

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة محمد بوضياف - المسيلة
Université Mohamed Boudiaf - M'Sila

FACULTE SCIENCES
DEPARTEMENT DES SCIENCES
AGRONOMIQUES
N° :11 /DSA/VCDPGR/2024



DOMAINE : SCIENCES DE LA NATURE
ET DE LA VIE
FILIERE : SCIENCES AGRONOMIQUES
OPTION : PROTECTION DES VEGETAUX

Mémoire présenté pour l'obtention
du diplôme de Master Académique

Par: **BOUKHENISSA IKram** et **MERZOUG Marwa**

Intitulé

Étude des fluctuations des populations des thrips (Thysanoptera)
sur culture de la carotte dans la région de M'sila.

Soutenu devant le jury composé de:

M. ZEDAM Abdelghani	Prof.	Université Med Boudiaf- M'Sila	Président
Mme DJEBARA Fatiha	Maître de recherche-B-	INRA Alger	Promotrice
M. MIMECHE Fateh	Prof.	Université Med Boudiaf- M'Sila	Co-Promoteur
M. CHERIEF Abdelkader	MAA.	Université Med Boudiaf- M'Sila	Examineur

Année universitaire : 2023 /2024

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



السَّلَامُ عَلَيْكُمْ وَرَحْمَةُ اللَّهِ وَبَرَكَاتُهُ

الإهداء

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

برحيق العلم وعبق المعرفة، وبقلب ملؤه الفخر والاعتزاز

أهدي هذا الإنجاز المتواضع إلى أرض الصمود والبطولة، فلسطين المجيدة، وإلى غزة الصامدة رمز التحدي والإباء

إلى أعلى الحبايب وأعز النفوس، أمي الغالية، منبع الحنان والسند الأكبر في حياتي.

والى أبي العزيز، قدوتي وملاذي، من علمني معنى الصبر والعزيمة.

إلى طاطا زوينة، التي لم تأل جهداً في تشجيعي ومساندتي.

والى أشقائي الأعمام زكرياء، حليلة، محمد لمين و نصرة منار، رفاء عمري وسندي في الشدائد.

والى ضياء حياتي وبهجتها، أولاد أختي أشرفت وأشرف

إلى زوج أختي الوفي

والى أعمامي مرزوق وأخوالي وخالاتي مرزوقي

إلى معلمي وأستاذي الأول خالي عمر مرزوقي

إلى خالي محمد حنة الذي اعانني في العمل

إلى التي تكبدت العناء في سبيل تعليمنا وإرشادنا إلى التي أضاعت لنا الطريق بعلمها ونصائحها القيمة الاستاذة جبارة فتيحة

إلى الاستاذ والدكتور والداعم الكبير الاستاذ ميمش فاتح

إلى رفيقة دربي التي كانت لي سنداً في محنتي وتحملنا معاً أعباء هذا المشوار غاليته شيماء

إلى صديقتي التي لم تبخل علي بدعمها ومساندتها عفاف

إلى أعلى ما لدي حفيظة، ابتسام، أحلام وسعيدة

والى صديقتي في تخصص حماية النبات، رفيقات الدرب والمشوار، اللواتي شاركنني التحديات والمتاعب

الهام، شيماء، اية، ماجدة، كنزة، اية، زهرة، راوية، ياسمينه

إلى صديقتي وزميلتي التي شاركتني في هذا العمل ولم تبخل علي بالمجهود اكرام بوخنيسة

أهديكم جميعاً هذا الإنجاز المتواضع، تقديراً لدوركم الكبير في مسيرتي، ولن أنسى فضلكم ما حبيت

مروة مرزوق

الإهداء

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*يرفع الذي آمنوا منكم والذين أوتوا العلم درجات والله بما تعملون خبير *

-صدق الله العظيم-

الحمد لله

حباً وشكراً وامتناناً على البدء والختام ها أنا اليوم أتوج لحظات الأخيرة في ذلك

الطريق الذي كان يحمل في باطنه العثرات ورغم أنها ظلت قديمي تخطو بكل صبر وحسن ظن بالله

إلى من كلله الله بالهيبة والوقار **إلى من أحمل إسمه بكل فخر ** (والدي العزيز) -رحمه الله- واسكنه فسيح جناته

إلى ملائكي في الحياة إلى معنى الحب وإلى معنى الحنان والتفاني **إلى بسملة الحياة وسر الوجود

شكراً على كل شيء يا أعظم أم

أعلى الحبايب (أمي الحبيبة) متعها الله بالصحة والعافية.

إلى مصدر قوتي ، الداعمين الساندين ،

إلى من بذلوا جهداً في مساعدتي وكانوا عوناً وسنداً .

(أمي الثانية سناء وأبي الثاني فيصل غاليطي هناء ورقية عزتي ودنياي عبد الصمد وعبد النور صديقي وملجئي ساعد وأخيراً وليس آخراً مهند)

إلى رفيقة روعي و سندي اختي وصديقتي وتوأم روعي مؤنستي أماني الغالية

إلى استاذي ومعلمي الذي كاد أن يكون رسولا الدكتور والداعم الأستاذ القدير ميمش فاتح

إلى تلك المرأة العظيمة والمثابرة الأستاذة التي لم تتوانى في مد يد العون لي جبارة فتيحة

إلى صديقتي ورفيقتي الذين شاركوني خطوات النجاح وشجعوني على المثابرة وإكمال المسيرة

ميادة ، كنزة ، آية وصديقتي مشاركتي مساندتني في مسيرتي مرزوق مروة



بوخنيصة إكرام





Remerciements

Tout d'abord, nous adressons nos sincères remerciements à notre promotrice, **Dr. Fatiha Djebara** - Maître de recherche classe B à l'INRA (Alger)- pour ses grands efforts de suivi des progrès de la recherche et pour ses précieux commentaires qui ont grandement contribué à cette étude.

Nous ne pouvons qu'exprimer nos sincères remerciements et notre gratitude à l'honorable **Prof. Fateh Mimeche**, pour avoir accepté de diriger ce mémoire en tant que Co-promoteur, ainsi que pour ses conseils avisés et ses opinions éclairantes qui ont eu un grand impact sur la réalisation de ce mémoire.

Nous n'oublierons jamais d'exprimer nos sincères remerciements aux membres du jury, **Prof. Abdelghani Zedam** et **Dr. Abdalkader Cherief**, pour leur aimable accord pour discuter cette mémoire et pour y exprimer leurs commentaires constructifs, qui ont contribué à son enrichissement et à son amélioration.

