

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

**Université Abdelhamid ibn Badis de
Mostaganem**



جامعة عبد الحميد بن باديس مستغانم

كلية علوم الطبيعة و الحياة

**Faculté des Sciences de la Nature et
de la Vie**

UNIVERSITE
bdelhamid ibn Badis
MOSTAGANEM

N° _____ /AGRO/2023

MEMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par :

TRAORE Fatoumata et MERIZAK Djamila

En vue de l'obtention du diplôme de

Master Académique en Agronomie

Spécialité : Protection des végétaux

THÈME

**Etudes bio-insecticide de l'extrait phénolique et l'huile essentielle de
Myrtus communis vis-a-vis des adultes du puceron sur le poivron**

Devant le JURY :

Présidente	Dr BENOURED Fouzia	M.C.A Univ. Mostaganem
Examinatrice	Dr BERGHEUL Saida	M.C.A Univ. Mostaganem
Encadrante	Dr BOUALEM Malika	M.C.A Univ. Mostaganem
Co-encadrante	Mlle KEDDAR Fayza	Doctorante Univ. Chlef

Année universitaire : 2022 - 2023

Remerciements

Toute notre parfaite gratitude et remerciement à Allah le plus puissant qui nous a donné la force, le courage et la volonté pour élaborer ce travail.

*En second lieu, je tiens à remercier très chaleureusement mon encadreur Madame **Boualem Malika**, pour ses précieux conseils et son aide durant toute la période du travail.*

*Nous remercions également les membres du jury **Dr BENOURAD Fouzia** M.C.A Univ. Mostaganem et **Dr BERGHEUL Saida** M.C.A Univ. Mostaganem, d'avoir accepté d'examiner notre mémoire de fin d'études.*

*Nous remercions également Mlle **ƙaddar Fayza**, sans elle ce travail ne serait pas aussi riche. Merci pour ton aide pratique et l'ensemble des enseignants du Département des Sciences Agronomiques.*

Enfin, nous tenons à remercier toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Traoré.F et Merizak, Dj

Dédicace

Je dédie ce travail à ma famille, particulièrement à ma très chère maman « Khadija Doumbouya » qui est toujours là pour moi. Une maman si courageuse, affable, douce, aimable, honorable...

Tu représentes pour moi le symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et l'exemple de dévouement qui n'a pas cessé de prier pour moi et de m'encourager. Ta prière et bénédiction m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études.

Quoi que je fasse ou que je dise, je ne saurais être assez éloquente pour m'exprimer ce que tu mérites pour tous les sacrifices que tu n'as cessé de me donner depuis ma naissance, durant mon enfance et même à l'âge adulte. Tu as fait plus qu'une mère peut faire pour que ses enfants suivent le bon chemin dans leur vie et leurs études. Je te dédie ce travail en témoignage de mon profond amour maman. Puisse Allah, le tout puissant, te préserver et t'accorder une santé de fer, long vie et bonheur. (Je t'aime tellement)

Je le dédie aussi à ma défunte grand-mère que je porterais toujours dans mon cœur.

À mes très chers ami(e)s, je vous dis merci et vous souhaiter bonheurs, reussites et prosperités. MERCI pour vos soutiens et encouragements.

Je vous dedie ce travail en reconnaissance de L'amour que vous m'offrez quotidiennement et votre bonté exceptionnelle. I LOVE YOU

Traoré Fatoumata

Dédicace

Au nom d'Allah clément et miséricordieux

Je dédie ce travail :

Aux deux êtres qui l'auraient espéré plus que moi :

Ma mère et mon père je ne peux jamais imaginer une vie sans eux,

Merci

Pour leur patience, pour leur soutien infini ; pour leurs conseils d'or

Tout

Au long de ma vie et l'aide qui m'ont offert tout au long de mes années

D'études.

Je le dédie aussi :

A mes chers frères

A mes chères sœurs :

Mes chères Amies

*Sans oublier mon binôme : **Fatoumata***

A toute ma famille

A tous les étudiants de la promotion Protection des Végétaux

Et tous ceux que j'aime.

Merizek Djamila

Résumé :

Cette étude consiste à évaluer l'efficacité d'extrait méthanolique et l'huile essentielle de *Myrtus communis* pour lutter contre les pucerons aphididae qui sont de petits insectes phytophages. Ils causent des dégâts considérables chez la culture du poivron, les espèces *Aphis gossypii* et *Myzus persicae* sont les plus dominantes. Afin de lutter contre le puceron, de nombreux travaux visent à chercher des solutions alternatives basées sur l'utilisation des produits naturels extraits à partir de plantes médicinales. La plante choisie pour notre étude est représentée par *Myrtus communis*, plante communément répandue dans le monde. En fait, c'est une plante médicinale utilisée depuis l'Antiquité pour ses nombreuses propriétés thérapeutiques. L'extraction des polyphénols de *M. communis* a été réalisée selon la méthode de Sijith et al. (2011), pour l'huile essentielle l'extraction a été faite par entraînement à la vapeur d'eau. Le rendement obtenu était de 19,7% et 0,80% respectivement pour l'extrait méthanolique et l'HE. Les résultats ont fait ressortir que l'huile essentielle a montré une meilleure efficacité à l'égard de *Myzus persicae* comparativement à l'extrait méthanolique avec une DL50 de 5,55% et 9,92% respectivement pour l'extrait méthanolique et l'HE.

Mots clés : *Myrtus communis*, puceron, poivron, Huile essentielle, extrait méthanoïque.

Abstract :

This study evaluates the efficacy of methanoic extract and *Myrtus communis* essential oil in controlling aphididae aphids, which are small phytophagous insects. They cause considerable damage in the pepper culture, the species *Aphis gossypii* and *Myzus persicae* are the most dominant. In order to combat the aphid, many studies are aimed at finding alternative solutions based on the use of natural products extracted from medicinal plants. The plant chosen for our study is represented by *Myrtus communis*, a plant commonly distributed worldwide. In fact, it is a medicinal plant used since antiquity for its many therapeutic properties. Extraction of the polyphenols of *M. communis* was carried out according to the method of Sijith *et al.* (2011), for the essential oil extraction was done by water vapour training. The yield obtained was 19.7% and 0.80% respectively for methanoic extract and HE. The results showed that the essential oil showed a better efficiency with respect to *Myzus persicae* compared to the methanoic extract with a LD50 of 5.55% and 9.92% respectively for methanoic extract and HE.

Keywords: *Myrtus communis*, aphid, bell pepper, essential oil, methanoic extract.

ملخص:

تتكون هذه الدراسة من تقييم فعالية المستخلص الميثانولي والزيت العطري لنبات *Myrtus communis* لمحاربة حشرات المن وهي حشرات نباتية صغيرة. تسبب أضراراً كبيرة في زراعة الفلفل، فأنواع *Aphis gossypii* و *Myzus persicae* هي الأكثر انتشاراً. من أجل مكافحة حشرات المن، تهدف العديد من الأعمال إلى البحث عن حلول بديلة تعتمد على استخدام المنتجات الطبيعية المستخرجة من النباتات الطبية. يتم تمثيل النبات المختارة لدراستنا بواسطة *Myrtus communis*، وهو نبات شائع في العالم. في الواقع، إنه نبات طبي تم استخدامه منذ وفق العصور القديمة لخصائصه العلاجية العديدة. تم استخراج مادة البوليفينول من *M. communis* لطريقة (Sijith et al., 2011)، بالنسبة للزيت العطري، تم الاستخراج عن طريق التقطير البخار. كان المحصول 19,7% و0,80% على التوالي للمستخلص الميثانولي وزيت العطري. أظهرت النتائج أن الزيت العطري أظهر فعالية أفضل ضد *Myzus persicae* مقارنة بالمستخلص الميثانولي مع LD 50 بنسبة 5,55% و9,92% على التوالي للمستخلص الميثانولي وزيت العطري.

الكلمات المفتاحية: نبات *Myrtus communis* ، المن ، الفلفل ، الزيت العطري ، مستخلص الميثانوليك

Liste des abréviations

FAO : Organisation pour alimentation et agriculture

HE : huiles essentielle

mg GAE/g : milligramme par équivalent d'acide gallique

Liste des tableaux

Tableau 1 : Superficie mondiale et production de Capsicum en 2017.....	3
Tableau 2 : Données statistiques sur la culture de poivron de 2019 à 2022 dans la wilaya de Mostaganem.....	5
Tableau 3 : Différents types de maladies cryptogamiques du poivron.....	10
Tableau 4 : Principales maladies bactériennes du poivron.	11
Tableau 5 : Principales maladies virales du poivron.	12

Liste des figures

Figure 1 : Diversité des espèces de Capsicum.	4
Figure 2 : Racine – Capsicum annuum.	6
Figure 3 : La tige – Capsicum annuum.	6
Figure 4 : Feuilles – Capsicum annuum7	7
Figure 5 : Fleur – Capsicum annuum7	7
Figure 6 : Fruit – Capsicum annuum.....8	8
Figure 7 : Graines de poivron – Capsicum annuum.9	9
Figure 8 : Symptômes d’acariens sur feuilles de poivron.....13	13
Figure 9 : Aleurodes sur la feuille de poivron13	13
Figure 10 : Symptômes d’attaques de thrips sur feuilles de poivron.14	14
Figure 11 : Symptômes d’attaque de puceron sur la feuille14	14
Figure 12 : Symptômes d’attaque de puceron sur la racine15	15
Figure 13 : Steirinema faltiae., nématode prédateur.....18	18
Figure 14 : Espèces auxiliaires prédateurs (larve de syrphé sur puceron).....19	19
Figure 15 : Parasitisme sur puceron20	20
Figure 16 : Les types de pucerons.22	22
Figure 17 : Morphologie d’un puceron sans ailes et ailés23	23
Figure 18 : Cycle évolutif d’un puceron.....25	25
Figure 19 : Développement de fumagine.....28	28
Figure 20 : Caractéristiques botaniques de Myrtus communis.32	32
Figure 21 : Carte de distribution des Myrtus communis et Myrtus nivellei33	33
Figure 22 : Organigramme de travail au laboratoire35	35
Figure 23 : Matériel végétal utilisé lors de l’expérience36	36
Figure 24 : Matériel animale utilisé lors de l’expérience37	37
Figure 25 : Matériel végétal utilisé lors de l’expérience38	38
Figure 26 : Matériel de la distillation à la vapeur d’eau.38	38
Figure 27 : Les étapes de l’extraction de polyphénols40	40
Figure 28 : Rendement de l’extraction de M commun41	41
Figure 29 : L’évolution du taux de mortalité cumulé d’extrait des feuilles de M. Communis sur les adultes du puceron.....42	42
Figure 30 : L’évolution du taux de mortalité corrigée d’extrait des feuilles de M. Communis sur les adultes du puceron.....43	43

Figure 31 : L'évolution du taux de mortalité cumulé d'HE de M. Communis sur les adultes du puceron	44
Figure 32 : L'évolution du taux de mortalité corrigée d'HE de M. Communis sur les adultes du puceron.....	44
Figure 33 : Courbe linéaire pour le calcul de la DL50 et de la DL90 de l'extrait des feuilles de M. Communis.....	45
Figure 34 : Courbe linéaire de l'HE pour le calcul de la DL50 et de la DL90 de l'extrait des feuilles de M. Communis	46

Table des matières

Remerciements	i
Dédicaces	ii
Résumé	iv
Abstract	v
Liste des abréviations	vii
Liste des tableaux	viii
Liste des figures	ix
Table des matières	xi
Introduction générale	1

Partie I : Etude bibliographique

Chapitre I: Présentation de la plante hôte

I. Origine et répartition du poivron	3
I.1. Importance économique de la culture du poivron dans le monde	3
I.2. Importance économique de la culture du poivron à Mostaganem	4
II. Classification Taxonomique	5
III. La description du poivron	5
III.1. Système racinaire	5
III.2. Les Tiges	6
III.3. Les Feuilles	6
III.4. Les fleurs	7
III.5. Les fruits	7
III.6. Les graines	8
IV. Les principales variétés du poivron	9
V. Les maladies du poivron	9
V.1. Les maladies cryptogamiques	9
V.2. Les maladies bactériennes	10
V.3. Les maladies virales	11
V.4. Les ravageurs du poivron	12
V.4.1. Les acariens	12
V.4.2. Les aleurodes	13
V.4.3. Les thrips	13
V.4.4. Les pucerons	14

V.4.5. Les nématodes.....	14
---------------------------	----

Chapitre II :Présentation de la lutte biologique

I. La lutte biologique.....	16
I.1. Lutte biologique classique.....	16
I.2. Lutte biologique par augmentation.....	16
I.3. Lutte biologique par conservation.....	16
II. Les organismes utilisés en lutte biologique.....	17
II.1. Les microorganismes.....	17
II.2. Les nématodes.....	18
II.3. Les prédateurs.....	19
II.4. Les parasitoïdes.....	19

Chapitre III : Généralité sur insecte Aphididae

I. Généralités sur le puceron.....	21
II. Classification d'aphide.....	22
III. La description.....	22
IV. Morphologie.....	22
IV.1. La tête.....	23
IV.2. Le thorax.....	23
IV.3. L'abdomen.....	23
V. Cycle biologique.....	24
V.1. Cycle évolutif.....	24
VI. Moyens de lutte contre les pucerons ravageurs en serre.....	25
VI.1. Les prédateurs.....	26
VI.2. Les parasitoïdes.....	26
VI.3. Les pathogènes.....	27
VII. Les dégâts causés par les aphides.....	27
VII.1. Les dégâts directs.....	27
VII.2. Les dégâts indirects.....	27
VII.2.1. Rejet de miellat et apparition de la fumagine.....	27
VII.2.2. Transmission des virus phytopathogènes.....	28
VII.2.3. Les modes de transmission.....	28
VII.2.4. Les virus circulaires (persistants).....	28
VII.2.5. Les virus non circulaires.....	29
VII.2.6. Virus non persistants.....	29
VII.2.7. Virus semi-persistants.....	29

Chapitre IV : Présentation de la plante Myrtus communis

I.	Historique	30
II.	Étude botanique de Myrtus communis	30
II.1.	La famille des Myrtacées	30
II.2.	Position systématique	31
III.	Description botanique de la plante	31
IV.	Localisation et répartition géographique	32
IV.1.	Dans le monde	32
IV.1.1.	Le Myrte commun	32
IV.2.	En Algérie	32
V.	Composition biochimique de Myrtus communis	33
V.1.	Les baies	33
V.2.	Les feuilles	34
V.3.	Les graines	34
V.4.	Les Minéraux	34

Partie II : Etude expérimentale

Chapitre I : Matériel et Méthodes

I.	Objectif de travail	35
II.	Plan de travail	35
III.	Matériel et méthode	36
III.1.	Matériel biologique	36
III.1.1.	Matériel végétal	36
III.1.2.	Matériel animal	36
III.2.	L'extraction des huiles essentielles	37
III.2.1.	Le protocole de l'extraction des huiles essentielles	39
III.2.2.	Extraction des polyphénols de poudre Myrtus communis par méthanol pur	39

Chapitre II : Résultats et Discussion

I.	Rendement	41
II.	L'activité insecticide	42
II.1.	L'utilisation d'extrait phénolique de Myrtus communis	42
II.2.	Effet du traitement d'huile essentielle de myrtus communis	43
III.	Calcul des doses létales DL50 et DL90	45
III.1.	Pour l'extrait phénolique des feuilles	45
III.2.	Pour l'huile essentielle	46
IV.	Discussions	46

Conclusion générale	48
Références bibliographique	50
Annexes	

Introduction générale

Introduction :

Le poivron est un légume parmi les plus utilisés dans le monde, notamment en Algérie après la tomate et la pomme de terre. Cette culture est régulièrement attaquée par plusieurs ravageurs dont les pucerons, qui figurent au premier plan. Parmi ces derniers, *Aphis gossypii* et *Myzus persicae* constituent un sérieux problème aux cultivateurs.

