

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE SAAD DAHLAB - BLIDA 1



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Biologie
Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master dans le domaine SNV
Filière Sciences Biologiques

Option :
Parasitologie
Thème

Étude des vecteurs du Tomato Yellow Leaf Curl Virus des
solanacées, Essais d'un biopesticide à base de lierre

* Mr Derrouazin Abdeldjalil

Date de soutenance : 12 Juillet 2022

Devant le jury :
Nom

Grade / Lieu

Qualité

M^{me}. MAKHLOUF C.

MCB /USDB1

Présidente

M^{me}. SAIGHI H.

MAA /USDB1

Examinatrice

M^{me}. ZERKAOUI A.

MAA /USDB1

Promotrice

Promotion : 2021-2022

Remerciement

En tout premier lieu, nous tenons à remercier « Allah », le tout puissant qui nous a donné le courage, la volonté, la patience, la santé et la force pour accomplir et dépasser toutes les difficultés de ce travail. Nos profonds remerciements s'adressent à notre promotrice Mme Zerkaoui pour l'encadrement exemplaire qu'elle nous a accordé, également pour le suivi de notre travail et l'effort précieux que vous avez apporté. Nous remercions les membres de jury pour l'intérêt porté à notre travail, Merci à Mme Makhoulouf qui nous a fait l'honneur d'avoir bien voulu présider le jury, Merci Mme Saighi pour le temps que vous avez consacré à lire et examiner notre mémoire. Nos remerciements les plus chaleureuses s'adressent à toute l'équipe du L'institut technique des cultures maraîchères et industrielles (ITCMI) qui ont aidé à la réalisation de ce travail. Nous remercions tout particulièrement Mme Mounia, Mme Fatima. Merci pour vos qualités humaines, vos précieux conseils, et surtout pour l'encouragement et le bonheur que vous nous avez apporté au quotidien.

Et enfin, nos remerciements s'adressent également à tous nos enseignants de la faculté de sciences de la nature et de la vie Blida 1.

DÉDICACE

Je dédie ce modeste travail à ceux qui, quels que soient les termes embrassés, je n'arriverais jamais à leur exprimer mon amour sincère

A l'homme mon précieux offre d'Allah, qui doit ma vie, ma réussite et tout mon respect, mon très cher père : **Abdellah** , tu as toujours été à mes côtés pour me soutenir et m'encourager, que ce travail traduit ma gratitude et mon affection.

A la femme qui a souffert sans me laisser souffrir, qui n'a épargné aucun effort pour me rendre heureux, mon adorable mère : **Zoulikha** ,

A celui qui j'adore beaucoup qui m'a aidé et supporté dans les moments difficiles, À mes amis de toujours en souvenir de notre sincère et profonde amitié et des moments agréables que nous avons passés ensemble. Veuillez trouver dans ce travail l'expression de mon respect le plus profond et mon affection la plus sincère, je vous aime

Et à tous ceux qui m'aiment

Étude des vecteurs du Tomato Yellow Leaf Curl Virus des solanacées, Essais d'un biopesticide à base de lierre

Résumé

Ce travail portant sur la recherche des vecteurs du TYLCv sur Solanacées maraichères a été réalisé sur une période de 4 mois allant de Mars à Juin 2022 au niveau des serres de production de l'Institut Technique des Cultures Maraichères et Industrielles dans le but de tester l'hypothèse que les pucerons peuvent propager le virus TYLC par des plantes infestées par l'aleurode *Bemisia tabaci*. Ainsi vérifier l'efficacité du purin de lierre connu comme un très bon insecticide et Aphicide en comparant son efficacité avec un produit chimique utilisé par l'ITCMI

Afin de réaliser ce travail nous nous sommes intéressés aux plants de culture présentant des symptômes type du TYLCv à savoir l'enroulement en cuillère, le jaunissement avec obligatoirement la présence de *Bemisia tabaci* et les pucerons. Où nous avons procédé à une identification des espèces vectrices parasites et calculer les paramètres écologiques (Abondance relative) ; réaliser une inoculation Biologique par pucerons afin de reproduire les symptômes observés sur terrain enfin tester l'efficacité du purin de lierre en calculant la mortalité observée et corrigée ainsi la détermination des DL_{50} pour chaque espèce vectrice.

Les résultats de la recherche de vecteurs révèlent la présence de 2 espèces de pucerons présentes chez les solanacées *Myzus persicae* et *Aphis gossypii* et 1 espèce d'aleurode *Bemisia tabaci* le taux d'infestation de ces vecteurs était de 29.4%, pour l'inoculation biologique il semble que les résultats étaient positifs, ce qui signifie que l'hypothèse est crédible.

En ce qui concerne le biopesticide testé il a montré d'excellents résultats à partir de 48 heures ce qui signifie que son niveau de toxicité est élevé et qu'il montre sa supériorité par rapport à l'insecticide chimique (STARKLE 20SG), Avec des DL_{50} de biopesticide pour la méthode de contact en 48hr=3.19mg/ml et en 72hr=43.09mg/ml et pour la méthode d'inhalation en 48hr=183.48mg/ml et en 72hr=262.19mg/ml, pour l'insecticide chimique la DL_{50} conseillé été de 0.625mg/ml respectivement.

Mots Clés : Solanacées, TYLCv, *Myzus persicae*, *Aphis gossypii*, *Bemisia tabaci*, Purin de lierre, Insecticide chimique.

Vector study of the Tomato Yellow Leaf Curl Virus of Solanaceae, Trials of an ivy-based biopesticide

Abstract

This work on the research of TYLCv vectors on Solanaceae was carried out over a period of 4 months from March to June 2022 at the production greenhouses of the Technical Institute of Vegetable and Industrial Crops in order to test the hypothesis that the aphids can spread the TYLC virus through plants infested with *Bemisia tabaci* whitefly. Thus check the efficacy of ivy manure which is known as a very good insecticide and Aphicide by comparing its efficacy with a chemical used by the ITCMI

In order to carry out this work we were interested in the cultivation plants presenting symptoms of TYLCv, namely the roll-in like a spoon, the yellowing with the presence of *Bemisia tabaci* and the aphids. Where we identified parasitic vectors and calculated ecological parameters (Relative Abundance), followed by a biological inoculation by aphids in order to reproduce the symptoms observed in the field and finally to test the effectiveness of ivy manure by calculating the observed and corrected mortality rate and thus the determination of LD₅₀ for each vector species.

The results of the transmission of TYLCv revealed the presence of 2 species of aphids present in the solanaceae *Myzus persicae* and *Aphis gossypii* and 1 species of whitefly *Bemisia tabaci* the infestation rate was 29.4%, for the biological inoculation it appears that the results were positive, which means that the hypothesis is credible.

In regards to the biopesticide tested it showed excellent results from 48 hours which means that its level of toxicity is high and that it shows its superiority compared to the chemical insecticide, With LD₅₀ of biopesticide for contact method in 48hr=3.19mg/ml and 72hr=43.09mg/ml and for inhalation method in 48hr=183.48mg/ml and 72hr=262.19mg/ml, for chemical insecticide the recommended LD₅₀ was 0.625mg/ml respectively.

Keywords: Solanaceae, TYLCv, *Myzus persicae*, *Aphis gossypii*, *Bemisia tabaci*, Ivy manure, Chemical insecticide.

دراسة نواقل فيروس الضفيرة الصفراء للطماطم لعائلة الباذنجانية ، تجارب المبيدات

الحيوية القائمة على اللبلاّب

ملخص

تم تنفيذ هذا العمل للبحث عن ناقلات فيروس تجعد الأوراق الصفراء للطماطم على عائلة الباذنجانية لمدة قدرها 4 أشهر من مارس إلى يونيو 2022 على مستوى إنتاج الصوبات الزراعية للمعهد الفني لتسويق البستنة والمحاصيل الصناعية من أجل اختبار الفرضية القائلة بأن حشرات المن يمكن أن تنشر فيروس تجعد الأوراق الصفراء للطماطم من خلال النباتات الموبوءة بالذبابة البيضاء وهكذا تحقق من فعالية روث اللبلاّب المعروف كمبيد حشري جيد جدًا ومبيد حشرات المن من خلال مقارنة فعاليته بمادة كيميائية مستخدمة من طرف معهد الفني لتسويق البستنة والمحاصيل الصناعية من أجل تنفيذ هذا العمل، كنا مهتمين بزراعة النباتات التي تظهر عليها أعراض نموذجية لفيروس أوراق الطماطم الصفراء، أي لفة في الملعقة، واصفرار مع وجود إلزامي لبيميسيا تاباسي وحشرات المن. حيث حددنا المتجهات الطفيلية والمعايير البيئية المحسوبة (الوفرة النسبية) التطعيم البيولوجي بواسطة المن من أجل إعادة إنتاج الأعراض التي لوحظت في الحقل وأخيراً لاختبار فعالية روث اللبلاّب عن طريق حساب الوفيات المرصودة و المصححة لتحديد الجرعة المميّنة 50 لكل نوع ناقل

تكشف نتائج انتقال فيروس تجعد أوراق الطماطم الصفراء عن وجود نوعان من حشرات المن الموجودة في عائلة الباذنجانية و هما ميزوس برسيبي و أفيس جوسبيبي ونوع واحد من الذبابة البيضاء بيميسيا تاباسي من معدل الإصابة لهذه الناقلات كانت 29.4 % ، بالنسبة للتطعيم البيولوجي يبدو أن النتائج كانت إيجابية، مما يعني أن الفرضية ذات مصداقية وفيما يتعلق بالمبيد الحيوي الذي تم اختباره، فقد أظهر نتائج ممتازة من 48 ساعة مما يعني أن مستوى سميته مرتفع وأنه يظهر تفوقه مقارنة بالمبيد الحشري الكيميائي ، فيما يخص الجرعة المميّنة 50 للمبيدات الحيوية لطريقة التلامس في 48 ساعة = 3,19 ملغم/مل و 72 ساعة = 43,09 ملغم/مل وطريقة الاستنشاق في 48 ساعة = 183,48 ملغم/مل و 72 ساعة = 262,19 ملغم/مل بالنسبة للمبيدات الحشرية الكيميائية كان الجرعة المميّنة 50 الموصى بها 0,625 ملغم/مل على التوالي

الكلمات الرئيسية:

عائلة الباذنجانية، فيروس تجعد الأوراق الصفراء للطماطم، ميزوس برسيبي، أفيس جوسبيبي، بيميسيا تاباسي، روث اللبلاّب، لمبيد الحشري الكيميائي.

Table des matières

Remerciement	
DÉDICACE	
Résumé	
Table des matières	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste d'abréviations	
Introduction	1
Synthèse bibliographique	
I.1. Généralités sur les Solanacées	4
I.1.1. Systématique.....	4
I.1.2. Répartition géographique	5
I.2. Intérêts économiques :	6
I.2.1. Dans le monde	6
I.2.2. En Algérie.....	6
I.3. Les maladies de solanacées.....	7
I.3.1. Bactéries	7
I.3.2. Champignons	8
I.3.2.1. Anthracnose (<i>Colletotrichum sp.</i>).....	8
I.3.2.2. Cercosporiose de la tomate (<i>Pseudocercospora fuligena</i>).....	8
I.3.2.3. Corynesporiose (<i>Corynespora cassicola</i>).....	8
I.3.2.4. Choanephora (<i>Choanephora cucurbitacearum</i>)	8
I.3.2.5. Lésions à <i>Athelia</i> (<i>Athelia rolfsii</i>)	9
I.3.2.6. Lésions à <i>Myrothecium</i> (<i>Myrothecium roridum</i>)	9
I.3.2.7. Lésions à <i>Phomopsis</i>	9
I.3.2.8. Rhizoctone foliaire (<i>Rhizoctonia solani</i>).....	10
I.3.3. Viroses	10
I.3.3.1. PVY (Potato virus Y) Virus Y de la pomme de terre	10
I.3.3.2. ToMV (Tomato mosaic virus) Mosaïque de la tomate	10
I.3.3.3. CMV (Cucumber mosaic virus) Virus de la mosaïque du concombre	11
I.3.3.4. TMV (Tobacco mosaic virus) – Virus de la mosaïque du tabac.....	11
I.3.3.5. Généralités sur le Virus des feuilles jaunes en cuillère de la tomate (TYLCV) Tomato yellow leaf curl virus	11
I.3.3.5.1. Histoire et Definition	12
I.3.3.5.2. Symptômes.....	14
I.3.3.5.3. Conservation	14
I.3.3.5.4. Transmission	14
I.4. Vecteurs	14
I.4.1. <i>Bemisia tabaci</i> (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae)	14
I.4.1.1. Histoire et Description	14
I.4.1.2. Distribution géographique.....	15
I.4.1.3. Morphologie	16

I.4.1.4. Cycle de vie	17
I.5. Les Pucerons	18
I.5.1. Description des pucerons	18
I.5.2. Le Cycle de vie	19
I.5.3. Nuisibilité	20
I.5.4. Genres des pucerons	21
I.6. Lutte Biologique	24
I.6.1. Généralités sur le Lierre	24

Matériel et méthodes

II.1. Lieu de stage :	26
II.2. Objectifs de l'étude	26
II.3. Stations d'études	26
II.4. Région de staouali	27
II.5. Rythmes et techniques d'échantillonnage du matériel végétales	27
II.6. Identification des pucerons et <i>Bemisia tabaci</i>	30
II.7. Exploitations des résultats et traitement des données	30
II.7.1. Taux d'infestation	30
II.7.2. Abondance relative (AR %)	30
II.8. Étude de l'efficacité de transmission de TYLC	31
II.8.1. Transmission par pucerons vecteurs	31
II.9. Essai de lutte biologique par purin de lierre	31
II.9.1. Préparation de purin de lierre	31
II.9.2. Préparation de dilutions et pulvérisations	34
II.9.3. Préparation de l'insecticide (STARKLE 20SG)	35
II.9.4. Exploitations des résultats et détermination de la dose létale DL ₅₀	36

Résultats

III.1. Résultats globaux dans le cas de l'étude de vecteurs des virus de solanacées	38
III.1.1. Taux d'infestation	38
III.1.2. Résultats de l'identification :	39
III.1.3. Répartition des vecteurs identifiés	40
III.1.4. Les effectifs totaux de dénombrement des espèces	41
III.1.5. La diversité faunistique des espèces	42
III.2. Résultats de l'efficacité de transmission du TYLC :	43
III.3. Résultats d'essai de lutte biologique par le purin de lierre :	44
III.3.1. Pourcentage de mortalité observée	44
III.3.2. La conversion des effectifs de mortalité observée en probits	47
III.3.3. La droite de régression et le calcul de la DL ₅₀	49
Discussion	55
Conclusion	58
Références	61
Annexe	