Nous ne pouvons également manquer d'adresser nos sincères
remerciements à tous,

Et à **M. Omar Guendouzen** et à tous ceux qui nous ont soutenus et ont communiqué avec nous de près ou de loin pour mettre en œuvre ce modeste effort.



***Boukhenissa et
Merzoug***



المخلص

في مواجهة الأضرار الكبيرة التي تسببها حشرات التربس (*Thysanoptera*) على زراعة الجزر (*Daucus carota*)، هدفت هذه الدراسة إلى إجراء جرد نوعي وكمي لهذه الآفات في المنطقة المنتجة للجزر في الجزائر، منطقة الساقية (ولاية المسيلة). تم تنفيذ جمع العينات الميدانية من 29 فبراير إلى 7 أبريل 2024 باستخدام الفخاخ اللونية اللاصقة ذات الألوان المتباينة (ألواح صفراء/زرقاء/أحواض صفراء/زرقاء)، مما سمح بإحصاء 10 أنواع من التربس مرتبطة بالجزر. من بينها، كانت (*Aelothrips fasciatus*) (73.37%) و (*Liothrips tractabilis*) (13.04%) هي السائدة، إلى جانب الآفات الاقتصادية الرئيسية *Frankliniella occidentalis* و *Thrips tabaci*، التي تعتبر ناقلات للأمراض الفيروسية. كشفت تحليلات المؤشرات البيئية الرئيسية (الثروة التصنيفية، مؤشر التنوع لشانون، الهيمنة، التكافؤ) عن وجود تنوع حيوي للحشرات. و أوضحت دراسة مؤشرات التشابه بين التواريخ والتحليل العاملي للمراسلات تفضيلات لونية مميزة تشكل ثلاثة مجموعات تربس-ألوان، مع جاذبية واضحة لـ *A. fasciatus* لجميع الألوان بينما فضل *T. tabaci* اللون الأزرق. تقدم هذه النتائج غير المسبوقة حول التنوع البيولوجي، البيئة، وتفضيلات التربس في هذه المنطقة معرفة أساسية لتطوير استراتيجيات مكافحة متكاملة ومستدامة ضد هذه الحشرات الضارة التي تؤثر على قطاع زراعة الجزر في الجزائر.

الكلمات المفتاحية: *Thysanoptera*، الجزر، الفخاخ اللونية، المؤشرات البيئية.

Résumé

Face aux dégâts importants causés par les thrips (*Thysanoptera*) sur la culture de la carotte (*Daucus carota*), cette étude visait à réaliser un inventaire qualitatif et quantitatif de ces ravageurs dans la principale région productrice algérienne, El Sagia (wilaya de M'sila). L'échantillonnage sur le terrain du 29 février au 7 avril 2024, effectué à l'aide de pièges chromatiques engluants de couleurs contrastées (plaquettes jaunes/bleues et bassines jaunes/bleues), a permis de recenser 10 espèces de thrips inféodées à la carotte. Parmi elles, *Aelothrips fasciatus* (73,37%) et *Liothrips tractabilis* (13,04%) étaient prédominantes, accompagnées des ravageurs économiques majeurs *Frankliniella occidentalis* et *Thrips tabaci*, vecteurs de viroses. L'analyse des indices écologiques clés (richesse taxonomique, indice de diversité de Shannon, dominance, équitabilité) a révélé une entomofaune diversifiée. L'étude des indices de similarité entre dates et l'analyse factorielle des correspondances ont mis en évidence des préférences chromatiques distinctes formant trois groupes thrips-couleurs, avec une attractivité marquée d'*A. fasciatus* pour toutes les couleurs tandis que *T. tabaci* préférait le bleu. Ces résultats inédits sur la biodiversité, l'écologie et les préférences des thrips ravageurs dans cette zone apportent des connaissances fondamentales pour l'élaboration de stratégies de lutte intégrée ciblées et durables contre ces insectes nuisibles majeurs pour la filière carotte en Algérie.

Mots-clés: *Thysanoptera*, carotte, pièges chromatiques, indices écologiques.

Abstract

In response to the significant damage caused by thrips (*Thysanoptera*) to carrot (*Daucus carota*) crops, this study aimed to conduct a comprehensive qualitative and quantitative inventory of these pests in the main Algerian production region, El Sagia (wilaya of M'sila). Field sampling from February 29 to April 7, 2024, using sticky chromatic traps of contrasting colors (yellow/blue plates and yellow/blue bowls), identified 10 species of thrips associated with carrots. Among them, *Aelothrips fasciatus* (73.37%) and *Liothrips tractabilis* (13.04%) were predominant, accompanied by major economic pests *Frankliniella occidentalis* and *Thrips tabaci*, vectors of viruses. Analysis of key ecological indices (taxonomic richness, Shannon diversity index, dominance, equitability) revealed a diverse entomofauna. The study of similarity indices between dates and correspondence factor analysis highlighted distinct chromatic preferences forming three thrips-color groups, with *A. fasciatus* showing marked attraction to all colors while *T. tabaci* preferred blue. These unprecedented results on the biodiversity, ecology, and preferences of thrips pests in this area provide fundamental knowledge for the development of targeted and sustainable integrated pest management strategies against these major harmful insects for the carrot sector in Algeria.

Keywords: *Thysanoptera*, carrot, chromatic traps, ecological indices

Liste des abréviations

USDA: United States Department of Agriculture

FAO: Food and Agriculture Organization

MADR: Ministry of Agriculture and Rural Development

ONS: Office for National Statistics

AFC : Analyse factorielle des correspondances

Liste des figures

	Page
Figure 1 Feuilles de la carotte.....	06
Figure 2 Tige de la carotte.....	06
Figure 3 Fleurs de la carotte.....	07
Figure 4 Fruits de la carotte.....	07
Figure 5 Les stades de développement de la carotte de la 1 ^{er} année.....	08
Figure 6 Les stades de développement de la carotte de la 2 ^{ème} année.....	08
Figure 7 mouche de la carotte.....	12
Figure 8 charançon de la carotte.....	12
Figure 9 <i>Peridroma saucia</i>	12
Figure 10 <i>Cavariella aegopodii</i>	13
Figure 11 Différence morphologique entre les deux sous-ordres de Thysanoptères.....	14
Figure 12 <i>Gynaikothrips ficorum</i>	16
Figure 13 <i>Liothrips</i>	16
Figure 14 <i>Aeolothrips fasciatus</i>	18
Figure 15 <i>Aeolothrips intermedius</i>	19
Figure 16 <i>Melanthrips pallidior</i>	20
Figure 17 <i>Frankliniella occidentalis</i>	21
Figure 18 <i>Thrips tabaci</i>	22
Figure 19 <i>Thrips angusticeps</i>	22
Figure 20 <i>Heliothrips</i> sp.....	23

