

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne démocratique et populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
جامعة 8 ماي 1945 قالمة
Université 8 mai 1945 Guelma
Faculté des sciences de la nature et de la vie et sciences de la terre et de
l'univers



Mémoire En Vue de l'Obtention du diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Filière : Sciences Agronomiques
Département : Ecologie et Génie de l'Environnement
Spécialité/Option : Phytopharmacie et protection des végétaux

**Contribution à l'étude de la mineuse des agrumes et son
parasitoïde (*Citrostichus phyllocnistoides*) (Hymenoptera,
Eulophidae) sur oranger au Nord-est algérien (cas de
Guelma : El-fdjoudj et Medjaz Amar)**

Présenté par :

MOUSSAOUI Asma

SALEM Salma

Devant le jury composé de :

Président	Mme. LAOUAR H.	M.C.B., Université 8 mai 1945 Guelma
Encadreur	Mr. KHALADI O.	M.C.B., Université 8 mai 1945 Guelma
Examineur	Mme. OUCHTATI N.	M.C.A., Université 8 mai 1945 Guelma

Juillet 2021

Remerciement

*Avant tout, nous remercions Allah tout puissant de nous avoir donné, la force,
la volonté et le courage d'effectuer ce mémoire.*

*Nous tenant à adressé nos gratitude et remerciement à notre encadreur
Monsieur Khaladi Omar. Pour le soutien et l'encadrement qu'il nous a
donné, pour toutes ses gentillesse, pour ses précieux conseils tout au long de la
réalisation de ce travail, pour sa patience avec nous qu'il soit assuré de notre
profond respect.*

Nous adressons aussi nos vifs remerciements aux membres des jurys :

Madame Ouchtati N. d'avoir accepté d'examiner et de juger notre travail.

Madame Saouar H. d'avoir accepté de présider le jury et de juger notre travail.

*Nous tenant également nos sincères et profonds remerciements à Mme Souiza
technicienne de laboratoire qui ont mis à notre disposition les moyens nécessaires
à la réalisation de ce travail, pour leurs gentillesse et surtout soutien moral et
physique.*

Nous tenons remerciements à mes parents et toutes les personnes qui ont

Participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail :

Ami Ali et Bousta Ibrahim directeur de firme pilote.

Dédicace

Je dédie ce travail :

**A Mes chers parents qui m'ont soutenu et encouragé
Durant toutes mes études : Merci pour le Bonheur, les valeurs**

Et l'éducation que vous m'avez procurée

A Mes sœurs et mon frère que j'aime beaucoup

A mon fiancé Oussama qui m'a encouragé durant

Mon parcours

A tous mes proches et mes amis que j'aime

-Salma-



Je dédie ce modeste travail : À ceux qui sont plus chers que mon âme et mon sang la lumière de mon chemin les formateurs de ma conduite à mes parents qui dieu les garde

Aux source de l'espoir dans ma vie mes sœurs

À mon fiancé qui m'a soutenu moralement Mohcen

À celui qui a collaboré avec moi dans ce travail et celui qui m'a aidé et se tenait à côté de moi tout aux long 3 ans passés mon chère amie Khacoula acouidi

À mes amis : hadia nabila samar et sandra

En particulier et tous mes amis proches de promotion avec lesquels je garde les meilleurs souvenirs de ma vie l'universitaire

Aux étudiants du département d'écologies et surtout la classe de master 2 phytopharmases

Remercîments particuliers à monsieur le directeur de ferme pilote boucetta brahim et boubaker sedikh et benfettoume taħar

Et en fin à tous qui m'ont aidé et œuvrer de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

Toute ma gratitude pour ceux que je n'ai pas pu porter leurs noms.

Asma

RESUME

Cette étude menée dans deux vergers d'orangers dans la région de Guelma (El-fdjoudj et Medjaz Amar) au cours de la période qui s'étale du mois de février 2021 jusqu'à la première semaine du mois de juin 2021. Elle consiste à suivre la dynamique de la mineuse des agrumes *Phyllocnistis citrella* et à vérifier la présence de son parasitoïde *Citrostichus phyllocnistoides* dans cette région. Notre suivi montre que la mineuse a présenté une génération printanière et une autre qui a commencé le mois de mai avec l'augmentation des températures moyennes. En ce qui concerne le suivi du parasitoïde, nous avons confirmé la présence de *C. phyllocnistoides* dans la région de Guelma sur oranger en prélevant des jeunes pousses et en utilisant des pièges jaunes. Cette dernière technique nous a renseigné sur la période de vol de notre parasitoïde. Une synchronisation également a été remarqué entre l'apparition de ce parasitoïde et la mineuse des agrumes.

Mots clés : *Phyllocnistis citrella*, *Citrostichus phyllocnistoides*, suivi, Oranger, Guelma.

Summary

This study was carried out in two orange orchards in the Guelma (El-fdjoudj and Medjaz Amar) region from February 2021 to the first week of June 2021. It consists of monitoring the dynamics of the citrus leafminer *Phyllocnistis citrella* and checking the existence of its parasitoid *Citrostichus phyllocnistoides* in this region. Our follow-up shows that the leafminer presented a spring generation and another that began with the month of May with the increase in average temperatures. Concerning the monitoring of the parasitoid, we confirmed the presence of *C. phyllocnistoides* in the Guelma region on orange trees by collecting young shoots and by the use of yellow traps. This last technique informed us about the flight period of our parasitoid. A synchronization was also noted between the appearance of this parasitoid and the citrus leafminer.

Keywords: *Phyllocnistis citrella*, *Citrostichus phyllocnistoides*, suivi, orange tree, Guelma

ملخص

أجريت هذه الدراسة في بساتين من البرتقال في منطقة قالمة (الفجوج ومجاز عمار) من فبراير 2021 إلى الأسبوع الأول من يونيو 2021.

تتمحور هذه الدراسة في رصد ديناميكية العشائر لحفارة الاوراق *Phyllocnistis citrella* والتحقق من وجود الحشرة الشبه متطفلة لها *Citrostichus phyllocnistoides* في هذه المنطقة.

تظهر متابعتنا أن حفارة الأوراق أظهرت جيلاً ربيعياً وآخر بدأ في مايو بزيادة متوسط درجات الحرارة. فيما يتعلق برصد الشبه طفيلي ، تأكدنا من وجود *C. phyllocnistoides* في منطقة قالمة على أشجار البرتقال من خلال أخذ براعم صغيرة واستخدام الفخاخ الصفراء. هذه التقنية الأخيرة أعطتنا فكرة عن فترة طيران هذا الشبه الطفيلي. كما لوحظ تزامن بين ظهوره و ظهور حفارة أوراق الحمضيات.

الكلمات الرئيسية: *Phyllocnistis citrella* ، *Citrostichus phyllocnistoides* ، متابعة ، شجرة البرتقال ، قالمة

Table des matières

Remerciement

Dédicace

RESUME

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction.....I

Chapitre I : GENERALITES SUR LES AGRUMES ET LA MINEUSE *PHYLLOCNISTIS CITRELLA*

I.1 Les agrumes	3
I.1.1 Origine des agrumes.....	3
I.1.2 Importance économique en Algérie	4
I.1.3 Ravageurs des agrumes	4
I.1.3.1 La Mouche méditerranéennes des fruits <i>Ceratites capitata</i> Wiedmanin ,1824.....	4
I.1.3.2 Les cochenilles	5
I.1.3.3 Les pucerons	5
I.1.3.4 Les mouches blanches des agrumes ou aleurodes.....	6
I.1.3.5 Les acariens.....	7
I.1.3.6 La mineuse des agrumes	8
A. Position systématique de la mineuse des agrumes	9
B. Origine et distribution géographique de la mineuse des agrumes.....	9
C. Description des différents stades biologique de l'insecte	10
D. Plantes hôtes.....	12
E. Biologie.....	12
F. Dégâts.....	13
G. Méthodes de lutte.....	14
a. Méthodes prophylactiques	14
b. Lutte chimique	15
c. Lutte biologique	15
II.1 Origine	16

Chapitre II : GENERALITES SUR LE PARASITOIDE *CITROSTICHUS PHYLLOCNISTOIDES* (NARAYANAN, 1960)

II.2 Systématique <i>Citrostichus phyllocnistoides</i> (Narayanan, 1960)	16
II.3 Description de l'espèce	16
II.4 Biologie	18
II.4 Hôtes	18
II.5 Importance dans la lutte biologique	18

Chapitre III : MATERIEL ET METHODES

III .1 Présentation de la région d'étude	20
III .1.1 Situation géographique	20
III.2 Présentation de la zone d'étude	21
III.3 Données climatiques de la région d'étude	22
III.3.1 Température	22
III.3.2 Précipitations	22
III .4 Synthèse climatique	23
III.4.1 Diagramme Ombrothermique	23
III.4.2 Étage bioclimatique (climagramme d'Emberger)	24
III.5 Matériel utilisé	26
III.5.1 Méthodologie d'étude sur le terrain	26
III .5.1.1 Calendrier des sorties et plan d'échantillonnage	26
III.5.2 Examen des feuilles au laboratoire et identification du parasitoïde	27
III. 5.3 Traitement des données et exploitation des résultats	27

CHAPITRE IV : RESULTATS

IV.1 Verger d'El Fedjoudj	28
IV.1.1 Résultats du suivi de la mineuse <i>Phyllocnistis citrella</i> (février 2021- juin 2021)	28
IV.1.2 Résultats du suivi de <i>Citrostichus phyllocnistoides</i>	29
IV.2 Verger de Medjez Amar	30
IV.1.1 Résultats du suivi de la mineuse <i>Phyllocnistis citrella</i> (février 2021- juin 2021)	30

IV.2.2 Résultats du suivi de <i>Citrostichus phyllocnistoides</i>	31
IV.2.3 Quelques photos des larves de la mineuse et de son parasitoïde <i>C. phyllocnistoides</i> trouvés au cours de notre expérimentation.....	32

CHAPITRE V : DISCUSSION

Discussion.....	33
Conclusion	36

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

Liste des tableaux

Tableau 1: Principaux parasitoïdes de <i>P. citrella</i> présents dans différents pays de la région méditerranéenne [d'après NOYES (2001) et REINA ET LASALLE (2004) cité par BOUALEM (2009)].	16
Tableau 2: Températures moyennes, minimales et maximales mensuelles de la région de Guelma durant la campagne juillet 2020 jusqu'au juin 2021.....	22
Tableau 3: Précipitations mensuelles (mm) enregistrées dans la Station météorologique de Guelma au cours de la période d'étude (Juillet 2020- Juin 2021).....	23

Liste des figures

Figure 1: Cératitis capitata Wiedmanin ,1824	4
Figure 3 : pucerons Aphis spiraeicola sur fleur de citronnier	6
Figure 4: Mouche blanche floconneuse Aleurothrixus floccosus	7
Figure 5: Panonychus citri (McGregor) l'acarien rouge des agrumes	8
Figure 6: Papillon adulte de la mineuse des agrumes (2 mm de longueur)	8
Figure 7: Carte de répartition des infestations de P citrella, chenille mineuse des feuilles d'agrumes, en Algérie	10
Figure 8: Cycle de développement de P. citrella.	13
Figure 9: Dégâts de la mineuse des agrumes sur feuille.....	14
Figure 10: Différentes parties du corps de Citrostichus phyllocnistoides.....	17
Figure 11: Femelle de Citrostichus phyllocnistoides.....	17
Figure 12 : Situation géographique de la wilaya de Guelma	20
Figure 13: Ferme BOUKHMIS – El Fedjoudj (Guelma)	21
Figure 14: Verger de Medjez Amar.....	21
Figure 15: Diagrammes Ombrothermique de la région de Guelma (campagne Juillet 2020- Juin 2021)	23
Figure 16 : Localisation de la région de Guelma durant la campagne juillet 2020- juin 2021 dans le climagramme d'Emberger	25
Figure 17: Pièges englués jaunes utilisés dans notre étude (Dimension 10 x 23)....	26
Figure 18 : Evolution temporelle des effectifs de la mineuse des agrumes dans le verger d'El Fedjoudj.....	28
Figure 19: Evolution temporelle des effectifs de C. phyllocnistoides dans le verger d'El Fedjoudj	29
Figure 20: Evolution temporelle des effectifs de la mineuse des agrumes dans le verger de Medjez Amar.....	30
Figure 21: Evolution temporelle des effectifs de C. phyllocnistoides dans le verger de Medjez Amar.....	31
Figure 22: Femelles adultes de C. phyllocnistoides émergés des mines sous une température de 25°C. (grossissement x4.5)	32
Figure 23: Nymphe (à gauche) et adulte de C. phyllocnistoides (à droite) dans des mines (grossissement x4.5)	32

Figure 24: Larve de la mineuse (à gauche) et pré-chrysalide (à droite) sur feuille d'oranger (grossissement x0.7)32

INTRODUCTION

Introduction

Le mot agrume est donné aux arbres appartenant à la famille des rutacées et au genre botanique Citrus. Cette appellation d'origine italienne désigne les fruits comestibles et par extension les arbres qui les portent. A cette catégorie d'arbre appartiennent les orangers, les mandariniers, les citronniers, les cédratiers et les pamplemoussiers (**LOUSSERT, 1989**)

Les agrumes représentent une culture fruitière importante dans le monde (**AI-TAHA et al., 2012**). Ils sont cultivés dans plus de 100 pays en particulier dans les régions tropicales et subtropicales.