Depuis longtemps, la lutte contre ces ennemis des cultures est basée sur l'utilisation des pesticides de synthèse. L'usage de ces pesticides chimiques a souvent causé beaucoup plus de problèmes qu'il n'en a résolu (Chandrashekar *et al.*, 2003). En effet, le continent Africain utilise moins de 10% de la production mondiale de pesticides mais totalise 75% des cas de mortalité humaine dus à ces substances chimiques. C'est pourquoi, aujourd'hui, pour des raisons écologiques et économiques, il y a nécessité de développer des méthodes de substitution aux pesticides de synthèse dans la protection des cultures et des récoltes. Parmi ces méthodes, les bio-pesticides occupent une place de choix (Bambara et Tiemtore., 2008).

Il s'impose l'introduction dans nos programmes de la lutte contre ces ravageurs, la lutte biologique, qui vise à exploiter et à valoriser l'action de nombreux ennemis naturels comme les coccinelles contre les pucerons. Par exemple, contre le puceron vert du pêcher (*Myzus persicae*) sur des plants de pomme de terre, deux espèces de coccinelles (*Coleomegilla maculate* DeGeer et *Coccinella septempunctata* Linnaeus) ont réussi à réduire les populations de pucerons à 85% (Obrycki *et al.*, 2009). Cette méthode suppose la connaissance parfaite de la biologie de ravageur en question et celle de son ennemi naturel, en raison de ses avantages multiples sur le plan économique et écologique (Smith, 2005), qui vient de corriger certaines lacunes que rencontrent les autres méthodes de lutte tout en maintenant un équilibre naturel (Salvo, 2007).

Les substances d'origines végétales, sont par définition des métabolites secondaire produits par les plantes comme moyen de défense contre les ravageurs phytophages (Cseke *et al.*, 1999).

C'est dans cette optique que s'inscrit notre étude, qui vise à étudier l'effet insecticide de l'huile essentielle et l'extrait phénolique de *Myrtus communis* contre le puceron *Myzus persicae*.

Notre travail s'est scindé en deux parties. Il s'agit d'une synthèse bibliographique divisées en quatre chapitres : le 1^{er} est une généralité sur la culture d'étude "le poivron" ; les

Introduction générale

2^{ème} et 3^{ème} chapitres résument la présentation de la lutte biologique et du puceron *Myzus persicae* ; le 4^{ème} chapitre a concerné *Myrtus comminus*.

La seconde partie a été réservée au matériel et méthodes utilisés dans nos essais expérimentaux et les résultats obtenus sont accompagnés d'une discussion générale, terminée par une conclusion.

Partie I : Etude bibliographique

Chapitre I

Présentation de la plante hôte

I. Origine et répartition du poivron

Le poivron (*Capsicum annuum*), généralement appelé piment, sont utilisés depuis l'Antiquité comme légumes alimentaires, ingrédients aromatisants, colorants naturels et dans la médecine traditionnelle. Il est originaire de l'Amérique centrale et du Sud du Mexique (Hernández-Pérez *et al.*, 2020). Par la suite, l'Asie du Sud-Ouest et la Chine ont contribué à sa domestication, ou à son aire de répartition (Kraft *et al.*, 2014). Plusieurs espèces ont été domestiquées pour produire différents types de poivron cultivés, comprenant des saveurs allant de doux et sucré à piquant et fortement piquant. De nos jours, l'utilisation principale des poivrons doux et piquants est connue comme légume et épice piquante (Hunziker, 2001 ; Paran et Van der Knaap, 2007).

I.1. Importance économique de la culture du poivron dans le monde

En 2017, la production mondiale de *Capsicum* a atteint environ 36 millions de tonnes de fruits frais dont la Chine avait la production la plus élevée au monde (17 821 238 tonnes), suivie du Mexique (3 296 875 tonnes) (Tab. 01) (FAO, 2009).

Tableau 1 : Superficie mondiale et production de *Capsicum* en 2017 (FAO, 2009).

Pays	Superficie cultivée en hectare	Production (tonnes)
Chine	761284	17 821 238
Mexique	160438	3 296 875
Turquie	94444	2608172
Indonésie	310147	2359441
Inde	8041	67892
Reste du monde	652705	9939013
Total	1987059	36092631

Capsicum est un genre économiquement important de la famille des solanacées et contient au moins 32 espèces originaires d'Amérique tropicale. Selon Basu et De, (2003), Cinq espèces sont largement cultivées dans différentes régions de ce continent, elles sont reporter ci-dessous:

- ✓ *C. annuum* L. est cultivée au Mexique et dans le nord de l'Amérique centrale ;

- ✓ *C. chinense* est planté aux Antilles, dans le nord de l'Amérique du Sud et dans la région amazonienne ;
- ✓ *C. frutescens* L. est principalement cultivé dans les Caraïbes et en Amérique du Sud ;
- ✓ *C. baccatum* L. est propagé au Pérou et en Bolivie ;
- ✓ *C. pubescens*, plus tolérant aux basses températures, se trouve à haute altitude dans les Andes (Fig. 1).



Figure 1 : Diversité des espèces de *Capsicum*. Genre *Capsicum* classé selon la forme, la taille et la couleur des fruits (1), différents types de fleurs pour le genre *Capsicum* (A): *C. annuum* (2), *C. baccatum* (3), *C. chinense* (4), *C. frutescens* (5) et *C. pubescens* (6)

En raison de cette variabilité, les poivrons sauvages et cultivés peuvent être distingués par des différences morphologiques (taille, couleur et forme des fruits) (Fig. 01) (Aguilar-Meléndez, Morrell, Roose, et Kim, 2009).

D'autre part, *Capsicum* montre une incroyable diversité et des composés chimiques exceptionnels favorisant la santé, tels que les capsaïcinoïdes, y compris la capsaïcine, les caroténoïdes (Bosland, 1996).

I.2. Importance économique de la culture du poivron à Mostaganem

Tableau 2 : Données statistiques sur la culture de poivron de 2019 à 2022 dans la wilaya de Mostaganem

Année	Poivron	
	Superficie (ha)	Production (qx)
2019-2020	1316375,00	404285,00
2020-2021	1564870,00	449320,00
2021-2022	1180700,00	269750,00

II. Classification Taxonomique

Règne : Plantae

Division : Magnoliophyta

Classe : Magnoliopsida

Ordre : Solanales

Famille : Solanaceae

Genre : *Capsicum*

Espèce : *Capsicum annum* L. (1753).

III. La description du poivron

Le poivron (*Capsicum annum* L.), membre de la famille des solanacées, est une importante culture de légumes et d'épices appréciée pour son arôme, son goût, son piquant et sa saveur. Le fruit du poivre est le deuxième légume le plus consommé au monde, et c'est une épice vénérée pour son arôme. Il existe différents types de piments : doux, piquant, etc. Ils viennent des régions tropicales et sont très sensibles aux basses températures qui affectent leur développement végétatif (Guo, 2014).

III.1. Système racinaire

Chez le poivron le système racinaire est pivotant et peut atteindre 70 à 80 cm, les racines adventives se développent et acquièrent une forme barbue. Le développement

horizontal des racines serait de 50 à 90 cm, par ailleurs sa faculté assimilatrice est relativement faible par rapport à celle de la tomate (Ducreux, 1975).



Figure 2 : Racine – *Capsicum annum* (Holmes, 1575285).

III.2. Les Tiges

Il est ligneux à la base et herbacé au-dessus, et selon la variété et les conditions de croissance, la croissance est certaine ou indéterminée (Bonnal, 1981).



Figure 3 : La tige – *Capsicum annum* (Photo original, 2023).

III.3. Les Feuilles

Elles sont vertes ovoïdes, souvent à base asymétrique, lisses ou rarement couvertes de poils fins selon les variétés. Les variétés à gros fruits ont généralement de grandes feuilles longues, tandis que les variétés à petits fruits sont caractérisées par de petites feuilles étroites (Kolev, 1976).



Figure 4 : Feuilles – *Capsicum annuum* (Photo originale, 2023).

III.4. Les fleurs

Les fleurs sont blanches, pendantes ou dressées, elles sont situées à l'aisselle des feuilles, tandis que les pétales et les sépales sont fusionnés à la base. La taille des fleurs est l'un des critères de distinction des variétés (Laumonier, 1979).



Figure 5 : Fleur – *Capsicum annuum* (Photo original, 2023)

III.5. Les fruits

Le poivron porte des fruits sous forme de baies dont la forme, la couleur et la taille varient selon la maturité et la variété (Kolev, 1976). Il est vert vif avant maturité et de couleur vive après maturité, généralement rouge, mais aussi jaune, orange, violet, marron,

noir, etc. Le fruit est excellent en goût, en nutrition et en qualité de repas. Il contient 10 à 13 % de matière sèche, 4 à 6 % de sucre, 1,5 à 2 % de protéines et de grandes quantités de sels minéraux, notamment de potassium, et de vitamines, notamment de vitamine C. En effet, les poivrons contiennent 4 à 5 fois plus de vitamine C que les citrons (Todorova *et al.*, 1997 ; Ellatir *et al.*, 2003). Les poivrons se distinguent des piments forts par leurs fruits plus gros et plus charnus et surtout, par leur absence de la substance piquante « capsaïcine » (Ellatir *et al.*, 2003).



Figure 6 : Fruit – *Capsicum annuum* (Photo originale, 2023)

III.6. Les graines

Les graines ou grains des poivrons sont plats, lisses, petits et riches en huile (poids de 1000 graines \approx 6 grammes), et le pouvoir de germination peut atteindre 3 à 5 ans. Chez cette espèce, les effets d'hétérosis se manifestent par une maturité précoce et un rendement accru (Invuflec, 1968 ; Selon Kolev, 1976), les variétés de poivrons hybrides sont de plus en plus recherchées, notamment pour la production de légumes précoces.



Figure 7 : Graines de poivron – *Capsicum annuum* (Photo originale, 2023).

IV. Les principales variétés du poivron

Il existe trois grandes variétés de poivrons en fonction de leur forme

- Le poivron carré ;
- Le poivron rectangulaire ;
- Le poivron triangulaire .

A Mostaganem, les agriculteurs cultivent et apprécient les variétés suivantes :

- Pour le plein champ : Asgrew (quatre coins) et le poivron doux d’Espagne,
- Sous serre : Magister hybride F1.

V. Les maladies du poivron

V.1. Les maladies cryptogamiques

Tableau 3 : Différents types de maladies cryptogamiques du poivron (Haddadi, 2019).

Maladies	Agent responsable	Nature des dégâts
Mildiou	<i>Phytophthora capsici</i>	Nécrose brune bien délimitée au niveau du collet. Flétrissement brutal des plantes.
Oïdium	<i>Liveilla taurica</i>	Tâches jaunâtres sur les feuilles ponctuellement nécrotiques, parfois couverts d'un feutrage blanc.
Alternariose	<i>Alternaria solani</i>	Tâches noires de taille variable, plus ou moins arrondies, bien délimitées, taches ovales sur tige.
Fusariose	<i>Fusarium oxysporum</i>	Flétrissement accompagné d'un jaunissement souvent unilatéral des feuilles pouvant se généraliser suivi du dessèchement complet de la plante et de la mort de celle-ci.
Verticilliose	<i>Verticilium sp.</i>	Flétrissement accompagné d'un jaunissement d'abord unilatéral suivi d'un dessèchement des feuilles de la base.
Pourriture grise	<i>Botrytis cineria</i>	Chancres bruns, bien délimités, souvent à plusieurs centimètres au-dessus du niveau du sol. Tâches avec moisissure grises sur les feuilles et fruits. Flétrissement de la plante.
Anthracnose	<i>Colletotrichum atramentarium</i>	Tâches déprimées circulaires sur fruits, le centre de ces tâches noircit légèrement.
Alternariose	<i>Alternaria solani</i>	Tâches noires de taille variable, plus ou moins arrondies, bien délimitées, taches ovales sur tige.

V.2. Les maladies bactériennes

Tableau 4 : Principales maladies bactériennes du poivron (Haddadi, 2019).

Maladies	Agent responsable	Nature des dégâts
Le chancre Bactérien	<i>Corynebacterium michiganense</i>	Flétrissement accompagné de chancres longitudinaux sur tige et pétioles noircissement des vaisseaux puis de la moelle.
Pourriture molle	<i>Erwinia carotovora</i>	Pourriture molle des tiges et des fruits.
Gale bactérienne	<i>Xanthomonas visicatoria</i>	Apparition de petites taches noires sur les sépales, ces taches sur fruits s'élargissent et prennent une apparence ligneuse et un contour festonné.
Flétrissement Bactérien	<i>Ralstonia solanacearum</i> (<i>Pseudomonas solanacearum</i>)	Flétrissement irréversible d'abord unilatéral puis généralisé, brunissement des vaisseaux et des tissus contigus, chancres ouverts sur les pétioles.
Stolbur	Un organisme de type Mycoplasme et parfois de phyloïdie.	Jaunissement généralisé, dépérissement, chute des feuilles, parfois chute des fruits et flétrissement.

V.3. Les maladies virales

Selon Simon (1994), 40% des maladies à virus sont transmises par les insectes, dont le groupe le plus redoutable est celui des pucerons. La transmission se fait lors des piqûres de prise de nourriture. On distingue deux types de transmission :

1. Un mode non persistant, localisé au niveau des styles, le virus disparaît lors des mues des insectes.
2. Mode persistant, les particules sont ingérées avec la salive, passant de l'intestin dans l'hémolymphe, puis dans les glandes salivaires, ou elles persistent même si l'insecte mue.

Tableau 5 : Principales maladies virales du poivron. (Haddadi, 2019).