Liste des figures

Figure 1: Micrographie électronique du virus purifié de l'enroulement des feuilles jaunes de la tomate (TYLC). Barre = 20 nm.(Xie and al., 2013).....	13
Figure 2: Bemisia tabaci adulte (Fera.co.uk, 2022)	15
Figure 3: Puce ou nymphe de l'aleurode du tabac (à gauche) et adulte (à droite)	16
Figure 4: Puce de Bemisia tabaci (Fera.co.uk, 2022)	17
Figure 5: Oeufs de Bemisia tabaci (Fera.co.uk, 2022).....	17
Figure 6: Cycle de vie général des pucerons (ipm.ucdavis.edu, 2022).....	19
Figure 7 : Puceron vert du pêcher sur une feuille de pomme de terre (hort.extension.wisc.edu, 2018).....	21
Figure 8: Pucerons de laurier-rose, Aphis nerii, sur l'asclépiade (hort.extension.wisc.edu, 2018).....	22
Figure 9: Lierre Plante d'extérieur (Common ivy) (avelyn, 2006).....	25
Figure 10: Carte routière de la Commune de staoueli (openstreetmap.com, 2022).....	27
Figure 11: Enroulement des feuilles dans la serre de piment (Original, 2022).....	28
Figure 12: Jaunissement des feuilles d'aubergine dans la serre (Original, 2022)	29
Figure 13: L'analyse sous loupe binoculaire (Original, 2022)	29
Figure 14 : Comptage des individus pour chaque espèce d'aphide (Original, 2022)	30
Figure 15 : Essai d'évaluation de l'efficacité de transmission du TYLC (Originale, 2022)....	31
Figure 16: Photographie qui montre la préparation de purin de lierre (Original, 2022)	34
Figure 17: Préparation des dilutions du purin de lierre (Original, 2022)	35
Figure 18 : Poudre de l'insecticide STARKLE 20SG (Original, 2022).....	35
Figure 19: Taux d'infestation par les pucerons et aleurodes.....	39
Figure 20: (à gauche) Aphis gossypii (G x40) (à droite) Myzus persicae (G x40).....	39
Figure 21: Bemisia tabaci (Original, 2022).....	40
Figure 22: Répartitions des espèces de pucerons et aleurodes recensées dans la région d'étude	42
Figure 23: La dépression de la plante et le jaunissement et enroulement Après 10 jours d'exposition aux pucerons qui sont des porteurs potentiels (Original, 2022).....	43
Figure 24: Taux de mortalité de Aphis gossypii en fonction de la concentration de purin de lierre en 48hr, 72hr	49
Figure 25: Taux de mortalité de Myzus persicae en fonction de la concentration de purin de lierre en 48hr, 72hr	50
Figure 26: Taux de mortalité de Aphis gossypii en fonction de la concentration de purin de lierre en 48hr, 72hr	50
Figure 27: Taux de mortalité de Myzus persicae en fonction de la concentration de purin de lierre en 48hr, 72hr	51
Figure 28: Taux de mortalité de pucerons en fonction de la concentration de purin de lierre en 48hr, 72hr	52
Figure 29: Taux de mortalité de pucerons en fonction de la concentration de purin de lierre en 48hr, 72hr	53

Liste des tableaux

Tableau I. Familles de l'ordre des Solanales (Stevens ,2001)	5
Tableau II. Les superficies, les productions et les rendements de la tomate industrielle dans les principales wilayas productives en Algérie, et leurs taux de participation dans la production nationale (SEKHOUNA, 2016).....	7
Tableau III. Pucerons communs sur les légumes et les fleurs (Flint, 2013).	23
Tableau IV. Effectif total des feuilles échantillonnées et le taux d'infestation par les pucerons et aleurodes.....	38
Tableau V. Répartition des espèces de vecteurs trouvées par station d'étude	40
Tableau VI. Les effectifs totaux des vecteurs par espèces trouvées au niveau des deux stations d'études	41
Tableau VII. Les proportions des principales espèces de vecteurs répertoriées dans les deux stations d'études.	42
Tableau VIII. Taux de mortalité observée chez les pucerons témoin et traités par méthode de contact avec 3 doses différentes au cours de vérification de 24h et 48h et 72h.....	44
Tableau IX. Taux de mortalité observée chez les pucerons témoin et traités par méthode d'inhalation avec 3 doses différentes au cours de vérification de 24h et 48h et 72h.....	45
Tableau X. Taux de mortalité observée chez les aleurodes témoin et traités par méthode de contact avec 3 doses différentes au cours de vérification de 24h et 48h et 72h.....	45
Tableau XI. Taux de mortalité observée chez les pucerons témoin et traités (total) par méthode de contact avec 3 doses différentes au cours de vérification de 24h et 48h et 72h ...	46
Tableau XII. Taux de mortalité observée chez les pucerons témoin et traités (total) par méthode d'inhalation avec 3 doses différentes au cours de vérification de 24h et 48h et 72h	46
Tableau XIII. Les effectifs en probits de mortalité observée chez les pucerons témoin et traités par méthode de contact avec 3 doses différentes au cours de vérification de 24h et 48h et 72h.	47
Tableau XIV. Les effectifs en probits de mortalité observée chez les pucerons témoin et traités par méthode de inhalation avec 3 doses différentes au cours de vérification de 24h et 48h et 72h.....	47
Tableau XV. Les effectifs en probits de mortalité observée chez les pucerons témoin et traités (total) par méthode de contact avec 3 doses différentes au cours de vérification de 24h et 48h et 72h.....	48
Tableau XVI. Les effectifs en probits de mortalité observée chez les pucerons témoin et traités (total) par méthode d'inhalation avec 3 doses différentes au cours de vérification de 24h et 48h et 72h.....	48

Liste d'abréviations

ABH : Anuário Brasileiro de Hortaliças

AMITOM : [the International Mediterranean Association for Processed Tomatoes]

CMV : Cucumber mosaic virus

CORESTA : Centre de Coopération pour les Recherches Scientifiques Relatives au Tabac

FAOSTAT : Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistics

Fig : Figure

INRA : National Research Institute for Agriculture, Food and the Environment (France)

NHM : Natural History Museum

PVY : Potato virus Y

SGN : Sol Genomics Network

SL : lumière supplémentaire

TMV : Tobacco mosaic virus

ToMV : Tomato mosaic virus

TYLCV : Tomato yellow leaf curl virus

UE : l'Union européenne

USDA : United States DEPARTMENT OF AGRICULTURE

WPTC : The World Processing Tomato Council

Introduction

Introduction

La famille des Solanacées est l'une des grandes familles du monde végétal, du fait du grand nombre d'espèces qu'elle comporte (de l'ordre de 2 300) et des nombreux usages que l'homme en fait (alimentaire, condimentaire, médicinal, pharmaceutique, narcotique, magique et ornemental) (**Marchoux et al., 2008**).

En quatre siècles, la pomme de terre a gagné tous les continents, notamment les zones tempérées et tropicales d'altitude permettant une bonne tubérisation. Avec plus de 300 millions de tonnes récoltées sur plus de 19 millions d'hectares, la pomme de terre, qui peut donc être considérée comme une plante de grande culture, est, selon la **FAO**, la quatrième production mondiale après le blé, le maïs et le riz, et demeure le légume le plus consommé dans le monde (**Marchoux et al., 2008**).

Les attaques des virus progressent depuis plusieurs années. Elles peuvent entraîner des dégâts importants là où n'existe pas de résistance génétique. Le virus de la mosaïque du concombre (CMV) et le virus Y de la pomme de terre (PVY) sont transmis selon le mode non-persistant par plusieurs pucerons dont le puceron vert du pêcher (*Myzus persicae*) et le puceron du melon et du cotonnier (*Aphis gossypii*). Les feuilles produites après l'infection du CMV sont réduites à leurs nervures, et les feuilles suivantes exagérément découpées en feuilles de fougère. La croissance est ralentie, les plantes atteintes fructifient peu. *Myzus persicae* provoque également des dégâts directs qui se manifestent par l'enroulement et la déformation des feuilles. Les colonies du puceron vert et rose de la pomme de terre (*Macrosiphum euphorbiae*) qui se développent sur les tiges, peuvent affaiblir les plantes et les souiller de fumagine (**Hullé et al., 2018**).

Le TYLCV est transmis selon le mode persistant par la mouche blanche *Bemisia tabaci* (Holt & Colvin, 1998). Cette mouche, très polyphage, constitue une menace sérieuse pour diverses cultures. Elle transmet plusieurs virus dont le TYLCV sur tomate et le Cucurbit yellow stunting disorder crini virus (CYSDV) sur cucurbitacées (**Jebbour et Abaha, 2002**).

L'industrialisation du secteur agricole a accru la charge chimique sur les écosystèmes naturels. Les pesticides sont des produits agrochimiques utilisés dans les terres agricoles, les programmes de santé publique et les espaces verts urbains afin de protéger les plantes et les humains contre diverses maladies. Cependant, en raison de leur capacité connue à causer un grand nombre d'effets négatifs sur la santé et l'environnement, leurs effets secondaires peuvent constituer un facteur de risque important pour la santé environnementale. Le besoin urgent d'une approche plus durable et écologique a produit de nombreuses idées innovantes (**Stamati et al., 2016**).

Les biopesticides, « organismes vivants ou produits issus de ces organismes ayant la particularité de supprimer ou limiter les ennemis des cultures » sont utilisés depuis des siècles par les fermiers et paysans. De nos jours, ils sont classés en trois grandes catégories selon leur origine (microbienne, végétale ou animale) et présentent de nombreux avantages. Ils peuvent être aussi bien utilisés en agriculture conventionnelle qu'en agriculture biologique, certains permettent aux plantes de résister à des stress abiotiques et d'une manière générale, ils sont moins toxiques que leurs homologues chimiques. Même s'ils ont souvent la réputation d'être moins efficaces que ces derniers (**Deravel et al., 2013**).

Cette recherche était dans l'espoir de trouver des solutions aux problèmes et aux dommages causés par les vecteurs qui transportent de nombreuses maladies et virus nous avons divisé ce travail en 3 sections d'abord vérifions si les pucerons étaient des porteurs potentiels du virus TYLC en testant cette hypothèse deuxièmement, essayais de savoir si le biopesticide à base de lierre avait réellement un effet toxique ou répulsive ou n'affecte pas du tout les pucerons et les aleurodes la troisième consistait à comparer les résultats des biopesticides et des pesticides chimiques et leur efficacité

Synthèse bibliographique

I.1. Généralités sur les Solanacées

Famille des solanacées (latin pour dormir ou consolateur, d'après les propriétés narcotiques de certains), 91–102 genres /2450–2460 espèces (**Simpson, 2012**).

Les solanacées sont constituées d'herbes, d'arbustes, d'arbres ou de lianes, avec des piquants présents dans certains taxons, beaucoup avec des trichomes, Les feuilles sont simples, pennées ou ternes, généralement spirale et exstipulé, L'inflorescence est de fleurs solitaires ou des unités de cyme, Les fleurs sont bisexuées, actinomorphes, rarement zygomorphe (**Simpson, 2012**).

Le périanthe est bisérié, dichlamyde, généralement tubulaires, en rotation ou en forme de salve, hypanthium absent, le calice est synsépale, persistant, parfois accrescent, à 5 lobes du calice, La corolle est sympétale et avec 5 [4,6] lobes convolutés, imbriqués ou valvés, ayant généralement involute (plicate) estivation, les étamines sont 5 [rarement 4 ou 2 + 2 staminodes], antisépales et épipétales, les anthères souvent connivence, avec des staminodes rarement présents (**Simpson, 2012**).

Les anthères sont déhiscence longitudinale ou poricide, et le gynécée est syncarpe, avec un ovaire supère, 2 [rarement 3–5] carpelles, et 2 [rarement 1 ou 4–5] locules, La placentation est axile, rarement basale ; les ovules sont de type variable, unitegmiques, ∞ [rarement 1–quelques] par carpelle (**Simpson, 2012**).

Le fruit est une baie, une drupe ou une capsule (souvent septicide), Les graines sont endospermes, Alcaloïdes et interne phloème (intérieur du xylème, moelle environnante) sont présents dans de nombreux membres de la famille (**Simpson, 2012**).

I.1.1. Systématique

La famille des solanacées contenait généralement deux sous-familles, Cestroideae et Solanoideae (**D'Arcy, 1979, 1991 ; Hunziker, 1979, 2001 ; Olmstead & Palmer 1992**) (Tableau I).

Une sous-famille supplémentaire, Nolanoideae, a عائلة الباذنجانية é séparé par certains taxonomistes comme une famille distincte, Nolanacées (**Cronquist, 1981 ; Thorne, 1992 ; Hunziker, 2001**).

La sous-famille des Solanoideae était considérée comme ancestrale au sein des Solanacées et se caractérisait par ses embryons incurvés contenus dans des graines discoïdes aplaties et des fruits typiquement ressemblant à des baies (**D'Arcy, 1979 ; Hunziker, 1979**).

La sous-famille des Cestroideae, avec ses embryons droits ou quelque peu courbés dans de petites graines anguleuses à subglobuleuses et des fruits généralement capsulaires, a été présumée être dérivée.

Tableau I. Familles de l'ordre des Solanales (Stevens ,2001)

Family	Authority	Genera	Species	Distribution
Convolvulaceae (morning glory or bindweed family)	A.L. DE JUSSIEU	57 (55) ^a	1601 (1930) ^a	World-wide (most diverse in tropical and subtropical regions)
Hydroleaceae	BERCHTOLD & J. PRESL	1	12	Tropical
Montiniaceae	NAKAI	3	5	Africa / Madagascar
Solanaceae (nightshade or potato family)	A.L. DE JUSSIEU	102 (147) ^a (92) ^b	2460 (2930) ^a (2300) ^b	World-wide (overwhelmingly Neotropics)
Sphenocleaceae	(LINDLEY) BASKERVILLE	1	2	Pantropical

^a Numbers in brackets show one alternative point of view: Judd et al. (1999)

^b Numbers in brackets show another alternative point of view: Hunziker (2001)

Classification : D'après (ITIS, 2003)

Règne	Plantae – plantes, Planta, Vegetal, plants
Sous-règne	Viridiplantae – green plants
Infra-règne	Streptophyta – land plants
Super-embranchement	Embryophyta
Embranchement	Tracheophyta – vascular plants, tracheophytes
Sous-embranchement	Spermatophytina – spermatophytes, seed plants, phanérogames
Classe	Magnoliopsida
Super-ordre	Asteranae
Ordre	Solanales
Famille	<i>Solanaceae</i> – nightshades, solanacées

I.1.2. Répartition géographique

Les solanacées se trouvent sur la plupart des continents, la majorité des espèces de la famille se trouvent en Amérique centrale et du Sud, D'autres centres de diversité d'espèces comprennent l'Australie et l'Afrique (**Heywood, 1978**).

Les solanacées se trouvent souvent dans la végétation secondaire des zones perturbées, mais les espèces peuvent occuper une variété d'habitats, des déserts aux forêts tropicales humides (**Heywood, 1978**).

I.2. Intérêts économiques :

I.2.1. Dans le monde

D'après (NHM, 2008) Les membres de Solanacées fournissent une variété de valeurs culinaires, médicinales et ornementales.

En termes de valeur culinaire, l'espèce la plus importante de cette famille pour l'alimentation mondiale est la pomme de terre ou *Solanum tuberosum*, dont les tubercules riches en glucides ont été un aliment de base à de nombreuses reprises et dans de nombreux endroits, et qui est l'une des cultures les plus cultivées aujourd'hui.

Dans de nombreux genres, les fruits sont l'élément recherché, par exemple les tomates, les tomatillos, les aubergines, l'uchuva, les poivrons, et le piment.

Médicinalement, ainsi qu'en termes d'empoisonnement et d'effets psychotropes, les membres de Solanacées ont été prisés pour leur teneur en alcaloïdes et utilisés à travers l'histoire.

I.2.2. En Algérie

Selon SEKHOUNA (2016) la consommation des légumes frais a beaucoup augmenté en Algérie à la suite de l'essor démographique et à la relative amélioration du niveau de vie. La tomate est le second produit maraîcher suite à la place qu'elle occupe dans les habitudes alimentaires des algériens .

les principales zones de la tomate industrielle en Algérie sont essentiellement: Zone Est : elle représente 84% des superficies et regroupe les wilayas de Skikda, El-Taraf, Annaba, Guelma et Jijel, Cette zone est caractérisée par une bonne pluviométrie et possède des sols à forte capacité de rétention d'eau .

La culture de tomate se pratique en sec et semi-irrigue, avec une production d'environ 90% de la production nationale. (Tableau II)

La Zone Centre, représente 12% des superficies et regroupe les wilayas de Blida, d'Alger, Boumerdes, Bejaia, Chlef, Tipaza et Ain Defla.

Zone Ouest : Cette zone regroupe les wilayas de Mostaganem, Relizane, Mascara, Sidi-Bel-Abbès et Tlemcen, elle représente 2,7% des superficies de la culture de tomate. Zone Sud : est représentées par les wilayas d'Adrar et Biskra.

