, 2007). Il est constitué des étapes suivantes : débourrement, floraison, croissance des pousses, pollinisation, mise à fruit et développement de ceux-ci, formation de bourgeons floraux, abscission foliaire et dormance hivernale.

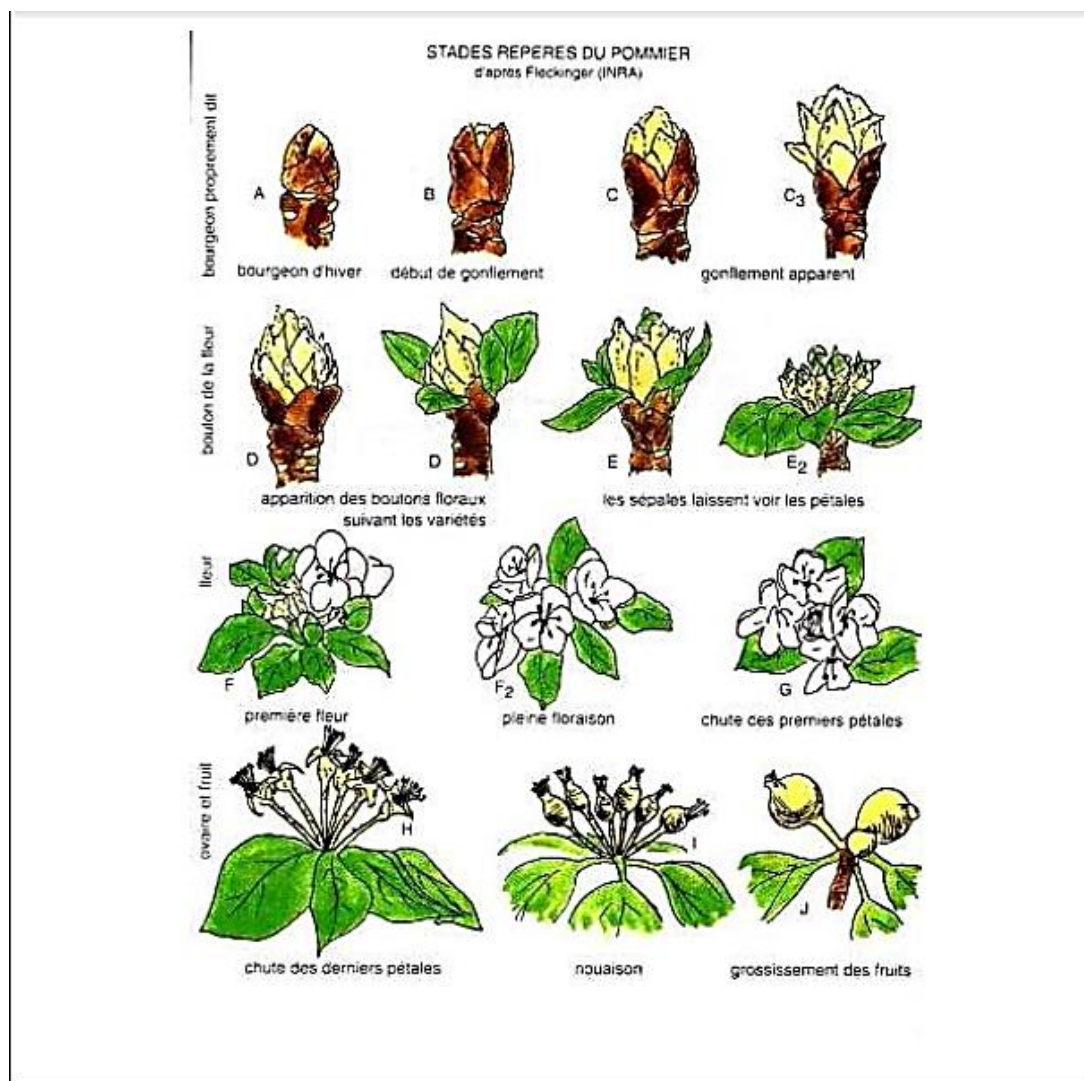


Figure I.3: Les stades repères de pommier décrits par Fleckinger (CHARTON, 1992)

Après la préformation des bourgeons, lors de l'année n-1, les bourgeons se mettent en dormance lors de l'hiver, durant lequel ils subissent une étape de vernalisation, période de froid nécessaire pour l'initiation de la floraison.

Trois types de bourgeons peuvent se mettre en place : des bourgeons inflorescentiels, et des bourgeons végétatifs ou encore des bourgeons latents, se trouvant en position terminale ou axillaire (FUMEY, 2007 ; LAURI, 2016).

Au moment du débourrement, les bourgeons grossissent (stade B) puis éclosent (stade C-C3), formant ainsi des primordiales foliaires au sein d'une rosette feuillée (stade D3), puis des fleurs (stade E2) pour les bourgeons floraux.

D'avril/mai à l'été, les pousses formées à partir des bourgeons (pousses de bourse pour les inflorescences et pousses végétatives pour les bourgeons végétatifs) croissent jusqu'à la préformation de bourgeons pour l'année n+1. La pollinisation des fleurs chez le pommier est entomophile et allogame, et est réalisée principalement par l'abeille commune (RAMIREZ et DAVENPORT, 2013), qui permettra la fructification. Le début du développement du fruit est appelé nouaison (stade I) et a lieu après la pollinisation, au printemps.

Durant le printemps et l'été, trois processus « cohabitent » : celui du développement des fruits (après fécondation des fleurs), celui de la croissance de pousses, et celui de préformation des bourgeons pour l'année suivante, ce qui induit une compétition de ressources au sein même de l'arbre (FERREE et WARRINGTON, 2003; HANKE et *al*, 2007).

En automne, la chute des feuilles est principalement contrôlée par la température (JACKON, 2003). La baisse de durée du jour à un effet sur les conditions radiatives et la baisse des températures de nuit induit l'abscission foliaire. Dans le cas de nuits relativement chaudes, la chute de feuilles peut être ralentie (JACKON 2003, FERREE and WARRINGTON, 2003).

I.4. Caractéristiques de quelques variétés de pommier

Dans le Monde, les variétés cultivées dominantes sont les variétés unicolores jaune rouge et verte de type « Golden Delicious », « Delicious Rouges », « Granny Smith ». Mais les variétés bicolores de type, « Gala », « Fuji », « Braeburn », « Jonagold » et « Cripps Pink » sont de plus en plus appréciées (O'ROURKE, 2003).

I.4.1. Caractéristiques phénologiques et culturelles de la variété « Golden Delicious »

C'est une variété obtenue par semis de hasard, découverte en 1890 aux USA par A.H.Mullins. Ce n'est qu'en 1914 que P. Stark de Stark nurseries en Louisiane, après expertise, lui donna le nom de Golden Delicious. (Figure I.4)(ITAFV., 2015).



Figure I.4: Pomme de variété Golden Deliciou (MOHHEMEDI et KHELID, 2017)

Selon MOHHEMEDI et KHELID (2017) les caractéristiques phénologiques et culturelles de cette variété sont comme suit :

- Débourrement : 2ème décade de Mars.
- Floraison : mois d'Avril.
- Maturité : 2ème décade de Septembre.

- Récolte : quelques jours avant la maturité (fruit jaunissant) mois de septembre jusqu'à la fin de novembre, selon la destination du produit (conservation/consommation direct).
- La variété Golden Delicious est une variété moyennement résistante à la sécheresse. Ses Besoins en froid hivernal sont supérieurs ou égaux à 700 heures. C'est une variété sensible à la tavelure et moyennement résistante à l'oïdium.

I.4.2. Caractéristiques phénologiques et culturelles de la variété «Anna»

La variété « Anna » est une pomme de style « Golden Delicious », développée en Palestine Elle est peu exigeante en froid et se développera même dans les climats où les températures plongent vers le gel pendant seulement 300 heures environ chaque hiver (Figure I.5) (ITAFV, 2015).



Figure I.5: Pommes de variété Anna (Original, 2020)

ELBAHI *et al.* (2017) citent les caractéristiques phénologiques et culturelles de cette variété comme suit :

- Débourrement: février.
- Floraison : 2^{ème} décade du mois de mars.
- Besoins en froid hivernal : faibles moins de 650 heures.
- Maturité : de la 2^{ème} décade de mai au début de juin.
- Récolte : quelques jours avant la maturité (fruits jaunissant) jusqu'à le début de Juillet et selon la destination du produit (Conservation / consommation directe).
 - L'arbre est néanmoins sensible à la tavelure et aussi aux pucerons et moyennement résistant à la sécheresse.

I.4.3 Caractéristiques phénologiques et culturelles de la variété «Gala»

L'origine de la variété « Gala » est due à un croisement de Kidd's Orange x Golden Delicious sélectionnée par H.J.Kidd à Grey town, Nouvelle-Zélande, et multipliée depuis 1960 (Figure I.6) (AEPPLI *et al.*, 1983).



Figure I.6: Pommes de variété Royal Gala (Original, 2020)

Les caractéristiques phénologiques et culturales de cette variété sont comme suit :

- Floraison : blanche à blanc rosé intervient en avril.
- Besoins en froid hivernale : de 650 à 950 heures.
- C'est une variété assez tolérante vis-à-vis du pH élevé et au calcaire actif (ROBIN et *al.*, 1966 ; cité par CHENAFFI, 2017). Très sensible aux manques d'eau, préfère les sols limoneux, profonds, peu sensible à la tavelure et à l'oïdium.

I.5. Ravageurs prépondérants du pommier

I.5.1. Le carpocapse *Cydia Pomonella* (Linnaeus, 1758)

I. 5.1.1. Classification et description

Règne: Animalia

Embranchement: Arthropoda

Classe: Insecta

Ordre: Lepidoptera

Famille: Tortricidae

Genre : *Cydia*

Espèces: *Cydia pomonella* (Linnaeus, 1758)

L'adulte du carpocapse est un papillon nocturne, gris et brun, mesurant 12 mm de longueur. Les ailes antérieures portent d'étroites lignes transversales et sont marquées à leur extrémité d'une tache brune entourée de deux raies bronzées à reflets métalliques (Figure I.7a).

Les œufs sont blancs et aplatis en forme de crêpe. Ils mesurent 1 mm de diamètre. La larve ou chenille est de couleur rose chair tachetée de noir, avec la tête brune (Figure I.7b). Elle mesure de 13 à 20 mm à maturité. (BOULE.*et al.*, 1997).



Figure I.7a: Mâle du carpocapse (original, 2020).

Figure I.7b: Stades de développement du carpocapse Brunner et *al.*, 2005; Feberuar, 2007). (A) Adulte, (B) Œuf, (C) Larve, (D) Chrysalide.

I.5.1.2. Cycle biologique

Les papillons mâles et femelles se déplacent, s'alimentent, s'accouplent et pondent essentiellement à la tombée du jour. Ils se nourrissent essentiellement d'aliments liquides et n'entraînent aucun impact direct sur les cultures hôtes (pommier, poirier, cognassier, noyé).

Suite au vol d'accouplement, la femelle dépose une cinquantaine d'œufs généralement de manière isolée, plus rarement par paquets de 2 ou 3, sur la face inférieure des feuilles à proximité d'un fruit ou plus rarement sur les fruits ou les rameaux. Après une à trois semaines d'incubation selon la température, les œufs éclosent. Les larves cheminent alors vers les fruits et cherchent un point de pénétration durant une phase nommée « stade baladeur » qui dure de 2 à 5 jours. Les larves creusent une galerie en spirale d'abord juste sous la surface du fruit, puis en direction de la zone des pépins. C'est ce stade larvaire qui est responsable des dégâts observés sur fruit et qui les rendent non commercialisables pour le producteur. Cette vie larvaire dure de 20 à 30 jours avec 5 stades successifs, (RICCI, 2006) (Figure I.8).

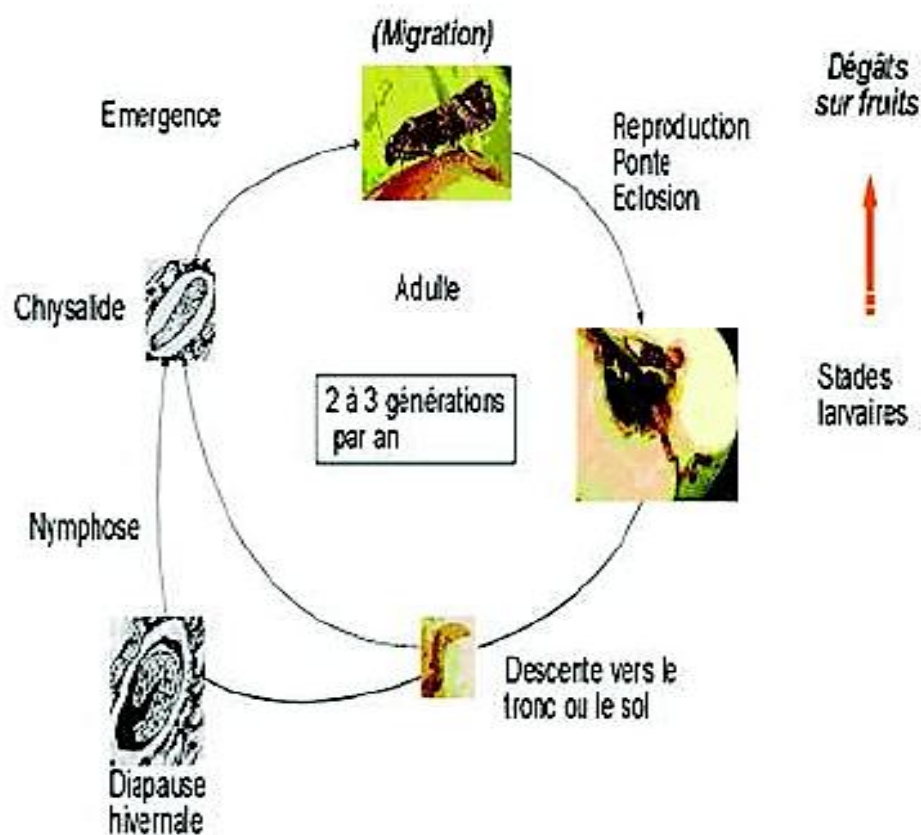


Figure I.8: Cycle évolutif du carpocapse (RICCI, 2006)

La larve quitte ensuite le fruit et se dirige vers le sol pour trouver un abri, dans le tronc ou le sol, et se rentre en nymphose au sol pour donner une nouvelle génération dans la même saison ou entrer en diapause, selon les conditions climatiques. On observe de 2 à 3 générations annuelles (AUDEMARD, 1991; BALACHOWSKY, 1966).

I. 5.1.3. Dégâts

Le carpocapse, *Cydia pomonella* (L.), est le principal ravageur de la production de Pommes, poires, coings dans le monde (MCGUFFIN et al., 2014). Cet insecte est capable d'endommager jusqu'à 100% de la production (BEERS et al., 2003).

Les larves se nourrissent à l'intérieur du fruit. Ceux-ci pénètrent habituellement le fruit à travers un petit trou d'entrée (CORMIER et al., 2015) qui peut favoriser la pourriture interne, et entraîner des pertes économiques en production lors de la conservation (LACEY et al., 2008) (Figure I.9).

Les dommages causés par la première génération de l'insecte, ont un impact économique plus faible que ceux des deuxième et troisième générations. En verger commercial ne suivant pas le cahier des charges en agriculture biologique, les dommages aux pommes supérieurs à 1% constituent un niveau inacceptable de dommages.

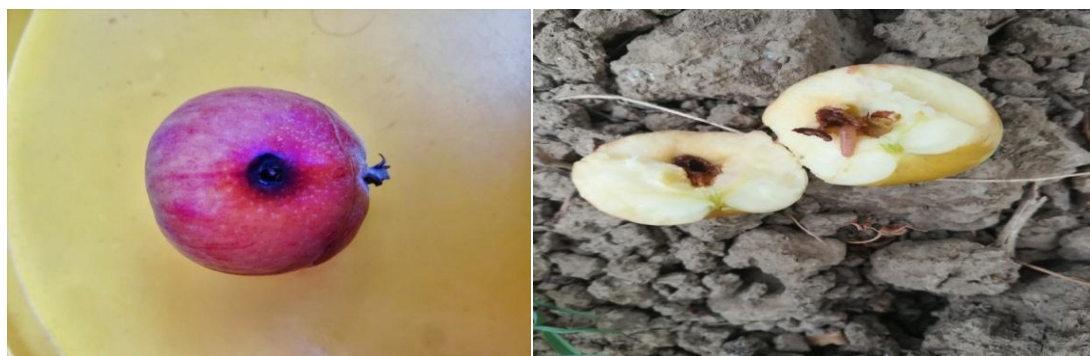


Figure I.9: Les dégâts causés par *Cydia pomonella* (L.) sur le fruit (Originale, 2020)

I.5.2. Le puceron vert non migrant du pommier *Aphis pomi* (De Geer)

I.5.2.1. Classification et description

Règne: Animalia

Embranchement: Arthropoda

Classe: Insecta

Ordre: Hemiptera

Sub-ordre: Sternorrhyncha

Super-famille: Aphidoidea

Famille: Aphididae

Sub-famille: Aphidinae

Genre: *Aphis*

Espèce: *Aphis pomi* De Geer, 1773 (CARVER et al, 1991)

D'après D'ALMEIDA, (2012). Les pucerons adultes ont un corps rond, d'environ 2 mm de longueur, velouté, de couleur verdâtre avec des pattes foncées.

Les jeunes larves sont vert jaunâtre à vert. Les ailés ont un thorax noir, abdomen vert avec 3 paires de taches circulaires latérales noires sur les segments abdominaux antérieurs et une tache semi-circulaire en avant et en arrière de chaque cornicule (Figure I.10). Les œufs sont d'un noir brillant, elliptique et d'une longueur d'environ 0,5 mm.

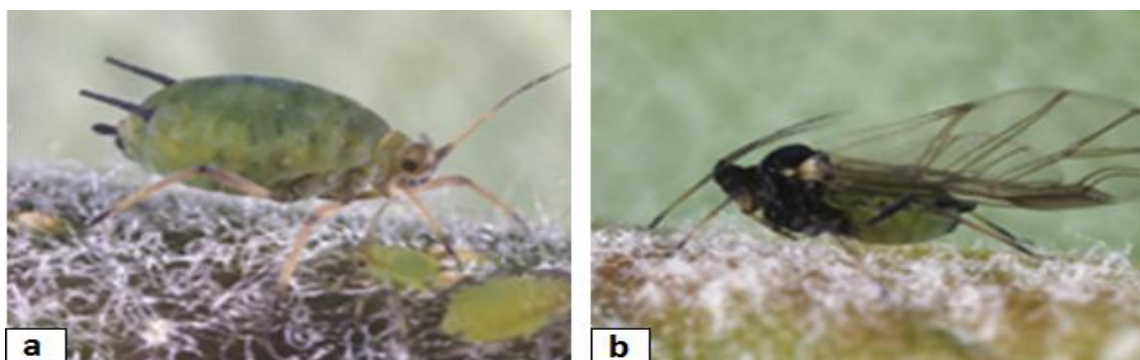


Figure I.10: Les formes d'*Aphis pomi* De Geer (a) La forme aptère, (b) la forme ailée (HULLE et al., 2020)

I. 5.2.2. Cycle biologique

Le puceron *Aphis pomi* est une espèce holocyclique monœcique, se développe au dépend de différentes espèces de Rosacées (*Cydonia*, *Pyracantha*, *Chaenomeles*) arborescentes dont les pommiers (*Malus*).

Au printemps les fondatrices éclosent des œufs (1) et donnent naissance à des femelles parthénogénétiques aptères (2).

Au cours du printemps et de l'été; de nombreuses générations de femelles parthénogénétiques ailées (3) et aptères (4) vont se succéder.

A l'automne, des sexupares (5) vont donner naissance par parthénogénèse à des femelles et des mâles sexués aptères (6,7).

Après l'accouplement (8), la femelle sexuée va pondre sur l'écorce de l'hôte. Les œufs passeront l'hiver pour éclore au printemps, (Figure I.11).

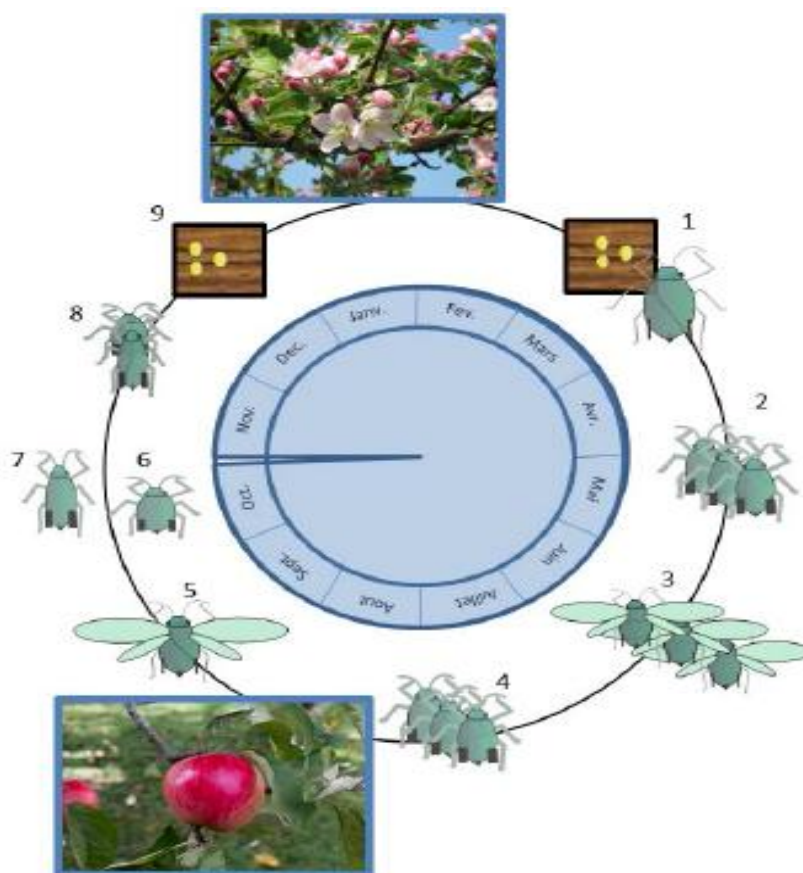


Figure I.11: Cycle de vie d'*Aphis pomi* (Cycle monœcique) [1]

I.5.3. Le puceron cendré *Dysaphis plantaginea* (Passerini, 1860)

I. 5.3.1. Classification et description

D'après, REMAUDIERE et *al.*, (1997) et LECLANT, (1999), *Dysaphis plantaginea* présente la position systématique comme suit:

Super ordre des Hémiptéroïdes

Ordre des Hémiptères

Super- famille des Aphidoïdea

Famille des Aphididae.

Sous famille des Aphidinae

Tribu des Macrosiphini

Genre *Dysaphis*

Espèce *Dysaphis plantaginea* (PASSERINI; 1860).

Le puceron aptère mesure 2,1 à 2,4 mm, de couleur vert olive, violacé à mauve et recouvert d'une pubescence blanchâtre. Au début de leur développement les larves sont beige puis deviennent gris brun en passant par le rose (Figure I.12).

Le puceron ailé (1.8 à 2.4 mm de longueur) est presque noir avec une tache brun foncé brillante au centre de l'abdomen et possède deux paires d'ailes hyalines, aux extrémités arrondies (HULL et *al.*, 1998 ; ACTA, 1998).



Figure I.12: Formes ailée et aptère et colonie du puceron cendré du pommier (HULL et *al.*, 1998)

I.5.3.2. Cycle de vie du puceron cendré

Le puceron cendré est une espèce hétéroïque (ou diœcique) et holocyclique (BLACKMAN et EASTOP, 1994).

Les pucerons migrants ailés pondent leurs œufs à l'automne sur les jeunes branches ou sous l'écorce des pommiers. Les œufs éclosent en mars lors du gonflement des bourgeons (Figure 13). Les colonies de pucerons croissent ensuite exponentiellement par parthénogénèse, donnant des femelles virginipares aptères et ailées, souvent protégées par les fourmis (JONES et *al.*, 2006; MINARRO et *al.*, 2010).

Les femelles virginipares aptères peuvent, en mai et juin, donner naissance chacune à environ 70 à 80 larves qui deviendront plus tard en été des femelles parthénogénétiques aptères qui se développeront sur leur hôte secondaire (*Plantago spp*) (CARROLL et HOYT, 1984).

Trois à six générations de fondatrigenes vivipares se développent au cours du printemps et jusqu'au début de l'été. Les ailés qui commencent à apparaître fin mai augmentent en proportion jusqu'en juin et migrent ensuite vers le plantain (hôte secondaire). Sur cette hôte secondaire, les populations sexuées commencent à produire des sexupares qui donneront naissance aux pucerons mâles exotiques sexupares aptères et ailés (BLACKMAN et EASTOP, 1994). Ces sexupares reviennent ensuite sur le pommier en automne pour pondre les œufs d'hiver (Figure I.13).

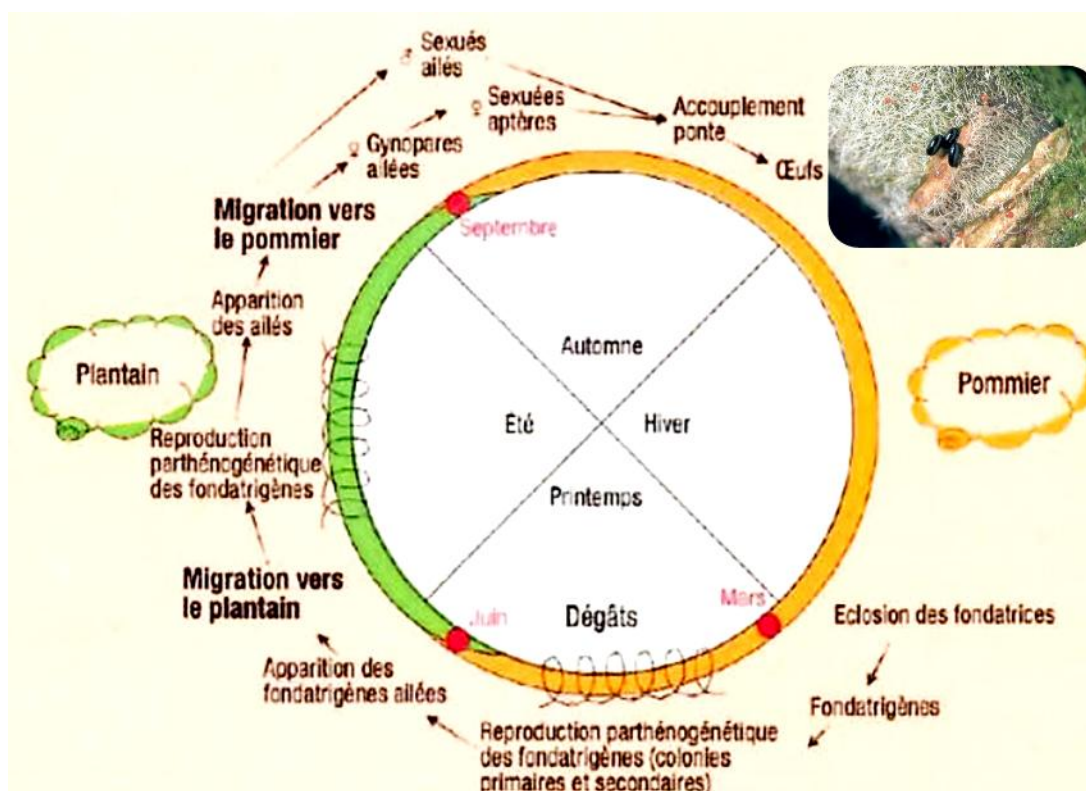


Figure I.13 : Œufs de *Dysaphis plantaginea* (RUBIL, in SCHAUBET *al.*, 1995) et cycle biologique (MOREL *et al.*, 2011).