Maladies	Agent responsable	Nature des dégâts
Mosaïque du tabac	Virus de la Mosaïque du tabac (TMV)	Mosaïque vert ou blanche, parfois associée à un aspect filiforme des feuilles.
Mosaïque de la pomme de terre	Virus Y de la pomme de terre (PVY)	Mosaïque vert brillant avec parfois nécroses des nervures.
Mosaïque du concombre	Virus de la Mosaïque du concombre (CMV)	Mosaïque en tâches annulaires, en arabesque et marbrure.
Mosaïque de la luzerne	Virus de la Mosaïque de la luzerne (AIMV)	Il provoque des symptômes nécrotiques mort de certains bourgeons suivis de la production d'un nouveau feuillage présentant une forte mosaïque blanche et jaune.
Mosaïque du flétrissement de la fève	Virus de flétrissement de fève (BBWY)	Mosaïque jaune avec nécrose sur jeunes pousses.

V.4. Les ravageurs du poivron

La culture du poivron est soumise à des attaques régulières des ravageurs (acariens, nématodes...) et d'insectes (thrips, aleurodes, pucerons...).

V.4.1. Les acariens

Le poivron peut être attaqué par les acariens tels que le *Tetranychus urticae* Koch et le *Tetranychus cinnabarinus* Boisduval (Babi, 2001).

Ces dernières provoquent un jaunissement et le dessèchement des feuilles en montrant de petites lésions mouchetées, jaunes ou blanches (ACTA, 1999 ; Naika *et al.*, 2005). Les infestations des *Tetranychus* provoquent de lourdes pertes qui peuvent aller jusqu'à la destruction de la culture.



Figure 8 : Symptômes d'acariens sur feuilles de poivron (Holmes, 1575285)

V.4.2. Les aleurodes

Les larves et adultes d'aleurodes sont des insectes piqueurs-suceurs de sève, ce qui entraîne des dégâts directs se traduisant par une diminution de la vigueur des plantes attaquées. Les symptômes varient d'une simple chlorose, jaunisse des feuilles et dessèchement, allant jusqu'à la déformation des fruits peuvent être observés (Chabriér *et al*, 2005).

Le miellat qu'ils rejettent contribue à favoriser des champignons saprophytes qui diminuent la qualité des fruits ce qui exige un nettoyage supplémentaire de ces derniers avant leur vente.



Figure 9 : Aleurodes sur la feuille de poivron (Nexles, 2014)

V.4.3. Les thrips

Le thrips est un insecte piqueur suceur qui se nourrit sur la face inférieure des feuilles, ainsi que sur les fleurs, les bourgeons et les fruits, en perçant la surface et en suçant le contenu des cellules végétales. Les symptômes se résument par des taches blanches argent sur les feuilles et les fruits (Bertaux et Marro. 1997 ; Mateus *et al*. 1992).



Figure 10 : Symptômes d'attaques de thrips sur feuilles de poivron (Hortitec News, 2014).

V.4.4. Les pucerons

Les pucerons sont des insectes exclusivement phytophages permanents de la culture du poivron. Ils provoquent un arrêt de croissance avec déformation et recroquevillement des feuilles ; la production de miellat permet le développement de la fumagine.



Figure 11 : Symptômes d'attaque de puceron sur la feuille (BiOGrowi, 2023)

V.4.5. Les nématodes

Les nématodes se nourrissent et se multiplient sur les racines des plantes (Bélaïr, 2003). Ils provoquent des galles (des tumeurs cancéreuses) sur les racines des plantes. Les symptômes apparents de l'infestation par les nématodes sont la chlorose, le retard de croissance, le flétrissement, la sénescence précoce et la chute de rendements (Csizinszky *et al.*, 2005).



Figure 12 : Symptômes d'attaque de puceron sur la racine (Wädenswil, 2011)

Chapitre II

Présentation de la lutte biologique

I. La lutte biologique

Selon Albouy (2012), tout organisme vivant, du plus petit au plus grand se trouvera à un moment de sa vie la cible d'un ou plusieurs ennemis, c'est la loi de la nature. Cela peut mettre en jeu sa survie en tant qu'individu, population et/ou espèce. D'une manière schématique, la lutte biologique peut être considérée comme une manière d'utiliser les ennemis des espèces, considérées comme nuisible, pour en réguler la population en dessous d'un seuil acceptable.

Dans la pratique, la lutte biologique est utilisée depuis les balbutiements de l'agriculture pour protéger les cultures contre des agresseurs occasionnant de grosses pertes de récoltes. Ces organismes peuvent être des parasitoïdes, des insectes prédateurs ou des pathogènes comme les virus, les champignons ou les bactéries (Jourdeuil et Fraval, 1991).

On distingue trois stratégies de lutte biologique, Selon (Lambert, 2010), la lutte classique (acclimatation d'agents auxiliaires introduits), par augmentation (traitements répétitifs par des agents auxiliaires) et par conservation (promotion des agents auxiliaires existants).

I.1. Lutte biologique classique

Visé à l'introduction d'un agent entomopathogène exotique dans un nouvel écosystème où survit un ravageur exotique dans le but de supprimer les populations de ce dernier (Cloutier et Cloutier, 1992).

I.2. Lutte biologique paraugmentation

Consiste à contrôler un ravageur indigène en faisant des lâchers de son ou ses ennemis naturels qui existent naturellement dans le système, mais en faible occurrence ou pas dans le moment optimal qui coïncide avec le pic d'abondance de ce ravageur (Lambert, 2010).

I.3. Lutte biologique par conservation

Visé à conserver les ennemis naturels déjà existants dans le paysage et à améliorer leur occurrence au moyen de gestion de l'habitat et de changement des pratiques culturales (Cloutier et Cloutier ; 1992).

Les pucerons sont attaqués par divers groupes d'ennemis naturels dont plusieurs espèces sont même commercialisées et utilisées dans les programmes de lutte contre ces ravageurs, surtout pour les cultures sous serres (Byeon *et al.*, 2011). En effet, comme l'a mentionné Yano (2006), huit parasitoïdes, 15 prédateurs et plusieurs champignons entomopathogènes ont été utilisés contre les aphides en serres. Par ailleurs, selon Boivin *et al.* (2011), les parasitoïdes sont les ennemis les plus utilisés à cause de leur aptitude à s'attaquer uniquement

à certaines espèces de pucerons. Prenons l'exemple de l'hyménoptère, *Aphidius colemani* Viereck, le parasitoïde le plus connu et le plus employé à l'échelle du monde, qui a réussi à parasiter *M. persicae* et *A. gossypii* sur plusieurs cultures en serre en Corée. Cependant, il n'a pas parasité *Macrosiphum euphorbiae* Thomas et *A. Solani* Kaltenbach sous les mêmes conditions (Byeon *et al.*, 2011).

Par opposition aux parasitoïdes, les prédateurs utilisés contre les pucerons sont souvent généralistes. Ils s'attaquent à une multitude d'organismes, ravageurs ou parfois utiles (Byeon *et al.*, 2011). Plusieurs études suggèrent que de nombreuses espèces de coccinelles sont potentiellement efficaces contre les populations d'aphides en serres (Riddick, 2017).

Malgré la réussite de ces auxiliaires (prédateurs et parasitoïdes) à contrôler les pucerons, leur utilisation est limitée par la difficulté et le coût élevé de leur élevage (Lambert, 2010).

II. Les organismes utilisés en lutte biologique

Pratiquement tous les organismes vivants peuvent être considérés comme des ennemis naturels selon l'angle avec lequel on examine leur écologie. Cependant dans un contexte de lutte biologique en agriculture et en foresterie, et surtout en ce qui concerne la lutte biologique contre les insectes ravageurs, quatre groupes d'organismes sont surtout utilisés. Ce sont les microorganismes, les nématodes, les prédateurs et les parasitoïdes (Boivin, 2001).

II.1. Les microorganismes

Les microorganismes regroupent des bactéries dont plus d'une centaine d'espèces ont été identifiées comme ayant un potentiel d'utilisation en lutte biologique (Starnes, 1993 ; Boivin, 2001), des virus (650 - 1200) (Martignoni *et al.*, 1986 ; Cloutier *et al.*, 1992 ; Boivin, 2001), des champignons (700 espèces), et des protozoaires (six phyla) pathogènes aux insectes (Boivin, 2001).

Le nombre d'espèces de virus pathogènes aux insectes varie selon les auteurs de 650 (Cloutier & Cloutier 1992) à 1200 (Martignoni et Iwai 1981), la plupart (70%) ayant été décrits chez les Lépidoptères. On divise les virus entomopathogènes en 16 familles de virus à ADN ou ARN, à brins doubles ou simples. Deux familles seulement, les Baculoviridae et les Tetraviridae, n'infectent que des arthropodes, les autres familles ayant des représentants associés aux mammifères ou à d'autres groupes non-arthropodes, ce qui limite évidemment leur intérêt en lutte biologique.

Les 700 espèces de champignons entomopathogènes se regroupent dans cinq sous-divisions : les Mastigomycotina, Zygomycotina, Ascomycotina, Basidiomycotina et Deuteromycotina. Seulement environ une vingtaine d'espèces ont cependant été étudiées dans un contexte de lutte biologique (Martignoni *et al.*, 1986 ; Cloutier *et al.*, 1992 ; Boivin, 2001).

Finalement les protozoaires infectant les insectes se retrouvent dans six phyla: les Zoomastigina (Flagellés), Rhizopoda (Amibes), Apicomplexa (Grégarines, Eugrégarines, Néogrégarines, Coccidies), Microspora (Microsporidies), Haplosporidia et Ciliophora (Ciliés). Pratiquement tous les travaux en lutte biologique ont porté sur les microsporidies (Martignoni *et al.*, 1986 ; Cloutier *et al.*, 1992 ; Boivin, 2001).

II.2. Les nématodes

Certains nématodes sont de redoutables ennemis naturels pour bon nombre d'insectes ravageurs des cultures, les nématodes entomophages exploitent les insectes comme ressource pour se développer et se reproduire. On retrouve des nématodes entomophages dans 30 familles différentes ce qui représente environ 4000 espèces (Van Driesche et Bellows, 1996). Les nématodes entomophages sont utilisés contre différentes chenilles (carpocapse, noctuelle, mineuses...) mais nécessitent des conditions humides lors de leur utilisation en automne. Parmi les principales familles où se retrouvent ces espèces, les Steinernematidae, Heterorhabditidae et Mermithidae sont celles offrant le meilleur potentiel en lutte biologique. Les genres ayant fait l'objet de plus d'études, les *Steinernema* et *Heterorhabditis*, ne contiennent d'ailleurs que peu d'espèces, 10 et 3 respectivement (Doucet et Doucet 1990 ; Poinar 1990). Les nématodes entomophages s'attaquent à pratiquement tous les ordres d'insectes mais ce sont chez les Coléoptères, Diptères, Hyménoptères et Lépidoptères que le plus de cas ont été rapportés. Cependant cette prédominance pourrait bien ne refléter que la concentration des études dans ces groupes.



Figure 13 : *Steirnama faltiae.*, nématode prédateur (Crisop, 2019)

II.3. Les prédateurs

Les prédateurs sont des organismes vivants qui tuent des proies pour s'en nourrir ou pour alimenter leurs progénitures souvent au stade larvaire. Ils se nourrissent d'un large éventail de proies, leurs populations sont relativement stables, et ils contribuent à exercer un contrôle continu sur le niveau des populations de proies (Pascal, 1993). Le régime alimentaire des adultes peut consister en des larves (comme les forficules), soit être polliniphage, nectariphage, ou encore se nourrir de miellat des Homoptères (comme les syrphes). Les prédateurs sont généralement plus grands que leurs proies (Vincent et Coderre, 1992 ; Polis *et al.*, 1992 ; van Driesche et Bellows, 1996 ; Boller *et al.*, 2004).

On distingue deux types de prédateurs à savoir les Sténophages et les Euryphages (Begon *et al.*, 1990 ; Debach, 1973 ; Pedigo, 1988). Les premiers sont des spécialistes et leur cycle biologique est synchronisé à celui de leurs proies (Wratten, 1978). En lutte biologique, les familles les plus utilisées sont certaines espèces de Syrphidae, Cecidomyidae, Coccinellidae et Chamaeyiidae (Agarwala et Saha, 1984 ; Bishop *et al.*, 1986, Clausen, 1972 ; Debach, 1973). Les seconds sont plutôt généralistes et peuvent utiliser d'autres sources de nutrition non-animale comme le pollen, champignon ou matière végétale (Begon *et al.*, 1990 ; Debach, 1973).



Figure 14 : Espèces auxiliaires prédateurs (larve de syrphé sur puceron) (Jardinier, 2018).

II.4. Les parasitoïdes

Les parasitoïdes sont une classe d'auxiliaires qui se développent sur ou à l'intérieur d'un autre organisme dit « hôte », mais qui tue inévitablement ce dernier au cours de ce développement ou à la fin de ce développement (Eggleton et Gaston, 1990 ; Godfray, 1994 ; Boller *et al.*, 2004 ; Nicholls *et al.*, 2005). Un parasitoïde adulte se nourrit habituellement sur le miellat, le nectar ou le pollen, bien que quelques adultes se nourrissent des fluides du corps

des hôtes (Nicholls *et al.*, 2005). Normalement, les parasitoïdes sont plus petits de leurs proies et s'attaquent à un stade particulier de développement de la proie. Certaines espèces de parasitoïdes sont également capables de parasiter différents stades œuf et larve, ou larve et adulte (Stireman *et al.*, 2006). Les parasitoïdes laissent souvent des traces de leur activité (par exemple, les momies des pucerons).



Figure 15 : Parasitisme sur puceron (Natural, 2023)

L'utilisation des parasitoïdes en lutte biologique offre plusieurs avantages. Ainsi on considère que les parasitoïdes ont une bonne capacité de dispersion et de découverte de l'hôte, ont une bonne capacité à s'établir dans un habitat donné, sont très sécuritaires pour la santé humaine et ont une grande spécificité d'hôte, donc posent peu de risques aux organismes non-visés (Cloutier et Cloutier 1992). Les trois ordres les plus utilisés en lutte biologique sont les Hyménoptères (87,3 %), les Diptères (12.5 %) et les Coléoptères (0.2 %) (Debach, 1979 ; Bradford, 1994). Il existe aussi les Hyperparasitoïdes, lesquels sont parasitoïdes des précédents.

Les parasitoïdes sont plus petits de leurs proies et s'attaquent à un stade particulier de développement de la proie. Certaines espèces de parasitoïdes sont également capables de parasiter différents stades œuf et larve, ou larve et adulte, les parasitoïdes laissent souvent des traces de leur activité (par exemple, les momies des pucerons) (Stireman *et al.*, 2006).