La filière agrumicole présente un intérêt vital pour un grand nombre de pays de par leur importance économique notamment les revenus appréciables qu'elles génèrent et leurs transformations en divers dérivés tels que les jus, la confiture, les produits cosmétiques...etc. Vu l'importance humaine, économique et agricole de cette spéculation, il importe donc d'en assurer la meilleure productivité et de mener cette culture dans de bonnes conditions. Mais malgré les bonnes conditions pédoclimatiques pour le développement de l'arboriculture fruitière, la production algérienne a connu une faible croissance au cours de ces dernières années. Ainsi, la production agrumicole est passée de 4699 tonnes en 2001 à 6803 tonnes, seulement, en 2006 ; suite au vieillissement des vergers et aux agressions dues aux ravageurs et maladies (**ANONYME, 2008**).

Les ennemis susceptibles de causer d'importants dégâts aux agrumes, tant sur la plante même que sur le taux de production, sont extrêmement variés et nombreux. Parmi ces ravageurs nous citons la cératite (**PIMENTEL et al., 2017**), les cochenilles (**CAMPOLO et al., 2014; CAMPOS-RIVELA et al., 2012**), les pucerons (**Mostefaoui et al., 2014**), les aleurodes (**ARGOV et al., 1999; CHERMITI & ONILLON, 1992**), les acariens (**AFFANDI et al., 2016**) et la mineuse des agrumes (**ATTRASSI & BADO, 2013; CHHETRY et al., 2012; KALAITZAKI et al., 2011**). Ce dernier ravageur provoque des dégâts importants aux jeunes feuilles tendres des citrus où il creuse des galeries sinuées dans le limbe. Les feuilles ainsi attaquées se dessèchent et tombent (**BOUALEM, 2009**).

La lutte biologique contre cette mineuse est parmi les moyens qui sont utilisés pour réduire les dégâts de ce ravageur, en utilisant des prédateurs et des parasitoïdes auxiliaires. Ce dernier groupe renferme une gamme importante d'espèces qui ont été utilisées, mais l'espèce qui a montré une grande plasticité et une grande efficacité contre la mineuse des feuilles des agrumes est *Citrostichus phyllocnistoides* (**GARCIA-MARI et al., 2004**).

L'objet de notre travail est d'étudier la dynamique des populations de la mineuse des agrumes *Phyllocnistis citrella* entre février et juin 2021, dans des vergers d'orangers dans la région de Guelma et aussi de vérifier la présence et suivre l'évolution temporelle de son parasitoïde *C. phyllocnistoides* dans cette région. Ce parasitoïde a été signalé et déclaré présent pour la première fois en Algérie et plus précisément à Mostaganem par **BOUALEM et al. (2007)**, mais à nos jours aucun travail n'est fait pour vérifier et confirmer sa présence dans la wilaya de Guelma.

Ce mémoire est scindé en 5 parties. Le premier chapitre traitera des généralités bibliographiques sur les agrumes et leurs ravageurs avec un détail sur la mineuse. Le deuxième chapitre est sur le parasitoïde *C. phyllocnistoides*. Dans le troisième chapitre, une caractérisation des régions d'études et une présentation de la méthodologie utilisée (échantillonnage, identification au laboratoire) ont été décrites. Le quatrième chapitre traitera les résultats du suivi de la mineuse et le parasitoïde dans les deux vergers. Dans le cinquième chapitre, une discussion des résultats obtenus, suivie d'une conclusion et perspectives viennent clôturer le manuscrit.

Chapitre I :

GENERALITES SUR LES AGRUMES ET LA MINEUSE

PHYLLOCNISTIS CITRELLA

Chapitre II : Généralités sur les agrumes et la mineuse *Phyllocnistis citrella*

I.1 Les agrumes

I.1.1 Origine des agrumes

Les agrumes sont des petits arbres épineux à feuilles persistantes, de la famille des rutacées, cultivés comme arbres fruitiers, mais dont toutes les espèces sont très ornementales.

Selon **BENEDISTE & BACHES (2002)**, les espèces des agrumes sont de trois principaux genres du groupe *citrinae* dans la famille des rutacées : *Citrus* (la majorité des agrumes), *Fortunella* (les Kumquast) et *Poncirus*.

Différentes hypothèses ont été formulées sur l'origine des agrumes. En général, ils semblent provenir des régions tropicales et subtropicales (**NICOLOSI et al., 2000**).

D'après **LOUSSERT (1989)**, les agrumes sont originaires des pays du Sud-est asiatique où leur culture se confond avec l'histoire des civilisations anciennes de la chine, qui cultivèrent d'abord pour leurs parfums, puis pour leurs fruits, c'est avec le rayonnement des civilisations chinoises et hindoues que leur culture commença à se propager, au cours du premier millénaire avant notre ère, à l'ensemble des pays du Sud-est asiatique : sud du Japon et archipel de Malaisie .Ce même auteur signale qu'à partir du bassin Méditerranéen et grâce aux grandes découvertes que les agrumes furent diffusés dans le monde. Dès le X^{ème} siècle, les navigateurs arabes les propagent sur les côtes orientales de l'Afrique jusqu'au Mozambique, Christophe Colomb, à l'occasion de son second voyage (en 1493), les introduit en Haïti, île de la mer des Caraïbes, à partir de laquelle la diffusion se fera vers le Mexique (en 1518), puis les Etats-Unis d'Amérique (1569 à 1890). Enfin, ce sont les navigateurs Anglo-hollandais qu'en 1654 introduisent les premiers agrumes dans la province du Cap en Afrique du Sud.

En Algérie, la présence des agrumes est due aux Arabes qui ont introduit le bigaradier et le citronnier au début du XVIII^{ème} siècle (**LOUSSERT, 1985**). Toutefois, leur culture ne connaîtra un grand essor que grâce aux Français, notamment dans la région de Boufarik devenue exportatrice à partir de 1943 comme indiqué par **BLONDEL (1959)**.

Chapitre II : Généralités sur les agrumes et la mineuse *Phyllocnistis citrella*

L'introduction de l'oranger en Algérie est ancienne sans qu'il soit possible de la dater avec précision mais le développement des plantations caractérise essentiellement l'époque.

I.1.2 Importance économique en Algérie

Les agrumes présentent un intérêt vital pour un grand nombre de pays de par leur importance économique.

L'Algérie figure parmi les grands pays méditerranéens d'agrumes avec une superficie de 54.040 ha, soit 11% des surfaces occupée par les arbres fruitier (**GUENOUNI & KACEMI, 2013**). La production nationale agrumicole avait dépassé les 14 millions de quintaux en 2018, contre 7 millions de quintaux en 2010 (**CHIKHI, 2019**).

I.1.3 Ravageurs des agrumes

Dans cette partie, nous nous intéresserons aux différents ravageurs des agrumes notamment la mineuse des feuilles des agrumes (*Phyllocnistis citrella*).

I.1.3.1 La Mouche méditerranéennes des fruits *Cératites capitata* Wiedmanin ,1824.

Cet insecte de l'ordre des diptères, est largement dispersé en région Méditerrané où sa biologie est particulièrement liée à la présence de fruits sucrés (**LOUSSERT, 1989**) (**Figure 1**).



Figure 1: *Cératites capitata* Wiedmanin ,1824

Chapitre II : Généralités sur les agrumes et la mineuse *Phyllocnistis citrella*

I.1.3.2 Les cochenilles

Les cochenilles sont de petits insectes appartenant au groupe des hémiptères. Ils s'attaquent aux feuilles, aux rameaux et aux fruits. Depuis quelques années, ces ravageurs manifestent une tendance à la pullulation, occasionnant des dégâts d'importance variable selon le climat (**LOUSSERT, 1989**).

On cite parmi ces cochenilles :

- Le pou rouge de Californie *Aonidellia aurantii* (**LOUSSERT, 1989**).
- Le pou rouge *Chrysomphalus dictyospermi*
- Le pou rouge de Floride *Chrysomphalus aonidum* (**Figure 2**)
- Le pou noir de l'oranger *Parlatoria ziziphi*
- Le pou gris de l'oranger *Parlatoria pergandii*
- La cochenille Farineuse des agrumes *Planococcus citri*.

I.1.3.3 Les pucerons

Les pucerons sont des insectes qui se caractérisent par leur apparition massive, sous forme de colonies denses et serrées. Ils s'installent pratiquement sur les organes végétatifs, mais nous les observons le plus souvent sur le feuillage et les jeunes pousses (**BENOUFELLA-KITOUS, 2005**).

On cite parmi les pucerons :

- Puceron vert des agrumes *Aphis spiraecola* (**BENOUFELLA-KITOUS, 2005**) (**figure 3**)
- Puceron du cotonnier *Aphis gossypii*
- Puceron noir des agrumes *Toxoptera citricida*
- Puceron vert de Pêche *Myzus persicae*

Chapitre II : Généralités sur les agrumes et la mineuse *Phyllocnistis citrella*



Figure 2 : pucerons *Aphis spiraecola* sur fleur de citronnier

I.1.3.4 Les mouches blanches des agrumes ou aleurodes

Les adultes possèdent de petites ailes arrondies recouvertes d'une très délicate pubescence blanche. Les larves et les nymphes vivent fixer sur les végétaux qu'elles piquent et sucent (**BOILEAU & GIORDANO, 1980**).

Les deux espèces d'aleurodes les plus répandues sur les agrumes sont :

- La mouche blanche des agrumes *Dialeurodes citri* (**BOILEAU & GIORDANO, 1980**)
- La mouche blanche floconneuse *Aleurothrixus floccosus* (**figure 4**)



Figure 3: Mouche blanche floconneuse *Aleurothrix floccosus*
(Garcia-Marí, 2009)

I.1.3.5 Les acariens

Ce sont de minuscules ravageurs qui appartiennent à la famille des *Tetranychidae* et qui vivent et se développent sur les agrumes. Les dommages qu'ils provoquent peuvent être importants et se manifestent sous diverses formes : nécrose, décoloration (**LOUSSERT, 1989**).

Parmi les espèces les plus dangereuses on cite :

- L'acarien tisserand *Tetranychus cinnabarinus* Boisduval (**LOUSSERT, 1989**).
- L'acarien ravisseur *Hemitarsonemus latus* banks.
- L'acarien des bourgeons *Aceria sheldoni* Ewing.
- L'acarien rouge *Panonychus citri* McGregor (**figure 5**).

Chapitre II : Généralités sur les agrumes et la mineuse *Phyllocnistis citrella*



Figure 4: *Panonychus citri* (McGregor) l'acarier rouge des agrumes
(Garcia-Marí, 2009)

I.1.3.6 La mineuse des agrumes

La mineuse des agrumes est un micro lépidoptère de couleur blanc argenté, appartenant à la famille des *Gracillariidae* dont les larves sont très voraces (**Figure 6**). Ce ravageur s'attaque essentiellement aux jeunes feuilles tendres des Citrus où il creuse des galeries sinueuses dans le limbe. Les feuilles ainsi attaquées se dessèchent et tombent.



Figure 5: Papillon adulte de la mineuse des agrumes (2 mm de longueur)(Garcia-Marí, 2009)

Chapitre II : Généralités sur les agrumes et la mineuse *Phyllocnistis citrella*

A. Position systématique de la mineuse des agrumes

Embranchement	Arthropodes
Classe	Insectes
Ordre	Lepidoptera
Famille	Gracillariidae
Sous famille	Phyllocnistinae
Genre	Phyllocnistis
Espèce	<i>Phyllocnistis citrella</i> Stainton (1856)

B. Origine et distribution géographique de la mineuse des agrumes

L'espèce *Phyllocnistis citrella* ou mineuse des agrumes est originaire du Sud-Est asiatique, a été décrite pour la première fois en Inde par Stainton en 1856, son identification a été ensuite confirmée par **DON DAVIS** spécialiste des Gracillariidae à l'USNM (Smithsonian institution). Elle est actuellement répandue dans un grand nombre de régions productrices d'agrumes du monde entier (**KNAPP et al., 1995**).

Ce ravageur des agrumes a été observé pour la première fois en Afrique au Soudan en 1962 (**BADAWY, 1967**). On l'a recensé par la suite en Nouvelle Guinée, en Côte d'Ivoire et au Nigeria, en Ethiopie, au Congo, au Gabon, au Cameroun, au Bénin, en Egypte et au Ghana (**GUÉROUT, 1974**), ainsi qu'en Afrique du sud et au Maroc (**ABASSI et al., 1995; BOUGHADAD et al., 1997; EL-OUARD, 1997**).

En Algérie, les premières observations sur *P. citrella* ont été faites en juin 1994 dans les vergers de l'ouest. Il a été signalé pour la première fois dans les régions côtières des villes de Mostaganem et d'Oran (**BERKANI., 1995**).

Depuis, ce ravageur a envahi toutes les zones agrumicoles du pays où il est devenu l'un des principaux ravageurs des Citrus. Puis il s'est étendu vers les zones intérieures du pays, telles que Blida, Chlef, Ain Defla, Médéa, Tizi-Ouzou, Bouira, Tlemcen, Relizane, Guelma et El Taref (**DRIDI & BERKANI, 1996**). Il constitue aujourd'hui le principal ravageur des agrumes en Algérie (**BERKANI & MOUATS, 1998**).

Chapitre II : Généralités sur les agrumes et la mineuse *Phyllocnistis citrella*

La carte de la distribution géographique de *P. citrella* en Algérie montre que l'insecte est présent aussi bien dans les vergers agrumicoles de l'ouest et du centre que dans l'est du pays. Les premières zones touchées par ce ravageur ont été les régions proches du littoral, mais les attaques se sont rapidement généralisées à l'ensemble des vergers. Cela a été confirmé par les relevés sanitaires effectués par les inspections de la protection des végétaux (BERKANI, 1995)(Figure 7).

