

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la recherche Scientifique
Université Saad Dahleb de Blida 1



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Biologie des Populations et des Organismes
Mémoire de Fin d'Etudes
En Vue de l'obtention du Diplôme de Master en Sciences Biologiques
Option : Parasitologie

Thème

**Recherche et identification morphologique des pucerons vecteurs de
la Tristeza sur agrumes dans la région de la Mitidja et essai de lutte
biologique par un biopesticide**

Membres du jury :

Présidente : M^{me}. KARA.F (Pr/USDB 1)

Promotrice : M^{me}. ZERKAOUA (MAA/USDB 1)

Examinatrice : M^{me}. SAIGHI.H (MAA/USDB 1)

Présenté par :

M^{elle}. LOUZABI Nihad

M^{elle}. SENNIA Noudjoud

Promotion : 2018/2019

Résumé

Cette étude a pour objectif d'une part à faire un inventaire d'aphides potentiellement vecteurs de la tristeza dans la région de la Mitidja précisément dans trois stations à savoir : Oued El Alleug, El Affroun et Chiffa, plus à l'évaluation de la transmission et son efficacité par vecteurs. D'autre part, un essai de lutte biologique contre ces ravageurs a été effectué par l'utilisation du purin d'ortie (*Urtica urens*).

Afin de réaliser cette étude nous avons effectué des prospections sur le terrain en se basant sur la présence des symptômes typiques de la tristeza et la présence de puceron. Concernant les tests d'efficacité de la transmission sur plante hôte nous avons réalisé deux méthodes dont la transmission biologique par dépôt de pucerons directement sur plantes tests (tomates) et une transmission mécanique par injection du jus infectieux des feuilles infestées par les aphides.

Les résultats obtenus ont permis d'abord de mettre en évidence une richesse qualitative de 4 espèces d'aphides inféodées aux agrumes dans cette région avec un total de 321 individus (*Toxoptera citricidea*, *Myzus persicae*, *Aphis spiraecola* et *Aphis gossypii*). Les 2 espèces les plus fréquemment observées sont *T.citricidea* et *M.persicae* avec respectivement 46% et 28%. En ce qui concerne la comparaison entre les deux procédés de transmission du virus de la tristeza, l'inoculation mécanique a révélé d'être plus efficace par rapport à la transmission par pucerons vecteurs.

A propos de l'essai de lutte biologique, l'étude a montré que le purin d'ortie n'était pas vraiment toxique, mais possède une activité répulsive permettant une efficacité tardive.

Mots clés : pucerons, agrumes, tristeza, inoculation, purin d'ortie.

Abstract

This study aims to make an inventory of aphids potentially vectors of Citrus Tristeza Virus in the region of Mitidja precisely in the three stations of: Oued El Alleug, El Affroun and Chiffa, in addition to the evaluation of transmission and its effectiveness by vectors. On the other hand, a biological test control against these devastating aphids was made using nettle slurry (*Urtica urens*).

In order to realize this study we executed field surveys based on the presence of the typical symptoms of Citrus Tristeza Virus and the presence of aphids. Concerning the tests of transmission efficiency on host plant we realized two methods including the biological transmission by deposition of aphids directly on tested plants (tomatoes) and a mechanical transmission by injection using the infectious juice of the leaves infested by aphids.

The obtained results made it possible to bring out a qualitative richness of 4 aphid species subservient to citrus fruits in this region with a total of 321 individuals (*Toxoptera citricidea*, *Myzus persicae*, *Aphis spiraecola* and *Aphis gossypii*). The 2 most commonly observed species are *T.citricidea* and *M.persicae* with 46% and 28% respectively. Concerning the comparison between the two transmission methods of Citrus Tristeza Virus, mechanical inoculation has shown to be more effective compared to the transmission by aphid vectors.

Regarding the biocontrol test, the study showed that nettle slurry was not really toxic, but had repulsive activity allowing late efficacy.

Key words: aphids, citrus fruit, Citrus Tristeza Virus, inoculation, nettle slurry.

ملخص

تهدف هذه الدراسة من ناحية أولى إلى إجراء قائمة جرد للمن التي يحتمل أن تكون ناقلات للتريستيزا في منطقة المتيجة بالتحديد في المحطات الثلاث: وادي العلايق ، العفرون والشفة ، بالإضافة لتقييم نجاعة انتقال الفيروس وفعاليته بواسطة الناقلات. من ناحية أخرى ، أجريت تجربة مكافحة بيولوجية ضد المن المخرب باستخدام سمد القراص المخمر (*Urtica urens*) .

من أجل إجراء هذه الدراسة ، قمنا باستطلاعات ميدانية بناءً على وجود الأعراض النموذجية للتريستيزا ووجود المن. فيما يتعلق باختبارات نجاعة انتقال العدوى في النبات المضيف ، أجرينا طريقتين ، تتمثل في الانتقال البيولوجي من خلال الوضع المباشر للمن على النباتات التي اجري عليها الاختبار (الطماطم) والنقل الميكانيكي عن طريق حقن العصير المعدي للأوراق الحاملة للمن.

مكنت النتائج المحصل عليها أولاً بتسليط الضوء على الثراء النوعي لأربعة أنواع من المن الخاصة بالحمضيات في هذه المنطقة بعدد إجمالي يقدر ب 321 فردا (*Aphis* و *Aphis spiraecola* و *Myzus persicae* و *Toxoptera citricidea* و *gossypii*) النوعان الأكثر شيوعاً هما *M.persicae* و *T.citricidea* بنسبة 46% و 28% على التوالي. فيما يتعلق بالمقارنة بين طريقتي انتقال فيروس التريستيزا ، فقد أثبت التلقيح الميكانيكي أنه أكثر فاعلية مقارنة بالمن الناقل.

فيما يتعلق باختبار المكافحة البيولوجية ، أظهرت الدراسة أن نبات القراص المخمر لم يكن ساماً حقاً ، ولكن كان له نشاط نافر مما سمح بفعالية متأخرة.

الكلمات المفتاحية : المن ، ثمار الحمضيات ، التريستيزا ، التلقيح ، القراص المخمر.

Remerciement

D'abord nous remercions ALLAH de nous avoir donné la force et la santé pour mener à terme cette mémoire.

On tient à remercier Mme. Zerkaoui A pour avoir accepté la direction de ce travail et surtout pour sa gentillesse et sa compréhension tout au long de ce travail. Un grand merci aussi pour sa relecture minutieuse et critique du présent manuscrit qui a grandement contribué à son amélioration.

On remercie également Mme Saighi H. et Mme Kara F pour avoir accepté d'examiner et juger ce travail de recherche.

Notre vive reconnaissance et nos remerciements les plus sincères pour tous les enseignants qui ont contribué à notre formation.

Un grand merci à Mme Naziha pour son aide et son accueil dans le laboratoire de parasitologie.

Enfin, un profond respect à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin dans la réalisation de ce travail.

Nihad & Noudjoud

Dédicace

On dédie ce modeste travail à :

Nos chers parents
Toutes nos familles et nos proches

Table des matières

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction	01
Chapitre I : Synthèse bibliographique	03
I.1. Généralités sur la plante hôte : les agrumes	04
I.1.1. Systématique	05
I.1.2. Origines et répartition géographique	06
I.1.2.1. Dans le monde	06
I.1.2. 2. En Algérie	08
I.1.3. Aspect économique de l'agrumiculture	10
I.1.3.1. Dans le monde	10
I.1.3. 2. En Algérie	12
I.1.4. Problèmes phytosanitaires	13
I.1.4.1. Les ravageurs	13
I.1.4.2. Maladies bactériennes	16
I.1.4.3. Maladies cryptogamiques	16
I.1.4.4. Maladies virales	17
I.2. Etude des vecteurs de la Tristeza	20
I.2.1. Systématique	20
I.2.2. Caractères morphologiques	21
I.2.3. Cycle biologique	24

I.2.4. Polymorphisme	26
I.2.5. Facteurs de développement	26
I.2.6. Interaction plante-puceron	29
I.2.7. Les dégâts causés par les pucerons	29
I.2.7.1. Direct	29
I.2.7.2. Indirect	30
I.2.8. La lutte biologique contre les pucerons	31
I.2.8.1. Les prédateurs	31
I.2.8.2. les parasitoïdes	32
I.2.8.3. Les pathogènes	32
I.2.8.3. Les biopesticides	33
I.3. Différentes espèces de pucerons vecteurs de Tristeza	36
I.3.1. Puceron vert des agrumes <i>Aphis spiraecola</i> (Patch)	36
I.3.2. Puceron du cotonnier <i>Aphis gossypii</i> (Glover)	36
I.3.3. Puceron noir des agrumes <i>Toxoptera aurantii</i> (Boyer de Fonscolombe)	37
I.3.4. Puceron brun des agrumes <i>Toxoptera citricidus</i> (Kirkaldy)	37
I.3.5. Puceron du pêcher <i>Myzus persicae</i> (Sulzer)	38
Chapitre II : Matériel et méthodes	40
II.1. Présentation de la région d'étude « La Mitidja »	41
II.2. Présentation des stations d'études	42
II.3. Objectifs de l'étude	42
II.4. Rythmes et technique d'échantillonnage du matériel végétal	43
II.5. Etude des échantillons au laboratoire	45
II.6. Identification des aphides	46
II.7. Exploitations des résultats et traitement des données	47

II.8. Etude de l'efficacité de transmission du CTV	47
II.8.1. Transmission par pucerons vecteurs	48
II.8.2. Transmission par inoculation mécanique	48
II.9. Essai de lutte biologique par un purin d'ortie	49
II.9.1. Préparation du purin d'ortie	49
II.9.2. Préparation des dilutions et pulvérisation	50
II.9.3. Exploitations des résultats et détermination de la dose létale 50 (DL50)	51
Chapitre III : Résultats	53
III.1. Résultats globaux de l'étude des pucerons dans la Mitidja	54
III.1.1. Le taux d'infestation	54
III.1.2. La biodiversité des espèces	55
III.1. 3. Caractères distinctifs des espèces d'aphides recensées	56
III.1.4. Répartition des pucerons identifiés	57
III.1.5. Les effectifs totaux de dénombrement des espèces	58
III.1.6. la diversité faunistique des espèces	59
III.2. Résultats de l'efficacité du CTV et identification biologique de la tristeza	60
III.3. Résultats d'essai de lutte biologique par le purin d'ortie	62
III.3.1. Pourcentages de la mortalité observée	62
III.3.2. Pourcentages de mortalité corrigée	63
III.3.3. La conversion des effectifs de mortalité corrigée en probits	63
III.3.4. La droite de régression et le calcul de la DL ₅₀	64
IV. Discussion générale	65
V. Conclusion	67
Références bibliographiques	

Liste des abréviations

Fig :	Figure
Tab :	Tableau
ITAFV :	Institut Technique de L'arboriculture Fruitière et de la Vigne
FAO:	Food and Agriculture Organization
MADR :	Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural
ha:	Hectare
USDA :	Département des agrumes Américain de l'Agriculture
DSA :	Direction des Services Agricoles
CTV :	Citrus Tristeza Virus
AAFC :	Agriculture and Agri-Food Canada
Km² :	kilomètres carrés
mg/ml :	milligramme/ millilitre
SNHF :	Société Nationale d'Horticulture de France
TMO :	taux de mortalité observée
TMC :	taux de mortalité corrigée
log :	logarithme décimal

Liste des figures

Figure 1 : Répartition et zones de diversification des agrumes dans le monde (**Jacquemond *et al.*, 2013**)

Figure 2 : Répartition des agrumes en Algérie (**ITAFV**)

Figure 3 : La région de la Mitidja (**Mutin, 1969**)

Figure 4 : Production d'agrumes (tonnes) en Algérie depuis 1962 (**FAO, 2015**)

Figure 5 : Morphologie d'un puceron aptère (A) et ailé (B) (**Turpeau *et al.*, 2015**)

Figure 6 : Cycle biologique rencontrés chez les pucerons (**Leclant, 1978**).

Figure 7 : Situation géographique de la Mitidja (**Namane, 2009**)

Figure 8 : Vergers d'études au niveau du **A** : Oued El Alleug, **B** : El Affroun, **C** : Chiffa (Originales).

Figure 9 : Photographie qui montre l'infestation des feuilles d'agrumes échantillonnées par les aphides causant leur enroulement et la formation de fumagine (Originale).

Figure 10 : Conservation des pucerons collectés (Originale).

Figure 11 : Comptage des individus pour chaque espèce d'aphide (Originale).

Figure 12 : Essai d'évaluation de l'efficacité de transmission du CTV **A.** Transmission par pucerons vecteurs **B.** Inoculation mécanique **C.** Témoin (Originale).

Figure 13 : Inoculation mécanique de jus brut infectieux (obtenu par broyage) dans la plante test *Lycopersicon nescutentum* (Originale).

Figure 14 : Photographie qui montre les différentes étapes de préparation d'un purin d'ortie (Originale).

Figure 15 : Préparation des déluions de purin (Originale).

Figure 16 : Pulvérisation de purin dilué sur les feuilles infestées par les aphides (Originales).

Figure 17 : Taux d'infestation par les pucerons.

Figure 18 : Les espèces de pucerons recensées dans la région de la Mitidja au niveau des trois stations d'études (Originale).

Figure 19 : Répartitions des espèces de pucerons recensées dans la région d'étude.

Figure 20 : Photographie qui montre le dépérissement, le jaunissement et l'enroulement des jeunes pousses après une semaine d'inoculation (Originale)

Figure 21 : Photographie qui montre le suivie des symptômes du type CTV après 15 jours d'inoculation (Originale).

Liste des tableaux

Tableau I. Les principaux producteurs d'oranges en (milles de tonnes) avec la place de l'Algérie depuis 2008 jusqu'à 2016 (**FAO, 2017**)

Tableau II. Parts de variétés d'agrumes (%) dans la production mondiale (**USDA, 2016**)

Tableau III. Présentation des stations d'études.

Tableau IV. Rythmes d'échantillonnage et nombre de feuilles échantillonnées.

Tableau V. Effectif total des feuilles échantillonnées et le taux d'infestation par les pucerons.

Tableau VI. La biodiversité des espèces aphidiennes trouvés sur agrumes dans la région de la Mitidja.

Tableau VII. Répartition des espèces de pucerons trouvées par station d'étude.

Tableau VIII. Les effectifs totaux des espèces aphidiennes trouvées au niveau des trois stations d'études.

Tableau IX. Les proportions des principales espèces de pucerons répertoriées dans les trois stations d'études.

Tableau X. Taux de mortalité observée des populations d'aphides témoins et traitées aux différentes doses utilisées pendant : 24h, 48h et 72h.

Tableau XI. Taux de mortalité corrigée des populations d'aphides traitées aux différentes doses utilisées pendant : 24h, 48h et 72h.

Tableau XII. Les effectifs en probits de mortalité corrigée des populations d'aphides traitées aux différentes doses utilisées pendant : 24h, 48h et 72h.

Introduction

L'agrumiculture constitue l'un des principaux secteurs de l'économie internationale. Les agrumes présentent un intérêt vital pour un grand nombre de pays par leur importance économique, notamment les revenus appréciables qu'ils génèrent d'une part, et d'autre part les emplois qu'ils occupent et les produits d'exploitation et de transformation en divers dérivés (**Benoufella, 2005**). Ils sont donc cultivés dans plus de 100 pays à travers le monde (**Peña et al., 2007**). Leurs principales zones de production, sont les régions subtropicales, le sud des États-Unis, l'Afrique du Sud, l'Amérique centrale, l'Australie, la Chine, le Japon et la région méditerranéenne (**Hill, 2008**).

L'Algérie est l'un des principaux pays producteurs d'agrumes dans la région méditerranéenne avec une superficie de 45000 hectares. Le secteur algérien des agrumes joue aussi un rôle clé en termes économiques (**Schimmenti et al., 2013**). Cependant que, l'agrumiculture algérienne vit une situation très difficile généralement par l'instabilité où les rendements n'ont pas progressé depuis l'indépendance. A cette régression des rendements, s'ajoute une diminution de la qualité qui rend nos agrumes non compétitifs, contrairement à ceux des autres pays méditerranéens (**Boudi, 2005**).

La chute de production des vergers agrumicoles algériens est essentiellement due au vieillissement de ces derniers qui datent de l'époque coloniale et à la dégradation phytosanitaire due aux multiples ravageurs et aux différentes maladies cryptogamiques, bactériennes et virales (**Benoufella, 2005**), qui tiennent une place prépondérante (**Boulfekhar-Ramdani, 1998**). Les viroses des plantes par contre sont considérées parmi les maladies les plus destructives, tenant leur gravité de la nature du virus qui une fois dans la plante, se généralise, se réplique et tue toute la culture (**El Ferran, 2003**). L'existence de maladies à virus dans les vergers d'agrumes des pays méditerranéens est connue depuis longtemps. De nombreuses publications leur ont déjà été consacrées (**Lamour, 1947 ; Bouillie, 1948 ; Frezai, 1954 ; Crossa-Raynaud, 1960 ; Amizet, 1960**).

Parmi les maladies virales, la tristeza est responsable de dommages importants, que ce soit en Algérie ou dans d'autres pays du monde (**Lebbal, 2016**). La tristeza causée par *Citrus tristeza virus* (CTV) est une maladie de quarantaine (**Assabah, 2002**) et sa propagation est assurée essentiellement par les pucerons (**Bellabas, 2011**). En outre, de tous les insectes ravageurs des agrumes, les pucerons constituent le groupe qui pose le plus de problèmes (**Benoufella, 2005**). D'après **Fouarge (1990)**, les particularités biologiques et éthologiques de ces insectes, notamment leur potentiel biotique prodigieux et leur extraordinaire adaptation à l'exploitation maximale du milieu par leur polymorphisme, en font les déprédateurs majeurs des cultures.

La lutte contre les infestations des pucerons s'articule essentiellement autour des méthodes chimiques, en plus de leur coût élevé, ces méthodes sont eux-mêmes nuisibles à la faune et à la flore. L'utilisation abusive des pesticides chimiques peut engendrer une perte de leur efficacité, pouvant aussi polluer les eaux de surface et souterraines entraînant une intoxication des organismes aquatiques et au final un risque de contamination de l'eau du robinet (**Horrigan et al., 2002**), ces molécules chimiques sont également impliquées chez l'homme dans certaines maladies due à la consommation des résidus de pesticides avec les aliments et l'eau ou à la respiration de l'air pollué (**Horrigan et al., 2002**). Par ailleurs, une utilisation excessive de pesticides peut induire une résistance de la part des espèces nuisibles aux molécules actives, rendant le produit inefficace en ayant un impact sur l'environnement (**Harmel et al., 2008**). Par conséquent, les scientifiques ont commencé à chercher d'autres moyens alternatifs pour lutter contre ces insectes, tels que la lutte biologique qui se base sur l'utilisation d'insectes aphidiphages, comme les prédateurs, les parasitoïdes et les pathogènes, ou l'utilisation des produits biologiques à base d'extraits végétaux qui ont des propriétés insecticides.

C'est dans cette optique que s'inscrit notre travail de recherche, dans une première partie nous sommes intéressé à faire un inventaire d'aphides potentiellement vecteurs de la tristeza dans la région de la Mitidja précisément dans trois stations à savoir : Oued El Alleug, El Affroun et Chiffa, plus d'une évaluation de la transmission et son efficacité par vecteurs. Dans une seconde partie, un essai de lutte biologique contre ces ravageurs a été effectué par l'utilisation du purin d'ortie.

Chapitre I :
Synthèse
bibliographique

I.1. Généralités sur la plante hôte : les agrumes

Le mot agrume provient du latin *acrumen* qui désignait dans l'antiquité des arbres à fruits acides (**Benediste et Baches, 2002**). La diversité des fruits consommés : oranges, mandarinier, clémentines, pomelos, citrons, limes, pamplemousses, pour ne citer que les plus courants, reflète d'une certaine manière la richesse et la variabilité de ces arbres originaire d'Asie et aujourd'hui cultivés sur tous les continents autour de l'équateur du 40° Nord au 40° Sud. Ils se rencontrent par conséquent en priorité dans les climats de type méditerranéen (**Loussert, 1989**).