Tableau II. Les superficies, les productions et les rendements de la tomate industrielle dans les principales wilayas productives en Algérie, et leurs taux de participation dans la production nationale (SEKHOUNA, 2016)

Wilayas	Superficie	Production	Rendement	Taux de participation dans la production nationale
	(ha)	(Qx/ha)	(Qx/ha)	(%)
Skikda	6760	2 000 000	295,9	39,24
El Taraf	4390	952 450	217	18,70
Annaba	5150	927 500	180,1	18,20
Guelma	2130	392500	183,8	7,70
Tipaza	393	150 000	381,7	2,94
Chlef	490	108 000	220,4	2,12

I.3. Les maladies de solanacées

Malheureusement, de nombreuses espèces de cette famille sont infestées et endommagées chaque jour par une sorte de maladie, que ce soit des virus, des bactéries ou des champignons et ceux-ci sont expliqués ci-dessous :

I.3.1. Bactéries

- Flétrissement bactérien

Bactérie tellurique présente surtout dans les régions tropicales, semi-tropicales et tempérées chaudes, sévit avec gravité dans de nombreux pays d'Asie (Chine, Japon, Malaisie, Philippines, Pakistan, Thaïlande, Viêtnam, Inde), d'Amérique (États-Unis, Mexique, Brésil, Argentine...) et d'Afrique (aussi bien au nord qu'au sud), Elle est maintenant installée en Europe. (**Yabuuchi et al., 1995**).

Très polyphage, capable d'infecter de nombreuses plantes, plus de 250 espèces végétales appartenant à au moins 50 familles botaniques, Plusieurs souches sont connues permettant

d'envisager l'existence d'un complexe d'espèces appartenant à 4 phylotypes d'origines géographiques différentes (**Yabuuchi et al., 1995**).

I.3.2. Champignons

I.3.2.1. Anthracnose (*Colletotrichum sp*)

Plusieurs agents d'anthracoses sont connus sur légumes, et en particulier sur ceux produits en zones tropicales à équatoriales, dans ces zones, les *Colletotrichum* spp. rencontrés semblent avoir des gammes d'hôtes plus larges, Champignons assez largement répandus dans le monde, signalés dans de nombreux pays sur tous les continents, plus ou moins polyphages, plusieurs espèces peuvent être rencontrés sur des légumes d'une même famille botanique, Méfiance, certains peuvent venir coloniser secondairement des tissus lésé par un envahisseur primaire (**Blancard, 2021**)₁.

I.3.2.2. Cercosporiose de la tomate (*Pseudocercospora fuligena*)

Ce champignon est rencontré dans plusieurs zones de production tropicales dans le monde, dans des parcelles très humides et mal ventilées (**Blancard, 2016**)₁.

Il est signalé en Asie (notamment Japon et Chine), en Inde, en Afrique et en Amérique centrale. Il est responsable de symptômes que l'on pourrait qualifier de « cladosporiose noire » (cercospora leaf spot, black leaf mold) (**Blancard, 2016**)₁.

I.3.2.3. Corynesporiose (*Corynespora cassiicola*)

Champignon assez largement répandu dans le monde, signalé dans plusieurs pays tropicaux ou subtropicaux humides d'Amérique (États-Unis, Brésil, Mexique...), d'Europe (Roumanie...), d'Afrique (Nigeria...), d'Inde, d'Asie (Japon, Taiwan...) et des Caraïbes (Cuba, Porto Rico, Haïti, Trinidad...) (**Blancard, 2021**)₂.

Un des champignons pathogènes majeurs des zones tropicales et subtropicales, Maladie Extrêmement polyphage affectant plus de 145 genres botaniques appartenant à au moins 53 familles, dont plusieurs légumes (**Blancard, 2021**)₂.

I.3.2.4. Choanephora (*Choanephora cucurbitacearum*)

Champignon opportuniste parasite de faiblesse signalé dans de nombreux pays répartis en zones tropicales à subtropicales, voire équatoriales : Asie (Chine, Inde, Indonésie, Corée,

Pakistan), Afrique (Benin, Congo, Ghana, Guinée, Kenya, Malawi, Mauritanie, Nigeria, Sénégal, Égypte), plusieurs états des États-Unis, en Amérique centrale et aux Caraïbes, en Amérique du sud (Brésil, Paraguay, Colombie, Pérou, Venezuela) et en Océanie (Australie, Polynésie française, Nouvelle Calédonie) (**Blancard, 2021**)³.

Semble occuper la place de *Botrytis cinerea* en zones tropicales et adopter un comportement parasitaire comparable sur les légumes extrêmement polyphage, susceptible de se développer sur une grande diversité d'hôtes nombreuses (**Blancard, 2021**)³.

I.3.2.5. Lésions à *Athelia* (*Athelia rolfsii*)

Champignon basidiomycète tellurique très polyphage, sévissant particulièrement dans les régions chaudes tropicales et subtropicales (**Blancard, 2016**)².

Il peut s'attaquer et persister sur quelques 500 plantes, cultivées ou non, appartenant à une centaine de familles botaniques, Parmi les légumes, signalons notamment : tomate, piment, aubergine, diverses salades, melon, concombre, pastèque, haricot, artichaut, betterave, carotte, chou-fleur, céleri, ail, oignon, radis, navet, patate douce (**Blancard, 2016**)².

De nombreuses plantes ornementales sont également susceptibles de l'héberger : narcisse, lys, zinnia, chrysanthème, L'arachide et le soja sont des hôtes potentiels importants dans les régions où ils sont cultivés, on le retrouve aussi sur pommier (**Blancard, 2016**)².

I.3.2.6. Lésions à *Myrothecium* (*Myrothecium roridum*)

Champignon tellurique parasite facultatif, largement réparti dans le monde en régions tempérées et tropicales, extrêmement polyphage, s'attaquant à de nombreux hôtes, plus de 263 ont été recensés, Sur légumes décrit sur diverses Cucurbitacées (concombre, melon, pastèque, courge, concombre des Antilles - *Cucumis anguria*-, etc.), piment, tomate, aubergine, laitue, haricot, baselle, etc., il se manifeste notamment sur les fruits de certains légumes en cours de conservation (tomate, concombre, etc.) (**Blancard, 2021**)⁴.

I.3.2.7. Lésions à *Phomopsis*

Champignon distribué sur tous les continents, ponctuellement en Europe et dans un nombre limité de pays d'Afrique, essentiellement dans les zones climatiques chaudes, Cette maladie est observée plutôt en plein champ et transmise par les semences, elle semble essentiellement affecter l'aubergine et peut être responsable de plus de 50% de pertes de récolte dans les situations les plus dommageables. homopsis vexans (**Blancard, 2021**)⁵.

I.3.2.8. Rhizoctone foliaire (*Rhizoctonia solani*)

Considéré comme un champignon parasite du sol en zones tempérées et méditerranéennes, ayant porté à plusieurs reprises des cultures sensibles en particulier légumières, il est en particulier responsable d'attaques foliaires en climats équatoriaux ou tropicaux très humides (**Blancard, 2021**)⁶.

Responsable de fonte des semis en pépinière, et de divers symptômes au champ sur les organes souterrains ou aériens (Rhizoctone foliaire - web-blight) des légumes, Plusieurs souches signalées se différenciant par leurs caractéristiques culturales, leur pouvoir pathogène, et notamment leur spécificité d'hôte (**Blancard, 2021**)⁶.

Extrêmement polyphage, capable d'infecter plusieurs centaines d'hôtes différents, notamment de très nombreuses cultures légumières, Légumes connus affectés : aubergine, tomate, piment, diverses salades, melon, concombre, pastèque, courgette, courge, haricot, carotte, choux, céleri, radis, navet, patate douce..., etc. (**Blancard, 2021**)⁶.

I.3.3. Viroses

I.3.3.1. PVY (Potato virus Y) Virus Y de la pomme de terre

Le virus Y de la Pomme de Terre (Potato virus Y, PVY, member type du genre Potyvirus) est, sur le plan économique, l'un des phytovirus les plus importants, il est présent dans tous les pays producteurs de pomme de terre (**Blanchard, 2017**).

Ce phytovirus, transmis selon le mode non persistant par plus de 70 espèces de pucerons, infecte de nombreux hôtes de la famille Solanaceae, Le génome viral est constitué par une molécule d'ARN simple brin de polarité positive codant pour une polyprotéine clivée en neuf protéines fonctionnelles (**Blanchard, 2017**).

En fonction de l'hôte sur lequel ils sont collectés, les isolats de PVY s'organisent au sein des souches pomme de terre, piment, tabac et tomate (**Blanchard, 2017**).

I.3.3.2. ToMV (Tomato mosaic virus) Mosaïque de la tomate

Le virus de la mosaïque du tomate (*Tomato mosaic virus*, ToMV) est présent sur tous les continents, On le rencontre plus fréquemment que le TMV sur tomate et piment, Il est grave aussi bien en culture de plein champ, que sous abri (**Blancard, 2022**).

Le ToMV a été signalé pour la première fois sur tomate en 1909, aux États-Unis (Connecticut),

Longtemps considéré comme une souche de TMV, il présente des propriétés différentes (sérologie, séquence du génome viral et gamme d'hôtes), ce qui a permis de le classer comme une espèce distincte (**Blancard, 2022**).

Plusieurs souches de ToMV ont été identifiées sur tomate, d'abord en fonction des symptômes qu'elles provoquent (*tomato aucuba mosaic, tomato enation mosaic, yellow ringspot, winter necrosis...*), classées par la suite en fonction de leur virulence, Au moins six pathotypes ont pu être définis (**Blancard, 2022**).

I.3.3.3. CMV (Cucumber mosaic virus) Virus de la mosaïque du concombre

Le CMV est un cucumovirus transmis par les pucerons selon le mode non-persistant, Il a été signalé sur tous les continents et sous tous les climats, mais son incidence peut varier d'une région à l'autre (**Lecoq, 2013**).

Le CMV est plus rarement rencontré sur ces cultures en régions tropicales ou subtropicales, bien qu'il soit présent dans l'environnement, et en particulier chez les plantes adventices, Très commun en culture de plein champ, on le rencontre également sous abri (**Lecoq, 2013**).

Le CMV entraîne des pertes d'autant plus importantes que les infections sont précoces (**Lecoq, 2013**).

I.3.3.4. TMV (Tobacco mosaic virus) - Virus de la mosaïque du tabac

Le virus de la mosaïque du tabac (Tobacco mosaic virus, TMV) est responsable de symptômes assez semblables à ceux provoqués par le CMV (Cucumber mosaic virus) (**Blancard, 2019**).

Le limbe est parfois fortement déformé par la présence de cloques, Il peut se recroqueviller et manifester une tendance à la filiformie (**Blancard, 2019**).

Des lésions nécrotiques inter-nervaires ou nervaires sont parfois signalées, lors de co-infections avec le CMV ou le PVY (**Blancard, 2019**).

Lorsque les contaminations se produisent précocement, la croissance des plantes est fortement perturbée et celles-ci sont souvent rabougries (**Blancard, 2019**).

La nature et la gravité de ces symptômes varient en fonction de l'âge des plantes, du type de tabac cultivé, des variétés..., Ils s'expriment plus sévèrement sur les tissus jeunes et en pleine croissance (**Blancard, 2019**).

I.3.3.5. Généralités sur le Virus des feuilles jaunes en cuillère de la tomate (TYLCV) Tomato yellow leaf curl virus

I.3.3.5.1. Histoire et Définition

- classification : Geminiviridae, Begomovirus

- Ancien sous-groupe III du groupe des Geminivirus

Le TYLCV est très présent dans plusieurs pays du Sud méditerranéen, aux Proche- et Moyen-Orient, et dans certains pays d'Afrique soudano-sahélienne comme le Sénégal ou le Burkina Faso, Il a été détecté dans l'île de la Réunion en 1997, On le retrouve également au Maroc et dans les îles Canaries, avec le TYLCSV (**Blancard, 2013;2021**).

Ce virus sévit aussi en Italie, Sicile et Sardaigne (depuis la fin des années 1980), ainsi qu'en Calabre (depuis 1991) (**Blancard, 2013;2021**).

En Espagne, l'Andalousie est particulièrement atteinte depuis 1993 par le TYLCSV, puis également par le TYLCV, Son extension progresse ; des dégâts ont été signalés en 1995 à Murcia et Alicante, puis au Portugal dans la région de l'Algarve (**Blancard, 2013;2021**).

Le TYLCV ou d'autres espèces virales sont également signalés, entre autres, en Europe de l'Est, en Asie (Iran, Turkménistan, Chine, Népal, Thaïlande, Taiwan, Japon...) et en Australie,

Le TYLCV semble avoir atteint le continent américain : République dominicaine (1997), Cuba (1998), Floride (1999), Jamaïque (1999), Mexique (1999), Guadeloupe (2001)

Il a été ponctuellement détecté en France à partir de la fin des années 1990 (**Blancard, 2013;2021**).

C'est en Camargue, en 1999, que le premier foyer a été identifié, consécutif à l'introduction de plants originaires d'Espagne, Il est maintenant durablement installé dans les Pyrénées-Orientales, où on le retrouve dans les plantes sauvages à l'extérieur des abris (**Blancard, 2013;2021**).

Plusieurs facteurs ont fortement contribué à la dissémination du TYLCV de par le monde :

- les caractéristiques de l'aleurode vectrice de ce Begomovirus, *Bemisia tabaci* (divers biotypes), aleurode très polyphage parasitant au moins 500 espèces végétales, et dont les niveaux de population sont souvent très élevés ;
- la sensibilité des variétés de tomate cultivées et la continuité des productions ;
- la migration des aleurodes virulifères, à partir de vieilles cultures de tomate ou d'autres espèces végétales sensibles vers des plantations récentes ;
- la commercialisation à grande échelle de plants de tomate infectés.

Les pertes économiques occasionnées par le TYLCV sont souvent très importantes dans les pays où il sévit (**Blancard, 2013;2021**).

Plusieurs études mettent en évidence des chutes de rendement dépassant les 50 %, voire 60 %, par rapport aux témoins non infectés, Si les attaques sont très précoces, la récolte peut être

entièrement compromise (**Blancard, 2013;2021**).

Le TYLCV (figure 1) n'est pas un virus d'apparition récente puisque ses premières attaques sur tomate ont été rapportées en Palestine en 1939, Il semble avoir été disséminé à partir de plants infectés ou à la suite de la migration de son insecte vecteur : *Bemisia tabaci*. (**Blancard, 2013;2021**).

L'émergence du syndrome yellow leaf curl, dans de nombreux pays, a donné lieu à la description de plusieurs souches de TYLCV dans un premier temps : TYLCV-Ch (Chine), TYLCV-Is (Israël, comprenant aussi des souches d'Égypte et du Liban), TYLCV-Ng (Nigeria), TYLCV-Sar (Sardaigne), TYLCV-SSA (Southern Saudi Arabia), TYLCV-Tz (Tanzanie), TYLCV-Th (Thaïlande), et TYLCV-Ye (Yémen) (**Blancard, 2013;2021**).

D'autres espèces virales sont associées au syndrome des feuilles jaunes en cuillère (yellow leaf curl) et il y a fort à parier que d'autres espèces seront décrites, ayant pour conséquence une évolution permanente de la situation des Begomovirus sur tomate et probablement de la taxonomie de ces virus (**Blancard, 2013;2021**).

Les virions de TYLCV sont présents dans les noyaux des cellules des parenchymes foliaires, Ils sont géminés, anguleux, et mesurent environ 20-30 nm de diamètre (figure 1) (**Blancard, 2013;2021**).