I.5.3.3. Dégâts occasionnés par les pucerons sur pommier

Les pucerons sont les ravageurs les plus nuisibles au pommier (KEHRLI et WYSS, 2001; BLOMMERS *et al.*, 2004). Ils provoquent d'importants enrroulements et des déformations (Figure I.14) peuvent compromettre la récolte en cas de forte infestation et entraîner une diminution de la floraison l'année suivante d'où des réductions de la vigueur générale du pommier et la réduction de la taille des fruits (GOGGIN, 2007; KAAKEH *et al.*, 1992 ; FILAJDIC *et al.*, 1995). Le puceron cendré peut entraîner des pertes économiques significatives liées à des pertes de rendement allant de 30% (BLOMMERS *et al.*, 2004).



Figure I.14: Dégâts causés par le puceron cendré sur feuilles et fruits (STAUB cité par SCHAUB et *al.*, 1995)

1.6. Les ravageurs non prépondérants

Des ravageurs secondaires (Figure I.15), sont surveillés mais ne représentent pas une préoccupation majeure pour les producteurs : les cochenilles (Homoptera: Coccoidea) et les zeuzères (Lepidoptera: Cossidae). (MARLIAC, 2014.). Même les acariens et les mouches sont des ravageurs mineurs retrouvés certaines années en vergers de pommiers, ils ne présentent pas de risque économique, des traitements préventifs suffisent à les contrôler.

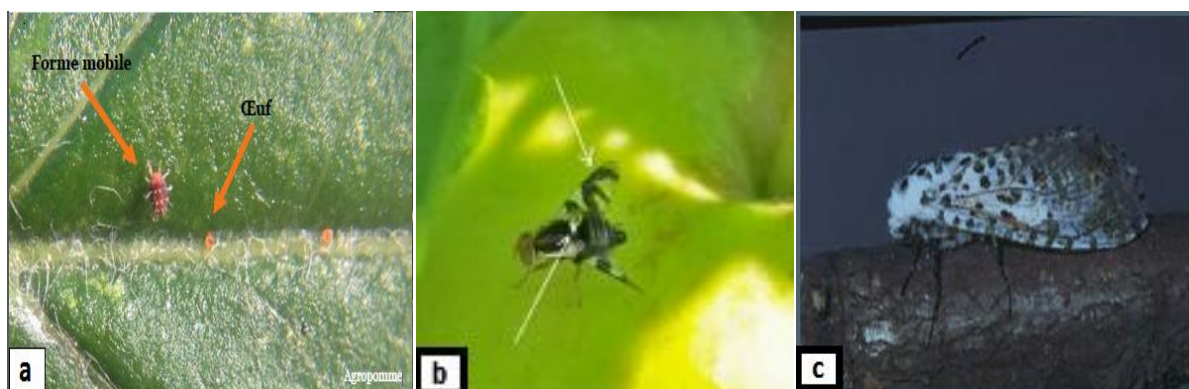


Figure I.15: Les ravageurs secondaires de pommier

(a) Tétranyque rouge (CHARPENTIER, 2012), (b) Mouche de fruit (CHARPENTIER, 2012),
(c) Zeuzère (DOUALA et FERHATE., 2014)

**CHAPITRES II:
PLACE DE
LA BIODIVERSITE
FONCTIONNELLE
DANS LA
PROTECTION DU
VERGER
DE POMMIER**

Chapitres II: Place de la biodiversité fonctionnelle dans la protection du verger de pommier

II.1. Diversité de l'arthropodofaune auxiliaire dans les vergers de pommier

L'entomofaune bénéfique se compose des prédateurs ou des parasitoïdes. Ces auxiliaires sont classés en ceux qui contrôlent des ravageurs précis et en auxiliaires généralistes qui peuvent intervenir lorsque les auxiliaires spécialisés ne sont pas encore présents sur la parcelle (RICARD *et al.* 2012).

II.1.1. Les insectes prédateurs

Les adultes des insectes prédateurs peuvent avoir différents régimes. Ils peuvent avoir le même régime alimentaire que les larves. Ils peuvent, soit être polliniphages, nectariphages, ou encore se nourrir de miellat des Homoptères. Les prédateurs les plus actifs sont les Coccinellidae et les Syrphidae, puis les Névroptères, les Coléoptères Telephoridae, les Cecidomyiidae et les Chamaemyiidae selon BÖRNER *et al.*, (1957 cité par RAT- MORRIS, 1994) ; LECLANT, (1974).

Une analyse avec des amorces spécifiques du carpocapse a permis de mettre en évidence une variabilité de proportions des prédateurs des œufs de carpocapses au printemps parmi lesquels figurent des punaises Anthocoridae et Miridae, des chrysopes, ainsi que des forficules et des coccinelles, selon FRANCK *et al.*, (2018) (Figure II.1).

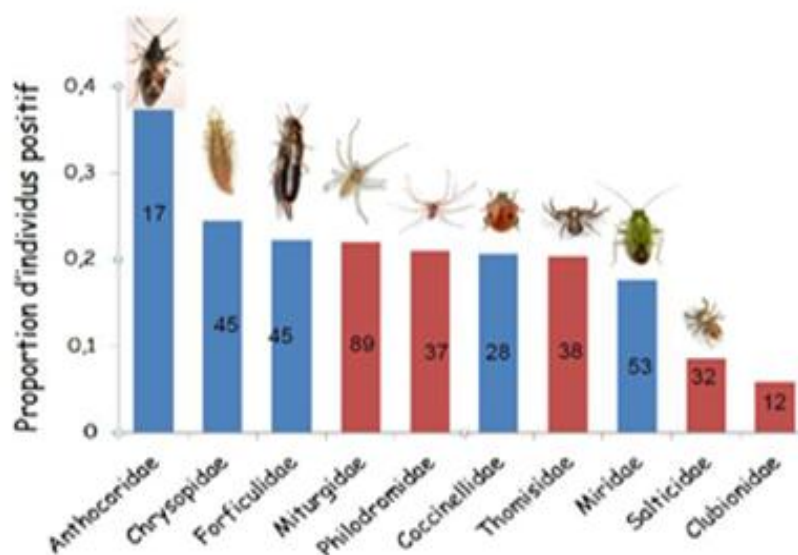


Figure II.1: Proportion de prédateurs présents en vergers de pommiers ayant consommé des œufs de carpocapse (FRANCK *et al.*, 2018).

II.1.1.1. Les Forficules

Les forficules sont des dermaptères de la famille des Forficulidae de régime trophique omnivore. Ils se nourrissent de petits insectes, lichens, champignons et de divers végétaux compris des fruits mûrs (BRADELY and MAYER, 1994 ; HANSEN et *al.*, 2006). Les espèces contrôlées par les forficules sont les pucerons (figure II.2), les œufs de Lépidoptères en vergers de pêchers et de pommiers (SOLOMON et *al.*, 2000) et les acariens en conditions de laboratoire (WEISS et MCDONALD, 1998).



Figure II.2: *Forficula auricularia* attaquant une colonie de puceron (HULL et *al.*, 2020)

MONTIERO et *al.*, (2013) citent les forficules comme étant particulièrement efficaces dans les habitats peu perturbés. D'après FRANCK et *al.*, (2018), ces prédateurs consomment les œufs du carpocapse.

II.1.1.2. Les coccinelles

Les coccinelles sont des coléoptères dont les élytres couvrent la totalité de l'abdomen, et dont le corps très bombé et hémisphérique ou ovale. Elles ne développent généralement qu'une génération par an, le stade larvaire durant un mois (BOUHRAOUA, 1987; MAAMERI, 2013). Les espèces les plus petites sont acariphage ou coccidiphages. Les autres de plus grande taille sont essentiellement aphidiphages (Figure II.3) (HADDADI, 2019). La plupart des espèces de coccinelles sont inféodées préférentiellement à la strate haute des arbres. D'après MARLIAC (2014), les coccinelles attaquent aussi les œufs de carpocapse.



Figure II.3: Prédation des pucerons par la coccinelle (CLÉMENTINE, 2015)

II.1.1.3. Les carabes

Ce sont des insectes Coleoptères zoophages, préférant des lieux humides. Ils se nourrissent de chenilles, pucerons, araignées rouges, carpocapses, quels que soit leur stade de développement (Figure II.4).

La mortalité par prédation est toujours importante aux mois d'août et septembre quand le carpocapse descend vers le sol pour la diapause hivernale (GARCIN et MOUTON, 2006).



Figure II.4: Un carabe consommant une larve de carpocapse (ANONYME, 2018)

II.1.1.4. Les Diptères Syrphidae et Cecidomyiidae

Les adultes sont floricoles. Les larves de diptères entomophages sont apodes (Abbou, 2012; cité par BENAICHOIR et DJOURDEM, 2017). On distingue les Syrphidae et les Cecidomyiidae.

Au niveau économique et écologique, les syrphes jouent un rôle primordial dans la pollinisation des plantes à fleurs des systèmes naturels et agricoles (AMY et *al*, 2018). Les larves s'alimentent principalement de pucerons (Figure II.5). Les espèces des genres *Syrphus*, *Episyrphus* et *Sphaerophoria* sont aphidiphages (SARTHOU, 2006 ; DEBRAS, 2007).

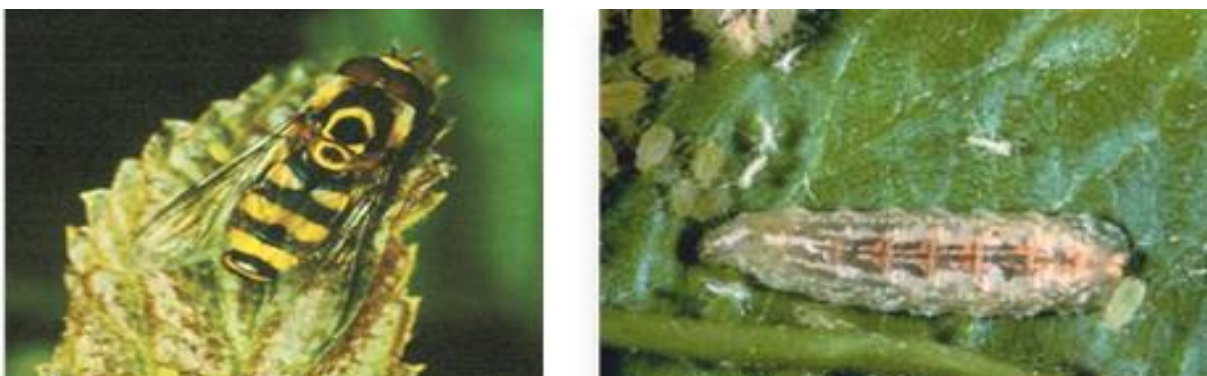


Figure II.5: Adulte et larve de syrphe avec un puceron (ANONYME, 2009a)

Les adultes des cécidomyies (Figure II.6) se nourrissent de pollen. Les larves sont efficaces en été et à l'automne et leur développement dure de 3 à 6 jours. Elles sont rouges et assez difficiles à voir. Une larve du genre *Aphidoletes* peut consommer de 7 à 20 pucerons par jour

(RONZON, 2006). Apparaissant en juin chaque femelle pond jusqu'à 600 œufs près des colonies de pucerons.



Figure II.6: Adulte et larve de cécidomyie *Aphidoletes aphidimyza* (KOPPERT, 2017)

Il y a en général deux générations par an. Il est estimé que les populations de pucerons verts peuvent être maintenues naturellement en dessous des seuils de nuisibilité lorsque 25 % des pousses affectées par les pucerons contiennent des cécidomyies ou qu'il y a présence d'au moins une larve de cécidomyie par 20 à 40 pucerons (GERALD et al, 2015).

II.1.1.5. Les névroptères Chrysopidae

Les chrysope adultes sont de couleur verte. Leurs larves très mobiles, au corps trapu et portant de puissantes mandibules en forme de croissant, sont de redoutables prédateurs de pucerons. Les œufs de couleur blanche sont pondus au bout d'un frêle pédicelle fixé au végétal. L'adulte mesure environ 2 cm et possède des yeux dorés (figure II.7).

Principalement aphidiphages, les larves peuvent aussi, en l'absence de pucerons s'attaquer à des acariens ou à des œufs et jeunes larves de lépidoptères. Très efficaces en été les chrysope consomment jusqu'à 500 pucerons au cours du cycle de croissance larvaire (RONZON, 2006).

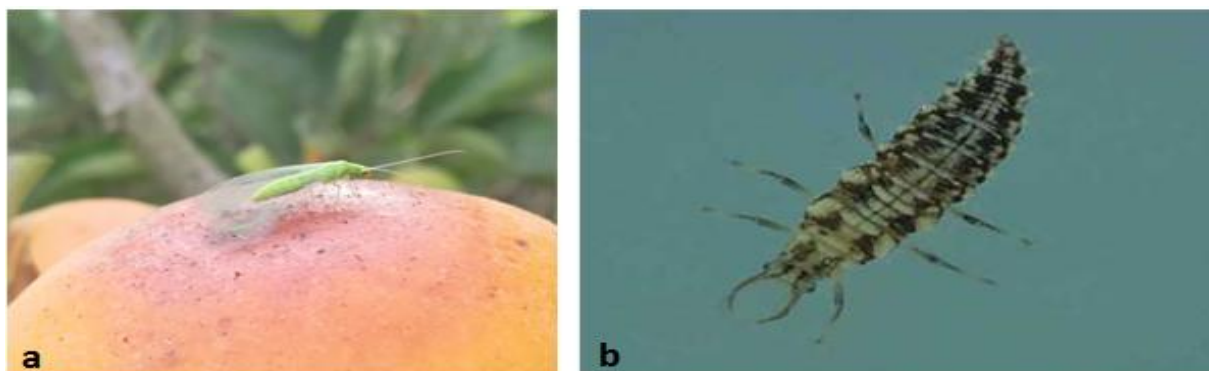


Figure II.7: Adulte et larve de chrysope, (a) : Adulte (originale, 2020), (b) : Larve (SIMON et al. 2007)

II.1.2. Les araignées prédatrices

Elles sont toutes des prédateurs polyphages, mais leur rôle précis dans l'élimination des ravageurs est insuffisamment connu (MANDRIN, 2004 cite par ABBOU, 2012). Ce sont des prédateurs efficaces des principaux insectes nuisibles dans les vergers de pommiers (PEKAR et KOCOUREK, 2004; MATHEWS *et al.*, 2004).

D'après WYSS *et al.* (1995), les araignées de la frondaison sont potentiellement importantes dans la régulation du puceron cendré au stade fondatrice, empêchant la mise en place des colonies et au stade de migrants ailés empêchant la ponte d'œufs d'hiver. En outre, ce sont des prédateurs efficaces du carpocapse (MARLIAC, 2014).

II.1.3. Les parasitoïdes Hyménoptères

Ils appartiennent aux ordres des Hyménoptères et des Diptères et sont largement utilisés dans le contrôle biologique des ravageurs des cultures (QUICKE, 1997; ELZINGA *et al.*, 2007; STEFANESCU *et al.*, 2012). Le parasitisme des espèces spécialistes contribue à plus de mortalité que les parasitoïdes généralistes de l'espèce hôte. On distingue ainsi des parasitoïdes ovo-larvaires ou des parasitoïdes ovo-pupaux en fonction du stade auquel l'hôte est attaqué puis tué (STIREMAN *et al.*, 2006).

Les femelles parasitoïdes piquent, injectent du venin et pondent leurs œufs dans ou sur leur hôte. La femelle peut tuer directement l'hôte au moment de la ponte: on parle alors de parasitoïde idiobionte. La larve du parasitoïde peut aussi retarder son développement et/ou consommer progressivement son hôte avant de le tuer ; le parasitoïde est alors dit koinobionte (QUICKE, 1997).

II.1.3.1. Les Ichneumonidae (Ichneumonidae et Braconidae)

Les Ichneumonidae sont des guêpes de tailles et de couleurs variables (5-40 mm). Les femelles peuvent parasiter les stades larvaires et nymphaux des chenilles. Les antennes sont longues. L'abdomen est souvent plus long que le thorax. Certaines espèces sont dotées de très longs ovipositeurs (ANONYME, 2009d).

Les Braconidae sont des guêpes souvent de couleur foncée ou claire. Leur taille varie de 2 à 15 mm et elles sont pourvues de longues antennes. Leur abdomen est rarement plus long que leur thorax. Ils s'attaquent à toute une gamme de groupes d'insectes, dont les chenilles, les mouches, les coccinelles et les pucerons (ANONYME 2009b ; DEBRAS, 2007) (figure II.8 et II.10).

On peut différencier les Braconidae des Ichneumonidae par l'absence de la deuxième nervure récurrente sur l'aile antérieure (HULLE *et al.*, 2020) (Figure II.9).



Figure II.8: Ponte d'un Ichneumonoidea dans les pucerons (DEBRAS, 2007)

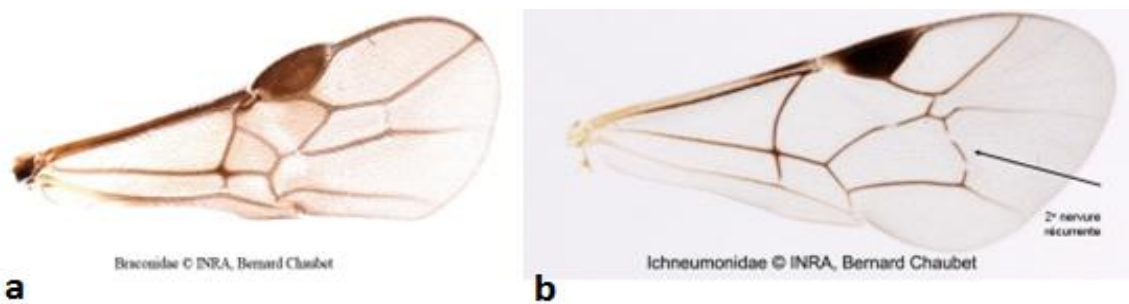


Figure II.9: Les ailes d'Ichneumonidae et de Braconidae, (a): aile de Braconidae, (b): aile d'Ichneumonidae (HULLE et al., 2020)

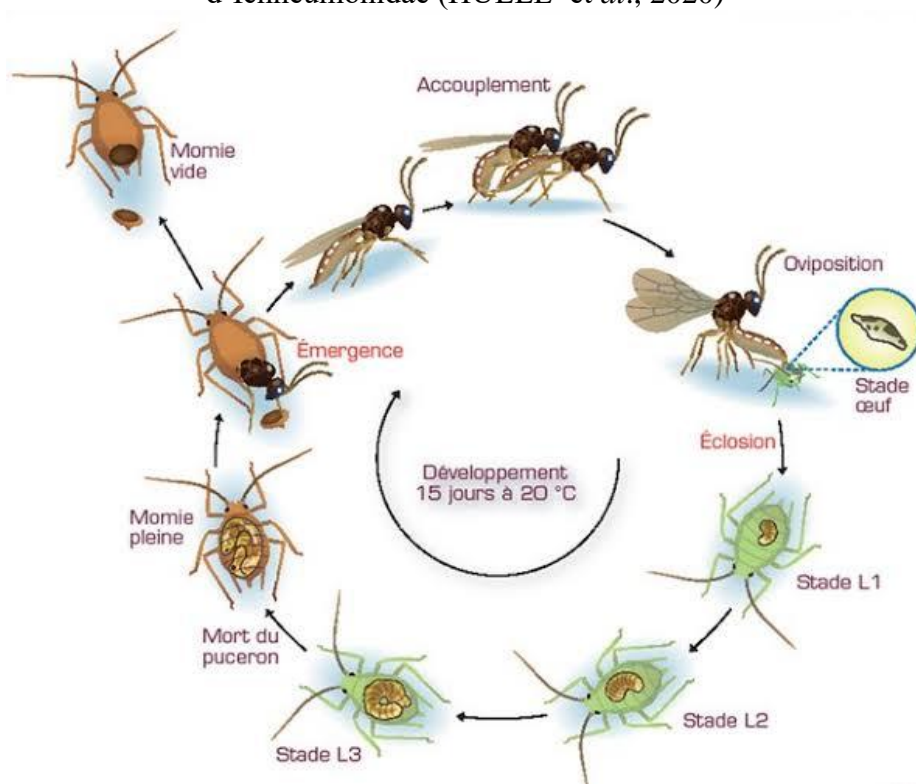


Figure II.10: biologie d'un hyménoptère parasitoïde de puceron (HULLE et al., 2020)

II.1.4. Les parasitoïdes Diptères Tachinidae

Les Diptères parasitoïdes sont généralement plus généralistes que les Hyménoptères, (WAJNBERG et RIS, 2007). Ces mouches mesurent régulièrement plus de 1 cm, et elles sont poilues, colorées, et se reconnaissent à la présence d'un renflement sous le scutellum (BOUCHER, 2008), (Figure II.11). Les œufs sont soit déposés sur le feuillage et ingérés par l'hôte (MAAMERI, 2013), soit la ponte a lieu directement à l'intérieur de l'hôte ou bien sur le sol (VINCENT et CODERRE, 1992).



Figure II.11: Parasitisme de Tachinidae (RAMEL, 2009)

II.1.5. Régulation naturelle temporelle du carpocapse et des pucerons par les auxiliaires prédateurs

Les figures II.12a et b montrent la disponibilité et l'évolution des groupes de prédateurs du carpocapse et des pucerons au cours de la saison. D'après la figure II.12a, différentes catégories d'ennemis naturels permettent de contrôler *cydia pomonella* à différentes étapes de son cycle de vie.

Les adultes peuvent être attaqués par les chauves souris. Les œufs sont prédatés par des punaises, tandis que les chenilles sont parasitées ou consommées durant leur phase mobile par des araignées.

Les larves diapausantes peuvent être la proie de carabes et de staphylins, des fourmis et des forficules durant la période du cycle s'étalant d'août à octobre. Les larves diapausantes du carpocapse sont enfin consommées par les mésanges (figure II.12a).

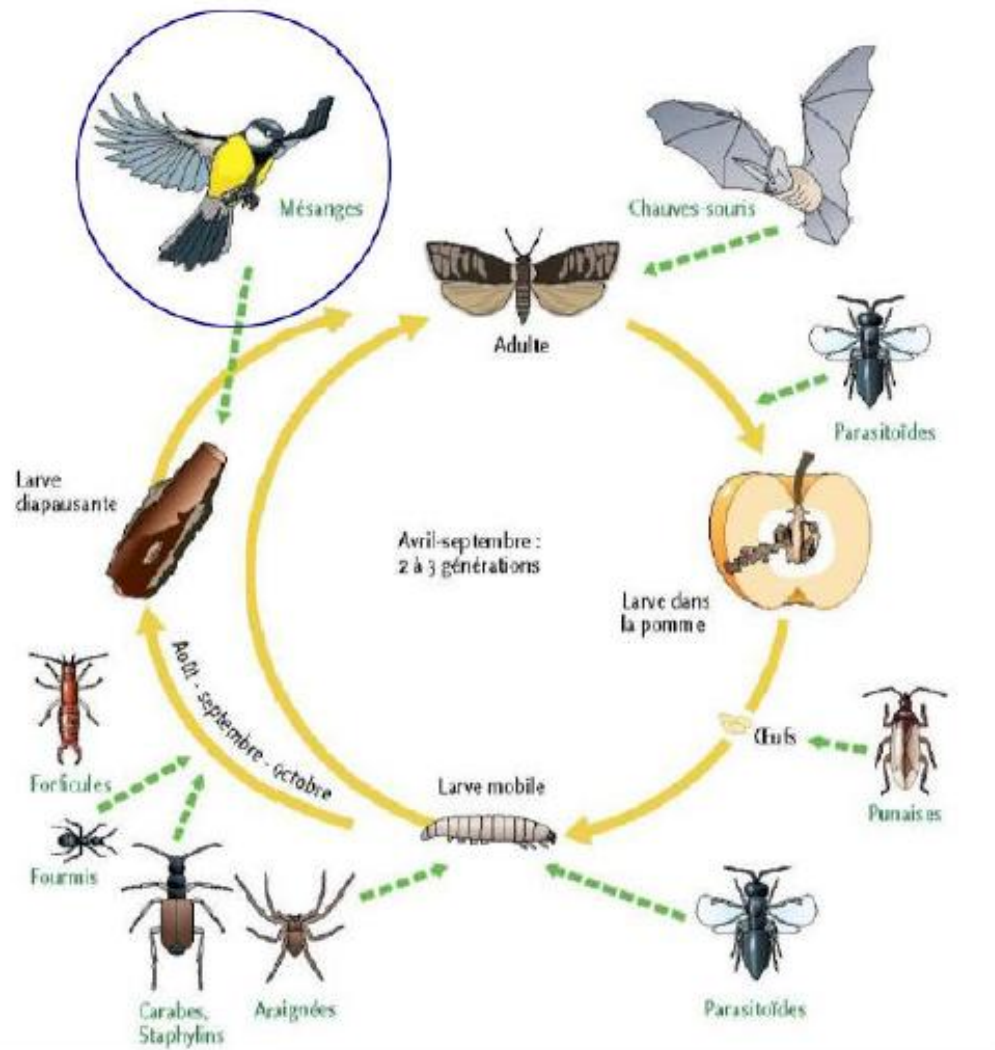


Figure II.12a : Régulation naturelle par les auxiliaires prédateurs durant le cycle du carpocapse RICARD *et al.* (2012).

Concernant les aphides, un cortège varié d'auxiliaires peut être en interactions avec notamment les formes aptères qui apparaissent et se succèdent durant la saison printanière.