Les agrumes, appelés aussi Hespérides sont des petits arbres à feuillage dense et souvent épineux produisant des fruits caractérisés par une surface de peau (zeste) riche en glandes à huiles essentielles et une pulpe organisée en quartiers comprenant des pépins et de nombreux poils succulents gorgés de jus (**Praloran, 1971**). Ils sont soit consommés comme fruit frais, soit utilisés dans la fabrication de produits dérivés ou de coproduits (**Peña et al., 2007**).

La production des agrumes dépend de divers facteurs, les plus importants sont le matériel végétal (porte-greffe et greffon) et le climat (température, pluie, humidité, vent...). Leur culture est possible partout où la température moyenne de l'année est supérieure à 13 °C et inférieure à 39 °C. En terme de besoins en eau, 120 mm par mois soit 1200 à 1500 mm par an (**El macane et al., 2003**), représentent une quantité d'eau au-dessous de laquelle la culture des agrumes nécessite une irrigation (**Larousse, 2002**). Ils aimeront un mélange équilibré entre argile (5 à 20%), limon (15 à 20%), sable fin (20 à 30%) et sable grossier (30 à 50%) pour le sol. Néanmoins ils n'aiment pas le calcaire. Ils auront besoin d'un sol à pH acide (entre 6 et 7). En outre, des photopériodes longues stimulent la croissance végétative ou la lumière à un effet très remarquée sur la qualité et la coloration des fruits (**Davenport, 1990**).

Selon **Biche (2012)**, les agrumes sont principalement destinés à l'autoconsommation notamment pour leur richesse en éléments minéraux, en vitamines et en fibres. Cependant, un tiers environ des agrumes produits sont transformés, cette proportion est encore plus importante dans le cas des oranges puisque plus de 40% des oranges récoltées dans le monde sont transformés. De plus, les huiles essentielles d'agrumes représentent également un des produits commercialisés à haute valeur ajoutée, elles sont extraites de fleurs, d'écorces, de feuilles et de fruits (**Escartin, 2011**).

I.1.1. Systématique

D'après **Jacquemond et al.,(2009)** beaucoup de travaux ont été réalisés au cours du XXème siècle afin de classer les différentes variétés et espèces, il est admis que les agrumes se répartissent en trois genres botaniques, compatibles entre eux : *Citrus*, *Poncirus* et *Fortunella*, ces trois genres appartiennent à la famille des «**Rutaceae** ».

D'après **Swingle (1948)** la position taxonomique des agrumes est la suivante :

Règne : Végétale

Embranchement : Angiospermes

Classe : Eudicotes

Sous classe : *Archichlonideae*

Ordre : *Geraniales*

Famille : *Rutaceae*

Sous famille : *Aurantioideae*

Tribu : *Citreae*

Sous tribu : *Citrinae*

Genre : *Poncirus*, *Fortunella* et *Citrus*

Le genre *Citrus* est celui qui renferme le plus d'espèces et de variétés (entre 16 et 156 espèces) d'agrumes commercialisées (**Praloran, 1971**). Les *Poncirus* ne produisent pas de fruits consommables, mais sont utilisés comme porte-greffe car ils confèrent certaines résistances intéressantes. Enfin, les *Fortunella* produisent des petits fruits qui se dégustent avec la peau.

I.1.2. Origine et Répartition géographique

I.1.2.1. Dans le monde

Les agrumes sont originaire du sud-est de l'Asie, bien que leur culture a probablement commencé en chine (**Pena *et al.*, 2007**). Avec le rayonnement des civilisations chinoises au cours du premier millénaire avant notre ère, la culture des agrumes commence à se propager dans les pays avoisinants : sud du Japon et archipel de Malaisie (**Fig.1**).

La zone méditerranéenne n'a connu cette culture qu'au 7^{ème} siècle avant notre ère, les cédratiers sont les premiers agrumes cultivés sous le nom de pomme de Médie, mais ce n'est qu'aux alentours de l'an 1400, bien après le voyage de Marco Polo en

Chine en 1287, que les portugais introduisirent l'oranger en méditerranée (**Praloran, 1971**).

Du bassin méditerranéen, les agrumes se sont répandus dans le monde par trois voies : les arabes assurent leur diffusion sur la côte Est d'Afrique jusqu'au Mozambique. Christophe Colomb les importe à Haïti en 1493 et les Anglo-hollandais les introduisent au Cap en 1654. Actuellement, les agrumes occupent la première place des productions fruitières dans le monde (**FAO, 2008**).



Figure 1 : Répartition et zones de diversification des agrumes dans le monde
(Jacquemond *et al.*, 2013)

I.1.2.2. En Algérie

La culture commerciale des Citrus est localisée dans les zones irrigables, dans la partie nord du pays, où elle trouve la température clémente qui assure sa réussite (**Karboa, 2001**) (**Fig.2**). En effet, le verger agrumicole Algérien se localise essentiellement dans la Mitidja (**Rebour, 1948**).

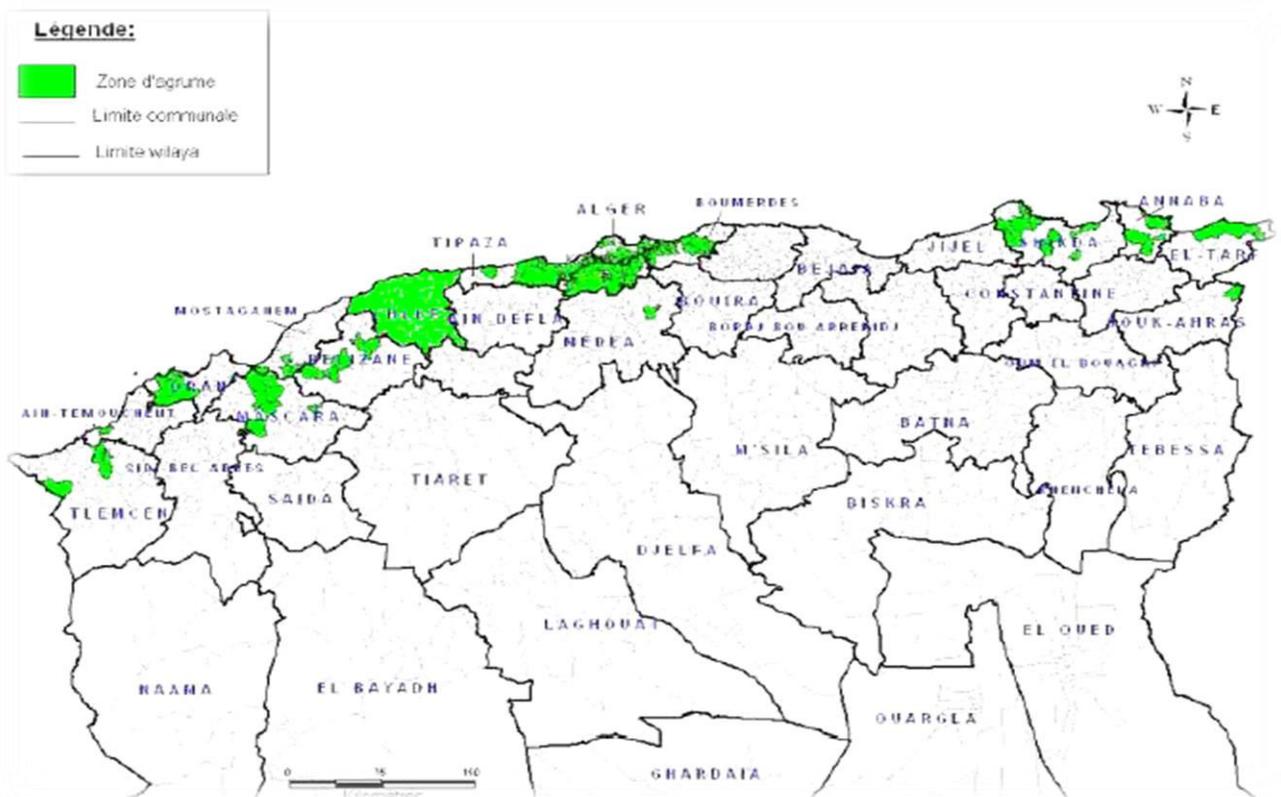


Figure 2 : Répartition des agrumes en Algérie (ITAFV)

La Mitidja, qui a été le berceau de l'agrumiculture algérienne, occupe toujours le premier rang, les vergers s'y étendent sur plus de 14 000 hectares et représentent environ le tiers du total. Cette prédilection de la Mitidja pour les agrumes tient à de bonnes conditions physiques. Les températures conviennent tout particulièrement et les gelées hivernales, si elles ne sont pas inconnues, sont cependant très rares (**Mutin, 1969**) (**Fig.3**).

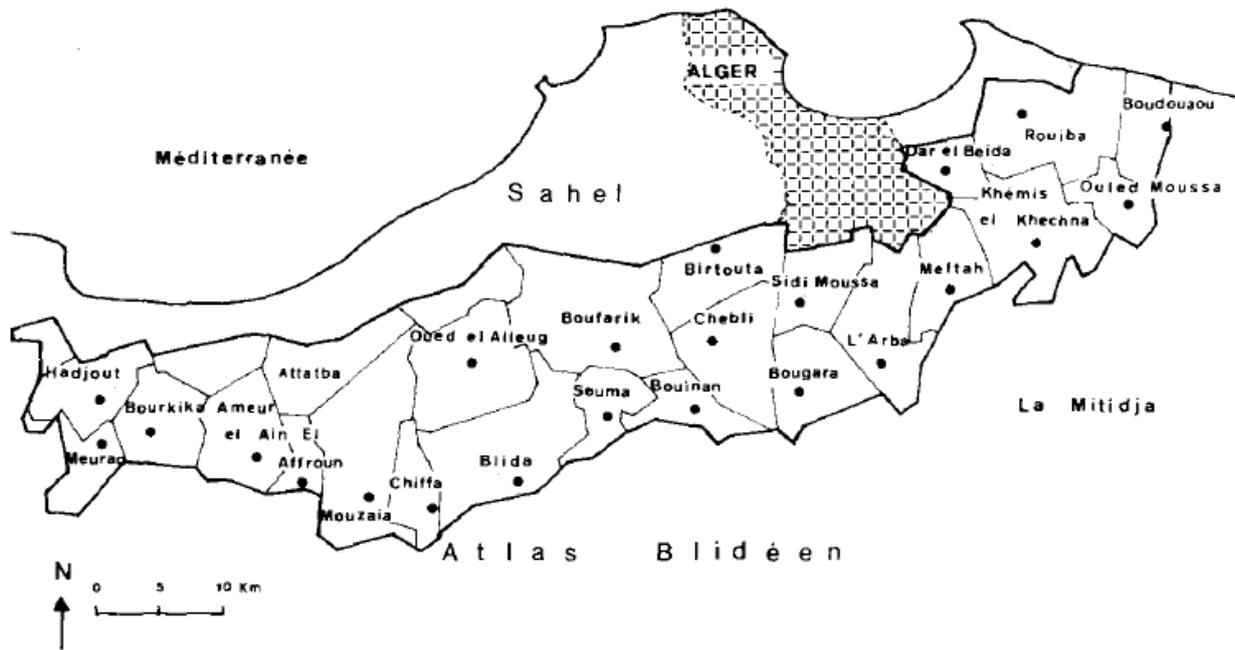


Figure 3 : La région de la Mitidja (Mutin, 1969)

I.1.3. Aspect économique de l'agrumiculture

I.1.3.1. Dans le monde

Le commerce international des agrumes frais a débuté il y a deux siècles environ. Aujourd'hui cultivés sur plus de 3 millions d'hectares et dans plus de 100 pays aux climats tropicaux, subtropicaux et méditerranéens, les agrumes constituent la principale culture fruitière dans le monde. L'industrie de l'orange représente un chiffre d'affaire mondial de l'ordre de 2 milliards de dollars américains. Les premiers producteurs étant la Chine le Brésil et les États-Unis (principalement la Floride) (Hamidouche, 2017) (Tab.I).

Tableau I. Les principaux producteurs d'oranges en (milles de tonnes) avec la place de l'Algérie depuis 2008 jusqu'à 2016 (FAO, 2017)

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016 Preliminary
WORLD	116 128.7	115 541.8	117 441.3	123 824.2	123 002.3	128 611.1	131 707.7	130 947.0	124 246.0
Northern Hemisphere	86 480.3	86 933.9	88 058.5	91 905.4	93 412.8	99 820.1	103 317.4	102 059.5	97 848.9
USA	11 500.2	10 267.3	10 193.9	10 919.5	10 813.0	10 301.0	8 751.0	8 208.0	7 829.0
Mediterranean Region	21 140.3	21 243.8	22 355.7	22 689.5	21 945.4	23 195.0	24 541.1	23 825.4	25 216.0
Cyprus	128.5	112.4	113.3	128.7	112.4	106.4	106.5	118.7	114.4
Greece	987.5	923.4	1 127.7	1 078.1	1 097.1	1 123.6	958.2	1 049.6	1 041.5
Italy	3 457.7	3 799.8	3 779.3	3 537.0	2 883.9	2 678.7	2 661.6	2 808.5	3 150.2
Spain	6 369.8	5 268.0	6 076.4	5 720.4	5 553.8	6 685.7	7 041.6	6 100.5	6 882.0
Algeria	697.4	844.5	788.1	1 106.8	1 087.8	1 204.9	1 271.0	1 289.9	1 372.4

En général, la production mondiale des agrumes se décline en quatre catégories ainsi réparties (**Tab.II**) :

Tableau II. Parts de variétés d'agrumes (%) dans la production mondiale (USDA, 2016)

Variétés d'agrumes	Part dans la production mondiale
Oranges	54%
Tangerines, Mandarines	31%
Citrons	8%
Pamplemousses	7%

I.1.3.2. En Algérie

La culture des agrumes représente pour notre pays un segment stratégique. Selon les dernières statistiques (**MADR, 2011**), l'agrumiculture couvre actuellement une superficie totale de : 64 323 ha, soit environ 8 % de la superficie totale occupée par les cultures pérennes, dont 50783 ha se répartissent en majorité dans les wilayas de Blida (26%), Chlef (9%) et Alger (8%).

La production d'agrumes selon la campagne agricole 2013-2014 à Blida a atteint son plus haut seuil depuis l'indépendance avec une récolte de plus de quatre (04) millions de quintaux, d'après le directeur des services agricoles (DSA) de la wilaya (**Hamidouche, 2017**) (**Fig.4**).



Figure 4: Production d'agrumes (tonnes) en Algérie depuis 1962 (**FAO, 2015**)

I.1.4. Problèmes phytosanitaires

En général, les dégâts qu'occasionnent les maladies et les parasites ont un réel impact économique sur la production des agrumes.

I.1.4.1. Les ravageurs

Les insectes se développent sur les organes de l'arbre et sont extrêmement nombreux, non seulement ils causent de graves dégâts, mais ce sont des vecteurs de maladies virales et bactériennes.

I.1.4.1.1. Les lépidoptères

A. La mineuse des agrumes (*Phyllocnistis citrella*)

Le papillon est un micro-lépidoptère, de 2 à 4, 5 mm de longueur, de couleur argentée avec une tache noire sur chaque aile. Les jeunes feuilles sont déformées et enroulées par les chenilles qui broutent les cellules épidermiques du limbe, formant ainsi les mines caractéristiques (**Biche, 2012**).

Cette contrainte a été observée pour la première fois en Algérie, dans les régions Ouest notamment à Misserghin et à Mohammadia.

B. Teigne des agrumes (*Prays citri*)

D'après **Quilici (2003)**, c'est une chenille de micro lépidoptère du groupe des Teignes, mesure 2.8 à 3.2 mm de long, de couleur grise terne, les antennes sont relativement courtes avec des ailes fortement frangées. Elle est cylindrique, semi-transparente. La chenille tisse un réseau soyeux entre les fleurs et s'alimente de pièces florales. Il en résulte une réduction de production par diminution du nombre de fruits produits (**Rebour, 1948**).

I.1.4.1.2. Les diptères

A. Cératite (*Ceratitis capitata*) (Mouche méditerranéenne des fruits)

Considérée comme étant l'insecte le plus redoutable sur les agrumes, l'adulte est une mouche de 4 à 5 mm de long, de corps jaune, marqué de tache, durant sa vie, la femelle peut produire 300 à 1000 œufs. Les fruits attaqués présentent généralement une zone de décoloration. Souvent, l'attaque se traduit par le mûrissement précoce puis la chute des fruits. (**Abdellah, 2018**)

I.1.4.1.3. Les cochenilles des agrumes

La cochenille est très polyphage, elle secrète sur les fruits, le feuillage et les rameaux un abondant miellat qui provoque une apparition massive de fumagine aggravant encore les dommages. Les fruits abritant des cochenilles et portant les traces de fumagine perdent sensiblement leur valeur commerciale (**Charlotte, 2014**).

I.1.4.1.4. Les aleurodes (mouche blanche microscopique)

Provoque l'exsudation de miellat sur les feuilles qui se couvrent de fumagine créant un écran entravant l'élaboration de la chlorophylle (la photosynthèse) (**Claude, 2017**).

I.1.4.1.5. Les pucerons

Ils apparaissent le plus souvent sur la face inférieure des feuilles et sur les jeunes pousses des agrumes. Sous leur action, les jeunes pousses s'enroulent, puis la partie la plus tendre des feuilles prend une forme incurvée. On observe également une sécrétion d'exsudat ou miellat sur lequel se développe la fumagine (**Benoufella, 2005**).

I.1.4.1.6. Les acariens

Ce sont des arachnides de très petite taille, ils causent la déformation, décoloration, nécroses et chutes des bourgeons, des fruits et des feuilles.

Parmi les espèces les plus dangereuses, on peut citer :

- L'acarien tisserand (*Tetranychus cinnabarinus* Boisduvai)
- L'acarien ravisseur (*Hemitarsonemus latus* Banks)
- L'acarien des bourgeons (*Aceria sheldoni* Ewing) (**Loussert, 1989**)

I.1.4.1.7. Les nématodes

Ce sont des vers microscopiques qui vivent dans le sol et qui s'attaquent aux racines. Ils causent un jaunissement des feuilles (**Loussert, 1989**).

I.1.4.1.8. Psylle de l'eucalyptus (*Glycaspis brimblecombei*)

Les individus adultes, de couleur vert clair à brun orangé, mesurent 3 mm. Ils possèdent une bonne capacité de vol. Les larves quant à elles, sont orange. Elles effectuent la totalité de leur cycle de développement sous une couche protectrice de miellat cristallisé à la surface des feuilles. Les femelles pondent leurs œufs sur les jeunes pousses. Tout au long de son cycle de développement, ce psylle sécrète un abondant miellat sur lequel se développe la fumagine. De fortes infestations peuvent conduire à une défoliation des arbres, une mortalité des jeunes rameaux et entraîner un affaiblissement généralisé de l'arbre. (**Claude, 2017**).

I.1.4.2. Maladies bactériennes

I.1.4.2.1. Le Stubborn

C'est un mycoplasme (*Spiroplasma citri*) qui peut être transmis d'arbre malade à des arbres sains par les cicadelles. Cette maladie provoque une inversion de coloration des fruits, et une déformation en gland des fruits. (Bové *et al.*, 2003)

I.1.4.2.2. Le chancre bactérien des agrumes

Le chancre bactérien des agrumes est une maladie pathogène causé par *Xanthomonas asconopodis* pv. *citri* (Bull *et al.*, 2010; Schaad *et al.*, 2006). La maladie est caractérisée par l'apparition des lésions de couleur claire au début puis deviennent brunes sur l'écorce des fruits et sur les feuilles, les tiges et les jeunes pousses.

I.1.4.3. Maladies cryptogamiques

Sont assez nombreuses, elles touchent les différents organes végétatifs des Citrus (les racines, le tronc, le fruit,...), ce sont des parasites véritables des arbres, puisqu'ils s'attaquent à la matière végétale vivante causant leur dépérissement jusqu'à leur mort dans certains cas (Benoufella, 2005).

I.1.4.3.1. Pourriture sèche racinaire

La pourriture sèche racinaire est causée par *Fusarium* sp, les symptômes sont les suivants : dépérissement unilatéral des arbres, pourriture sèche des racines avec une coloration brune, mort brutale des arbres (Habib, 2012).