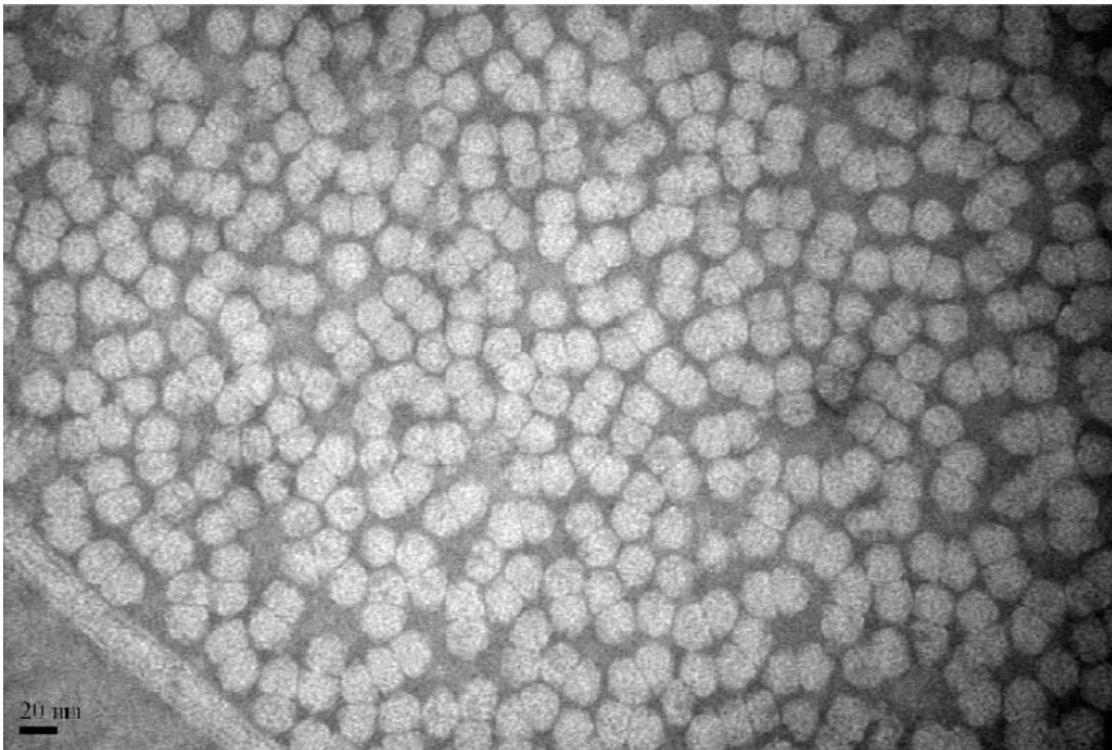


Figure 1: Micrographie électronique du virus purifié de l'enroulement des feuilles jaunes de la tomate (TYLCV). Barre = 20 nm.(Xie and *al.*, 2013)

I.3.3.5.2. Symptômes

La croissance ralentie voire bloquée, l'aspect chétif et buissonnant des plantes à cause du développement de nombreux rameaux axillaires, la réduction de la longueur des entre-nœuds, Dans le cas d'infections précoces, elles restent naines et ne produisent pas de fruits, les feuilles s'incurvant progressivement vers le haut du limbe, lui conférant l'apparence d'une cuillère **(Blancard, 2013;2021)**.

Jaunissement internervaire plus ou moins intense du limbe qui a tendance à durcir, et parfois à prendre une coloration violacée notamment au niveau des nervures en relief sous les folioles, Chute des fleurs, les fruits souvent peu nombreux et petits **(Blancard, 2013;2021)**.

Confusions possibles : maladie à phytoplasmes, phytotoxicité, etc.

Signes : aucun signe visible, confirmer l'éventuelle présence d'aleurodes. **(Blancard, 2013;2021)**.

I.3.3.5.3. Conservation

se maintient sur une gamme d'hôtes plutôt diversifiée affectant surtout la tomate ainsi que quelques autres Solanacées cultivées ou non (tabac, plus sporadiquement poivron, *Datura stramonium* et *Solanum nigrum*), mais aussi d'autres hôtes naturels potentiels appartenant à d'autres familles botaniques : haricot, *Eustoma grandiflorum* (syn. *Lisianthus russelianus*), *Malva parviflora*, *M. nicaensis*, *Cynanchum acutum*, *Euphorbia pulcherrima*, *E. heterophylla*, *Dittrichia viscosa* (syn. *Innula viscosa*), *Nicandra physaloides*, *Achyranthes aspera*, *Amaranthus* sp., *Sonchus oleraceus*, *Plantago* sp., *Mercurialis annua*, etc. **(Blancard, 2013;2021)**.

I.3.3.5.4. Transmission

Elle est par l'aleurode *Bemisia tabaci* selon le mode persistant circulant l'insecte polyphage très répandu dans toutes les zones tropicales et subtropicales, Notons que plusieurs biotypes de *B. tabaci* ont été décrits **(Blancard, 2013;2021)**.

Ce sont essentiellement les adultes qui assurent la dissémination du TYLC, Pas transmis par contact entre plantes, ni par la graine **(Blancard, 2013;2021)**.

I.4. Vecteurs

I.4.1. *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae)

I.4.1.1. Histoire et Description

Bemisia tabaci (Fig. 2) est l'un des ravageurs agricoles et horticoles les plus importants sur le plan économique au

monde, en partie en raison de son adaptabilité, de sa gamme extrême de plantes hôtes et de sa capacité à véhiculer plus de 110 plantes virus pathogènes (Malumphy et al., 2017).



Figure 2: *Bemisia tabaci* adulte (Fera.co.uk, 2022)

Ce n'est pas une espèce unique mais un complexe de nombreux taxons qui ne se distinguent qu'au niveau moléculaire et la taxonomie n'a pas encore été résolue (Malumphy et al., 2017).

Ceci est important car différents « biotypes » ou « espèces » au sein du complexe varient en termes de caractéristiques biologiques telles que les préférences d'hôte, la capacité à véhiculer des virus et la résistance aux pesticides (Malumphy et al., 2017).

Jusque dans les années 1980, *B. tabaci* était considéré comme un ravageur des grandes cultures dans les régions tropicales et subtropicales, mais il est maintenant largement distribué sous serre dans les zones tempérées, y compris la majeure partie de l'Europe (Malumphy et al., 2017).

Il n'est pas établi au Royaume-Uni mais il pourrait s'établir dans des environnements protégés, où il a le potentiel d'être un ravageur majeur, en particulier des cultures de salades sous serre telles que la tomate et le concombre (Malumphy et al., 2017).

Cela est dû au risque de transmission de virus tels que le virus de l'enroulement des feuilles jaunes de la tomate (TYLCV) (Malumphy et al., 2017).

I.4.1.2. Distribution géographique

Bemisia tabaci est peut-être originaire d'Inde, mais les preuves ne sont pas concluantes et il est maintenant cosmopolite (Malumphy et al., 2017).

Cependant, certaines zones en Europe sont encore exemptes de *B. tabaci*, par ex. Finlande, Suède, République d'Irlande et Royaume-Uni. Sweden, Republic of Ireland and the UK (Malumphy et al., 2017).

I.4.1.3. Morphologie

Les adultes de *Bemisia tabaci* (Fig. 2) mesurent environ 1 mm de long, le mâle est légèrement plus petit que la femelle, Le corps et les deux paires d'ailes sont recouverts d'une sécrétion blanche, poudreuse et cireuse, Les ailes sont maintenues en forme de tente au-dessus du corps et légèrement écartées, de sorte que le corps jaune est apparent (**Malumphy et al., 2017**).

Les œufs (Fig. 5) sont ovales, de couleur brun pâle, avec un pédoncule à la base, d'environ 0,2 mm de long, Ils sont posés au hasard, soit individuellement, soit en épars petits groupes, sur la face inférieure des feuilles, bien qu'ils puissent être disposés en cercles partiels sur des feuilles lisses, par ex. sur Ficus (**Malumphy et al., 2017**).

Les premiers stades larvaires sont des écailles jaune-blanc, 0,3-0,6mm de long, Le quatrième stade larvaire (Fig. 3), connu sous le nom de puppe ou nymphe, est ovale, se rétrécit vers l'arrière et mesure environ 0,7 mm de long (**Malumphy et al., 2017**).

Sur une feuille lisse, le puparium n'a pas de soies dorsales élargies, mais si la feuille est poilue ou densément couverte d'aleurodes, deux à huit longues soies dorsales sont présentes. (**Malumphy et al., 2017**).



Figure 3: Puppe ou nymphe de l'aleurode du tabac (A) et adulte (B)

(Fera.co.uk, 2022)



Figure 4: Pupa de *Bemisia tabaci* (Fera.co.uk, 2022)



Figure 5: Oeufs de *Bemisia tabaci* (Fera.co.uk, 2022)

I.4.1.4. Cycle de vie

Tous les aleurodes ont six stades de développement : l'œuf, quatre stades larvaires et l'adulte. Chaque femelle pond jusqu'à 160 œufs sur la face inférieure des feuilles. L'éclosion a lieu après 5 à 9 jours à 30°C selon l'espèce hôte et l'humidité (Malumphy et al., 2017).

Le premier stade ou « rampant » est plat, ovale et semblable à une écaille, et est le seul stade larvaire mobile (Malumphy et al., 2017).

Il se déplace vers un lieu d'alimentation approprié où il mue et devient fixé tout au long des stades larvaires restants (Malumphy et al., 2017).

Les trois premiers stades nymphaux durent 2 à 4 jours chacun, tandis que le quatrième stade larvaire ou nymphose dure environ 6 jours, en fonction de la température (Malumphy et al., 2017).

L'adulte émerge par une rupture en forme de 'T' dans le boîtier nymphal et déploie ses ailes avant de se saupoudrer de cire des glandes de l'abdomen (Malumphy et al., 2017).

L'accouplement commence 12 à 20 heures après l'émergence et a lieu plusieurs fois au cours de la vie de l'adulte (Malumphy et al., 2017).

Une femelle peut vivre 60 jours, bien que la vie du mâle est généralement beaucoup plus courte, étant comprise entre 9 et 17 jours, Jusqu'à 15 générations peuvent se produire en un an (**Malumphy et al., 2017**).

I.5. Les Pucerons

I.5.1. Description des pucerons

Les pucerons sont de petits insectes au corps mou avec de longues pièces buccales minces qu'ils utilisent pour percer les tiges, les feuilles et d'autres parties tendres de la plante et aspirer les fluides (Fig. 6) (**Flint, 2013**)

Presque chaque plante a une ou plusieurs espèces de pucerons qui s'en nourrissent occasionnellement et de nombreuses espèces de pucerons sont difficiles à distinguer les unes des autres ; cependant, la gestion de la plupart des espèces de pucerons est similaire (**Flint, 2013**).

Les pucerons ont un corps mou en forme de poire avec de longues pattes et des antennes et peuvent être verts, jaunes, bruns, rouges ou noirs selon les espèces et les plantes dont ils se nourrissent (**Flint, 2013**).

Quelques espèces apparaissent cireuses ou laineuses en raison de la sécrétion d'une substance cireuse blanche ou grise sur la surface de leur corps (**Flint, 2013**).

La plupart des espèces ont une paire de structures en forme de tube appelées cornicules qui se projettent vers l'arrière hors de l'extrémité arrière de leur corps (**Flint, 2013**).

La présence de cornicules distingue les pucerons de tous les autres insectes (**Flint, 2013**).

Généralement, les pucerons adultes sont sans ailes, mais la plupart des espèces se présentent également sous des formes ailées, en particulier lorsque les populations sont élevées ou au printemps et à l'automne (**Flint, 2013**).

La capacité de produire des individus ailés fournit au ravageur un moyen de se disperser vers d'autres plantes lorsque la qualité de la source de nourriture se détériore (**Flint, 2013**).

Bien qu'ils puissent être isolés, les pucerons se nourrissent souvent en groupes denses sur les feuilles ou les tiges (Flint, 2013).

Contrairement aux cicadelles, aux punaises et à certains autres insectes qui pourraient être confondus avec eux, la plupart des pucerons ne se déplacent pas rapidement lorsqu'ils sont dérangés (Flint, 2013).

I.5.2. Le Cycle de vie

Les pucerons ont plusieurs générations par an, la plupart des pucerons du climat doux de la Californie se reproduisent de manière asexuée pendant la majeure partie ou toute l'année, les femelles adultes donnant naissance à une progéniture vivante - souvent jusqu'à 12 par jour - sans s'accoupler (Flint, 2013).

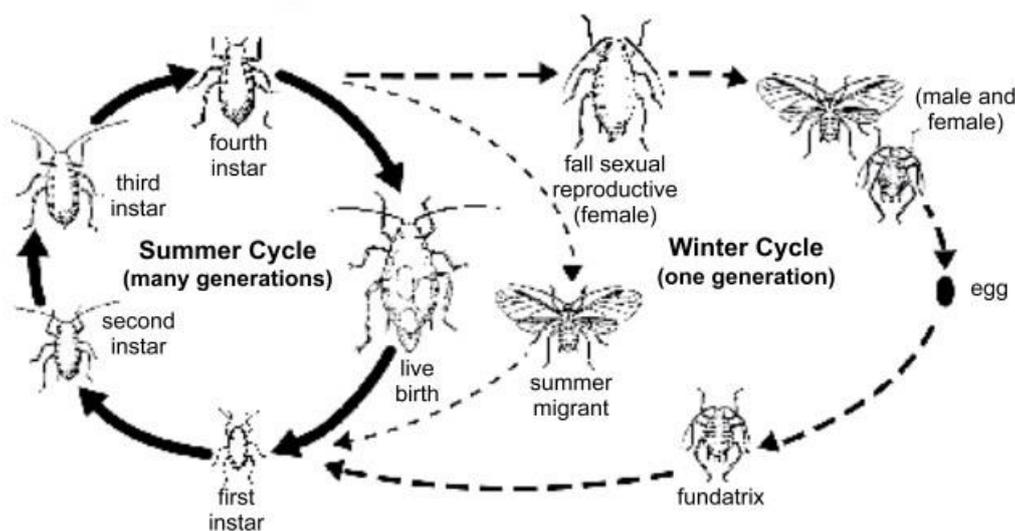


Figure 6: Cycle de vie général des pucerons (ipm.ucdavis.edu, 2022)

Les jeunes pucerons sont appelés nymphes, Ils muent et perdent leur peau environ quatre fois avant de devenir adultes, Il n'y a pas de stade nymphal (Flint, 2013).

Certaines espèces produisent des formes sexuées qui s'accouplent et produisent des œufs en automne ou en hiver, offrant un stade plus robuste pour survivre aux intempéries et à l'absence de feuillage sur les plantes à feuilles caduques (Flint, 2013).

Dans certains cas, les pucerons pondent ces œufs sur un hôte alternatif, généralement une plante vivace, pour survivre à l'hiver, lorsque le temps est chaud, de nombreuses espèces de pucerons peuvent passer de la nymphe nouveau-née à l'adulte reproducteur en sept à huit jours, Parce que chaque puceron adulte peut produire jusqu'à 80 descendants en une semaine, les populations de pucerons peuvent Augmenter très rapidement (Flint, 2013).

La reproduction asexuée a lieu pendant la majeure partie de l'année (cycle d'été). Certaines espèces de pucerons produisent une génération d'individus sexués qui produisent des œufs hivernants, comme le montre le cycle hivernal (**Flint, 2013**).

I.5.3. Nuisibilité

Un nombre faible à modéré de pucerons qui se nourrissent de feuilles ne causent généralement pas de dommages dans les jardins ou sur les arbres (**Flint, 2013**).

Cependant, de grandes populations peuvent jaunir les feuilles et rabougir les pousses; les pucerons peuvent également produire de grandes quantités d'un exsudat collant connu sous le nom de miellat, qui devient souvent noir avec la croissance d'un champignon de la fumagine (**Flint, 2013**).

Certaines espèces de pucerons injectent une toxine dans les plantes, ce qui provoque l'enroulement des feuilles et déforme davantage la croissance, Quelques espèces provoquent des formations de galles (**Flint, 2013**).

Les pucerons peuvent transmettre des virus de plante à plante sur certaines plantes potagères et ornementales, La courge, le concombre, la citrouille, le melon, le haricot, la pomme de terre, la laitue, la betterave, la bette à carde et le bok choy sont des cultures souvent associées à des virus transmis par les pucerons, Les virus marbrent, jaunissent ou enroulent les feuilles et retardent la croissance des plantes (**Flint, 2013**).

Bien que les pertes puissent être importantes, elles sont difficiles à prévenir en contrôlant les pucerons, car l'infection se produit même lorsque le nombre de pucerons est très faible ; il ne faut que quelques minutes au puceron pour transmettre le virus, alors qu'il faut beaucoup plus de temps pour le tuer avec un insecticide (**Flint, 2013**).

Quelques espèces de pucerons attaquent des parties de plantes autres que les feuilles et les pousses, Le puceron de la laitue est un habitant du sol qui attaque les racines de laitue au printemps et en été, provoquant le flétrissement et parfois la mort des plants de laitue, À l'automne, cette espèce se déplace souvent vers les peupliers, où elle hiberne au stade de l'œuf et produit des galles foliaires au printemps (**Flint, 2013**).