On distingue les araignées qui s'attaquent aux œufs d'hiver et aux femelles fondatrices. Les fondatrigènes aptères sont à leur tour régulées par les forficules, des hyménoptères parasitoïdes, les coccinelles, les larves de syrphes et de cécidomyies ainsi que par les larves de chrysopes. Les ailés et les virginipares aptères des aphides peuvent être prédatés par des mésanges, chauve souris et carabes, (figure II.12b).

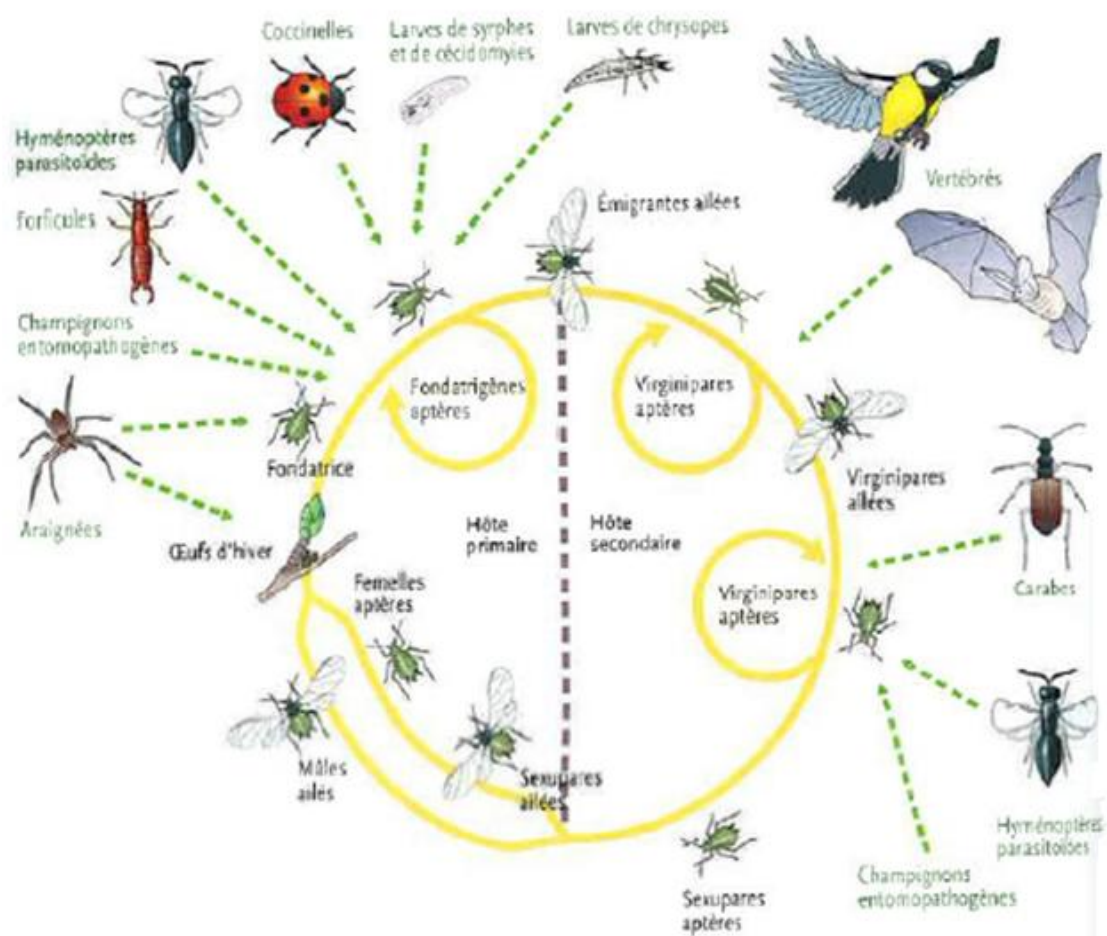


Figure II.12b: Cycle biologique d'un puceron holocycle dioecique et action possible des auxiliaires RICARD *et al.*, (2012)

II.2. Protection intégrée en vergers de pommier

La lutte intégrée se définit par l'emploi combiné et raisonné de tous les moyens de lutte dont dispose l'agriculteur pour maintenir la population de ravageurs à un niveau suffisamment bas pour que les dégâts occasionnés à la culture soient économiquement tolérables (FAURIE *et al.*, 2003). Cette stratégie de contrôle des bioagresseurs est basée sur deux fondements : La biodiversité et la prévention (BOISCLAIR et ESTEVEZ, 2006), et peut être considérée comme un moyen pour l'homme de produire sa nourriture d'une façon durable.

D'après l'OILB (Organisation Internationale de Lutte Biologique) (2002), la protection intégrée correspond à la mise en œuvre d'un ensemble de pratiques culturales qui satisfait des exigences écologiques, économiques et toxicologiques a fin d'obtenir une récolte qualitativement optimale. Les programmes de lutte intégrée contre les ravageurs intègrent différentes stratégies de contrôle qui sont données globalement dans les paragraphes ci après.

II.2.1. La lutte chimique

L'utilisation massive des pesticides comme moyen de lutte principal contre les ravageurs a conduit à la sélection de génotypes résistants aux molécules utilisées (VAN LEEUWEN *et al.*, 2008). La majorité des traitements insecticides s'effectuent entre avril et septembre, au moment où l'activité de la faune auxiliaire est maximale, (ZAKARIA, 1997). Cependant, les insecticides utilisés pour lutter contre le carpocapse de la pomme sont toxiques pour plusieurs espèces de la faune auxiliaire (CHOUINARD, 2001).

D'après GAUTIER (2001), les méthodes de contrôle contre *C. pomonella* d'une part sont dominées par différents insecticides chimiques les Organophosphorés, Azinphos, Diazinon, Phosolane, Phosmet, les Acylurée, Flufinoxuron, les Carbamates, Carbaryl, les Pyréthriinoïdes, Cyperméthrine et Fenpropathrine. Ces insecticides sont utilisés pour assurer la couverture des feuilles et des fruits a fin de tuer les œufs et les larves juste après l'éclosion (AUDEMARD, 1982).

Plusieurs matières actives sont homologuées d'autre part contre les pucerons, comme l'Alléthrine, le Malathion, la Pyréthrine, la Perméthrine, l'huile minérale, le Polysulfure de calcium, les savons insecticides et les gommés résines naturelles (ANONYME, 2009c). SCHAUB *et al.* (1995) recommandent de pulvériser les insecticides sur les parties basses des couronnes proches du tronc. Une meilleure efficacité est obtenue en effectuant un traitement précoce, avant l'enroulement des feuilles.

II.2.2. La lutte biochimique

Les matières actives de ce mode de lutte sont produites par des organismes vivants : d'origines bactériennes ou virales et les insecticides d'origine végétale ou animale.

Parmi les insecticides d'origine végétale, on peut citer le jus de fougère qui a été utilisé comme insecticide contre le carpocapse. La richesse des fougères en phytoecdystéroïdes fait que ces hormones sont capables d'agir comme l'ecdysone, hormone spécifique qui régule la mue des larves d'insectes. La 20-hydroxyecdysone bloque la mue, inhibe la prise de nourriture des chenilles et la reproduction (THIBAUT *et al.*, 2018).

L'huile de neem, extraite des graines de neem (*Azadirachtaindica*), a une action anti-nutritive et insecticide contre le puceron cendré et sur les coccinelles (MARLIAC, 2014).

II.2.3. La lutte autocide

La lutte attracticide ou confusion sexuelle consiste à disposer dans les pommiers des diffuseurs qui contiennent les composés principaux de la phéromone sexuelle de *C. pomonella* (VERHAEGHE, 2005 ; CHOUINARD, 2008) (Figure II.13). Les mâles qui viennent en contact avec le produit meurent après quelques heures, et ainsi la reproduction est réduite d'où la réduction des populations et des dégâts dans le verger (CHOUINARD, 2008).



Figure II.13: Diffuseurs de la phéromone sexuelle de *C. pomonella* (LAGET et *al.*, 2015)

La technique de la lutte autocide vise à relâcher des millions de mâles de carpocapse stériles dans la nature de sorte à empêcher les femelles de s'accoupler avec les mâles sauvages fertiles, et de pondre. II.2.4. La résistance de l'hôte

Elle consiste à créer des variétés tolérantes, répulsives ou toxiques pour un ravageur ciblé, (QUBBAJ et *al.*, 2005). En ce qui concerne le carpocapse, une surface de feuille avec peu de trichomes (poils à la surface des feuilles) diminue la ponte de ce ravageur (Al Bitar et *al.* 2012).

II.2.5. La lutte mécanique, physique et culturale

Le type de conduite de l'arbre en modifiant son architecture peut modifier d'une part l'attractivité de la plante hôte, et d'autre part les conditions de vie du ravageur sur cette plante ainsi que les disponibilités et accès aux ressources nutritives (GIRAUD, 2016). L'installation des filets dans les parcelles ou au niveau des rangs de pommier forme une barrière physique de protection des fruits contre le carpocapse, (DIB et *al.*, 2010 ; BOREAUX et *al.*, 2012) (Figure II.14), mais a un effet négatif sur l'abondance et la richesse de certains ennemis naturels associés aux colonies du puceron cendré. SIMON et *al.*, (2006), démontrent de plus qu'une taille plus aérée (dite taille centrifuge) en verger de pommiers est défavorable au puceron cendré. Les fertilisants chimiques à action rapide riches en azote sont à utiliser avec précaution car ils favorisent la croissance rapide des pousses, attirant ainsi les pucerons (ANONYME, 2009c).

Selon BLOMMERS et *al.*, (2004) et DUPONT et *al.*, (2005), la lutte par la défoliation artificielle permet d'éliminer précocement les mâles ailés et les femelles ovipares qui ne pourront plus s'alimenter du fait que la croissance des rameaux s'arrête normalement avant septembre.



Figure II.14: Filet Monorang Alt'Carpo sur rang de pommier (LAGET et *al.*, 2015)

II.2.6. La lutte biologique

Ce moyen de lutte consiste en l'utilisation d'organismes vivants pour supprimer les populations d'un ravageur ou ses impacts dans le but de le rendre moins abondant ou moins nocif (EILENBERG et *al.*, 2001).

On distingue d'une part la lutte biologique classique. Celle ci consiste à introduire un agent biologique exotique dans un nouvel environnement pour contrôler à long terme un ravageur non-natif (MARLINE, 2013). Dans ce cadre, le lâcher des parasitoïdes Trichogrammatidae contre le carpocapse est avéré peu efficace en verger de pommier. Néanmoins, l'introduction d'acariens Phytoseidaes a donné une plus grande efficacité sur les acariens phytophages (BOREAU et *al.*, 2012).

D'autre part, la lutte biologique par inondation consiste à l'utilisation d'organismes vivants pour le contrôle de ravageurs lorsque ce contrôle est exclusivement obtenu par le lâcher des individus eux-mêmes. Dans la lutte biologique par inoculation l'auxiliaire lâché intentionnellement se multipliera et contrôlera la population du ravageur pour une longue période mais pas définitivement épandu.

En lutte microbiologique, la carpovirusine ou virus de la granulose est couramment utilisé contre le carpocapse de la pomme (LACEY et SHAPIRO-ILAN, 2008). Cependant, la bactérie *Bacillus thuringensis* est quelques fois utilisée pour lutter contre le carpocapse mais elle n'est pas spécifique (PURE, 2013).

Enfin, deux espèces intéressantes de nématode *Steinernemafeltiae* et *Steinernemacarpocapsae* ont été identifiées pour le contrôle des larves hivernantes de *C. pomonella* (GIORDANENGO, 2004; LACEY et THOMAS, 2005). Après pénétration de *Steinernemacarpocapsae* dans la larve, le nématode libère une bactérie qui va causer rapidement la mort de la larve et la rendre disponible pour les nématodes.

Par ailleurs, la lutte biologique par conservation est une forme de lutte à long terme qui se base sur la modification des pratiques agricoles et l'aménagement du paysage pour favoriser les ennemis naturels (MARLINE, 2013). En effet, les pratiques agricoles et les ressources locales et paysagères affectent souvent l'abondance et la composition des communautés de parasitoïdes dans un agro-écosystème donné (JONSSON et *al.*, 2012; MATES et *al.*, 2012).

(RICCI *et al.*, (2011) et TRAUGOTT *et al.*, (2012) signalent que la culture des haies spontanées sur les bordures des vergers semble limiter la densité larvaire des carpocapses. Ces modifications auraient également un impact sur les araignées qui peuvent précéder les larves de carpocapse (BOREAU *et al.*, 2012).

Les habitats floraux tels les bandes florales fournissent aux parasitoïdes des ressources complémentaires comme le pollen et le nectar, ce qui augmente la longévité et la fécondité des femelles parasitoïdes (SCHMALE *et al.*, 2001) (Figure II.15).

Enfin selon CHAPLIN-KRAMER *et al.*, (2011), les espèces parasitoïdes spécialistes répondent à la composition du paysage à une plus petite échelle en comparaison avec les espèces généralistes.



Figure II.15 : Bande florale en bordure de parcelle associée à une haie arbustive (LAGET *et al.*, 2015)

II.3. Impact des pratiques agricoles sur la biodiversité fonctionnelle en vergers de pommier

Tout verger peut être perturbé à long terme par des mauvaises interventions qui ne tiennent pas compte de toutes ses composantes (MIRELLA *et al.*, 2013). Ainsi, sous réserve de limiter l'effet des pratiques de protection, la biodiversité du verger en tant qu'habitat à fort potentiel écologique, contribue au service de régulation naturelle des ravageurs (BUREL, 2008).

La mise en place d'une couverture végétale entretenue l'arrêt des traitements insecticides et des traitements herbicides engendrent une augmentation de la richesse spécifique en plantes ainsi que les arthropodes herbivores, prédateurs et parasitoïdes qui permettent d'augmenter cette régulation naturelle (DEGUINE, 2015).

II.3.1. Impact des pesticides

L'apparition de résistances aux insecticides (FRANCK *et al.*, 2007; REYES *et al.*, 2009) les effets collatéraux sur la biodiversité et l'environnement (KREBS *et al.*, 1999 ; SIMON *et al.*, 2009) ont poussé à optimiser les périodes de traitements, tout en variant les classes d'insecticides utilisés et en évaluant leur toxicité sur les auxiliaires des cultures.

L'effet des traitements pesticides sur la biodiversité a un impact négatif sur l'abondance et la diversité spécifique de la plupart des taxa (HOLE et *al.*, 2005). En agriculture conventionnelle en suit une moindre régulation des ravageurs par la biodiversité fonctionnelle (OSTMAN et *al.*, 2001 ; GEIGER et *al.*, 2010).

II.3.2. Impact de la fertilisation

II.3.2.1. Impact de la fertilisation phosphatée

La fertilisation phosphatée est très répandue dans les pratiques agricoles. Mais son utilisation peut engendrer certaines contaminations environnementales telles la pollution des sols et des cours d'eau (CAHOON et ENSIGN 2004; SHARPLEY et *al.*, 2004).

Plusieurs pratiques de gestion sont envisagées pour remédier à ce problème, entre autres la manipulation de la flore microbienne en raison de son implication dans la fertilité du sol. (BEAUREGARD, 2010).

Selon CLUZEAU et *al.*, (2011), la majorité des engrais, en permettant d'accroître la production végétale et de ce fait la ressource alimentaire pour les vers de terre (lombrics), peut favoriser le développement de ces derniers comme le niveau de lombriciens dans un sol non perturbé, est fortement lié aux retours organiques l'incorporation au sol du sulfate d'ammonium, peut avoir un effet plus négatif que bénéfique. La rotation avec le choix des couverts végétaux présente également un intérêt pour rééquilibrer le rapport carbone, sucre, azote des résidus fermentescibles (CLUZEAU et *al.*, 2011).

II.3.3. Impact des travaux du sol

La préparation du sol peut être réalisée par différentes techniques, cependant il existe de nombreuses différences entre celles-ci. Ainsi, les deux principaux types de travail du sol sont le labour et les Techniques Culturelles Simplifiées (TCS). Les TCS ont pour avantage de moins perturber la vie du sol qu'un travail du sol profond.

Le sol est un milieu vivant constitué de milliers d'espèces représentées. Le type de technique choisi pour travailler le sol va avoir des impacts importants sur les organismes, et il faudra donc adopter celle permettant une interaction bénéfique entre toutes ses composantes. Globalement, les effets des différentes méthodes de travail du sol sur l'abondance et la diversité de la faune du sol sont liés à des effets directs lors du travail, à la modification de leurs habitats et à la modification de la distribution des apports nutritifs. La biodiversité des sols labourés est généralement inférieure à celle subissant de moindres perturbations physiques (JEROME, 2009)

Le labour a une incidence sur la biodiversité du sol. Le travail du sol perturberait des processus naturels en modifiant les caractéristiques chimiques et physiques du sol. Les bactéries aérobies qui prospèrent en surface se retrouvent enterrées et meurent asphyxiées. Les bactéries pathogènes vivant en profondeur sont déplacées en surface. Les insectes et vers utiles sont agressés et finissent par se raréfier. Les graines des adventices les plus résistantes enfouies par le labour ne sont pas toujours détruites et germeront au prochain labour après leur retour en surface (SERGE, 2018).

CHAPITRE III:

MATERIELS

ET METHODES

Chapitre III: Matériels et méthodes

III-1-Caractéristiques des régions d'étude :

III-1-1 Situation géographique

Le travail que nous avons mené s'est déroulé au niveau de deux vergers situés l'un dans la commune d'Attatba (Exploitation privé 156) wilaya de Tipaza et l'autre dans la commune de Chiffa (EAC Boudissa) wilaya de Blida.

Tipaza est située sur le littoral nord-centre du pays. Elle est limitée par la mer méditerranéenne au nord et au sud-ouest, Chleff à l'Ouest et Alger à l'est (Figure III.1). Le territoire de la wilaya de Tipaza couvre une superficie de 1707 km réparti en montagnes par 336 Km (2 %) et 577 km (34 %) de collines et piémonts, la plus grande surface est représentée par des plaines sur 794 km (46 %). Les superficies relatives des plaines, ainsi que les collines ont une place particulièrement importante dans la vie économique caractérisant la richesse de ses terres agricoles.



Figure III.1: Situation et limites de la région d'étude Tipaza (Google Maps, 2020)

La wilaya de Blida est située dans le Tell central, elle est délimitée: au nord par les wilayas de Alger et de Tipaza, à l'est par les wilayas de Boumerdès et de Bouira, au sud par la Médéa et de Aïn Defla (Figure III.2)

La wilaya se compose principalement d'une importante plaine et d'une chaîne de montagnes au Sud. La plaine de la Mitidja, qui s'étend d'Ouest en Est est une zone agricole riche. On y trouve des vergers, agrumes, des arbres fruitiers, de la vigne, et de l'apiculture mais également des cultures industrielles. La zone de l'Atlas blidéen et le piémont, la partie centrale de l'Atlas culmine à 1600 mètres, les forêts de cèdres s'étendent sur ses montagnes. Le piémont dont l'altitude varie entre 200 et 600 mètres, présente des conditions favorables au développement agricole.



Figure III.2: Situation et limites de la région d'étude Blida (Google Maps, 2020)

III-1-2.Climat :

D'après Ramade (1984), les facteurs climatiques importants à prendre en considération sont la température et la pluviométrie.

Pour caractériser l'état climatique dans les régions d'études nous avons pris en considération la décennie 2009-2019 et les moyennes mensuelles au cours des années 2018 jusqu'à 2020. Ces données nous ont été fournies par un site.

A. Températures :

La température est un élément très important pour l'agriculture. Elle peut être utilisée pour indiquer les phases critiques pour les ravageurs et les maladies qui nécessitent des traitements chimiques (Westbrook, 2005).

Les données thermiques (<https://www.historique-meteo.net>) à savoir, les températures minimales(m), maximales(M) et moyennes mensuelles $[(m+M)/2]$ au cours des années 2009 à 2019, ont fait l'objet d'une analyse représentée dans la figure III.3.

A.1. Tipaza (2009-2019)

L'analyse des températures de la région de Tipaza, fait ressortir que les basses températures sont enregistrées aux mois de janvier et février, les hautes températures sont notées durant les mois juillet et août. A partir du mois de février les températures augmentent et atteignent un maximum au mois de juillet.

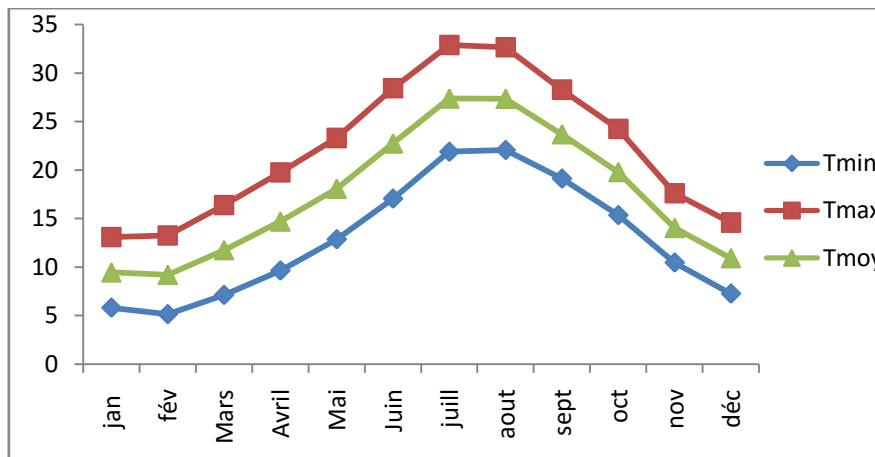


Figure III.3: Evolution des températures enregistrées durant la période 2009-2019 dans la région de Tipaza

B. La Pluviométrie :

D'après GALET (2000), on admet qu'il faut au maximum de 250 à 350 mm de pluie durant la période de végétation et de maturation de pommier c'est-à-dire du débourrement à la récolte.

Les précipitations mensuelles en Mitidja ont un régime typiquement méditerranéen avec un maximum en hiver et un minimum en été. Elles varient entre 600 et 900 mm en fonction de la région considérée (localisation géographique et l'altitude) (MUTIN, 1977).

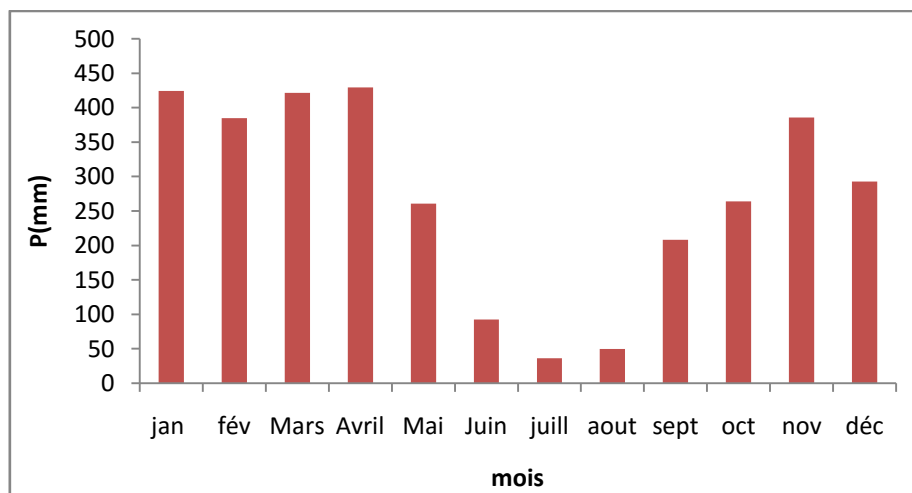


Figure III.4: évolution des précipitations enregistrées durant la période 2009-2019 dans la région de Tipaza

Cette distribution inégale des précipitations au cours du cycle annuel et l'alternance de la saison humide et saison sèche joue un rôle régulateur des activités biologiques des ravageurs.

C. Le vent:

C'est un paramètre qui influe sur la fécondité de pommier aussi bien sur les ravageurs, d'après VAN- HARTEN (1974) cité par LAAMARI (2004), explique que par un temps venté, les aphides se montrent incapables de s'envoler.

D. L'humidité:

Le vol des pucerons est rare lorsque l'humidité relative de l'air est supérieure à 75% combinée avec une température inférieure à 13 °c et il est favorisé à une humidité relative de l'air inférieure à 75% avec une température comprise entre 20 et 30 °c (GUETTELAH, 2009).

III-1-3. Synthèse climatiques

III-1-3.1. Diagramme Ombrothermique de Gausсен et Bagnouls :

Gausсен, considère que la sécheresse s'établit lorsque la pluviosité mensuelle (P) exprimée en mm est inférieure au double de la température moyenne mensuelle (T°) en degrés Celsius ($P < 2T$) (DAJOZ, 1985). Partant de ce principe, nous avons établi le diagramme ombrothermique pour la période 2009-2019. Nous avons également dressé des diagrammes pour les années 2018 et 2019 afin de mettre en évidence la variation annuelle de la durée des périodes sèche et humide.

Dans les 10 ans, la région de Tipaza a subi une période sèche de six mois allant de début avril jusqu'à la fin d'octobre, la période humide couvre les autres mois restants avec deux principaux pics le premier coïncide avec les mois de novembre et janvier alors que le deuxième se situe au mois d'avril (Figure III.5).

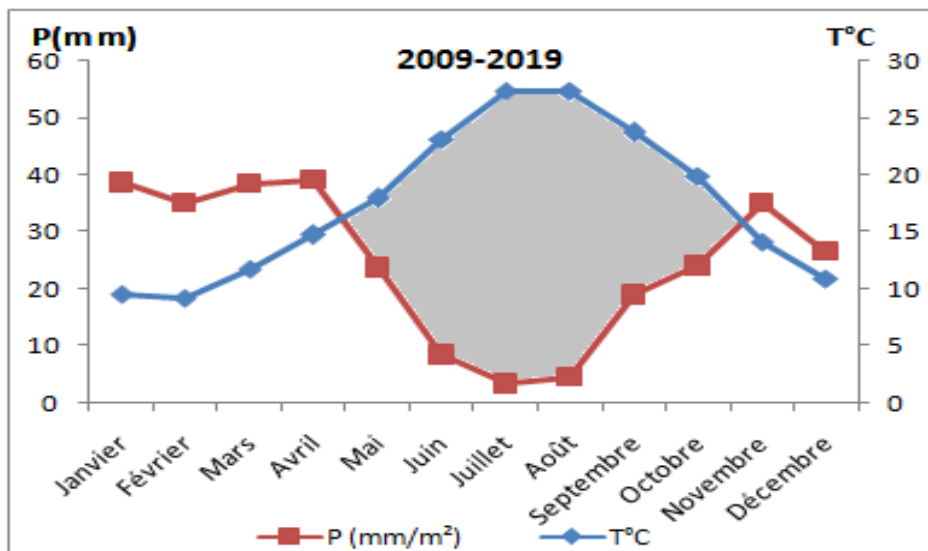


Figure III.5: Diagramme ombrothermique de la région de Tipaza (Moyennes considérées sur la période 2009 à 2019)

III.1.3.2. Tipaza (2018-2020)

Les données thermiques mensuelles enregistrées durant l'année (2018) et (2019) dans la région de Tipaza sont présentés dans le graphe (figure III.6).