I.1.4.3.2. Le Mal secco

La maladie du mal secco, dont l'agent causal est le champignon *Phoma tracheiphila*, qui se développe dans les tissus conducteurs et entrave la circulation de la sève. Les principaux symptômes

sont: un dessèchement des grosses branches, dépérissement total de l'arbre en un ou deux ans. La maladie peut entraîner rapidement la mort de l'arbre (**Habib, 2012**).

I.1.4.3.3. Gommose à Phytophthora

C'est la gommose parasite de genre *Phytophthora*. Le champignon provoque un craquellement de l'écorce avec exsudation de gomme et un flétrissement annonçant la mort de l'arbre au moyen ou à long terme, d'où toutes les parties de la plante peuvent être attaquées (**DAAF, 2017**).

I.1.4.3.4. La Fumagine

Cette maladie est généralement la conséquence d'une forte attaque de cochenille et de puceron, ou d'aleurode. En effet, ces insectes rejettent sur les feuilles et les rameaux, un miellat sur lequel le champignon responsable de la fumagine (*Capnodium citri*) trouve un milieu favorable à son développement (**DAAF, 2017**).

I.1.4.3.5. L'Anthracnose

Cette maladie, causée par le *Colletotrichum gloeosporioides*, attaque principalement les arbres affaiblis souffrant d'un déséquilibre alimentaire minéral ou hydrique. Elle provoque un dessèchement des jeunes rameaux et des extrémités des branches et on peut observer sur les feuilles des rameaux flétris de petites taches foncées caractéristiques ainsi que la brûlure des plantules (**Cannon et al., 2012, Nelson, 2008, Agrios, 2005**).

I.1.4.4. Maladies virales

Les phytovirus sont des virus qui s'attaquent aux organismes végétaux. Il s'agit de macromolécules infectieuses porteuses d'information génétique, parasites obligatoires des cellules vivantes d'une plante hôte. Ces molécules pathogènes sont multipliées par les cellules végétales contaminées en provoquant généralement des perturbations métaboliques ou la destruction de la cellule (**Benhassna, 2009**).

Par ailleurs, selon **Albouy et al, (2001)**, la prolifération des virus à l'intérieur des tissus végétaux peut dans certains cas n'entraîner aucun symptôme visible dans un premier temps (phénomène de masquage), mais très souvent les attaques virales se manifestent par des symptômes tels que des mosaïques, des marbrures ou des fasciations. Parmi ces maladies, on cite :

I.1.4.4.1. L'Exocortis

C'est une maladie à viroïde *Citrus exocortis Viroïd* signalée dans l'ensemble du bassin méditerranéen qui cause un écaillage plus ou moins prononcé de l'écorce du porte-greffe et un affaiblissement général de l'arbre a cause de la mauvaise circulation de la sève (**Ouantar et al., 2018**).

I.1.4.4.2. La Psorose

C'est une maladie causée par *Citrus psorosis Virus*, la mieux reconnue c'est la forme écailleuse qui affecte essentiellement les orangers, les mandariniers, les clémentiniers et les pomelos, bien qu'elle n'entraîne pas la mort des arbres, elle les affaiblit, les fruits restent de petit calibre et les chutes sont importantes (**Habib, 2012**).

I.1.4.4.3. La Cachexie

Appelé aussi Xyloporose (*Citrus cachexia Viroïd*), maladie à viroïde répandue pratiquement dans toutes les régions agrumicoles du monde. Parmi les symptômes on a : une diminution de la vigueur des arbres (Rachitisme), les feuilles sont plus petites à l'extrémité des rameaux, jaunissement des limbes et chute partielle de l'écorce sous forme d'écailles (**Mendil, 2007**).

I.1.4.4.4. La tristeza (CTV)

C'est la maladie la plus dangereuse pour l'agrumiculture (**D'Onghia et Djelouah, 2001**), elle est présente dans le monde entier (**Lee, 2000**). En 1954, La maladie a été découverts dans les régions

agrumicoles de l'Afrique du nord et dans le bassin méditerranéen (**Anonyme, 1976**). Et signalée en Algérie récemment par **El Ferran (2004)** et l'ITAFV en 2001 (**Larbi et al., 2009**).

Le CTV est l'agent pathogène de la tristeza, c'est un virus appartenant au genre Closterovirus, il est transmis par pucerons selon le mode semi-persistant (**Berlansky et al., 1998**). Il s'attaque aux plantes de la famille des Rutacées, essentiellement aux espèces hybrides et cultivars du genre *Citrus* (orangers, mandariniers, citronniers...).

La tristeza est une maladie qui touche majoritairement le point de greffe (**Román et al., 2004**), mais certaines souches de CTV entraînent d'autres syndromes, dont le bois strié sur le tronc, un rabougrissement, des rendements réduits et une baisse de la qualité des fruits chez de nombreux cultivars commerciaux, même s'ils sont greffés sur des porte-greffe tolérants. Le diagnostic de la maladie se fait par les techniques sérologiques, biologiques et moléculaires.

L'infection par le CTV se manifeste à plusieurs niveaux mais l'attaque commence toujours par la zone apicale de la soudure du porte-greffe au greffon où le virus bouche les vaisseaux du phloème et les faisceaux périphériques entourant ce dernier (**Lee, 2000**). Les premiers symptômes de la tristeza sont le changement de couleur des nervures des feuilles du vert au blanc, le nanisme des arbres avec un rendement de petits fruits et de mauvaise qualité (**Al-Mouie, 2002**).

I.1.4.4.1. Efficacité de la transmission

Le CTV se propage par le biais des pucerons ou de matériel végétal infecté. Jusqu'à ce jour les pucerons reconnus potentiellement vecteurs du CTV sont *Toxoptera citricida*, *Toxoptera aurantii*, *Aphis gossypii*, *Aphis spiraecola* et le *Myzus persicae* (**Barbagallo et al., 2007**). Le vecteur le plus important est le puceron brun des agrumes *Toxoptera citricida*, dont la vitesse d'avancement est estimée à 200 km par an (**Batista et al., 1997**).

I.2. Etude des vecteurs de la tristeza

Les pucerons sont des insectes qui se caractérisent par leur apparition massive, sous forme de colonies denses et serrées. Selon **Dedryver (1982a)**, les pucerons se nourrissent exclusivement aux dépens des plantes, ils sont phytophages et possèdent un système buccal de type piqueur-suceur. Ils s'installent pratiquement sur tous les organes végétatifs mais nous les observons le plus souvent sur le feuillage et les jeunes pousses.

Ces insectes secrètent un miellat sur lequel se développent les champignons de la fumagine qui salissent le feuillage et les fruits et accentuent les dégâts. Ils sont la cause de l'invasion des fourmis qui se nourrissent du miellat et éloignent les prédateurs des pucerons. Leurs piqûres provoquent un boursoufflement irrégulier du feuillage qui se recroqueville complètement (**Delassus et al., 1931**). Leur nuisibilité est renforcée par le fait qu'ils sont souvent vecteurs de viroses.

Les pucerons ou aphides ont développés au cours de leurs évolutions, de remarquables capacités d'adaptations au milieu : fécondité élevée, mode de reproduction varié, alternance d'individus ailés et aptères, utilisation de plusieurs types de plantes. Ceci leur permet d'exploiter au mieux les plantes sur lesquelles ils vivent.

I.2.1. Systématique

D'après **Sullivan (2005)** les pucerons font partie de l'embranchement des arthropodes : corps segmenté et articulé, squelette externe chitineux (la chitine est une substance dure, rigide, inextensible qui impose une croissance par mue).

Ce sont des insectes : leur corps, dont la longueur varie entre 2 et 5 mm, est partagé en 3 régions bien différenciées : tête, thorax et abdomen.

Ils font partie de la superfamille des Aphidoidea, de la famille des Aphididae (présence de deux cornicules sur l'abdomen) qui se situe dans l'ordre des Homoptères dont le nom dit que, en principe, les insectes y ont 4 ailes égales (cependant chez la plupart des espèces de pucerons, coexistent des formes adultes ailées et aptères) (**Sullivan, 2005**).

I.2.2. Caractères morphologiques

Les aphides varient beaucoup en forme et en taille mais on peut tout de même donner quelques traits généraux : Corps globuleux ou aplatis, ovales ou sphérique dont la taille est comprise entre 2 et 5mm. Leur corps est de couleur variable, parfois couvert d'une sécrétion cireuse, les téguments sont mous et présentent des soies de forme et de longueur très variables.

Les aphides peuvent se rencontrer sous une forme aptère ou sous une forme ailée (**Fig.5**), ce dimorphisme étant en rapport avec des modalités dans la reproduction ou le cycle biologique. Selon **Dedryver (1982a)**, les aphides sont hémimétaboles, leurs différents stades larvaires ressemblent aux adultes (mise à part l'absence d'ailes développées) les larves ont le même mode de vie, se nourrissent de la même manière et font les mêmes types de dégâts que ces derniers.

Le corps des aphides est divisé en trois parties : la tête le thorax et l'abdomen :

I.2.2.1. La tête

La tête est généralement bien séparée du thorax chez les formes ailées mais non chez les aptères. Sur celle-ci sont insérées les antennes qui comprennent 3 à 6 articles (le plus souvent 6). Le dernier article est généralement le plus long et comprend une partie basale légèrement renflée (base) et une partie terminale qui peut être plus courte que la base ou considérablement plus longue, appelée processus terminal. Les antennes peuvent être insérées directement sur le front ou sur des protubérances du vertex appelées tubercules frontaux - latéraux. Certains articles antennaires possèdent des organes sensoriels : les sensoria. Les sensoria primaires existent chez toutes les formes à tous les stades et sont localisés à la partie distale des deux derniers articles. En revanche, les sensoria secondaires sont situés généralement sur le 3^{ème} article et les suivants : nombreux chez les formes ailées et chez les mâles aptères, ils sont plus rares chez les virginipares aptères (**Benoufella, 2005**).

Les pucerons possèdent les éléments typiques de l'appareil buccal des insectes, mais transformés par leur spécialisation. La lèvre inférieure est transformée en trompe où se logent deux

paires de stylets : les mandibules et les maxilles. Ces derniers sont accolés, l'un à l'autre sur leur longueur, formant un faisceau, et coulissent les uns par rapport aux autres en délimitant des canaux salivaires et alimentaires. Ils ont donc un système buccal de type piqueur-suceur. La tête porte une paire d'yeux composés ; À l'arrière de l'œil composé (souvent gros et rouge brun) un tubercule porteur de 3 ommatidies (*triommatidie*) est généralement présent (**Benoufella, 2005**).

I.2.2.2. Le thorax

Le thorax des aphides est formé de trois segments : le prothorax, le mésothorax et le métathorax. Ces segments sont de couleur variable chez les aptères (**Aroun, 1985**) et de couleur noirâtre chez les ailés, ces derniers portent deux paires d'ailes membraneuses repliées en toit au repos et coaptées en position de vol. Les ailes antérieures sont deux fois plus grandes que les ailes postérieures. La forme et la ramification des nervures sont des caractères qui interviennent dans la systématique. Chaque segment thoracique porte une paire de patte généralement longue et grêle, sauf chez les formes endogées où elles peuvent être courtes et épaisses. Ces pattes présentent des tarse à deux articles toujours terminés par deux griffes. Les caractéristiques des pattes sont des critères d'identification des espèces aphidiennes, on se base sur le tarse et le tibia de la patte postérieure pour séparer les sous-familles.

I.2.2.3. L'abdomen

L'abdomen porte généralement dans sa partie postérieure, une paire de cornicules de forme et de couleur très variable. Le dernier segment abdominal (le 10^{ème}) forme la queue (ou cauda) plus ou moins développée et de forme variable suivant les espèces.

Malgré tous ces caractères communs, il existe d'importantes différenciations morphologiques entre familles, genres et espèces de pucerons. Les critères de différenciation, souvent plus nets chez les ailés que les aptères, portent sur la forme du front et des tubercules frontaux (zones d'insertion des antennes), la forme des cornicules, des stigmates abdominaux, ainsi que sur la forme et le nombre de rhinaries (Sensoria secondaires) et la pigmentation des différentes parties du corps (**Benoufella, 2005**).

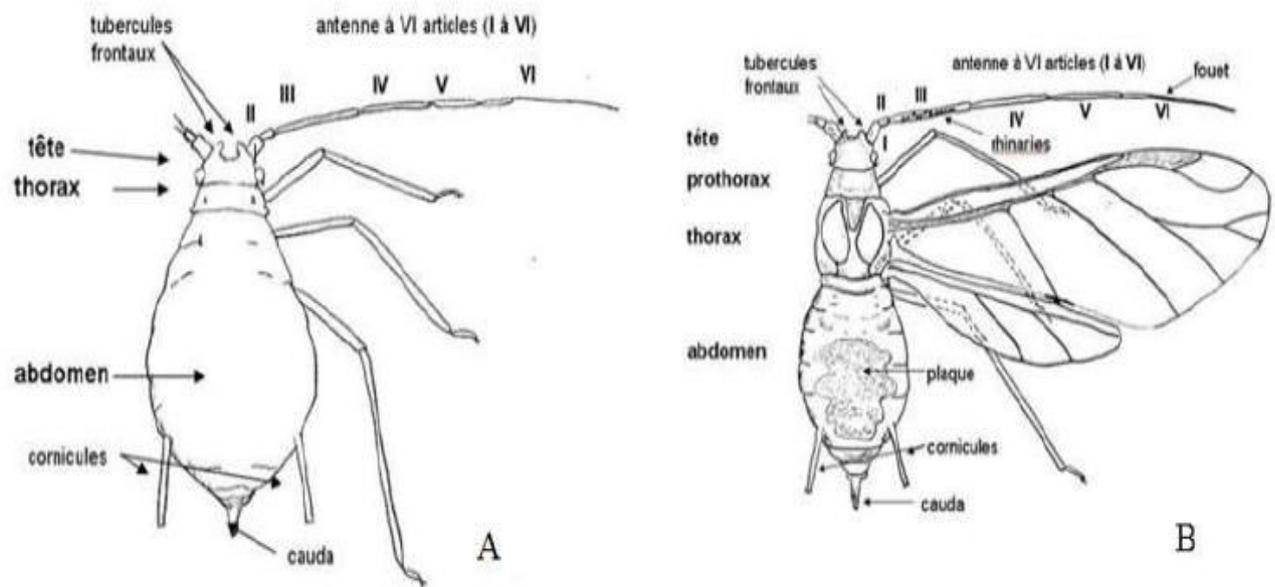


Figure 5: Morphologie d'un puceron aptère (A) et ailé (B) (Turpeau *et al.*, 2015)

I.2.3. Cycle biologique

Les pucerons affichent un large éventail de cycles de vie relativement compliqués (**Williams et Dixon, 2007**). La plupart des espèces présentent un cycle hétérogonique, c'est-à-dire qu'il est caractérisé par l'alternance des modes de reproduction selon les générations : une génération amphisexuelle comportant des males et des femelles fécondables alterne avec plusieurs générations ne comportant que des femelles parthénogénétiques qui se reproduisent sans fécondation (**Deguine et Leclant, 1997**). Les femelles fécondées sont toujours ovipares, alors que les femelles parthénogénétiques sont quelquefois ovipares mais le plus souvent vivipares. L'alternance des phases sexuée (fin de l'été ou à l'automne) et asexuée (printemps et été) est sous le contrôle des paramètres environnementaux, en particulier la photopériode (**Bonnemain, 2010**) (**Fig.6**).

Dans les régions tempérées, les pucerons ont presque toujours gardé la possibilité d'effectuer un cycle annuel complet ou holocycle, c'est-à-dire comportant la génération amphisexuelle: l'œuf fécondé est pondu à l'automne, il est diapausant et constitue pour l'espèce une forme de survie durant les conditions climatiques défavorables de l'hiver (**Dedryver, 1982**).

L'éclosion de l'œuf se produit généralement en même temps que le débourrement des bourgeons de sa plante hôte. La femelle parthénogénétique qui en est issue est appelée fondatrice, elle est presque toujours aptère.

Au cours du printemps, la fondatrice engendre une ou plusieurs générations de femelles parthénogénétiques appelées fondatrigènes, qui se développent sur la même plante qu'elle. Lorsqu'il y a plusieurs générations de fondatrigènes, les premières sont essentiellement composées d'aptères, la proportion d'ailés croissant au fil des générations.

Les fondatrigènes ailées quittent la plante sur laquelle elles se sont développées et vont s'alimenter sur des végétaux de la même espèce ou d'espèces différentes, sur lesquelles elles engendrent un certain nombre de générations d'individus femelles parthénogénétiques, alternativement aptères ou ailés, appelés virginogènes.

À l'automne apparaissent des femelles parthénogénétiques appelées sexupares, qui donneront naissance à des males, souvent ailés, et à des femelles ovipares, presque toujours aptères, si bien que la rencontre des sexes a presque toujours lieu sur la plante portant la femelle ovipare. Après

accouplement, celle-ci pond des œufs fécondés sur les parties lignifiées de sa plante hôte (**Dedryver, 1982a**).

La biologie des aphides est extrêmement complexe, du fait de la présence successive ou simultanée de ses différentes formes. Il peut également y avoir succession de différents hôtes au cours de l'année (**Praloran, 1971**). Les espèces de pucerons dites monoéciques, accomplissent tout leur cycle de développement sur un seul type de plante. D'autres espèces, dites dioéciques alternent entre deux types de plantes, en général très différentes l'une de l'autre (**Dedryver & Turpeau-Ait Ighil, 2011b**).

p

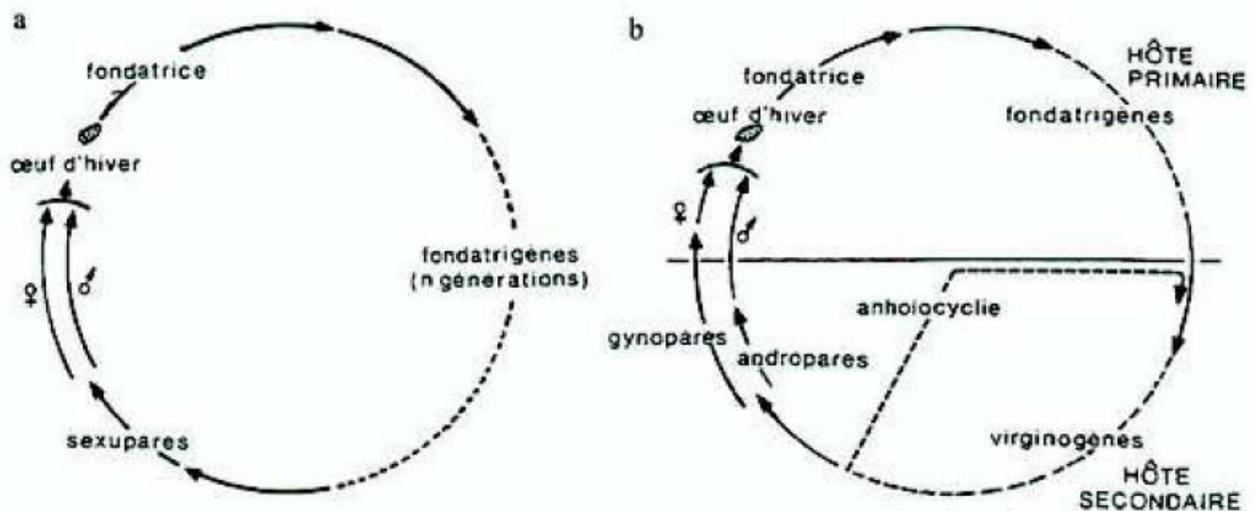


Figure 6 : Cycle biologique rencontrés chez les pucerons (**Leclant, 1978**)

- a) Cycle d'un puceron monoécique.
- b) Cycle d'un puceron hétéroécique.