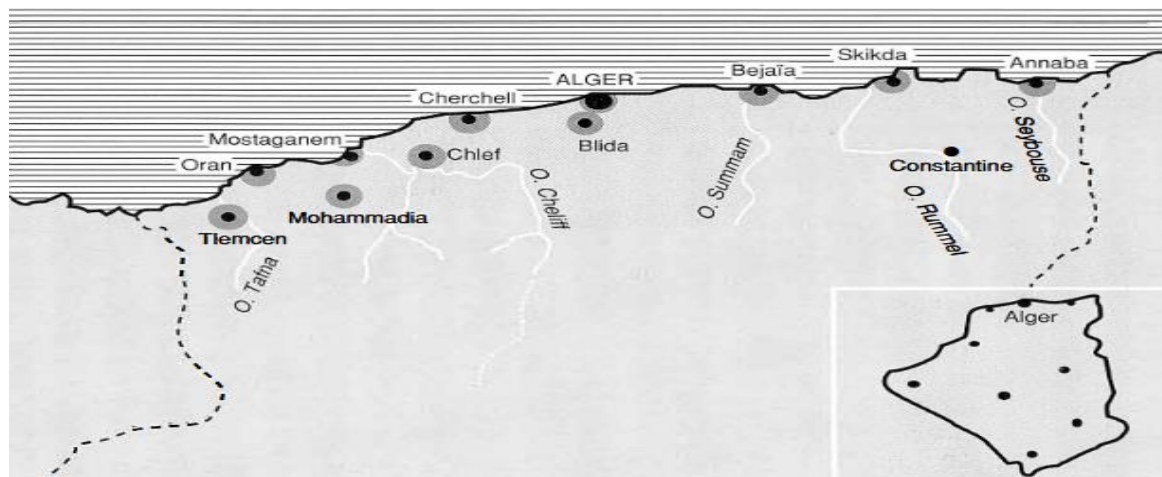


Figure 6: Carte de répartition des infestations de *P. citrella*, chenille mineuse des feuilles d'agrumes, en Algérie (BERKANI, 1995)

C. Description des différents stades biologique de l'insecte

➤ Œuf

Les œufs de la mineuse des agrumes sont de forme ovale, légèrement convexes. Ils mesurent seulement $0,31 \pm 0,02$ mm de long et $0,22 \pm 0,02$ mm de large. Leur surface est lisse translucide quand ils sont récemment pondus, mais deviennent jaune pâle et opaques à deux jours ou près de l'éclosion (JACAS et al., 1997). Ils sont d'un aspect mou et argenté. L'incubation des œufs est comprise entre 2 et 6 jours selon les conditions (BA-ANGOOD, 1977).

La ponte des œufs se fait préférentiellement sur les jeunes feuilles de longueur inférieure à 10 mm et qui se localisent de 4,5 à 5 centimètres de l'extrémité des nouvelles pousses, et ils sont déposés séparément et près de la nervure principale et à raison d'un œuf par feuille, au maximum deux sur la face postérieure qui est la plus accessible à *P. citrella* (GARRIDO VIVAS & GASCÓN LÓPEZ, 1995; SÁNCHEZ et al., 2002; URBANEJA et al., 2001).

Chapitre II : Généralités sur les agrumes et la mineuse *Phyllocnistis citrella*

➤ Larves

Après l'éclosion des œufs, les larves pénètrent immédiatement sous la cuticule et se nourrissent à partir des cellules qu'elles perforent grâce à leurs crochets mandibulaires (HEPPNER, 1993).

Durant son cycle de développement, *Phyllocnistis citrella* passe par quatre stades larvaires (AL-KHATEEB et al., 1999). Le corps des larves est allongé, avec une tête prognathe robuste et triangulaire, le thorax élargi avec des segments bien délimités dont les trois derniers sont étroitement cylindriques et caudiformes, les pattes thoraciques et abdominales sont absents (BERKANI., 1995).

Les larves du premier stade larvaire mesurent $0,61 \pm 0,17$ mm de long et sont planes, avec une tête notablement plus large que le reste du corps. Celles du second et troisième stade présentent un thorax plus large que la tête et le reste du corps. Toutes les larves de *P. citrella* sont translucides. Alors que celles nouvellement émergées sont totalement transparentes et prennent la couleur jaune vert au deuxième stade et jaune obscure au troisième (SÁNCHEZ et al., 2002).

Le quatrième stade larvaire ou pré-nymphe se distingue essentiellement par un appareil buccal atrophié, car pendant cette phase l'insecte cesse de se nourrir. Le corps est plus ou moins cylindrique de couleur jaune pâle, avec des segments thoraciques plus volumineux que ceux du reste du corps, sa longueur moyenne est de $3,40 \pm 0,18$ mm (SÁNCHEZ et al., 2002). A ce stade, la pré-nymphe construit la chambre nymphale en couvrant les murs internes de la mine avec de la soie.

➤ Chrysalide

La nymphe se trouve généralement dans une loge nymphale à l'extrémité de la feuille (HEPPNER, 1993). Elle est de couleur brun-jaunâtre et devient plus foncée avec l'âge (LEGASPI & FRENCHÉ, 1996). Sa longueur varie entre 2 et 2,5 mm (BA-ANGOOD, 1977).

Juste avant l'apparition de l'adulte, la chrysalide emploie une épine frontale, se trouvant sur sa tête, pour perforer le cocon et forcer son corps à travers (LEGASPI & FRENCHÉ, 1996).

Chapitre II : Généralités sur les agrumes et la mineuse *Phyllocnistis citrella*

➤ **Adulte**

L'adulte est un petit papillon, d'environ 2 à 2,5mm de long et de 4 à 5mm d'envergure, de couleur blanc argentée, dont les ailes antérieures portent 4 bandes ou stries colorées de marron à noire avec une tache noire sombre à l'extrémité et les ailes postérieures sont très minces de couleur blanchâtre. Ces deux paires d'ailes sont fringuées de petits poils minuscules. Le corps de couleur blanche est couvert en totalité par les deux paires d'ailes quand il est en position de repos. Il possède des antennes longues et filiformes **(BA-ANGOOD, 1977; SÁNCHEZ et al., 2002)**.

D. Plantes hôtes

Ce ravageur est principalement attiré par le genre Citrus ; toutes les espèces en développement sont attaquées. Il semble exister une différence dans la susceptibilité entre les cultivars ; les pamplemoussiers et les mandariniers sont les plus sensibles **(ARGOV & RÖSSLER, 1996)**. Cependant, **GARCIA-MARI et al. (2002)** relie cette susceptibilité aux nombres annuels des bourgeons ouverts. Les pontes et le début des galeries peuvent être rencontrés sur le jasmin, saule, vigne et le maïs, mais cependant cet insecte est incapable d'achever son cycle biologique sur ces hôtes **(GUÉROUT, 1974)**.

Sur oranger, la densité de *P. citrella* peut varier de 4 individus pour 10 pousses (bouquets de feuilles) au printemps à 250 individus pour la même unité en été **(ABASSI et al., 1995)**.

E. Biologie

Selon **(BALACHOWSKY, 1966)**, les adultes de *P.citrella* hibernent et apparaissent dans les plantations généralement tôt au printemps.

Ils sont actifs du crépuscule à l'aube et leur accouplement survient surtout au crépuscule. Il peut intervenir entre 14 et 24heures après l'émergence des adultes **(KNAPP et al., 1995)**.

La fécondité de la femelle est plus de 50 œufs tout au long de sa vie. Ces œufs sont pondus isolément ou groupés de 2 à 3 éléments sur les deux faces de la feuille, sur les jeunes pousses **(BALACHOWSKY, 1966; ZHANG et al., 1994)**.

Chapitre II : Généralités sur les agrumes et la mineuse *Phyllocnistis citrella*

Après l'éclosion, les larves se nourrissent des cellules du parenchyme en forment des mines qui vont progressivement s'allonger au fur à mesure que les larves se développent. Le dernier stade larvaire ne se nourrit plus et façonne alors un cocon qui évolue en chrysalide. L'émergence des adultes a lieu 6 jours plus tard.

La durée totale du cycle varie entre 13 et 52 jours, elle est conditionnée par la température. Des durées spécifiques pour l'ensemble des stades sont observées (**Figure 8**), le stade œuf prend deux à dix jours, le stade larvaire entre cinq et vingt jours et de six à vingt-deux jours pour la nymphose (**KNAPP et al., 1995**). La durée du cycle est très variable et atteste de la capacité d'adaptation de la mineuse des agrumes (**ARGOV & RÖSSLER, 1996**). Son optimum de développement s'observe pour des températures moyennes de 15 à 20°C (**JERRAYA et al., 1997**).

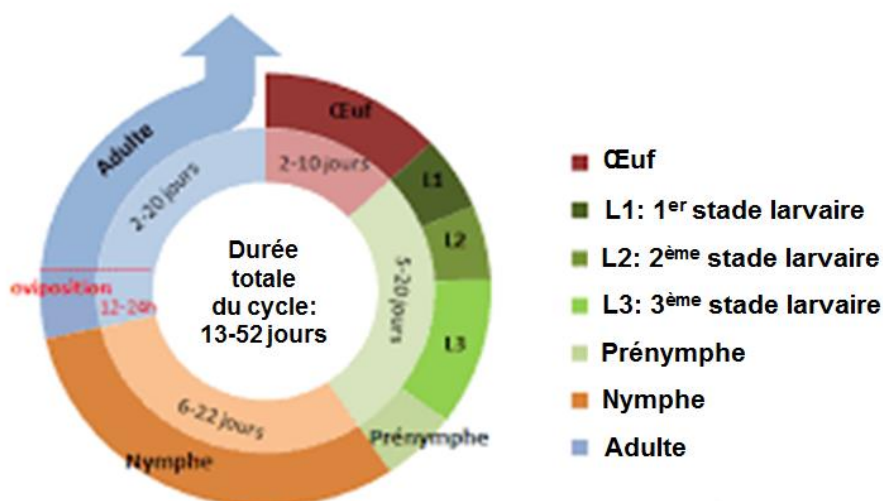


Figure 7: Cycle de développement de *P. citrella*.

F. Dégâts

Toutes les espèces citricoles peuvent être infestées par *P. citrella*, à n'importe quel âge. Les dommages de plus grandes importances économiques se produisent dans les nouvelles plantations, arbres nouvellement greffés et les pépinières, et plus précisément aux jeunes feuilles nouvellement formées (**ARGOV & RÖSSLER, 1996**; **GODFREY & GRAFTON-CARDWELL, 2002**; **MANSANET et al., 1999**). Dans les

Chapitre II : Généralités sur les agrumes et la mineuse *Phyllocnistis citrella*

vergers adultes, les effets sont observés à moyen terme sur l'équilibre annuel des feuilles et le niveau de la production foliaire (**GARCIA-MARI et al., 2002**).

Les dommages les plus graves sont provoqués par le troisième stade larvaire. C'est ainsi qu'une seule larve peut rapidement détruire 30% de la surface d'une feuille de Citrus ayant 8cm de long, et trois larves peuvent détruire jusqu'à 60% (**MANSANET et al., 1999**) (**Figure 9**).



Figure 8: Dégâts de la mineuse des agrumes sur feuille (Garcia-Marí, 2009).

G. Méthodes de lutte

Diverses techniques de lutte contre la mineuse des agrumes ont été mises au point dans plusieurs pays du monde.

a. Méthodes prophylactiques

C'est un ensemble de procédés permettant de limiter les infestations en privant le ravageur de son site de ponte et de nourriture approprié par divers moyens, dont la suppression manuelle de jeunes pousses et de gourmands.

- Le désherbage et la suppression des jeunes pousses au démarrage de la végétation et la fertilisation équilibrée sont parmi les moyens agrotechnique efficace pour lutter contre cet insecte (**EL-OUARD, 1997; ZHANG et al., 1994**).
- Aux USA, ils ont utilisé une autre méthode, qui consiste à provoquer la sortie de nouvelles pousses dites « poussées libres », qui seront contaminées par

Chapitre II : Généralités sur les agrumes et la mineuse *Phyllocnistis citrella*

l'insecte puis supprimées avant chacune des trois poussées de sève de l'année (**KNAPP et al., 1993**)

- A l'Australie, certains chercheurs recommandent par contre la diminution des irrigations et de la fertilisation en été et en automne afin de réduire la végétation et de ce fait limiter le développement de l'insecte (**KNAPP et al., 1994**)

b. Lutte chimique

En Algérie, il a été recommandé l'utilisation par pulvérisation foliaire de Diméthoate, de Formothion, de Trichlorfon ou de l'Améthoate par traitement localisé et dirigé sur les pousses d'été et d'automne (**BERKANI et al., 1996**).

c. Lutte biologique

Le tableau suivant résume l'ensemble des parasitoïdes de *P. citrella* recensés dans différents pays de la région méditerranéenne

Chapitre II : Généralités sur les agrumes et la mineuse *Phyllocnistis citrella*

Tableau 1: Principaux parasitoïdes de *P. citrella* présents dans différents pays de la région méditerranéenne [d'après NOYES (2001) et REINA ET LASALLE (2004) cité par BOUALEM (2009)].