Le puceron lanigère du pommier infeste les parties ligneuses des racines et des branches du pommier, souvent près des plaies d'élagage, et peut causer le dépérissement général de l'arbre si les racines sont infestées pendant plusieurs années, De fortes infestations de pucerons du collet et des racines sur les carottes peuvent affaiblir les sommets, les faisant s'arracher lors de la récolte des carottes (**Flint, 2013**).

I.5.4. Genres des pucerons

Le puceron vert du pêcher (*Myzus persicae*) est le puceron le plus répandu dans le jardin potager, avec plus de 500 plantes hôtes.

Les adultes sont vert jaunâtre ou rougeâtre, avec trois lignes sombres sur le dos, on le trouve souvent sur les légumes (en particulier la pomme de terre), les arbres fruitiers (cerisier et prunier) et les plantes ornementales, notamment l'œillet, le chrysanthème, le lierre anglais, l'iris, le lys, le coquelicot, la rose, le muflier, la tulipe et la violette.



Figure 7 : Puceron vert du pêcher sur une feuille de pomme de terre (hort.extension.wisc.edu, 2018)

Le puceron du chou (*Brevicoryne brassicae*) est un petit puceron gris-vert avec une couverture poudreuse et cireuse, trouvé en grappes denses sur la face inférieure des feuilles (**Mahar, 2018**). Le brocoli est fréquemment infesté, les autres hôtes comprennent le chou, le chou-fleur, les choux de Bruxelles, le chou-rave, le chou vert, le chou frisé et le radis.

Le puceron du melon ou du cotonnier (*Aphis gossypii*) est un très petit puceron vert foncé avec des cornicules noires (**Mahar, 2018**).

On le trouve sur tous les légumes domestiques courants, en particulier les melons.

Le puceron du laurier-rose (*Aphis nerii*) est un puceron jaune vif introduit qui infeste les asclépiades et quelques autres plantes.



Figure 8: Pucerons de laurier-rose, *Aphis nerii*, sur l'asclépiade (hort.extension.wisc.edu, 2018)

Le puceron de la pomme de terre (*Macrosiphum euphorbiae*) est un vecteur de virus et de mosaïques de la pomme de terre et de la tomate.

Il s'attaque à de nombreuses plantes de jardin et d'ornement ainsi qu'aux mauvaises herbes.

Fait intéressant, ce puceron utilise les cannes de rose à l'automne et éclot au printemps en pucerons roses et verts qui se nourrissent de boutons de rose et de jeunes feuilles. Au début de l'été, les pucerons migrent vers d'autres plantes hôtes.

Le puceron du rosier (*Macrosiphum rosae*) est une espèce à hôte limité commune à toutes les roseraies (Mahar, 2018).

Les adultes sont vert clair à rose avec des appendices noirs.

Le puceron lanigère du pommier (*Eriosoma lanigerum*) se nourrit de l'écorce et des racines du pommier, provoquant la formation d'une galle enflée sur les tiges où les pucerons se sont nourris. Ils produisent également des filaments cireux sur l'abdomen, créant un aspect laineux (Mahar, 2018).

Tableau III. Pucerons communs sur les légumes et les fleurs (Flint, 2013).

Nom commun	Nom scientifique	Hôtes communs
Puceron du haricot 	<i>Aphis fabae</i>	Légumineuses, diverses plantes ornementales ligneuses et fleurs
Puceron du chou 	<i>Brevicoryne brassicae</i>	Cultures de choux et autres plantes de la famille de la moutarde
Puceron vert du pêcher 	<i>Myzus persicae</i>	Poivrons, épinards, tomates, cucurbitacées, carottes, laitue, légumineuses, maïs, fleurs, prunier à fleurs et fruits à noyau
Puceron du melon (coton)	<i>Aphis gossypii</i>	Cucurbitacées, carottes,

		<p>agrumes, nombreuses fleurs et diverses plantes ornementales de paysage boisé</p>
<p>Puceron de la pomme de terre</p> 	<p><i>Macrosiphum euphorbiae</i></p>	<p>Pomme de terre, épinards, laitue, tomate et bien d'autres</p>

I.6. Lutte Biologique

I.6.1. Généralités sur le Lierre

Aux fleurs en ombelles, comme la carotte sauvage, le lierre grimpant (Fig.9) est une plante de la famille des Araliacées qui se fixe sur un support vertical selon ce qu'elle a à disposition, Du latin haerere « être attaché » et elein « s'enrouler », Hedera helix porte ainsi bien son nom (**Hoffmann, 2021**).

Privilégiant les supports auxquels le lierre peut grimper, cette liane arborescente peut atteindre les trente mètres de haut, cent mètres de long et se fixe à l'aide de petits crampons, Ses feuilles persistantes possèdent de 3 à 5 lobes triangulaires qui ont la caractéristique de changer de forme avant la floraison, sur les rameaux fertiles, quand la plante devient reproductrice (**Hoffmann, 2021**).

Les fleurs, hermaphrodites, apparaîtront selon les endroits de fin août à fin octobre ce qui place le lierre dans la catégorie des plantes les plus tardives en la matière, Les baies qui suivront les fleurs apparaissent alors de novembre à juin de l'année d'après et sont à leur maturité aux alentours du mois de janvier (**Hoffmann, 2021**).

Enfin, plante grimpante particulièrement efficace, le lierre va se déployer au petit bonheur la chance jusqu'à ce que ses petites racines, faisant office de crampons, trouvent une accroche et s'y fixent, Ces racines se lignifient alors tout en gonflant légèrement pour affermir leur prise, Ces mêmes racines sont pourvues de poils microscopiques qui vont alors sécréter une substance

adhésive, avant d'eux-mêmes se solidifier en se vrillant sur eux-mêmes, finissant d'établir une prise remarquablement efficace (**Hoffmann, 2021**).



Figure 9: Lierre Plante d'extérieur (Common ivy) (avelyn, 2006)

Matériel et méthodes

II.1. Lieu de stage :

Notre étude est réalisée dans la station de l'Institut Technique des Cultures Maraîchères et Industrielles (ITCMI) de la région de staoueli sur une période de 3 mois allant de mars à juin 2022

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

II.2. Objectifs de l'étude

Cette recherche porte sur l'identification des vecteurs du virus TYLC sur les solanacées et aussi pour essayer de trouver une solution biologique avec l'utilisation d'un biopesticide à base de lierre à ces vecteurs pour arrêter la propagation de ce virus

Essais de reproduction de symptômes du TYLC par pucerons qui ne sont pas reconnus comme vecteurs du virus et cela par inoculation biologique

II.3. Stations d'études

L'institut technique des cultures maraîchères et industrielles (ITCMI), établissement à vocation scientifique et technique, est chargé de la promotion et du développement des cultures maraîchères et industrielles.

Il compte un effectif de 300 personnes (41 cadres, 49 agents chargés de la maîtrise et 210 agents chargés de l'exécution).

➤ Missions

- La production du matériel végétal de base à hautes performances pour produire en qualité et quantité les générations de pré-base et base des variétés sélectionnées par les activités nationales de recherche adaptative développement.
- L'appui à la production afin de permettre aux producteurs de promouvoir l'utilisation des technologies performantes développées dans le pays et ce, par le biais des fonctions vulgarisation et diffusion de l'institut.
- L'animation de la profession pour favoriser l'émergence d'une base professionnelle représentative des producteurs spécialisés en cultures maraîchères et industrielles.

➤ Organisation

L'institut est composé de deux structures: Structure centrale (siège) constituée d'un secrétariat général, de 5 départements eux-mêmes organisés en 13 services dont les laboratoires de technologie in-vitro et défense des cultures.

- Les feuilles récoltées doivent présenter deux critères :
 - Présence de vecteurs (*Bemisia tabaci*) ainsi que d'autres parasites (pucerons)
 - Présence de symptômes type de TYLC à savoir :

Croissance ralentie voire bloquée, aspect chétif et buissonnant des plantes, réduction de la longueur des entre-nœuds.

Dans le cas d'infections précoces, elles restent naines et ne produisent pas de fruits

Folioles, feuilles s'incurvant progressivement vers le haut du limbe, lui conférant l'apparence d'une cuillère (Fig. 11).



Figure 11: Enroulement des feuilles dans la serre de piment (Original, 2022)

Jaunissement internervaire plus ou moins intense du limbe qui a tendance à durcir, et parfois à prendre une coloration violacée notamment au niveau des nervures en relief sous les folioles

Chute des fleurs, fruits souvent peu nombreux et petits (Fig. 12).



Figure 12: Jaunissement des feuilles d'aubergine dans la serre (Original, 2022)

Une fois ramenés au laboratoire, les feuilles sont observées sous loupe binoculaire (Fig. 13), puis les pucerons collectés ont été conservés dans des tubes à essai contenant de l'éthanol à 70°C jusqu'à leur identification.

Enfin, les pucerons et la mouche blanche sont mis dans des boites de pétri afin d'effectuer un comptage des individus pour chaque espèce d'aphide (Fig. 14).



Figure 13: L'analyse sous loupe binoculaire (Original, 2022)



Figure 14 : Comptage des individus pour chaque espèce d'aphide (Original, 2022)

II.6. Identification des pucerons et *Bemisia tabaci*

L'identification des pucerons se fait par l'observation de certains caractères morphologiques, tels que : la forme, la couleur, 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 par M^{ème} ZERKAOUI ELFERRAN

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

L'espèce *Bemisia tabaci* a été identifiée au niveau de l'ITCMI

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

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 **Zaïme 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 : $AR(\%) = ni/N \times 100$

II.8. Étude de l'efficacité de transmission de TYLC

Cet essai concerne l'évaluation de l'efficacité de transmission du virus du TYLC ce qui est une propriété fondamentale des virus.

De ce fait, nous avons effectué l'essai de transmission par pucerons vecteurs (kerlan et Mevel, 1989), le nombre de plants de tomates utilisés est un pour chaque espèce de pucerons (Fig 15).



Figure 15 : Essai d'évaluation de l'efficacité de transmission du TYLC (Originale, 2022)

II.8.1. Transmission par pucerons vecteurs

Nous avons choisi les porteurs potentiels que nous avons trouvés dans les feuilles de plantes infestées et nous les avons mis sur les feuilles d'une plante saine et les vérifions quotidiennement pour tout développement de symptôme

II.9. Essai de lutte biologique par purin de lierre

II.9.1. Préparation de purin de lierre

250g de feuilles de lierre, sont coupées grossièrement et macérées dans 2.5 l d'eau de pluie, dans un contenant en plastique (A).

Le mélange est recouvert d'un linge blanc car le lierre contient de la saponine qui remonte

La durée de macération est de 5 à 10 jours (23 mai 2022 au 01 juin 2022), selon la chaleur ambiante environ 27°C (C).

Durant cette période nous arrêtons la macération une fois des bulles de fermentation disparaissent (B).

Quand la macération ne forme plus de bulles lorsqu'on la remue, cela signifie que la fermentation est achevée.

Après arrêt de la macération le mélange est filtré à l'aide d'une passoire en bois pour éliminer les plus grosses particules (D).

Le filtrat biologique obtenu a été stocké dans une bouteille en verre étiquetée et datée puisque la préparation se conserve quelques mois (E) (Jardinage.lemonde.fr).



C



E



Figure 16: Photographie qui montre la préparation de purin de lierre (Original, 2022)

- A. 1^{er} jour de macération
- B. (Gauche) 2eme jour de macération
(Droite) 3eme jour de macération
- C. Bidon de purin de lierre recouvert d'un voile blanc
- D. Etape de filtration du purin de lierre
- E. La bouteille en verre de filtrat biologique

II.9.2. Préparation de dilutions et pulvérisations

La dilution a été faite en utilisant 2,5 litres d'eau de volume avec 250g de masse de feuilles de lierre Nous l'avons dilué pour la dose 1 (D_1) à une concentration de 25 mg/ml (125ml De purin avec 375ml de l'eau distillée) et la 2ème dilution (D_2) était a une concentration de 50mg/ml (250ml de purin avec 250ml de l'eau distillée) Pour la troisième dose (D_3) à une concentration de 75mg/ml nous avons utilisé (375ml de purin avec 125ml d'eau distillée), Ceux-ci ont été appliqués directement sur du papier Whatman dans une boîte de Pétri pour la méthode de contact, et la méthode d'inhalation celui-ci sera pulvérisés directement sur les pucerons dans une boîte de Pétri fermée avec du parafilm pour les deux méthodes (Annexes).



Figure 17: Préparation des dilutions du purin de lierre (Original, 2022)

II.9.3. Preparation de l'insecticide (STARKLE 20SG)

➤ Mode opératoire

C'est recommandé par le fabricant d'utiliser 10 grammes avec 16 litres d'eau comme dose spécialisée pour les aleurodes et les pucerons nous avons donc pris cela et utilisé 1 gramme pour 1,6 litre puisque nous appliquons sur un petit nombre d'individus par rapport aux serres. L'utilisation de ce pesticide est même méthode utilisée pour le purin de lierre.



Figure 18 : Poudre de l'insecticide STARKLE 20SG (Original, 2022)

II.9.4. Exploitations des résultats et détermination de la dose létale DL₅₀

- **Evaluation de mortalité**

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 :

$$\text{MO (\%)} = \text{Nombre d'individus morts} / \text{Nombre total d'individus} \times 100$$

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'Abbott (1925) :

$$\text{MC (\%)} = \text{M2-M1} / \text{100-M1} \times 100$$

M1 : Pourcentage de mortalité observée chez le témoin.

M2 : Pourcentage de mortalité observée chez les traités.

MC : Mortalité corrigée.

- **Calcul de DL₅₀**

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.)

Résultats

III.1. Résultats globaux dans le cas de l'étude de vecteurs des virus de solanacées

Dans cette étude qui a duré 3 mois à partir de mars jusqu'à Juin nous étions intéressés à la recherche des vecteurs du TYLC un virus des solanacées dans la région de staoueli et les résultats sont conjugués comme suit :

III.1.1. Taux d' infestation

Ce paramètre aidera au calcul du pourcentage de pucerons qui étaient présents dans les feuilles étudiées des serres provenant de plantes fruitières.

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

Station	Nombre de Feuille	Nombre de feuilles échantillonnées	Nombre des Feuilles infestées	Taux d'infestation (%)
Staoueli		130	40	30.8 %
Zeralda		40	10	25 %
Total		170	50	29.4 %

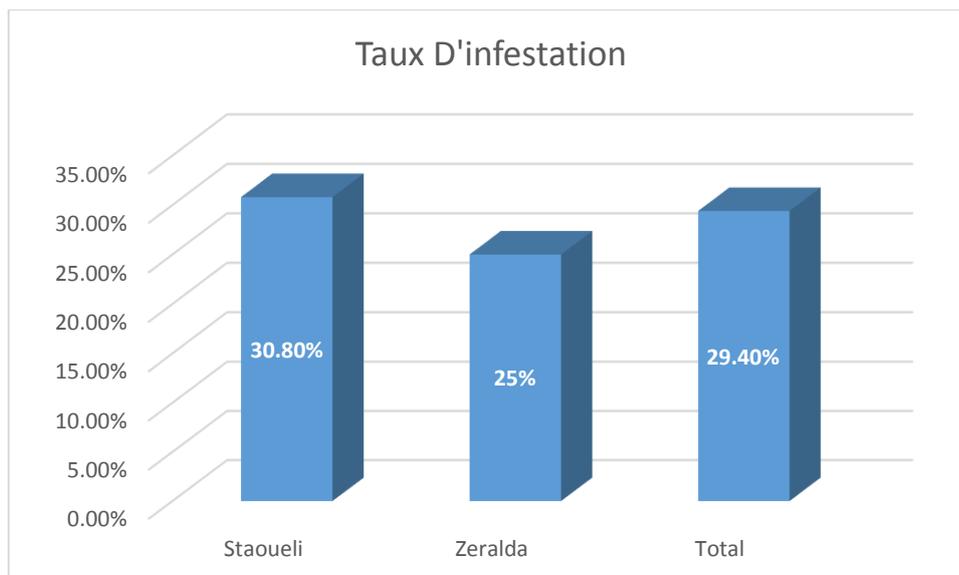


Figure 19: Taux d'infestation par les pucerons et aleurodes

III.1.2. Résultats de l'identification :

Après l'utilisation des clés de Leclant nous avons trouvé 2 espèces de pucerons et 1 espèce de mouche blanche a savoir :

- *Aphis gossypi* (Fig. 20) : (à gauche)
- *Myzus persicae* (Fig. 20) : (à droite)
- *Bemisia Tabaci* (Silverleaf whitefly) (Fig. 21)



Figure 20: (à gauche) *Aphis gossypi* (G x40) (à droite) *Myzus persicae* (G x40)

(Original, 2022)



Figure 21: *Bemisia tabaci* (Original, 2022)

III.1.3. Répartition des vecteurs identifiés

Pour les 2 espèces de pucerons *Aphis gossypi* a été trouvé dans les deux stations étudiées dans les serres de (Aubergine, Piment, Tomates), *Myzus persicae* a été trouvé dans une station présente dans ces serres de (aubergine, piment) *Bemisia tabaci* était présent dans une station en serre d'aubergine uniquement.