I.2.4. Polymorphisme

Selon **Nijhout (2013)**, le polymorphisme qui caractérise les pucerons, est sous le contrôle du système endocrinien et neuroendocrinien, les pucerons peuvent produire des formes adultes ailées ou aptères afin d'accomplir des fonctions écologiques différentes (dispersion à grande distance). Ce polymorphisme, unique dans le monde des insectes, est sous la dépendance de divers facteurs, en particulier, l'effet de groupe, l'état physiologique de la plante hôte, les températures et les caractéristiques génétiques de la lignée parthénogénétique de l'aphide. Ce polymorphisme s'observe clairement chez les espèces qui vivent sur plusieurs hôtes. Les pucerons qui vivent exclusivement sur des arbres à feuilles caduques, développent peu de formes (espèces anholocycliques) comparativement aux autres espèces (espèces holocycliques) (**Dixon, 2005**).

I.2.5. Facteurs de développement

Les facteurs intervenant dans le développement des populations sont nombreux et peuvent être repartis en deux groupes : Les facteurs abiotiques et les facteurs biotiques.

I.2.5.1. Facteurs abiotiques

I.2.5.1.1. La température

La température joue un rôle important dans le développement, la longévité, et la fécondité. Les aphides sont adaptés aux régions à hiver froid durant lesquels ils survivent sous forme d'œufs capable de résister à des températures de l'ordre de -10 à -15 °C. La température minimale de développement de ces insectes est de 4°C en moyenne. En dessous de ce seuil, ils ne se multiplient plus. Entre 4 °C et 22 °C, ils se multiplient d'autant plus vite que la température s'élève. Au-delà de 22°C, qui est leur optimum thermique, leur développement ralentit à nouveau (**Hulle et al, 1999; Hulle et Acier, 2007**).

I.2.5.1.2. Les précipitations

Selon **Ould El Hadj (2004)**, en milieu aride, les effets des températures sont toujours difficiles à isoler de ceux des précipitations, car ce sont deux facteurs limitant l'activité générale des insectes.

I.2.5.1.3. Le vent

Par sa vitesse et sa direction, il détermine la distribution et l'aptitude de déplacement des pucerons, ils peuvent être transportés à de longues distances qui atteignent jusqu'à 150 à 300 km (**Robert, 1982**).

I.2.5.1.4. l'humidité de l'air

Le vol des pucerons est favorisé à une humidité relative de l'air inférieure à 75% avec une température comprise entre 20 et 30 °C (**Bonnemaison, 1950**).

I.2.5.1.5. La durée d'insolation

D'après **Robert (1982)**, l'intensité lumineuse agit sur les possibilités d'envol des pucerons et favorise donc la contamination des cultures.

I.2.5.2. Facteurs biotiques

I.2.5.2.1. Facteurs de régulation

1. Caractéristiques propres aux individus

La taille et le nombre de la colonie de pucerons ne sont pas fixes, elle varie d'une dizaine à plus d'une centaine d'individus (**Agele, 2006; Martini, 2010**). Il a été démontré que pendant les vingt premiers jours de ponte, les aptères pondent un plus grand nombre de larves que les ailés (**Robert, 1982**).

2. Facteurs intra-spécifiques

Ces facteurs peuvent réguler eux-mêmes leurs populations par des mécanismes intraspécifiques de deux ordres :

* La formation d'ailes : cette modification physiologique qui entraîne l'apparition des formes ailées se trouve lorsque les conditions écologiques sont favorables à la pullulation.

* La modulation du poids : donc de la fécondité des adultes. Une surpopulation entraînant une réduction du poids et de la fécondité des adultes aptères, un phénomène qui est réversible lorsque la densité de populations est redevenue faible (**Robert, 1982**).

I.2.5.2.2. Rôle de la plante hôte

Les pucerons sont uniquement phytophages, ils se nourrissent de la sève des plantes (**Christelle, 2007; Prado et Tjallingii, 1997 ; Armelle et al, 2010**). Ils s'attaquent presque à la plupart des pousses et jeunes feuilles qui sont les plus sensibles à la contamination par les ailés et les aptères (**Michael et Donahue, 1998; Fournier, 2010**), ces plantes hôtes peuvent réagir. Cette sensibilité diminue quand la plante acquiert une certaine maturité.

I.2.5.2.3. Compétition

De nombreux cas de compétition entre puceron et divers organismes ont été signalés. **HERMOSO de MENDOZA et MORENO (1989) in Deguine et Leclant (1997)** ont constaté que *Aphis gossypii* domine généralement *Aphis citricola* sur *Citrus*.

I.2.5.2.4. Rôle des ennemis naturels

Les pucerons sont attaqués par un large éventail d'ennemis naturels (**Schmidt et al, 2004**). On distingue les prédateurs, les parasitoïdes et les champignons entomopathogènes.

I.2.6. Interaction plante-puceron

Les interactions arbres-pucerons englobent l'ensemble des étapes qui interviennent dans la sélection et la colonisation de l'hôte par le puceron, en plus des caractéristiques et des réactions de l'arbre qui affectent les préférences et les performances des pucerons, et le processus de colonisation (**Pickett et al. 1992 ; Prado 1997 ; Powell et al. 2006 ; Pettersson et al. 2007**).

La localisation d'un nouvel arbre hôte s'effectue par les morphes ailés tandis que les morphes aptères investissent l'énergie dans la reproduction et le développement local des colonies, l'orientation du vol est guidée par les odeurs spécifiques de la plante (**Chapman et al. 1981 ; Hardie et al. 1994 ; Powell et al. 1995**). Après avoir atterri sur l'arbre, les pucerons prospectent la surface de la plante avec leurs antennes portant les sensilles olfactives ainsi que leurs tibias et l'extrémité de leur labium qui portent des soies mécanoréceptrices, lorsque les caractéristiques physico-chimiques de la plante sont acceptées par le puceron, ce dernier insère leur stylet entre deux cellules épidermiques et injecte également une salive liquide avant et après la pénétration dans les tubes criblés. Chez les espèces phloémophages, la décision finale d'accepter la plante en tant qu'hôte se reflète par l'activité d'alimentation puisque les signaux induisant la parturition sont généralement perçus avant le contact avec le phloème au cours de la phase de recherche du site d'alimentation (**Tosh et al., 2003 ; Powell et al., 2006**).

I.2.7. Les dégâts causés par les aphides

Les aphides figurent sans doute parmi les ravageurs les plus nuisibles à l'agriculture, les dommages causés par ces Arthropodes sont de deux ordres : les dégâts directs et les dégâts indirects. Les deux ont pour origine le mode de nutrition des pucerons.

I.2.7.1 Direct

Ils ingèrent la sève du phloème de leurs hôtes par l'intermédiaire des pièces buccales de type piqueur-suceur (**Goggin, 2007**). Sur agrume l'action de leur alimentation se manifeste par une irritation et une toxicité, la salive émise lors des piqûres entraîne généralement une déformation des feuilles qui se plient, s'enroulent, se recroquevillent, changeant ou non de couleur. Les fleurs

attaquées, avortent et tombent en plus de l'apparition de chancres sur les rameaux ou sur les racines, et des galles se forment sur les feuilles ou sur les tiges.

I.2.7.2 Indirect

Après l'exploitation des acides aminés de la sève, les pucerons, rejettent à travers l'anus, le sucre qui se trouve en excès, sous forme de gouttelettes, appelées miellat (**Fraival, 2006**). Ce miellat attire les fourmis et provoque la formation de fumagine. Cette dernière est une sorte de pellicule noire, qui non seulement empêche la photosynthèse mais déprécie énormément la qualité de la récolte.

Par ailleurs, les pucerons occupent un rôle de premier plan dans la dissémination des maladies à virus. Près de la moitié des virus phytopathogènes, est transmise par les pucerons (275 virus sur environ 600) (**Dedryver, 2010**). A titre d'exemple, le puceron vert du pêcher, *Myzus persicae*, peut transmettre à lui seul plus de 100 maladies virales (**Gillott, 2005**). C'est la prise de nourriture qui occasionne l'acquisition et la transmission des virus, la durée de rétention par le vecteur a constitué pendant longtemps la caractéristique essentielle des virus phytopathogènes. Ils sont donc qualifiés de non-persistant, de persistant et semi-persistant aux propriétés intermédiaires.

La transmission peut se faire selon le mode circulant et non circulant. Dans le premier cas, les virus absorbés par les pucerons, traversent l'intestin et gagnent les glandes salivaires accessoires, d'où ils seront réinjectés dans le phloème à l'occasion d'une prochaine pique alimentaire. Dans le cas de la transmission non circulante, les virus adhèrent à la paroi interne des stylets du puceron et ils sont rapidement inoculés dans les tissus de la plante à l'occasion des piqûres dans l'épiderme ou le parenchyme (**Dedryver, 2010**). Le cycle de transmission des virus par les pucerons selon le mode circulant, comprend quatre étapes. Après l'acquisition, les virions sont transportés sur des sites spécifiques dans le corps du puceron. Après une période de latence, les virions sont inoculés dans les tissus d'une plante sensible (**Katis et al., 2007**).

I.2.8. La lutte biologique contre les pucerons

L'utilisation d'aphicides de synthèse est largement répandue à travers le monde. Les aphicides systémiques, possèdent l'avantage de tuer les pucerons indépendamment de leur abri et de leur alimentation. Toutefois, l'utilisation de ce type de molécules conduit à leur persistance dans les parties de la plante et à un risque plus élevé de leur accumulation dans la chaîne alimentaire (**Bhatia et al., 2011**). De plus, la résistance aux insecticides a été démontrée chez plusieurs espèces de pucerons.

En raison des aspects négatifs d'utilisation des insecticides, de nombreux chercheurs ont étudié les alternatives et d'autres moyens de lutte contre les aphides, parmi celles-ci, figure la lutte par les biopesticides et l'exploitation des résistances naturelles chez les plantes. En outre, la lutte biologique, par l'utilisation d'insectes aphidiphages, tels que, les prédateurs, les parasitoïdes et les pathogènes, est envisageable (**Harmel et al., 2008**).

I.2.8.1. Les prédateurs

Le puceron possède plusieurs ennemies naturelles très performantes. Ils sont la proie d'une abondante faune prédatrice constituée principalement de coccinelles, de chrysopes et de syrphides (**Praloran, 1971**).

Au début du printemps, la coccinelle adulte pond des œufs sur les végétaux attaqués par les pucerons dont il se nourrit. Peu après son éclosion, la jeune larve commence à dévorer ces proies. Au cours de son développement larvaire, étalé sur 4 stades, la coccinelle absorbe chaque jour, selon son âge, de 10 à 100 pucerons. Vers la fin du printemps, après un bref passage au stade nymphal, un nouvel adulte apparaît et continue à s'alimenter sur les mêmes proies. En outre une larve de chrysope mange 500 puceron sur 15 à 12 jours et une larve de syrphide en consomme 400 à 700 individus sur 10 jours (**Nicolat, 1992**). Mais ces prédateurs ne se reproduisent qu'à partir du moment où les populations aphidiennes sont suffisamment élevées, d'où l'intérêt de faire des élevages et lâchés de ces auxiliaires.

I.2.8.2. Les parasitoïdes

Les parasitoïdes des pucerons sont de petits Hyménoptères de 4 à 5 mm de long appartenant aux familles des Aphelinidae et Aphidiidae (Braconidae) (**Sullivan, 2005**). Avec plus de 600 espèces, la sous-famille des Aphidiinae (famille des Aphidiidae), regroupe le plus grand nombre d'espèces de parasitoïdes des pucerons.

Ces parasitoïdes sont les plus utilisés dans les programmes de lutte biologique, dont plusieurs d'entre eux sont produits d'une façon commerciale en grand nombre (**Powell et Pell, 2007**). Des taux de parasitisme de 90 à 100 % sont obtenus après des lâchers à base de *Lysiphlebus testaceipes*, *L. fabarum* et *L. confusus*, contre les pucerons des agrumes (*T. aurantii* et *A. gossypii*) dans les pays méditerranéens.

I.2.8.3. Les pathogènes

Les champignons entomopathogènes sont parmi les premiers agents biologiques à être utilisés en tant que moyen de lutte contre les ravageurs. Ces micro-organismes peuvent infecter les insectes directement, par pénétration à travers la cuticule. Les espèces les plus étudiées et utilisées contre les aphides sont *Beauveria bassiana* et *Metarhizium anisopliae* qui sont les agents pathogènes des aphides (**Rashki et al., 2009 ; Shipp et al., 2012 ; Pires et al., 2009**).

D'autres alternatives plus récentes s'intéressent à l'utilisation de certains microorganismes à caractère entomopathogène comme le *Bacillus turgiensis* qui a été étudié et utilisé avec succès contre les larves de pucerons (**Huang et al., 2011**). Par ailleurs, plusieurs phéromones synthétiques ont été utilisées dans la technique de confusion sexuelle, en perturbant l'orientation des mâles, ce qui a donné des résultats encourageants en réduisant les dégâts sur plante hôte (**Cui et al., 2012**).

I.2.8.4. Les biopesticides

Les pesticides biologiques sont des substances organiques et des agents antiparasitaires issus de sources naturelles. Ce sont des produits bio jugés efficace et fréquemment utilisés en agriculture biologique et peuvent offrir une solution de rechange aux produits chimiques de synthèse utilisés pour lutter contre les populations de ravageurs (maladies, insectes, acariens et mauvaises herbes), et ils sont de trois types : microbiens, sémiocchimiques (phéromones sexuelles d'insectes), et les produits antiparasitaires non classiques comme les sels minéraux, les huiles, les extraits de plantes, et les biostimulants (AAFC, 2016).

Les biopesticides les plus couramment utilisés contre les pucerons sont :

- **La pyréthrine** : insecticide biologique à base d'extraits de plantes de la famille des *Asteraceae* comme le chrysanthème, cette substance biodégradable est issue du pyrèthre qui détruit le système nerveux des insectes en provoquant leur paralysie. Par son action, la pyréthrine aide à lutter contre les pucerons, chenilles, piérides du chou et pyrales.
- **L'ail** : en plus de ses propriétés anti-fongiques, il est très efficace pour repousser et même détruire les pucerons, les cochenilles farineuses, les aleurodes et plusieurs autres petits insectes.
- **Les huiles végétales** : les huiles de colza, de ricin ou de neem possèdent des propriétés insecticides et antifongiques. Elles éliminent facilement les pucerons par exemple.
- **Les huiles blanches** : ce sont des huiles minérales issues de l'industrie du pétrole. Elles sont utilisées en hiver pour détruire les parasites séjournant dans l'écorce des arbres, sur les bourgeons et sur les feuillages.
- **Le savon noir** : c'est un savon liquide écologique qui s'applique par pulvérisation sur les endroits à traiter. Il élimine : pucerons, acariens, aleurodes et thrips. Le savon noir aide à lutter contre la fumagine, une maladie qui touche particulièrement : le laurier, les rosiers, l'olivier, le citronnier et autres arbres à agrumes.
- **Le purin d'ortie** : est une solution idéale contre les pucerons car en arrosages préventifs, il renforce la plante qui se trouve ainsi moins exposées aux attaques. En pulvérisations, il constitue un insecticide naturel de premier ordre. L'ortie se trouve partout dans le monde, et elle peut pousser sur tous les types de terrains, argileux ou sablonneux, calcaires ou siliceux. (Peronnet, 2014 ; Schauenberg et Ferdinand, 2005 ; Fleurentin, 2008).

Les orties (*Urtica*) sont un genre de la famille des Urticacées qui regroupe une trentaine d'espèces de plantes herbacées vivaces vigoureuse et à longue durée de vie. (Luc, 2010). Le genre *Urtica* tire son nom du latin *uro* ou *urere* qui veut dire « je brûle » faisant allusion à ses poils urticants dont le contact est très irritant (Manon, 2005).

Les espèces les plus communes sont la grande ortie (*Urtica dioica*, 50 cm à 1 mètre) et l'ortie brûlante (*Urtica urens*, moins de 50 cm) (Aurélien *et al.*, 2015); Ces dernières sont reconnues comme faisant partie des plantes médicinales les plus utiles et les plus efficaces, par leur propriétés thérapeutiques depuis l'antiquité. Les constituants responsables des propriétés pharmacologiques de l'ortie varient selon la nature du sol, de l'exposition de la plante au soleil et de la saison (Moutsie, 2008). Cependant, l'ortie est utilisée dans plusieurs domaines parmi lesquelles on cite :

- **Domaine médicinale :** De nombreux écrits relatent son utilisation dans la pharmacopée traditionnelle. Aujourd'hui, elle est conseillée dans divers traitements médicaux : anti-inflammatoire, antihémorragique, diurétique... (Benhamza, 2008 ; Didier, 2010).
- **Domaine de vétérinaire :** L'ortie entre également dans la composition de certains produits vétérinaires : désodorisant, vermifuge, galactogène, etc. (A-J et Bertrand, 2001).
- **Domaine de textile :** L'ortie peut être utilisée dans la fabrication de tissus, car ses fibres textiles sont solides et fines. (Marie-Jo, 2005 ; Didier, 2010).
- **Domaine Militaire :** Elle a été utilisée pour l'extraction d'un colorant vert a pour but de faire teindre les soldats britanniques lors de camouflage (Gulsel , 2003)
- **Domaine alimentaire :** De nos jours, l'utilisation de la plante dans l'industrie fromagère, grâce à sa propriété agglutinante (Didier, 2010 ; Gulsel, 2003)

- **Domaine d'horticulture :** Grâce à sa richesse en azote et en oligo-élément, elle est utilisée sous forme de purin d'ortie, répulsif contre certains insectes et engrais. (**Marie-Jo, 2005**).

Toutefois, en 2011 (JORF du 28 avril) c'était l'autorisant de la mise sur le marché du purin d'ortie fabriqué selon une recette définie (**Eric, 2014**), pour les usages suivants :

- ✓ Fongicide, notamment contre mildiou.
- ✓ Activateur ou régulateur de croissance.
- ✓ Insecticide, principalement contre pucerons et acariens.

Les préparations dites purins d'ortie dont l'appellation correcte est « extrait fermenté d'orties », sont obtenues à partir d'une fermentation de feuilles fraîches ou séchées d'ortie (*Urtica* sp).

I.3. Différentes espèces de pucerons vecteurs de tristeza

Les espèces de pucerons les plus répandues sur agrumes et qui sont vectrices potentielles du CTV sont : *Aphis spiraecola*, *Aphis gossypii*, *Toxoptera aurantii*, *Toxoptera citricidus* et *Myzus persicae* (Barbagallo *et al.*, 2007).

I.3.1. Puceron vert des agrumes *Aphis spiraecola* (Patch)

Selon Saharaoui *et al.*, (2001) ce puceron est très dommageable aux agrumes en Algérie. Il peut intervenir également dans la transmission du CTV (Yahiaoui *et al.*, 2012). C'est un aphide qui peut vivre sur une très large gamme d'hôtes secondaires appartenant à plus de 20 familles, notamment, les Caprifoliaceae, Asteraceae, Rosaceae, Rubiaceae et Rutaceae (Blackman & Eastop, 2006).

I.3.1.1. Morphologie

Les individus aptère sont de couleur jaune à vert pomme, avec une cauda noire et des cornicules noires, de longueur moyenne (Hullé *et al.*, 1999).

Les ailés sont verts à verts jaunâtres à antennes courtes et un abdomen avec sclérites marginaux, les cornicules sont noires et plus courtes que chez les aptères. La cauda est aussi noire, longue et constrictée (Hullé *et al.*, 1999).

I.3.2. Puceron du cotonnier *Aphis gossypii* (Glover)

Aphis gossypii peut transmettre plus de 50 phytovirus à des cultures comme l'haricot, le pois, le soja, les crucifères, le céleri, le niébé, la patate douce, les tulipes et les fraises (Sullivan, 2008). C'est un vecteur efficace de nombreux isolats de *Citrus tristeza closterovirus* (Karamouna *et al.*, 2010). Il a été rapporté comme étant à l'origine des épidémies importantes de CTV dans le bassin méditerranéen (Yahiaoui, 2010).

I.3.2.1 Morphologie

Les individus aptères sont de couleur jaunâtre à vert sombre, d'une longueur de 1,2 à 2,2 mm, les antennes sont jaunes pâles, le prothorax porte des tubercules latéraux très développés, des cornicules très foncées que le corps et la cauda plus pâle (**Halbert et al., 2000**).