Espèce	Origine	Présence sur <i>P. citrella</i>	Introduction
Eulophidae			
<i>Apotetrastichus postmarginalis</i> (Bouceck, 1971)	EUR	Si	-
<i>Apotetrastichus sericothorax</i> (Szelényi, 1973)	EUR	Si	-
<i>Asecodes delucchii</i> (Bouceck, 1971)	EUR	Si	-
<i>Asecodes erxias</i> (Walker, 1848)	EUR, AMN	Si	-
<i>Chrysocharis pentheus</i> (Walker, 1839)	EUR, ASIE, AMN	Es, Isr	-
<i>Cirrospilus brevis</i> Zhu, LaSalle et et Huang 2002	ASIE	-	E
<i>Cirrospilus diallus</i> (Walker, 1838)	EUR	It, Si,	-
<i>Cirrospilus ingenuus quadristriatus</i> (Subba Rao et Ramamani, 1966)	ASIE	-	Es, Isr, Ma, AUS, USA
<i>Cirrospilus brevis</i> Zhu, LaSalle et et Huang 2002 (= near <i>lyncus</i>)	EUR	E	-
<i>Cirrospilus pictus</i> (Nees, 1834)	EUR	Al, Es, It, Ma, Si	AMN
<i>Cirrospilus vittatus</i> Walker, 1838	EUR	Al, Es, It, Si	-
<i>Citrostichus phyllocnistoides</i> (Narayanan, 1960)	ASIE	Asie	Es, Gr, Isr, Ma, AUS
<i>Closterocerus cinctipennis</i> (Ashmead, 1888)	AMN	AMN	It
<i>Closterocerus formosus</i> (Westwood, 1833)	EUR, ASIE, AMN	Es, Gr, Isr, It, Jo, Si, Tq	Es, Gr, Isr, It, Jo, Si, Sy, Tq
<i>Diglyphus isaea</i> (Walker, 1838)	EUR, ASIE, AMN, AFR	Es	-
<i>Galeopsomyia fausta</i> (LaSalle 1997)	AMS	AMS	Es
<i>Pnigalio agraulis mediterraneus</i> (Ferrière et Delucchi, 1957)	EUR	Al, Si	-
<i>Pnigalio pectinicornis</i> (Linnaeus, 1758)	EUR	Al, Es	-
<i>Pnigalio soemnius</i> (Walker 1839)	EUR	Si	-
<i>Quadrastichus citrella</i> (Reina et La Salle)	Thaïlande	-	Es, Is, Ma, Si
<i>Ratzeburgiola incompleata</i> Boucek	EUR	Isr, Si, Tq	-
<i>Semiela cher petiolatus</i> (Girault, 1915)	AUS	Al, Es, Gr, It, Ma, Tu	Al, Es, Ma, Si, Tu
<i>Sympiesis gregori</i> (Bouceck)	EUR	Es	-
<i>Sympiesis notata</i> (Zetterstedt, 1838)	EUR	Es	-
<i>Zaommomentedon brevipetiolatus</i> (Kamijo, 1990)	AUS, ASIE	Isr	-
Encyrtidae			
	AUS, ASIE	Asie	Al, Es, Gr, It, Isr, Ma, Si, Tu AUS, AMN, AMS
<i>Ageniaspis citricola</i> (Logvinovskaya, 1983)			

Pays. Al : Algérie, Es : Espagne, Gr : Grèce, Isr : Israël, It : Italie, Jo : Jordanie, Si : Sicile, Sy : Syrie, Ma : Maroc ; Tu : Tunisie ; Tq : Turquie. Région. AFR : Afrique, ASIE, AMN : Amérique du Nord, AMS : Amérique du Sud, AUS : Australie, EUR : Europe. En gras : espèces exotiques introduites dans le Bassin méditerranéen.

Chapitre II :

GENERALITES SUR LE PARASITOIDE

CITROSTICHUS PHYLLOCNISTOIDES

(NARAYANAN, 1960)

Chapitre II : Généralités sur le parasitoïde *Citrostichus phyllocnistoides*

II.1 Origine

Citrostichus phyllocnistoides est répandu dans une grande partie de l'Asie et dans l'Est de l'Afrique. C'est un ectoparasitoïde primaire de la mineuse des agrumes *Phyllocnistis citrella* (Stainton) (Lepidoptera : Gracillariidae), d'origine sud-asiatique, décrite pour la première fois par Narayanan en 1960 (**BOUČEK, 1988**).

II.2 Systématique

La systématique de ce parasitoïde d'après **BOUČEK (1988)** est comme suite :

Embranchement	Arthropoda
Classe	Insecta
Ordre	Hymenoptera
Famille	Eulophidae
Genre	<i>Citrostichus</i>
Espèce	<i>Citrostichus phyllocnistoides</i> (Narayanan, 1960)

II.3 Description de l'espèce

La figure 10 montre quelques critères qui caractérisent ce parasitoïde selon **YEFREMOVA & YEGORENKOVA (2009)** et qui sont résumés comme suit

- Un pronotum large
- Le mesoscutum avec une rainure médiane
- Un propodeum avec une carina médiane nettement claire
- Aile antérieure avec une soie sur la veine submarginale
- Pétiole avec partie postérieure surélevée et sculptée, avec des dents latérales bien développées.

Les adultes sont noirâtres, mais sont facilement identifiés par la tache jaune translucide présente sur l'abdomen (**ELEKÇIOĞLU & UYGUN, 2006**) (**Figure 11**).

Chapitre II : Généralités sur le parasitoïde *Citrostichus phyllocnistoides*

Les yeux composés et ocelles rouges, antenne jaune, funicule allongée avec 3 segments, club allongé 3 segments avec soies. Tous les pieds jaune, nombre des tarsi est 4. Le mâle est plus petit que la femelle (**KERNASA et al., 2008**).

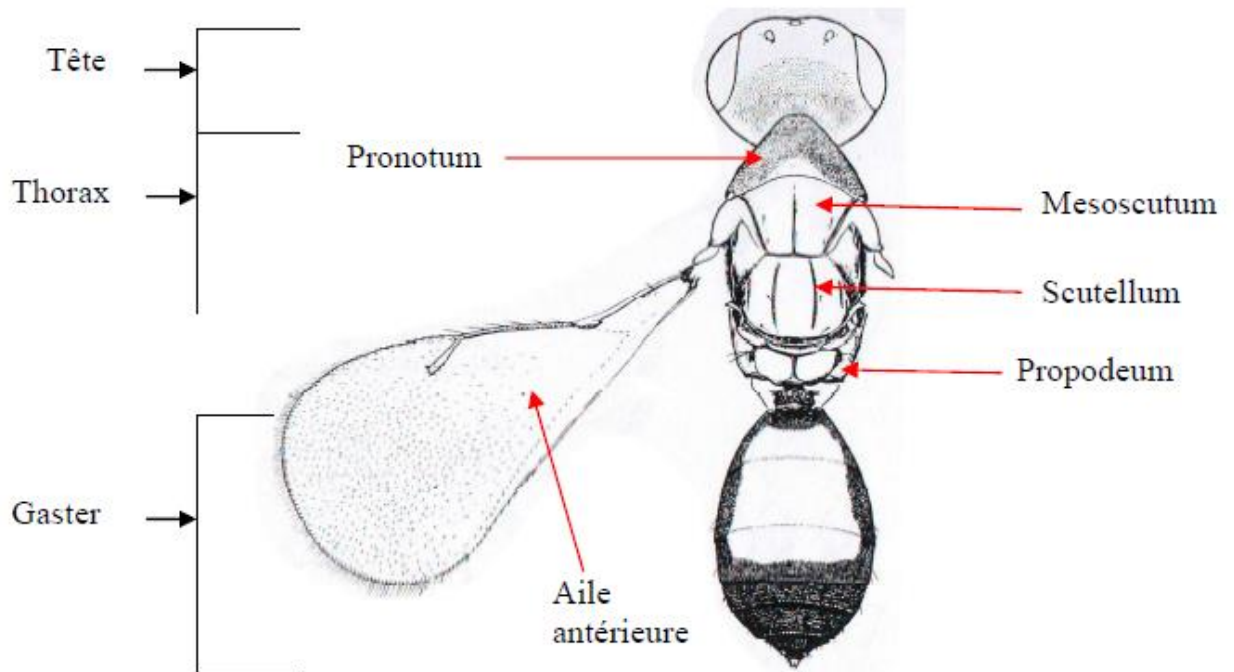


Figure 9 : Différentes parties du corps de *Citrostichus phyllocnistoides* (d'après **BOUČEK, 1988**)



Figure 11 : Femelle de *Citrostichus phyllocnistoides* (**BOUALEM, 2009**)

Chapitre II : Généralités sur le parasitoïde *Citrostichus phyllocnistoides*

II.4 Biologie

Citrostichus Phyllocnistoides est un ectoparasitoïde solitaire, arrhénotoque¹ de la mineuse des agrumes *P. citrella* (ELEKÇIOĞLU & UYGUN, 2006). La femelle perce l'épiderme au-dessus d'une mine avec son ovipositeur et paralyse les larves hôtes, celles de deuxième et troisième stade étant sélectionnées pour l'oviposition

Après cinq stades, les larves de cet ectoparasitoïde s'éloignent de leur hôte pour se nymphoser dans la mine. La femelle pond un ou plusieurs œufs (jusqu'à 5), mais un seul adulte est produit (SUBBA RAO & RAMAMANI, 1965)

Les œufs éclosent en 10 à 24 heures, et le développement larvaire prend 4 jours et le développement de la nymphe 7 jours, ce qui donne un temps de développement de 10 à 11 jours à 25°C.

II.4 Hôtes

L'hôte préféré de *C. phyllocnistoides* est la mineuse des agrumes, mais il a été trouvé sur d'autre espèce dans plusieurs pays.

il a été récupéré en Inde sur *Trioza absoleta* TRIZOB (Hom. psyllidae) ,sur l'arbre *Diospyros melanoxylon* (Roxb) (DASH & DAS, 1997).

D'autres études ont trouvé aussi que *C.phyllocnistoides* parasitait également le papillon *Acalyptis minimella* (Rebel) sur *Pistacia lentiscus* , L., et *Stigmella* sp. sur *Rubus ulmifolius* Schott (LO DUCA et al., 2002; MASSA & RIZZO, 2001; MASSA et al., 2001).

II.5 Importance dans la lutte biologique

Le parasitisme a joué un rôle majeur dans la réduction de population des ravageurs.

Plusieurs études ont montré l'importance d'insérer *C. phyllocnistoides* dans le programme de lutte biologique pour réduire la population de la mineuse des agrumes. C'est un bon agent de lutte biologique contre *P. citrella* en raison de son adaptabilité climatique et de sa grande spécificité et de son potentiel d'augmentation élevé (VERCHER et al., 2003).

¹ **Arrhénotoque** : parthénogenèse survenant lorsque l'ovocyte parvient à se développer sans avoir subi de fécondation préalable et produisant des ascendants mâles, l'inverse de **thélytoque** qui produise que des femelles (SAUVION et al., 2013).

Chapitre II : Généralités sur le parasitoïde *Citrostichus phyllocnistoides*

C. phyllocnistoides est un parasitoïde assez efficace de *P. citrella*. Il peut être facilement élevé en laboratoire et libéré sur le terrain au besoin **(ELEKCIOGLU, 2017)**.

Trois ans après des lâchers massifs de trois parasitoïdes exotiques en Crète (La Grèce) pour la réduction de la population de la mineuse et parmi eux, *C. phyllocnistoides* s'est dispersé très rapidement et loin des sites de dissémination où le pourcentage de parasitisme était le plus élevé **(KALAITZAKI et al., 2011)**.

Chapitre III :
MATERIEL ET METHODES

Chapitre III : Matériel et méthodes

Dans ce chapitre, nous allons présenter la région expérimentale et les techniques adoptées et le matériel utilisé pour la réalisation de cette étude.

N.B.: Le thème et son plan de travail ont été proposés par notre encadreur Dr KHALADI Omar.

III .1 Présentation de la région d'étude

III .1.1 Situation géographique

La wilaya de Guelma est située au Nord-Est de l'Algérie à 60 km environ de la Méditerranée. Elle est limitée au nord par la wilaya d'Annaba, au nord-est par la wilaya d'El-Tarf, au sud-est par la wilaya de Souk-Ahras et Oum El-Bouagui, à l'Ouest par la wilaya de Constantine et au nord-ouest par la wilaya de Skikda, Elle s'étend sur une superficie de 3686,84 Km² (**Figure 12**).

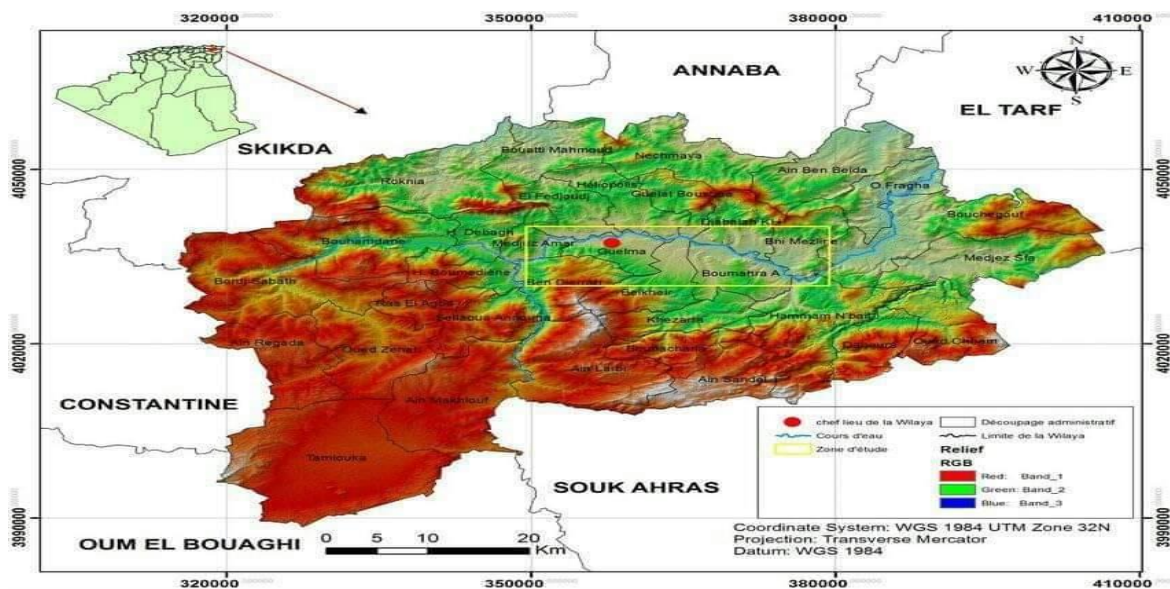


Figure 10 : Situation géographique de la wilaya de Guelma

III.2 Présentation de la zone d'étude

Nous avons réalisé la présente étude dans deux vergers d'orangers dans la wilaya de Guelma. Un verger se situe dans la commune d'El Fedjoudj, plus précisément dans la ferme BOUKHMIS à 2km au nord-ouest de la wilaya de Guelma (**Figure 13**), et le deuxième verger dans la commune de Medjez Amar qu'est éloigné 13 Km du chef-lieu de la wilaya (**Figure 14**).