Figure 21	Dégâts des thrips Sur les plants de carottes	23
Figure 22	Localisation de la wilaya de M'sila.....	27
Figure 23	Localisation de la zone d'étude	27
Figure 24	Pièges chromatique (Plaques engluées).....	29
Figure 25	Position et Emplacement des englués, jaunes et bleus.....	29
Figure 26	Position et Emplacement des bassines jaunes et bleus dans la serre.....	30
Figure 27	. Les thrips échantillonné dans le verger de la carotte dans la région de Al-sagia (M'sila).....	34
Figure 28	Evolution temporelle des populations des thrips sur la carotte dans la région de Al-sagia.....	35
Figure 29	Les indices de similarité les mois.....	37
Figure 30	Projection des nombres des thrips captures et les différentes méthodes de piégeages sur les deux axes de l'AFC.....	38

Liste des tableaux

	Page
Tableau 1 la production du (<i>Daucus carota</i>) en Algérie.....	05
Tableau 2 Température moyenne, précipitations et humidité mensuelle de la wilaya de M'sila.....	28
Tableau 3 Les indices écologiques calculent dans la région d'étude.....	36

Table des matières

pages

Chapitre 1 : Données bibliographiques

Introduction	01
I. Plante hôte : la carotte.....	03
1. Taxonomie	03
2. Origine et distribution géographique	03
3. Importance économique	04
3.1. Dans le monde	04
3.2. En Algérie	04
4. Caractères morphologiques	05
4.1. Système racinaire	05
4.2. Feuilles	05
4.3. Tige	06
4.4. Fleurs	
4.5. Racines.....	06
5. Croissance et développement	07
5.1. 1 ^{er} année	07
5.2. 2eme année	08
6. Valeurs alimentaire	09
6.1. Macronutriments	09
6.2. Vitamines	09
6.3. Minéraux	09
6.4. Composés bioactifs	09
7. Exigences écologique de la carotte	09
7.1. Exigences climatiques.....	10

7.1.1.	Température	10
7.1.2.	Lumière	10
7.1.3	Humidité	10
7.2.	Exigences édaphiques	11
7.2.1.	Type de sol	11
7.2.2.	PH de sol	11
7.2.3.	La salinité	11
8.	Principaux insectes ravageurs de la carotte	11
8.1.	La mouche de la carotte	11
8.2.	Le charançon de la carotte	12
8.3.	La noctuelle de la carotte	12
8.4.	Les pucerons	13
II.	Les thysanoptères	13
1.	Sous ordre: <i>Tubulifera</i>	14
1.1.	Famille <i>Phlaethripidae</i>	15
1.1.1.	Sous famille des <i>Idolothripinae</i>	15
1.1.2.	Sous famille des <i>Phlaethripinae</i>	15
1.1.2.	<i>Gynaikothrips ficorum</i>	15
1.1.2.2.	<i>Liothrips</i>	16
2.	Sous ordre: <i>Terebrantia</i>	16
2.1.	Famille <i>Merothripidae</i>	17
2.2.	Famille <i>Aeolothripidae</i>	17
2.2.1.	<i>Aeolothrips desiccation</i>	18
2.2.2.	<i>Aeolothrips fasciatus</i>	18
2.2.3.	<i>Aeolothrips intermedius</i>	18
2.3.	Famille <i>Melanthripidae</i>	19

2.3.1.	<i>Melanthrips pallidior</i>	19
2.4.	Famille Heterothripidae	20
2.5.	Famille Thripidae	20
2.5.1.	<i>Frankliniella occidentalis</i>	20
2.5.2.	<i>Thrips tabaci</i>	21
2.5.3.	<i>Thrips angusticeps</i>	22
2.6.	Famille Panchaetothripidae	22
2.6.1.	<i>Heliothrips</i>	23
3.	Les dégâts des thrips	23
3.1.	Dégâts directe	23
3.2.	Dégâts indirects	24
4.	La lute	24
4.1.	Lutte physique	24
4.2.	Lutte biologique	24
4.3.	Lutte chimique	24

Chapitre 2 : Matériels et méthodes

1.	Présentation de la région d'étude.....	26
2.	Paramètres climatiques	27
3.	Matériels experimental	28
3.1.	Pièges chromatiques (plaquettes engluée jaune et bleues)	28
3.2.	Installation des pièges	29
3.2.1.	Pièges engluées jaunes et bleues	29
3.2.2.	Bassines jaunes et bleues	30
3.3.	Prélèvement et comptage des thrips	30
4.	Indices écologiques	31
4.1.	Richesse totale (S)	31
4.2.	Abondance relative	31

4.3.	Indice de diversité de Shannon (H)	31
4.4.	Indice d'équirépartition (E)	32
4.5.	Indices de similarité	32
5.	Traitement statistique des données	32
Chapitre 3 : Résultats et discussion		
1.	Evolution temporelle des populations des thrips sur la carotte.....	34
2.	Indices écologiques	35
2.1.	Richesse taxonomique	36
2.2.	Indices de diversité (Indice de Schannon, Indice de dominance et Equitabilité)	36
3.	Indice similarité	37
4.	Analyse Factorielle des Correspondances (AFC)	37
Conclusion		39
Références bibliographiques		41

INTRODUCTION

Introduction

La carotte (*Daucus carota*) cultivée est l'une des plantes potagères les plus importantes au monde en raison de son potentiel de production élevé et de son utilisation universelle, que ce soit comme produit frais ou transformé. Pour les consommateurs et les producteurs, la carotte joue un rôle extrêmement important en Algérie, en particulier dans la wilaya de M'Sila, qui se considère comme le principal producteur de cette plante dans le pays. Les zones dédiées à la culture de cette plante, telles que la région de Sagia, Kherza et Maadare, ont permis à la wilaya d'occuper la première place au niveau national en 2011 (Achar, 2011).

Malgré son importance et sa production mondiale, les carottes sont sujettes à de nombreuses maladies et ravageurs en raison des changements environnementaux tels que le climat ou Exigences édaphiques que des insectes nuisibles tels que la mouche de la carotte, le charançon de la carotte, et le thrips, entre autres facteurs. Ces éléments ont causé d'importantes pertes pour la production de carottes, faisant perdre à la wilaya sa position de premier producteur en 2023 pour la placer à un niveau moyen (MADR et ONS, 2023).