Tandis que les ailés sont généralement verts à vert foncé portant de courtes antennes et un abdomen avec sclérites marginaux. Les cornicules sont noires plus courtes que chez les aptères, la cauda est pigmentée, plus claire que les cornicules (**Halbert et al., 2000**).

I.3.3. Puceron noir des agrumes *Toxoptera aurantii* (Boyer de Fonscolombe)

C'est un ravageur bien connu des agrumes dans la région méditerranéenne (**Tremblay, 1984**). Il est complètement polyphage, et il a été enregistré sur 120 plantes hôtes différentes (**Hill, 2008**), en particulier sur les Anacardiaceae, Anonaceae, Araliaceae, Euphorbiaceae, Lauraceae, Moraceae, Rubiaceae, Rutaceae, Sterculiaceae et Theaceae. C'est un vecteur important des phytovirus des cultures stratégiques (**Blackman et Eastop, 2000**). Cependant, il est considéré comme un vecteur secondaire de quelques isolats de virus de la tristeza (**Yokomi, 2009**).

I.3.3.1. Morphologie

Le puceron est de couleur foncée ce qui le distingue des autres espèces de pucerons citricoles (**Yokomi et al., 1994**).

Les adultes aptères sont noirs brillants. Les antennes et les pattes sont de couleur claire et foncée alternativement. Le puceron adulte mesure 2 mm de longueur environ (**Yokomi et al., 1994**).

I.3.4. Puceron brun des agrumes *Toxoptera citricida* (Kirkaldy)

C'est le vecteur le plus efficace du *Citrus tristeza virus* dans le monde (**Yahiaoui et al., 2012**). Ce puceron est présent dans la plupart des zones de culture des agrumes dans le monde, mais il était absent dans les pays du bassin méditerranéen et

en Amérique du Nord jusqu'au milieu des années 1990 (**Hermoso de Mendoza et al., 2008**). Néanmoins, il a été détecté sur agrumes en 1995 en Floride (**Hermoso de Mendoza et al., 2008**). En Juin 2000, il a gagné la Grèce (**Dimou et al., 2002**), en 2002, le Nord de l'Espagne, en 2003, le Portugal, et en 2004, le Sud de l'Espagne (**Hermoso de Mendoza et al., 2008**).

I.3.4.1. Morphologie

A cause de la couleur noir, les deux espèces *Toxoptera citricidus* et *Toxoptera aurantii* sont confondues, sur le plan morphologique elles sont identiques sauf que *T. citricidus* est large et grande par rapport à *T. aurantii* (**El Saqua, 2001**).

La partie supérieure des ailés de *T. aurantii* est noire tandis que celle de *T. citricidus* est marron clair. Les segments I, II et III des antennes sont noirs (**Denmark, 1990**).

I.3.5. Puceron du pêcher *Myzus persicae* (Sulzer)

C'est probablement le puceron le plus polyphage de tous les aphides. Il vit sur des plantes appartenant à plus de 40 familles botaniques (**Blackman et Eastop, 2006**). En outre, c'est l'insecte le plus impliqué dans la transmission des virus (**Sullivan, 2008**). Il peut transmettre le CTV selon le mode semi-persistant (**Tennant et al., 2009**). Il a été identifié pour la première fois en Algérie en 1949 par Balachowsky (**Remaudière, 1954 cité par Hidalgo et al., 2012**).

I.3.5.1. Morphologie

Les adultes mesurent de 1,2 à 2,1 mm de long et sont de forme ovale. Les formes aptères sont généralement plus petites que les individus ailés. Chez *M. persicae*, elles peuvent être vertes, vert blanchâtre, jaune-vert clair, gris-vert, rose ou rouge. Leur aspect est mate, jamais brillant.

Les individus ailés ont la tête et le thorax marron-noir et l'abdomen jaune-vert. Ils ont une tache marron foncée sur l'abdomen et plusieurs bandes transversales noires sur le corps. Ces pucerons ont de longues antennes qui atteignent les cornicules, lesquelles sont de longueur moyenne et parfois plus large sur la dernière moitié. Elles sont de couleur claire aux extrémités foncées. Les tubercules frontaux sont très distincts et tournés l'un vers l'autre. La cauda est assez petite, affinée et digitiforme, les pattes sont relativement courtes (**anonyme, 2015**).

Chapitre II :

Matériel et

méthodes

II.2. Présentation des stations d'études

Les prospections sur le terrain sont effectuées dans la wilaya de Blida dans la région de la Mitidja sur trois stations : Oued El Alleug, El Affroun et Chiffa (**Tab.III**). Dont les zones prospectées sont des vergers d'agrumes appartenant à des privés.

Tableau III. Présentation des stations d'études.

Station	Coordonnées géographiques	Superficie	Altitude	Climat
Oued El Alleug	Latitude : 36.553 Longitude : 2.79091 36° 33' 11" Nord 2° 47' 27" Est	5 553 ha 55,53 km ²	49m	Méditerranéen avec été chaud
El Affroun	Latitude : 36.4738 Longitude : 2.62196 36° 28' 26" Nord 2° 37' 19" Est	5 587 ha 55,87 km ²	299m	Méditerranéen avec été chaud
Chiffa	Latitude : 36.4667 Longitude : 2.75021 36° 24' 0" Nord 2° 46' 0" Est	4 811 ha 48,11 km ²	266m	Méditerranéen avec été chaud

II.3. Objectifs de l'étude

Le présent travail consiste essentiellement à l'identification morphologique des espèces d'aphides vectrices de la tristeza sur agrumes dans la région de la Mitidja et essai de lutte par un produit biologique à base d'un purin d'ortie (*Urtica urens*).

II.4. Rythmes et technique d'échantillonnage du matériel végétal

L'étude s'est étalée sur une période de quatre mois, de mars jusqu'au mois de juin 2019. Trois sorties ont été faites, en raison d'une sortie pour chaque station (**Tab.IV**).

Durant la période d'étude, nous avons effectué des observations générales sur les parcelles pour connaître l'état sanitaire des vergers et la détermination des foyers de pucerons sur les plantes qui possèdent des symptômes de la maladie. Il convient de signaler que les feuilles infestées par les populations d'aphides sont souvent caractérisées par leur enroulement et par la formation de la fumagine ou encore la présence des fourmis sur la plante (**Fig.9**).

Sur le terrain, le prélèvement des échantillons (feuilles) été fait d'une manière aléatoire. Chaque prélèvement correspond a un seul plant, soit 10 feuilles par arbre, deux de chaque côté cardinale de l'arbre et les deux qui restent au centre.

Le nombre total des échantillons prélevés pendant les trois sorties englobe des échantillons de l'oranger et de clémentinier (**Fig.8**).

A chaque date d'échantillonnage, les feuilles prélevées à partir des différentes variétés d'agrumes, sont conservés dans des sacs en papier afin de les transporter au laboratoire.

Tableau IV. Rythmes d'échantillonnage et nombre de feuilles échantillonnées.

Date d'échantillonnage	Station d'échantillonnage	Variété d'agrumes	Nombre de feuilles échantillonnées
18.05.2019	Oued El Alleug	Clémentinier	319
20.05.2019	El Affroun	Oranger " Thomson Navel "	36
24.05. 2019	Chiffa	Clémentinier	88

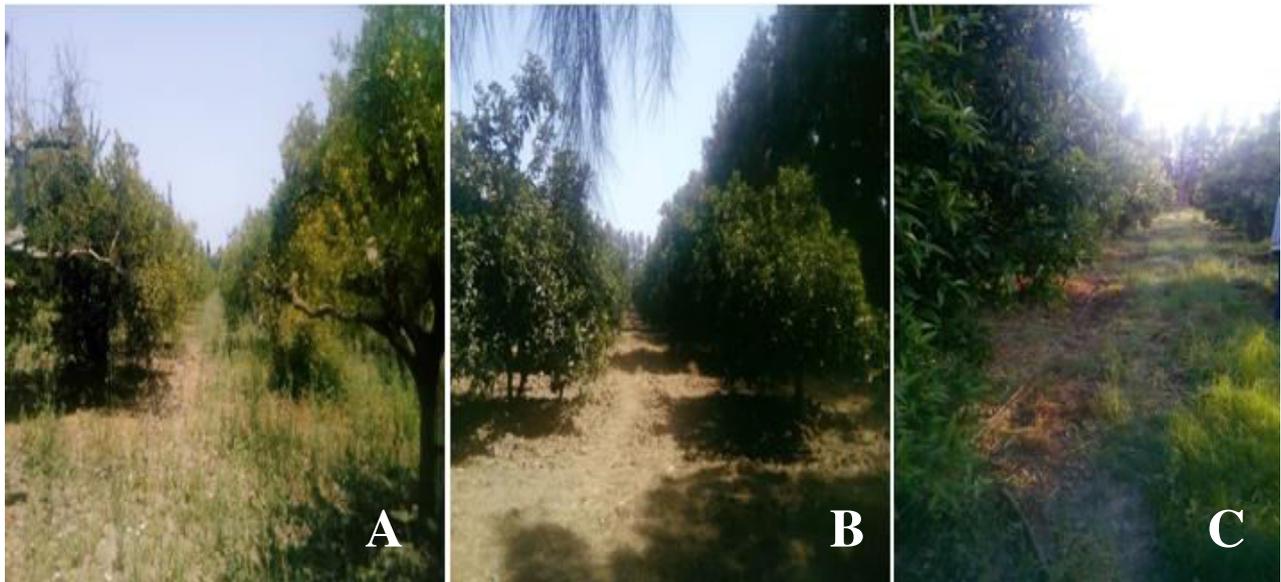


Figure 8 : Vergers d'études au niveau du **A :** Oued El Alleug, **B :** El Affroun, **C :** Chiffa (Originales).



Figure 9 : Photographie qui montre l'infestation des feuilles d'agrumes échantillonnées par les aphides causant leur enroulement et la formation de fumagine (Originale).

II.4.1. Autre matériel

Le travail sur le terrain et au laboratoire a nécessité entre autres, l'emploi des boites de Pétri, lames, pinceaux fins, règle, tubes à essai, béchers, pipette pasteur, loupe de poche, loupe binoculaire, épingles entomologiques, l'éthanol, l'eau distillée.

II.5. Etude des échantillons au laboratoire

Une fois ramenés au laboratoire, les feuilles sont analysées sous loupe binoculaire, puis les pucerons collectés ont été conservés dans des tubes à essai contenant de l'éthanol à 70°C jusqu'à leur identification (**Fig.10**).

Enfin, les pucerons sont mis dans des boites de Pétri afin d'effectuer un comptage des individus pour chaque espèce d'aphide (**Fig.11**).



Figure 10 : Conservation des pucerons collectés (Originale).

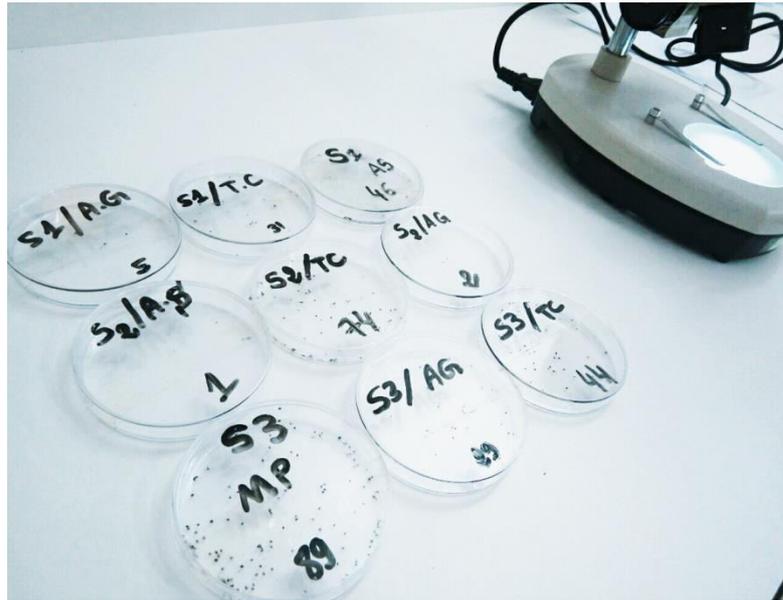


Figure 11 : Comptage des individus pour chaque espèce d'aphide (Originale).

II.6. Identification des aphides

L'identification des pucerons se fait par l'observation de certains caractères morphologiques, tels que : la forme, la couleur et la longueur du corps, des antennes, des cornicules et de la cauda.

L'identification morphologique des aphides a été réalisée au niveau du laboratoire de Parasitologie du département de Biologie de l'université de Blida.

Nous avons procédé à l'identification des différentes espèces d'aphides en utilisant les clés d'identification élaborées par **Leclant (1978)** et **Hulé *et al.*, (1999)**.

II.7. Exploitations des résultats et traitement des données

Les indices écologiques retenus sont, le taux d'infestation et l'abondance relative.

II.7.1. Taux d'infestation

Selon **Bousaad (2003)** le taux d'infestation représente le rapport entre le nombre de feuilles infestées et le nombre total des feuilles observées exprimé en pourcentage d'après la formule suivante :

$$\text{TI} (\%) = \text{Nombre des feuilles infestées} / \text{Nombre total des feuilles} \times 100$$

II.7.2. Abondance relative (AR %)

L'abondance relative des espèces dans un peuplement ou dans un échantillon caractérise la diversité faunistique d'un milieu donné. Selon **Zaim et Gautier (1989)** l'abondance relative (AR%) est le rapport du nombre d'individus d'une espèce (ni) au nombre total des espèces (N) elle est calculée selon la formule suivante :

$$\text{AR}(\%) = \text{ni}/\text{N} \times 100$$

II.8. Etude de l'efficacité de transmission du CTV

Cet essai concerne l'évaluation de l'efficacité de transmission du virus de la tristezza ce qui est une propriété fondamentale des virus. De ce fait, nous avons effectué l'essai de transmission par pucerons vecteurs et par inoculation mécanique (**kerlan et Mevel, 1989**) (**Fig.12**).

Le nombre de plants utilisés pour chaque test est de 10 (Sachant que pour la transmission biologique, nous avons utilisé 5 plants par espèces de pucerons : *T.citricidea* et *A.spiraecola* et cela en fonction de l'abondance de pucerons). Donc, au total 20 plants tests et 1 plant témoin. Cette diminution du nombre est due au non disponibilité des plants de tomate.



Figure 12 : Essai d'évaluation de l'efficacité de transmission du CTV (Originale)

- A. Transmission par pucerons vecteurs
- B. Inoculation mécanique
- C. Témoin

II.8.1. Transmission par pucerons vecteurs

Les pucerons potentiellement vecteurs sont déposés à l'aide d'un pinceau sur la plante test (A) de tomate *Lycopersicon esculentum*, puis maintenu en serre à température ambiante.

II.8.2. Transmission par inoculation mécanique

Nous avons utilisé afin de réaliser le test du jus brut infectieux obtenu par broyage du matériel végétal dans l'eau distillée, puis injection hypodermique de l'extrait infectieux à l'aide d'une seringue dans les tiges de la plante test (B) de tomate *Lycopersicon esculentum* (Fig.13).



Figure 13 : Inoculation mécanique de jus brut infectieux (obtenu par broyage) dans la plante test *Lycopersicum esculentum* (Originale).

Les plantes sont maintenues en serre a température ambiante jusqu'à apparition des symptômes de jaunissement et l'enroulement virale. Cette apparition peut se voir entre 1 à 5 semaines après inoculation et cela selon l'efficacité du puceron et de la souche virale.

II.9. Essai de lutte biologique par un purin d'ortie

II.9.1. Préparation du purin d'ortie

Pour la préparation du purin, nous laissons macérer 100g de feuilles d'orties hachées dans 1 litre d'eau distillée, il convient de prendre un récipient en bois ou en plastique, et il faut le recouvrir. Il est nécessaire de remuer quotidiennement ce mélange pour vérifier le début de la fermentation qui se manifeste au bout de quelques jours par l'apparition d'un tapis de petites bulles très homogènes. Après une quinzaine de jours à l'abri de la lumière et selon la température extérieure, la fermentation se termine dès que les petites bulles ont disparu. A ce

moment, le liquide est filtré à travers un tissu fin et peut être conservé dans un récipient opaque, soigneusement fermé et à l'abri de la lumière au réfrigérateur (**Fig.14**).

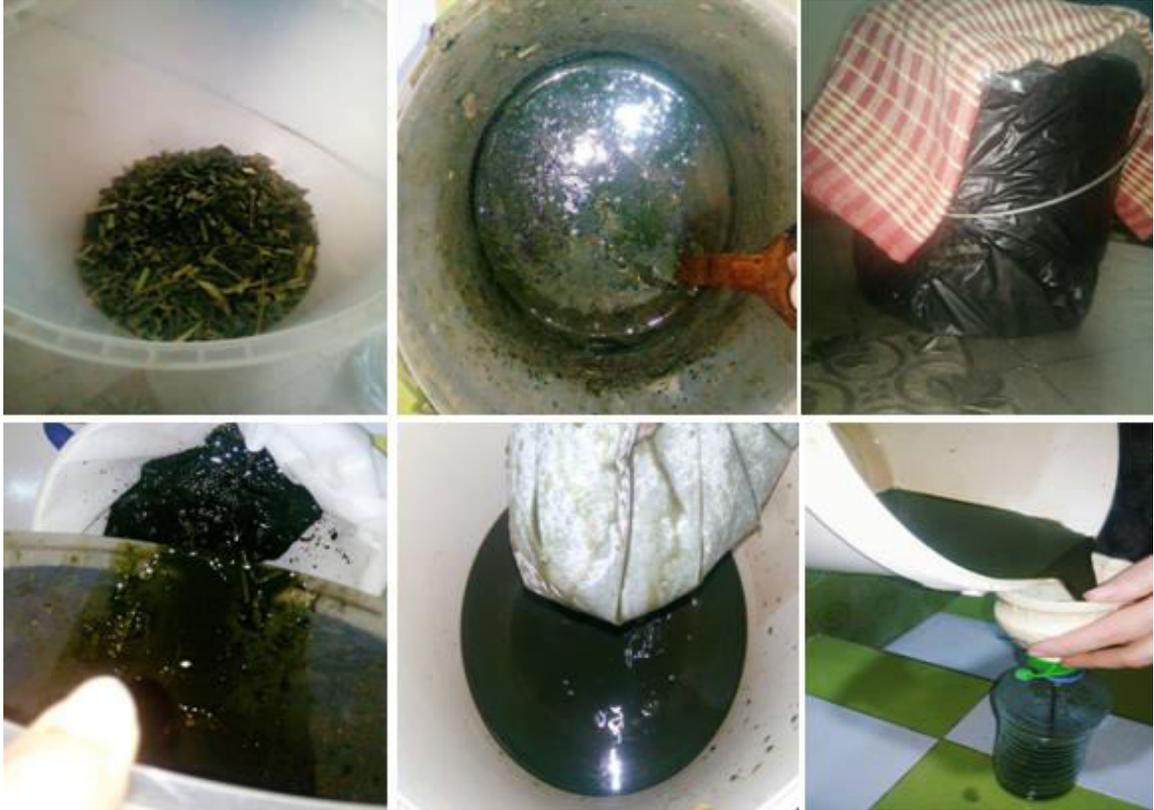


Figure 14 : Les différentes étapes de préparation d'un purin d'ortie (Originale).

II.9.2. Préparation des dilutions et pulvérisation

Le liquide obtenu doit être dilué successivement à 10% (1ml de purin dans 9ml d'eau distillée) (**Fig.15**) et pulvériser directement sur les feuilles infestées par les aphides (**Fig.16**).



Figure 15 : Préparation des dilutions du purin (Originale).



Figure 16 : Pulvérisation du purin dilué sur les feuilles infestées par les aphides (Originales).

II.9.3. Exploitations des résultats et détermination de la dose létale 50% (DL₅₀)

L'efficacité de chaque dose a été déterminée en relevant le nombre d'aphides morts dans chaque boîte de Pétri, puis le pourcentage de la mortalité observée est calculé selon la formule suivante :

MO (%) = Nombre d'individus morts / Nombre total d'individus x 100

Toutes les données recueillies et les observations faites après des intervalles de temps de : 24h, 48h, et 72h sont également notées.