L'analyse de ce graphe montre d'une part que la plus faible température moyenne durant les deux années est enregistrée au mois de février avec 8,68°C en (2018) et en (2019) avec 10,07 donc il est considéré comme le mois le plus froid dans les deux années ; d'autre part juillet

est le mois le plus chaud dans les deux années avec une température moyenne de 28,08 °C en (2018) et 29,52°C en (2019).

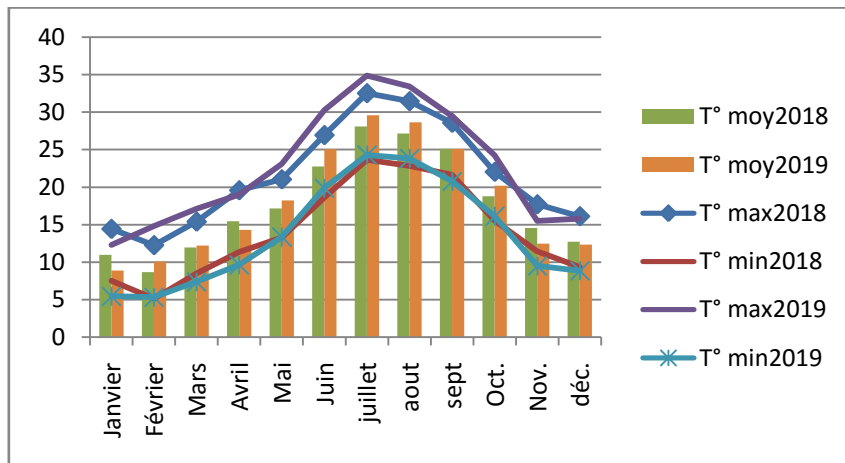


Figure III.6: Evolution des températures enregistrées durant les années 2018 et 2019 dans la région Tipaza

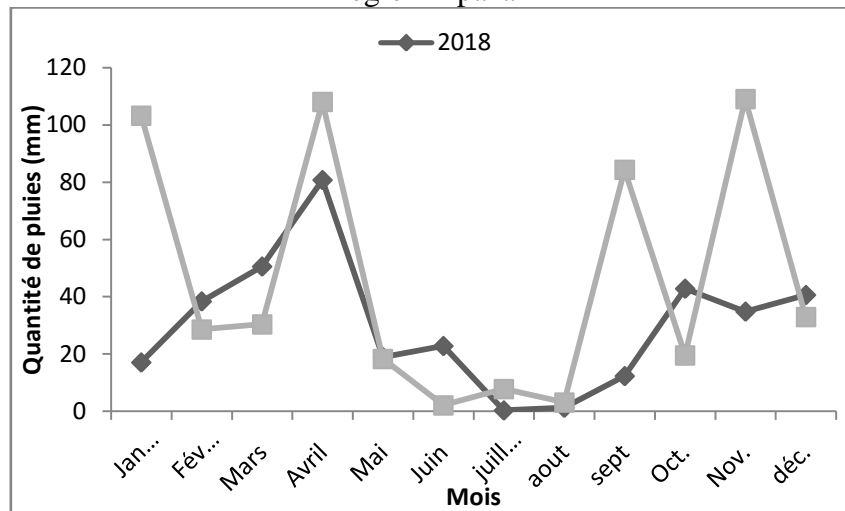


Figure III.7: Variation des quantités de pluies mensuelles des années 2018 et 2019 dans la région de Tipaza

D'après les courbes de précipitation des deux années: on observe deux mois différents qui présentent la quantité de pluie optimale dans chaque année, le mois d'avril en (2018) avec une quantité de 80,7 (mm) et le mois de novembre avec (109 mm), et d'après le tableau l'année 2019 est le plus pluvieux avec précipitation totale de 547,12 (mm) (Figure III.7).

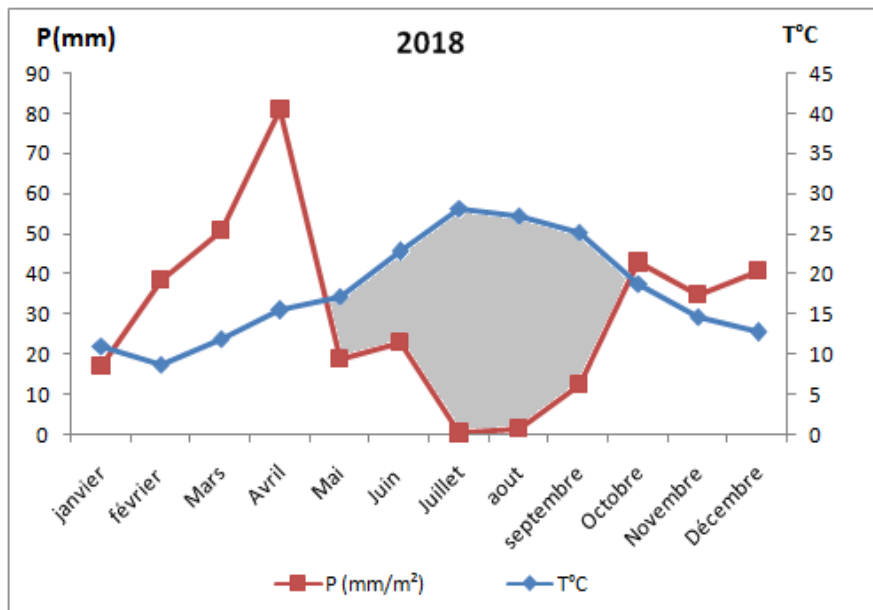


Figure III.8: Diagramme ombrothermique de la région de Tipaza de l'année 2018

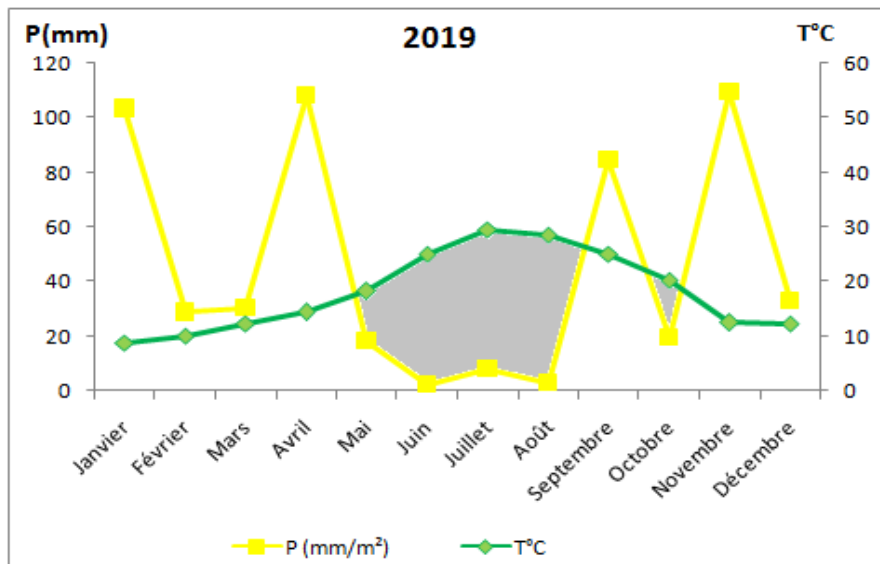


Figure III.9: Diagramme ombrothermique de la région de Tipaza de l'année 2019

Pour l'année 2019, nous constatons une mauvaise répartition des précipitations malgré les chutes de pluies importantes enregistrées.

Par contre en 2018, nous avons assisté à une période sèche en période estivale de la mi-mai jusqu'à mi-octobre).

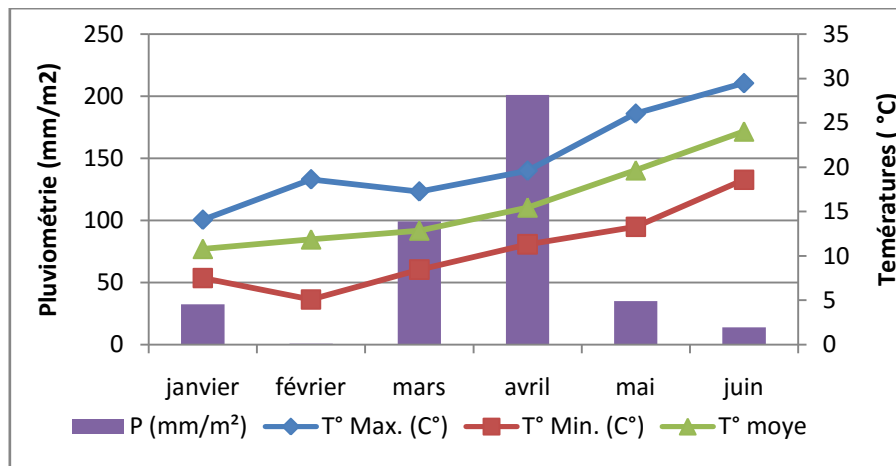


Figure III.10: Variation des températures et des précipitations du mois de janvier jusqu'au mois de juin (période d'étude) dans la région de Tipaza

La figure (III.10) présente l'ensemble des variations thermiques, températures maximales, minimales, moyennes et les précipitations des premiers six mois de l'année 2020. On observe que le mois le plus chaud est le mois de juin avec une température maximale de 29,5 (c°) et une moyenne mensuelle de 24,05 (c°) par contre le mois de février est le plus froid avec une température minimale de 5,11 c° et une moyenne mensuelle de 11,88 (c°), le mois d'avril est le mois le plus pluvieux dans cette période avec 201 (mm) et le mois février est le plus chaud avec une pluviométrie presque nulle 0,8 (mm).

III-1-3.3.Blida (2009-2019)

L'analyse des températures de la région de Blida, fait ressortir que les basses températures sont enregistrées aux mois de janvier et février, les hautes températures sont notées durant les mois juillet et août. A partir du mois de février les températures augmentent et atteint le maximum au mois de juillet.

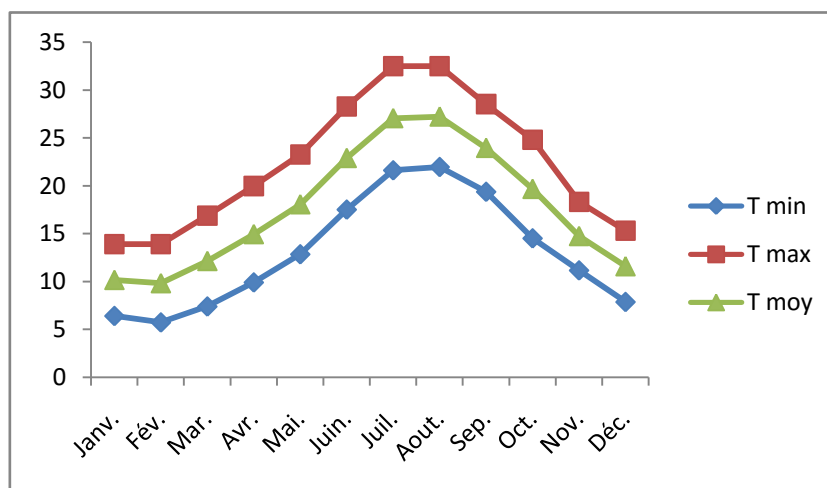


Figure III.11: Evolution des températures enregistrées durant la période 2009-2019 dans la région de Blida

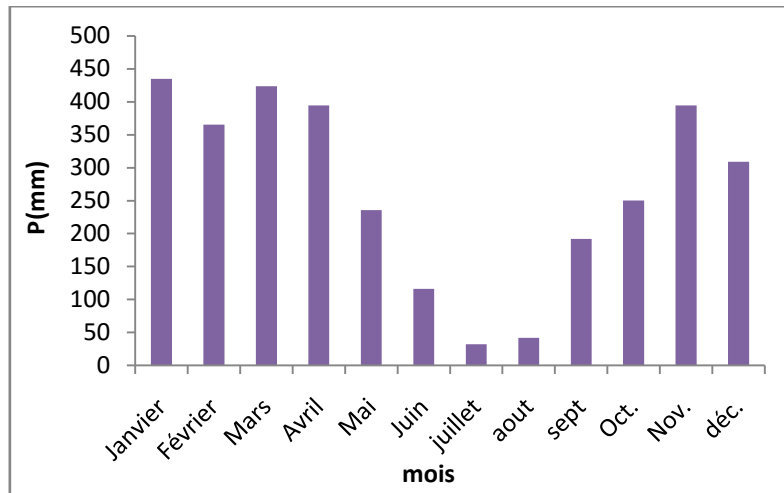


Figure III.12: Evolution des précipitations enregistrees durant la periode 2009-2019 dans la region de Tipaza

Dans la region de Blida, les precipitations mensuelles sont comprises entre 200 et 400mm et varient selon la region considerée (Figure III.12).

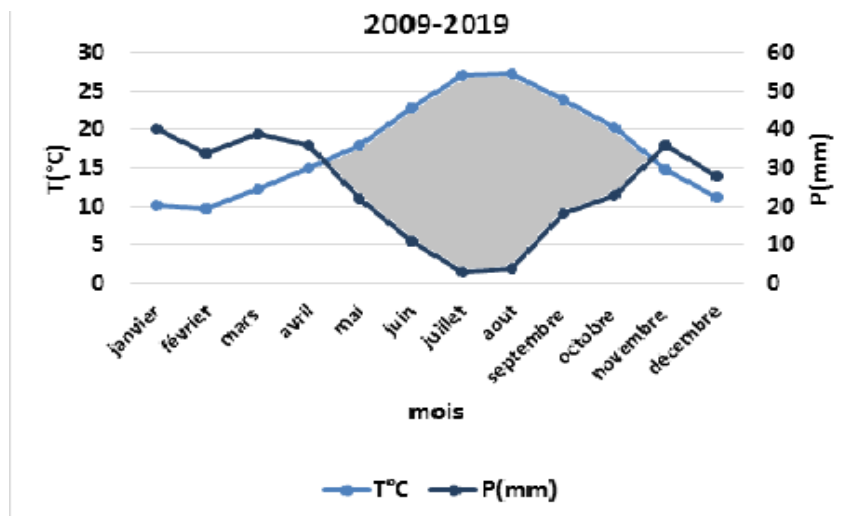


Figure III.13: Diagramme ombrothermique de la region de Blida (Moyenne considerées sur la periode 2009 à 2019)

Sur 10ans, la region de Blida a subi :

- ❖ une periode seche qui s'étale de la mi-avril jusqu'à le mois de novembre.
- ❖ deux periodes humides où la premiere s'étale du mois de janvier jusqu'à mi- avril et la deuxieme periode s'étale du mois de novembre jusqu'au mois de decembre.

III.1.3.4. Blida (2018-2020) :

Les données thermiques mensuelles enregistrées durant l'année (2018) et (2019) dans la région de Blida sont présentées dans le graphe de la figure III.14.

La plus faible température moyenne durant l'année 2018 est enregistrée au mois de février avec 5.59°C et le mois de janvier durant l'année 2019 avec 10.98°C. D'une part, ils sont donc considérés comme les 2 mois les plus froids durant les deux années. D'autre part, le mois de juillet est le mois le plus chaud avec une température moyenne de 28,09 °C en (2018) et 29,48°C en (2019).

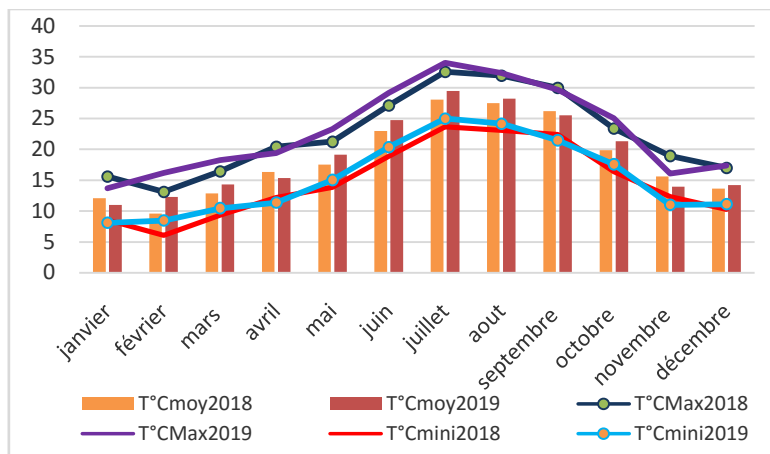


Figure III.14: Evolution des températures enregistrées durant les années 2018 et 2019 dans la région de Blida

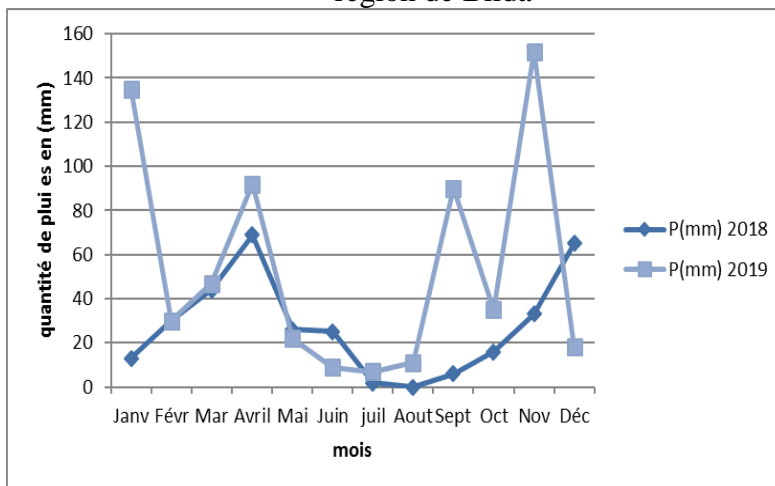


Figure III.15: Variation des quantités de pluies mensuelles des années 2018 et 2019 dans la région de Blida

La moyenne annuelle des pluies pendant l'année 2018 est de 329 mm, sachant que les mois de février, mars, avril et novembre, décembre sont les mois les plus arrosés et les mois de juillet, août et septembre sont les mois les plus faibles en précipitations. La période de sécheresse s'étend du mois d'août (Figure III.15).

La moyenne annuelle des pluies pendant l'année 2019 est de 648 mm, sachant que les mois de janvier et novembre sont les mois les plus arrosés avec respectivement 135 mm et 152 mm.

Les mois de juin, juillet et septembre sont les mois les plus faibles en précipitations (Figure III.15). Pendant l'année 2019, On remarque l'absence de la période de sécheresse.

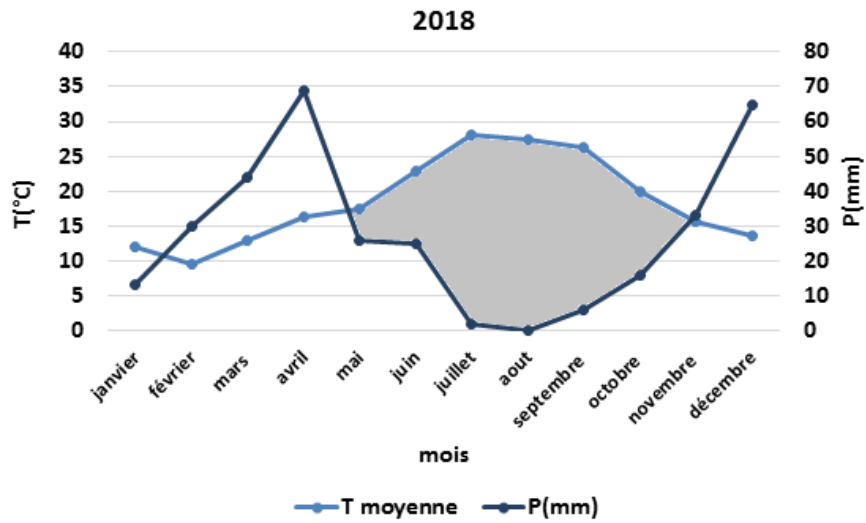


Figure III.16: Diagramme ombrothermique de la région de Blida de l'année 2018

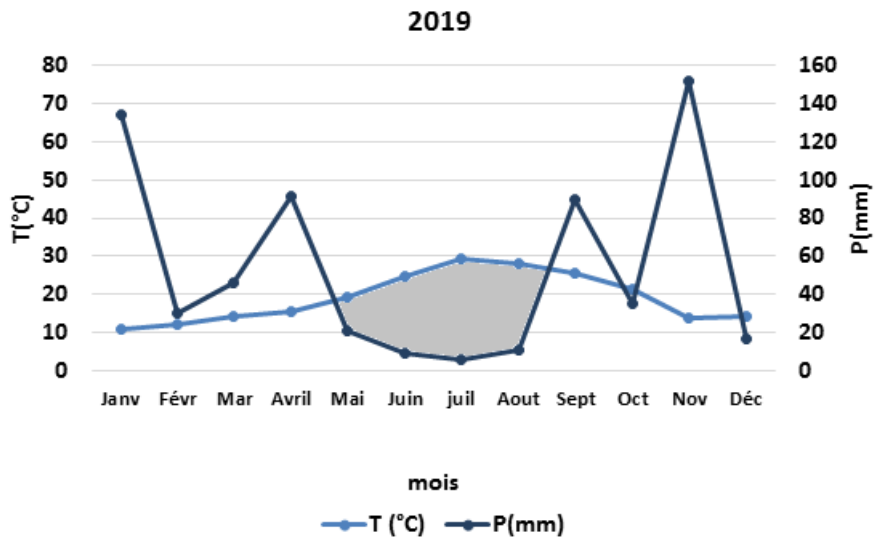


Figure III.17 : Diagramme ombrothermique de la région de Blida de l'année 2019

Pour l'année 2019, nous constatons une mauvaise répartition des précipitations malgré les chutes de pluies importantes enregistrées (Figure III.16).

Par contre en 2018, nous avons assisté à une période sèche de mai à novembre et deux périodes humides : la première s'étale de février à mai et la deuxième période s'étale du mois de novembre jusqu'au mois de décembre (Figure III.17).

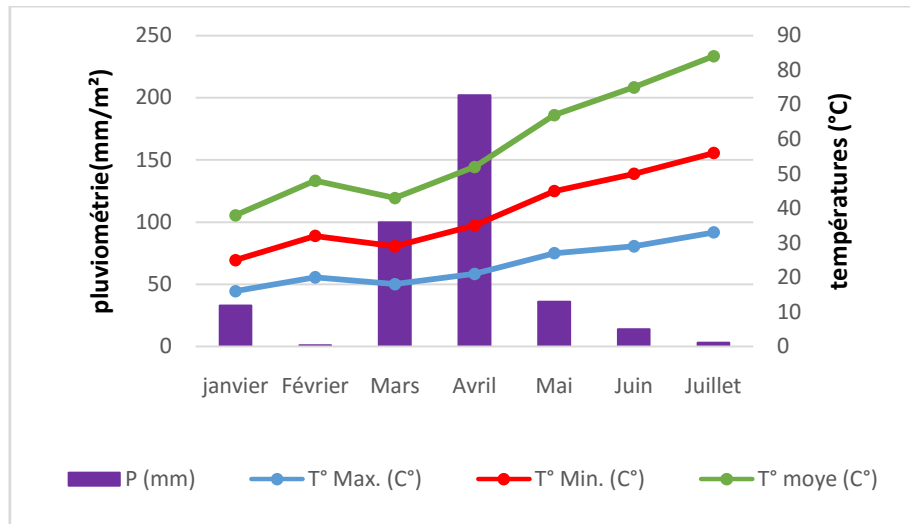


Figure III.18: Variation des températures et des précipitations du mois de janvier jusqu'au mois de juin (période d'étude) dans la région de Blida

La figure (III.18) présente le graphe de la variation thermique, températures maximales, minimales, moyennes et des précipitations des sept premiers mois de l'année 2020. On observe que le mois le plus chaud est le mois de juillet avec une température maximale de 33 (°c) et une moyenne mensuelle de 28 (°c). Par contre, le mois de janvier est le plus froid avec une température minimale de 9 (°c) et une moyenne mensuelle de 13 (°c), le mois d'avril est le mois le plus pluvieux durant cette période avec 202 (mm) et février est le plus sec avec une pluviométrie presque nulle 1 (mm).

III-1.3.5.Climagramme pluviothermique d'EMBERGER

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

Q : Quotient d'Emberger.

P : Précipitation moyenne annuelle.

M : Température maximale du mois le plus chaud.

m : Température minimale du mois le plus froid.

Durant la période 2009-2019, les deux régions Tipaza et Blida se retrouvent dans le même étage bioclimatique : semi aride à hiver doux. Les Q_2 sont presque similaires: $Q_{2Tipaza}=35,40$ $Q_{2Blida}=33,15$

La température moyenne de Tipaza pour la même période est supérieure à celle de Blida d'un degré respectivement 4,98°C et 4°C.

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

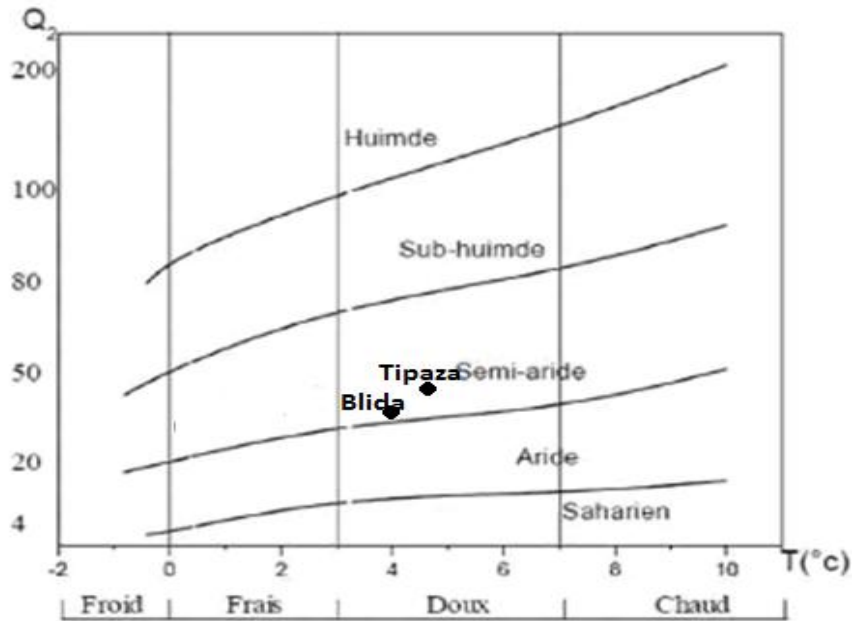


Figure III.19: La situation des deux régions d'étude dans le Climmagrame d'Emberger (période 2009-2019)

III-2.Présentations des sites d'études

III.2.1 Verger d'Attatba (Tipaza)

Le travail que nous avons mené s'est déroulé au niveau d'un verger, appartenant à un agriculteur privé, situé à 60 m d'altitude s'étendant de 36°33'38.53" de latitude nord et de 2°44'59.64" de longitude Est, dans la commune d'Attatba daïra de Kolea. Le verger est situé au nord-est du chef-lieu de Tipaza, à environ de 25km ,16km au nord-ouest de Blida. La superficie totale d'Attatba est 63 km s'étendant à 160 m (minimale 40 m, maximale 280 m) (Figure III.20).