Tableau V. Répartition des espèces de vecteurs trouvées par station d'étude

Stations Espèces	Staoueli	Zeralda
<i>Aphis gossypi</i>	+	+
<i>Myzus persicae</i>	+	-
<i>Bemisia tabaci</i>	+	-

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

III.1.4. Les effectifs totaux de dénombrement des espèces

Tableau VI. Les effectifs totaux des vecteurs par espèces trouvées au niveau des deux stations d'études

Espèces	<i>Aphis gossypii</i>	<i>Myzus persicae</i>	<i>Bemisia tabaci</i>	Total
Stations				
Staoueli	86	65	6	157
Zeralda	30	0	0	30
Région d'étude	116	65	6	187

Les plantes solanacées étaient peuplées de deux espèces de pucerons *Aphis gossypii* qui dominait à 116 individus et le deuxième *Myzus persicae* qui était à 65 individus et un espèce d'aleurodes *Bemisia tabaci* qui était la plus rare à 6 individus

III.1.5. La diversité faunistique des espèces

Aphis gossypii était l'espèce la plus dominante dans toutes les stations étudiées suivie de *Myzus persicae* et la moins présente était *Bemisia tabaci*.

Les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous

Tableau VII. Les proportions des principales espèces de vecteurs répertoriées dans les deux stations d'études.

Espèces \ Stations	<i>Aphis gossypii</i>		<i>Myzus persicae</i>		<i>Bemisia tabaci</i>	
	Ni	AR%	Ni	AR%	ni	AR%
Staoueli	86	55	65	41	6	4
Zeralda	30	100	0	0	0	0
Région d'étude	116	62	65	35	6	3

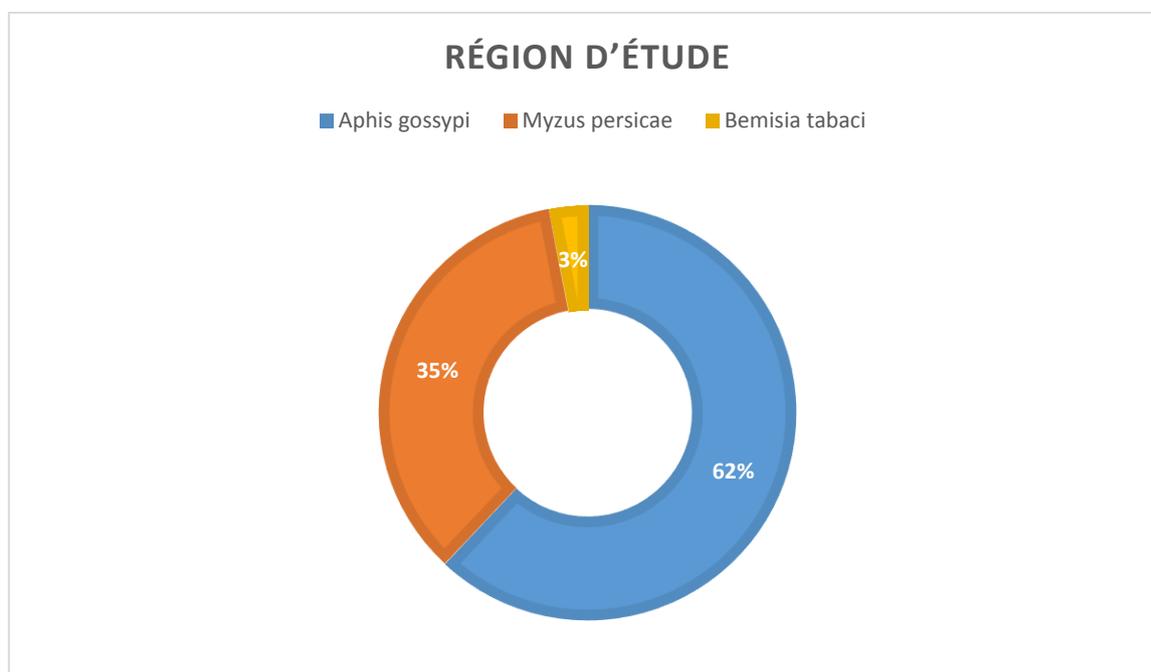


Figure 22: Répartitions des espèces de pucerons et aleurodes recensées dans la région d'étude

III.2. Résultats de l'efficacité de transmission du TYLC :

la plante hôte a présenté des symptômes de jaunissement et enroulement Après 10 jours d'exposition à des pucerons (Fig. 23)

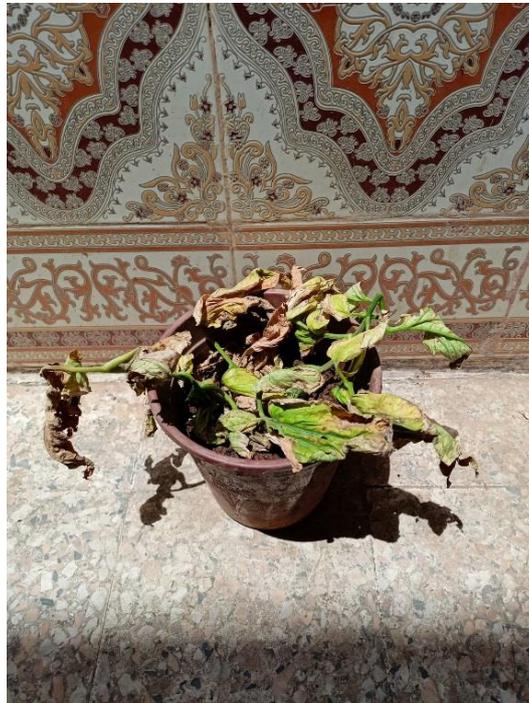


Figure 23: La dépression de la plante et le jaunissement et enroulement Après 10 jours d'exposition aux pucerons qui sont des porteurs potentiels (Original, 2022)

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

Nous avons utilisé 3 doses diluées et vérifié leur efficacité Par le nombre de vecteurs morts en 24h 48h 72h et calculer leur pourcentage de mortalité observée et calculer leur dose létale 50

III.3.1. Pourcentage de mortalité observée

Les résultats sont présentés ci-dessous

E₁= *Myzus persicae*

E₂= *Aphis gossypii*

Tableau VIII. Taux de mortalité observée chez les pucerons témoin et traités par méthode de contact avec 3 doses différentes au cours de vérification de 24h et 48h et 72h

Dose \ Temps	D ₁		D ₂		D ₃		D ₀		T	
	E ₁	E ₂								
TMO 24h	0	0	0	0	0	0	80%	70%	0	0
TMO 48h	30%	20%	40%	70%	70%	80%	100%	90%	0	0
TMO 72h	70%	80%	60%	90%	80%	90%	/	100%	0	0

TMO : taux de mortalité observée, Dose (D₁;D₂;D₃) : $(C_2=C_1V_1/V_2)$, T : Témoin (Echantillon seulment), Dose (D₀) : insecticide chimique (1g)

Tableau IX. Taux de mortalité observée chez les pucerons témoin et traités par méthode d'inhalation avec 3 doses différentes au cours de vérification de 24h et 48h et 72h

Temps \ Dose	D ₁ I		D ₂ I		D ₃ I		D ₀		T	
	E ₁	E ₂	E ₁	E ₂	E ₁	E ₂	E ₁	E ₂	E ₁	E ₂
TMO 24h	0	0	0	0	0	0	50%	60%	0	0
TMO 48h	10%	30%	40%	20%	30%	40%	80%	80%	0	0
TMO 72h	90%	80%	70%	90%	70%	70%	100%	90%	0	0

TMO : taux de mortalité observée, Dose (D₁;D₂;D₃) : $(C_2=C_1 V_1/V_2)$, T : Témoin (Echantillon seulment), Dose (D₀) : insecticide chimique (1g)

Tableau X. Taux de mortalité observée chez les aleurodes témoin et traités par méthode de contact avec 3 doses différentes au cours de vérification de 24h et 48h et 72h

Temps \ Dose	D1	D2	D3	D ₀	T
TMO 24h	0	0	0	100%	0
TMO 48h	100%	100%	100%		0
TMO 72h					100%

TMO : taux de mortalité observée, (D₁;D₂;D₃) : $(C_2=C_1 V_1/V_2)$, T : Témoin (Echantillon seulment), Dose (D₀) : insecticide chimique (1g)

Tableau XI. Taux de mortalité observée chez les pucerons témoin et traités (total) par méthode de contact avec 3 doses différentes au cours de vérification de 24h et 48h et 72h

Dose		D ₁	D ₂	D ₃	T
		E _T	E _T	E _T	E _T
Temps	TMO	0	0	0	0
	24h				
	TMO	25%	55%	75%	0
	48h				
	TMO	75%	75%	85%	0
	72h				

TMO : taux de mortalité observée, Dose (D₁;D₂;D₃) : (C₂=C₁V₁/V₂), T : Témoin (Echantillon seulement)

Tableau XII. Taux de mortalité observée chez les pucerons témoin et traités (total) par méthode d'inhalation avec 3 doses différentes au cours de vérification de 24h et 48h et 72h

Dose		D ₁ I	D ₂ I	D ₃ I	T
		E _T	E _T	E _T	E _T
Temps	TMO	0	0	0	0
	24h				
	TMO	20%	30%	35%	0
	48h				
	TMO	85%	80%	70%	0
	72h				

TMO : taux de mortalité observée, Dose (D₁;D₂;D₃) : (C₂=C₁V₁/V₂), T : Témoin (Echantillon seulement)

III.3.2. La conversion des effectifs de mortalité observée en probits

Tableau XIII. Les effectifs en probits de mortalité observée chez les pucerons témoin et traités par méthode de contact avec 3 doses différentes au cours de vérification de 24h et 48h et 72h.

Dose \ Temps	Log D ₁ (1.39 mg/ml)		Log D ₂ (1.69 mg/ml)		Log D ₃ (1.87 mg/ml)		T	
	E ₁	E ₂	E ₁	E ₂	E ₁	E ₂	E ₁	E ₂
TMO 24h	0	0	0	0	0	0	0	0
TMO 48h	4.48%	4.16%	4.75%	5.52%	5.52%	5.84%	0	0
TMO 72h	5.52%	5.84%	5.25%	6.28%	5.84%	6.28%	0	0

TMO : taux de mortalité observée, Dose (D₁;D₂;D₃) : (C₂=C₁V₁/V₂), T : Témoin (Echantillon seulment)

Tableau XIV. Les effectifs en probits de mortalité observée chez les pucerons témoin et traités par méthode de inhalation avec 3 doses différentes au cours de vérification de 24h et 48h et 72h

Dose \ Temps	Log D ₁ I (1.39 mg/ml)		Log D ₂ I (1.69 mg/ml)		Log D ₃ I (1.87 mg/ml)		T	
	E ₁	E ₂	E ₁	E ₂	E ₁	E ₂	E ₁	E ₂
TMO 24h	0	0	0	0	0	0	0	0
TMO 48h	3.72%	4.48%	4.75%	4.16%	4.48%	4.75%	0	0
TMO 72h	6.28%	5.84%	5.52%	6.28%	5.52%	5.52%	0	0

TMO : taux de mortalité observée, Dose (D₁;D₂;D₃) : (C₂=C₁V₁/V₂), T : Témoin (Echantillon seulment)

Tableau XV. Les effectifs en probits de mortalité observée chez les pucerons témoin et traités (total) par méthode de contact avec 3 doses différentes au cours de vérification de 24h et 48h et 72h

Temps \ Dose	Log D ₁ (1.39 mg/ml)	Log D ₂ (1.69 mg/ml)	Log D ₃ (1.87 mg/ml)	T
	E _T	E _T	E _T	E _T
TMO 24h	0	0	0	0
TMO 48h	4.33%	5.13%	5.67%	0
TMO 72h	5.67%	5.67%	6.04%	0

TMO : taux de mortalité observée, Dose (D₁;D₂;D₃) : (C₂=C₁V₁/V₂), T : Témoin (Echantillon seulement)

Tableau XVI. Les effectifs en probits de mortalité observée chez les pucerons témoin et traités (total) par méthode d'inhalation avec 3 doses différentes au cours de vérification de 24h et 48h et 72h

Temps \ Dose	Log D ₁ I (1.39 mg/ml)	Log D ₂ I (1.69 mg/ml)	Log D ₃ I (1.87 mg/ml)	T
	E _T	E _T	E _T	E _T
TMO 24h	0	0	0	0
TMO 48h	4.16%	4.48%	4.61%	0
TMO 72h	6.04%	5.84%	5.52%	0

TMO : taux de mortalité observée, Dose (D₁;D₂;D₃) : (C₂=C₁V₁/V₂), T : Témoin (Echantillon seulement)

III.3.3. La droite de régression et le calcul de la DL₅₀

Nous avons 6 graphiques qui montrent les résultats des tableaux au-dessus (XIII, XIV, XV, XVI) et permet de calculer les différents DL₅₀ pour chaque méthode et pour chaque espèce

➤ **Méthode de contact**

❖ **Pour *Aphis gossypi***

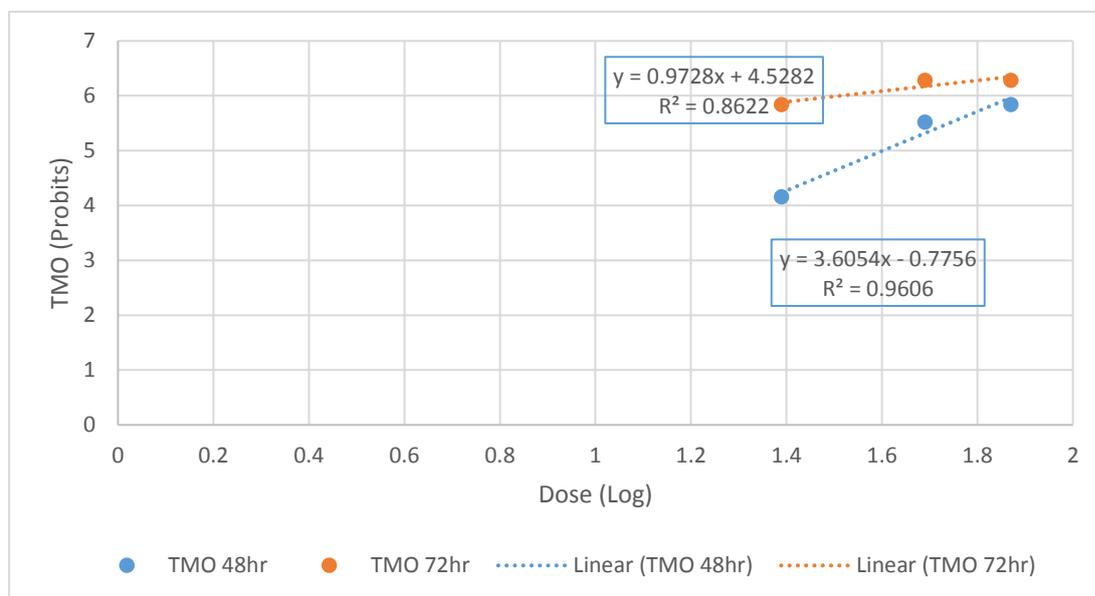


Figure 24: Taux de mortalité de *Aphis gossypi* en fonction de la concentration de purin de lierre en 48hr, 72hr