Le test est valide si le pourcentage de mortalité de témoin est inférieur à 5%. Lorsque la mortalité chez le témoin est comprise entre 5% et 20% la mortalité devra être corrigée en utilisant la formule d'Abbot (1925) :

MC (%) = M2-M1 / 100-M1 x 100

M1 : Pourcentage de mortalité observée chez le témoin.

M2 : Pourcentage de mortalité observée chez les traités.

MC : Mortalité corrigée.

La dose létale 50% correspond à la quantité d'une matière nécessaire pour que périssent 50% (la moitié) de (n) individus pendant un temps donné (**Ramade, 2007**). Pour estimer la dose létale 50% (DL₅₀) une transformation en probits des pourcentages de mortalités est nécessaire. L'analyse des données se fait par la méthode de **Miller et Tainter (1944)** habituellement utilisée dans les tests insecticides, elle permet de tracer des droites de régressions en dressant le taux de mortalité (en probit) en fonction de la concentration en insecticide (en logarithme décimal).

L'équation de droite est de type : **y = ax+b**, ou :

a: La pente.

b : Valeur de l'axe x l'échelle.

x : Logarithme de dose.

y : Probit 5 pour rechercher la DL₅₀.

(La DL₅₀ est déterminée directement par la droite de régression sur le graphe, la valeur de **x** qui correspond au probit de 50% est obtenue en remplaçant **y** par 5 pour déterminer la DL₅₀.)

Chapitre III :

Résultats

III.1. Résultats globaux portant sur l'étude des pucerons dans la Mitidja

Au cours de notre étude, qui a débuté du mois de mars jusqu'au mois de juin 2019, nous nous sommes intéressées à des espèces de pucerons responsables de la transmission de la tristezza des agrumes dans la région de la Mitidja au niveau des trois stations d'études à savoir : Oued El Alleug, El Affroun et Chiffa.

III.1.1. Le taux d'infestation

Ce paramètre permet de calculer le pourcentage de pucerons présents sur le matériel végétal échantillonné provenant des arbres fruitiers des trois stations d'étude (**Tab.V**).

Tableau V. Effectif total des feuilles échantillonnées et le taux d'infestation par les pucerons.

Nombre de feuilles Station	Nombre de feuilles échantillonnées	Nombre des feuilles infestées	Taux d'infestation (%)
Oued El Alleug	319	50	16
El Affroun	36	16	44
Chiffa	88	46	52
Total	443	112	25

Le taux d'infestation est plus important dans la station de Chiffa (52 %) (**Fig.17**) que dans les deux autres stations.

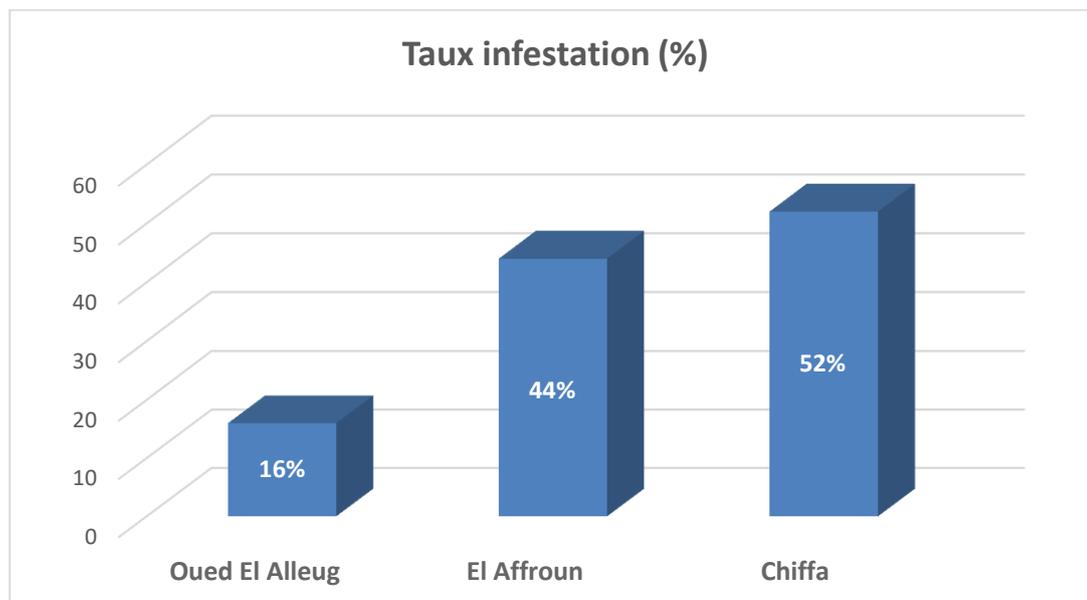


Figure 17 : Taux d'infestation par les pucerons.

III.1.2. La biodiversité des espèces

Les espèces aphidiennes inventoriées dans les trois stations sont classées selon le catalogue des aphididae du monde de **Remaudière et Remaudière (2006)**, elles sont consignées dans le tableau suivant :

Tableau VI. La biodiversité des espèces aphidiennes trouvées sur agrumes dans la région de la Mitidja

Familles	Sous familles	Tribu	Genres	Espèces
Aphididae	Aphidinae	Aphidini	Aphis	<i>Aphis spiraecola</i> <i>Aphis gossypii</i>
			Toxoptera	<i>Toxoptera citricidea</i>
		Macrosiphini	Myzus	<i>Myzus persicae</i>

Le tableau indique la présence de 4 espèces de pucerons appartenant à la famille des Aphididae, à la sous famille des Aphidinae. La tribu des Aphidini est représentée par 3 espèces, tandis que la tribu des Macrosiphini, ne compte qu'une seule espèce dans la région d'étude.

III.1. 3. Caractères distinctifs des espèces d'aphides recensées

La détermination des différentes espèces de pucerons est très délicate, elle repose également sur des critères macroscopiques et microscopiques, ces derniers sont cités dans le chapitre I. Les espèces de pucerons recensées dans la région de la Mitidja au niveau des trois stations d'études sont illustrées dans la figure 17.

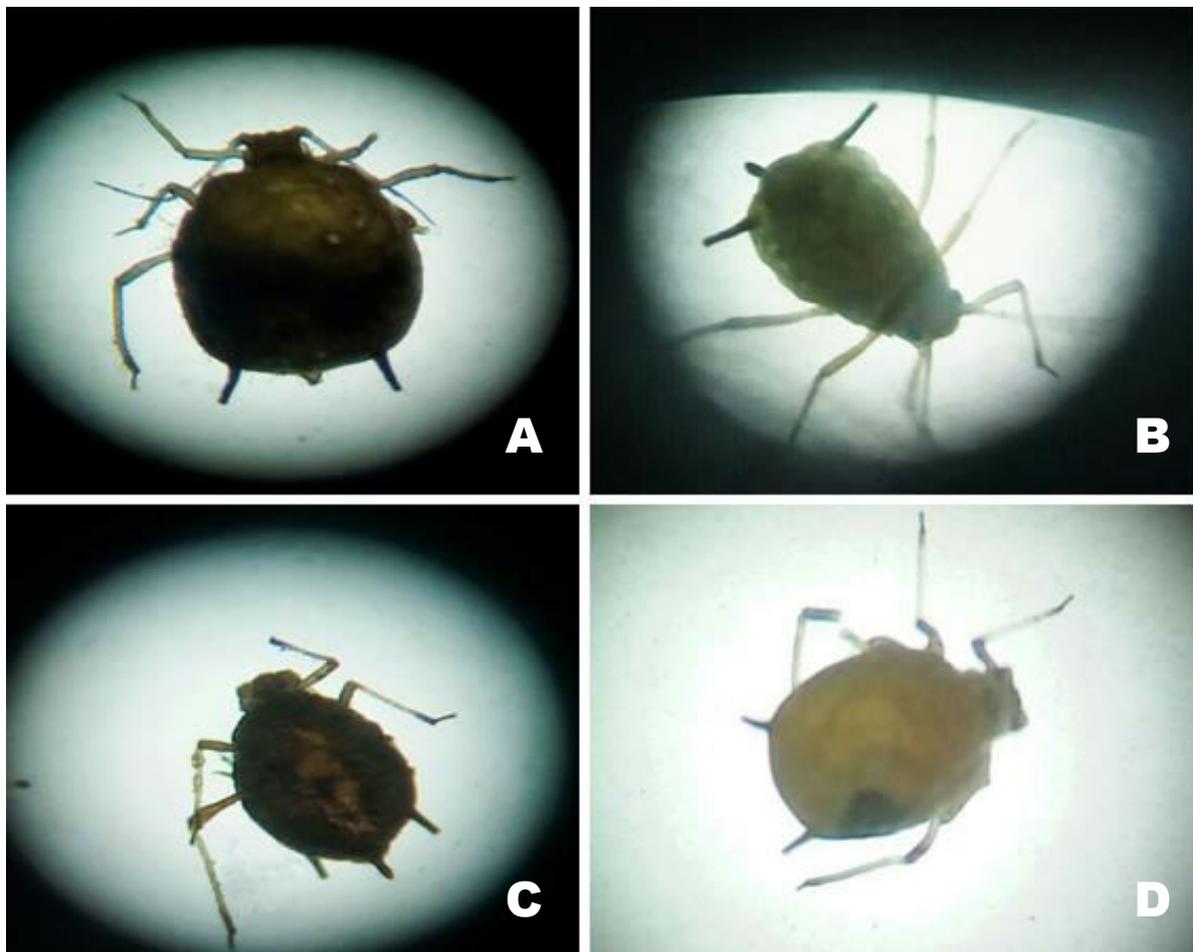


Figure 18 : Les espèces de pucerons recensées dans la région de la Mitidja au niveau des trois stations d'études (Originale).

- A. *Aphis gossypii*
- B. *Aphis spiraecola*
- C. *Toxoptera citricidea*
- D. *Myzus persicae*

III.1.4. Répartition des pucerons identifiés

Parmi les 4 espèces de pucerons trouvées, *A. gossypii* et *T. citricidea*, ont pu s'installer sur les deux variétés d'agrumes cultivées (Clémentinier et Oranger) dans la région d'étude. L'espèce *A. spiraecola* est commune entre deux stations ; alors que l'espèce *M. persicae* n'a été trouvée que sur le clémentinier à Chiffa (TabVII).

Tableau VII. Répartition des espèces de pucerons trouvées par station d'étude.

Stations Espèces	Oued El Alleug « Clémentinier »	El Affroun « Oranger »	Chiffa « Clémentinier »
<i>Aphis spiraecola</i>	+	+	-
<i>Aphis gossypii</i>	+	+	+
<i>Toxoptera citricidea</i>	+	+	+
<i>Myzus persicae</i>	-	-	+

(+) : Présence de l'espèce, (-) : Absence de l'espèce

III.1.5. Les effectifs totaux de dénombrement des espèces

Les résultats sont consignés dans le tableau suivant :

Tableau VIII. Les effectifs totaux des espèces aphidiennes trouvées au niveau des trois stations d'études.

Espèces Stations	<i>A.spiraecola</i>	<i>A.gossypii</i>	<i>T.citricidea</i>	<i>M.persicae</i>	Total
Oued El Alleug	46	5	31	0	82
El Affroun	1	2	74	0	77
Chiffa	0	29	44	89	162
Région d'étude	47	36	149	89	321

Les deux variétés d'agrumes abritent 4 espèces aphidiennes qui sont par ordre de prédominance *T.citricidea* avec un total de 149 individus, suivi par *M.persicae* avec 89 individus et par *A.spiraecola* avec un effectif de 47 individus et enfin *A.gossypii* avec 45 individus au total.

III.1.6. la diversité faunistique des espèces

Les résultats sont consignés dans le tableau suivant :

Tableau IX. Les proportions des principales espèces de pucerons répertoriées dans les trois stations d'études.

Espèces Stations	<i>A.spiraecola</i>		<i>A.gossypii</i>		<i>T.citricidea</i>		<i>M.persicae</i>	
	ni	AR%	ni	AR%	ni	AR%	ni	AR%
Oued El Alleug	46	56	5	6	31	38	0	0
El Affroun	1	1	2	3	74	96	0	0
Chiffa	0	0	29	18	44	27	89	55
Région d'étude	47	15	36	11	143	46	89	28

(ni) : nombre d'individus, (AR%) : Abondance relative

Le tableau ci-dessus montre que les populations de *T.citricidea* suivie de *M.persicae* sont les plus importantes au niveau des trois stations d'étude dans la région de la Mitidja. Les autres espèces ne sont représentées que par de faibles populations sur Agrumes, alors que l'espèce *A.gossypii* est représentée par des colonies très faibles où seulement quelques feuilles sont infestées (Fig.19).

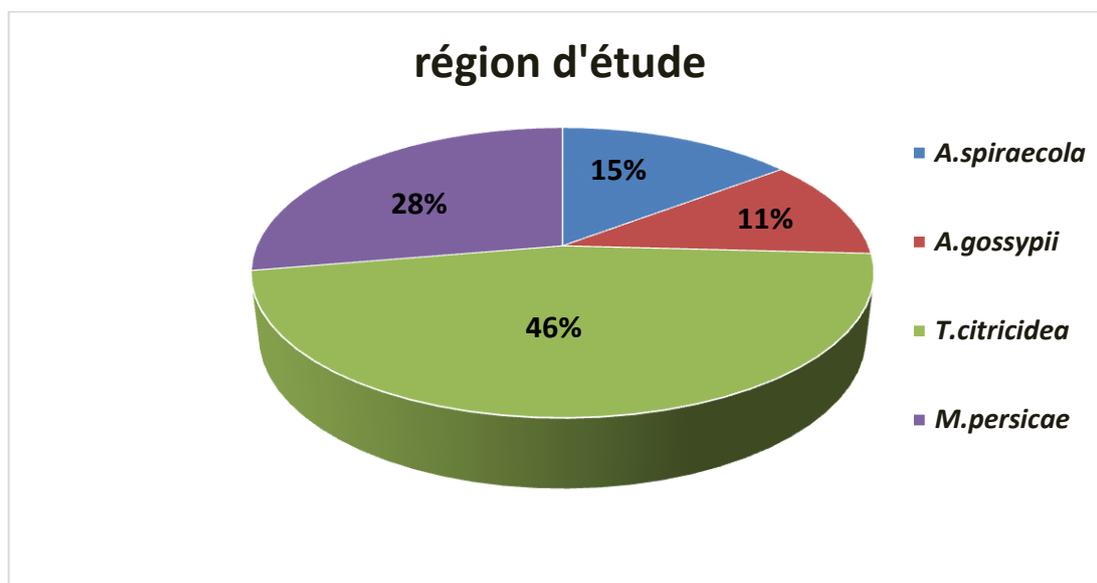


Figure 19 : Répartitions des espèces de pucerons recensées dans la région d'étude.

III.2. Résultats de l'efficacité de transmission du CTV et identification biologique de la tristeza

L'hôte choisie a exprimé des symptômes variables en fonction du procédé d'essai effectué. Les symptômes apparus après une semaine d'inoculation varient du dépérissement et du jaunissement à l'enroulement des jeunes pousses (**Fig.20**).

Les symptômes étaient plus sévères chez le plant inoculé par le jus brut des feuilles infestées, jusqu'à atteindre un déclin total après 15 jours (**Fig.21**).



Figure 20 : Photographie qui montre le dépérissement, le jaunissement et l'enroulement des jeunes pousses après une semaine d'inoculation (Originale)
A. Transmission par pucerons vecteurs (taille réduite et jaunissement)
B. Inoculation mécanique (dépérissement, jaunissement et enroulement)
C. Témoin (plant sain)



Figure 19 : Photographie qui montre le suivi des symptômes du type CTV après 15 jours d'inoculation (Originale).
A. Transmission par pucerons vecteurs (dépérissement et jaunissement)
B. Inoculation mécanique (déclin total)
C. Témoin (plant sain)

III.3. Résultats d'essai de lutte biologique par le purin d'ortie

L'efficacité de chaque dose (3 dilutions en série) a été déterminée en relevant le nombre d'aphides morts dans chaque boîte de Pétri, puis le pourcentage de la mortalité observée est calculé, les résultats recueillis après des intervalles de temps de : 24h, 48h, et 72h sont les suivants :

III.3.1. Pourcentages de la mortalité observée

Les résultats sont consignés dans le tableau suivant :

Tableau X. Taux de mortalité observée des populations d'aphides témoins et traitées aux différentes doses utilisées pendant : 24h, 48h et 72h.

Dose Temps	D1 (97670 mg/ml)	D2 (9767 mg/ml)	D3 (976,7mg/ml)
TMO Témoin	0	0	10%
TMO 24h	30%	20%	15%
TMO 48h	55%	50%	25%
TMO 72h	65%	60%	50%

TMO : taux de mortalité observée, **Dose 1 (D1)** : $C_2 = C_1 V_1 / V_2$, **Dose 2 (D2)** : D1/10 **Dose 3 (D3)** : D1/100.

III.3.2. Pourcentages de mortalité corrigée

Les résultats obtenus selon la formule d'Abott (1925) sont consignés dans le tableau suivant :

Tableau XI. Taux de mortalité corrigée des populations d'aphides traitées aux différentes doses utilisées pendant : 24h, 48h et 72h.

Dose Temps	D1 (97670 mg/ml)	D2 (9767 mg/ml)	D3 (976,7mg/ml)
Témoin	0	0	10%
TMC 24h	30%	20%	5,55%
TMC 48h	55%	50%	16%
TMC 72h	65%	60%	44%

TMC : taux de mortalité corrigée. $TMC = \frac{M2-M1(\text{témoin})}{100-M1} \times 100$.

III.3.3. La conversion des effectifs de mortalité corrigée en probits

Les résultats obtenus selon le tableau de probits sont consignés dans le tableau suivant :

Tableau XII. Les effectifs en probits de mortalité corrigée des populations d'aphides traitées aux différentes doses utilisées pendant : 24h, 48h et 72h.

Dose Temps	log D1 (4,9 mg/ml)	log D2 (3,9mg/ml)	log D3 (2,9/ml)
TMC 24h	4,48	4,16	3,36
TMC 48h	5,13	5,00	4,01
TMC 72h	5,39	5,25	5,85

TMC : taux de mortalité corrigée, **log** : logarithme décimal.

III.3.4. La droite de régression et le calcul de la DL_{50}

Le graphe de la figure 20 construit à partir des valeurs du tableau XII permet de déterminer la DL_{50} pour chaque intervalle de temps (chapitre II) de :

24h: $DL_{50} = 1,89(\text{mg/ml})$

48h: $DL_{50} = 1,75(\text{mg/ml})$

72h: $DL_{50} = 0,83(\text{mg/ml})$

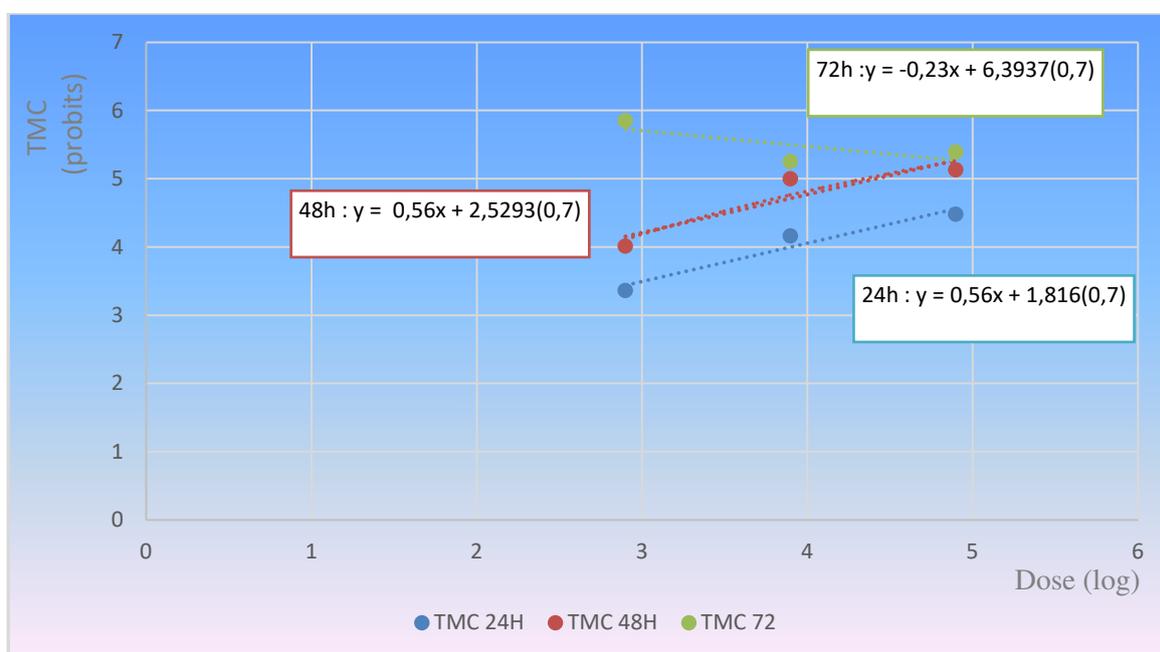


Figure 20 : Le taux de mortalité des aphides en fonction de la concentration en purin d'ortie pour chaque intervalle de temps.