Figure III.20: Image satellite présentant l'endroit exact du site d'étude (verger d'Attatba)



Figure III.22 : Verger d'Attatba en irrigation (Originale, 2020)

Le verger d'Attatba est âgé de 18 ans. Ce verger s'étend sur cinq hectares, la variété plantée est la variété Golden (2ha) et la variété Royal Gala (3ha). Il est entouré par des brise-vents constitué de Casuarina, séparant d'autres vergers de pommiers, poirier et des vergers d'agrumes. L'entretien des arbres se réalise en engrais, taille et irrigation, désherbage et les traitements chimiques, mais d'une façon anarchique durant les quatre années (2017-2020). Pendant cette année 2020, l'utilisation des traitements a été importante en comparaison avec les années précédentes, surtout pour l'application des fongicides. Pour l'historique de ce verger, il est nécessaire de mentionner que c'est un foyer du carpocapse, et qui a connu aussi des attaques importantes de des pucerons pendant les trois années précédentes. Plusieurs travaux culturaux ont été effectués durant la période de notre étude (Tableau III.1). Les opérations du travail du sol et de la taille ont été réalisées pendant le repos hivernal. Les irrigations ont été réalisées durant deux stades végétatifs (chute des dernières pétales, et à la nouaison). Les traitements à base d'insecticides sont les traitements les plus utilisés par rapport à ceux à base d'acaricides et des traitements insecticides contre le carpocapse.

Tableau III.3: Synthèse des opérations culturales et de traitements réalisés au niveau du verger de pommier d'Attatba

Stade phénologique	Travaux			Traitement phytosanitaire et fertilisation		
	Travail du sol	Taille	Irrigation	traitement	Nombre de répétitions	fertilisation
Repos hivernal	+	+		Insecticide Acaricide	1 fois 1 fois	1
Débourrement						
Apparition des boutons floraux						
Premières fleurs				Carpocapse Insecticide	1 fois 1 fois	
Pleine floraison						
chute des premières pétales				Acaricide	3 fois	
chute des dernières pétales			+			
Nouaison			+	Insecticide Traitement carpocapse	3 fois 3 fois	1
Grossissement des fruits				Acaricide	1 fois	
Début de maturité						

III.2.2-Verger EAC Boudissa Chiffa (Blida)

Le second verger de pommier étudié, appartenant à l'EAC « les frères Boudissa », est situé dans la commune de Chiffa, à 103 m d'altitude et s'étend de 36°27,45.73" de latitude Nord et de 2°44,59.64" de longitude Est. La commune de Chiffa est située à l'ouest de la wilaya de Blida, daïra de Mouzaïa, à environ 06 km à l'ouest de Blida, et 55 km au sud-ouest d'Alger et à environ 33 km au nord de Médéa, la superficie de Chiffa est de 48,11 km². En amont de la ville se trouvent les gorges de la Chiffa (Figure III.23).

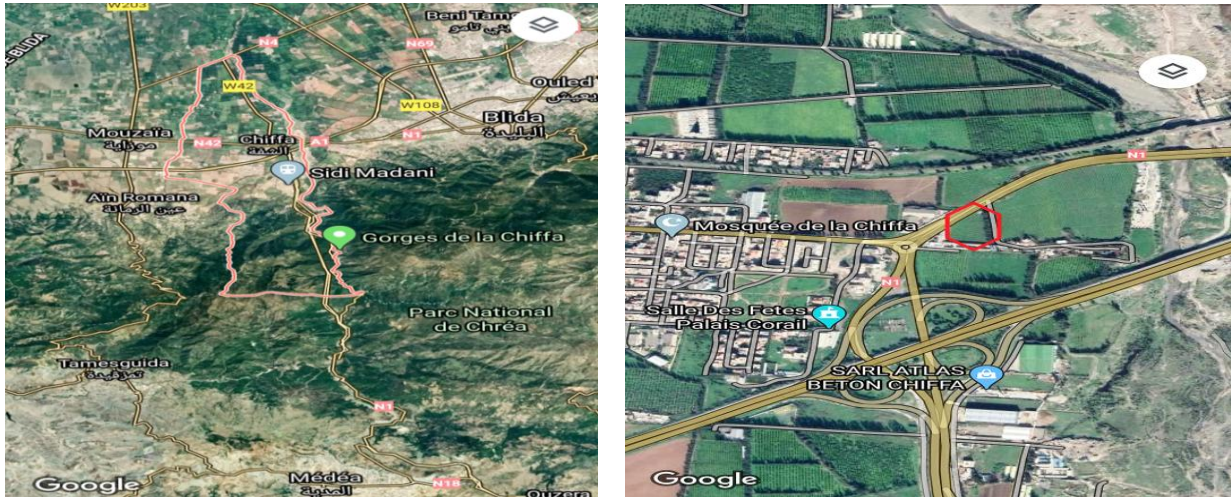


Figure III.23: Image de satellite présentant l'endroit exact du Site d'étude (Google Maps, 2020) (verger de Chiffa à droite, à gauche les limites de la commune de Chiffa)



Figure : III.24: Verger de Chiffa en hiver (Originale, 2020)



Figure III.25: Verger de Chiffa au printemps (Originale, 2020)



Figure III.26 : Les symptômes de la tavelure du verger chiffa après la récolte (Originale, 2020)

Ce verger est âgé de 21 ans, d'une superficie d'environ 2 ha. La variété plantée est la variété « Anna ». Le verger est entouré par des brise-vents constitué de Casuarina, séparant d'autres vergers de poirier et d'agrumes. Plusieurs travaux culturaux ont été effectués durant la période de notre étude (Tableau III.2). Durant les années précédentes (2017-2019), les attaques du Carpocapse étaient faibles par rapport à celle de cette année 2020, mais le problème phytosanitaire majeur dans ce verger est la tavelure. Les opérations du travail du sol et de la taille ont été réalisées pendant le repos hivernal. On peut remarquer que les irrigations ont été réalisées durant deux stades végétatifs (chute des derniers pétales, nouaison). Les traitements à base d'insecticides sont les traitements les plus utilisés par rapport à ceux à base d'acaricides et les traitements contre le carpocapse.

Tableau III.4: Synthèse des opérations culturales et de traitements réalisées au niveau de pommier de Chiffa

Stade phénologique	Travaux			Traitement phytosanitaire et fertilisation		
	Travail du sol	Taille	Irrigation	Traitement	Nombre de répétitions	Fertilisation
Repos hivernal	+	+				1
Débourrement				insecticide	1 fois	
Apparition des boutons floraux						
Premières fleurs						
Pleine floraison				insecticide	1 fois	
Chute des premières pétales				Acaricide	3 fois	
chute des derniers pétales			+			
Nouaison			+	Insecticide traitement carpocapse	03 fois 03 fois	1
Grossissement du fruit						
Début de maturité						

III.3. Méthodologie d'étude sur terrain

III.3.1 Calendrier des sorties et échantillonnage

La période d'échantillonnage s'est étendue de la fin février 2020 jusqu'à la fin mars, puis du début juin jusqu'au début d'août 2020. Nous avons réalisé 2 sorties par mois pour les deux vergers. L'échantillonnage a été réalisé par 3 techniques: Celle du contrôle visuel pour l'évaluation de la disponibilité des ravageurs et des prédateurs dans la frondaison et celle des captures des auxiliaires par les pièges jaunes englués et aussi le contrôle des vols du carpocapse à travers les pièges à phéromones sexuels.

III.3.2 Echantillonnages des pucerons sur le feuillage :

Nous avons observé 20 arbres sélectionnés aléatoirement. On a choisi 10 rangées et dans chaque rangée 2 arbres au hasard. Pour chaque arbre, nous avons observé 3 rameaux au hasard au niveau des quels, on regarde les jeunes pousses, les fruits ainsi que les fleurs de manière à estimer les différentes populations sur tous les compartiments de la plante hôte, pour évaluer l'infestation des pucerons. L'échantillonnage a été réalisé deux fois par mois.

Un modèle de répertoire des principaux stades biologiques des pucerons et des différentes familles d'auxiliaires trouvés, sur une fiche d'enquête détaillée (Tableau III.3, III.5) a été utilisé (adapté par le laboratoire d'entomologie de l'institut méditerranéen d'agroforesterie à l'université polytechnique de valence, Espagne)

Tableau III.3: Modèle de Fiche d'enquête adopté pour l'échantillonnage des pucerons dans les vergers étudiés.

Station	Date	Longitude Latitude	Espèce	variété			phénologie						
				Ranger 1			Ranger 2						
% enherbement		Arbres 1			Arbres 2			Arbres 3			Arbre 4		
Arbre (n=20)		1			1			1			1		
Puceron		Ram	Ram	Ram	Ram	Ram	Ram	Ram	Ram	Ram	Ram	Ram	Ram
Aphis pomi		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Nombre du Colonie													
Nombre des Individus ailés													
Nombre des Individu non ailé													
Nombre de jeunes pousses/rameau													
Nombre des bouquets fleurs/rameau (intensité florales)													

Des informations détaillées sont indiquées à partir des observations sur chaque arbre de trois rameaux porteurs de pousses, fleurs où les différents stades phénologiques sont indiqués : Nous nous sommes référés à l'échelle indiquée par CHRTON, (1992) (dans le chapitre I) (Tableau III.3, III.5).

III.3.3. Suivi des captures des carpocapses

III.3.3.1. L'installation des pièges à phéromone

La phéromone sert à piéger uniquement le papillon ravageur mâle grâce à une substance de synthèse qui est identique à l'hormone sexuelle produite par les femelles. En même temps, il sert à détecter leur arrivée pour les empêcher de se reproduire. La capsule de phéromone s'utilise dès l'ouverture du sachet et contient la phéromone spécifique (E, E)-8,10-dodecadien-1-ol. La capsule de phéromone est placée au niveau d'un piège delta, sur une plaque engluée. L'ensemble piège et phéromone est fixée par un fil de fer à la frondaison de l'arbre, déposé à hauteur d'homme (figure III.27).



Figure III.27: la disposition d'un piège à phéromone sexuelle spécifique au carpocapse (Originale, 2020)

La pose des pièges à phéromone a été faite entre 1,5 et 2 mètres de hauteur, au début du mois de février, permet d'évaluer la situation d'une surface maximale de 4 ha : (un piège dans le verger de Chiffa et deux pièges dans le verger d'Attatba). Pour que l'évaluation soit efficace, il est recommandé de changer les capsules toutes les 4 à 6 semaines, selon les conditions climatiques et concernant la plaque engluée, lorsqu'elle est totalement recouverte d'insectes. Le relevé est à faire une fois par semaine. (Tableau III.4). La période d'échantillonnage était de fin février jusqu'à fin mars, et du début juin jusqu'au début Aout.

Tableau III.4: Calendrier des relevés des captures des mâles par les pièges à phéromones dans les deux stations d'études

Mois	Jours des relevés				Mois	Jours des relevés			
	Verger de Chiffa					Verger d'Attatba			
février	26				mars	09	16	22	
mars	04	11	18		juin	04	11	20	27
juin	04	11	18	27	juillet	04	11	18	27
juillet	03	10	17	24	Aout	03	11	20	
					Sep	02			

III.3.3.2. Echantillonnage des fruits infestés

Nos observations des fruits attaqués (trou d'entrée de la chenille) ont commencé au début de mai au niveau du verger de Chiffa, à raison de quatre observations par mois, sachant que la variété plantée dans ce verger (variété « Anna ») est une variété précoce. Au niveau du verger d'Attatba, l'échantillonnage des fruits attaqués a été réalisé du début juillet au début d'Aout. L'ensemble des observations est effectué avant la récolte et avant la chute des fruits attaqués (Figure III.28). Durant toute la période échantillonnage, nous avons observé un total de 1000 fruits, (20 pommes par arbre X 50 arbre par parcelle) au hasard à chaque date.

Le but de notre échantillonnage des fruits est en premier lieu, de savoir si les deux vergers sont infestés par le Carpocapse (*C. pomonella*), et en second lieu de déterminer le taux d'infestation de ce ravageur et par conséquence, l'estimation des dégâts dans les deux vergers.



Figure III.28: Un fruit infesté par le carpocapse (Originale, 2020)

III.3.4 Echantillonnage des auxiliaires :

A. Au niveau de l'arbre :

Les observations directes des auxiliaires en niveau de la canopée ont également été réalisées deux fois par mois. Les insectes auxiliaires représentent en effet une faible partie des insectes échantillonnés, trois familles ont été trouvées lors de l'observation directe telle que les Coccinellidae, les chrysopidae, les Forficulidae et les araignées. En termes d'abondance, les Chrysopidae, est la famille majoritairement représentée. Cette famille est présente sous forme de deux stades biologiques : des adultes et des œufs.

Tableau III.5: Modèle de Fiche d'enquête adopté pour l'échantillonnage des principaux auxiliaires prédateurs dans les vergers étudiés

Station	Date	Longitude Latitude	Espèce	variété	phénologie								
	% enherbement	Ranger 1						Ranger 2					
		Arbres 1			Arbres 2			Arbres 3			Arbre 4		
Arbre (n=20)		1			1			1					
auxiliaires		Ram 1	Ram 2	Ram 3	Ram 1	Ram 2	Ram 3	Ram 1	Ram 2	Ram 3	Ram 1	Ram 2	Ram 3
Nombre de <u>chrysopidae</u>	Adulte												
	Œuf												
Nombre de <u>Coccinellidae</u>													
Nombre des <u>Forficulidae</u>													
Nombre des araignées													
Nombre de jeunes pousses/rameau													
Nombre des bouquets fleurs/rameau (intensité florales)													

B. Captures des auxiliaires à travers les pièges jaunes englués :

La couleur jaune attire beaucoup d'Homoptères, de Diptères et des Hyménoptères. Dans chaque verger, quatre pièges ont été disposés à l'intérieur des Canopées (Figure III.29).

La distance de séparation est d'une dizaine de mètres. Dans les deux vergers, les plaques sont retirées après une quinzaine passée et enveloppées à l'aide d'un film alimentaire transparent pour préserver les insectes et les conserver jusqu'à leur observation. Nous avons remarqué que ce type de pièges a l'avantage de capturer des insectes très minuscules. Les plaques engluées ont été observés à l'aide d'une loupe binoculaire aux trois grossissements (X2, X4 et X8).



Figure III.29: La disposition d'une plaque jaune engluée (Originale, 2020)

III.4. Analyse des données des observations :

III.4.1. Analyse des infestations par les Pucerons :

Les données brutes correspondant à chaque sortie d'échantillonnage dans les deux vergers, ont été reportées dans un classeur Excel et ont fait l'objet de calculs et transformation pour aboutir à une synthèse globale.

Nous avons estimé le taux d'infestation par les puceron sur les jeunes pousses par le rapport du nombre de feuille attaqués sur le nombre total de feuilles des poussée de sève observé par rameau, et par arbre, rapporté à 100.

III.4.2. Analyse des vols du carpocapse :

Dans le but de l'évaluation du taux d'infestation des carpocapses durant la période d'étude, on fait le relevé une fois par semaine dans les deux dispositifs ; à chaque fois on compte les papillons capturés par les pièges.

On a enregistré le nombre des papillons de chaque piège (dans le verger de Chiffa on a enregistré le nombre des papillons d'un seul piège), puis on a calculé la moyenne des captures par la formule suivante :

$$\text{Moy}_C = (P1+P2)/2$$

Moy_C : Moyenne des captures
2

P1 : Capture en piège1

P2 : Capture en piège

Les résultats obtenus ont été organisés dans une feuille d'Excel. Les résultats sont présentés suivant un graphe de l'évolution des captures, selon les stades des développements du pommier et les températures moyennes journalières des deux régions.

III.4.3. Analyse des infestations des fruits

Un échantillonnage de 1000 fruits a été réalisé au niveau des deux stations. Ils sont vérifiés pour l'évaluation du total d'infestations : on note le nombre de pommes affectées par le carpocapse, et le nombre total de pommes évaluées dans la feuille Excel correspondante.

Nous avons estimé le taux d'attaque du carpocapse sur les fruits par le rapport du nombre total de fruits attaqués sur le nombre total de fruits observé par arbre, rapporté à 100

$$\text{Taux}_A = (\text{n}^{\text{bre}} \text{Fruits A} / \text{n}^{\text{bre}} \text{Fruits O}) \times 100$$

A= attaque **n^{bre}**=nombre **Fruits A**=Fruits attaqué **Fruits O**=Fruits observé

Le taux d'attaque moyen par verger a été évalué selon la moyenne des taux d'attaque observés sur les 50 arbres.

CHAPITRE IV:
RESULTATS ET
DISCUSSION

Chapitre IV: Résultats et discussion

IV.1. L'évolution des captures des mâles du Carpacapse en fonction des traitements phytosanitaires et températures au niveau des deux stations

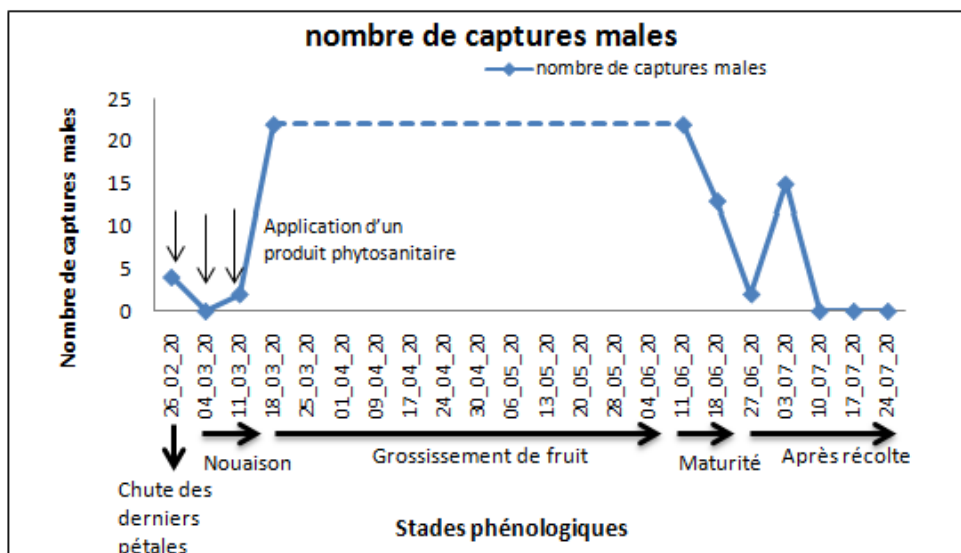


Figure IV.1: Effet des traitements du Carpacapse sur l'évolution des captures des mâles au niveau du verger de Chiffa

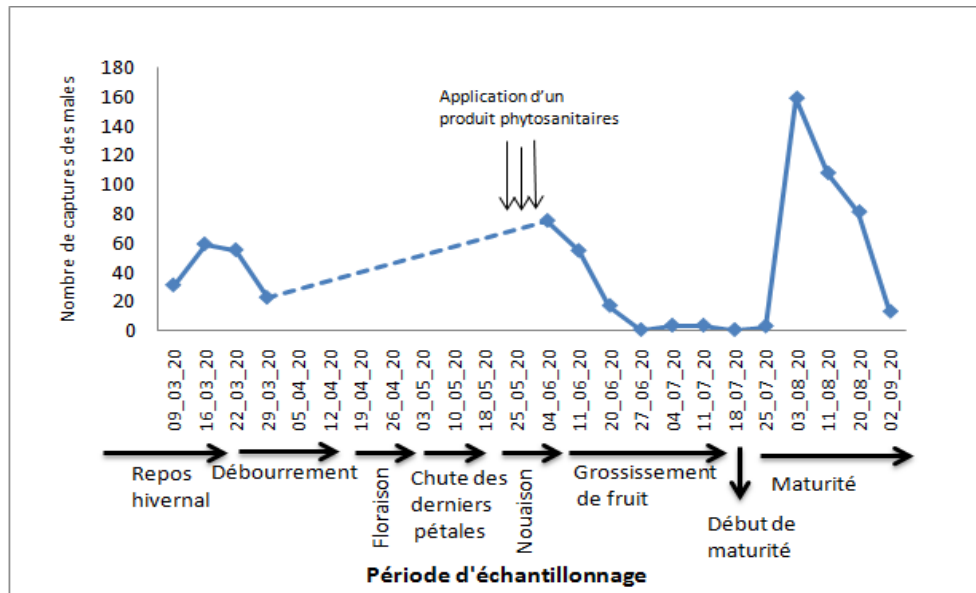


Figure IV.2: Effet des traitements du Carpacapse sur l'évolution des captures des mâles au niveau du verger d'Attatba

Durant toute la période d'échantillonnage, les agriculteurs au niveau des deux stations d'étude ont appliqué des traitements contre le Carpacapse, avec une répétition de trois fois dans chaque verger. Au niveau du verger de Chiffa, les traitements sont réalisés pendant la période de la nouaison. Selon la figure IV.1, le nombre de captures a diminué de quatre

individus (26 février) jusqu'à un nombre nul, après les trois applications du traitement. Cette diminution montre que l'arrivée des premiers mâles a été au début du mois de février.

Au niveau du verger d'Attatba, les traitements sont effectués durant la période du grossissement des fruits où le nombre de Captures a chuté jusqu'au 27 juin.

Une enquête phytosanitaire a été réalisée au niveau des deux vergers d'étude. On constate que le verger de pommier dans la région de Tipaza, reçoit un grand nombre de traitements phytosanitaires. Le nombre moyen des traitements est de l'ordre de 20 interventions/campagne (9 insecticides (4 contre carpocapse) + 5 acaricides + 6 fongicides). Par contre, le verger situé à Blida est moins traité par rapport à celui d'Attatba (8 insecticides (3 contre carpocapse) + 3 acaricides + 11 fongicides), mais le nombre de traitement contre le Carpocapse est identique (3 traitement /Campagne).

Un travail à été réalisé par BOUTALEB et al en 2003, dans la perspective de l'étude de l'utilisation des pesticides en vergers de pommier dans la région de Meknès.

Les vergers de pommier dans la région de Meknès, reçoivent un grand nombre de traitements phytosanitaires. Le nombre moyen des traitements est de l'ordre de 15 interventions/campagne (7 insecticides + 2,5 acaricides + 5,4 fongicides). L'étude montre également des cas de surdosage et de sous dosage pour tous les pesticides utilisés.

Il s'avère que les agriculteurs sont appelés à raisonner leur lutte pour la protection du consommateur et le respect de l'environnement. Ceux-ci doivent adopter une approche qui tient compte de tous les facteurs et les pratiques qui peuvent rendre la lutte efficace, non toxique et moins polluante telle est le cas des pratiques en agriculture biologique.

Selon SAUPHANOR et al. (2009), les pratiques de protection en verger du pommier sont intenses, tant au niveau de la fréquence des passages que des volumes de produits phytosanitaires appliqués, de leur persistance ou de leur toxicité potentielle sur les organismes vivants.

MANSOUR et MOHAMMED en (2000), ont utilisé en Syrie les pièges sexuels comme moyen de lutte contre *Cydia pomonella* (L) ce qui a réduit le nombre d'intervention par les pesticides de 6 à 2.

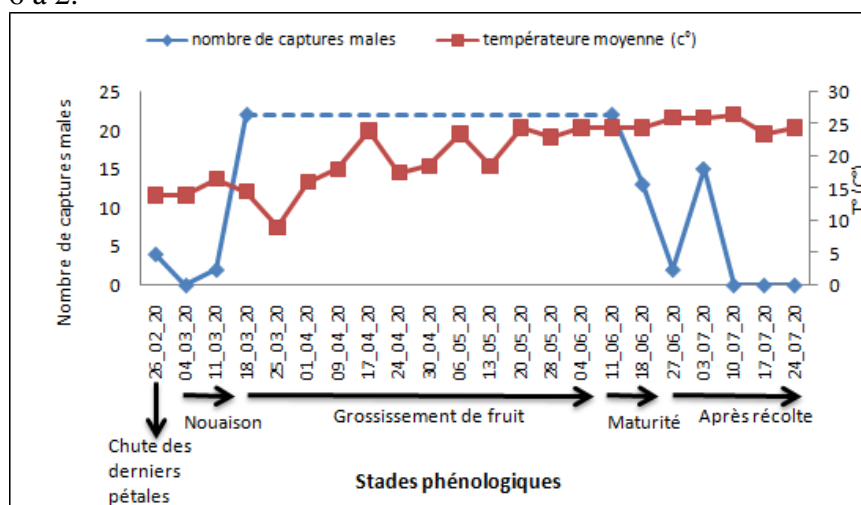


Figure IV.3: L'évolution des captures des mâles de *Cydia Pomonella* selon les stades phénologiques du pommier et en fonction des variations des températures journalières au niveau du verger de Chiffa

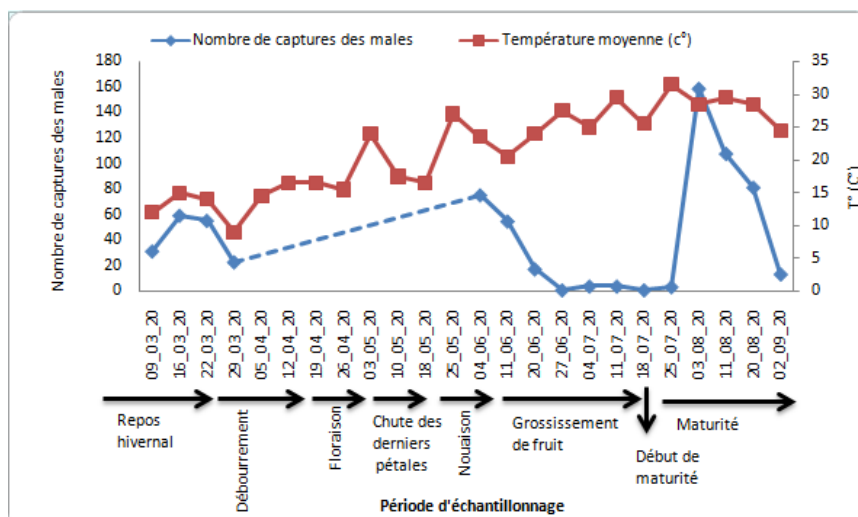


Figure IV.4: L'évolution des captures des mâles de *Cydia Pomonella* selon les stades phénologiques du pommier et en fonction des variations des températures journalières au niveau du verger d'Attatba.