Figure 11: Ferme BOUKHMIS – El Fedjoudj (Guelma)
(photo personnelle ,2021)



Figure 12: Verger de Medjez Amar (photo personnelle ,2021)

III.3 Données climatiques de la région d'étude

III.3.1 Température

La température est un facteur qui détermine la physiologie et le comportement des êtres vivants (**BENIA, 2010**). Elle conditionne leur existence et leur répartition spatio-temporelle. Elle demeure l'élément le plus important à étudier.

Les données des températures recueillies dans station météorologique de la wilaya de Guelma au cours de la période qui s'étale entre le mois de juillet 2020 jusqu'au juin 2021 montrent que la plus basse température moyenne est enregistrée durant le mois de janvier 2021 avec 11.75°C, et une température moyenne de 26.8°C pour le mois de juillet 2020 (**Tableau 2**).

Tableau 2: Températures moyennes, minimales et maximales mensuelles de la région de Guelma durant la campagne juillet 2020 jusqu'au juin 2021.

Années	2020						2021					
Mois	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin
T°.max °C	35,9	37	30,1	26,1	22,6	16,6	17,3	20,8	19,2	22,5	27,7	33,7
T°.min °C	17,7	20	17,2	10,9	10,8	7,5	6,2	6,8	6	8,9	13,1	17,8
T°.moy °C	26,8	28,5	23,65	18,5	16,7	12,05	11,75	13,8	12,6	15,7	20,4	25,75

III.3.2 Précipitations

La pluviométrie constitue un facteur écologique fondamental pour le fonctionnement et la répartition des écosystèmes terrestres (**RAMADE, 1984**). L'eau constitue 70 % à 90 % des tissus de beaucoup d'espèces en état de vie active. Les périodes de sécheresse prolongées ont un effet néfaste sur la faune (**DAJOZ, 1996**).

Les précipitations mensuelles enregistrées dans la région de Guelma au cours de notre période d'étude sont indiquées dans le **tableau 3**.

Tableau 3: Précipitations mensuelles (mm) enregistrées dans la Station météorologique de Guelma au cours de la période d'étude (Juillet 2020- Juin 2021)

Années	2020						2021					
Mois	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin
Précipitation (mm)	0.8	3	52.6	21.1	144.6	130	54.7	12.3	60.7	47.6	25.5	1,8

III .4 Synthèse climatique

Pour caractériser le climat de notre région d'étude, nous avons eu recours au diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN pour déterminer la période sèche et la période humide durant la campagne d'étude, et aussi le climagramme d'Emberger pour déterminer l'étage bioclimatique de notre région d'étude.

III.4.1 Diagramme Ombrothermique

Ce diagramme a pour but de mettre en évidence la notion des saisons humides et sèches selon le modèle de BAGNOULS et GAUSSEN. GAUSSEN considère qu'il y'a une sécheresse lorsque les précipitations mensuelles exprimées en millimètres sont inférieures au double de la température moyenne mensuelle exprimée en degrés Celsius ($P < 2 T$) (DAJOZ, 1971).

La figure (15) présente en abscisse les mois et en ordonnée les précipitations (P) et les températures moyennes (T).

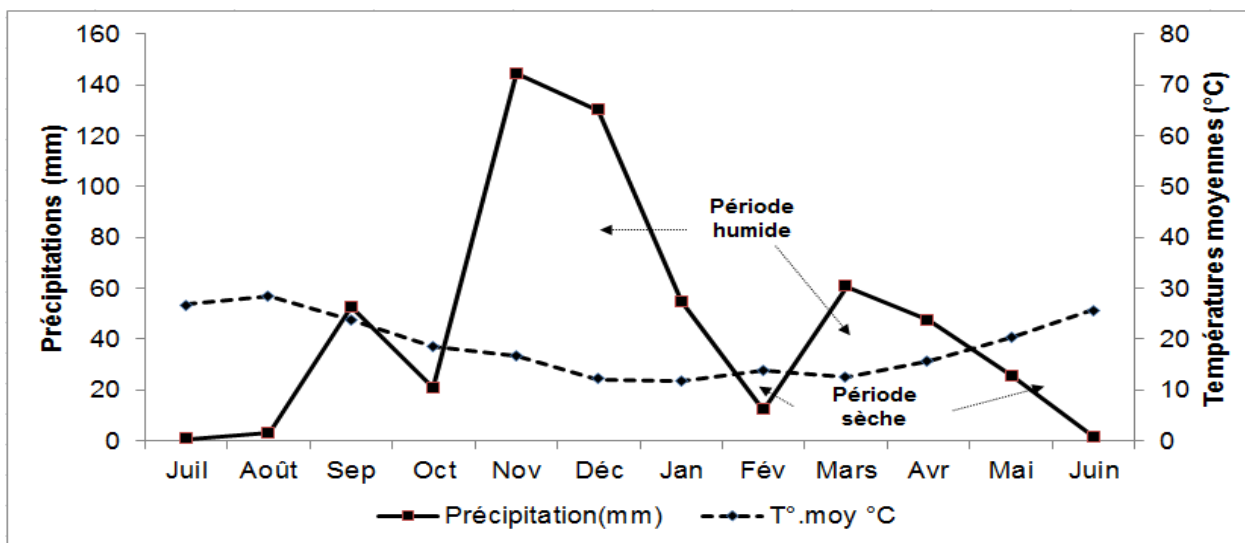


Figure 13: Diagrammes Ombrothermique de la région de Guelma (campagne Juillet 2020- Juin 2021)

Chapitre III : Matériel et méthodes

L'analyse de ce diagramme montre que durant notre période d'étude, le mois de février, mai et juin 2021 étaient des mois secs. Tandis que le mois de janvier, mars et avril 2021 sont des mois humides selon ce diagramme.

III.4.2 Étage bioclimatique (climagramme d'Emberger)

Le climagramme d'Emberger permet la classification des différents types de climats méditerranéens, ainsi que la distinction entre leurs différentes nuances. Pour connaître le type de climat, on doit calculer tout d'abord le quotient pluviométrique «Q2» qui s'obtient par la formule suivante : $Q2 = 3.43 (P/M-m)$

- P : Précipitations annuelles en mm.
- M : Température maximale du mois le plus chaud.
- m : Température minimale du mois le plus froid.

La figure 16 présente l'étage bioclimatique de région de Guelma durant la campagne « juillet 2020 - juin 2021 » dont : la température moyenne minimale du mois le plus froid est placée en abscisses et la valeur du coefficient pluviométrique Q2 est placée en ordonnées.

Le coefficient pluviométrique Q2 est calculé par la formule précédente comme suit :

$$\left. \begin{array}{l} P=574.7 \text{ mm} \\ M=37^{\circ}\text{C} \\ m =6^{\circ}\text{C} \end{array} \right\} \Longrightarrow Q2 =61.37$$

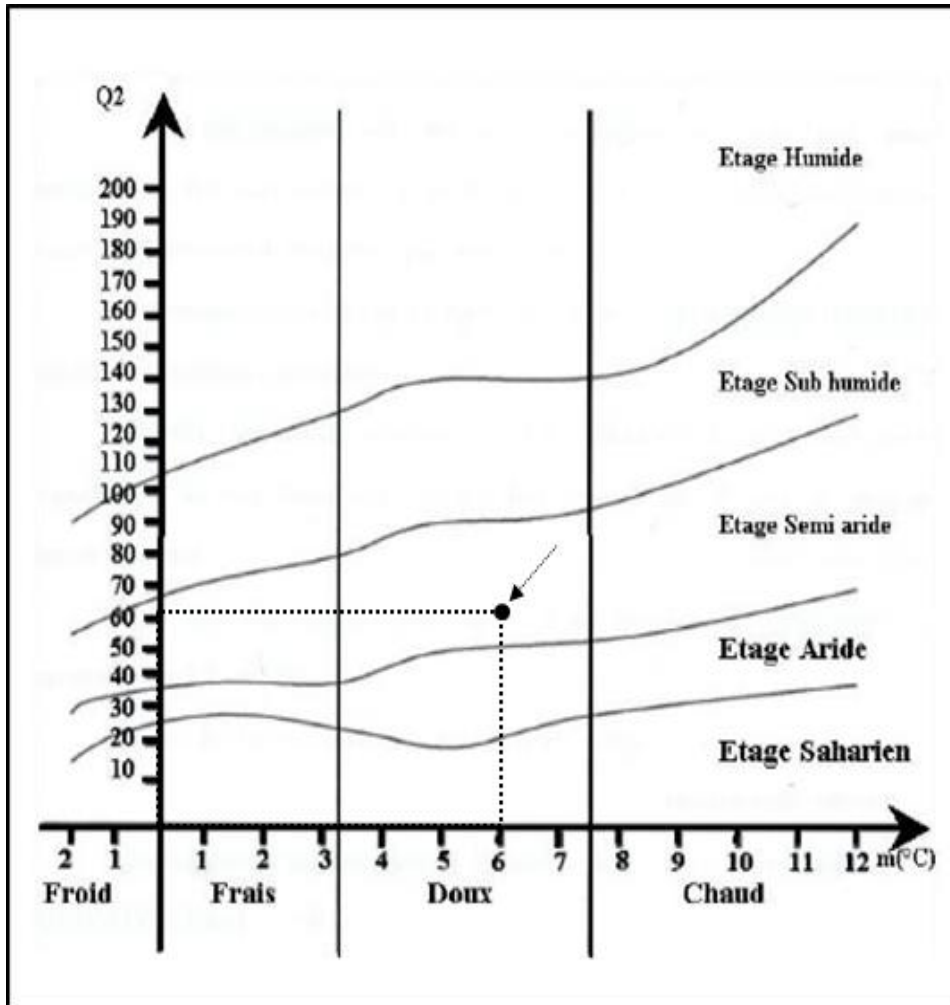


Figure 14 : Localisation de la région de Guelma durant la campagne juillet 2020- juin 2021 dans le climagramme d'Emberger

L'analyse de ce climagramme montre que l'étage bioclimatique de la région de Guelma durant la période la campagne juillet 2020- juin 2021 était dans l'étage bioclimatique semi-aride à hiver doux.

III.5 Matériel utilisé

Nous avons utilisé des pièges jaunes englué pour capturer notre auxiliaire, et des sachets en matière plastique pour placer les jeunes pousses (**Figure 17**).



Figure 15: Pièges englués jaunes utilisés dans notre étude (Dimension 10 x 23)

III.5.1 Méthodologie d'étude sur le terrain

III .5.1.1 Calendrier des sorties et plan d'échantillonnage

Le lieu d'étude est constitué de deux vergers d'orangers dans deux communes différentes. Le mode opératoire consiste à effectuer des prélèvements des jeunes pousses chaque 15 jours durant le mois de février et mars 2021, alors qu'après cette période jusqu'au mois de juin 2021, les prélèvements sont effectués chaque semaine. La méthode consiste à choisir aléatoirement 10 arbres par hectare dans chaque verger sur les lesquelles sont prélevés cinq rameaux avec 5 jeunes feuilles. Les prélèvements ont été faits à hauteur d'homme.

Les échantillons prélevés sont placés différemment dans des sachets en plastique sur lesquels sont mentionnés les coordonnées (date, verger).

En parallèle à notre échantillonnage, nous avons placé aussi des pièges englués jaunes pour vérifier la présence de notre parasitoïde *Citrostichus phyllocnistoides* dans les deux vergers et suivre sa période de vol en cas de sa présence. Cet auxiliaire est attiré par la couleur de ce type de piège. L'installation de ces pièges est réalisée chaque quinze jour à raison de deux par verger.

III.5.2 Examen des feuilles au laboratoire et identification du parasitoïde

Au laboratoire, les jeunes feuilles sont examinées à l'œil nu pour confirmer la présence et dénombrer les larves de la mineuse.

Les plaques engluées ont été observés à l'aide d'une loupe binoculaire au différent grossissement pour repérer notre parasitoïde qui présente un critère simple pour son identification qui est une tache jaune translucide qui occupe presque la moitié de l'abdomen chez la femelle. Pour les mâles, la tache est plus petite que chez la femelle.

III. 5.3 Traitement des données et exploitation des résultats

Pour comparer les résultats du suivi et voir s'il y a une différence entre les abondances d'une sortie à l'autre, nous avons eu recours au test non paramétrique Kruskal-Wallis, en utilisant le logiciel Past version (version 3.10)

CHAPITRE IV :

RESULTATS

Chapitre IV : Résultats

Les résultats du suivi de la mineuse des agrumes et son parasitoïde *C. phyllocnistoides* dans deux vergers d'orangers qui se situent dans deux régions différentes sont présentés dans ce chapitre.