Discussion générale

Les différentes prospections effectuées durant le présent travail dans les trois stations d'études de la région de la Mitidja ont permis d'identifier 4 espèces de pucerons. Il s'agit de *Toxoptera citricidea*, *Myzus persicae*, *Aphis spiraecola* et *Aphis gossypii*. Toutes ces espèces appartenant à la famille des Aphididae, à la sous famille des Aphidinae. La tribu des Aphidini est représentée par 3 espèces, tandis que la tribu des Macrosiphini, ne compte qu'une seule espèce dans la région d'étude à savoir *Myzus persicae*.

Parmi les 4 espèces de pucerons identifiées, 3 espèces sont déjà signalées sur les agrumes en Algérie, il s'agit d'*A. spiraecola*, *A. gossypii*, *M. persicae* (**El ferran, 2003 ; Benoufella-Kitous, 2005 ; Mohammedi-Boubekka, 2006 ; Belkahla et al., 2013 ; Benoufella-Kitous et al., 2014b ; Aroun, 2015 ; Labdaoui et Guenaoui, 2015; Lebbal, 2016 ; Merzoug et Haffari, 2017**). D'après les résultats obtenus, il y a une prédominance de *T.citricidea* (149 individus) qui est le vecteur le plus impliqué dans la transmission du virus de la tristeza dans le bassin méditerranéen (**Lebdi Grissa, 2010**) suivie de *M.persicae* (89 individus) qui est déjà signalée présent dans la région par **El ferran en 2003**.

Les autres espèces à savoir *A. spiraecola* et *A. gossypii* sont relativement moins présents mais ils ont pu s'installer sur l'ensemble des agrumes cultivés dans les vergers des trois stations d'études. Cela peut être expliqué par la présence de l'hôte principale (agrumes) pour la première espèce (**Andreev et al., 2009**) et par la polyphagie de la deuxième espèce. Cependant, ce sont les plus menaçantes et elles sont connues comme des vecteurs potentiels du CTV (**Bové, 1961 ; Ghosh et al., 2015**).

Dans la région d'étude, l'oranger a été infesté par 3 espèces de pucerons (*A. spiraecola*, *A. gossypii*, *T. citricidea*), qui sont déjà signalés à Mostaganem (**Merzoug et Haffari, 2017**), tandis que le genre *Aphis* est déjà mentionné sur Oranger à l'ouest algérien (**Labdaoui et Guenaoui, 2015**), dans la Mitidja (**Mohammedi-Boubekka, 2006**) et à Tizi Ouzou (**Benoufella-Kitous et al., 2014b**).

Au cours de notre test d'évaluation de l'efficacité de transmission du CTV et l'identification biologique de la tristeza, nous avons constaté que les plantes-tests inoculées par les pucerons (*T.citricidea* et *A. spiraecola*) et par le jus brut des feuilles infestées ont tous extériorisé des

symptômes typiques de la tristeza, sachant que l'inoculation par le jus brut était plus efficace ou les symptômes étaient plus sévères. Cela peut être dû en premier lieu à la plante indicatrice utilisée (*Lycopersicum esculentum*) qui est connue comme étant une bonne plante-teste, car elle développe des réactions distinctes propres au virus tôt après inoculation (**Sawadogo, 1977**). En revanche cette efficacité peut être expliquée du fait que la charge virale contenue dans le broyat inoculé est potentiellement très élevée ou par la souche du virus inoculé. Nos résultats concordent partiellement avec ceux obtenus par **El Ferran en 2003**.

L'essai de lutte biologique par le purin d'ortie contre les pucerons a montré une régression des populations aphidiennes après les 24h de l'application de chacune des trois doses. Après les 72h, la première dose a induit une chute intéressante du nombre de pucerons, donc elle est la dose la plus efficace par rapport aux deux autres. Ce qui s'explique par l'effet répulsif du purin, toutefois le contact avec ce dernier n'a pas d'effet mortel sur les pucerons (**Regaieg et al., 2002**).

D'autres essais pour protéger les fruits et les légumes contre les ravageurs, ont été réalisés en France à la fin des années 1990. Les effets s'avèrent limités, laissant entrevoir au mieux un léger retard d'infestation pour les pucerons, qui s'estompe rapidement sous l'action des auxiliaires naturels (**SNHF, 2012**).

D'après les tests statistiques de (**Regaieg et al., 2002**) le purin d'ortie est le plus efficace après 15 jours de son application. Ils ont également souligné que l'efficacité et la rémanence du purin qui s'est manifesté après les 48h de son application sur les aphides mérite une attention particulière, puisque l'application de ce biopesticide contribue à maintenir l'équilibre biologique et réduit le coût économique.

Cependant, Il existe peu de travaux sérieux sur le sujet, et beaucoup d'allégations à mi-chemin entre la légende urbaine et les croyances traditionnelles.

Conclusion

Cette étude réalisée dans la région de la Mitidja (Blida) sur les trois stations de : Oued El Alleug, El Affroun et Chiffa durant la période de quatre mois, de mars jusqu'au mois de juin 2019, a permis l'identification morphologique de 4 espèces de pucerons potentiellement vectrices de la tristezza sur arbres fruitiers, causée par le Citrus Tristeza Closterovirus (CTV).

La transmission de ce virus par les différents vecteurs recensés à savoir, *Toxoptera citricidea*, *Myzus persicae*, *Aphis spiraecola* et *Aphis gossypii* ce fait selon le mode semi-persistant, ce virus cause des dégâts importants du point de vue qualité et quantité de la production.

Par ailleurs, les effectifs des espèces inventoriées varient fortement. D'abord, il y a une prédominance de *Toxoptera citricidea* qui a pu s'installer sur les deux espèces d'agrumes (Oranger et Clémentinier) cultivées dans les vergers des trois stations d'études, celui est le vecteur le plus impliqué dans la transmission du virus de la tristezza suivie par *Myzus persicae* présent uniquement dans une station (Chiffa). Par contre, *Aphis spiraecola* et *Aphis gossypii* ont été présents dans presque toutes les zones prospectées mais avec des effectifs un peu faibles par rapport aux deux autres espèces.

Concernant la comparaison entre les deux procédés de transmission du virus de la tristezza dans le but d'une identification biologique du CTV basé sur le suivi des symptômes extériorisés après inoculation, nous avons conclu que l'inoculation mécanique à base de jus brut infectieux est plus efficace par rapport à la transmission par les pucerons vecteurs, cela est due à la charge virale contenue dans l'inoculum qui est probablement très élevée, bien qu'une étude sérologique pourrait être envisagée.

A propos de l'essai de lutte biologique par le purin d'ortie, les résultats d'utilisation de trois dilutions en série du produit biologique et le suivi des populations de pucerons sur les plantes indicatrices ont montré que le purin d'ortie n'était pas vraiment toxique, mais possède une activité répulsive permettant une efficacité tardive.

En matière de perspectives, plus de travaux sérieux sur l'efficacité de l'ortie contre les ravageurs pourraient être envisagés, notamment en Algérie pour avoir des résultats plus représentatifs.

Références bibliographiques

1. **Abdellah.**, Ingénieur Agronome Rédacteur en chef du site *المجلة الفلاحية*. 29 juillet 2018.
2. **Agele S.O., Ofuyad T.I. & James P.O., 2006** - Effects of watering regimes on aphid infestation and performance of selected varieties of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) in a humid rainforest zone of Nigeria. *Crop Protection*, 25, 73-78p.
3. **Agrios, G. (2005)**. Plant Pathology. 5th edn. Academic Press, New York. 922p.
4. **A-J. et Bertrand B.**, Légumes de demain - Saveurs d'ortie, Editions de Terran, 2001.
5. **Albouy J., Astier S., Lecoq H., Maury Y. (2001)**. Principes de virologie végétale : génome, pouvoir pathogène, écologie des virus, Éditions Quae, 488 p. (ISBN 2738009379).
6. **Amizet L., 1960** - Considérations sur l'état actuel de la lutte contre les viroses des arbres fruitiers en général et des agrumes en particulier . *Fruits . jus de fruits . Légumes*, fév . 1960, p . 3-6 .
7. **Anonyme, 1976** - La taille des agrumes - 33p. Brochure de vulgarisation- Pub.SASMA-Maroc.
8. **Armelle. C. D'acier., Nicolas. P. H. & Olivera. P. O., 2010** - Aphids (Hemiptera, Aphididae). *BioRisk* 4(1): 435–474p.
9. **Aroun M. E., 2015**. Le complexe aphides et ennemis naturels en milieux cultivé et forestiers en Algérie. Thèse de doctorat en Sciences Agronomiques, ENSA El Harrach, 148 p.
10. **Aroun M.E.F., 1985** – Les aphides et leurs ennemis naturels en vergers d'agrumes de la Mitidja. These Magister.agro., Inst. Nati.agro., El Harrach, 125p.
11. **Assabah A., 2002**. Réglementation et certification des agrumes en Algérie. *Options Méditerranéennes B* 43, 39 – 43p.
12. **Aurélien LIVET., Nicolas DASPRES., Clément LEPEULE., Célia BORDEAUX.** L'ORTIE. Avialim Bio. Chambre Régionale d'agriculture des Pays de la Loire (CRA PL) 9 rue André Brouard, CS 70510, 49 105, Angers Cedex 2. Janvier - Juillet 2015.
13. **Barbagallo S., Cocuzza G., Cravedi P. & Komazaki S., 2007**. IPM case studies : Tropical and subtropical fruit trees. In: van Emden H. F. & Harrington R. (eds.), *Aphids as Crop Pests*, Ed. CAB International (UK), 663 – 676.
14. **Batista, L., Porras, D.N., Gutierrez, A., Pena, I., Rodriguez, J., Fernandez Del Amo, O., Perez, R., Moreira, J.L., Lee, R.F. and Niblett, C.L** - 1997. Tristeza and *Toxoptera citricida* in Cuba : Incidence and control strategies, in : *Proc.of the 13th conf.IOCV.Riverside*. 103-110p.
15. **Belkahla H., Larbi D., Bouafia L., Moudoud R., Guettouche F. & Bouzidi S., 2013**. Serodetection of *Citrus Tristeza Closterovirus (CTV)* in Algeria. *American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture* 7 (1), 10 – 13p.
16. **Bellabas A., 2011**. Etude de base sur les agrumes en Algérie. Ed. FAO (Rome), 45 p
17. **Ben Hassena A. (2009)**. Induction de réaction de défense chez les plantes pour lutter contre les maladies. Mémoire d'Ingénieur, Institut National Agronomique, Tunisie, 107 p.
18. **Benediste.A et Baches.M., 2002** – Agrumes. Ed. Ugen Ulmer, Paris, n° 132, 96 p.
19. **Benhamza L.**, Effets Biologiques de la Petite Centaurée *Erythraea centaurium* (L.) Pers. Thèse de Doctorat d'état en Sciences Vétérinaires, Université Mentouri de Constantine- Algérie, décembre 2008.
20. **Benoufella-Kitous K., 2005**. Les pucerons des agrumes et leurs ennemis naturels à Oued Aïssi (Tizi-Ouzou). Mémoire de magister en Protection des Végétaux, INA El Harrach, 222 p.

21. **Benoufella-Kitous K., Doumandji S. & Hance T., 2014b.** Inventaire des aphides et de leurs ennemis naturels dans un verger d'agrumes. *In*: 10ème Conférence Internationale sur les Ravageurs en Agriculture, 22 - 23 octobre 2014, Montpellier.
22. **Benoufella-Kitous K.,** Thème : *Les pucerons des agrumes et leurs ennemis naturels à Oued-Aissi (Tizi-Ouzou)*. Mémoire de Magister (Protection de végétaux). Option : entomologie appliquée. 2005.p13.
23. **Berlansky.,R.H. , Pelosi,R.R., Garnsey,S.M., Youtsey,C.O., Lee,R.F., Yokomi,R.K.and Sonado,R.M.**1988. Tristeza quick decline epidemic in south Florida.Pro.Fla.State Hort.Soc., 99 : 66-69p
24. **Bhatia V., Uniyal P. L., Bhattacharya R.,** 2011. Aphid resistance in Brassica crops: challenges, biotechnological progress and emerging possibilities. *Biotechnology Advances* 29, 879 - 888.
25. **Biche M.,** 2012. Les principaux insectes ravageurs des agrumes en Algérie et leurs ennemis naturels. Ed. Institut national de la protection des végétaux et le ministère de l'agriculture et du développement durable et FAO, 36 p.
26. **Blackman R. L. & Eastop V. F.,** 2000. Aphids on the world's crops : An identification and information guide. Ed. John Wiley & Sons (UK), 466 p.
27. **Blackman R. L. & Eastop V. F.,** 2006. Aphids on the world's herbaceous plants and shrubs. Ed. John Wiley & Sons (UK), 1439 p.
28. **Bonnemain J. -L.,** 2010. Aphids as biological models and agricultural pests. *Comptes Rendus Biologies* 333, 461 – 463p.
29. **Bonnemaison. L.,** 1950 – Facteurs d'apparition des formes ailées chez les pucerons : vecteurs des maladies à virus de la pomme de terre et méthodes générales de protection des cultures de plants de sélection. *Rev. M.E.N.S.*
30. **Boudi M.,** 2005 – Vulgarisation agricole et pratiques des agrumiculteurs de la Mitidja. Institut national agronomique, El Harrach, Alger, 133 p.
31. **Bouillie I.,**1948 – Affections et maladies diverses des agrumes. *Direction de l'Agriculture, Maroc, 1947, Les agrumes au Maroc, p . 53-54, 8 fig Résumé : Rev . Appt . Mye ., jul . 1948 , vol . 27, n° 7, p .319-320 .*
32. **Boulfekhar-Ramdani H.,** 1998. Inventaire des acariens des citrus en Mitidja. *Annales de l'Institut National Agronomique El Harrach* 19, 30 – 39p.
33. **Bousaad L.,** 2003 – Situation des ravageurs des agrumes et de leurs ennemis naturels en verger biologique, sous protection intégrée et conventionnel dans la région de Marrakech. *Workshop International: Apport des Biotechnologies en production intégrée, 13 Décembre 2003, 73p.*
34. **Bové J. M.,** 1961. Compte rendu du deuxième congrès international de virologie des citrus. *Fruits* 16 (4), 145 – 160p.
35. **Bové JM, Renaudin J, Saillard C, Foissac X, Garnier M.** Laboratoire de la biologie cellulaire et moléculaire. INRA & Université de Bordeaux 2. France. 2003.
36. **Bull C.T., De Boer S.H., Denny T.P., Firrao G., Fischer-Le Saux M., Saddler G.S., Scortichini M., Stead D.E. et Takikawa Y.,** 2010. Comprehensive list of names of plant pathogenic bacteria, 1980–2007. *Journal of Plant Pathology*, 92(3), pp 551–592.
37. **Cannon PF, Damm U, Johnston PR, Weir BS** (2012) Colletotrichum - current status and future directions. *Studies in Mycology* 73:181-213p.
38. **Chapman RF, Bernays EA, Simpson SJ** (1981) Attraction and repulsion of the aphid, *Cavariella aegopodii*, by plant odors. *Journal of Chemical Ecology*, 7, 881-888p.
39. **Charlotte G.,** Catalogue illustré des principaux insectes ravageurs et auxiliaires des cultures de Guyane. Coopérative Bio Savane. Avril 2014. P8.chauds, Marseille, sept . 1954, p 155- 159p.

40. **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. 43-44p.
41. **Claude R.**, Président de la chambre régionale de l'agriculture Provence Alpes côte d'Azur. Maison des agriculteurs. Bulletin de santé du végétal N°102 : Vendredi 27 Octobre 2017. P2.
42. **Claude R.**, Président de la chambre régionale de l'agriculture Provence Alpes côte d'Azur. Maison des agriculteurs. Bulletin de santé du végétal N°102 : Vendredi 27 Octobre 2017. P3.
43. **Crossa-Raynaud P.,1960** -Les principales maladies des agrumes dans le Bassin méditerranéen . Gommoses et maladies 2I VITUS . *Fruits et Primeurs*, mai 1960, vol . 310,110 3 0 , p.99- 106
44. **Cui L.L., Dong J., Francis F., Liu Y.L., Heuskin S., Lognay G., Chen J.L., Bragard C., Tooker J.F., Liu.Y., 2012.** E-β-farnesene synergizes the influence of an insecticide to improve control of cabbage aphids in China. *Crop Protection*, vol. 35, pp. 91-96p.
45. **DAAF Mayotte rubrique** « Santé et production des agrumes ». LPA de coconi. Bulletin de santé du végétal, Les risques sanitaires sur agrumes .Mai 2017.
46. **Davenport (1990-1986)**- cité par JM. Legave (2014) observatoire national sur les effets du réchauffement climatique, dates de floraison des arbres fruitiers, INRA
47. **Dedryver C.-A. & Turpeau-Ait Ighil E.**, 2011b - Variété des cycles biologiques chez les pucerons des arbres fruitiers. In : Journées Techniques Fruits et Légumes Biologiques, 7 - 8 décembre 2011, Rennes.
48. **Dedryver C.A.**, 1982 – Qu'est qu'un puceron ? jour.info. étud. 2-4 mars 1982, Paris : 9-20.
49. **Dedryver C.-A.**, 2010c. Les pucerons: Biologie, nuisibilité, résistance des plantes. In : Journées Techniques Fruits et Légumes Biologiques, 14 - 15 décembre 2010, Angers.
50. **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, 112p.
51. **Delassus M., Bricchet J., Balachowsky A. et Lepigre A.**, 1931 – Les ennemis des cultures fruitière en Algérie et les moyens pratique de les combattre. 197 p.
52. **Didier Beguin M.**, Infos pratiques: Terroir/Recette: l'ortie, Communauté de Communes Loire et Nohain, 2010.
53. **Dimou D., Drosopoulou J., Moschos E., Spanou C. & Dermatas P.**, 2002. First report of Citrus tristeza virus (CTV) in Greece. In: 15th Conference of the International Organization of Citrus Virologists, 11 - 16 November 2001, Cyprus.
54. **Dixon A. F. G.**, 2005. Insect herbivore-host dynamics. Ed. Cambridge University Press (UK), 199 p.
55. **D'Onghia A.M., Djelouah K.**, 2001. Occurrence and Spread of Citrus Tristeza in the Mediterranean Area. Options Méditerranéennes B 35, 43 – 50p.
56. **El Ferran A, 2003.** Étude du virus de la Tristeza des agrumes (Citrus Tristeza Virus) en Algérie : Séro et Biodétection, Efficacité de la transmission par différents vecteurs inventoriés. Mémoire de Magister en sciences agronomiques. Option : Amélioration des productions végétales.
57. **El macane W. L. D., Ahmed S. & Alattir H.**, 2003. Le bananier, la vigne et les agrumes. Ed. Programme National de Transfert de Technologie en Agriculture (Maroc), 4 p
58. **Eric de La Chesnais.** Le figaro. Le purin d'ortie bientôt commercialisé en France. Disponible sur <http://blog.lefigaro.fr/agriculture/2011/04/le-purin-dorties-bientotlegal.html>. Consulté le 5 janvier 2014.
59. **Escartin.I.**, 2011- Guide des agrumes. Fondation d'entreprise pour la protection Et la valorisation du patrimoine végétal. L'Institut Klorane.
60. **F.A.O. 2008** Les agrumes Examen du marché sur la page de l'UNCTAD.