Pour chaque verger, nous avons établi un graphe de l'évolution des captures du carpocapse selon les stades phénologiques du pommier et les températures moyennes journalières. Pour le verger de Chiffa, le suivi a été réalisé de la fin février qui correspond au stade chute des derniers pétales (variété « Anna », c'est une variété précoce), jusqu'à la fin de juillet après la récolte des fruits. La courbe indique un taux maximal de vols, en mars et juin. La température est de 15°C et plus de 24°C respectivement.

Concernant le verger d'Attatba l'échantillonnage a été réalisé du début mars (repos hivernal) jusqu'au début de septembre (maturité). Deux pics de vol ont été observés, le premier au mois de mars et le deuxième en Août. La température est de plus de 20°C avec un nombre de captures de 59 individus en mars, et de 28°C avec un effectif de 159 individus au mois d'Aout.

La période d'échantillonnage du Carpocapse est incomplète. Notre travail a été réalisé dans des conditions très difficiles et défavorables, à cause de la pandémie de la Covid-19. Pour cette raison, on ne peut pas préciser le nombre de générations.

D'après plusieurs d'étude sur l'activité du vol du Carpocapse en Algérie, ce ravageur évolue en deux à trois générations par an, selon les régions, le Climat et l'altitude.

Selon HAMIMINA (2007), le nombre de générations varie en fonction de l'altitude ; il diminue quand cette dernière augmente, ce qui est probablement liée à la température. D'après SELTZER (1946), les températures minimale et maximale diminuent respectivement de 0,4°C et 0,7°C pour 100 mètres d'altitude.

Selon CHAFAA (2008) et BRAHIM et al (2013), le carpocapse *C. Pomonella* présente trois générations par an dans la région de Batna.

GUERMAH et MEDJOUB-BENSAAD (2016) confirment l'existence de trois générations avec une activité de vol à grande échelle entre début avril et fin Septembre dans la région de

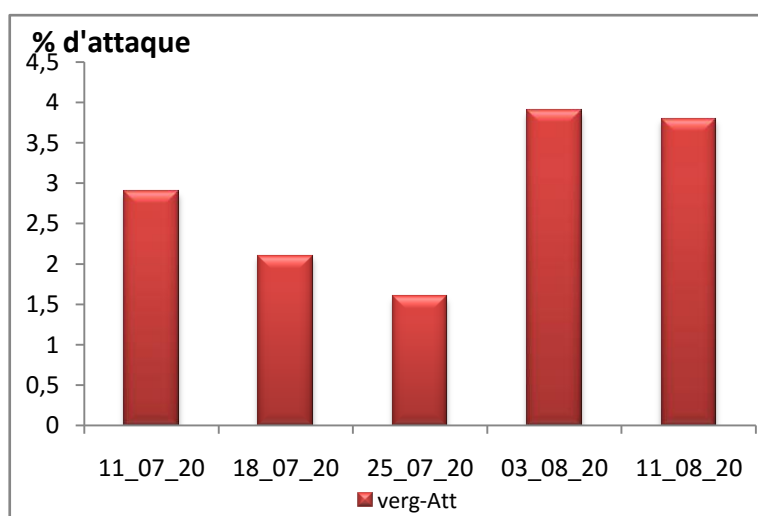
Tizi-Ouzou (Algérie). Ces résultats sont les mêmes que ceux rapportés par KERRAF (1991) ; BOUHIDEI (1992) ; RAZI(1997) et BELKADI (1998) et ceux disponibles au niveau de la SRPV (Station Régionale de la Protection des Végétaux) de Ain-Touta pour les années 2004, 2005 et 2006, qui ont révélé l'existence de trois générations avec une activité de vol étalée entre début avril et le mois de septembre.

Toujours en méditerranée, en Tunisie, GABTINI (1995) indique l'existence de trois à quatre générations.

D'après GUERMAH (2018), les effectifs des œufs pondus par le ravageur *C. Pomonella* révèlent deux pics au niveau de la parcelle de variété « Dorsat Golden » et trois pics au niveau de la parcelle de variété « Golden Delicious » correspondant à deux à trois générations effectuées, ce qui confirme le nombre de vols effectués par les papillons mâles. Ces résultats confirment ceux obtenus par RAMADE (1984) et TOUBON(2008) qui ont démontré l'existence de deux générations du carpocapse des pommes, par année dans le nord de France.

IV.2-Estimations des dégâts des fruits sur les arbres

IV.2.1-L'intensité d'attaque dans les deux vergers :



FigureIV.5 : Le pourcentage des dégâts causés par des larves de *Cydia Pomonella* sur fruit au niveau du verger d'Attatba

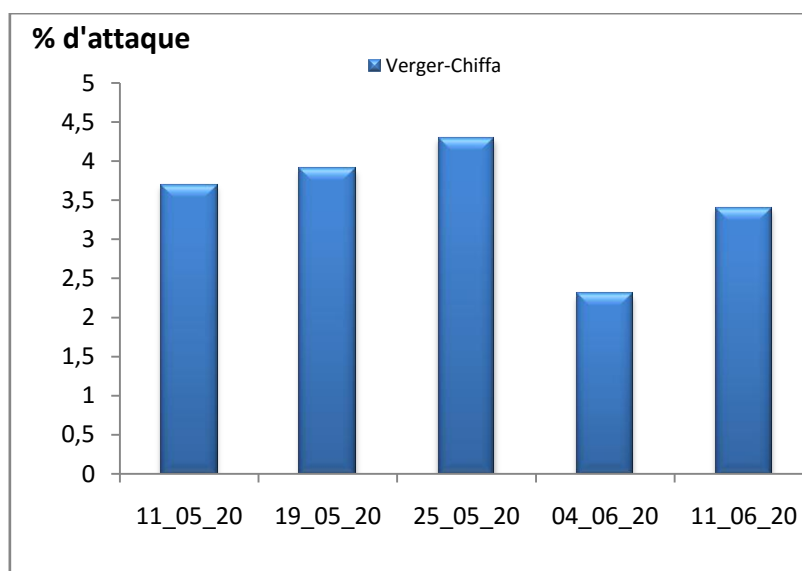


Figure IV.6: Le pourcentage des dégâts causés par des larves de *Cydia Pomonella* sur fruit au niveau du verger de Chiffa

On a commencé cette estimation des dégâts sur fruits au début du mois de mai après l'observation des premiers trous sur fruits au niveau du verger de Chiffa, car la variété plantée est une variété précoce (Anna). Les attaques ont atteint 3,7%, elles intensifient avec le temps, pour atteindre 3,9% le 19 mai et 4,3% le 25 mai.

L'échantillonnage des fruits attaqués au niveau du verger d'Attatba a été effectué durant la période du début juin jusqu'au début d'août. Les attaques ont atteint 2,9%, elles intensifient à partir du début d'août, pour atteindre 4%.

RICCI, (2009) a choisi une approche qui consiste à étudier, à partir des données de terrain, la relation entre les effectifs de captures d'adulte et l'intensité des dégâts. D'après cet auteur, il est très naturel de chercher à relier ces deux types de données puisque, théoriquement, le risque de dégâts à un instant donné est lié à l'effectif des larves, lequel dépend de l'effectif d'adultes ayant engendré.

IV.2.2-Comparaison de l'intensité d'attaque au niveau des deux vergers :

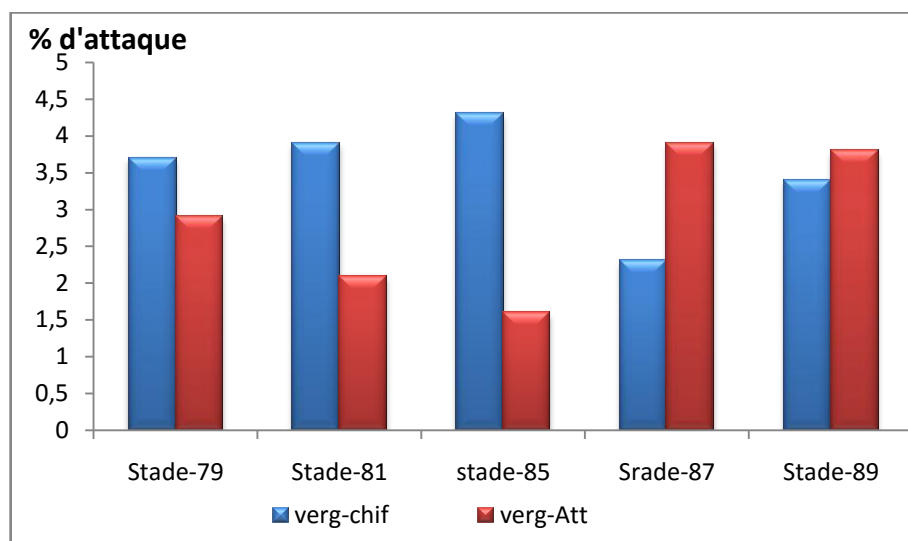


Figure IV.7: La Comparaison des pourcentages d'attaques par les larves de *Cydia Pomonella* sur fruit au niveau des deux stations durant la période d'échantillonnage

Stade-79 : Les fruits ont atteint environ 90% de leur taille finale

Stade-81 : Début de la maturation des fruits: la couleur spécifique à la variété apparaît en plus claire

Stade-85 : Maturation avancée: intensification de la coloration spécifique à la variété

Stade-87 : Les fruits ont atteint la maturité demandée pour la récolte

Stade-89 : Les fruits ont atteint la maturité demandée pour la consommation avec leurs goûts et consistance typiques (MEIER et *al.* 1994)

A partir des résultats enregistrés au niveau de deux vergers d'étude, on a remarqué que le pourcentage d'attaque diffère d'un verger à une autre pendant toute la période d'échantillonnage. Pendant les trois premiers stades phénologiques du pommier (79-81-85), le pourcentage d'attaque dans le verger de Chiffa est important par rapport à celui observé dans le verger d'Attatba, il a atteint une valeur maximale de 4,3%. Par contre durant les deux stades (87-89), la perte du verger d'Attatba est importante par rapport à celle du verger de Chiffa. Le maximum d'attaque du verger d'Attatba est de 4%.

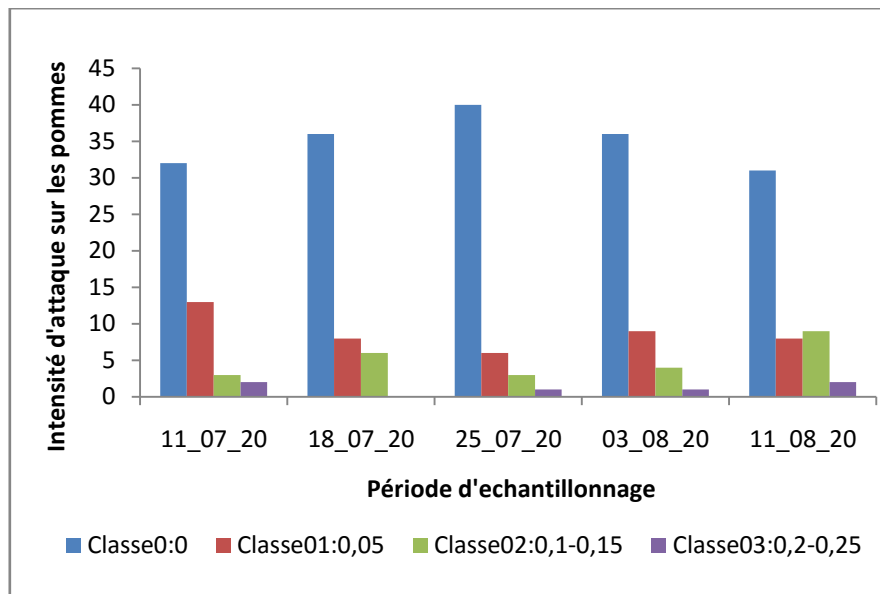


Figure IV.8: Les différentes classes d'infestation sur fruits à Attatba

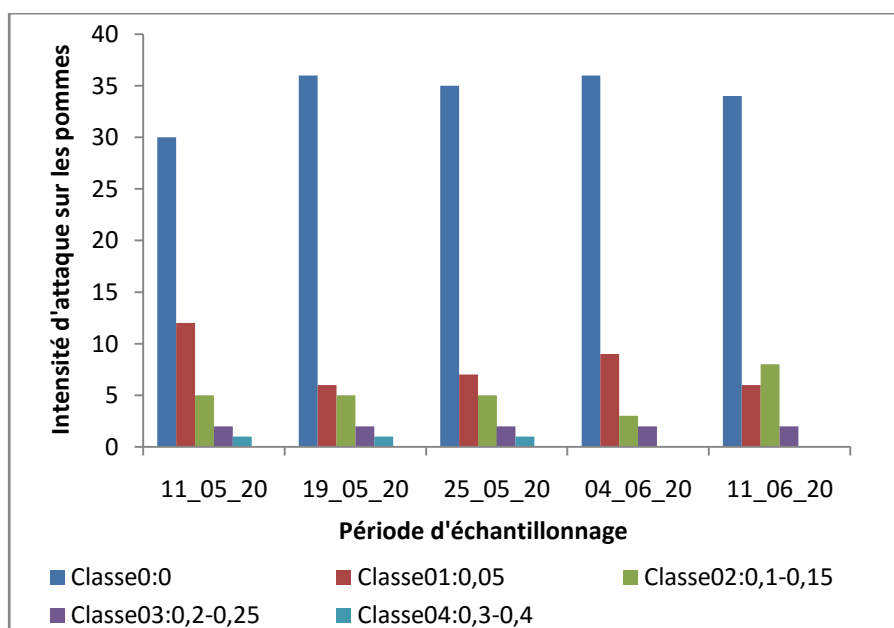


Figure IV.9: Les différentes classes d'infestation sur fruits à Chiffa

Les infestations des fruits sont plus constatées à Chiffa qu'à Attatba avec des taux avoisinant les 5% dans le premier verger notamment.

En remarque qu'il ya une importance des faibles classe d'attaque (0 et 1) dans les deux vergers et surtout dans le premier échantillonnage, d'après les graphes (Figure IV.8, IV.9)

Nous avons enregistré des attaques des fruits sur arbre, dès les premiers suivis au niveau des deux parcelles. Mais ces attaques ne sont pas importantes par rapport à celles signalées dans des travaux antérieurs.

GUERMAH (2018), a enregistré des dégâts de 17,2% sur la parcelle de la variété « Golden Delicious ». GUERMAH et MEDJOUB-BENSAAD (2016), ont enregistré des dommages similaires au niveau de deux parcelles de variété « Anna » et « Red Delicious » dans la région de Tizi-Ouzou.

D'après CARTER, (2006) plusieurs facteurs peuvent être responsables de l'augmentation des attaques notamment l'emploi de produits phytosanitaires moins efficaces, les températures de la saison, le moment des traitements, les faibles doses d'insecticides conventionnels ainsi que l'apparition de résistance aux pesticides.

Les attaques pourraient être plus sévères en absence de traitements phytosanitaire. En effet, BELKADI et HAML I (1998) signalent des dégâts de 55% à 93% sur des parcelles non traitées dans la région d'Ain-Touta (Algérie). CHAFAA (2008) note 45% de dégâts atteints sur la variété « Starkrimson » avec une absence totale d'intervention chimique. Les populations de ce ravageur se développent librement en l'absence de lutte chimique pouvant occasionner d'importants dégâts.

IV.2. Estimation de l'intensité d'attaque de puceron *Aphis Pomi* sur les jeunes pousses :

Tableau IV.1: Les infestations de puceron *Aphis Pomi* sur les jeunes pousses au courant du mois de mars

	26_02_20	04_03_20	11_03_20	18_03_20
Rp-C	13	10	0	13
Rp-INA	0	18	2	1
Rp-IA	4	0	6	6
RC-C	4	5	1	2
RC-INA	0	6	0	0
RC-IA	4	0	1	0

C : Colonie **INA** : Individus non ailés **IA** : Individus ailés **RP** : rameau- périphérique **RC** : rameau-centre

Les résultats des observations directes d'*Aphis Pomi* sur les rameaux et plus précisément sur les jeunes pousses sont consignés dans le tableau (III.1), et estimés en fréquence de présence.

L'échantillonnage des pucerons est effectué une fois par semaine durant toute la période, mais le puceron *Aphis Pomi* n'a été trouvé qu'aux seules dates mentionnées dans le tableau. Du début février jusqu'à mi mars au niveau du verger de Chiffa, les pucerons sont absents du verger d'Attatba en Mars car le verger était en repos végétatif.

Les présences des aphides sur les jeunes pousses des pommiers ont été observées sous trois formes : présence de colonies, présence d'individus ailés et présence d'individus non ailés. La présence d'*Aphis Pomi* est beaucoup plus sous forme des colonies que sous forme d'individus isolés (ailé et aptère). Les infestations sont élevées en fin février et début mars. (Tableau IV.1)

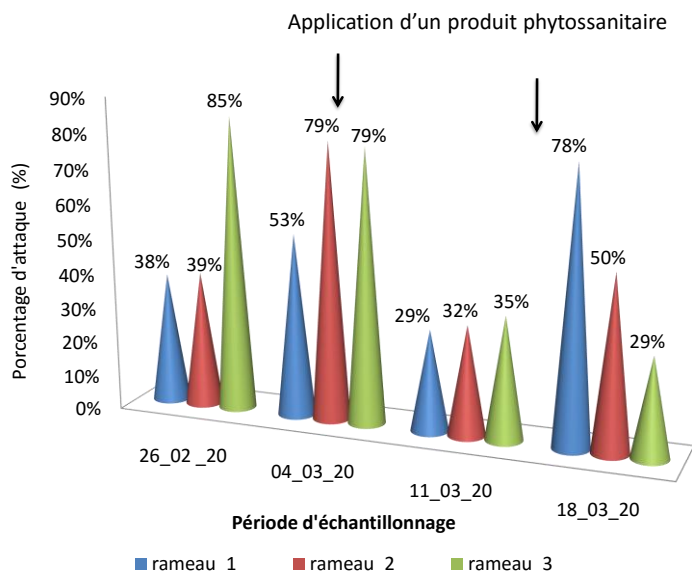


Figure IV.10: Variations des taux d'infestation sur les trois rameaux

Tableau IV.2: les périodes d'apparition de différentes formes d'*Aphis Pomi*

Les formes de pucerons	Périodes d'apparition d' <i>Aphis pomi</i>	Périodes d'apparition dans le verger de Chiffa
Colonies	Débourrement Avancé (CHOUNARD, 1997)	Fin février (à partir de la première sortie)
Aptère (isolé)	A partir du mois d'avril jusqu' à début décembre	Début de Mars
Ailé (isolé)	Juin (CHOUNARD, 1997)	Fin de février

Le suivi réalisé sur le puceron vert *A.pomi* sur le pommier de la variété Anna, montre que l'installation des premières larves s'est faite durant le mois de février (verger en floraison).

L'apparition des individus ailés d'*Aphis pomi*, montre que le premier vol était au mois de février.

HULLE et al (1998), a montré que *Dysaphis Plantaginea* présente un premier vol qui dure de la fin février au début de juillet avec un pic en juin.

Selon DIXON (1977, 1988), la reproduction des ailés peut être induite par des contraintes environnementales telles que la photopériode, la densité, et la qualité nutritionnelle de la plantes hôte.

Selon CHOUNARD, (1997), le puceron vert *Aphis Pomi*, passe l'hiver à l'état d'œuf sur les branches des pommiers. Les œufs éclosent à partir du stade de débourrement avancé. Les formes ailées, responsable de la dispersion, sont plus abondantes en juin.

Les œufs d'*Aphis Pomi* éclosent à partir de la fin du mois de Mars (Apparition des fondatrices), (Anonyme, 2012). Les adultes ailés apparaissent dès la fin avril mais les fortes chaleurs perturbent leur multiplication.

Selon RADJABI, (1989), en d'Iran, *A. pomi* est plus abondant en juin et juillet sur les jeunes arbres, et endommage les pousses terminales à croissance vigoureuse, en aspirant la sève.

Des températures élevées ont été enregistrées en mois de janvier et de février, 19°C et 24°C respectivement. Ces changements climatiques peuvent causée l'apparition des ailés au mois de février. La diminution du vol des pucerons jusqu'à son interruption totale aux mois d'avril peuvent être liée à l'élévation des quantités des précipitations. Le mois d'avril 2020 est marqué par une forte pluviométrie (202 mm contre 108 mm en 2019 et 39,5mm pour la moyenne des 10 dernières années). Sachant que la température moyenne maximale pendant ce mois est de 21°C. L'application des insecticides durant le mois de mars et avril pourrait avoir diminué les populations aphidiennes.

BLOC et al, (1984) ont montré pendant deux années consécutives qu'il y a une relation entre la pluviométrie et la dynamique des populations de *Cinara pectinatae*. Deux paramètres se dégagent : la quantité ou hauteur des pluies et le moment où celles-ci sont abondantes. Ainsi, lorsque les pluies sont abondantes durant la phase d'augmentation des premières générations de virginipares, elles nuisent au bon développement des populations de *Cinara pectinatae*.

Le mois de juin 1982 est marqué par une forte pluviométrie (260,6 mm contre 96,9 mm en 1981 et 146 mm pour la moyenne des 10 dernières années) et de violents orages de grêle. En même temps, le niveau des populations de *Cinara pectinatae* s'effondre à une moyenne de 2,5 individus par m², après avoir atteint un maximum le 27 mai et le 3 juin. De même, à la mi-juillet 1982, les populations tombent à une moyenne de 7 individus par m², alors que la pluviométrie atteint un niveau élevé (191,8 mm contre 114,9 mm pour la moyenne des 10 dernières années).

Deux hypothèses au moins peuvent être formulées pour rendre compte de l'influence de la pluviométrie sur la limitation des populations de *Cinara pectinatae* :

1. les fortes pluies, la grêle et les orages entraînent une forte mortalité en agissant directement sur les pucerons.
2. les précipitations agissent sur le sol et la plante-hôte, en modifiant notamment la qualité de la sève élaborée, à partir de laquelle se nourrissent les pucerons. Et la pression osmotique au sein des rameaux de sapin (CHARARAS, 1979)

Les insectes, comme les plantes et de nombreux autres organismes, dépendent de la température pour se développer et cela a un effet profond sur le taux de développement de la plupart des insectes (LAMB, 1992).

Une étude réalisée par ARBAB et al(2006), s'est intéressée aux caractéristiques thermiques des populations d'*A. pomi* collectées dans les vergers de pommiers de la province de Qazvin en Iran, comme condition préalable au développement d'un programme IPM (Integrated Pest Management). En effet, il est essentiel de comprendre la réponse des pucerons à la température pour élucider les relations numériques entre eux et leurs ennemis naturels, car la température est une variable importante de l'environnement physique affectant les taux de développement, de reproduction et de survie (DIXON, 1977).

Le taux de développement des stades immatures d'*A. Pomi* a été mesuré à six températures constantes comprises entre 20 et 34 °C, couvrant ainsi les conditions de terrain attendues dans un verger de pommiers typique.

Notre étude a également montré que *A. pomi* n'a pas survécu à 36 ° C. Cette observation a également été rapportée par DELOACH (1974) pour le puceron vert du pêcher, *Myzus persicae* (Sulzer), le puceron du chou, *Brevicoryne brassicae* L. et le puceron *Hyadaphis psedobrassicae* (Davis).

Ces résultats peuvent donc être utilisés pour prévoir l'apparition de différents stades d'*A. Pomi* dans les vergers de pommiers et nous permettre avec plus de précision de choisir les meilleures périodes pour lutter contre ce ravageur.

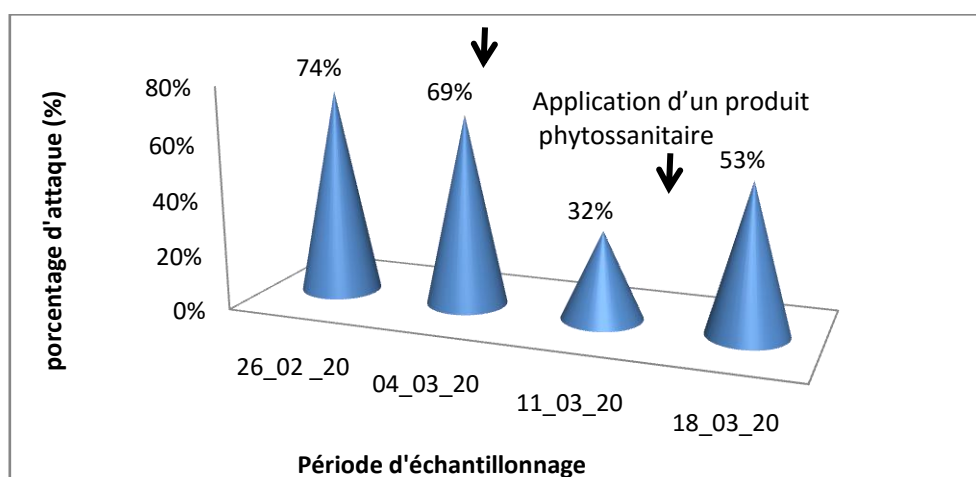


Figure IV.11: Effet des insecticides sur l'intensité d'infestation aphidienne

L'intensité d'infestation d'*Aphis pomi* a diminué juste après l'application d'insecticide (figure IV.11) au niveau du verger de Blida.

IV.3. Suivi des auxiliaires:

D'une manière globale, l'inventaire de l'entomofaune capturée à l'aide des plaques jaunes durant la période fin février début mars, en 2020, a mis en évidence la présence de différentes familles d'hyménoptères dans le verger de pommier d'Attatba. Ces familles sont principalement représentées par les Ichneumonidea, Ceraphronidae, Scelionidae, Mymaridae, Braconidae, Encyrtidae, Aphidiinae, Eulophidae, Megaspilidae, Coccophaginae, Cecidomyidae, Megaspilidae, Aphelinidae, Pteromalidae, et le genre *Encarsia* sp, parmi lesquelles nous retrouvons chez des parasitoïdes primaires des aphides tels que chez les Chalcidoidea : la famille des Aphelinidae, et chez les Ichneumonidea la sous famille des Aphidiinae (famille des Braconidae). Les parasitoïdes secondaires (hyperparasitoïdes) des aphides se retrouvent parmi les Pteromalidae.