IV.1 Verger d'El Fedjoudj

IV.1.1 Résultats du suivi de la mineuse *Phyllocnistis citrella* (février 2021- juin 2021)

Au cours des cinq mois du suivi, en prélevant des jeunes pousses dans le verger de cette région, nous avons pu tracer le graphique suivant :

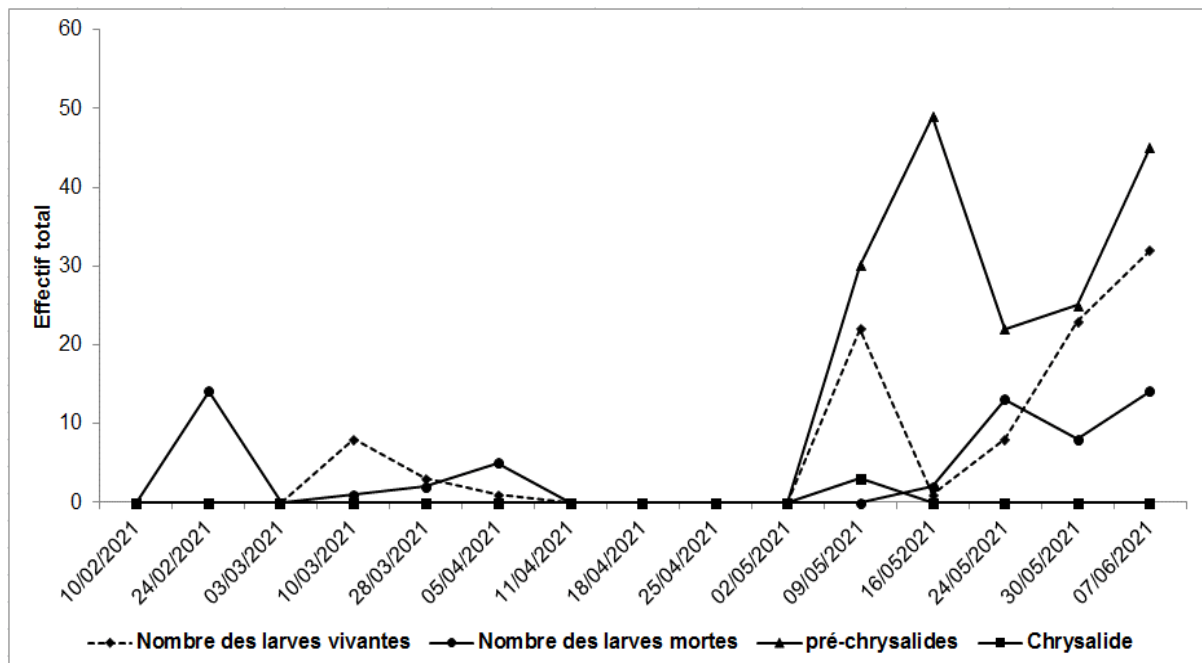


Figure 16 : Evolution temporelle des effectifs de la mineuse des agrumes dans le verger d'El Fedjoudj

D'après cette figure, nous remarquons que l'activité de ce papillon était faible au début de notre échantillonnage avec un pic pour les larves vers le 10 mars 2021. Deux autres pics ont été enregistrés aussi pour les larves, un au début du mois de mai (9 mai 2021) et l'autre au début du mois de juin (fin de notre échantillonnage). Le pic le plus important a été enregistré par les pré-chrysalides vers le 16 mai 2021, i.e. après une semaine d'un pic larvaire, suivi par un autre pic vers la fin de notre échantillonnage. Nous avons remarqué aussi la présence des larves mortes dans les mines.

Chapitre IV : Résultats

Nous avons comparé cette évolution dans le temps en utilisant le test non paramétrique de Kruskal-Wallis, ce test a révélé une différence significative entre les abondances au cours du temps avec la valeur du test $H= 26.91$ et $p = 0.02 < 0.05$

IV.1.2 Résultats du suivi de *Citrostichus phyllocnistoides*

Les résultats de l'échantillonnage des jeunes pousses et de l'installation des pièges jaunes dans ce verger ont permis de tracer la courbe suivante :

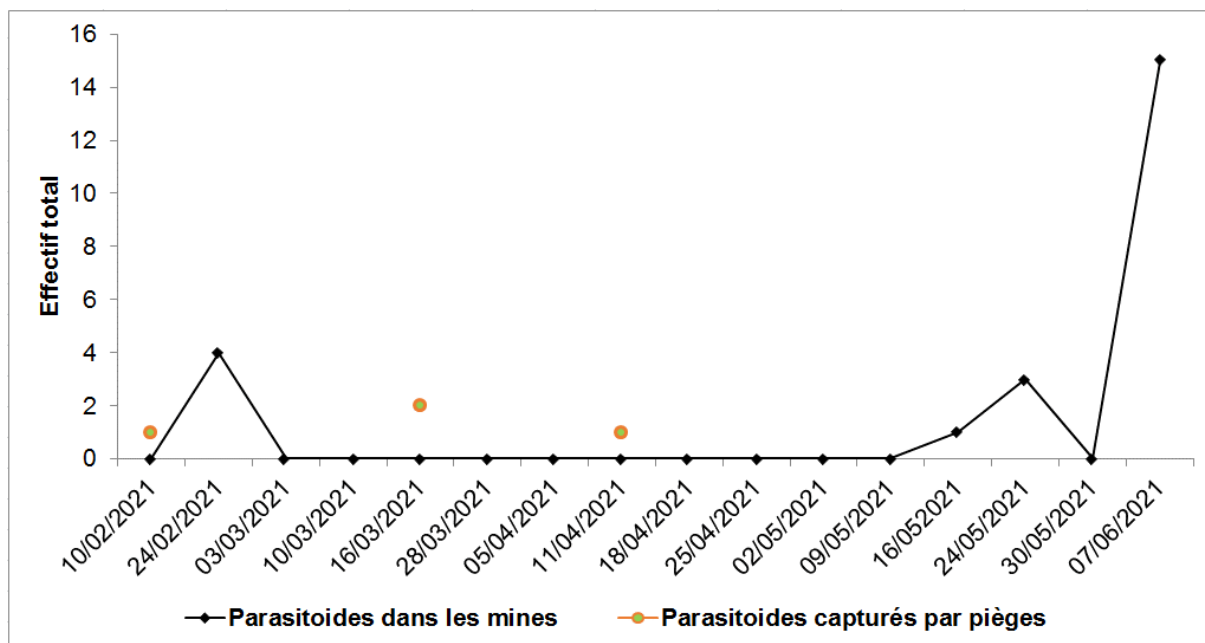


Figure 17: Evolution temporelle des effectifs de *C. phyllocnistoides* dans le verger d'El Fedjoudj

Les points isolés sur le graphique au-dessus représentent les individus du parasitoïde capturés par pièges jaunes, i.e., la période éventuelle du vol de cet insecte. Nous avons remarqué la présence de ce parasitoïde au début de notre échantillonnage, mais les individus trouvés étaient morts. Durant le mois de mars, avril et début du mois de mai, nous n'avons pas trouvé le parasitoïde dans les mines par contre nous avons pu capturer quelques individus dans les pièges jaunes. Après la deuxième décennie du mois de mai 2021, nous avons remarqué l'apparition de notre parasitoïde dans les mines avec un pic important au début du mois de juin 2021.

IV.2 Verger de Medjez Amar

IV.1.1 Résultats du suivi de la mineuse *Phyllocnistis citrella* (février 2021- juin 2021)

Les cinq mois du suivi, et de prélèvement des jeunes pousses dans ce verger, on permet de tracer le graphique suivant :

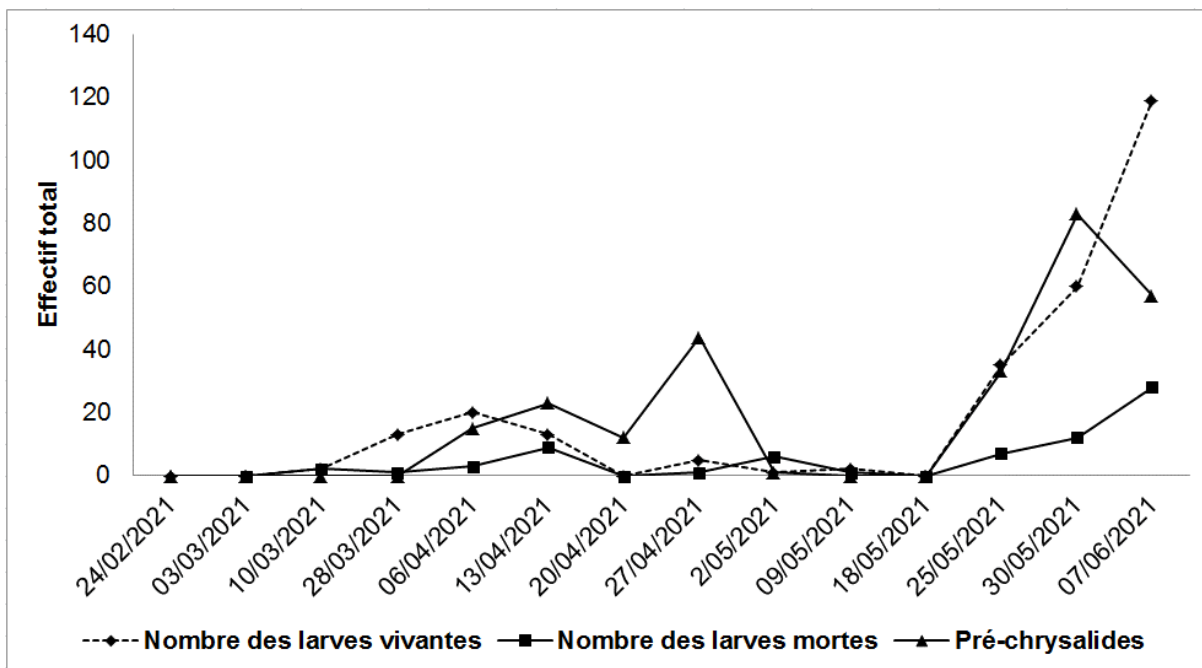


Figure 18: Evolution temporelle des effectifs de la mineuse des agrumes dans le verger de Medjez Amar

D'après cette figure, nous remarquons qu'un pic pour les larves a été enregistré au début du mois d'avril 2021 (06/04/2021) et un deuxième très faible vers la fin du même mois (27/04/2021), et un troisième pic plus important au début du mois de juin. En ce qui concerne les pré-chrysalides, nous avons enregistré un pic après une semaine du premier pic larvaire (13/04/2021), et un autre avant la fin du mois d'avril (27/04/2021), et aussi un troisième pic au 30 mai 2021. Nous avons également trouvé des larves mortes dans leurs mines après chaque pic larvaire.

Nous avons comparé cette évolution dans le temps en utilisant le test non paramétrique de Kruskal-Wallis, ce test a révélé une différence très significative entre les abondances au cours du temps avec la valeur du test $H= 30.56$ et $p = 0.004 < 0.01$

IV.2.2 Résultats du suivi de *Citrostichus phyllocnistoides*

Le suivi des individus du parasitoïde qui ont été trouvés dans les mines et aussi ceux capturés par pièges jaunes dans ce verger ont permis de tracer la courbe suivante :

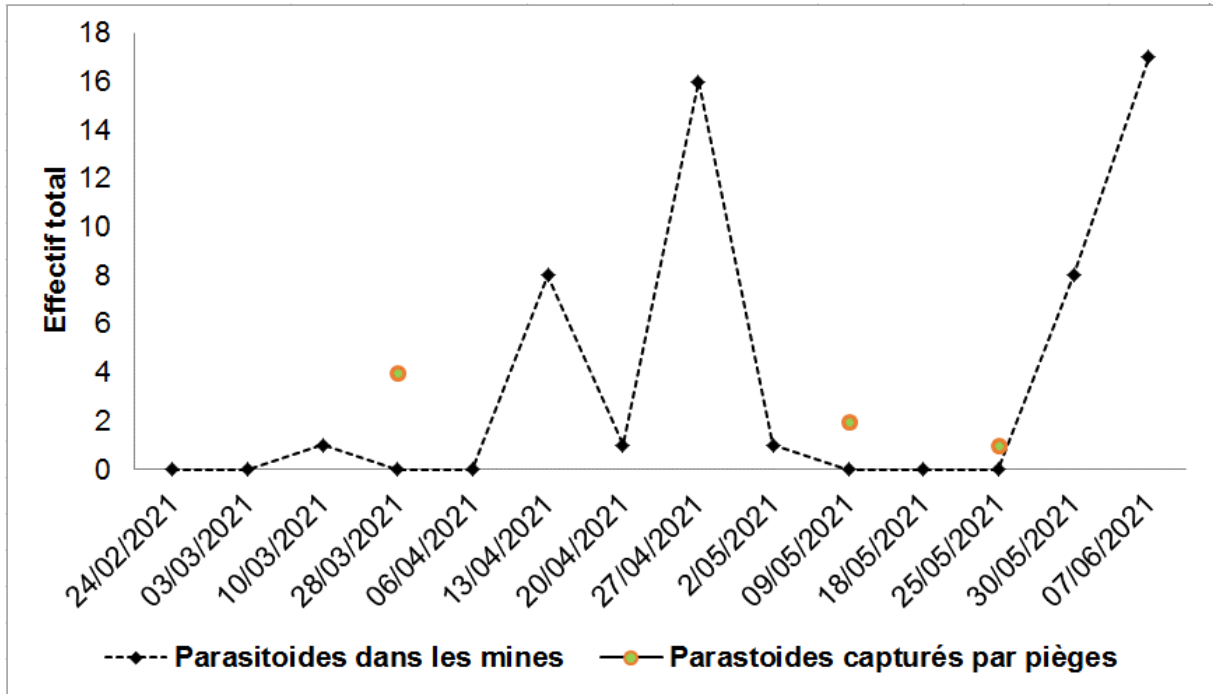


Figure 19: Evolution temporelle des effectifs de *C. phyllocnistoides* dans le verger de Medjez Amar

Les points isolés sur le graphique au-dessus représentent les individus du parasitoïde capturés par pièges jaunes, i.e., la période éventuelle du vol de cet insecte.