Chapitre III

Généralité sur insecte Aphididae

I. Généralités sur le puceron

Selon Hullé *et al.*, (1998), les pucerons ou aphides constituent un groupe d'insectes extrêmement répandu dans le monde et qui s'est diversifié parallèlement à celui des plantes à fleurs dont presque toutes les espèces sont hôtes d'aphides. On connaît actuellement plus de 4 500 espèces dans le monde dont 900 en Europe.

Les pucerons sont uniquement phytophages : grâce à leur appareil buccal de type piqueur-suceur, ces phytoparasites sont considérés comme l'un des groupes les plus nocifs aux plantes et comme une source perpétuelle de frustration pour les agriculteurs et les jardiniers (Powell *et al.*, 2006). Ils se nourrissent de la sève des plantes et peuvent transmettre à celles-ci des particules virales, ce qui en fait des déprédateurs majeurs des cultures. Ils sont d'autant plus nuisibles que leur cycle complexe et leur polymorphisme leur permettent d'exploiter leur plante hôtes au maximum tout en répondant très rapidement aux modifications de leur environnement. On en trouve également sur les résineux, sur quelques fougères et quelques mousses.

Ce sont de petits insectes dont la taille excède rarement 5 millimètres, à téguments mous et corps ovale peu aplati (Fraval, 2006). Ils forment des colonies grégaires de dizaines, voire de centaines d'insectes si serrés les uns contre les autres qu'on discerne seulement leurs arrière-trains. Ils présentent différentes formes avec ou sans ailes et selon l'espèce à laquelle ils appartiennent, peuvent être verts, jaunes, bleutés, rouges, bruns, gris, noirs ou blancs (Anonyme, 2009).



(A) Pucerons ailés noir regroupés

(B) Pucerons vert sans ailes

Figure 16 : Les types de pucerons (Hortitec News, 2017).**II. Classification d'aphide (Selon Geoffroy, 1762)****Règne** : Animalia**Embranchement** : Arthropoda**Classe** : Insecta**Super-ordre** : Hemipteroidea**Ordre** : Hemiptera**Super-famille** : *Aphidoidea***Famille** : Aphididae**Genre** : *Aphis***III. La description**

Les pucerons appartiennent à l'ordre des hémiptères, tout comme les psylles, les aleurodes ou les cicadelles. Le corps des aphides est divisé en trois parties : la tête, le thorax et l'abdomen (Hullé, *et al*, 1998).

IV. Morphologie

Ce sont des insectes piqueurs-suceurs caractérisé par la présence, à la face inférieure de la tête, d'un rostre segmenté à quatre articles, aux téguments mous de petite taille, mesurant

entre 2 à 4mm avec un corps ovale un peu aplati (Groeters, 1989). Ce dernier est partagé en trois parties bien distinctes (la tête, le thorax, et l'abdomen).

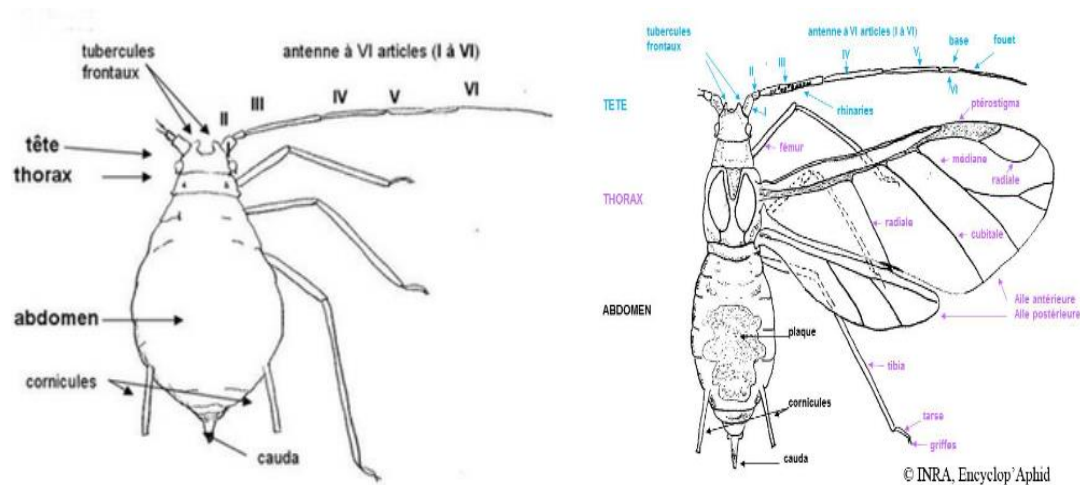


Figure 17 : Morphologie d'un puceron sans ailes et ailés (INRA, 2019)

IV.1. La tête

Selon Hullé *et al.* (1998), la tête porte généralement deux yeux composés volumineux et deux antennes. Chez les adultes, les antennes ont six articles généralement, quelque fois trois, quatre ou cinq, sur lesquelles apparaissent des organes olfactifs : les rhinaries ou sensoria ; le dernier article comporte une partie terminale le plus souvent effilée : le fouet ou flagelle ou processus terminale. Le nombre et la localisation des rhinaries, la longueur des antennes et la longueur des fouets aident à la détermination des espèces, ainsi que la forme du front et des tubercules frontaux sur lesquels sont insérées les antennes.

IV.2. Le thorax

Il est composé de trois segments et porte les trois paires de pattes qui se termine par des tarse à deux articles ; le dernier est pourvu d'une paire de griffes. Chez l'ailé, le thorax porte également deux paires d'ailes membraneuses repliées en toit au repos. Chez certaines espèces, la nervation des ailes peut être caractéristiques (Hullé, *et al.*, 1998).

IV.3. L'abdomen

L'abdomen comporte des segments difficiles à différencier. Le cinquième porte des cornicules par ou le puceron excrète des gouttes de liquide contenant hormones d'alarmes ou favorisant la rencontre des sexes. Le dernier segment porte la cauda. La forme et la pigmentation des cornicules et de la cauda, ainsi la présence de stries, de bande, de plaques ou

de sclérites sur l'abdomen sont des critères pour la détermination des espèces (Hullé, *et al.*, 1998).

V. Cycle biologique

V.1. Cycle évolutif

La plupart des espèces de pucerons présentent, au cours de leur cycle évolutif, une génération d'insectes sexués (mâle, femelle) alternant avec une ou plusieurs générations se multipliant par parthénogenèse et constituées uniquement de femelles (parthénogenèse thélytoque). Les femelles fécondées sont toujours ovipares alors que les femelles parthénogénétiques sont le plus souvent vivipares (François, 1999), elles donnent directement naissance à de jeunes larves capables de s'alimenter et de se déplacer aussitôt produites.

Les pucerons sont parmi les insectes ravageurs les plus destructeurs des plantes cultivées dans le monde. Du fait de leur reproduction asexuée et sexuée, ils sont capables d'une multiplication extrêmement rapide. De plus, ces insectes peuvent transmettre des virus. Les dégâts qu'ils occasionnent peuvent être très importants, et engendrer de réels problèmes économiques pour les producteurs puisque les cultures deviennent impropres à la consommation.

Selon Simon (2007), il existe différents types de cycles de vie des pucerons selon les espèces. Certaines espèces accomplissent la totalité de leur cycle évolutif sur des plants de la même espèce ou d'espèces très voisines ; elles sont dites monoeciques. Par contre, d'autres espèces nécessitent pour l'accomplissement de leur cycle complet de deux plantes hôtes non apparentées botaniquement. Ces espèces sont dites hétéroeciques (ou dioeciques). La plante sur laquelle est pondue l'œuf d'hiver est appelée hôte primaire, l'autre étant l'hôte secondaire, généralement c'est une plante herbacée sur lequel émigre les fondatrigenes ailées.

Dans les régions tempérées, les pucerons présentent un cycle annuel complet (holocycle) à deux hôtes (dioécique). Dans les conditions défavorables de l'hiver, la plupart des pucerons hivernent sous forme d'œufs sur les plantes vivaces ou dans les débris végétaux. Ils peuvent résister à des températures plus basses de l'ordre de -10°C à -15°C . Certains hivernent sous forme de femelles adultes (Eaton, 2009).

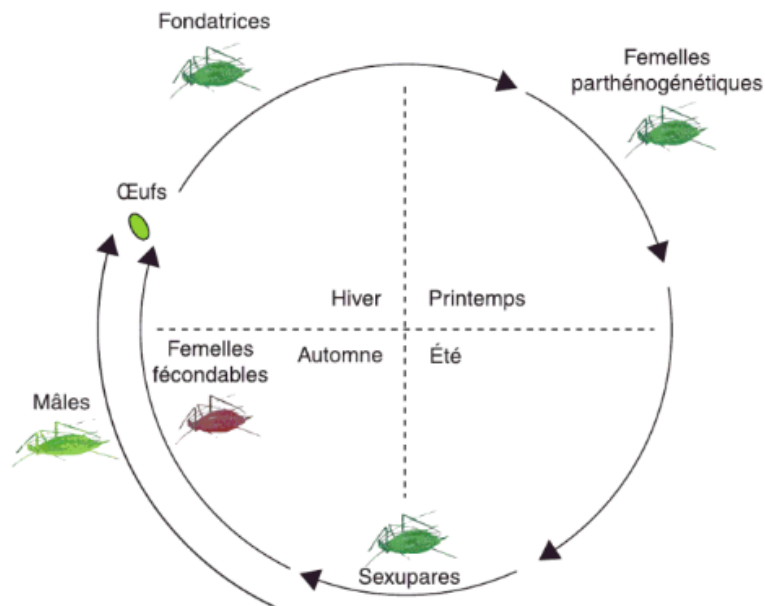


Figure 18 : Cycle évolutif d'un puceron (Ighil *et al.*, 2011)

VI. Moyens de lutte contre les pucerons ravageurs en serre

Blackman et Eastop (2007) signalent que comme partout dans le monde, la lutte chimique demeure la pratique dominante pour lutter contre les insectes ravageurs, notamment les pucerons. A la fin des années 80, les produits systémiques appartenant aux groupes d'organophosphorés et de carbamates ont été en prépondérance sur le marché des aphicides. Les associations d'environnement ont retiré la majorité de ces produits à cause de leur persistance et leur forte toxicité même à l'égard des insectes utiles. A partir de ce moment, les *pyréthroïdes* ont commencé à prendre la place et à apparaître comme des remplaçants, surtout, des organophosphorés. Cependant, l'absence d'une activité systémique et d'une sélectivité aux insectes ciblés a diminué l'utilisation de ces derniers. Pendant les dix dernières années, ce sont les *néonicotinoïdes* qui ont envahi le marché des insecticides. Ce nouveau groupe d'insecticides a prouvé une efficacité plus importante contre les ravageurs de par leur nouveau mode d'action, qui consiste à affecter le système nerveux de l'insecte ciblé en induisant sa paralysie et sa mort par la suite (Blackman et Eastop, 2007 ; Buchholz et Nauen, 2002). Malgré leur efficacité bien prouvée, ces différents groupes d'insecticides chimiques génèrent de nombreux effets néfastes, aussi bien sur l'environnement que sur la santé humaine (Hayo et Van der Werf, 1997 ; Pisa *et al.*, 2017 ; Lexmond *et al.*, 2015 ; Van der Sluijs *et al.*, 2015). En effet, selon Multigner (2005), ces derniers représentent un danger puissant pour l'homme puisqu'ils causent plusieurs maladies notamment, la stérilité, les atteintes neurologiques et le

cancer. En ce qui concerne leur effet sur l'environnement, c'est le défaut de ne pas être sélectifs vis-à-vis de leurs cibles qui est à l'origine de l'écotoxicité des insecticides (Hayo & Van der Werf, 1997 ; Pisa *et al.*, 2017). Au moins 20 espèces de pucerons ont été identifiées résistantes aux insecticides (Rongai *et al.*, 1998), dont les plus mentionnées sont *M.persicae*(Sulzer) (Foster *et al.*, 2000 ; Nauen et Denholm, 2005) et *A. gossypii*(Glover) (Furk et Hines, 1993). De nombreuses études ont été menées sur ce sujet et ont démontré l'acquisition des résistances par *A. gossypii* (Glover) aux différents groupes d'insecticides (Herron *et al.*, 2001). Selon Rongai *et al.* (1998), le Pirimicarbe (un insecticide carbamate) n'a pas seulement perdu son efficacité contre *A. gossypii* (Glover), mais il a provoqué aussi une émergence précoce des larves ainsi qu'une augmentation de sa capacité reproductive de 30% par rapport à celle du témoin non traité.

Les pucerons peuvent être contrôlés naturellement par divers ennemis naturels (Lu *et al.*, 2012). Plusieurs insectes prédateurs, principalement les coccinelles (Coleoptera : Coccinellidae), les chrysopes (Neuroptera: Chrysopidae), les syrphes (Diptera : Syrphidae) sont efficaces ainsi que les parasitoïdes (Hymenoptera : Braconidae). Chez les coccinelles, les larves et les adultes sont aphidiphages et peuvent s'alimenter de plusieurs espèces de pucerons (Dixon, 2000). Les syrphes et les chrysopes sont aphidiphages uniquement au stade larvaire, par contre les adultes sont floricoles (San Martin, 2004). Toutes les espèces de la famille des Braconidae, sous-famille des Aphidiinae sont des endo-parasitoïdes solitaires des pucerons.

(Völk *et al.*, 2007) et jouent un rôle très important dans la régulation des populations de ces ravageurs dans des programmes de lutte biologique (Powell et Pell, 2007).

On distingue les prédateurs, les parasitoïdes et les champignons entomopathogènes.

VI.1. Les prédateurs

Ce sont des organismes vivants, libres à l'état adulte et larvaire, s'attaquant à d'autres êtres vivants pour les tuer et se nourrir de leurs substances. Ils dévorent successivement plusieurs proies au cours de leur vie. Ils appartiennent à des groupes taxonomiques divers. Leur spécificité pour certains d'entre eux est très large (Deguine et Leclant, 1997).

VI.2. Les parasitoïdes

Ce terme a été introduit par Reuter (1913), pour désigner des insectes qui insèrent leurs œufs dans le corps de leur proie où la larve se développe à l'intérieur, ce qui entraîne sa mort

(Robert, 2010). La nymphose a lieu dans la momie du puceron, puis l'adulte s'en échappe en y forant un trou (Reboulet, 1999).

VI.3. Les pathogènes

D'après Deguine et Leclant (1997), ce sont essentiellement des champignons phycomycètes appartenant au groupe des entomophthorales, qui sont susceptibles de déclencher des épizooties spectaculaires.