Différents travaux font part de l'effet des traitements sur les auxiliaires des cultures. Les connaissances actuelles sur la toxicité des insecticides et spécialement des fongicides sur les auxiliaires sont partielles et basées sur des données obtenues en laboratoire ou en conditions contrôlées. A titre d'exemple, SAUPHANOR et al. (2009) ont présenté une synthèse d'investigations conduites sur l'impact de systèmes de protection en vergers de pommiers biologiques et conventionnels.

Les pratiques de protection en verger du pommier sont intenses, tant au niveau de la fréquence des passages que des volumes de produits phytosanitaires appliqués et de leur toxicité potentielle sur les organismes vivants.

Selon les matières actives utilisées les arthropodes non-cibles ne sont pas nécessairement plus sensibles aux traitements que les espèces cibles. Donc, la fonction de régulation exercée par les auxiliaires n'est pas nécessairement altérée par la lutte phytosanitaire HOLE et *al* (2005) indiquent dans ce contexte d'une part une plus forte abondance des insectes auxiliaires et des araignées dans les cultures en agriculture biologique, que dans les cultures protégées traitées au moyen de pesticides chimiques. D'autre part, le déclin des espèces pollinisatrices, hyménoptères et diptères très largement documenté dans la communauté scientifique, est attribué pour partie à l'utilisation des pesticides, mais également à la fragmentation des habitats et à la réduction des ressources alimentaires liées à la diversité végétale.

BREITENMOSER et *al.* (2013) se sont basés sur l'évaluation d'une part de l'impact d'un traitement à base d'une seule substance active sur chaque groupe d'auxiliaires, et d'autre part sur l'impact de scénarios phytosanitaires (MOURON et *al.* 2013) sur chaque groupe d'auxiliaires avec plusieurs traitements insecticides et fongicides.

Cette évaluation de la toxicité des insecticides sur les auxiliaires a permis de définir les substances actives ou les scénarios ayant un impact négatif sur la fonction régulatrice des groupes d'auxiliaires pertinents dans les cultures de blé d'automne et les pommes de terre de consommation. Ces résultats peuvent servir d'outil d'aide à la décision. Dans le blé d'automne, les résultats montrent que l'utilisation du spinosad ou du téflubenzuron contre les criocères, mais dans ce dernier cas sans spiroxamine, est à privilégier pour ménager les auxiliaires. Dans les pommes de terre de consommation, les résultats montrent que l'utilisation de *Bacillus thuringiensis* et/ou spinosad contre le doryphore et/ ou pymétrozine ou flonicamide contre les pucerons est à privilégier pour ménager les auxiliaires.

D'après CAMERON, (2015), la hausse des températures, l'évolution des régimes de précipitations et la fréquence et l'intensité des chaleurs extrêmes empêchent la régulation naturelle des parasites et des maladies, tout en augmentant la diversité. Cette situation peut à son tour entraîner la disparition d'importants services éco-systémiques et contribuer à la domination accrue d'organismes nuisibles et envahissants.

CONCLUSION

GENERALE

Conclusion générale

Cette étude a nous permis d'améliorer nos connaissances concernant la sensibilité des ravageurs et leur auxiliaires envers les factures climatiques et les modes de production qui sont divers selon les pratiques culturales appliqués au sien d'un agrosystème, donc de bien déterminer quand et comment on doit contrôler les ravageurs du pommier.

Malgré que les deux régions (Blida et Tipaza) soient très proche en terme d'un étage bioclimatique, les résultats des données d'observation différente dans les deux verger étudiés du fait que les variétés de pommiers différentes, et les stades phénologiques apparaissent précocement ou tardivement

Les suivis de carpocapse par piégeage des males indique que les traitements phytosanitaire contre se ravageur peuvent retarder la période de vole ou stopper directement cette activité, elle nécessite des températures favorables et des stades phénologiques ou le ravageur assure la nourriture de sa descendance ce qui explique la différence temporelle d'apparition de ce ravageur dans les deux vergers

Pendant notre suivi de taux d'infestation des fruits par le carpocapse on a enregistré des augmentations du pourcentage d'attaque au fur et à mesure de développement de fruit et des périodes de vole dans les deux vergers, mais une faible différence de pourcentage d'attaque maximale dans les deux vergers ou on a enregistré 4,3% à Chiffa et 4% à Attatba.

L'échantillonnage des taux d'infestations de puceron et la détermination des formes présente à chaque sortie ont prouvé que la présence de ce ravageur est affecté en premier lieu par le stade phénologique de la plante hôte alors la présence de ce ravageur dans le verger de Chiffa été en février jusqu'à mars au stade fin floraison par contre une absence totale de ce ravageur dans le verger d'Attatba a été noté pendant la période de repos hivernale.

Les résultats de piégeage des auxiliaires, a mis en évidence la présence de différentes familles d'hyménoptères dans le verger de pommier d'Attatba. Ces familles sont principalement représentées par les Ichneumonidea, Ceraphronidae, Scelionidae, Mymaridae, Braconidae, Encyrtidae, Aphidiinae, Eulophidae, Megaspilidae, Coccophaginae, Cecidomyidae, Megaspilidae, Aphelinidae, Pteromalidae, et le genre Encarsia sp. Trois familles de prédateurs ont été trouvées telle que les Coccinellidae, les chrysopidae, les Forficulidae et les araignées. En termes d'abondance, les Chrysopidae, est la famille majoritairement représentée.

Tout ces résultats confirme l'importance de bien maitriser la bioecologie d'un ravageur et les factures qui favorisent ou bloquent leur prolifération pour un contrôle moins couteux, plus efficace, et non déstructure de point de vue environnementale et ecotoxicologique, cela ne peut être réalisé sans établir un calendrier de lutte et une stratégie de production intégrée tout on assurant la protection de l'environnement et la santé humaine.

Références

Bibliographiques

- 1- **ACTA (ASSOCIATION DE COORDINATION TECHNIQUE AGRICOLE), 1998.**
-Les pucerons des arbres fruitiers; cycles biologiques et activités de vol. ACTA, Paris, France.
- 2- **AEPLLI, A., GREMMINGER, U., RAPILLARD, CH., ROTH LISBERGER, K. (1983)** -100 Variétés de fruits. Zollikofen: *Edition Lm, Centrale des moyens d'enseignement agricole* 3052, 249 p.
- 3- **AL BITAR L., GORB S.N., ZEBITZ CP, Voigt D (2012)** -Egg adhesion of the codling moth *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera Tortricidae) to various substrates: Leaf surfaces of different apple cultivars. *Arthropod Plant Interactions* 6:471-488.
- 4- **ALIAN, R., 2009** -Petit cours illustré d'entomologie. Article [en ligne]. Disponible sur : <https://www.aramel.free.fr/INSECTES15-51.shtml>». (Consulté le 21/06/2020)
- 5- **AMY, C., NOËL, G., HATT, S., UYTENBROECK, R., VAN DE MEUTTER, F., GENOUD, D., FRANCIS, F., 2018** -Flower strips in wheat intercropping system: effect on pollinator abundance and diversity in Belgium. *Insects* 9, 114. <https://doi.org/10.3390/insects9030114>
- 6- **ANONYME, 2009a** -Syrphes. Le ministère de l'agriculture de l'alimentation et des affaires rurales en Canada. Article [en ligne]. Disponible sur : « www.omafra.gov.ca » (Consulté le 01 juin 2020).
- 7- **ANONYME, 2009b** -Pucerons. Agence de réglementation, la lutte antiparasitaire. Canada Fiche technique.
- 8- **ANONYME., 2009c** -Puceron. Développement durable Environnement et parcs. Québec, Fiche technique.
- 9- **ANONYME., 2009d** -Guêpes Braconidae et Ichneumonidae. Le ministère de l'agriculture de l'alimentation et des affaires rurales en Canada. Article [en ligne]. Disponible sur : « www.omafra.gov.ca » (Consulté le 05 juin 2020).
- 10- **ANONYME, 2018**- État de l'art sur la recherche en production intégrée de la pomme. Centre technique interprofessionnelle de fruits et de légumes. France, article. [En ligne]. Disponible sur : « <http://www.ctlfr.gouv.fr> » (Consulté le 2 juin 2020).
- 11- **ARBAB A., KONOTODIMAS D.C, ET SAHRAGARD A., 2006**-Estimating Development of *Aphis Pomi* (DeGeer) (Homoptera;Aphididae) Using Linear and Nonlinear Models. *Environ.Entomol.* 35(5): 1208-1215.
- 12- **AUDEMARD H., 1982**- Pommier et poirier, lutter contre le carpocapse. *Rev. Phytoma*, (312) 34-38.
- 13- **AUDEMARD H., 1991** -Population dynamics of the codling moth. In: Vander Guest LPS EH, editors (Ed) *World Crop Pests: Tortricidae Pest, their Biology, Natural Enemies and Control*. pp 329-338.
- 14- **BLOMMERS, L.H.M., HELSEN, H.H.M., VAAL, F.W.N.M., 2004** -Life history data of the rosy apple aphid *Dysaphis plantaginea* (Pass.) (Homopt., Aphididae) on plantain and as migrant to apple. *Journal of Pest Science* 77,155–163.
- 15- **BALACKOWSKY A., 1966** – Entomologie Appliquée a l'agriculture. Tome II, Lépidoptères, vol 1. Massonnet Cie., Editeurs 10- Paris, France, 893p.
- 16- **BEAUREGARD M.S, 2010**-Impacts de la fertilisation phosphatée sur la biodiversité microbienne de sols agricoles. Thés.Ph.Doct., Univ.Montréal, Dep. Scien. Bio., 128p.

- 17- **BEERS EH, STUCKLING DM, PROKOPY RJ, AVILA J. 2003** -Ecology and management of apple arthropod pests. In: Ferree DC, Warrington IJ (Eds.), Apples: botany, production and uses, CABI Publishing, Wallingford, UK 489-514.
- 18- **BELKADI S.,1998**-Etude du comportement du Carpocapse du pommier (*Laspeyresia pomonella* L) et estimation des dégâts au niveau de la SRPV de Ain-touta.2^{ème} Journées techniques phytosanitaires (24/25 Nov), INPV.PP :78-86.
- 19- **BENAICHOURE, M ET DJOURDEM, M., 2017**- Etude de l'efficacité de *Metarhizium anisopliae* sur *Aphis spiracola* Mém de Master. Protection de cultures. Université de Mostaganem, 42p, disponible sur : <http://www.e-biblio.univ-mosta.dz>.
- 20- **BENGTSSON J., AHNSTROM J ET WEIBULL AC., 2005**-The effects of organic agriculture on Biodiversity and abundance: journal of Applied Ecology 42,261-269.
- 21- **BLACKMAN, R.L., EASTOP, V.F. 1994** -Aphids on The World's Trees.An Identification and Information Guide. CAB International (Ed.), Wallingford, United Kingdom, 1004pp.
- 22- **BLOC A., THIEVENT Ph., MONTAGNER H., 1984**-Etude préliminaire de la dynamique des populations d'un puceron producteur de miellat : *Cinara pectinatae* nördl. (Homoptera-Lachnidae) dans le Doubs. Relation avec la pluviométrie.Apidologie,15(1):11-22.
- 23- **BLOMMERS, L.H. M., Helsen, H.H. M., Vaal, F.W.N. M. 2004** -Life history data of the rosy apple aphid *Dysaphis plantaginea* (Pass.) (Homopt., Aphididae) on plantain and as migrant to apple. Journal of Pest Science, 77(3), 155 - 163. <https://doi.org/10.1007/s10340-004-0046-5>.
- 24- **BLONDEL J., 1979**-Biogéographie écologie. Masson. Paris, 173p.
- 25- **BOISCLAIRE, J., ESTEVEZ, B., 200** -Lutter contre les insectes nuisibles en agriculture biologique: intervenir en harmonie face à la complexité. Phytoprotection 87, 83-90.
- 26- **BOULÉ, J., G. CHOUINARD, C VINCENT, ET Y.MORIN. 1997** -Biologie et dépistage des principaux insectes et acariens du pommier. Pages 19-99 dans Chouinard, G. (éd) Manuel de l'observateur pommier. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, Québec.
- 27- **BOUHIDEL N., 1992**-Contribution à l'étude biologique du Carpocapse des pommes et des poires (*Laspeyresia pomonella* L) dans la région de Ain-Touta et essai d'évaluation de l'efficacité des trois insecticides.thès.Ing.Inst.Agro.Univ.Batna,49p.
- 28- **BOUHRAOUA, R.T., 1987** -Bioécologie des pucerons en cultures maraîchères et incidence de leurs ennemis naturels dans la région de Fouka (wilaya de Tipaza). Mémoire d'ingénieur agronome, protection des végétaux. INA El Harrach, Alger, 1987, pp 104.
- 29- **BOUTALEB J., TRAGUIS., 2003**-Classification des pesticides utilisés en verger de pommier dans la région de Meknes sur la santé et sur l'environnement. Ecol.Natio.Agri.Dép.Zoo.Agri, 2ème J.Géos.Env.Maroc.
- 30- **BOREAU, C. R., 2012** -Biodiversité et aménagements fonctionnels en verger de pommiers : Implication des prédateurs généralistes vertébrés et invertébrés dans le contrôle des ravageurs. Sciences agricoles. Agro Paris Tech., France.
- 31- **BRADLEY S.J., MAYER D.F. 1994** -European earwig control.In Arthropod management test book series, 20:1-43.

- 32- **BRAHIM I., LOMBARKIA N., MEDJEDBA A., 2013-** Etude du comportement de ponte du Carpocapse (*Cydia Pomonella* L) (Lepidoptera; Tortricidae) sur deux variétés de pommier (*Malus domestica* Borkh). *Agronomie Africaine* 25(3) : 95-205.
- 33- **BREITENMOSER S. BAUR R., 2013-**Influence des insectes sur les auxiliaires dans les céréales et les pommes de terre. *Recherche agronomique suisse* ,4(9)376-383.
- 34- **BRUNNER J.F., BEERS E.H., DOEN M., GRANGE K., 2005** -Managing codling moth without organophosphates. *Good fruit grower*, 12 P.
- 35- **BUREL F., GARNIER E., 2008-**les effets de l'agriculture sur la biodiversité. chap1.139p. <http://www.researgat.net/publication/231563229>
- 36- **CAHOON L.B ET ENSIGN S.H., 2004-**Spatial and temporal variability in excessive soil phosphorus levels in eastern North Carolina., *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 69:111-125.
- 37- **CAMERON E., 2015-**Changements climatiques :Répercussions sur le secteur agricole.5^{ème}Rapport d'évaluation(AR5) du groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat(GIEC).Angleterre.16p.
- 38- **CARROLL, D. P., HOYT, S.C. 1984-**Natural Enemies and Their Effects on Apple Aphid, *Aphis pomi* De Geer (Homoptera: Aphididae), Colonies on Young Apple Trees in Central Washington. *Environmental Entomology*, 13(2), 469-481doi.org/10.1093/ee/13.2.469.
- 39- **CARTER K., 2006-** Que faire en cas de problèmes de lutte contre le carpocapse dans les vergers de l'Ontario-Horticultures, MAAARO-Ontario,Canada,3p.
- 40- **CARVER, M., GF. GROSS AND T.E. WOODWARD. 1991.**-Hemiptera. The insects of Australia. Cornell University Press, Lthaca, New York, 429-515.
- 41- **CHAPLIN-KRAMER, R., O'ROURKE, M.E., BLITZER, E.J., KREMEN, C., 2011** -A meta-analysis of crop pest and natural enemy response to landscape complexity.*Ecol. Lett.* 14, 922-932.
- 42- **CHAFAA. S., 2008-**Contribution à l'étude bioécologique d'un bioagresseur (*Cydia pomonella* L) (Lépidoptéra ;Tortricidae) et estimation des dégâts dans la région de Aintouta (Batna).Thès.Mag.Agro.INA.El Harrach,Alger,76p. Disponible sur : [http :// www.thesis.Univ-batna.dz..](http://www.thesis.Univ-batna.dz..)
- 43- **CHARARAS C., 1979.** - Ecophysiologie des insectes parasites des forets. Edité par l'auteur, 38, av. R.-Coty, 75014 Paris.
- 44- **CHARTON E., 1992** - Pommes et pommiers. Ed. S.A.E.P., 100 P.
- 45- **CHENAFI, A., 2017** - Gestion de la contrainte de l'irrigation en goutte à goutte avec la double gaine enterrée sur un verger de pommier de type « Gala ». Thèse Doctorat. Sciences Hydrauliques. Université Mohamed Khider – Biskra, 133p, disponible sur : <http :// www.thesis.Univ-biskra.dz.>
- 46- **CHOUINARD, G. (ÉD) 1997** - Manuel de l'observateur : pommier. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, Québec.170p
- 47- **CHOUINARD, G. FIRLE, J. A. VANOOSTHUYSE. F. et VINCENT, C.**
- 48- **(2000).** : Guide D'identification des ravageurs des pommiers et leurs ennemis naturels.IRDA et Saint- Laurent. Québec, 69 p.

- 49- **CHOUINARD, G. 2001** -Guide de gestion intégrée des ennemis du pommier. Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec, Québec, 234 p.
- 50- **CHOUINARD G., 2008**-Réseaux d'avertissements phytosanitaires. Bulletin d'information, les nouveaux produits pour lutter contre le carpocapse de la pomme, No 7:1-2.
- 51- **CLÉMENTINE, D.,2015**- La coccinelle, un insecte auxiliaire bien utile au jardin, La société Nationale d'Horticulture de France. Article, [en ligne]. Disponible sur : [«https://www.gerbeaud.com](https://www.gerbeaud.com) » (Consulté le 18/03/202).
- 52- **CLUZEAU D., GUENOLA P., FEDIRIC T., 2011.**-L'importance de la biodiversité du sol : Le cas du ver de terre. Rev.Eau et rivières de Bretagne-l'eau et les sols.14-23pp
- 53- **CORMIER D, PELLETIER F, VANOOSTHUYSE F, CHOUINARD G, BELLEROSE S, AUBRY O., 2015** -Lutter contre le carpocapse de la pomme par l'utilisation de nouveaux moyens à risque réduit. Journée pomicole provinciale. Mont-Saint Grégoire.
- 54- **D'ALMEIDA J., 2012** -Aménagement d'une plate-bande de fleurs pour améliorer la lutte naturelle de deux ravageurs du pommier, *Hoplocampa testudinea* (Tenthredinidae) et *Aphis pomi* (Aphididae). Mémoire présenté comme exigence partielle de la maîtrise en biologie. Université du Québec à Montréal, 91 p.
- 55- **DAJOZ R., 1985** -Précis d'écologie.5^{ème}Ed.Dunod, Paris, 505p.
- 56- **DELOACH C.J, 1974**-Rate of increase of populations of cabbage ,green peach,and turnip aphids at constant temperature.Ann.Entomol.Soc.Am.67 :332-340.
- 57- **DEBRAS, J. F. 2007** -Rôles fonctionnels des haies dans la régulation des ravageurs: Le cas de Psylle *Cacopsylla pyri* L. dans les vergers du Sud- est de la France.
- 58- **DEGUINE J.P., GLOANEC C., LAURENT P., RARNADASS A., AUBERTOT J.N., 2015**-Protection agro-écologique des cultures. Ed.Queae,Versailles, ISBN978-7592-2410-4, 97-126.
- 59- **DIB, H., 2010**- Rôle des ennemis naturels dans la lutte biologique contre le puceron cendré, *Dysaphis plantaginea* Passerini (Hemiptera: Aphididae) en vergers de pommiers, Sciences agricoles. Université d'Avignon, France.
- 60- **DIDHAM, R.K., 2012** -Agricultural intensification drives lands cape-context effects on host–parasitoid interactions in agroecosystems. Journal of Applied Ecology 49, 706-714.
- 61- **DIXON A.F.G., 1977**-Aphid ecology: life cycles,Polymorphism and population regulation.Annu.Rev.Ecol.Syst.8:329-353.
- 62- **DIXON A.F.G., 1988** -Seasonaldevelopment in Aphids.In :Aphids biology,natural enemies and control.Ed.A.K.Minks and P.Harrewijin, Elsevier, Amsterdam, 315-320.
- 63- **6DOUALA, H., FERHATE, R., 2014**- Entomofaune de l'olivier dans la région de Mila. [En ligne]. Mém de Master Biologie Animale, Université de Constantine 1, 87p, disponible sur : [http// www. Umc.eud.dz](http://www.Umc.eud.dz)
- 64- **DSA, 2015**: Direction des services agricoles
- 65- **DUPONT, N., HEMPTINNE, J.-L., CARDON, J.-C., GANNE, E., CORROYER, B., BICHE, D., THIÉRY, D., 2005** -Prévision du risque puceron cendré. Bilan de 4 années d'expérimentation. Pomme à cidre 11, 17–19.
- 66- **EILENBERGH, J., HAJEK, A., LOMER, C., 2001** -Suggestions for unifying the terminology in biological control.Biocontrol 46, 387-400.

- 67- ELBAHI, S., LAGUEAGUE, S., SILINI, K., 2017-** Etude du comportement de deux variétés de pommier « Golden Delicious » et « Anna » vis-à-vis des paramètres climatiques dans la zone de Boussaâda. Mém Master. Production Végétale et Environnement. Université Mohamed Boudiaf - M'sila, 48p, disponible sur : www.dspace.univ-Msila.dz.
- 68- ELWINGA, J.A., VAN NOUHUYS, S., VAN LEEUWEN, D.J., BIÈRE, A., 2007 -** Distribution and colonization ability of three parasitoids and their herbivorous host in a fragmented landscape. *Basic and Applied Ecology* 8, 75-88. Emphasis on entomopathogens. *Vedalia*, 12 (1): 33-60.
- 69- FAO, 2019 -** Production mondiale du pommier, Organisation Mondiale de l'Agriculture et de l'Alimentation. [En ligne]. Disponible sur : <www.fao.org> (consulté le 25/05/2020).
- 70- FAURIE, C., FERRA, MEDORI, P DEVAUX, J. HEMPTIENNE, J.L. 2003.** Ecologie Approche scientifique et pratique. 5^{ed}. Lavoisier. 450p.
- 71- FEBRUAR E., 2007 -** Carpocapse (*Cydia pomonella*) biologie et stratégie de lutte, Espagne, 13 P. Disponible sur : <http://www.ipm.ucdavis.edu/PMG/r4300111.html> agresseur du Pommier. Mém. de master. INRA, France, 70p.
- 72- FERREE, DAVID CURTIS, AND IAN J. WARRINGTON, EDS, 2003 -** Apples: Botany, Production, and Uses. Wallingford: CABI Publ. Fiche technique N° 208, 5 P.
- 73- FILAJDIC, N., NORTH C. S. U., SUTTON, T. B., WALGENBACH, J. F., & UNRATH, C. R. 1995 -** The influence of the apple aphid/spire aphid complex on intensity of Alter aria blotch of apple and fruit quality characteristics and yield. *Plant Disease* (USA). Consulté à l'adresse agris.fao.org/agrissearch/search.do?recordID=US9555906.
- 74- FLECHINGER, J., 1948 -** Les stades végétatifs des arbres fruitiers, en rapport avec le traitement. *Pomologie Française, Supplément*, 81-93.
- 75- FRANCK P., REYES M., OLVARES J ET SAUPHANOR B., 2007-** Genetic architecture in codling moth population: Comparison between microsatellite and insecticide resistance makers. *Molecular Ecology*. 16, 3554-3564.
- 76- FRANCK, P., 2018.-** “Dynamique et Régulation Des Insectes Ravageurs En Vergers de Pommiers.” Paris.
- 77- FUMEY, DAMIEN., 2007.-** Approche Architecturale de La Réponse Du Pommier à La Taille: De l'expérimentation à l'élaboration d'un Modèle Réactif. Université de Montpellier.
- 78- GABTINI A., 1995-** Vols et dégâts du Carpocapse (*Cydia Pomonella* L)(Lepidoptera ;Tortricidae) dans certains vergers de Tunisie. *Annales de L'institut National de Recherche Agronomique*, 296-309.
- 79- GALET P., 2000-** Précis de viticulture. 7^{ème} Ed. Déhan. Montpellier, 559p.
- 80- GALLE, C., 2012-** Les principaux insectes ravageurs de la pomme : stratégies de lutte. *Agropomme* , disponible sur : <http://www.agropomme.ca>.
- 81- GARCIN, A., MOUTON, S., 2006 -** Le régime alimentaire des carabes et des staphylins. *info-ctifl* 219, 19-23.
- 82- GAUTIER M., 2001 -** La culture fruitière. Les productions fruitières. Volume 2. Ed. Tec
- 83- GEIGER F., BENGTTSSON J., BERENDSE F., WEISSER W.W., EMMERSON M., MORALES M.B., CERYNGIER P., LIIRA J., TSCHARNTKE T., WINQVIST C.,**

- EGGERS S., BOMMARCO R., PART T., BRETAGNOLLE V., PLANTEGENEST M., CLEMENT L.W., DENNIS C., PALMER C., ONATE J.J., GUERRERO I., HAWRO V., AAVIK T., THIES C., FLOHRE A., HANKE S., FISCHER C., GOEDHART P.W., INCHAUSI P., 2010**-Persistent negative effects of pesticides on biodiversity and biological control potential on European farmland. *Basic and Applied Ecology* 11,97-105.
- 84- GÉLARD C., YVON M., DANIEL C ET ROBERT M., 2015** -Description et efficacité des prédateurs de pucerons.Fiche technologique du Guide de référence en production fruitière intégrée à l'intention des producteurs de pommes du Québec, fiche 65.
- 85- GIORDANENGO N., 2004** -Ravageurs des cultures, agents de contrôle et lutte biologique et intégrée. Ed. Jules Verne. Paris, 94 P.
- 86- GLIESSMAN, S.R., 2006.** Agroecology: The Ecology of Sustainable Food Systems,second edition.
- 87- GOGGIN, F. L. 2007** -Plant-aphid interactions: molecular and ecological perspectives. *Current Opinion in Plant Biology*, 10(4), 399-408. doi.org/10.1016/j.pbi.2007.06.004.
- 88- GUERMAH S et MEDJOUB-BENSAAD F., 2016**-Population dynamics of the Codling Moth *Cydia Pomonella* L(Lepidopera ;Tortricidae) on tow apple varieties in Algeria.*International Journal of Biological Research and Development* 6(2) :1-8.
- 89- GUERMAH D., MEDJOUB-BENSAAD F., 2018**-Dégâts causés par le Carpopapse *Cydia Pomonella* L dans deux parcelles de pommier de variétés Dorsat Golden dans la région de Sidi Naamane (Algérie). *Lebanese Science Journal*.19(3) :13p.
- 90- GUETTELAH F. N., 2009** -Entomofaune, Impact Economique et bio-écologie des principaux ravageurs du pommier dans la région des Aurès. Thès. Doc. protection.végétaux, Univ. Batna. 166p.
- 91- HADADI, B., 2019** -Etude bioécologique des aphides du poivron sous serres et leurs ennemis naturels à Mazagran (Mostaganem), Mém de Master. Protection des cultures, Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem, Algérie, p 44.
- 92- HAMIMINA M., 2007**-Protection raisonnée contre les ravageurs : Le Carpopapse des pommes et des poires. Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, 158.
- 93- HAML I C., 1998**-Etude écologique du Carpopapse (*Lasperyresia pomonella* L) (Lépidoptéra: Tortricidae), Estimations des dégâts dans la région de Ain-touta et essai de la lutte chimique par l'utilisation de deux extraits de plantes et de deux produits organiques de synthèse au laboratoire.thèseIng.Inst.Agro.Univ.,Batna,40p.
- 94- HANKE MV, FLACHOWSKY H, PEIL A, HÄTTASCH C., 2007**-Pas de fleur pas de fruit - potentiels génétiques pour déclencher la floraison dans les arbres fruitiers. *Genes Genomes* (G3, Bethesda, MD, États-Unis).
- 95- HANSEN M.R., SIGSGAARD L., BRAUN P. 2006** -Earwig in pomes fruit production a beneficial? In *Present and Near Future*, 119:279- 282.
- 96- HOLE D.G., PERKINS A.G., WILSON J.D., ALEXANDER I.H., GRICE P.V., EVANS A.D., 2005**-Does organic farming benefit biodiversity? *Biological conservation* 122,113-130.
- 97- HUGARD Z., 1974** -Importance des facteurs climatiques pour le choix variétal chez les rosacées fruitières. Conséquences dans le domaine de la recherche et de Développement. Séminaire INA, EL Harrach, Alger, 10 P.