Parmi ces facteurs, nous abordons dans notre étude l'infestation de thrips, considérée comme l'une des plus dangereuses récemment, ayant causé d'importantes pertes pour les cultures de carottes.

Les thrips sont des insectes appartenant à l'ordre des Thysanoptera (ThripsWiki, 2015).

En Algérie, peu de recherches ont été menées sur les thrips, et la plupart des études réalisées concernent les tomates et les poivrons, dans la wilaya de Biskra. Bekhouche et Djouama ont réalisé en 2021 une étude sur "la biodiversité des thrips (Thysanoptères) dans les cultures maraîchères de la région de Biskra", tandis que Allache a traité la même année "l'étude écologique et biologique des thrips spécialisés dans les cucurbitacées sous serre dans la région de Biskra.

Selon mes recherches, après une étude de cas sur les thrips affectant les carottes dans la wilaya de M'sila, notre objectif est d'évaluer qualitativement et quantitativement les principaux thrips sur les variétés de carottes "dans plein champ" de la wilaya de M'sila. Cette évaluation nous permettra de développer des stratégies de lutte contre les ravageurs, en particulier ceux affectant les carottes.

Le premier chapitre de ce présent travail est consacré à une synthèse bibliographique comportant deux parties: la première est consacrée à la présentation de la plante hôte: la carotte (*Daucus carota* L), la deuxième partie est réservée à une revue générale sur les maladies et ravageurs de la carotte. Dans le second chapitre nous aborderons le matériel et les méthodes. Les résultats et discussion qui seront présentés dans le troisième chapitre .

CHAPITRE I

DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES

I. Plante hôte : la carotte

1. Taxonomie

La carotte (*Daucus carota L.*) est une plante bisannuelle de climats tempérés, appartenant à la famille des Apiaceae, anciennement appelée famille des Ombellifères. Cette famille comprend environ 445 genres et 3 700 espèces (Lecomte, 2013). D'après Botineau (2010) la classification de la carotte est comme suite:

Embranchement.....Tracheophyta
 Sous Embranchement.....Euphyllophytina
 Ordre.....Araliales
 Famille.....Apiaceae
 Genre.....Daucus
 Espèce.....*Daucus carota L.*

2. Origine et distribution géographique

La carotte est, de nos jours, un des légumes le plus largement cultivé et réparti dans toutes les zones climatiques. La carotte est une plante bisannuelle originaire des zones tempérées froids, mais elle est aussi cultivée dans les régions tropicales et subtropicales (Ben naouia et Chaima, 2019).

Daucus carota Lest une espèce indigène, commune en Europe. L'aire de répartition de la carotte comprend les régions européennes, périméditerranéennes et se prolonge à l'Est jusqu'aux portes de l'Himalaya.

On note ainsi la présence de carottes au Moyen-Orient et en Afrique du Nord au XIe siècle puis en Espagne au XIIe siècle, en France, en Allemagne et aux Pays-Bas au XIVe siècle et en Angleterre au XVe siècle. La culture de la carotte s'est développée dans toutes les zones tempérées du globe, et particulièrement en Europe, où sa production bénéficie des conditions favorables(Ben naouia et Chaima, 2019).

3. Importance de la carotte

3.1. Dans le monde

La carotte est l'un des légumes-racines les plus largement cultivés et consommés dans le monde. Elle représente une part importante de la production maraîchère mondiale, avec une production annuelle d'environ 38 millions de tonnes en 2020 (FAOSTAT, 2022). Les principaux pays producteurs sont la Chine, la Russie, les États-Unis, l'Ouzbekistan et le Maroc (FAOSTAT, 2022). La carotte est appréciée pour ses vertus nutritionnelles, sa polyvalence culinaire et sa conservation relativement facile. Elle est riche en bêta-carotène, une source de vitamine A, ainsi qu'en fibres, vitamines et minéraux (USDA, 2019). La carotte fait partie intégrante de nombreux plats traditionnels dans diverses cultures culinaires, contribuant ainsi à la sécurité alimentaire et aux revenus des agriculteurs à travers le monde (Banga *et al*, 2018).

3.2. En Algérie

La carotte occupe une place importante dans l'agriculture et l'économie algériennes. Selon les statistiques du Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural Algérien (MADR, 2022) la production nationale de carottes s'élevait à environ 800 000 tonnes en 2021. Cette culture maraîchère contribue de manière significative à la sécurité alimentaire du pays et génère des revenus pour de nombreux petits exploitants agricoles. Les principales régions productrices sont dont le Nord de l'algérien, notamment les wilayas de Blida, Tipaza et Boumerdès. La carotte algérienne est largement consommée sur le marché intérieur, mais fait également l'objet d'exportations vers d'autres pays africains et européens voisins. Le gouvernement algérien soutient cette filière à travers divers programmes d'aide et d'investissement afin d'améliorer les rendements et la qualité de la production (Boucheta, 2019).

Tableau 1: La production du (*D. carota*) en Algérie (MADR et ONS, 2023)

Région	Production (Tonnes)
Blida	20,000
Tipaza	18,000
Boumerdès	15,000
Alger	12,000
Tizi Ouzou	10,000
AïnDefla	9,000
Médéa	8,000
Chlef	7,000
M'Sila	6,000
Mostaganem	5,000
Béjaïa	4,000

4. Caractères morphologiques

Les caractères morphologiques de la carotte comprennent plusieurs aspects distincts de la plante

4.1. Racine

Racine charnue pivotante de forme conique à cylindrique, de couleur variant de l'orange au rouge, jaune, violet ou blanc, pouvant atteindre 30 cm de longueur (Iorizzo et *al*, 2022). Présence de nombreuses racines latérales fines (Singh et *al*, 2022).

4.2. Feuilles

Feuilles composées pennées, très découpées en segments linéaires fins (Fig.1) (Wang et *al.*, 2022). Disposées en rosette basilaire dense la première année (Kumar et *al*, 2022).



Figure 1 : Feuilles de la carotte (<https://fr.123rf.com/>)

4.3. Tige

Tige florale dressée, creuse, cannelée, ramifiée (Fig.2),pouvant atteindre 1,5 m de hauteur la deuxième année (Rahim et *al.*,2022).



Figure 2 : Tige de la carotte (<http://www.naturemania.com/>)

4.4. Fleurs

Des petites fleurs, blanches à rosées(Fig.3), regroupées en ombelles composées terminales (Iorizzo et *al.*, 2022).Ombelle primaire de 20-50 rayons, ombellules de 15-50 fleurs (Sui et *al.* 2022).