VII. Les dégâts causés par les aphides

Les pucerons sont des parasites majeurs des végétaux dans le monde, avec des conséquences économiques négatives sur l'agriculture et spécialement les cultures maraîchères (Fournier, 2010). Les pucerons ont une alimentation phloémienne, autrement dit, ils se nourrissent de la sève élaborée des plantes. Les dégâts occasionnés sont fonction d'une part de la durée de présence de la quantité de pucerons sur la plante, d'autre part du stade de développement de celle-ci et de son degré de sensibilité. De plus, la salive des pucerons est souvent toxique : elle contient en quantité de variables des composés chimiques qui peuvent perturber la croissance de la plante et provoquer la déformation, des dépigmentations et des dessèchements (Ighil *et al.*, 2011). Les pertes causées par les pucerons sont de deux types :

VII.1. Les dégâts directs

Les piqûres alimentaires sont irritatives et toxique pour la plante, induisant l'apparition de galles qui se traduisent par la déformation des feuilles ou des fruits, qui se traduit par une perte de rendement (Christelle, 2007). D'après Harmel *et al.* (2008), c'est le prélèvement et l'absorption de la sève des plantes. Ces dégâts directs sont liés à la prise alimentaire peuvent être aggravés (Ighil *et al.*, 2011).

VII.2. Les dégâts indirects

Lorsque les pucerons sont très nombreux, provoquent des dégâts indirects : le dessèchement précoce des organes recouverts par le miellat et les fumagines (Ighil *et al.*, 2011).

VII.2.1. Rejet de miellat et apparition de la fumagine

Les produits non assimilés de la digestion de la sève, riches en sucre, sont éjectés sur la plante sous forme de miellat. Cette substance peut contrarier l'activité photosynthétique de la plante soit directement en bouchant les stomates, soit indirectement en favorisant le développement de champignons saprophytes. Ceux-ci provoquent des fumagines qui entravent la respiration et l'assimilation chlorophyllienne ou souillent les parties

consommables (fruits par exemple) et les rendent ainsi impropres à la commercialisation (Christelle, 2007 ; Giordanengo et al., 2010). En se nourrissant sur les plantes, les pucerons peuvent également provoquer d'autres dégâts indirects en transmettant des virus à l'origine de graves maladies selon (Ighil *et al.*, 2011).



Figure 19 : Développement de fumagine (Duddal.org, 2011).

VII.2.2. Transmission des virus phytopathogènes

En se déplaçant d'une plante à une autre, les pucerons créent des contacts indirects entre les végétaux distants et immobiles (Brault *et al.*, 2010). Cette caractéristique a été efficacement exploitée par les virus des plantes, incapables de se déplacer d'un hôte à un autre de façon autonome. Ainsi, de très nombreuses espèces virales utilisent l'action itinérante des pucerons pour se propager et se maintenir dans l'environnement.

VII.2.3. Les modes de transmission

Hulle *et al.* (1999) notent que les virus transmis par les pucerons sont regroupés selon leurs caractéristiques structurales, les symptômes qui sont provoqués ou leur mode de transmission.

VII.2.4. Les virus circulaires (persistants)

Les virus transmis selon ce mode sont transportés de façon interne, mais jamais ils ne se répliquent durant leur passage dans le milieu intérieur du vecteur. Ils doivent traverser différentes barrières membranaires : au niveau du tube digestif pour entrer, et des glandes salivaires pour sortir de leur vecteur. Le virus ingéré avec la sève phloémique lors de la prise de nourriture du vecteur traverse les cellules épithéliales de l'intestin vers l'hémocèle (phase

d'acquisition) et se diffuse dans l'hémolymphe jusqu'aux glandes salivaires. Il traverse les cellules de ces glandes, et est injecté dans la plante hôte avec la salive lors d'une nouvelle piqûre (phase d'inoculation) (Hebrard *et al.*, 1999 ; Brault *et al.*, 2010).

VII.2.5. Les virus non circulaires

Les virus non circulaires sont acquis et transmis au cours des piqûres brèves ; des piqûres d'une durée de cinq secondes suffisent mais les meilleurs résultats sont obtenus pour des durées comprises entre 15 et 60 secondes. Si la durée de la période d'acquisition augmente, ces virus peuvent être transmis immédiatement après qu'ils ont été acquis, sans qu'une période de latence soit nécessaire mais le puceron ne demeure pas longtemps infectieux après quelques minutes après avoir rencontré une plante saine (Raccah et Fereres, 2009). Ce type de virus regroupe les virus non-persistants et les virus semi-persistants.

VII.2.6. Virus non persistants

Selon Raccah et Fereres (2009), les virus de ce type sont acquis par les pucerons dans les tissus libériens en même temps que la sève prélevée pour leur alimentation. Le temps requis pour atteindre le liber varie naturellement selon les espèces aphidiennes. Il est fréquemment d'une demi-heure et excède le plus souvent une heure.

VII.2.7. Virus semi-persistants

Ces virus ne peuvent généralement pas être acquis au cours de piqûres brèves mais au contraire les chances de transmission augmentent parallèlement avec la longueur de la durée de la période d'acquisition (Braulte *et al.*, 2010). Selon les mêmes auteurs, il semble que ce type de virus adhère à l'intérieur du canal alimentaire ou il s'accumule, puis il est relâché progressivement où il s'accumule puis il est relâché.

Chapitre IV
Présentation de la plante *Myrtus*
communis

I. Historique

Les myrtes (*Myrtus communis* L.) est le nom grec de « Myrte » et « communis » signifie commun, est mieux connu comme plante médicinale (Aidi Wannas *et al.*, 2009). *M. communis* est une plante aussi importante dans le traitement de nombreuses maladies différentes, exemple hémorroïde (Mahboubi, 2017), il appartient à la famille des Myrtacées. En Tunisie, le genre *Myrtus* est représenté par une seule espèce, *M. communis*, qui pousse à l'état sauvage dans les zones côtières, les collines intérieures et les zones forestières de Nord de la Tunisie (Aidi Wannas *et al.*, 2010). C'est un arbuste ou un petit arbre vivace aromatique. Il est originaire d'Europe du Sud, d'Afrique du Nord et d'Asie de l'Ouest. Il est distribué en Amérique du Sud, dans le nord-ouest de l'Himalaya et en Australie et répandu dans la région méditerranéenne, il se développe en groupe (Sumbul *et al.*, 2011).

Les plantes de myrte dégagent un parfum agréable lorsque les feuilles et les fleurs sont écrasées, il est aujourd'hui l'une des principales plantes médicinales d'Algérie (Berka-Zougali *et al.*, 2010). Ses feuilles sont utiles dans les maladies cérébrales en particulier l'épilepsie, les maladies de l'estomac, les ulcères d'estomac, les infections des voies urinaires et la dysenterie, les maladies du foie, les rhumatismes, les aphtes, l'eczéma, les troubles pulmonaires, les hémorroïdes, les plaies, l'intertrigo, sinus profonds, prolapsus utérin, leucorrhée, stomatite, inflammation ulcération, hémorragie interne, diarrhée, chute des cheveux, brûlures, herpès, palpitations, ménorragies, bronchite chronique, abcès, entorse et diaphorèse vessie (Sumbul *et al.*, 2011).

En Algérie, cet arbuste sauvage connu sous le nom de «Chelmoune» en Kabylie ou « Rihane » dans certaines régions, est commode pour abaisser la glycémie, utile pour améliorer la digestion ainsi que pour le traitement des problèmes respiratoires (Berka-Zougali. *et al.*, 2012).

II. Étude botanique de *Myrtus communis*

II.1. La famille des Myrtacées

Les myrtacées sont une famille de plantes à fleurs qui regroupe environ 5500 espèces, classées en 144 genres et 17 tribus. La tribu Myrteae représente la moitié de la biodiversité de la famille avec 51 genres et environ 2500 espèces pour la plupart restreintes aux Néotropiques, bien que 15 genres et environ 450 espèces se trouvent dans d'autres continents (Migliore *et al.*, 2012). Les myrtacées sont classées au sein des clades suivants : les Angiospermes, les Eudicotyledoneae, les Rosidae, les Malvidae et en final ordre des Myrtales.

Elles sont largement utilisées en industrie agroalimentaire, pharmaceutique et cosmétique (APGIII, 2009; Soltis, 2011).

II.2. Positions systématique

Selon Grêté (1965), la famille des Myrtacées est définie du point de vue botanique selon les divisions suivantes:

Règne : Plantae

Sous-règne : Eucaryotes

Embranchement : Spermaphytes

Sous-embranchement : Angiospermes

Classe : Dicotylédones

Ordre : Myrtales

Famille : Myrtaceae

Genre : *Myrtus*

Espèce : *Myrtus communis* L.

III. Description botanique de la plante

Le myrte commun est un phanérophyste sempervirent qui peut vivre plus de 300 ans (Rameau *et al.*, 2008). Le myrte se caractérise par des branches (des tiges) de couleur rouge (Fig. 20) qui sont très ramifiées. Les feuilles sont opposées, très rapprochées, de forme ovale à extrémités aiguës, entières, persistantes, luisantes et d'une couleur vert brillant (Fig. 20).

La floraison commence en été en formant des fleurs blanches ou tachées de rose, très odorantes, solitaires à 3 cm de diamètre. Les fleurs sont isolées à l'aisselle des feuilles et portées par de longs pédoncules (Migliore *et al.*, 2012).

Le fruit de *Myrtus communis* est une baie ovale de couleur bleu-noir. La pleine maturité de ce fruit est atteinte au mois de novembre, ce fruit est de saveur âpre et résineuse (Migliore *et al.*, 2012). Les graines sont de tailles et de formes différentes, réniformes, couleur ivoire et des aveurrésineuse (Boullard, 1988).

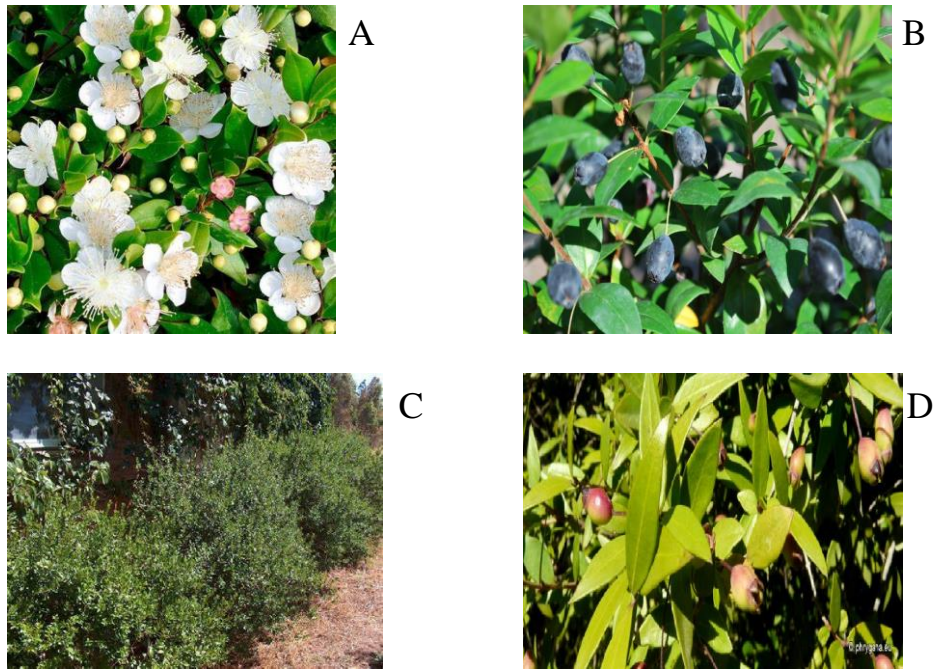


Figure 20 : Caractéristiques botaniques de *Myrtus communis* Fleur (A) Baie (B) Plante (C) Feuille (D) (Photo originale, 2023).

IV. Localisation et répartition géographique

IV.1. Dans le monde

IV.1.1. Le Myrte commun

Le myrte commun est une plante méditerranéenne qui pousse dans plusieurs régions telles que la Macaronésie (Madère et les Açores), l'Iran et l'Afghanistan à 500 m d'altitude. Plus de 15 genres et 450 espèces environ se trouvent dans les régions suivantes:

L'Asie du Sud-Est, l'Australie du Nord-Est, les îles du pacifique, la Nouvelle-Calédonie et enfin la Nouvelle-Zélande (Migliore *et al.*, 2012; Vasconcelos, *et al.*, 2017).

Le myrte commun évolue dans des climats subhumides, humides et perhumides sur un substrat le plus souvent siliceux et calcaire, à variante chaude à tempérée. Il est la seule espèce de la famille des myrtacées qui existe à l'état naturel. Le myrte pousse généralement dans les zones situées entre 500 et 600 m au-dessus du niveau de la mer, en particulier dans les forêts de pins et les berges des montagnes du Taurus en Turquie (Aydın *et al.*, 2007).

IV.2. En Algérie

Le Myrte commun s'accroît sur l'Atlas tellien et les régions côtières d'Alger et de Constantine (Quézel *et al.*, 1962) mais également dans les maquis et les forêts du littoral

(Kaddem.,1990). Contrairement au myrte nivelle (*Myrtus nivellei*) qui est une espèce qui pousse au désert (Sahara). On le retrouve dans le Hoggar et le Tassili (Tassili N'Ajjer, Tassili N'Immidir et Tefedest) ainsi et qu'au Tchad (Tibesti) en s'éloignant à 1000 km d'altitude des rives de la méditerranée (Migliore., 2012).

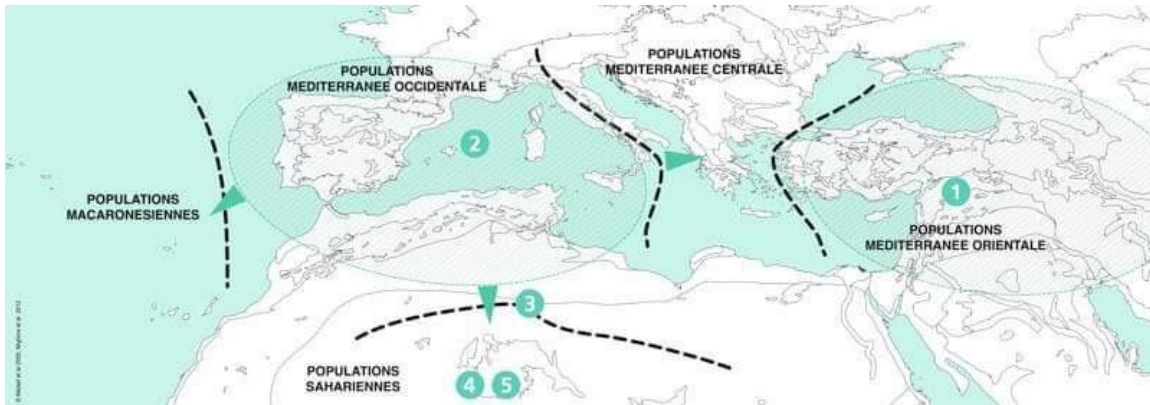


Figure 21 : Carte de distribution des *Myrtus communis* et *Myrtus nivellei* (Médail *et al* 2005, Migliore *et al* 2012). Exploration & histoire du Myrte | Massif de la Clape (maclape.com)

V. Composition biochimique de *Myrtus communis*

Le Myrtus est une plante aromatique et médicinale, une source d'antioxydants naturels. Il contient des métabolites secondaires tels que les composés phénoliques et les huiles essentielles (Singer *et al.*, 2003).