En 48hr la DL₅₀= **39.98mg/ml**

En 72hr la DL₅₀= **3.05mg/ml**

❖ Pour *Myzus persicae* :

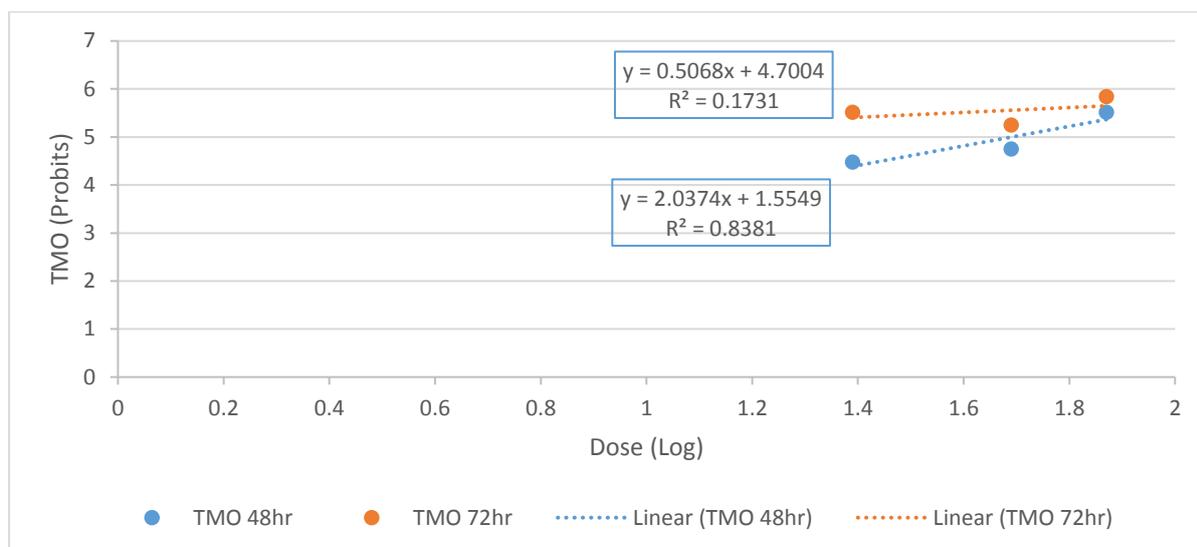


Figure 25: Taux de mortalité de *Myzus persicae* en fonction de la concentration de purin de lierre en 48hr, 72hr

En 48 hr la $DI_{50} = 49.08 \text{mg/ml}$

En 72 hr la $DI_{50} = 3.90 \text{mg/ml}$

➤ Méthode d'inhalation

❖ Pour *Aphis gossypi*

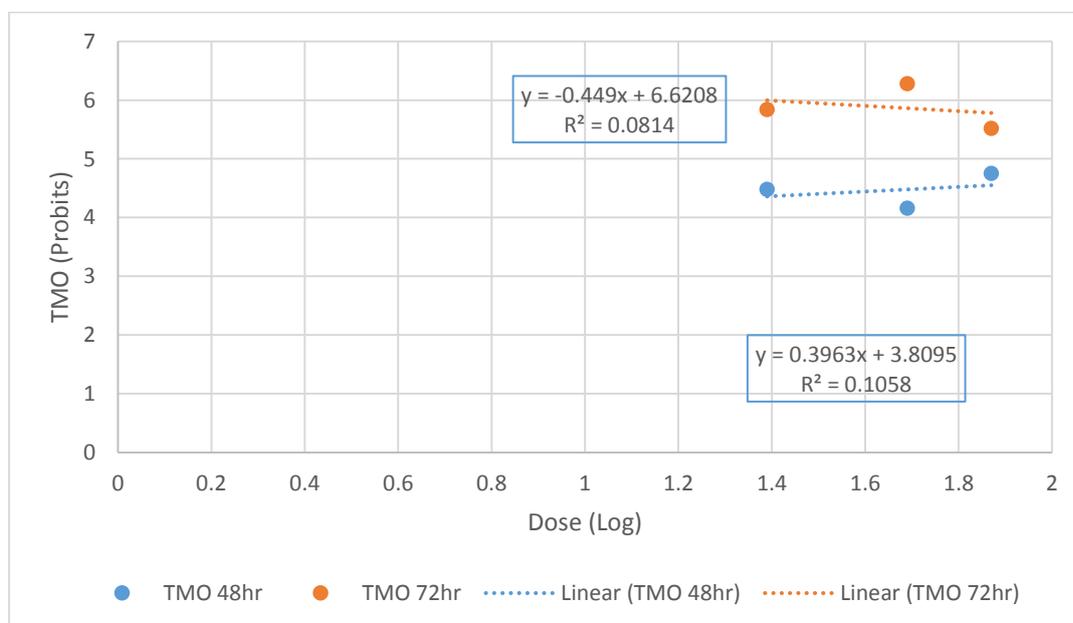


Figure 26: Taux de mortalité de *Aphis gossypi* en fonction de la concentration de purin de lierre en 48hr, 72hr

En 48hr la $DI_{50} = 1000\text{mg/ml}$

En 72hr la $DI_{50} = 3981\text{mg/ml}$

❖ Pour *Myzus persicae* :

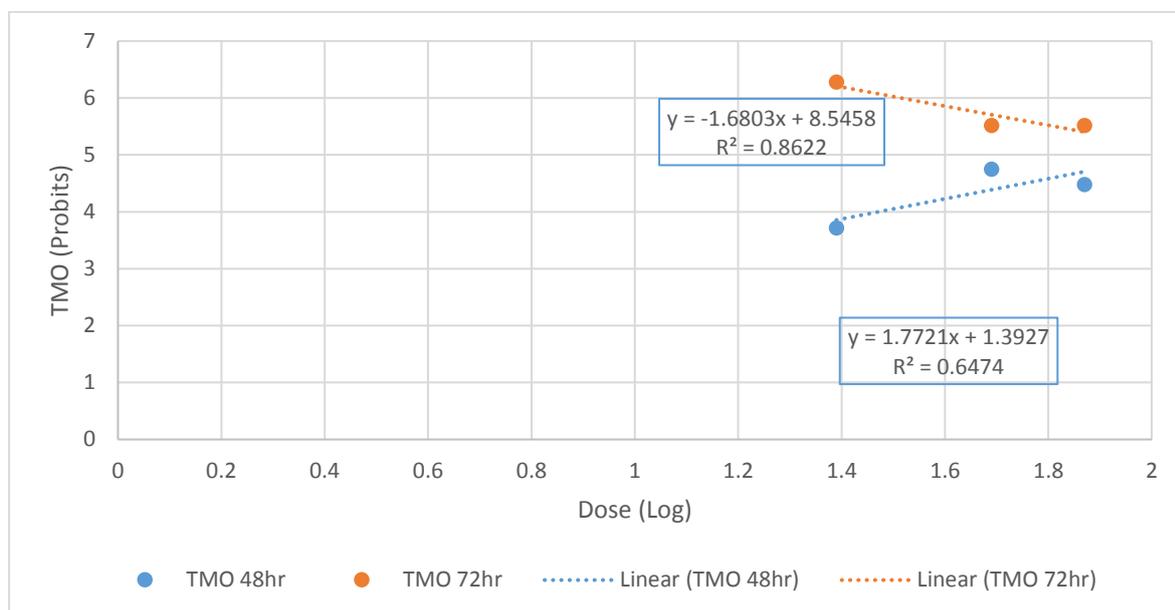


Figure 27: Taux de mortalité de *Myzus persicae* en fonction de la concentration de purin de lierre en 48hr, 72hr

En 48hr la $DI_{50} = 108.544\text{mg/ml}$

En 72hr la $DI_{50} = 128.88\text{ mg/ml}$

○ **La DI_{50} pour tous les pucerons (total)**

➤ **Méthode de contact**

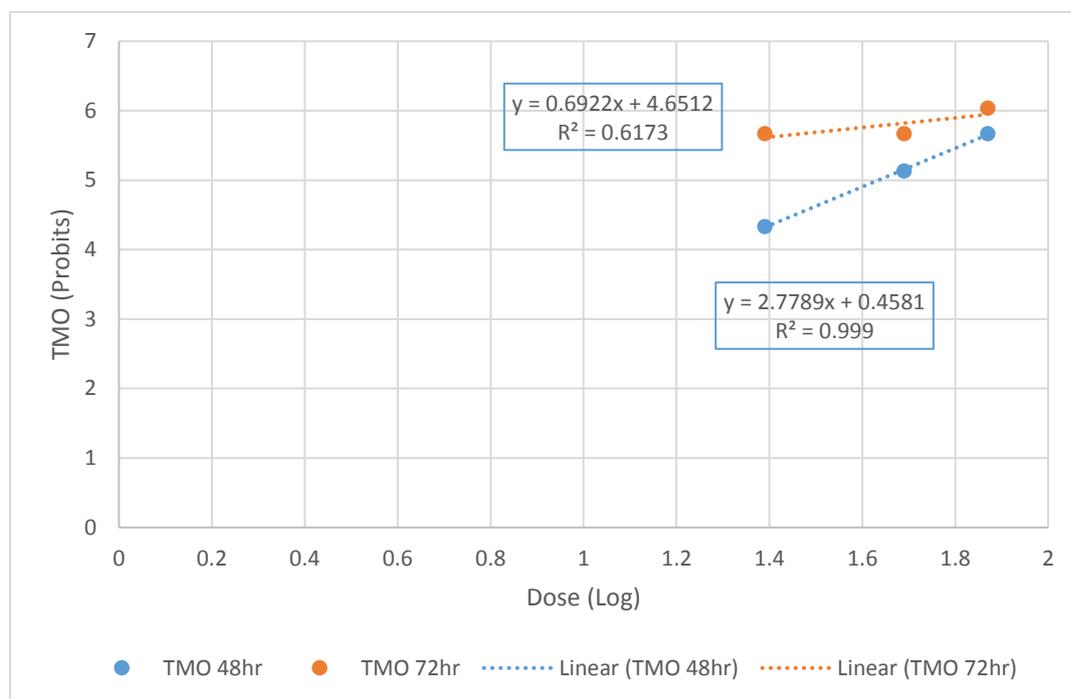


Figure 28: Taux de mortalité de pucerons en fonction de la concentration de purin de lierre en 48hr, 72hr

En 48hr la DI_{50} = **3.19mg/ml**

En 72hr la DI_{50} = **43.09 mg/ml**

➤ **Méthode d'inhalation**

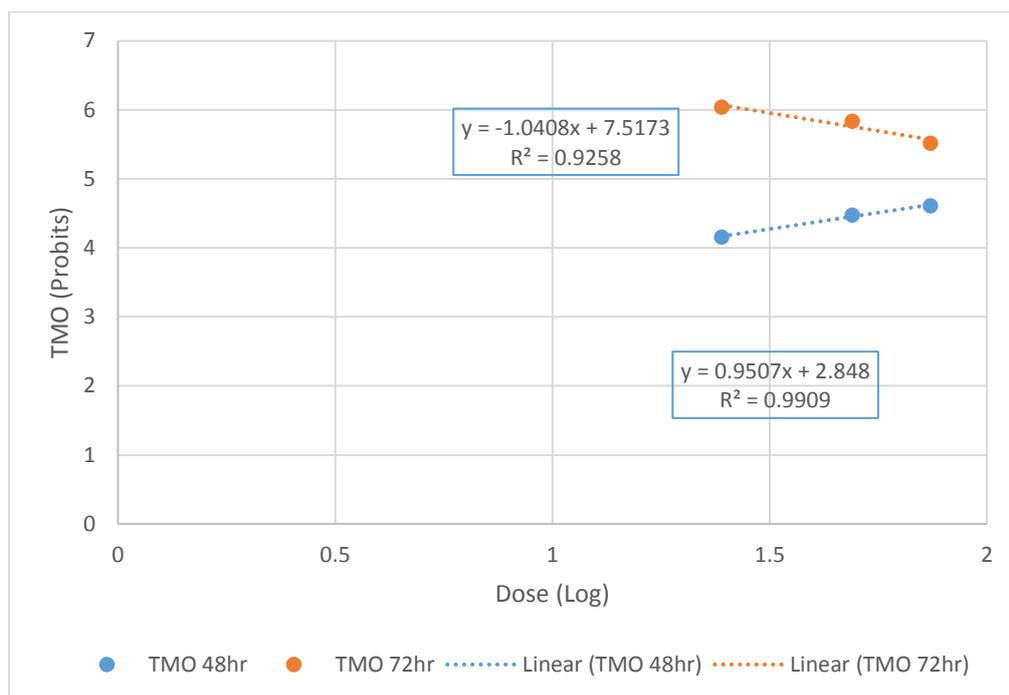


Figure 29: Taux de mortalité de pucerons en fonction de la concentration de purin de lierre en 48hr, 72hr

En 48hr la $DI_{50} = 183.48\text{mg/ml}$

En 72hr la $DI_{50} = 262.19\text{mg/ml}$

Discussion

Discussion

Dans la région de staoueli nous avons constaté la présence de deux espèces de pucerons à savoir *Myzus persicae* et *Aphis gossypii* et la mouche blanche *Bemisia tabaci*

Nous avons établi par observation des symptômes de jaunissement et enroulement des feuilles que cette espèce d'aleurodes a transmis le TYLC virus a ces plantes

Selon la Figure 19 le taux d'infestation de pucerons et aleurodes est élevé dans la station de staoueli qu'à la station de zeralda

D'après les résultats nous remarquons qu'*Aphis gossypii* est présent dans les deux stations d'études ce qui explique le grand nombre de leur population qui était présent dans chaque station cela a déjà été confirmé qu'il est cosmopolite et qui a un nombre élevé de reproductions **(Boissot et al., 2014)**

Ce que nous n'attendions pas, c'est qu'après 24 heures de contact avec notre biopesticide, Nous n'avons trouvé aucun décès pour les deux méthodes d'application, pour y compris les aleurodes et les pucerons et Selon les tableaux (X,XI,XII) on constate que le purin de lierre est efficace après le premier jour ce qui signifie à partir de 48 heures

Nous avons trouvé une majorité de pucerons dans l'aubergine tandis que **Blancard (2012)** a trouvé une majorité de pucerons dans la tomate et pour les aleurodes selon **Blancard (2012)** il a trouvé que la majorité était en aubergine ce qui concorde avec notre travail.

Notre hypothèse est plus probable car les symptômes que nous avons remarqué dans les plantes de solanacées infestées de pucerons et d'aleurodes, Cependant, si nous comparons le comportement alimentaire des pucerons et des aleurodes, nous constaterons que les pucerons produisent plus de piqûres intracellulaires et passent moins de temps à trouver le phloème que les aleurodes **(Walker et johnson,1998)** Par conséquent en général les Pucerons Sont généralement mieux adaptés pour transmettre efficacement les virus des plantes que les aleurodes **(Jiang et al., 2000)**

L'espèce *A. gossypii* est omniprésente sur piment avec un taux de 93.13%. En effet, il s'agit d'un puceron généralement inféodé aux solanacées.

Les principales espèces cohabitant avec *A. gossypii* sont *Brevicoryne brassicae* (peu constante, 69,57%), *Myzus persicae* et *Rhopalosiphum maidis* (accessoire, 60,87%), *Rhopalosiphum padi*, et *Brachycaudus helycrisi* (peu accessoire, 56,52%) (**Bakroume,2012**)

Quel que soit le temps de lecture ou la dose employée, le taux de mortalité n'a guère dépassé les 50% et ce pour l'ensemble des substances bioactives notamment le cas de l'extrait méthanolique du Lierre pour lequel le taux de mortalité a à peine dépassé les 30 % et ce pour la plus forte dose { 16g/ml) même 48 h après le traitement (**Moussaoui et Meghriche, 2018**).