Figure 3 : Fleurs de la carotte (Original)

4.5. Racines

Akènes ovoïdes, courtement épineux (Fig. 4), de 2-4 mm de long, disséminés par le vent (Zhang et *al.*, 2022).



Figure 4 : Racine de la carotte .

5. cycle de développement

Le cycle de vie des carottes (*Daucus carota*) comprend deux étapes, une étape végétative et une étape reproductive.

5.1. Première année (cycle végétative)

Après le semis au printemps ou à l'automne, la graine germe et la plantule développe une rosette de feuilles découpées ainsi qu'une racine charnue pivotante qui grossit pendant 3 à 4 mois (Rubatzky et *al.*, 1999). Cette racine comestible est récoltée après 90 à 120 jours de croissance (Swiader et Ware, 2002). (Fig.5).

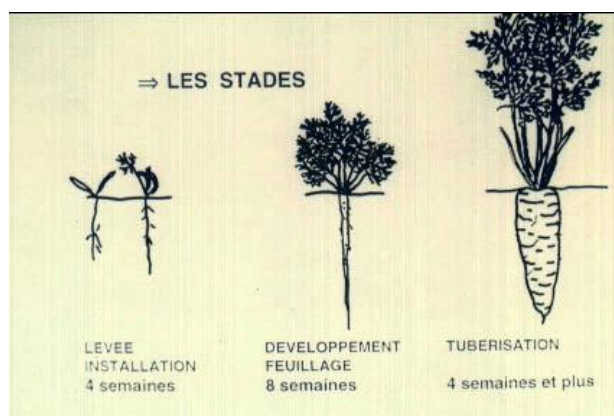


Figure 5 : Les stades de développement de la carotte de la 1^{er} année

5.2. Deuxième année (cycle reproducteur)

La deuxième année, la plante initie son cycle reproducteur : une tige florale se développe à partir de la racine et porte des ombelles de petites fleurs blanches ou jaunâtres (Edelstein, 2004). Après pollinisation, des akènes (graines sèches) sont formés, permettant de compléter le cycle bisannuel et d'assurer la reproduction de l'espèce (Banga,1976) (Fig.6). Cependant, la carotte est quasi-systématiquement arrachée et consommée après la première année de culture pour sa racine pivotante charnue riche en caroténoïdes.

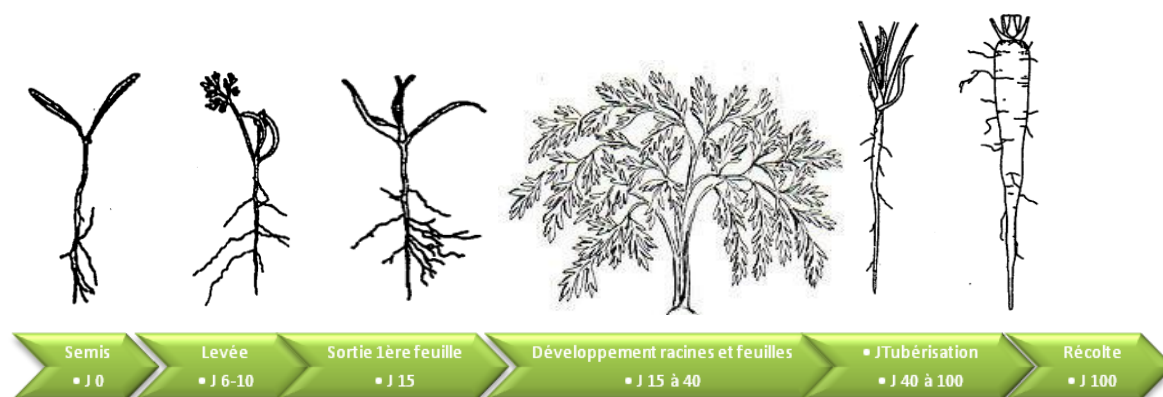


Figure 6 : Les stades de développement de la carotte de la 2^{ème} année (Direction de l'agriculture - Polynésie française, 2018)

6. Valeurs alimentaire

La carotte est reconnue par sa riche en valeur alimentaire et nutritionnelle :

6.1. Macronutriments (pour 100g de carottes crues)

Glucides : 9,6g dont 4,7g de sucres (USDA, 2020).

Fibres alimentaires : 2,8g (CIQUAL, 2020).

Protéines : 0,9g (USDA, 2020).

Lipides : 0,2g (CIQUAL, 2020).

6.2. Vitamines

Vitamine A : 835 µg d'équivalent rétinol (16% AJR) (ANSES, 2020).

Vitamine K : 16,5 µg (22% AJR) (CIQUAL, 2020).

Vitamine C : 5,9 mg (10% AJR) (CIQUAL, 2020).

Vitamine E : 0,7 mg (6% AJR) (ANSES, 2020).

6.3. Minéraux

Potassium : 320 mg (16% AJR) (USDA, 2020).

Manganèse : 0,16 mg (8% AJR) (CIQUAL, 2020).

Phosphore : 35 mg (5% AJR) (ANSES, 2020).

6.4. Composés bioactifs

Caroténoïdes (β -carotène, α -carotène, lutéine) : 8285 μ g (Sharma et al, 2020).

Polyphénols (acides chlorogéniques) : 115 mg (Alasalvar et al, 2020).

7. Exigences écologique de la carotte

La culture de la carotte nécessite des conditions écologiques spécifiques pour assurer une croissance optimale et une récolte de haute qualité.

7.1. Exigences climatiques

7.1.1 Température

7.1.1.1 Températures Idéales

La carotte préfère des températures modérées. Les températures optimales pour la croissance des racines se situent entre 15°C et 18°C. Les températures nocturnes fraîches (environ 10°C à 15°C) sont bénéfiques pour le développement de la couleur et de la saveur des racines (FAO, 2022).

7.1.1.2 Températures Extrêmes

Des températures trop élevées (supérieures à 29°C) peuvent entraîner une croissance rapide du feuillage au détriment des racines, ce qui peut réduire la qualité et le rendement des carottes. Les températures trop basses, en dessous de 5°C, peuvent ralentir la croissance et augmenter le risque de dommages dus au gel (FAO, 2022).

7.1.2 Lumière

7.1.2.1 Exposition

Les carottes nécessitent une exposition en plein soleil pour une photosynthèse efficace et une croissance optimale. Une ombre excessive peut ralentir la croissance des racines et réduire la qualité des récoltes (FAO, 2022).