- 98- HULLÉ M., CHAUBET B., TURPEAU E. AND SIMON J.C. 2020** -Encyclop'Aphid: a website on aphids and their natural enemies. *Entomologia generalis*: doi10.1127/entomologia/2019/0867, <https://www6.inrae.fr/encyclopediepuccerons/Especes/Puccerons/Aphis/A.-pomi> (consulté le 17/08/2020).
- 99- HULLE, M., TURPEAU, E. ET LECLANT, F. 1998** -Les pucerons des arbres fruitiers: Cycles biologiques et activités de vol, INRA. 80 p.
- 100- ITAFV, 2015** -Institut technique de l'arboriculture fruitière et de la vigne.
- 101- JACKSON, J. E. 2003** -Biology of apples and pears. Cambridge University press, Cambridge.
- 102- JEROME, L., 2009** -Travail du sol, Guide pratique. IBIS. Article. [en ligne]. Disponible sur : [https:// www.ecophytopic.fr](https://www.ecophytopic.fr) (Consulté le 27/07/2020)
- 103-**
- 104- JONES W; BRUNNER J. F. FAUBION D; 2004**-Guide to codling moths damage identification. Washington state university, 2P.
- 105- JONES, V. P., HAGLER, J. R., BRUNNER, J. F., BAKER, C. C., WILBURN, T. D. (2006).**-An Inexpensive Immunomarking Technique for Studying Movement Patterns of Naturally Occurring Insect Populations. *Environmental Entomology*, 35(4), 827–836. doi.org/10.1603/0046-225X-35.4.827.
- 106- JONSSON, M., BUCKLEY, H.L., CASE, B.S., WRATTEN, S.D., HALE, R.J., DIDHAM, R.K., 2012.** Agricultural intensification drives landscape-context effects on host–parasitoid interactions in agroecosystems. *Journal of Applied Ecology* 49, 706-714.
- 107- KAAKEH, W., PFEIFFER, D. G., & MARINI, R. P. 1992** -Combined Effects of Spirea Aphid (Homoptera: Aphididae) and Nitrogen Fertilization on Net Photosynthesis, Total Chlorophyll Content, and Greenness of Apple Leaves. *Journal of Economic Entomology*, 85(3), 939-946. doi.org/10.1093/jee/85.3.939.
- 108- KEHRL, P., WYSS, E. 2001** -Effects of augmentative releases of the coccinellidae, *Adalia bipunctata*, and of insecticide treatments in autumn on the spring population of aphids of the genus *Dysaphis* in apple orchards. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 99(2), 245-252.
- 109- KERRAF N., 1991**-Etude biologique du Carpocapse (*Laspeyresia pomonella* L) et estimation des dégâts dans les vergers de pommiers de Ain-Toutaet Kais, Wilaya de Batna.Thèse Ing.Agro.Batna, 30p.
- 110- KOPPERT., 2017** -Koppert contrôle biologique et pollinisation naturelle. Koppert Biological Sytems.
- 111- KORBAN S, SKIRVIN R., 1984** -Nomenclature of the cultivated apple. *HortScience* 19, 177–180.
- 112- KREBS J.R., WILSON J.D., BARDBURY R.B., SIRWARDENA G.M., 1999** - The second Silent spring *Nature* 400,611-612.In Biodiversité et aménagements fonctionnels en verger de pommier : Implication des prédateurs généralistes vertébrés et invertébrés dans le contrôle des ravageurs, 2014.
- 113- LAAMARI, M., 2004** -Etude éco-biologique des pucerons dans quelques localités de l'est Algérien. Thèse Doct. Scien.Agro. INA El Harrach.Algérie., 204p.

- 114- LACEY L. A. THOMAS K. U., 2005** -Biological control of codling moth (*Cydia pomonella* (L.)(*Lepidoptera, Tortricidae*) and its role in integrated pest management, with Emphasis on entomopathogens. *Vedalia*, 12 (1): 33-60.
- 115- LACEY, L. A., SHAPIRO-ILAN, D. I. 2008** -Microbial Control of Insect Pests in Temperate Orchard Systems: Potential for Incorporation into IPM. *Annual Review of Entomology*, 53(1), 121-144. doi.org/10.1146/annurev.ento.53.103106.093419.
- 116- LAMB RJ., 1992-** Developmental rate of *Acyrtosiphon pisum* (Homoptera;Aphididae) at low temperatures implication for estimating rate parameters for insects. *Environ. Entomol.*21:10-19.
- 117- LAGET E., GUADAGNINI M., PLENET D., SIMON S., ASSIE G., BILLOTE B., BORIOLI P., BOURGOUIN B., FRATANTUONO M., GUERIN A., HUCBOURG B., LEMARQUAND A., LOQUET B., MERCADAL M., PARVEAUD C-E, RAMADE L., RAMES M-H., RICAUD V., ROUSSELOU C., SAGNES J-L., ZAVAGLI F. 2015** -Guide pour la conception de systèmes de production fruitière économes en produits phytopharmaceutiques. GIS Fruits et Ministère de l’agriculture, Paris, 264 p.
- 118- LAURIS, PIERRE-ÉRIC, DELPHINE MEZIERE, LYDIE DUFOUR, et al.,2016** -Fruit-trees in agroforestry systems. A Review and prospects for the temperate and Mediterranean zones (33): 4.
- 119- LECLANT, F. (1974)-** Les aphides: Généralités sur les pucerons nuisibles au pommier.
- 120- LUBY J. 2003** -Taxonomic classification and history in: Ferre D, Warrington I, eds. Apples, botany, production and uses. Wallingford, UK: CABI Publishing, 1-4P.
- 121- MAAMERI, E., 2013-**Etude du complexe parasitaire de deux espèces de pucerons *Myzus persicae* et *Aphis gossypii* sur le poivron sous serre). Mémoire d’ingénieur agronome, protection des végétaux. Université de Mostaganem. pp 76.
- 122- MABBERLY, D.J., JARIVS, C.E AND JUPINER, B.E. 2001** -The name of the apple.(Cambridge University press).
- 123- MANSOUR M ET MOHAMMED F., 2000-**Lutte contre *Cydia Pomonella* (L) en Syrie avec l’utilisation des pièges sexuels, les insectes économiques, Septième Congrée arabe de la protection des plantes, Amman, Jordan, PP : 34.
- 124- MARLIAC, G. 2014** -Intensification de l’agriculture biologique: conséquences sur la régulation des phytophages en vergers de pommiers (PhD Thèses). Université d’Avignon.
- 125- MARLINE, M.M., 2013-**Déterminant du parasitisme larvaire du carpocapse du pommier au Sud Est de France. Sciences agricoles. Université d’Avignon, Français .NNT: 2013,AVIG0657.
- 126- MARTIN M., CAZAUBON J.L., 2015-**La biodiversité dans les paysages agricoles : indicateurs et facteurs de contrôle. In: Biodiversité et agriculture en Midi-Pyrénées : Panorama des actions de recherche et développement. Quelles perspectives pour le conseil aux agriculteurs ? 40p.
- 127- MASSONNET C., 2004** -Variabilité architecturale et fonctionnelle du système aérien chez le pommier (*Malus domestica* Borkh.): Comparaison de quatre cultivars par une approche de modélisation structure – fonction .Thèse Doctorat. Développement et

- Adaptation des Plantes .Ecole nationale supérieure agronomique de Montpellier. France, 184 P.
- 128- MATES, S.M., PERFECTO, I., BADGLEY, C., 2012** -Parasitoid wasp diversity in apple orchards along a pest management gradient. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 156, 82-88.
- 129- MATHEWS, C. R., BOTTRELL, D. G., & BROWN, M. W. 2004** -Habitat manipulation of the apple orchard floor to increase ground-dwelling predators and predation of *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae). *Biological Control*, 30(2), 265-273.doi.org/10.1016/j.biocontrol.2003.11.006.
- 130- MCGUFFIN, GK., SCOTT, I. M., BELLEROSE, S., CHOUINARD, G., CORMIER, D., SCOTTDUPREE, C. 2014** -Susceptibility in field populations of codling moth, *Cydia pomonella* (L.)(Lepidoptera: Tortricidae) in Ontario and Quebec apple orchards to a selection of insecticides. *Pest Management Science*, 71(2), 234–242. doi.org/10.1002/ps.3787.
- 131- MEIER U , GRAF H, HACK H, HESS M, KENNEL W, KLOSE R, MAPPES D, SEIPP D, STAUSSE R, STREIF J ET VQN DEN BOOM T, 1994** Stades phenologiques du développement des fruits à pépins (*Malus domestica* Borkh et *pyrus communis* L) le stieno bstes (espèce prunus) le jo hannesberry (espèce *Ribes*) et fraise(*Fragaria x Annanassa duch*) Nqchrichtenbl. *Protection des végétaux*
- 132- MIÑNARRO, M., FERNÁNDEZMATA, G., MEDINA, P. 2010** -Role of ants in structuring the aphid community on apple.*Ecological Entomology*, 35(2), 206-215. doi.org/10.1111/j.1365-2311.2010.01173.x.
- 133- MIRELLA A., RIBERIO E., ROUSSEAU L., 2013** -L'actualité bibliographique de l'agriculture biologique et durable: Vers une pomiculture biologique Compétitive et durable. *Rev. Num. Spéc. Thème. PomiBio.*, 51p.
- 134- MOHAMMEDI, A., KHELID, S, 2017** - Suivi phénologique d'une espèce fruitière, le pommier (Golden Delicious) dans la wilaya d'Ain Defla. Mémoire de Master.Gestion Qualitative Des Productions Agricoles.Université Djilali Bounaama de Khemis Miliana, 30p, disponible sur : <http://www.dspace.univ-km.dz>.
- 135- MONTIERO, LINO B., CLAIRE LAVIGNE, BENOIT RICCI, PIERRE FRANCK, JEAN-FRANÇOIS TOUBON, AND BENOIT SAUPHANOR. 2013.-** Predation of Codling Moth Eggs Is Affected by Pest Management Practices at Orchard and Landscape Levels.*Agriculture, Ecosystems & Environment* 166: 86–93. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2011.10.012>.
- 136- MOREL K, COEUR D'ACIER A, DEFRANCE H, SIMON S. 2011** -Le puceron cendré du pommier : mieux connaître son vol d'automne pour mieux le maîtriser au printemps. *Phytoma, la défense des végétaux*, 49–52.
- 137- MOURON P., CALABRESE C., BREITENMOSER S., SPYCHER S., BAUR R., 2013**-Evaluation de l'impact des insecticides sur la durabilité dans les cultures .*Recherche agronomique suisse* 4(9) :368-375.
- 138- MUTIN G., 1977** -La Mitidja : Décolonisation et espace géographique. Ed. CNRS, 607p.
- 139- OILB 2002** -Organisation Internationale de Lutte Biologique. *Bulletin OILB/SROP*. p.37-45.

- 140- O'ROURKE, D., 2003** -World Production, Trade, Consumption and Economic Outlook for Apples.In Ferree DC, Warrington IJ.Eds. *Apples - Botany, Production and Uses*. Cambridge: CABI Publishing, 15-30.
- 141- OSTMAN O., EKBOM B., BENGTSSON J., 2001**-Landscape heterogeneity and farming practice influence biological control. *Basic and Applied Ecology*.2:365-371.
- 142- PEKAR, S., KOCOUREK, F. 2004** -Spiders (Araneae) in the biological and integrated pest management of apple in the Czech Republic. *Journal of Applied Entomology*, 128(8), 561-566. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.2004.00884.x>.
- 143- PUJOL J (2014)** Enquête Pratiques phytosanitaires en arboriculture 2012.
- 144- PURE, 2013:** - Risk analysis of resistance development towards natural Antagonists of crop pests and diseases.
- 145- QUBBAJ, T., REINEKE, A., ZEBITZ, C.P.W., 2005** -Molecular interactions between rosy apple aphids, *Dysaphis plantaginea*, and resistant and susceptible cultivars of its primary host *Malus domestica*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 115, 145-152.
- 146- QUICKE, D.L.J., 1997** -Parasitic wasps.Ed. Chapman and Hall, London, UK.
- 147- RAMADE F., 1984** -Elément d'écologie-Ecologie fondamentale. Ed. Mc Graw Hill, Paris, 397 p.
- 148- RADJABI GH., 1989**-Insect attacking rosaceousfruit trees in Iran.Vol.3 :Homoptera plant pest and diseases Research Institute,Tehran,Iran.
- 149- RAMIREZ F, THOMAS LEE DAVENPORT, 2013-** Apple Pollinisation: A Review. *Scientia Horticulturae* 162: 188-203.
- 150- RAT- MORRIS, E. 1994** - Analyse des relations entre *Dysaphis plantaginea* Passerini (Insecta, Auchenorrhyncha) et sa plante hôte *Malus X domestica* Borkh: étude de la résistance du cultivar Florina. Thèse de Doctorat en sciences de la vie. Université François Rabelais de Tours, France, 132 p.
- 151- RAZI S.,1997**-Etudeécobiologique du Carpocapse des pommes : estimation des dégâts dans la région de Ain-Toutaet essai de lutte chimique par l'utilisation des extraits de laurier rose et du Margousier au laboratoire.Thès.Ing.Inst.Agro. . Univ.Batna,55p.
- 152- REYES M., FRANCK P., OLVARES J., MARGARLTOPOLOS J., KNIGHT A., SAUPHANOR B., 2009**-Worldwide variability of insecticide resistance mechanism in the colding moth, *Cydia Pomonella* L (Lepidoptera:Tortricidae).*Bulletin of Entomological Research* 99,359-369.
- 153- RICARD J.M., GARÇIN A., JAY M., MANDRIN J.F. 2012-** Biodiversité et régulation des ravageurs en arboriculture fruitière. CTIFL.
- 154- RICCI B., 2006**-Influence de l'organisation spatiale du parcellaire, des pratiques agricoles et des éléments du paysage sur la densité du carpocapse, un bioagresseur du pommier. Mém de Master. INRA. France, 70 p.
- 155- RICCI P., BUI S., LAMINE C., 2011** -Repenser la protection des cultures, Edition Quae, France, 250 p.
- 156- RICCI B., 2009**-Dynamique spatiale et dégâts de Carpocapse dans la basse Vallée de la Durance.Thèse Doct.Agro.INRA., Avignon., France, 224p.

- 157- RIEDL H, GRAFT B.A, ET HOWITT A.J., 1976**-Attraction of the mated female Codling moths (Lepidoptera;Tortricidae) to apples and apple odor in a flight tunnel.Fla.Entomol.,85(2) :324-329
- 158- ROBINSON JP, HARRIS S.A, JUPINER BE. 2001** -Taxonomy of the genus *Malus* Mill. (Rosaceae) with emphasis on the cultivated apple, *Malus x domestica* Borkh.Plant. Syst. Evol. **226**: 35–58.
- 159- RONZON, B., 2006** -Biodiversité et lutte biologique, Comprendre quelques fonctionnements écologiques dans une parcelle cultivée, pour prévenir contre le puceron de la salade. Extrait d'un mémoire de fin d'étude sur les bandes fleuries, qui sont utilisées comme réservoir d'insectes auxiliaires : 18-22.
- 160- SARTHOU J.P., 2006** -Dossier : la biodiversité dans tous ses états. Alter Agri N°76 : 4-14.
- 161- SAUPHANOR B., SIMON S., BOINSNEAU C., CAPOWIEZ Y., RIEUX R., BOUVIER J.C., DFRANCE H., PICARD C., TOUBON J.E., 2009**- Protection phytosanitaire et biodiversité en agriculture biologique : Le cas des vergers de pommiers. Innovations Agronomiques 4 :217-228.
- 162- SCHAUB, L., BLOESCH, B., GRAT, B. et HOHN, H. 1995**.-Puceron cendré et des galles rouges du pommier. Revue Suisse de Vit.Arb.Hort. N° 2: 94- 95.
- 163- SCHMALE, I., WÄCKERS, F.L., CARDONA, C., DORN, S., 2001**.-Control Potential of Three Hymenoptera Parasitoid Species against the Bean Weevil in Stored Beans: The Effect of Adult Parasitoid Nutrition on Longevity and Progeny Production. Biological Control 21, 134.
- 164- SELTZERP., 1946**-Le climat de l'Algérie : Recueil des données météo. Institut de Technologies.Algérie.219p
- 165- SERGE, B., 2018**-Entretien du sol de culture: Labour ou non labour ? Article [[en ligne](https://www.jardindsprovence.com/travail-du-sol.html)]. Disponible sur : «<https://www.jardindsprovence.com/travail-du-sol.html>».(Consulté le 23/08/2020).
- 166- SHARPLEY A., KLEINMAN P , WELD J., 2004** -Assessment of best management practices to minimize the runoff of manure-borne phosphorus in the USA. New Zealand Journal of Agricultural Research.47:461-477.
- 167- SILVY, C. (2005)**. Quantifions le phytosanitaire III. Courrier de l'environnement n° 19: 92- 100.
- 168- SIMON S., BOUVIER J.C., DEBRAS JF ET SAUPHANOR B., 2009**-Biodiversity and management in Orchard systems: Areview.Agronomy for Sustainable Development, 114.
- 169- SIMONS., DEFRANCE H., SAUPHANOR B., 2007** -Effect of codling moth management on orchard arthropods. Agric. Ecosyst. Environ. 122, 340-348.
- 170- SIMONE S, LAURI P, BRUN L, DEFRANCE H, SAUPHANOR B 2006** -Does manipulation of fruit tree architecture affect the development of pests and pathogens? A Case study in an organic apple orchard Journal of horticultural science & Biotechnology 81:765-773.
- 171- SOLOMON M.G., CROSS J.V., FITZ GERALD J.D., CAMPBELL C.A.M., JOLLY R.L., OLSZAK R.W., NIEMCZYK E., VOGT H. 2000** -Biocontrol of pests



















- of apples and pears in Northern and Central Europe - 3. Predators. *Biocontrol Science and Technology* 10 (2): 91–128.
- 172- STEFANSCU, C, ASKEW RR, CORBERA J AND SHAW MR 2012 -Parasitism and migration in southern pleartic population of the painted lady butterfly *Vanessa cardui* (Lepidoptera: Nymphalidae). *European Journal of Entomology*, 109: 85-9.
- 173- STÉPHANIE, B., 2008 -Diptera famille Tachinidae. Article [en ligne]. Disponible sur: « <https://www.insectesjardins.com/Tachinidae.htm> ». (Consulté le 16/06/2020).
- 174- STIREMAN, J. O., O'HARA, J. E. ET WOOD, M. D., 2006 -Tachinidae: evolution, behavior, and ecology. *Annual Review of Entomology*, 51: 525-555.
- 175- SWIFT, M.J., IZAC, A.M.N., VAN NOORDWIJK, M., 2004. Biodiversity and ecosystem services in agricultural landscapes - are we asking the right questions? *Agric. Ecosyst. Environ.* 104, 113-134.
- 176- THIBAUT, M, EMMANUELLE J, BRIGITTE F, FREDERIC M.P, DENIS T, *etal.*, 2008 -Les conquêtes de l'INRA pour le biocontrôle. France. INRA Sciences & Impact, 32 p.
- 177- TOUBON F.J., 2008- Contrôler le Carpocapse des pommes et des poires. Journée Technique nationale fruits et légumes biologique. *Arb.Bio.Info* (122):6p.
- 178- TRAUGGOTT, M., KAMENOVA, S., RUESS, L., SEEBER, J., PLANTEGENEST, M. 2012 - Chapter Three. Empirically Characterizing Trophic Networks: What Emerging DNA-Based Methods, Stable Isotope and Fatty Acid Analyses Can Offer. In G. Woodward & D. A. Bohan (Éd.), *Advances in Ecological Research* (Vol. 49, p. 177-224). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-420002-9.00003-2>
- 179- VERHAEGHE A., 2005 -Contre le carpocapse du noyer, la confusion sexuelle en verger.
- 180- VINCENT ; C ET D. CODERRE (EDS.) 1992 -La lutte biologique. Gaëtan Morin Editeur (Montréal) et Lavoisier Tech Doc (Paris), 671.
- 181- VAN LEEUWEN, T., VANHOLME, B., VAN POTTELBERGE, S., VAN NIEUWENHUYSE, P., NAEUN, R., TIRRY, L., DENHOLM, I., 2008 - Mitochondrial heteroplasmy and the evolution of insecticide resistance: Non-Mendelian inheritance in action. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 105, 5980–5985.
- 182- WAJENBERG, É., RIS, N., 2007-Chapitre 8. Parasitisme et lutte biologique. *Écologie et évolution des systèmes parasités*.
- 183- WEISS M.J., MCDONALD G. 1998-European earwig, *Forficula auricularia* L. (Dermaptera: Forficulidae), as a predator of the red legged earth mite, *Halotydeus destructor* (Tucker) (Acarina: Pentheleidae). *Australian Journal of Entomology* 37 (July): 183–185.a beneficial? In *Present and Near Future*, 119:279-282.
- 184- WESTBROOK J., 2005 -Aerobiology chapter 9. Geneva, Switzerland, 24p.
- 185- WYSS, E., NIGGLI, U., NENTWIG, W. 1995-The impacts of spiders on aphid populations in a strip-managed apple orchard. *Journal of Applied Entomology-Zeitschrift Fur Angewandte Entomologie*, 119, 473-478.4.
- 186- ZAKARIA A., 1997-Utilisation des pesticides et répartition temporelle des auxiliaires associés au pommier dans le Moyen Atlas. Mémoire de troisième cycle en Agronomie: E.N.A., Meknès (Maroc).

Annexes

Annex 01: Stades phénologiques du pommier selon l'échelle BBCH

Stades phénologiques repères du pommier

Auteurs: Bernard Bloesch et Olivier Viret, Agroscope, 1260 Nyon

0	5	6	7	8																								
Repos hivernal	Apparition de l'inflorescence	Floraison	Développement des fruits	Maturation des fruits																								
 <p>Bourgeon d'hiver (dormance) 00 (A)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Stades</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">0 = Repos hivernal</td> </tr> <tr> <td colspan="2">5 = Apparition des inflorescences</td> </tr> <tr> <td colspan="2">6 = Floraison</td> </tr> <tr> <td colspan="2">7 = Développement des fruits</td> </tr> <tr> <td colspan="2">8 = Maturation des fruits</td> </tr> <tr> <th>Code BBCH</th> <th>Code Baggioini</th> </tr> <tr> <td>00</td> <td>(A)</td> </tr> <tr> <td>51 → 59</td> <td>(B → E2)</td> </tr> <tr> <td>61 → 69</td> <td>(F → H)</td> </tr> <tr> <td>71 → 77</td> <td>(I → J)</td> </tr> <tr> <td>81 → 89</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Sources</p> <ul style="list-style-type: none"> • Baggioini M., 1952. Les stades repères dans le développement annuel de la vigne et leur utilisation pratique. <i>At van romande d'Agriculture et d'Arboriculture</i> 8 (1), 4-6. • Lancashire P. D., Blofholder H., Van Den Boom T., Langloisdeke P., Staus R., Weber E. & Witzemberger A., 1991. A uniform decimal code for growth stages of crops and weeds. <i>Ann. appl. Biol.</i> 119, 561-601. • Hack H., Blofholder H., Buhr L., Meier U., Schnock-Friske U., Weber E. & Witzemberger A., 1992. Einheitliche Codierung der phänologischen Entwicklungsstadien mono- und dikotyler Pflanzen. - Erweiterte BBCH-Skala. <i>Allgemein. Nachrichtenb. Deut. Pflanzenschutz</i> 44 (12), 265-270. <p>Photographies: Carole Parodi</p>	Stades		0 = Repos hivernal		5 = Apparition des inflorescences		6 = Floraison		7 = Développement des fruits		8 = Maturation des fruits		Code BBCH	Code Baggioini	00	(A)	51 → 59	(B → E2)	61 → 69	(F → H)	71 → 77	(I → J)	81 → 89		 <p>Gonflement des bourgeons 51 (B)</p>  <p>Eclatement des bourgeons 53 (C)</p>  <p>Oreille de souris 54 (C3)</p>  <p>Bouton vert 56 (D)</p>  <p>Bouton rose 57 (E)</p>  <p>Ballonnets 59 (E2)</p>	 <p>Début floralson 61 (F)</p>  <p>Plaine floralson 65 (F2)</p>  <p>Floralson déclinante 67 (G)</p>  <p>Fin floralson 69 (H)</p>	 <p>Nouaison 71 (I)</p>  <p>Taille noisette 72 (J)</p>  <p>Stade T 74</p>  <p>Croissance des fruits 77</p>	 <p>Début maturation 81</p>  <p>Maturité avancée 85</p>  <p>Récolte maturité gustative 87-89</p>
Stades																												
0 = Repos hivernal																												
5 = Apparition des inflorescences																												
6 = Floraison																												
7 = Développement des fruits																												
8 = Maturation des fruits																												
Code BBCH	Code Baggioini																											
00	(A)																											
51 → 59	(B → E2)																											
61 → 69	(F → H)																											
71 → 77	(I → J)																											
81 → 89																												



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'économie,
de la formation et de la recherche DSE
Agroscope