Il y avait un énorme déficit en ce qui concerne la présence de *Bemisia tabaci* quelle était (10) individus dans la station de staoueli, avec qui nous avons eu un problème de capture car ils sont si actifs et se déplacent après le lever du soleil et le nombre total d'aleurodes était faible par rapport aux autres insectes, pucerons et vecteurs.

Les feuilles des plantes qui se trouvaient aux extrémités étaient les plus touchées et les plus infesté par les aleurodes et les pucerons, elles étaient tellement endommagées et jaunissaient Les plantes en fructification perdaient leurs fruits dans le sol (Avortement)

Conclusion

Conclusion

Cette recherche a été effectuée dans les 2 stations de l'institut de technique des cultures maraichères et industriels situé à staoueli et à zeralda.

Nous avons identifié 2 espèces de pucerons qui co-infestaient les plantes solanacées avec les aleurodes la première espèce majoritaire était *Aphis gossypi* le deuxième était *Myzus persicae* pour les aleurodes, l'espèce était *Bemisia tabaci*

Nous avons trouvé *Aphis gossypi* en grande quantités et *Myzus persicae* en moindre quantité nous avons trouvé les espèces d'aleurodes *Bemisia tabaci*

Le virus de TYLC a endommagé beaucoup de plantes dont la plupart étaient situées aux extrémités de la serre

Aphis gossypi était l'espèce la plus dominante dans les vecteurs que nous avons trouvés et collectés lors de nos recherches et également lors de notre inspection des serres dans les deux stations c'est en raison de sa nature omniprésente qu'il peut s'adapter à n'importe quel endroit et à n'importe quelle température

Les pucerons que nous avons collectés ont causé des dégâts dans les serres et sur la plante hôte sur laquelle nous les avons transférés il lui a fallu 10 jours pour exterminer la plante hôte et en comparaison avec d'autres recherches qui renforcent cette hypothèse, il pourrait y avoir de fortes chances que ces pucerons soient en fait porteurs du virus TYLC des plantes infectées par la mouche blanche, ce qui entraîne la propagation du virus lorsque vient le temps d'un autre repas d'une plante saine

Le biopesticide de lierre a fonctionné efficacement comme un biopesticide toxique puisqu'il a tué les pucerons successivement dans les 2ème et 3ème jours après avoir été appliqué

La méthode d'inhalation était moins efficace que la méthode par contact qui a montré des résultats intéressants

Il n'y a eu aucun effet toxique sur l'homme observé après l'utilisation de ce biopesticide et la préparation a été facile et rapide

La plante de lierre et leur feuilles utilisées étaient extrêmement commun et disponibles, ce qui signifie une facilité d'utilisation

➤ Des solutions aux principaux problèmes abordés par cette recherche :

- Il y a besoin d'avoir des ingénieurs dans la protection des plantes qui peuvent surveiller l'état sanitaire des plantes et donner des traitements phytosanitaires Et soyez prudent sur la protection biologique des serres
- L'utilisation fréquente de biopesticides qui en fait ne nuisent ni à la plante ni à l'homme prenons l'exemple du biopesticide de lierre qui a été testé
- Diminuez l'utilisation d'insecticides ou arrêtez de l'utiliser complètement qui peut être la cause d'affecter les ennemis naturels des ravageurs de plantes qui se termine plus en problèmes qu'ils n'en résolvent
- Normalisez l'utilisation des pièges, en particulier les pièges à filet et les pièges à autocollants jaunes qui donnent des résultats extraordinaires en attrapant des insectes volants
- Avant chaque application de biopesticide, il doit y avoir des arrosages des feuilles dans le dessous pour éliminer tous les pucerons et les aleurodes qui se cachaient

Plus de travail doit être fait pour s'assurer que plus de personnes utilisent des biopesticides au lieu de insecticides chimiques pour arrêter la propagation de ces virus.

Dans un avenir proche nous recommandons un approfondissement du sujet par l'utilisation des méthodes immuno-enzymatiques et moléculaire afin de vérifier le portage de virus du TYLC par les pucerons qui ne sont pas reconnus comme vecteurs potentiels ou pas de ce virus.

Références

Références

- **Abbott, W. S. 1925.** A Method of Computing the Effectiveness of an Insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18, p 265-267
- **Bakroume, N. E. 2012.** Diversité spécifique de l'aphidofaune (Homoptera, Aphididae) et de ses ennemis naturels dans deux (02) stations : El-Outayaet Ain Naga (Biskra) sur piment et poivron (Solanacées) sousabris – plastique, Université Mohamed Kheider Biskra
- **Blancard, D. 2013, 2021.** Tomato yellow leaf curl virus (TYLCV) Virus des feuilles jaunes en cuillère de la tomate et autres espèces virales associées.
- **Blancard, D. 2016¹.** *Pseudocercospora fuligena* (Roldan) Deighton (1976) Cercosporiose. *Phytopathology*, engineer at Inrae.
- **Blancard, D. 2016².** *Athelia rolfsii* (Curzi) C.C. Tu & Kimbr., (1978) Pourritures à *Athelia*.
- **Blancard, D. 2019.** Tobacco mosaic virus (TMV) Virus de la mosaïque du tabac.
- **Blancard, D. 2021¹.** *Phytopathology* engineer at Inrae. *Colletotrichum* et *Gloeosporium* spp. Anthracnoses.
- **Blancard, D. 2021².** *Corynespora cassicola* (Berk. & M.A. Curtis) C. T. Wei (1950) Corynesporiose (target spot).
- **Blancard, D. 2021³.** *Choanephora cucurbitacearum* (Berk. & Ravenel) Thaxt., (1903) Pourriture à *Choanephora*.
- **Blancard, D. 2021⁴.** *Paramyothecium roridum* (Tode) L. Lombard & Crous (syn. *Myrothecium roridum* Tode), Lésions à *Myrothecium*.
- **Blancard, D. 2021⁵.** *Phomopsis vexans* (Sacc. & P. Syd.) Harter, Lésions à *Phomopsis*.
- **Blancard, D. 2022.** Tomato mosaic virus (ToMV) Virus de la mosaïque de la tomate.
- **Blancard, D. 2021⁶.** *Rhizoctonia solani*, Rhizoctone brun et/ou foliaire.
- **Blancard, D., Vanhuffel, L., Chesneau, T., Armand, J. M. 2012.** Inventaire des maladies et des bioagresseurs des cultures légumières de Mayotte. BP 782 - 97600 Mamoudzou, Mayotte, France
- **Blanchard, A. 2017.** Potato virus Y. PhD Research and Innovation Director Feed additives & Ingredients
- **Boissot, N., Thomas, S., Mistral, P., Chareyron, V. 2014.** Nouvelles sources de résistance au puceron *Aphis gossypii* chez le melon. Stable link : <https://hal.inrae.fr/hal-02638897>
- **Bugg, R. L., Colfer R. G., Chaney, W. E., Smith, H. A., Cannon, J. 2008.** Flower flies (Syrphidae) and Other Biological Control Agents for Aphids in Vegetable Crops. Oakland : Univ. Calif. Agric. Nat. Res. Publ. 8285.

- **Chettouh, C. 2004.** De l'agriculture au tourisme www.djazairess.com
- **D'Arcy, W. G. 1986.** *Solanacea*. Columbia University Press. [ISBN 0231057806](https://doi.org/10.1080/0231057806).
- **Deravel, J., Krier, F., Jacques, P. 2013.** Les biopesticides, compléments et alternatives aux produits phytosanitaires chimiques
- **Doré, T., Le Bail, M., Martin, P., Ney, B., Estrade, J.R., coord. 2006.** L'agronomie aujourd'hui, 384p.
- **Dreistadt, S. H., Clark, J. K., Flint, M. L. 2004.** Pests of Landscape Trees and Shrubs: An Integrated Pest Management Guide. 2nd ed. Oakland : Univ. Calif. Agric. Nat. Res. Publ. 3359.
- **Eich, E. 2008.** Solanaceae and Convolvulaceae: Secondary Metabolites
- **Farineau J., Gaudry, J. F. M. 2006.** La photosynthèse processus physiques, moléculaires et physiologiques, 412 p.
- **Flint, M. L. 1998.** Pests of the Garden and Small Farm: A Grower's Guide to Using Less Pesticide, 2nd ed. Oakland : Univ. Calif. Agric. Nat. Res. Publ. 3332.
- **Flint, M. L. 2013.** UC Statewide IPM Program and Entomology, UC Davis Produced by University of California Statewide IPM Program
- **Gallais, A., Ricroch, A. 2006.** Plantes transgéniques : faits et enjeux, 304 p.
- **Guillaumin J. J., coord. 2005.** L'armillaire et le pourridié-agaric des végétaux ligneux, 504 p.
- **Heuvelink E., Li T., Dorais M. 2018** Tomatoes, 2nd Edition
- **Heywood, V. H. 1978.** Flowering plants of the world. OUP, Oxford.
- **Hoffmann, Julien 2021.** - Le lierre, une arme pour la biodiversité et contre le réchauffement climatique. Rédacteur en chef - DEFI-Écologique.com. Stable link : blog.defi-ecologique.com/lierre-biodiversite-rechauffement-climatique/
- **Hullé, M., Ighil E. T. A., Robert, Y., Monnet, Y. 1999.** Les Pucerons des plantes maraîchères. Cycles biologiques et activités de vol. INRA, Paris, France
- **Hullé, M., Turpeau, E., Robert, Y., Monnet, Y., Dedryver C. A. 2018.** Dégâts des pucerons sur les solanacées.
- **Integrated Taxonomic Information System (ITIS). 1999.** *Solanaceae ITIS Taxonomic Serial No.: 30411*. Retrieved May 25, 2008
- **Jebbour F. et Abaha, L. 2002.** Situation de la maladie des feuilles jaunes en cuillère de la tomate (TYLCV) au Maroc.
- **Jiang, Y. X., Blas, C., Barrios, L., Fereres, A. 2000.** Correlation Between Whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) Feeding Behavior and Transmission of Tomato Yellow Leaf Curl

Virus Source: Annals of the Entomological Society of America, 93(3):573-579. Published By : Entomological Society of America. DOI: [http://dx.doi.org/10.1603/0013-8746\(2000\)093\[0573:CBWHAf\]2.0.CO;2UR](http://dx.doi.org/10.1603/0013-8746(2000)093[0573:CBWHAf]2.0.CO;2UR)

- **Laurent Hubert, Sané de Parcevaux**, Bioclimatologie. Concepts et applications, ,2007, 336 p.
- **Lawson, A. B., Dreistadt, S. H. 2005.** Pest Notes : Hackberry Woolly Aphid. Oakland : Univ. Calif. Agric. Nat. Res. Publ. 74111. Also available online, <http://www.ipm.ucdavis.edu>.
- **Lecoq, H. 2013.** Cucumber mosaic virus (CMV) Virus de la mosaïque du concombre. Editeur scientifique inrae
- **Mahar, S. 2018.** Aphids, in-depth. Statewide Master Gardener Program Coordinator at University of Wisconsin-Madison. Stable link : hort.extension.wisc.edu/articles/aphids-2/
- **Malumphy, C., Eyre, D., Anderson, H. 2017.** Plant Pest Factsheet, Tobacco, Sweet potato or Silver leaf whitefly, *Bemisia tabaci*
- **Marchoux, G., Gognalons, P., Sélassié K. G., coord. 2008.** Virus des Solanacées Du génome viral à la protection des cultures
- **Moussaoui, A. et Meghriche, I. 2018.** Activité insecticide des extraits de quelques plantes sur le puceron vert du pécher; *Myzus persicae* (Homoptera ;Aphidae). Université Med-Seddik Benyahia - Jijel
- **NHM, 2008 Natural History Museum (NHM)**, London. 2008. About the family Solanaceae *Natural History Museum*. Retrieved May 25, 2008
- **Olmstead, G.R., Bohs L., Abdel Migid H., Valentin, E.S., Garcia, V. F., Collier, S. M. 2008.** A Molecular Phylogeny of the Solanaceae. *Taxon*, Vol. 57, No. 4, pp. 1159-1181 International Association for Plant Taxonomy (IAPT). Stable URL : <http://www.jstor.org/stable/27756771>
- **Philippe G., Baldet P., Héois B., Ginisty C. 2006.** Reproduction sexuée des conifères et production de semences en vergers à graines, 572p
- **Ramade, F. 2007.** Introduction à l'écotoxicologie, Fondements et applications
- **Sekhouna, D. 2016.** Utilisation des bio-engrais à base de quelques algues marines pour l'amélioration des productions végétales cas de la tomate.
- **Simpson, M. G. 2012.** Diversity and classification of flowering plants : Eudicots. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374380-0.50008-7>
- **Stamati, P. N., Maipas, S., Kotampasi, C., Stamatis, P., Hens, L. 2016.** Chemical Pesticides and Human Health : The Urgent Need for a New Concept in Agriculture

- **Stevens, J. F., Kim, J. H., T'Hart, H. 1996.** Alkaloids of some Asian *Sedum* species. *Phytochemistry* 41:1319–1324
- **Walker, G. P., et Johnson D. D. 1998.** Feeding behavior may explain why non persistent viruses are transmitted primarily by aphids, not whiteflies, p. 30. In T. J. Henneberry, N. C. Toscano, T. M. Perring, and R. M. Faust [eds.], *Silverleaf whitefly: National Research, Action, and Technology Transfer Plan 1997-2001 (formerly sweet potato whitefly, Strain B): First Annual Review of the Second 5-Year Plan*. U.S. Dep. Agric. 1998-01.
- **Xie, Y., Jiao, X., Zhou, X., Liu, H., Ni, Y., Wu, J. 2013.** Highly sensitive serological methods for detecting tomato yellow leaf curl virus in tomato plants and whiteflies
- **Yabuuchi et al., 1995. (Smith, 1896).** *Ralstonia solanacearum* in Döring M (2022)
- **Zaïme, A. et Gautier, J.Y. 1989.** Comparaison des régimes alimentaires de trois espèces sympatriques de Gerbillidae en milieu saharien au Maroc. *Rev. Ecol. Terre et Vie*, 4 : 153-163.

Annexes

Annexe 1

Matériel de serre et outillage	<ul style="list-style-type: none">● Sécateur● sac à papier● Pince à épiler
Matériel utilisée au laboratoire	<ul style="list-style-type: none">● Boites de pétri.● Papier absorbant.● Eprouvette● Une balance● Une étuve● Un pinceau● Bouteilles en plastique.● loupe binoculaire● étiquettes● Loupe a poche● Pince à épiler

Annexe 2



Bouteilles en plastique pour dosage

Annexe 3



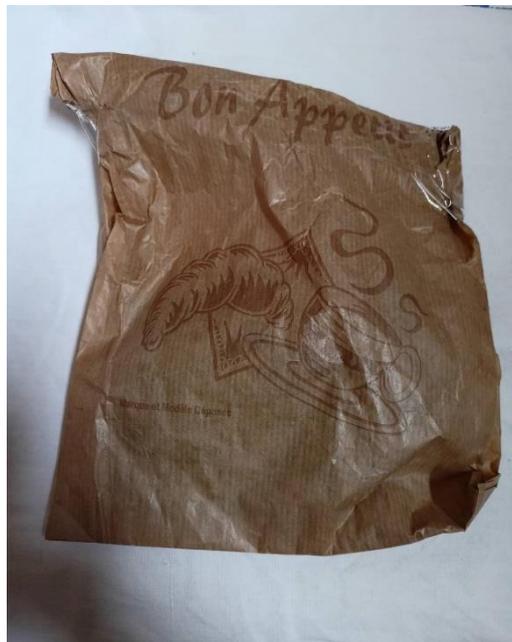
Papier whatman

Annexe 4



Boites pétries

Annexe 5



Sac a papier

Annexe 6



Un Filet fauchoir (pour attraper *Bemisia tabaci*)

Annexe 7



Bouteille pour pulvériser (méthode d'inhalation)

Annexe 8



Réceptier pour mesurer le volume

Annexe 9



Parafilm (pour sécuriser les boites de pétri)