7.1.2.2 Durée du Jour

Les carottes sont généralement neutres à la durée du jour, mais une exposition prolongée à la lumière du jour améliore la photosynthèse et, par conséquent, la croissance et le développement des racines (FAO, 2022).

7.1.3 Humidité relative

Une humidité relative modérée est idéale pour la culture des carottes. Une humidité trop élevée peut favoriser le développement de maladies fongiques, tandis qu'une humidité trop faible peut entraîner un stress hydrique (FAO, 2022).

7.2 Exigences édaphiques

7.2.1 Sol

La carotte requiert un sol léger, meuble, bien drainé et profond (au moins 25 cm), sans tassement ni obstacles pouvant déformer les racines. Un sol sableux ou sablo-limoneux est idéal (Geeson, 2022).

7.2.2 pH du sol

Le pH optimal se situe entre 6,0 et 6,8. En deçà de 5,5 ou au-delà de 7,0, des carences en éléments nutritifs peuvent survenir (Geeson, 2022).

7.2.3 Salinité

Les carottes ont une faible tolérance au sel. Un taux de salinité du sol supérieur à 2 dS/m peut affecter la germination et la croissance (Geeson, 2022).

8. Principaux insectes ravageurs de la carotte

8.1. La mouche de la carotte (*Psilarosae*)

Insecte de 3 à 5 mm, gris-brun métallique (Fig. 7), dont les larves creusent des galeries dans les racines (Allard et Rhainds, 2019). Principale peste de la carotte dans les régions tempérées (Chen et *al.*, 2019).



Figure 7 : mouche de la carotte *Psilarosae* (<https://www.iriisphytoprotection.qc.ca/>)

8.2. Le charançon de la carotte (*Listronotus oregonensis*)

Petit charançon ovale d'environ 5 mm de long (Fig. 8), de couleur brune. Ses larves creusent et endommagent les racines (Davis et Larsen, 2019).



Figure 8: charançon de la carotte *Listronotus oregonensis*
(<https://www.iriisphytoprotection.qc.ca/>)

8.3. La noctuelle de la carotte (*Peridroma saucia*)

Papillon nocturne dont la chenille se nourrit des feuilles et peut attaquer les racines (Fig. 9). Problématique majeure dans les régions subtropicales (Marzolph et al, 2019).



Figure 9: *Peridroma saucia* (<https://bugguide.net/node/view/10726>)

8.4. Les pucerons (*Semiaphis dauci*, *Cavariella aegopodii*)

Se nourrissent de la sève, déformant les feuilles et ralentissant la croissance. Peuvent aussi transmettre des viroses (Kannan et al, 2019) (Fig. 10).



Figure10: *Cavariella aegopodii* (<https://bladminerders.nl/>)

II. LES THYSANOPTERES

Selon Faraval (2006), les thysanoptères sont des petits insectes (1 à 2 mm pour la plupart) difficiles à observer, à capturer et à déterminer, ces insectes sont ptérygotes à métamorphoses incomplètes caractérisés par leur cône buccal tout à fait original, leurs ailes frangées de soies et la présence d'un arolium membraneux à l'extrémité des tarse. Cet ordre comporte deux sous-ordres (Fig.11), les Térébrants (la femelle possède un ovipositeur perforant) et les Tubulifères (ovipositeur tubulaire).

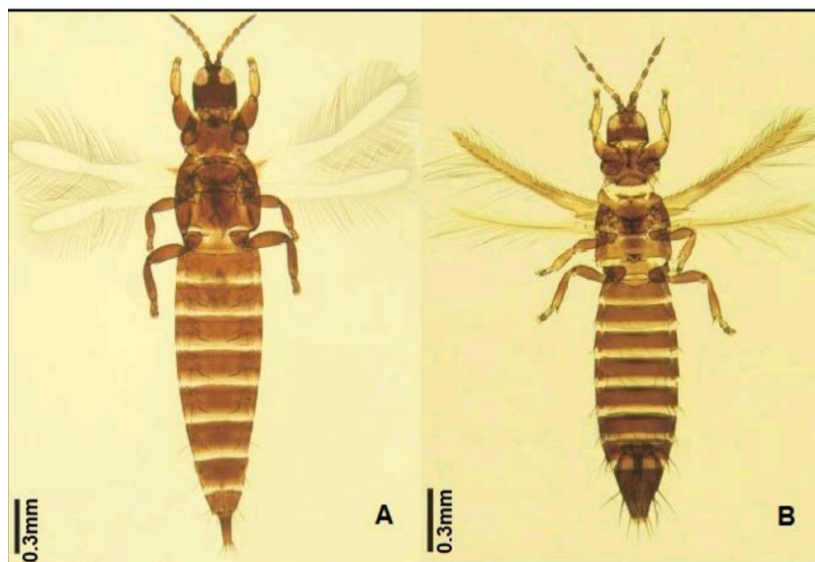


Figure 11 : Différence morphologique entre les deux sous-ordres de *Thysanoptères* (A):*Tubulifera*,(B):*Terebrantia* (Adriano et al.,2006).

1. Sous ordre : *Tubulifera*

Le sous-ordre *Tubulifera* est un groupe d'insectes appartenant à l'ordre des *Thysanoptera*, communément appelés thrips (Mound et Marullo, 1996). Les *Tubulifera* se distinguent des autres thrips par plusieurs caractéristiques morphologiques et comportementales. Ils possèdent un abdomen en forme de tube, d'où leur nom, et les femelles ont un oviscapte bien développé, utilisé pour insérer les œufs dans les tissus végétaux (Moritz et al., 2001). Leurs ailes sont étroites et frangées, typiques des thrips, mais généralement plus longues et plus fines que celles des *Terebrantia* (Kirk, 1996). Il se divise en 8 familles

Phlaethripidae: C'est la plus grande famille avec environ 300 espèces décrites.

Idolothripidae : Comprend environ 100 espèces,

Termitoaphididae: Une petite famille d'environ 20 espèces

Melanthripidae: Famille de taille moyenne avec une 100 d'espèces.

Merothripidae: Petite famille d'une 30 d'espèces.

Adiheterothripidae: Une des plus petites familles avec seulement 4 espèces

Urothripidae: Famille monotypique ne contenant qu'une seule espèce,

Echinothrips: Famille provisoire contenant seulement une espèce

1.1. Famille *Phlaethripidae*

Plus de 3000 espèces décrites de cette famille à travers le monde (Mound, 2005). Ils mesurent généralement moins de 2 mm de longueur et vivent dans les litières de feuilles, le bois en décomposition et sous les écorces où prolifèrent les champignons dont ils se nourrissent (Lewis, 1973). Certaines espèces ont développé des relations symbiotiques avec les fourmis, nichant dans leurs nids et se nourrissant des champignons cultivés par les fourmis (Chaboo et al. 2009). Leur rôle écologique est de recycler la matière végétale morte en consommant les champignons décomposeurs (Mound, 2005). La famille des *Phlaethripidae* divisé en deux branches *Idolothripinae* et *Phlaethripinae*.