61. **Fleurentin, J. 2008.** *Plantes médicinales: traditions et thérapeutique.* Ouest France. Beau livre.
62. Fouarge C., 1990 – Les pucerons sont-ils dangereux ? *Revue Agronomie Belge*, Vol.47 : 4-6.
63. **Fournier. A., 2010** - *Assessing winter survival of the aphid pathogenic fungus pandora neoaphidis and implications for conservation biological control.* Thèse Doctorat. Univ Eth Zurich.
64. **Fraval A., 2006.** Les pucerons : 1ère partie. *Insectes* 141 (2), 3 – 8.
65. **Frezai P.,1954** - Les maladies virusiformes des Citrus et les problèmes qu'elles posent en Afrique du Nord . *Congrès de la Protection des Vege'taux et de leurs Produits sous Climats*
66. **Ghosh A., Das A., Lepcha R., Majumdar K. & Baranwal V. K., 2015.** Identification and distribution of aphid vectors spreading *Citrus tristeza virus* in Darjeeling hills and Dooars of India. *Journal of Asia-Pacific Entomology* 18, 601 – 605p.
67. **Gillott C., 2005.** *Entomology.* Ed. Springer (the Netherlands), 831 p.
68. **Goggin F. L., 2007.** Plant–aphid interactions: Molecular and ecological perspectives. *Current Opinion in Plant Biology* 10 (4), 399 – 408p.
69. **Gulsel M. Kavalali.,** *Urtica: Therapeutic and nutritional aspects of stinging nettles,* University of Istanbul, Turkey, 2003.
70. **Habib M.** Blog des agrumes. Fusariose des agrumes. Publié le 22 novembre 2012.
71. **Habib M.** Blog des agrumes. Publié le 26 septembre 2012.
72. **Habib M.,** Blog des agrumes. Psorose des agrumes. Publié le 16 aout 2012.
73. **Halbert,S.E., Remaudiere,G.,and Webb,S.E.2002.** Newly established and Rarely collected Aphis (Homoptera: Aphididea) In Florida and the south Eastern United States. *Florida Entomol* .83:79-91p.
74. **Hamidouche Z.,** Theme : *Activité antagoniste de Trichoderma sp vis-a-vis Botriosphaeria dothidae agent de dépérissement des Citrus.* Mémoire de Fin de Cycle En vue de l'obtention du diplôme Master.2017, 10-11p.
75. **Hardie J, Isaacs R, Pickett JA, Wadhams LJ, Woodcock CM (1994)** Methyl salicylate and (-)-(1R,5S)-myrtenal are plant derived repellents for black bean aphid, *Aphis fabae* Scop. (Homoptera: Aphididae). *Journal of Chemical Ecology*, 20, 2847–2855p.
76. **Harmel N., Francis F., Haubruge E. & 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 (4), 395 – 400p.
77. **Hermoso de Mendoza A., Michelena A. Á. J. M., González P. & Cambra M., 2008.** *Toxoptera citricida* (Kirkaldy) (Hemiptera, Aphididae) and its natural enemies in Spain. *IOBC/wprs Bulletin* 38, 225 - 232.
78. **Hidalgo N. P., Bouhraoua R. T., Boukreris F., Benia F., Khelil M.-A. & Pujade-Villar J., 2012.** New aphid records (Hemiptera: Aphididae) from Algeria and the northern Africa. *Redia* XCV, 31 – 34p.
79. **Hill D. S., 2008.** *Pests of crops in warmer climates and their control.* Ed. Springer (Netherlands), 704 p.
80. **Horrigan L., Lawrence R. S. & Walker P., 2002.** How sustainable agriculture can address the environmental and human health harms of industrial agriculture. *Environmental Health Perspectives* 110 (5), 445 – 456p.<http://www.unctad.org/infocomm/francais/orange/marche.htm>
81. **Huang F., Andow D.A., Buschman L.L., 2011.** Success of the high dose/refuge resistance management strategy after 15 years of Bt crop use in North America. *Entomol Exp Appl* ; 140:1- 16.
82. **Hulle,M.,Ighil,E.T.,Yvon,R and Yves,M.1999.** Les pucerons des cultures. Cycle biologique et activités de vol. Paris, Ed.INRA. 136p.
83. **Hulle. M., & Cœur D'acier. A., 2007** – Les pucerons, indicateurs de changements globaux ?. *Biofuture* 297 : 44-47p.

84. **Hulle. M., Turpeau-Ait Ighil. E., Robert. Y., & Monet. Y., 1999** – *Les pucerons des plantes maraichères*. Cycle biologique et activités de vol. Ed A.C.T.A. I.N.R.A. Paris.
85. **Jacquemond C., Agostinid. et Cur K., 2009** - Des agrumes pour l'Algérie, Bureau d'ingénierie en horticulture et agro-industrie, p 4
86. **Jacquemond, C., Curk, F. and Heuzet, M. 2013.** Les clémentiniers et autres petits agrumes Quae., Versailles: Quae. phytogénétiques, Rome, Italie
87. **Karamouna F., Mylonas P., Papachristos D., Kontodimas D., Michaelakis A. & Kapaxidi E., 2010.** Main arthropod pests of Citrus culture and pest management in Greece. In: Ciancio A. & Mukerji K. G. (eds.), Integrated Management of Arthropod Pests and Insect Borne Diseases, Ed. Springer (Netherlands), 29 – 59p.
88. **Karboa M., (2001)** L'agrumiculture en Algérie. Option méditerranéenne n°43. Ed : CIHEAM. pp 21-26
89. **Katis N. I., Tsitsipis J. A., Stevens M. & Powell G., 2007.** Transmission of Plant Viruses. In: van Emden H. F. & Harrington R. (eds.), Aphids as Crop Pests, Ed. CAB International (UK), 353 – 390.
90. **Kerlan C, Mevel S (1989)** Variabilité biologique du virus de la Mosaïque du chou-fleur sur chou-fleur en Bretagne. Agronomie 9, 83-90p.
91. **Labdaoui Z. E. & Guenaoui Y., 2015.** The aphids infesting citrus orchards and their natural enemies in the Northwestern Algeria. *In*: 6th International Scientific Agricultural Symposium, 15 - 18 October 2015, Jahorina Bosnia and Herzegovina.
92. **Lamour R., 1947** -- La terrible écorce écailleuse ou c psorose » envahit les orangeries de l'Afrique du Nord . *Rev .fr. Oranger* , mai 1947, VOL 17, n° 180, p . 167-168 .
93. **Larbi D., Ghezli C. & Djelouah K., 2009.** Historical review of Citrus tristeza virus (CTV) in Algeria. Options Méditerranéennes B 65, 107 – 110p
94. **Larousse, 2002-** Larousse Agricole. Ed .Larousse, Paris,767 p.
95. **Lebbal Salim, 2016.** Étude bioécologique des pucerons inféodés aux agrumes dans la région de Skikda. Thèse de doctorat en Sciences Agronomiques. Option : Protection des plantes. Université Batna 1, 55p.
96. **Lebdi Grissa K., 2010.** Étude de base sur les cultures d'agrumes et de tomates en Tunisie. Regional integrated pest management program in the Near East GTFS/REM/070/ITA. Ed. FAO (Rome), 93 p.
97. **Leclant F., 1978** – Les pucerons des plantes cultivées, clef d'identification I, grandes cultures. Ed. Association coor. Tech. Agri. (A.C.T.A), Paris, 63p.
98. **Lee,R.F., 2000.** Citrus tristeza : Biology, potential impact, and control strayegies. Arab J.PL.Prot, 18(2): 143-148p.
99. **Loussert R., 1989b** – Les agrumes 2. Production. Ed., Lavoisier. Paris, 157p.
100. **Loussert. R., 1989** - Les agrumes–arboriculture. Ed. Technique agricoles méditerranéennes, Paris, 113 p.
101. **Luc Fontaine.,** Urtica dioica, Guide de production sous régie biologique, Bibliothèque et Archives nationales du Québec, février 2010.
102. **Manon Desgagnés.,** L'Ortie dioïque, Guide de production sous régie biologique, Bibliothèque nationale du Québec, Octobre 2005.
103. **Marie-Jo Vanstippen.,** La grande ortie (Urtica Dioica), Cercles des Naturalistes de Belgique (CNB) – Section Les Sources, 2005.
104. **Martini. X., 2010** - *Evolution du cannibalisme et du comportement de ponte chez les coccinelles aphidiphages*. Thèse Doctorat, Université Paul Sabtier, Toulouse.11p.
105. **Mendil M,** Directeur Général de l'ITAF Institut Technique de l'Arboriculture Fruitière et de la Vigne Tessala El Merdja - Birtouta– Alger. La culture des agrumes.2007.

106. **Merzoug Aicha et Haffari Faouzia, 2017.** Études bioécologique de l'entomofaune de deux espèces d'agrumes (Oranger et citronnier) dans la région de Mostaganem. Mémoire de Master en sciences agronomiques. Mostaganem. 97p.
107. **Michael. J. B., & Donahue. J.D., 1998** - Leaf and Stem Feeding Aphids. College of Agriculture. *Entomology Program, University of Wyoming.*
108. **Miller LC, Tainter ML.1944.** Estimation of DL50 and its Error by means of Logarithmic Probit Paper. Proc. Soc. Exp. Biol. Med., 57: 261–264p.
109. **Mohammedi-Boubekka N., 2006.** Biosystématique des Aphididae et leur dans l'entomofaune de l'oranger dans la plaine de la Mitidja. Mémoire de magister en Protection des Végétaux, INA El Harrach, 143 p.
110. **Moutsie. (2008).** L'ortie une plante qui vous veut du bien, l'encyclopédie d'utovie, Editions d'Utovie.
111. **Mutin G., L'Algérie et ses agrumes.** In: Revue de géographie de Lyon, vol. 44, n°1, 1969. pp. 5-36
112. **Namane L.,** Theme : *Suivi des irrigations dans une exploitation agricole de la Mitidja ouest commune de Mouzaia.* Mémoire de Magister. Option : Hydrolique. 2009, 40p
113. **Nelson, S. C. (2008).** Mango anthracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*), University of Hawai'i at Manoa, College of Tropical Agriculture and Human Resources, Cooperative Extension Service. Plant Disease, 1-9.
114. **Nijhout H. F., 2013.** Arthropod developmental endocrinology. In: Minelli A., Boxshall G. & Fusco G. (eds.), Arthropod Biology and Evolution, Ed. Springer (Berlin), 123 - 148.
115. **Ouantari M., BIBI I., Chebli B., Ait Friha AT., Afechtel M.,** (Reçu le 19/06/2017, Accepté le 26/01/2018). Prospection et première caractérisation moléculaire de l'exocortis (*Citrus exocortis* viroid, CEVd) dans la région du Gharb.
116. **Ould El hadj. M.D., 2004** - *Le problème acridien au Sahara algérien.* Thèse Doctorat. , E.N.S.A. El Harrach, Alger. 279p.
117. **Pena L., Cervera M., Fagoaga C., Romeo J., Juarez N.J., Pina J.A. et Navarro L., (2007).** *Cirus. Biotechnology in agriculture and forestry. 60 Transgenic crops. Volume 5 ed. T Nagata : H.Lorz and JM.Widholm.*
118. **Peronnet. 2014b.** « France métropolitaine *urtica dioïca* ». (Consulté le 15 octobre 2014) <http://www.tela-botanica.org/bdtfx-nn-70396-synthese>.
119. **Pettersson J, Tjallingii WF, Hardie J (2007)** Host-plant selection and feeding. In: Aphids as crop pests (eds van Emden HF, Harrington R), 87-113p. CAB International, Wallingford.
120. **Pickett JA, Wadhams LJ, Woodcock CM (1992).** The chemical ecology of aphids. *Annual Review Entomology*, 37, 67-90.
121. **Pires D.S.L.M., Marques E.J., Wanderley-Teixeira V., Alves A.C.T. L.C., Alves E. S. B., 2009.** Ultrastructure of *Tuta absoluta* parasitized eggs and the reproductive potential of females after parasitism by *Metarhizium anisopliae*. *Micron* (40) 255-261.
- . **Powell D, Tosh CR, Hardie J (2006)** Host plant selection by aphids: Behavioral, Evolutionary and Applied perspectives. *Annual Review of Entomology*, 51, 309-330p.
122. **Powell G, Hardie J, Pickett JA (1995)** Response of *Myzus persicae* to the repellent polygodial in choice and no-choice video assays with young and mature leaf tissue. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 74, 91–94p.
123. **Powell W. & Pell J. K., 2007.** Biological control. In: van Emden H. F. & Harrington R. (eds.), Aphids as Crop Pests, Ed. CAB International (UK), 469 - 513.
124. **Prado E (1997)** Aphid–plant interactions at phloem level, a behavioural study. PhD thesis, Landbouwniversiteit te Wageningen, Netherlands.

125. **Prado E. & Tjallingii. W. F., 1997** - Effects of previous plant infestation on sieve element acceptance by two aphids. *Entomologia Experimentalis et Applicata* (82): 189–200p.
126. **Praloran J.C., 1971-** Les agrumes, techniques agricoles et productions tropicale. Ed. Maisonneuve et Larose, Paris, 561 p.
127. **Praloran J.-C., 1971.** Les agrumes. Ed. G.-P. Maisonneuve et Larose (Paris), 565 p.
128. **Quilici S., 2003b.** Analyse du risque phytosanitaire (ARP); organisme nuisible : *Parlatoria ziziphi* sur les agrumes, 28 p.
129. **Rashki M., Kharazi-Pakdel A., Allahyari H., and Van Alphen J. J. M. 2009.** Interactions among the entomopathogenic fungus, *Beauveria bassiana* (Ascomycota: Hypocreales), the parasitoid, *Aphidius matricariae* (Hymenoptera: Braconidae) and its host, *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae). *Biol. Control.* 50: 324-328.
130. **Rebour H., (1948)** La culture des agrumes en Algérie. Documents Algériens. Série économique. Agrumiculture. N°49, 4P.
131. **Regaieg H., Ben Halima-Kamel M., Chaieb I., 2002.** Le purin d'ortie: Bio insecticide à prendre en considération dans le traitement contre les pucerons des arbres fruitiers. Actes des 9emes journées nationales sur les résultats de la recherche agronomiques- Nabeul. Laboratoire de zoologie, école supérieure d'horticulture Chott Mariem.
132. **Robert. Y., 1982** – Fluctuation et dynamique des population des pucerons. Jour. D'étude et d'info: Les pucerons des cultures, Le 2, 3 et 4 mars 1981. Ed. A.C.T.A, Paris, 21-35p.
133. **Robert Y (1982).** Les pucerons de la pomme de terre. In : *les pucerons des cultures*, ACTA, Paris, 198p.
134. **Román, M. P., Cambra, M., Juárez, J., Moreno, P., Durán-Vila, N., Tanaka, F. A. O., Alves, E., Kitajima, E. W., Yamamoto, P. T., Bassanezi, R. B., Teixeira, D. C., Jesús Jr, W. C., Ayres, J. A., Gimenes-Fernandes, N., Rabenstein, F., Girotto, L. F., et Bové, J. M. 2004.** Sudden death of citrus in Brazil: A graft transmissible, bud union disease. *Plant Disease*, 88: 453-467p.
135. **Saharaoui L., Benzara A. & Doumandji-Mitiche B., 2001.** Dynamique des populations de *Phyllocnistis citrella* Stainton (1856) et impact de son complexe parasitaire en Algérie. *Fruits* 56, 403 - 413.
136. **Sawadogo A, (1977)** Rapport de stage : Initiation a la virologie des plantes. Office de la recherche scientifique et technique outre-mer centre d'Adiopodoume (Coté d'Ivoire), 6-7p.
137. **Schaad N.W., Postnikova E., Lacy G.H., Sechler A., Agarcova I., Stromberg P.E., Stromberg V.K. et Vidaver A.K., 2006.** Emended classification of xanthomonad pathogens on citrus. *Systematic and Applied Microbiology*, pp 690–695.
138. **Schauenberg P., et Ferdinand Paris. 2005.** *Guide des plantes médicinales: Analyse, description et utilisation de 400 plantes.* Delachaux et Niestlé. Les guides du naturaliste.
139. **Schimmenti E., Borsellino V., & Galati A., 2013.** Growth of citrus production among the Euro-Mediterranean countries: political implications and empirical findings. *Spanish Journal of Agricultural Research* 11 (3), 561 – 577p.
140. **Schmidt. M.H., Thewes. U., Thies. C., & Tschardtke. T., 2004** - *Aphid suppression by natural enemies in mulched cereals.* Department of Agroecology, Georg-August University, Waldweg, Germany: 87-93p.
141. **Shipp L, Kapongo JP, Park H-H, Kevan P., 2012.** Effect of beevectored *Beauveria bassiana* on greenhouse beneficials under greenhouse cage conditions. *Biol Control* 63:135–142p.
142. **Société Nationale D'horticulture de France, (2012)** Protection des plantes, tradition et macération d'ortie, 11p.
143. **Sullivan D. J., 2005.** Aphids (Hemiptera: Aphididae). In: Capinera J. L. (ed.), *Encyclopedia of Entomology*, Ed. Springer (Netherlands), 127 - 146

144. **Sullivan D. J.**, 2008. Aphids (Hemiptera: Aphididae). In: Capinera J. L. (ed.), *Encyclopedia of Entomology*, Ed. Springer (Dordrecht), 191 - 215.
145. **Swingle W.T.**, 1948- Citrus industry chap IV (the botany of Citrus and its wild relatives of the orange Subfamily). Univ. of California Press, Berkeley and Los Angeles, 605 p.
146. **Tennant P. F., Robinson D., Fisher L., Bennett S.-M., Hutton D., Coates-Beckford P. & Mc Laughlin W.**, 2009. Diseases and pests of Citrus (Citrus spp.). *Tree and Forestry Science and Biotechnology* 3, 81 – 107p.
147. **Tosh CR, Powell G, Holmes ND, Hardie J (2003)** Reproductive response of generalist and specialist aphid morphs with the same genotype to plant secondary compounds and amino acids. *Journal of Insect Physiology*, **49**, 1173–1182p.
148. **Tremblay E., 1984.** The parasitoid complex (Hymenoptera: Ichneumonoidea) of *Toxoptera aurantii* (Homoptera: Aphidoidea) in the Mediterranean area. *Entomophaga* 29, 203 – 209p.
149. **Turpeau E., Hullé M. & Chaubet B.**, 2015. La morphologie des pucerons et les critères d'identification. Disponible sur le site <https://www6.inra.fr/encyclopedie-pucerons/Quest-ce-qu-un-puceron/Morphologie>. Consulté le 23 février 2017.
150. **Williams I. S. & Dixon A. F. G.**, 2007. Life cycles and polymorphism. In: van Emden H. F. & Harrington R. (eds.), *Aphids as Crop Pests*, Ed. CAB International (UK), 69 – 85
151. **Yahiaoui D., 2010.** Assessment of genetic diversity of Mediterranean Citrus Tristeza Virus (CTV) isolates and genomic RNA variability associated to their vector transmission. Thèse de doctorat en Technologie Phytosanitaire, Università Degli Studi Di Catania, 155 p.
152. **Yahiaoui D., Djelouah K., D'Onglia A.M. & Catara A., 2012.** Genetic diversity and epidemiological study of some Mediterranean CTV populations. In: 28th International Horticultural Congress on Science and Horticulture for People, 22 - 27 August 2010, Portugal.
153. **Yokomi R. K., 2009.** Citrus tristeza virus. *Options Méditerranéennes B* 65, 19 – 33p.
154. **Yokomi, R.K., Stoetzel, M.B., Lee,R.F., Garnsey, S.M., Gottwald,T.R., Rocha-Pena,M.A and Niblett, C.L. 1994.** Establishment of the Brown Citrus Aphid, *Toxoptera citicida*(Krikadly)(Homoptera :Aphididae) in central America and the Caribbean basin and the Transmission of Citrus tristeza virus. *J. Econ. Entomol.*87:1078-1085p.