Concernant la composition chimique de cette plante, des recherches précédentes ont révélé sur les différentes parties de la plante, la présence de divers composés chimiques. Les feuilles contiennent des huiles essentielles, des tanins, des acides phénoliques et des flavonoïdes tels que la quercétine, la catéchine et des dérivés de myricétine (Romani *et al.*, 1999; Baytop, 1999).

V.1. Les baies

Plus précisément, la composition phytochimique des baies de myrte est caractérisée par la présence dominante d'anthocyanes qui confèrent la couleur violet- foncé aux fruits et contribuent aux effets sur la santé du myrte, grâce à des effets anti- inflammatoires, antioxydants, antitumoraux et hypolipémiants (Afrin *et al.*, 2020 ; Battino *et al.*, 2019 ; Forbes-Hernandez *et al.*, 2020).

Dans la baie de myrte, ces composés bioactifs sont principalement représentés par la delphinidine 3-O-glucoside, la pétunidine 3-O-glucoside, la malvidine 3-O-glucoside et la peonidine 3-O-glucoside, suivies par la cyanidine 3-O-glucoside, la delphinidine-pentose et

pétunidine-pentose (Maldini *et al.*, 2016 ; Montoro *et al.*, 2006 ; Pereira *et al.*, 2016, 2017 ; Sarais *et al.*, 2016 ; Scorrano *et al.*, 2017 ; Siracusa *et al.*, 2019).

En outre, des acides phénoliques (acide gallique et ses dérivés, acide caféique et acide syringique), des flavanons (naringine), des flavonols (myricétine, myricétine 3-O-galactoside, myricétine 3-O-rhamnoside, quercétine 3-glucoside et quercétine 3-rhamnoside), parmi d'autres ont été identifiés dans des extraits de baies (Barboni *et al.*, 2010 ; San *et al.*, 2015 ; Sarais *et al.*, 2016 ; Tuberoso *et al.*, 2010 ; Viuda-Martos *et al.*, 2011).

V.2. Les feuilles

Concernant la composition des feuilles, la concentration en polyphénols et flavonoïdes totaux varie de 31,25 à 298,63 mg GAE/g et de 129,96 à 376,82 mg / g, respectivement, selon la variété de myrte et les méthodes utilisées pour l'extraction et l'analyse (Amensour *et al.*, 2010 ; Özcan *et al.*, 2020).

V.3. Les graines

Enfin, seules quelques études ont été réalisées pour évaluer la composition phytochimique des graines de myrte. La concentration en polyphénols et flavonoïdes totaux est comprise entre 25,25 et 147,56 mg de GAE/g poids sec et entre 0,75 et 85,06 mg/g poids sec, respectivement. Ces valeurs sont fonction de la variété et des méthodes utilisées pour l'extraction et l'analyse (Aidi Wannes *et al.*, 2016 ; Jabri *et al.*, 2017 ; Jabri *et al.*, 2016).

Les graines de baies sont très riches en tanins totaux (environ 18,01 mg GAE/g poids sec) qui contribuent au goût astringent de la baie de myrte et qui peuvent même être deux fois plus élevées que celles présentes dans le fruit entier (9,11 mg GAE/g poids sec) (Aidi Wannes, 2013 et 2016).

V.4. Les Minéraux

Les types et les quantités de minéraux du myrte dépendent de plusieurs aspects tels que les parties de la plante, le génotype, la maturation du fruit, les conditions environnementales (type de sol, fertilité, l'humidité) et l'âge de la plante (Gulları *et al.*, 2012 ; Özcan *et al.*, 2020 ; Yildirim *et al.*, 2015). En général, le Ca, K, P, Mg, Na, S et Mn sont les minéraux les plus représentatifs, tandis que le S et le P ont été signalés à des concentrations plus faibles. Selon Özcan *et al.* (2020) et Yildirim *et al.* (2015). Les feuilles et les fruits sont les parties du myrte avec les concentrations de minéraux les plus élevées par rapport aux tiges.

Conclusion générale

L'utilisation de bio-insecticides a montré des résultats assez intéressants dans certains pays, tels que l'Égypte, signale l'efficacité d'une gamme d'insecticides biologiques dont le Spinosade, le Benzoate Emamectine, *Bacillus thuringiensis* et *Metarhizium anisoplae*. De même en Espagne, fait part de l'efficacité des traitements avec *Bacillus thuringiensis* dans le contrôle de la mineuse de la tomate.

Dans ces dernières années et face à une législation de plus en plus restrictive sur l'application des pesticides de synthèse, la recherche des phyto-insecticides s'inscrit dans une stratégie particulièrement adaptée aux exigences du consommateur tout en préservant l'environnement. Ainsi, les instances internationales comme l'OMS ont interdit l'usage de certains produits insecticides synthétisés chimiquement comme les organochlorés. D'autre ont imposé l'arrêt de la production du bromure de méthyle en 2005 puisqu'il est toxique pour la santé humaine et polluante pour l'environnement. En particulier, il contribue à la destruction de la couche d'ozone.

Les plantes synthétisent plusieurs substances de métabolisme secondaire. Ces molécules peuvent avoir différents effets chez les insectes : répulsif, attractif, perturbateur du développement, inhibiteur de la reproduction, etc. Leur toxicité peut être directe ou indirecte sur les organes cibles (organes sensoriels, système nerveux, système endocrines, appareil digestif et appareil reproducteur, etc.).

Cette présente étude, porte sur la valorisation, en qualité de bio-insecticide, de deux extraits (méthanolique et huile essentielle) de *M. communis*.

Le résultat obtenu des tests *in vitro* des extraits hydrométhanolique et l'huile essentielle de *M. communis* ont fait ressortir que l'huile essentielle a montré une meilleure efficacité vis-à-vis de puceron *M. persicae* par rapport à l'extrait méthanoïque.

Les tests de toxicité que nous avons appliqués sur les adultes de *M. persicae* avec différentes concentrations des huiles essentielles et des extraits méthanoïques ont engendrés des mortalités après 48h de traitement et cette toxicité varie selon le type de test effectué et la durée d'exposition.

A travers, notre étude expérimentale et l'ensemble des resultants obtenus, on peut conclure que l'huile essentielle de *M. communis* présente un effet insecticide remarquable à l'encontre de puceron vert sur poivron. Il mérite une étude plus approfondie pour exploiter ses propriétés dans le domaine de l'activité bio-insecticide, en plus d'études approfondies *in vivo*.

Dans la perspective de poursuivre et d'approfondir ce travail, il serait intéressant de :

- Tester d'autres méthodes d'extractions et leurs influences sur la composition chimique et les activités biologiques;
- Approfondir l'analyse de la composition chimique des huiles essentielles, afin d'identifier les espèces chimiques responsables de leurs activités;
- Tester les principaux composés et comparer leurs pouvoirs antimicrobiens avec ceux des extraits alcooliques ou aqueux;
- Evaluer ces résultats expérimentaux *in vivo*.

Références bibliographique

A

Abbott W.S, 1925, A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18, 265-267.

ACTA., 1999 : Guide pratique de défense des cultures. 576 p.

Agence canadienne d'inspection des aliments 2009, *Popillia Japonica* (Newman) - Scarabée japonais. In : Agence canadienne d'inspection des aliments, *Phytoravageurs*, [En ligne]. <http://www.inspection.gc.ca/francais/plaveg/pestrava/popjap/tech/popjapf.shtml>(Page consultée le 21 mai 2023).

Aguilar-Meléndez, A., Morrell, P. L., Roose, M. L., et Kim, S. C., 2009, Genetic diversity and structure in semiwild and domesticated chiles (*Capsicum annum*; Solanaceae) from Mexico, *American Journal of Botany*, 96 (6), 1190–1202. <https://doi.org/10.3732/ajb.0800155>

Ahmad Pervez O, 2007, Ecology and biological control application of multicoloured Asian ladybird, *Harmonia axyridis*: A review, *Biocontrol science and technology*, 16 (2), 111-128.

Aidi Wannas W, Mhamdi B, Marzouk B. (2009) GC comparative analysis of leaf essential oils from two Myrtle varieties at different phenological stages. *Chromatographia*, 69, 145-150

Albouy V, 2012, les animaux utiles au jardin, Quae, France, 103p.

Alipour, G., Dashti, S., et Hosseinzadeh, H., 2014, Review of pharmacological effects of *Myrtus communis* L. and its active constituents. *Phytother. Res.* 28, 1125–1136.

Anonyme, 2006, Mémento de l'agronome. Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD). Paris, France: 1691p.

Aouati Amel et Berchi Selima, 2015, Larvicidal effect of *Marrubium vulgare* on *Culex pipiens* in eastern Algeria. *Energy Procedia*, 2015, 74, 1026-1031.

APG III, 2009, An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 161, 105121.

B

Bambara D et Tiemtore J., 2008, Efficacité biopesticide de *Hyptis spicigera* Lam., *Azadirachta indica* A. Juss. Et *euphorbia balsamifera* Ait. sur le niébé *Vigna unguiculata* L. Walp. *TROPICULTURA*, 26 (1), 53-55.

Barron G, 2001, *Beauveria bassiana*. In University of Guelph. Georges Barron's website on fungi, [En ligne]. <http://www.uoguelph.ca/~gbarron/MISCELLANEOUS/nov01.htm> (Page consultée le 21 mai 2023).

Basu S. K et De K. A, 2003, *Capsicum*: Historical and botanical perspectives. CRC Press

Bélaïr G, 2003, Essai de contrôle des nématodes par l'utilisation du millet perlé comme engrais vert, *AGRI-VISION*. 2002-2003.

Bélaïr G et Simard L, 2005, Stratégie de lutte intégrée pour les terrains de golf du Québec et de l'Ontario. In *La Coalition pour un Golf Responsable*. Publications et documents, [En ligne]. http://www.responsiblegolf.org/public/IS05sep_IPMStrategy_Fv11_sh.pdf (Page consultée le 21 mai 2023).

Berka-Zougali B, Ferhat M.A, Hassani A, Chemat F, et Allaf K.S, 2012, Comparative Study of Essential Oils Extracted from Algerian *Myrtus communis* L. Leaves Using Microwaves and Hydrodistillation. *International Journal of Molecular Sciences*, 13, 4673-4695.

- Haddadi B, 2019**, Etude bioécologique des aphides du poivron sous serres et leurs ennemis naturels à Mazagran (Mostaganem), thèse de doctorat, Université Abdelhamid Ibn Badis, Mostaganem, 73p.
- Biobest, 2009**, Encarsia system. In Biobest. Biological control: beneficial insects and mites, [En ligne]. <http://www.biobest.be/v1/en/producten/nuttig/encarsia.htm> (Page consultée le 21 mai 2023).
- Blackman, R. L, et Eastop V. F, 2007**, Aphids as crop pests. (H. F. Van Emden & R. Harrington, Eds.), Aphids as crop pests (CAB Intern, Ed.). London. 717p. <https://doi.org/10.1079/9780851998190.0613>
- Boivin G, 2001**, Parasitoïdes et lutte biologique : paradigme ou panacée ? Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement, 2 (2). <https://doi.org/10.4000/vertigo.4096>.
- Boller E.F, 2004**, Ecological Infrastructures: Ideabook on Functional Biodiversity at the Farm Level; Temperate Zones of Europe - Ökologische Infrastrukturen; Ideenbuch zur funktionalen Biodiversität auf Betriebsebene; Gemässigte.
- Bonjar S.G.H, 2004** Evaluation of antibacterial properties of Iranian medicinal-plants against *Micrococcus luteus*, *Serratia marcescens*, *Klebsiella pneumoniae* and *Bordetella bronchoseptica*. *Asian Journal of Plant Science*, 3, 82–86.
- Bonnal A, 1981**, Formation de charge de gestion de domaine auto-géré. Outils et maraîchages
- Bosland, P. W, 1996**, Capsicums: Innovative uses of an ancient crop. Progress in new crops. J. Janick (479–487). Arlington, VA: ASHS Press.
- Boullard B, 1988**, Dictionnaire de Botanique. Marketing. 398 p.
- Bouzabata A, Bazzali O, Cabral C, Gonçalves M J, Cruz M. T, Bighelli A, et Tomi F, 2013**, New compounds, chemical composition, antifungal activity and cytotoxicity of the essential oil from *Myrtus nivellei* Batt. & Trab. an endemic species of Central Sahara. *Journal of ethnopharmacology*, 149 (3), 613-620.
- Brault V, Uzest M, Monsion B, Jacquot E et Blanc S, 2010**. Aphids as transport devices for plant viruses Les pucerons, un moyen de transport des virus de plante. C. R. Biologies 333, 525-531.
- Buchholz A, et Nauen R , 2002**, Translocation and translaminar bioavailability of two neonicotinoid insecticides after foliar application to cabbage and cotton. *Pest Management Science*, 58 (1), 10–16. <https://doi.org/10.1002/ps.401>.
- Burt S, 2004**, Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods—a review, *International Journal of Food Microbiology*, 94 (3), 223-253.
- Byeon Y. W, Tuda, M., Kim J. H, et Choi M. Y, 2011**, Functional responses of aphid parasitoids, *Aphidius colemani* (Hymenoptera: Braconidae). And *Aphelinus asychis* (Hymenoptera: Aphelinidae). *Biocontrol Science and Technology*, 21 (1), 57–70. <https://doi.org/10.1080/09583157.2010.521236>
- C**
- Cermak P et Walker, G.M, 1992**, La punaise terne : un ravageur important de la fraise. In Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des affaires rurales. Fiche technique, [En ligne]. <http://www.omafra.gov.on.ca/french/crops/facts/92-109.htm> (Page consultée le 21 mai 2023).
- Chabrière C, Caudal Y.T et Schoen L, 2005**, *Bemisia tabaci* (Gennadius) dans le sud de la France en culture légumière sous abris. Situation actuelle de la protection intégrée et études réalisées, Rencontre végétale 17 et 18 novembre, 54 p.
- Chalchat J, Garry RP, Michet A, 1998**, Essential oils of myrtle (*Myrtus communis* L.) of the Mediterranean littoral, *Journal of Essential Oil Research*, 10, 613-617.
- Chandrashekar K et Srinvasa N., 2003-** Residual toxicity of selected pesticides, against two spotted spider mites *Tetranychus Urticae* Koch (ACARI: TETRANYCHIDAE) infesting French bean, *J. Ent. Res*, 27 (3), 197-201.