1.1.1. Sous famille des *Idolothripinae*

Selon les mêmes auteurs cités plus haut, les thrips de cette famille sont caractérisés par antennes maxillaires (stylets), qui s'élargissent vers la pointe. Et plus large que la palpation labiale. Utilisé pour détecter et engloutir les spores. Ces stylets maxillaires ne sont pas accompagnés de guidage maxillaire (Sakimura et Bianchi, 1977).

1.1.2. Sous famille des *Phlaethripinae*

Selon (Sen ,1986) et (Sen et *al*, 2000), les espèces classées dans cette sous-famille ont un stylet maxillaire uniformément.

1.1.2.1 *Gynaikothrips ficorum*

Est une espèce de thrips de la famille des *Phlaeothripidae*, inféodée aux figuiers (*Ficus* spp.). Ce petit insecte de 1 à 2 mm de long vit et se reproduit à l'intérieur des figes immatures, où les larves et les adultes se nourrissent des tissus internes (Mound et Reynaud, 2005). (Fig.12) Bien que *G. ficorum* soit principalement considéré comme un ravageur mineur, des infestations importantes peuvent causer des dégâts aux récoltes de figes en favorisant l'entrée de pathogènes fongiques et bactériens (Skarmoutsou et Tsagkarakou,2013). *G. ficorum* semble avoir une répartition pantropicale et subtropicale, présent dans les régions de culture des figuiers en Afrique, Asie, Océanie et Amérique (Mirab-balou et *al*, 2011).



Figure 12 : *Gynaikothrips ficorum* (<https://www.flickr.com/>)

1.1.2.2. *Liothrips*

Ce genre regroupe principalement des thrips fongicoles se nourrissant de champignons microscopiques. Ce sont de très petits thrips, mesurant généralement moins de 2 mm de long (Fig.13). Ils vivent dans les litières de feuilles, le bois en décomposition et sous les écorces d'arbres où prolifèrent les champignons dont ils se nourrissent (Mound et Marullo, 1996). Certaines espèces de *Liothrips* sont couramment rencontrées en association avec les nids de fourmis, se nourrissant des champignons cultivés par les fourmis (Chaboo et *al*, 2009). Une nouvelle espèce, *Liothrips sundari*, a récemment été décrite en Inde où elle vit dans les jardins sur diverses plantes à fleurs (Kaomud et *al*, 2020). Bien que présents dans de nombreux environnements, les liothrips ne sont généralement pas considérés comme des ravageurs en raison de leur régime alimentaire fongique



Figure 13 : *Liothrips* sp

2. Sous-ordre *Terebrantia*

Ce sous-ordre est l'un des deux sous-ordres majeurs de l'ordre des *Thysanoptera* (thrips). Appelés aussi "thrips térébrants", sont caractérisés par la présence d'un ovipositeur en forme de tarière chez les femelles, utilisé pour insérer les œufs dans les tissus végétaux ou le sol (Mound ,2005). Ce sous-ordre comprend environ 5800 espèces décrites, réparties dans 9 familles.

- _ *Merothripidae*
- _ *Melanthripidae*
- _ *Aeolothripidae*
- _ *Heterothripidae*
- _ *Fauriellidae*
- _ *Thripidae* (plus de 2000 espèces)
- _ *Panchaetothripidae*
- _ *Stenurothripidae*

La majorité des *Terebrantia* se nourrissent de tissus végétaux en perforant les cellules avec leurs pièces buccales en forme de stylets. Beaucoup sont des ravageurs agricoles importants (Lewis, 1997). Certaines espèces sont prédatrices d'autres petits arthropodes ou se nourrissent de champignons et de pollen (Morse et Hoddle, 2006). Ils sont présents dans presque tous les écosystèmes terrestres, des forêts tropicales aux déserts. Parmi les familles de ce sous ordre :

2.1. Famille *Merothripidae*

La majorité de ses espèces ont une distribution néotropicale. Le caractère le plus important qui retient l'attention est le sternite huit dont deux lobes sont attachés au bord postérieur du sternite sept. Chaque lobe porte deux paires de soies (Mound et Walker, 1982).

2.2. Famille *Aeolothripidae*

De nombreuses espèces sont prédatrices et peuvent être reconnues par leur grande taille et leurs ailes antérieures larges, généralement rayées, distinctes et leurs extrémités largement arrondies avec de petites soies sur les nervures des feuilles, mais leur nombre varie (Mound et al, 1976; Nakahara, 1991). Sa surface présente de nombreuses micro-rainures (Mound et al, 1976). L'antenne comporte 9, segments dont le troisième et le cinquième sont allongés avec des côtés parallèles. Les soies sensorielles de ces deux segments sont soit plates, droites ou elliptiques (nakahara, 1991 ; Sartiami, Mound, 2013). Le 10e segment abdominal est non tubulaire chez les deux sexes (Mound et al, 1976). L'ovipositeur est dirigé vers le haut, mais cette structure est absente chez les autres familles (Nakahara, 1991). Parmi les espèces de cette famille :

2.2.1. *Aeolothrips desiccation*

Cette espèce a été décrite pour la première fois en 2012 à partir de spécimens collectés dans le désert du Néguev en Palestine, d'où son nom spécifique "*desiccatus*" (Mound et Gavrilov-Zimin, 2012). *A. desiccatus* vit dans les sols arides et se nourrit probablement de champignons du sol et de spores fongiques. On le trouve souvent associé aux nids de fourmis et termites dans les zones désertiques (Mound et Gavrilov-Zimin, 2012). Cette espèce n'est pas considérée comme un ravageur agricole en raison de son mode de vie souterrain et de son régime alimentaire fongique. Sa répartition semble limitée aux régions désertiques chaudes du Moyen-Orient jusqu'à présent (Minaei et Mound, 2022).

2.2.2. *Aeolothrips fasciatus*

A. fasciatus (Fig.14) se nourrit de champignons présents dans le bois en décomposition et les litières végétales (Mound et O'Kelly, 2019). On le trouve fréquemment sous les écorces d'arbres. Cette espèce est reconnaissable à sa coloration brun foncé avec des bandes transversales plus claires sur l'abdomen, d'où son nom *fasciatus* =bandé. *A. fasciatus* est considéré comme une espèce commune et largement répartie dans les régions tropicales et subtropicales d'Asie, Afrique, Australie et Amérique (Mound et Marullo, 1996).