Nous remarquons d’après la figure 21 que le parasitoïde a présenté 4 pics de générations, dont le premier est le plus faible avec qu’un seul individu trouvé le 10 mars 2021. Le deuxième et le troisième pic sont enregistrés au cours du mois d’avril (13/04/2021 ; 27/04/2021), tandis que le quatrième au début de juin 2021.

Nous avons remarqué également que les pièges jaunes ont permis de capturer des individus vers la fin du mois de mars (28/03/2021), ainsi qu’au début et à la fin du mois de mai (09/03/2021 ; 25/05/2021).

IV.2.3 Quelques photos des larves de la mineuse et de son parasitoïde *C. phyllocnistoides* trouvés au cours de notre expérimentation (photo personnelle ,2021) :



Figure 20: Femelles adultes de *C. phyllocnistoides* émergés des mines sous une température de 25°C. (grossissement x4.5)



Figure 21: Nympe (à gauche) et adulte de *C. phyllocnistoides* (à droite) dans des mines (grossissement x4.5)



Figure 22: Larve de la mineuse (à gauche) et pré-chrysalide (à droite) sur feuille d'oranger (grossissement x0.7)

CHAPITRE V
DISCUSSION

Discussion

Les prospections effectuées dans deux vergers d'orangers dans les deux régions d'étude durant la période qui s'étale du mois de février 2021 jusqu'à la première semaine du mois de juin 2021 ont révélé la présence de la mineuse des agrumes *Ph. citrella* et aussi son parasitoïde *C. phyllocnistoides* dans la wilaya de Guelma.

Le suivi de la mineuse a montré que ce papillon a présenté une activité importante avec le début du mois de mai qui se coïncide généralement avec l'augmentation des températures.

D'après les deux figures 18 et 20, plusieurs pics de densité ont été enregistrés pour les larves et aussi les pré-chrysalides, mais en général, on distingue la présence d'une activité faible durant la période printanière (probablement une génération) sous une température moyenne de 12.6°C et 15.7°C pour le mois de mars et avril respectivement, et une autre activité plus importante qui se coïncide avec l'augmentation des températures au début du mois de mai jusqu'au début du mois de juin sous des températures moyennes de 20.4°C et 25.75°C respectivement (probablement le début d'une autre génération), et ce dans les deux vergers d'étude

ATTRASSI & BADOUC (2013) ont dit que la dynamique saisonnière des populations de la mineuse des feuilles d'agrumes dépend de la physiologie de la plante hôte et du climat et surtout les basses températures qui nuisent à la survie des chrysalides et les papillons qui ont une activité nocturne. Ces mêmes chercheurs ont remarqué que les effectifs de cet insecte sont faibles à nuls durant la poussée de printemps puis une augmentation de ces effectifs avec le mois de mai.

D'après **JERRAYA et al. (1997)**, l'optimum de développement de la mineuse s'observe pour des températures moyennes de 15 à 20°C.

Selon **BOUALEM (2009)**, la durée de chaque génération est conditionnée par un ensemble de facteurs, en particulier les conditions climatiques, telles que la température et la pluviométrie. Ce même auteur a signalé la présence de 4 générations dans la région de Mostaganem dont deux durant la poussée de sève estivale et deux autres durant la poussée automnale.

BERKANI et al. (1996) ont signalé la présence de six générations dans la région de Mostaganem, dont une durant la poussée de printemps et la deuxième entre fin mai

Discussion

et début de juillet. Cela est en accord avec nos résultats où nous avons suggéré la présence d'une génération printanière et une autre qui commence avec le mois de mai.

En Espagne, **URBANEJA et al. (2000)** rapportent l'existence de 10 à 13 générations chevauchantes par an pour ce ravageur.

Des programmes de lutte biologique ont été mis au point dans plusieurs pays après l'apparition de la mineuse des agrumes, dans leurs vergers, par l'utilisation de différentes espèces de parasitoïdes qui sont reconnues comme efficace dans leurs pays d'origine (**GARCIA-MARI et al., 2004; SAHARAUI et al., 2001; URBANEJA et al., 2000**). Parmi ces parasitoïdes, *Citrostichus phyllocnistoides* était le plus efficace à cause de sa capacité d'adaptation aux différents types de climats et sa capacité de dispersion vers d'autres sites après son lâché (**GARCIA-MARI et al., 2004**). En Algérie, ce parasitoïde a été signalé pour la première fois dans la région de Mostaganem par **BOUALEM et al. (2007)**.

Dans la région de Guelma et à notre connaissance, aucun travail n'a été fait pour vérifier la présence de ce parasitoïde dans cette wilaya.

Au cours de nos prospections, nous avons trouvé ce parasitoïde dans les deux vergers d'études mais ses effectifs étaient faibles. Des individus ont été capturés par pièges jaunes au début du mois de février, et aussi durant le mois de mars, avril et mai. Ces individus représentent la période de vol de cet insecte durant les mois de notre expérimentation. Le verger de Medjez Amar a présenté plus de pic de densité pour ce parasitoïde par rapport au verger d'El Fedjoudj. Cela peut être expliqué par l'activité importante de la mineuse dans ce verger.

Une synchronisation entre l'apparition de ce parasitoïde et la mineuse des agrumes a été remarqué dans les deux vergers d'études.

Citrostichus phyllocnistoides parasite le deuxième et le troisième stade larvaire de la mineuse des agrumes, il a été considéré comme l'espèce la plus efficace dans le programme de lutte biologique qui a été lancé en Espagne contre ce ravageur d'agrumes (**ARGOV & RÖSSLER, 1998; GARCIA-MARI et al., 2004**).

Discussion

GARCIA-MARI et al. (2004) et KARAMAOUNA et al. (2010) ont signalé que l'activité parasitaire des parasitoïdes locaux espagnols avait considérablement diminué après l'introduction de *C. phyllocnistoides*. La même chose a été signalée en Turquie (**ELEKÇIOĞLU & UYGUN, 2006**), en Grèce (**KALAITZAKI et al., 2011**), en Italie et en Jordanie (**MASSA et al., 2001**) et en Chine (**WANG et al., 2006**).

CONCLUSION

Conclusion

Ce travail s'est déroulé dans deux vergers d'orangers dans deux communes différentes (El Fedjoudj et Medjez Amar) dans la wilaya de Guelma entre le mois de février 2021 et début de juin 2021.

Nous avons suivi l'évolution temporelle de la mineuse des agrumes *Ph. citrella* et de son parasitoïde dans ces deux régions.

Les résultats obtenus montrent que la mineuse a présenté une activité printanière faible dans le verger d'El Fedjoudj, puis une disparition de cet insecte durant presque un mois (entre 11 avril et 9 mai). Après cette période, une activité larvaire a été remarquée avec l'augmentation des températures moyennes dans la région, et qui reste dans ce verger jusqu'à la fin de notre échantillonnage. Le nombre des larves a atteint 32 larves durant la sortie de juin 2021 contre 45 préchrysalides (c'est ça dire des futures adultes dans la région).

Pour la région de Medjez Amar, l'activité de la mineuse a été importante par rapport au verger d'El Fedjoudj. Une activité larvaire suivi par des pré-chrysalides a été enregistré dans ce verger durant la période printanière, puis une disparition presque totale pendant 15 jours (2 mai au 18 mai 2021). Après cette période, une augmentation remarquable a été noté pour les larves et les pré-chrysalides jusqu'à la fin de notre échantillonnage.

Nous avons également remarqué la présence des larves mortes presque tout au long de notre étude ; des larves vidées qui peuvent probablement nous renseigner sur la présence de certains prédateurs piqueurs-suceurs dans la région.

Concernant le parasitoïde *C. phyllocnistoides*, cet insecte a été trouvé dans ce verger mais avec des faibles effectifs. Des adultes capturés par pièges jaunes durant la période printanière et aussi durant le mois de mai. Nous avons remarqué une synchronisation entre l'apparition de ce parasitoïde et son hôte ; la mineuse *Ph. citrella*.

Nous avons confirmé à travers notre étude, la présence de *Citrostichus phyllocnistoides* dans la région de Guelma.

En perspective, ils seraient intéressants de poursuivre cette étude sur plusieurs années et sur plusieurs variétés pour avoir des résultats plus représentatifs. La

Conclusion

surveillance annuelle des vergers par l'installation des pièges permet d'obtenir plus de renseignements sur les ravageurs et les insectes auxiliaires présents donc ça va nous aider à choisir le meilleur moyen de lutte.

Sur la base de ces résultats il est souhaité d'accorder une attention aux infestations de la mineuse des agrumes sur oranger et plus particulière à son parasitoïde et réaliser un calendrier qui précisera la période de fort parasitisme pour éviter la lutte chimique.

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

Références bibliographiques

- ABASSI, M., OULACHEN, B., & ABOULAMA, S. (1995). *La mineuse des agrumes Phyllocnistis citrella Stainton (Lepidoptera : Gracillariidae)*. Casablanca, Maroc, Note ingénieur, 480, SASMA., 12p.
- AFFANDI, A., CORPUZ-RAROS, L. A., & REYES, S. G. (2016). Diversity and Abundance of Mites in a Mandarin Citrus Orchard in West Sumatra. *Indonesian Journal of Agricultural Science*, 6(2), 52-58. doi: 10.21082/ijas.v6n2.2005.p52-58
- AL-KHATEEB, N., RAIES, A., GAZAL, K., SHAMSEEN, F., & KATTAB, S. (1999). Etude du dynamisme de la mineuse des feuilles d'agrumes *Phyllocnistis citrella* Stainton et l'activité de ses parasitoïdes. *Journal Arabe de Protection des Plantes*, 17(2).
- AI-TAHA, H. A.-k., JASIM, A. M., & ABBAS, M. F. (2012). Somatic embryogenesis and plantlet regeneration from nucleus tissues of Local orange (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck). *Acta agriculturae Slovenica*, 99, 185-189.
- ANONYME. (2008). Statistiques agricole. Série A et B. Ministère de l'agriculture et de la pêche.
- ARGOV, Y., & RÖSSLER, Y. (1996). Introduction, Release and Recovery of Several Exotic Natural Enemies for Biological Control of the Citrus Leafminer, *Phyllocnistis citrella*, in Israel. *Phytoparasitica*, 24(1), 33-38.
- ARGOV, Y., & RÖSSLER, Y. (1998). Rearing Methods for the Citrus Leafminer *Phyllocnistis citrella* Stainton and Its Parasitoids in Israel. *Biological Control*, 11(1), 18-21.
- ARGOV, Y., ROSSLER, Y., VOET, H., & ROSEN, D. (1999). Spatial dispersion and sampling of citrus whitefly, *Dialeurodes citri*, for control decisions in a citrus orchard. *Agricultural and Forest Entomology*, 1, 305-318.
- ATTRASSI, K., & BADOUC, A. (2013). Infestation de *Phyllocnistis citrella* de vergers d'agrumes du Gharb. *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux*, 152(1-4), 65-74.
- BA-ANGOOD, S. A. S. (1977). A contribution to the biology and occurrence of the Citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella* Staiton. (Lepidoptera : Gracillariidae) in the Sudan 106–111. *Z. Ang. Ent.*, 83, 106-111.
- BADAWY, A. (1967). The morphology and biology of *Phyllocnistis citrella* Stainton, a citrus leaf miner in Sudan (Lepidoptera: Tineidae). *Bull. Entomol. Soc. Egypt*, 51, 95-103.
- BALACHOWSKY, A. (1966). *Traité d'entomologie appliquée à l'agriculture. Lépidoptères*. Vol. 1, T2. Masson, Paris.
- BENEDISTE, A., & BACHES, M. A. (2002). *Agrumes*. Ed. Ugen Ulmer, PARIS, n° 132, 96p.
- BENIA, F. (2010). *Étude de la faune entomologique associée au chêne vert (Quercus ilex L.) dans la forêt de Tafat (Sétif, Nord-est d'Algérie) et bio-écologie des espèces les plus représentatives*. Thèse de Doctorat en Biologie Animale, Université de Sétif, 229p.
- BENOUFFELLA-KITOUS, K. (2005). *Les pucerons des agrumes et leurs ennemis naturels à Oued-Aïssi (Tizi-Ouzou)*. Mémoire de Magister Institut National Agronomique d'El Harrache (Alger).