Christelle L, 2007. Dynamique d'un système hôte- parasitoïde en environnement spatialement hétérogène et lutte biologique Application au puceron *Aphis gossypii* et au parasitoïde *Lysiphlebus testaceipes* en serre de melons, Thèse Doctorat, Agro Paris Tech, Paris, 43- 44.

Classification taxonomies *Capsicum annuum* — Wikipédia (wikipedia.org)

Clémence R et Dongmo M, 2009, clinique et pharmacologie évaluation de l'activité antidermatophytique des extraits au méthanol et fonction d'*Acalyphaman niana*

Cloutier C, 1992, Les solutions biologiques de lutte pour la répression des insectes et acariens ravageurs des cultures.

Cloutier C, et Cloutier C, 1992, Les solutions biologiques de lutte pour la répression des insectes et acariens ravageurs des cultures. La lutte biologique, Gaëtan Morin (Boucherville, Québec) et Lavoisier Tech Doc (Paris), 19-88.

Couture I, 2007, Du maïs sucré sans insecticide? Oui, c'est possible! *In* Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec. Environnement – Horticulture, [En ligne]. http://www.mapaq.gouv.qc.ca/NR/rdonlyres/5162ED87-4285-4121-81FE063721633C66/0/GTA320417_mais_sucré_isabelle_couture_SI.pdf (Page consultée le 21 mai 2023).

Crisop, 2019, *Steirnerma faltiae* Gel – Nématode contre les nuisibles shop/pepinieres/7-1113-steinernema-feltiae-gel.html

Csizinszky A.A, Schutester D.J, Jones J.B et Van Lenteren J.C, 2005, Tomatoes: Edited by Ep. Heuvelink. Crop production science in horticulture (13): CABI Publishing is a division of CAB International.235 p.

D

Deguine J.P, et Leclant F, 1997, *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera, Aphididae). Les déprédateurs du cotonnier en Afrique tropicale et dans le reste du monde. Ed. Cent. Inter. Rech. Agro. Dév. (C.I.R.A.D), n°11, Paris.

Dixon A.F.G., 2000, Insect Predator-Prey Dynamics: Ladybird Beetles and Biological Control. Cambridge University Press : Cambridge, 268p.

Ducreux., 1975, Les nouvelles techniques en Agronomie

Ducreux., 1975, Les nouvelles techniques en Agronomie.

Duddal.org, 2011, Fiche technique : les pucerons du poivron Version 1 / 3 décembre

Dunphy G.B et Tibelius K.H, 1992, Les progrès biotechnologiques augmentant l'efficacité de *Bacillus thuringiensis* et de *Bacillus sphaericus* en tant qu'insecticides microbiens. *In* Vincent, C. et Coderre, D. (réd.), La lutte biologique (chap. 15, p. 305-322). Boucherville (Québec), Gaëtan Morin Éditeur.

E

Eaton A, 2009, Aphids, University of New Hampshire (UNH), Cooperative Extension Entomology Specialist.

Eggleton P, et Gaston K.J, 1990, "Parasitoid" Species and Assemblages: Convenient Definitions or Misleading Compromises? *Oikos*, 59 (3), 417–421. <https://doi.org/10.2307/3545155>.

Ellatir H., Skidedj A et Alfadl A, 2003, Fiche technique V : La tomate, L'aubergine, le poivron et gambo. Bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA N°100. Ministère de l'agriculture et de développement rural. Royaume de Maroc

Emeraldplants.co.uk., 2017, *Myrtus Communis*, EmeraldPlants/product/myrtus-communis/

EPA U, 2001, United States environmental protection agency. *Quality Assurance Guidance Document-Model Quality Assurance Project Plan for the PM Ambient Air*, 2, 12p

F

Farah A, Afifi A, Fechtal M, Chhen A, Satrani B, Talbi M et Chaouch A, 2006, Fractional distillation effect on the chemical composition of Moroccan myrtle (*Myrtus communis* L.) essential oils. *Flavour and Fragrance Journal*, 21, 351-354.

Fatouros N.E, 2008, Cover image. In Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. Table of contents – July 22, 2008, [En ligne]. <http://www.pnas.org/content/105/29.cover-expansion> (Page consultée le 21 mai 2023).

Fellah B. H, Gauthier O, Weiss P, Chappard D, et Layrolle P, 2008, Osteogenicity of biphasic calcium phosphate ceramics and bone autograft in a goat model. *Biomaterials*, 29 (9), 1177-1188.

Ferguson G, Murphy G et Shipp L, 2003, Lutte contre les aleurodes dans les cultures de serre. In Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des affaires rurales. Fiche technique, [En ligne]. <http://www.omafra.gov.on.ca/french/crops/facts/03-068.htm> (Page consultée le 21 mai 2023).

Ferland C, et Lauzon L, 2000, Lutte biologique contre la pyrale du maïs à l'aide de trichogrammes dans la culture du maïs sucré. In Agri-réseau. Fiche technique, [En ligne]. <http://www.agrireseau.qc.ca/legumeschamp/documents/VU041.pdf> (Page consultée le 21 mai 2023).

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2009, Food composition table for vegetables and fruits. Retrieved from www.fao.org/infoods/index_en.htm.

Foster S P, Denholm I, et Devonshire A.L, 2000, The ups and downs of insecticide resistance in peach-potato aphids (*Myzus persicae*) in the UK. *Crop Protection*, 19 (8–10), 873–879. [https://doi.org/10.1016/S0261-2194\(00\)00115-0](https://doi.org/10.1016/S0261-2194(00)00115-0)

FRAVAL A, 2006, les pucerons – 2e partie, Insectes N°142, Office pour les insectes et leur environnement, France, 3e trimestre, 27-30.

Furk C, et Hines C.M, 1993, Aspects of Insecticide Resistance in the Melon and Cotton Aphid, *Aphis-Gossypii* (Hemiptera, Aphididae). *Annals of Applied Biology*, 123 (1), 9–17.

Furk C, Powell D.F, et Heyd S, 1980, Pirimicarb resistance in the melon and cotton aphid, *Aphis gossypii* Glover. *Plant Pathology*, 29 (4), 191–196. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.1980.tb01211.x>.

G

Gardenersdream.co.uk., 2020, Buy Myrtus Communis Common Myrtus Shrub, Free UK Delivery/myrtus-communis-p4671.

Gerald Holmes, Strawberry Center, Cal Poly San Luis Obispo, Bugwood.org, 1575285

Giordanengo P, Brunissen L, Rusterucci C, Vincent C, Bel A.V, Dinant S, Girousse C, Faucher M et Bonnemain J.L, 2010, Compatible plant-aphid interactions: How aphids manipulate plant responses, *C. R. Biologies*, 333, 516–523.

Global Invasive Species Database, 2005, Ecology of *Bemisia tabaci*. In Invasive Species Specialist Group. Ecology, [En ligne]. <http://www.issg.org/database/species/ecology.asp?fr=1&si=106> (Page consultée le 21 mai 2023).

Godfray H. C. J, 1994, Parasitoids: Behavioral and Evolutionary Ecology (Vols. 6-25). Princeton University Press.

Grêté P, 1965, Précis de botanique, Systématique des angiospermes. Tome II ; 2ème édition révisée, Faculté de Pharmacie de Paris – Masson: 429.

Groden E, 1999, Using *Beauveria bassiana* for insect management. In University of Connecticut. Integrated Pest Management, [En ligne]. <http://www.hort.uconn.edu/IPM/general/htms/bassiana.htm> (Page consultée le 21 May 2023).

GROETERS F.R ,1989, Geographic and clonal variation in the milkweed- oleander aphid, *aphis nerii* (Homoptera:Aphididae), for winged morph production, life history, and morphology in relation to host plant permanence. *Evol.*3, 327-341.

Guay J.F, 2009, Les effets non dirigés de la lutte biologique classique. *Antennae*, 16 (1), 3-6.

Gubran E. M. E, Delorme R, Auge D, et Moreau J. P, 1993, Pyrethroids and organochlorines resistance in cotton aphid *Aphis gossypii*(Glov.) (Homoptera: Aphididae) in the Sudan Gezira. *International Journal of Pest Management*, 39 (2), 197–200. <https://doi.org/10.1080/09670879309371790>.

Guo W.L, Chen R.G, Du X.H, Zhang Z, Yin YX, Gong ZH., et Wang G.Y, 2014, Reduced tolerance to abiotic stress in transgenic *Arabidopsis* over expressing a *Capsicum annuum* multiprotein bridging factor 1. *BMC Plant Biol*, 14 (1):138.

Guy B, 2001, Parasitoïdes et lutte biologique: paradigme ou panacée ? *Vertigo* - la revue électronique en sciences de l'environnement , 2 (2).[En ligne] consulté le 12 mai 2023.<https://journals.openedition.org/vertigo/4096#tocfrom1n2>.

H

Habbachi W, Benhissen S, Ouakid M.L, et Farine J. P, 2013, Effets biologiques d'extraits aqueux de *Peganum harmala* (l.)(Zygophyllaceae) sur la mortalité et le développement larvaire de *Drosophila melanogaster* (Diptera-Drosophilidae). *Algerian journal of arid environment*, 258 (1624), 1-14.

Hagerman P, 1997, La pyrale du maïs dans le maïs sucré de d'autres cultures horticoles. In Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des affaires rurales. Fiche technique, [En ligne]. <http://www.omafra.gov.on.ca/french/crops/facts/97-020.htm> (Page consultée le 21 mai 2023).

Harmel N, Francis F, Haubruge E et Giordanengo P, 2008, Physiologie des interactions entre pomme de terre et pucerons : vers une nouvelle stratégie de lutte basée sur les systèmes de défense de la plante. *Cahiers Agricultures* 17 (396), 395-398.

Hayder N, Abdelwahed A, Kilani S, Ammar RB, Mahmoud A, et Ghedira K, 2004, Antigenotoxic and free-radical scavenging activities of extracts from (Tunisian) *Myrtus communis*. *Mutation Research*, 564, 89-95

Hebrard E, Froissart R, Louis C et Blanc S, 1999. Les modes de transmission des virus phytopathogènes par vecteurs. *Virologie* 3: 35-48.

Hennia, A, Miguel M.G, Brada M, Nemliche S, et Figueiredo A.C, 2016, Composition, chemical variability and effect of distillation time on leaf and fruits essential oils of *Myrtus communis* from north western Algeria. *Journal of Essential oil Research*, 28 (2), 146-156.

Hernández-Pérez T, Gómez-García MdelR, Valverde M.E, Paredes-López O, 2020, *Capsicum annuum* (hot pepper): an ancient Latin-American crop with outstanding bioactive compounds and nutraceutical potential. A review. *Compr Rev Food Sci Food Saf.*, 1-22. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12634>

Herron G.A, Powis K, et Rophail J, 2001, Insecticide resistance in *Aphis gossypii*Glover (Homoptera: Aphididae), a serious threat to Australian cotton. *Australian Journal of Entomology*, 40 (1), 85–91. <https://doi.org/10.1046/j.1440-6055.2001.00200.x>

HortitecNews, 2014, Poivron : attention aux thrips dormant - HortitecNew.com/poivron-attention-aux-thrips-dormants/.

Hortitec News, 2017, Strategies de lutte contre les pucerons sur poivron – [Hortitec New.com/strategies-de-lutte-contre-les-pucerons-sur-poivron/](http://HortitecNew.com/strategies-de-lutte-contre-les-pucerons-sur-poivron/).

Hullé M, Leclant F, Turpeau E, et Rahn, M, 1998, Les pucerons des arbres fruitiers : Cycles biologiques et activités de vol : *Quae*, 77p.

Hullé M, Turpeau-Ait Ighil E, Robert Y et Monnet Y, 1999, Les pucerons des plantes maraichères : cycle biologique et activité de vol, INRA, Éd *Quae*, 136 p.

Humble L et Stewart A.J, 1994, Gypsy moth. In Service Canadien des Forêts – Librairie. Forest pest leaflet, [En ligne]. <http://warehouse.pfc.forestry.ca/pfc/3456.pdf> (Page consultée le 20 mai 2023).

Hunziker A.T, 2001, Genera Solanacearum: The genera of solanaceae illustrated, arranged according to a new system. In Liechtenstein Ruggell (0–500). Gantner Verlag K.G.

I

Ighil É.T.A, Dedryver C.A, Hullé M et Chaubet B, 2011, Les pucerons des grandes cultures: cycles biologiques et activités de vol, Éd Quae, France, 135p.

INRA Encyclop'aphid., 2019, les pucerons et leurs ennemis naturels. Cycle de développement, puceron.

Integrated Pest Management of Alaska (2003). Biological control for aphids. In Education and Research Center for Bio-Industrial Automation. The problem: APHIDS, [En ligne]. <http://www.ecaa.ntu.edu.tw/weifang/Hort/screens/The%20Problem%20Aphids.htm> (Page consultée le 21 mai 2023).

Invuflec B., 1968 : Piments à gros fruits

Ipmimages.org, root-knot nematode (Meloidogyne spp.) on pepper (Capsicum annuum/browse/detail.cfm?imgnum=1575285

J

Jamal Z, 2008, Application de Beauveria bassiana contre la punaise terne Lygus lineolaris (palisot de beauvois) (hémiptères: miridés) dans les vignobles. Université du Québec à Montréal, Montréal, Québec, 101 p.

Jardiner Autrement, 2018, Comment se débarrasser des pucerons et éviter leur retour.

Jardinsdefrance.org., 2017, Attaque d'acariens, ici sur tomate.

Joshi S et Poorani J, (s.d.). Myzus persicae. In Aphidweb.com. Fact sheets, [En ligne]. <http://www.aphidweb.com/Aphids%20of%20Karnataka/Myzuspersicae.htm>

Jourdeuil P, et Fraval P.G.A, 1991, La lutte biologique : un aperçu historique. Le Courrier de La Cellule Environnement de l'INRA n°13, 37–60.

Jourdeuil P, Grison P, et Fraval A, 1991, La lutte biologique, un aperçu historique. In Institut national de la recherche agronomique (INRA). Le courrier de l'environnement de l'INRA, [En ligne]. <http://www.inra.fr/dpenv/jourdc15.htm> (Page consultée le 20 mai 2023).

K

Kanoun O, Lamiroux F, et Wieber P.B, 2011, Kinematic control of redundant manipulators: Generalizing the task-priority framework to inequality task. IEEE Transactions on Robotics, 27 (4), 785-792

KEMASSI A, 2008, *Toxicité comparée des extraits de quelques plantes acridifuges du Sahara septentrional Est algérien sur les larves du cinquième stade et les adultes de Schistocerca gregaria (Forskål, 1775)* (Doctoral dissertation, UNIVERSITE KASDI MERBAH-OUARGLA).

Khadidja K, 2011, Contribution à l'étude phytochimique et activité antioxydante des extraits de Myrtus communis L. (Rayhane) de la région de Tlemcen (Honaine). Mémoire de magister, Université Aboubekr Belkaid: Tlemcen.48 p.

Khan M.I.R, Asgher M, et Khan N.A, 2014, Alleviation of salt-induced photosynthesis and growth inhibition by salicylic acid involves glycinebetaine and ethylene in mungbean (Vigna radiata L.), *Plant Physiology and Biochemistry*, 80, 67-74.

Kim J, Chung H. K., et Chae C, 2003, Association of porcine circovirus 2 with porcine respiratory disease complex. *The Veterinary Journal*, 166 (3), 251-256.

Knapp S, (2007), Some like it hot. *Science*, 315 (5814), 946–947. <https://doi.org/10.1126/science.1138308>.

Kolev, 1976, Les cultures maraichères en Algérie : Légumes, fruits, Ed. j. Bailliere. Paris.V.I

Koukos A.K, Kamaras J.G, et Evagelato A.F, 2001, A transceiver circuit for ATM networks. *International journal of electronics*, 88 (8), 847-859.

Kraft K.H, Brown C.H, Nabhan G.P, Luedeling E, Luna Ruiz J.d.J, Coppens d'Eeckenbrugge G, et Gepts P, 2014, Multiple lines of evidence for the origin of domesticated chili pepper, *Capsicum annuum*, in Mexico. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 111 (17), 6165–6170. <https://doi.org/10.1073/pnas.1308933111>.

L

Lambert L, 2000, Situation de la lutte biologique et intégrée au Québec. In *AgriRéseau. Horticulture ornementale–Serre*, [En ligne]. <http://www.agrireseau.qc.ca/horticultureserre/documents/LIETTE%20SITUATION%20LBIO%20QUEBEC%20COLL%2000%20Agrir%C3%A9seau.pdf> (Page consultée le 21 mai 2023).

Lambert N, 2010, Lutte Biologique aux Ravageurs : Applicabilité au Québec, Centre universitaire de formation en environnement, Université de Sherbrooke, Québec, Canada, 87 p

Laumonier R, 1979, Cultures maraichères, tome 3 . Ed . J.B. Bailliere

Lexmond M.B, Bonmatin J.M, Goulson D, et Noome D.A, 2015, Worldwide integrated assessment on systemic pesticides.

Lu Y.H, Wu K.M, Jiang Y.Y, Guo Y.Y, et Desneux N, 2012, Widespread adoption of Bt cotton and insecticide decrease promotes biocontrol services. *Nature*, 487, 362-365. <http://dx.doi.org/10.1038/nature11153>

Lynch L.D , Hokkanen H.M.T , Babendreier D, Bigler F, Burgio G, Gao Z.H, Kuske S, Loomans A, Menzler-Hokkanen I, Thomas M.B, Waage J.K, Van Lenteren J.C et Zeng Q.Q, 2001, Insect biological control and non-target effects: a European perspective. In Wajnberg, E.; Scott, J.K. et Quimby, P.C. (réd.), *Evaluating indirect ecological effects of biological control* (chap. 6, 99-125). Wallingford (RU), CABI Publishing.

M

MAHMOUDI S, KHALI M et MAHMOUDI N, 2013, Etude de l'extraction des composés phénoliques de différentes parties de la fleur d'artichaut (*Cynara scolymus L.*), *Nature & Technologie*, 35-40p.

Martignoni M.E, et Iwai P.J, 1986, A catalog of viral diseases of insects, mites, and ticks. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-195. Portland, OR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, *Pacific Northwest Research Station*, 57 P, 195. <https://doi.org/10.2737/PNW-GTR-195>.

Maund C, 1999, La punaise terne. In Ministère de l'Agriculture et de l'Aquaculture du Nouveau-Brunswick. *Agriculture pêche et Aquaculture*, [En ligne]. <http://www.gnb.ca/0171/20/0171200010-f.asp> (Page consultée le 21 mai 2023).

McAuslane H.J, 2009, *Bemisia tabaci* (Gennadius) or *Bemisia argentifolii* Bellows & Perring. In University of Florida Institute of Food and Agricultural Sciences. *Featured creatures*, [En ligne]. http://entomology.ifas.ufl.edu/creatures/veg/leaf/silverleaf_whitefly.htm (Page consultée le 21 mai 2023).

Melito S, La Bella S, Martinelli F, Cammalleri I, Tuttolomondo T, Leto C, Fadda A, Molinu M.G et Mulas M, 2016, Morphological, chemical, and genetic diversity of wild myrtle (*Myrtus communis L.*) populations in Sicily, *Turk. J. Agric. For*, 40, 249–261.

Migliore J, Baumel A, Juin M et Médail F, 2012, From Mediterranean shores to central Saharan mountains: Key phylogeographical insights from the genus *Myrtus*. *J. Biogeogr*, 39, 942–956.

N

Naika S, De Jeude J.V.L, De Goffau M, Hilmi M, Van Dam B et Florijin A, 2005, La culture de la tomate. Production transformation et commercialisation ; publié par Agromisa. Foudation. 104 p.

Nauen R, et Denholm I, 2005, Resistance of insect pests to neonicotinoid insecticides: Current status and future prospects. *Archives of Insect Biochemistry and Physiology*, 58 (4), 200–215. <https://doi.org/10.1002/arch.20043>

Nexles, 2014, Poivron capsicum annum aleurode des serres – Nexles, com/article/poivron-capsicum-annuum-traitements-ravageurs-et-maladies-plus-courantes-legume/poivron-capsicum-annuum-aleurode-des-serres/

Nicholls A.H, Spooner-Hart R.N, et Vickers R.A, 2005, Abundance and natural control of the woolly aphid *Eriosoma lanigerum* in an Australian apple orchard IPM program. *BioControl*, 50 (2), 271-291. <https://doi.org/10.1007/s10526-004-0334-2>.

O

Obrycki J.J, Hardwood J.D, Kring T.J, et O’Neil R.J, 2009, Aphidophagy by Coccinellidae: Application of biological control in agroecosystems. *Biological control*, 51, 244-254.

P

Paran I, et van der Knaap E, 2007, Genetic and molecular regulation of fruit and plant domestication traits in tomato and pepper. *Journal of Experimental Botany*, 58 (14), 3841–3852. <https://doi.org/10.1093/jxb/erm257>

Pascal M, 1993, Perspectives de lutte biologique contre les Rongeurs champêtres. *Le Courrier de L’environnement de l’INRA*, 19 (19), 45–52.

Phrygana.eu, 2019, Flora/Myrtaceae/Myrtus-communis/Myrtus-communis-communis.html.

Pisa L, Goulson D, Yang E.C, Gibbons D, Sánchez-Bayo F, Mitchell E, et Long E.Y, 2017, An update of the Worldwide Integrated Assessment (WIA) on systemic insecticides. Part 2: impacts on organisms and ecosystems. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-49.

Polis G.A, et Holt R.D, 1992, Intraguild predation: the dynamics of complex trophic interactions. *Trends in Ecology & Evolution*, 7 (5), 151–154.

Powell W et Pell J.K, 2007, Biological Control. In: Van Emden H.F. & Harrington R, eds. Aphids as Crop Pests. *CAB International: Cambridge Massachusetts*, 469-499.

R

Racah B et Fereres A, 2009. Plant Virus Transmission by Insects. Encyclopedia of Life Sciences, John Wiley and Sons, Ltd. www.els.net.

Rameau J.C, Mansion D, Dume G et Gauberville C, 2008, Flore forestière française. Guide écologique illustré. Région méditerranéenne 3^{ème} volume Paris: Institut pour le développement forestier. 771 p.

Reboulet J.N, 1999, Les auxiliaires entomophages. ACTA. 136p.

Riddick E.W, 2017, Identification of Conditions for Successful Aphid Control by Ladybirds in Greenhouses. *Insects*, 8 (2), 38p. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5492052/#B36-insects-08-00038>.

Rongai D, Cerato C, Martelli R, et Ghedini R, 1998, Aspects of insecticide resistance and reproductive biology of a *Aphis gossypii* Glover on seed potatoes. *Potato Research*, 41 (1), 29–37.

S

SALVO A, et VALLADARES G.R, 2007, Leafminer parasitoids and pest management. *Ciencia e Investigación Agraria*, 34 (3), 125-142.

San Martin G, 2004, Clé de détermination des Chrysopidae de Belgique. *Jeunes & Nature: Wavre*, 42p

- Sepici A, Gurbuz I, Cevik C, Yesilada E, 2004**, Hypoglycaemic effects of myrtle oil in normal and alloxan-diabetic rabbits. *Journal of Ethnopharmacology*, 93, 311-318.
- Silva F, Ferreira S, Duarte A, Mendonca D. I, et Domingues F.C, 2011**, Antifungal activity of *Coriandrum sativum* essential oil, its mode of action against *Candida* species and potential synergism with amphotericin B. *Phytomedicine*, 19 (1), 42-47
- Simon H, 1994**, Agriculture d'aujourd'hui sciences techniques et application. La protection des cultures. Ed. Lavoisier Londres, Tec. Et Doc., New York : 21-22.
- Simon J.C, 2007**, Quand les pucerons socialisent. *Biofuture* 297: 38.
- SMITH C.M, 2005**, plant resistance to arthropods: Molecular and conventional approaches. Ed. Springer (Netherlands), 423p.
- Soltis D, Smith S.A, Cellinese N, Wirdack K.J, Tank D.C, Brockington S.F, et al., 2011**, Angiosperm phylogeny: 17 genes, 640 taxa. *American Journal of Botany*, 98, 704730.
- Starnes R.L, Liu C.L, et Marrone P.G, 1993**, History, Use, and Future of Microbial Insecticides. *American Entomologist*, 39 (2), 83–91. <https://doi.org/10.1093/ae/39.2.83>
- Stireman J.O, O'Hara J.E, et Wood D.M, 2006**, Tachinidae: Evolution, Behavior, and Ecology. *Annual Review of Entomology*, 51 (1), 525–555. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.51.110104.151133>
- Sujith K, Ronald Darwin C, Suba V, 2011**,. Antioxidant Activity of Ethanolic Root Extract of *Anacyclus pyrethrum*. *International Research Journal of Pharmacy*, 2: 222-226.
- Sumbul S, Ahmad M.A, Asif M, Akhtar M, Saud I, 2012**, Physicochemical and phytochemical standardization of berries of *Myrtus communis* Linn. J, *Pharm. Bioall. Sci*, 4, 322–326.
- T**
- Turnbull A.L et Chant D.A, 1961**, The practice and theory of biological control of insects in Canada. *Canadian journal of zoology*, 39. 697-753.
- Twaij H.A.A, Elisha E.E et Khalid R.M, 1989**, Analgesic studies on some Iraqi medicinal plants. *International Journal of Crude Drug Research*, 27, 109-112.
- V**
- Van Driesche R.G, et Bellows T. S, 1996**, Biology of Arthropod Parasitoids and Predators. In *Biological Control* (pp. 309–336). Springer, Boston, MA. https://doi.org/10.1007/978-1-4613-1157-7_15.
- Venugopal R, Liu R.H, 2012**, Phytochemicals in diets for breast cancer prevention: The importance of resveratrol and ursolic acid. *Food Sci Hum Wellness* 1: 1-13.
- Völkl W, Mackauer M, Pell J.K, et Brodeur J, 2007**, Predators, parasitoids and pathogens. In: Van Emden H. F. & Harrington R., eds. *Aphids as crop pests*. Oxford: Oxford University Press, 187-233.
- Volkoff A.N, 2009**, Utilisation des micro-organismes. In Pintureau, B. (réd.), *La lutte biologique : Application aux arthropodes ravageurs et aux adventices* (Chapitre VI, p. 92-124). Paris, Ellipses Éditions.
- W**
- Waage J, 2004**, La lutte biologique – Réaliser la promesse. *Dossiers Biocontrôle*, décembre, p. 1.
- Wädenswil, 30.06.2011**, Halte au nématode chinois, Agroscope !
- Wagner D.L, Peacock J.W, Carter J.L, et Talley S.E, 1996**, Field assessment of *Bacillus thuringiensis* on nontarget Lepidoptera. *Environmental entomology*, 25 (6) ,1444-1454.
- Wang K.Y, Liu T.X, Hu C.H, Jiang X.Y et Yi M.Q, 2002**, Resistance of *Aphis gossypii* (Homoptera: Aphididae) to Fenvalerate and Imidacloprid and Activities of Detoxification Enzymes on Cotton and Cucumber. *Journal of Economic Entomology*, 95 (2), 407–413. <https://doi.org/10.1002/arch.20043>
- Wikipedia.org., 2011**, File:Myrtus communis/wiki/File:Myrtus_communis8.jpg

Y

Yano E, 2006, Ecological considerations for biological control of aphids in protected culture. *Population Ecology*, 48 (4), 333–339. <https://doi.org/10.1007/s10144-006-0008-2>

Z

Zimmermann G, 2007, Review on safety of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Beauveria brongniartii*. *Biocontrol Science and Technology*, 17 (6), p. 553-596.

Annexes

Annexe 1 : Activité insecticide d'huile essentielle

Mortalité corrigée de l'extrait de l'H.E en %

	Dose 0,25%	Dose 0,5 %	Dose 1%	Dose 2%
1 jour	0	0	0	0
2 jours	40	100	100	100
3 jours	50	100	100	100
4 jours	100	100	100	100
5 jours	100	100	100	100
6 jours	100	100	100	100
7 jours	100	100	100	100
8 jours	100	100	100	100

Mortalité cumulée de l'extrait de l'HE en %

	Dose 0,25%	Dose 0,5 %	Dose 1%	Dose 2%	Témoin
1 jour	0	0	0	0	0
2 jours	40± 0,02	100± 0,01	100± 0,01	100± 0,01	0
3 jours	80± 0,04	100± 0,01	100± 0,01	100± 0,01	60± 0,03
4 jours	100± 0,01	100± 0,01	100± 0,01	100± 0,01	80± 0,04
5 jours	100± 0,01	100± 0,01	100± 0,01	100± 0,01	80± 0,04
6 jours	100± 0,01	100± 0,01	100± 0,01	100± 0,01	100± 0,01
7 jours	100± 0,01	100± 0,01	100± 0,01	100± 0,01	100± 0,01
8 jours	100± 0,01	100± 0,01	100± 0,01	100± 0,01	100± 0,01

Annexe 2 :Activité insecticide de polyphénol

Mortalité corrigée de l'extrait de polyphénols en %

	Dose 10%	Dose 15%	Dose 20%	Dose 25%	Dose 30%	Témoin -
1 jour	0	0	0	0	0	0
2 jour	25	50	75	75	75	20
3 jour	73,33	73,33	100	100	100	25
4 jour	100	100	100	100	100	100
5 jour	100	100	100	100	100	100
6 jour	100	100	100	100	100	100
7 jour	100	100	100	100	100	100
8 jour	100	100	100	100	100	100