Références bibliographiques

- BERKANI, A. (1995). Apparition en Algérie de *Phyllocnistis citrella* Staiton, chenille mineuse nuisible aux agrumes. *Fruits*, 50(5), 347-352.
- BERKANI, A., & MOUATS, A. (1998). Vers une lutte biologique de *Phyllocnistis citrella* par introduction de *Ageniaspis citricola* en vergers d'agrumes dans l'ouest algériens. *Fruits*, 53, 97-101.
- BERKANI, A., MOUATS, A., & DRIDI, B. (1996). Observations sur la dynamique des populations de *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera : Gracillariidae) en Algérie. *Fruits*, 51(6), 417-424. Consulté à l'adresse <https://revues.cirad.fr/index.php/fruits/article/view/35550>.
- BLONDEL, J. (1959). La culture des agrumes en Algérie. Rapport, station expérimentale d'arboriculture de Boufarik, Algérie, 11p.
- BOILEAU, & GIORDANO. (1980). *La culture des agrumes*. Tacussel Ed. Paris, 174p.
- BOUALEM, M. (2009). *Etude bioécologique de Phyllocnistis citrella Stainton (Lepidoptera : Gracillariidae) et de son complexe parasitaire dans la région de Mostaganem*. Thèse de Doctorat, Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem.
- BOUALEM, M., VILLEMANT, C., & BERKANI, A. (2007). Présence en Algérie de trois nouveaux parasitoïdes (Hymenoptera, Eulophidae) de la Mineuse des agrumes, *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera, Gracillariidae). *Bulletin de la Société entomologique de France*, 112(3), 381-386.
- BOUČEK, Z. (1988). *Australasian Chalcidoidea (Hymenoptera)*. CABI Institute of Entomology U.K. 832pp. Wallingford, Oxon, UK: CAB International.
- BOUGHADAD, A., ABDEKHALE, L., BOUAZZAOUI, Y., & BELARBI, A. (1997). Nuisibilité et écologie des populations de la mineuse des feuilles des agrumes, *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera : Gracillariidae) au Maroc. Paper presented at the Actes du Séminaire International sur la Mineuse des feuilles des agrumes, Blida 16-17 Décembre 1996: 48-57.
- CAMPOLO, O., MALACRINO, A., LAUDANI, F., MAIONE, V., ZAPPALA, L., & PALMERI, V. (2014). Population Dynamics and Temperature-Dependent Development of *Chrysomphalus aonidum* (L.) to Aid Sustainable Pest Management Decisions. *Neotrop Entomol*, 43(5), 453-464. doi: 10.1007/s13744-014-0226-9
- CAMPOS-RIVELA, J. M., MARTINEZ-FERRER, M. T., & FIBLA-QUERALT, J. M. (2012). Population dynamics and seasonal trend of California red scale (*Aonidiella aurantii* Maskell) in citrus in Northern Spain. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 10(1), 198-208. doi: 10.5424/sjar/2012101-105-11
- CHERMITI, B., & ONILLON, J.-C. (1992). A propos de la présence en Tunisie de deux nouvelles espèces d'aleurodes nuisibles aux agrumes, *Aleurothrixus floccosus* (Maskell) et *Prabemisia merycaea* (Kuwana). *Fruits*, 47(3), 405-411.
- CHHETRY, M., GUPTA, R., TARA, J., & PATHANIA, P. (2012). Seasonal abundance of citrus leaf miner *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: gracillariidae) from Jammu and Kashmir. *J Insect Sci*, 25(2), 144-149.

Références bibliographiques

- CHIKHI, A. (2019). *Contribution à l'étude de la fertilité des sols sous agrumes cas de l'orangerie de la région de Draâ Ben Khedda*. Mémoire du Master, Université de Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou.
- DAJOZ, R. (1971). *Specific ecology*. Gauttier Villas ed. Paris, 505p.
- DAJOZ, R. (1996). *Précis d'écologie*. Dunod ed. Paris, 505p.
- DASH, P. C., & DAS, A. K. (1997). Arthropod fauna associated with kendu, *Diospyros melanoxylon* (Roxb.) (Ebenaceae) in Orissa. *Insect Environment*, 3, 71-72.
- DRIDI, B., & BERKANI, A. (1996). *Etat actuel des infestations des agrumes en Algérie par Phyllocnistis citrella*. Paper presented at the Workshop on Phyllocnistis citrella (Citrus leafminer) and its control, Agadir, Maroc.
- EL-OUARD, R. (1997). *La mineuse des feuilles des agrumes (Phyllocnistis citrella) au Maroc. Ampleur de problème et gestion de situation*. Paper presented at the: Séminaire International sur la Mineuse des feuilles des agrumes, INRAA, Blida 16-17 Décembre 1996.
- ELEKCIOGLU, N. Z. (2017). Effect of different temperatures on the biology of *Citrostichus phyllocnistoides* (Narayanan)(Hymenoptera: Eulophidae) a parasitoid of *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae). *Pakistan Journal of Zoology*, 49(2), 685-691.
- ELEKÇIOĞLU, N. Z., & UYGUN, N. (2006). The Parasitoid Complex of the Citrus Leafminer, *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) in the East Mediterranean region of Turkey and Their Role in Biological Control. *Turk. J. Zool.*, 30, 155-160.
- GARCIA-MARÍ, F. (2009). *Guía De Campo Plagas De Cítricos Y Sus Enemigos Naturales*.: M.V. Phytoma-España S.L. (Phytoma-España).
- GARCIA-MARI, F., GRANDA, C., ZARAGOZA, S., & AGUSTI, M. (2002). Impact of *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae) on Leaf Area Development and Yield of Mature Citrus Trees in the Mediterranean Area. *J. Econ. Entomol.*, 95(5), 966-974.
- GARCIA-MARI, F., VERCHER, R., COSTA-COMELLES, J., MARZAL, C., & VILLALBA, M. (2004). Establishment of *Citrostichus phyllocnistoides* (Hymenoptera: Eulophidae) as a biological control agent for the citrus leafminer *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae) in Spain. *Biological Control*, 29(2), 215-226. doi: 10.1016/s1049-9644(03)00155-5
- GARRIDO VIVAS, A., & GASCÓN LÓPEZ, I. (1995). Distribución de fases inmaduras de *Phyllocnistis citrella* Stainton, según el tamaño de la hoja. *Bol. San. Veg. Plagas*, 21: 559-571, 1995, 21, 559-571.
- GODFREY, K., & GRAFTON-CARDWELL, B. (2002). Citrus Leafminer in California Citrus. Biological Control Program, CDFA, Sacramento. Dept. of Entomology, UC Riverside, stationed at Agricultural center, Parlier.
- GUENOUNI, & KACEMI. (2013). Créations d'un verger agrumicole (cas du citronnier) dans la région de mostaganem.

Références bibliographiques

- GUÉROUT, R. (1974). Apparition du *Phyllocnistis citrella* Stainton en Afrique de l'Ouest *Fruits*, 29(7-8), 519-523. Consulté à l'adresse <https://revues.cirad.fr/index.php/fruits/article/view/34092>.
- HEPPNER, J. B. (1993). Citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella*, in Florida (Lepidoptera: Gracillariidae: Phyllocnistinae). *Tropical Lepidoptera*, 4, 49-64.
- JACAS, J. A., GARRIDO, A., MARGAIX, C., FORNER, J., ALCAIDE, A., & PINA, J. A. (1997). Screening of different citrus rootstocks and citrus-related species for resistance to *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae). *Crop Protection*, 16(8), 701-705.
- JERRAYA, A., KHEDDER-BOULAHIA, S., JRAD, F., & FEZZANI, M. (1997). La mineuse des agrumes en Tunisie: bio-écologie et méthodes de lutte. *Document technique*.
- KALAITZAKI, A., TSAGKARAKIS, A., & LYKOURESSIS, D. (2011). Population fluctuation of *Phyllocnistis citrella* and its parasitoids in two citrus species in Western Crete (Greece). *Entomologia Hellenica*, 20(1), 31-44.
- KARAMAOUNA, F., PASCUAL-RUIZ, S., AGUILAR-FENOLLOSA, E., VERDÚ, M. J., URBANEJA, A., & JACAS, J. A. (2010). Changes in predation and parasitism of the citrus leafminer *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) populations in Spain following establishment of *Citrostichus phyllocnistoides* (Hymenoptera: Eulophidae). *Biological Control*, 52(1), 37-45. doi: 10.1016/j.biocontrol.2009.09.009
- KERNASA, O., SUASA-ARD, W., & CHARERNSOM, K. (2008). Citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Phyllocnistidae) and its natural enemies. *Agriculture and Natural Resources*, 42(2), 238-245.
- KNAPP, ALBRIGO, L. G., BROWNING, H. W., BULLOCK, R. C., HEPPNER, J. B., HALL, D. G., HOY, M.A., NGUYEN, R., PEÑA, J.E., & STANSLY, P. A. (1995). Citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella* Stainton: Current Status in Florida- 1994. Fla. Coop. Ext. Ser. IFAS : 35. University of Florida, Gainesville, 26 p.
- KNAPP, PEÑA, J., STANSLY, P., HEPPNER, J., & YANG, Y. (1993). Citrus leafminer, a new pest of citrus in Florida. *Citrus Industry*, 74(10), 42-43.
- KNAPP, PEÑA, J., STANSLY, P., HEPPNER, J., & YANG, Y. (1994). The citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella*, a new pest of citrus in Florida. Fla. Coop. Ext. Ser. IFAS, University of Florida, Gainesville, 8 p.
- LEGASPI, J. C., & FRENCH, J. V. (1996). The Citrus Leafminer and natural enemies. Circ B96-1. Texas A&M-Kingsville Citrus Center, Weslaco, TX.
- LO DUCA, R., MASSA, B., & CONCETTA RIZZO, M. (2002). Importanza del fragmento di habitat naturale per le comunità di fitofagi (Insecta Diptera, Lepidoptera et Hymenoptera) e loro parassitoidi (Hymenoptera Eulophidae). *Atti dell'Accademia Roveretana degli Agiati B, Classe di Scienze matematiche, fisiche e naturali*, 8(2), 51-122.
- LOUSSERT, R. (1989). *Les agrumes: production*. Technique et Documentation - Lavoisier ed. Vol. 2. Paris.
- MANSANET, V., SANZ, J., IZQUIERDO, J., & JOVÉ, J. P. (1999). Imidacloprid: a new strategy for controlling the citrus leaf miner (*Phyllocnistis citrella*) in Spain.

Références bibliographiques

- PFLANZENSCHUTZ NACHRICHTEN-BAYER-ENGLISH EDITION*, 52, 350-363.
- MASSA, B., & RIZZO, M. C. (2001). Comunità di parassitoidi di fitofagi della flora spontanea antagonisti di *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera, Gracillariidae). *Atti dell'Accademia Italiana di Entomologia*, 271-290.
- MASSA, B., RIZZO, M. C., & CALECA, V. (2001). Natural alternative hosts of Eulophidae (Hymenoptera: Chalcidoidea) parasitoids of the citrus leafminer *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) in the Mediterranean basin. *J. Hymenopt. res.*, 10, 91-100.
- MOSTEFAOUI, H., ALLAL-BENFEKIH, L., DJAZOULI, Z.-E., PETIT, D., & SALADIN, G. (2014). Why the aphid *Aphis spiraeicola* is more abundant on clementine tree than *Aphis gossypii*? *Comptes Rendus Biologies*, 337(2), 123-133. doi: 10.1016/j.crv.2013.11.008
- NICOLOSI, E., DENG, N. Z., GENTILE, A., LA MALFA, S., CONTINELLA, G., & TRIBULATO, E. (2000). Citrus phylogeny and genetic origin of important species as investigated by molecular markers. *Theor. Appl. Genet.*, 100, 1155-1166.
- PIMENTEL, R., LOPES, D. J., MEXIA, A. M., & MUMFORD, J. D. (2017). Seasonality of the Mediterranean Fruit Fly (Diptera: Tephritidae) on Terceira and Sao Jorge Islands, Azores, Portugal. *J Insect Sci*, 17(1), 1-35. doi: 10.1093/jisesa/iew097
- RAMADE, F. (1984). *Eléments d'écologie -Ecologie fondamentale*. Mc Graw-Hill ed. Paris, France, 397 p.
- SAHARAOU, L., BENZARA, A., & DOUMANDJI-MITICHE, B. (2001). Dynamique des populations de *Phyllocnistis citrella* Stainton (1856) et impact de son complexe parasitaire en Algérie. *Fruits*, 56(6), 403-413.
- SÁNCHEZ, J., CERMEI, M., & MORALES, P. (2002). Ciclo biológico del minador de la hoja de los cítricos *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) en naranja (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck). *Entomotropica*, 17(2), 167-172.
- SAUVION, N., CALATAYUD, P.-A., THIÉRY, D., & MARION-POLL, F. (2013). *Interactions insectes-plantes*. IRD & Quae ed. France, 749p.
- SUBBA RAO, B. R., & RAMAMANI, S. (1965). Biology of *Cirrospiloideus phyllocnistoides* (Narayanan) and description of a new species, *Scotolinx quadristriata* (Hymenoptera: Eulophidae) as parasites of *Phyllocnistis citrella* Stainton. *Indian Journal of Entomology*, 27, 408-413.
- URBANEJA, A., ELENA, L., GARRIDO, A., & JACAS, J.-A. (2001). Effect of Temperature on the Life History of *Cirrospilus* sp. near *lyncus* (Hymenoptera: Eulophidae), a Parasitoid of *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae). *Biological Control*, 21, 293-299. doi: 10.1006/bcon.2001.0944
- URBANEJA, A., LLÁCER, E., TOMÁS, Ó., GARRIDO, A., & JACAS, J.-A. (2000). Indigenous natural enemies associated with *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae) in Eastern Spain. *Biological Control*, 18(3), 199-207.
- VERCHER, R., GARCIA-MARÍ, F., COSTA-COMELLES, J., MARZAL, C., & VILLALBA, M. (2003). Biological control of the citrus leafminer *Phyllocnistis*

Références bibliographiques

- citrella (Lepidoptera: Gracillariidae) in Spain: Native parasitoids and establishment of *Citrostichus phyllocnistoides* (Hymenoptera: Eulophidae). *IOBC WPRS BULLETIN*, 26(6), 7-16.
- WANG, L., BISSELEUA, D. H. B., YOU, M., HUANG, J., & LIU, B. (2006). Population dynamics and functional response of *Citrostichus phyllocnistoides* (Narayanan) (Hym., Eulophidae) on citrus leaf-miner, *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lep., Phyllocnistidae) in Fuzhou region of south-east China. *Journal of Applied Entomology*, 130(2), 96-102. doi: 10.1111/j.1439-0418.2005.01022.x
- YEFREMOVA, Z. A., & YEGORENKOVA, E. N. (2009). A review of the subfamily Tetrastichinae (Hymenoptera: Eulophidae) in Yemen, with descriptions of new species. *Fauna of Arabia*, 24, 169-210.
- ZHANG, A., O'LEARY, C., & QUARLES, W. (1994). Chinese IPM for citrus leafminer. *The IPM practitioner: the newsletter of integrated pest management*, 16(8), 10-13.