Figure14: *Aeolothrips fasciatus* (<https://uk.inaturalist.org/>)

2.2.3. *Aeolothrips intermedius*

C'est une espèce de thrips de petite taille (1-2 mm) (Fig.15). Ce minuscule insecte brun jaunâtre pâle est considéré comme un ravageur mineur des cultures de graminées dans les régions tropicales et subtropicales du monde (Mound et Marullo, 1996). Les thrips se nourrissent en perforant et suçant la sève des feuilles et tiges, provoquant des stries argentées/blanches et un dessèchement du feuillage, quoique rarement des dommages économiques majeurs sauf en cas d'infestation massive (Ananthakrishnan, 1969). *A. intermedius* a été signalé s'attaquant à diverses graminées comme la canne à sucre, le riz, le blé et l'orge (Speyer, 1934). Bien que présent sur de nombreux continents, aucune méthode de lutte spécifique n'a été développée contre cette espèce considérée comme un nuisible occasionnel mineur, les insecticides généralistes contre les thrips pouvant être utilisés au besoin (Zhang et al, 2002).



Figure15 : *Aeolothrips intermedius* (<https://www.biolib.cz/>)

1.2 Famille *Melanthripidae*

Cette famille regroupe environ 65 espèces de thrips principalement rencontrées dans les régions tropicales et subtropicales (Mound et Minaei, 2007). La plupart des Melanthripidae sont des thrips phytophages, se nourrissant sur diverses parties des plantes (feuilles, fleurs, fruits). Certains genres comme *Melanthrips* et *Cranothrips* sont inféodés aux figuiers (*Ficus* spp.), vivant et se reproduisant à l'intérieur des

figues en développement (Mound et Reynaud, 2005). D'autres genres comme *Ankothrips*, *Cyrtothrips* ou *Ophyrothrips* se rencontrent sur une large gamme de plantes herbacées et arbustives (Mirab-balou et al, 2011). Bien que présentes sur des plantes cultivées, les espèces de cette famille ne sont généralement pas considérées comme des ravageurs économiques majeurs. Parmi eux

2.3.1. *Melanthrips pallidior*

Cette espèce est inféodée aux figuiers (*Ficus* spp.). Ce petit insecte vit à l'intérieur des figues immatures et semi-matures, se nourrissant des tissus internes (Fig.16). Les larves et les adultes sont présents dans les figues (Mound et Marullo, 1996). *M. pallidior* est considéré comme un ravageur secondaire des figuiers, pouvant causer des dommages lorsque les populations sont importantes, mais n'étant généralement pas un facteur limitant majeur pour la production de figues (Skarmoutsou et Tsagkarakou, 2013). Cette espèce semble avoir une répartition pantropicale, présente dans les régions de culture des figuiers en Afrique, Asie, Australie et probablement en Amérique (Mirab-balou et al, 2011).



Figure 16 : *Melanthrips pallidior* (<https://insecta.pro/>)

1.3 Famille *Heterothripidae*

Les espèces qui composent cette famille présentent des corps sclérotiques. Les microtriciaes sont généralement présents sur les côtés latéraux de l'abdomen. La marge du bord postérieur du segment abdominal présente un long micro-sillon. Les antennes comportent neuf segments, dont un troisième et un quatrième petit poil sensoriel disposés en ligne ou en bande autour du segment près de la pointe (nakahara, 1991). Un processus en forme de griffe se trouve à la base du deuxième segment duprétarsien (Medina-Gaud, 1961).

1.4 Famille *Thripidae*

Cette famille comprend des espèces présentes partout dans le monde. Il forme la deuxième plus grande famille de *Thysanoptera* (Mound et al, 2016). Souvent reconnu par l'ovipositeur situé vers le bas (nakahara, 1991). Ces espèces ont 7 à 8 segments antennes, rarement 6 pour 1 œuf (Mound et al, 1976 ; Ananthkrishnan et Sen,1980 ; Sartiami et Mound,2013) et des soies sensorielles dans les troisième et quatrième segments. Une canette simple ou une canette fourchue. Les ailes antérieures sont généralement fines et ont une extrémité pointue. Ils ont généralement deux rangées de soies. Quatre sous-familles ont été systématiquement reconnues : *Panchaetothripinae*, *Dendrothripinae*, *Sericothripinae*, *Thripinae* (Sartiami, Mound, 2013 ; Mound et al, 2016). Parmi les espèces de cette famille :

2.5.1. *Frankliniella occidentalis*

Communément appelé le thrips californien. C'est un insecte polyphage qui s'attaque à plus de 200 espèces végétales différentes. Originaire de l'ouest de l'Amérique du Nord, *F. occidentalis* s'est répandu dans de nombreuses régions du monde depuis les années 1980, probablement via le commerce international de plantes ornementales (Morse et Hoddle, 2006) (Fig.17) .Sur les cultures, *F. occidentalis* cause des dommages directs en se nourrissant sur les feuilles, les fleurs et les fruits, provoquant des décolorations, des malformations et des nécroses. Il transmet également des virus phytopathogènes majeurs comme le TSWV (Tomato Spotted Wilt Virus) (Pappu et al, 2009). La lutte contre ce ravageur repose sur l'utilisation d'insecticides, de filets insect-proof et de lâchers d'auxiliaires comme les punaises prédatrices Orius ou les acariens phytoséiides (Arthurs et al, 2009).



Figure 17 : *Frankliniella occidentalis* (google)

1.4.1 *Thrips tabaci*

Communément appelé le thrips du tabac, est une espèce polyphage. C'est un important ravageur de nombreuses plantes cultivées comme les oignons, l'ail, le coton, la luzerne, le chou, la tomate, le *tabac* et bien d'autres (Morse et Hoddle, 2006) (Fig.18). *T. tabaci* cause des dommages directs en se nourrissant sur les feuilles, les bourgeons et les fleurs. Il transmet également des virus de genres *Tospovirus* et *Ilar* (Riley et al, 2021). La lutte intégrée contre ce thrips repose sur l'utilisation raisonnée d'insecticides, la rotation des cultures, les plantes pièges et l'introduction d'ennemis naturels comme les punaises Orius (Riefler et Koschier, 2022).



Figure 18 : *Thrips tabaci* (<https://www.koppert.fr/>)

1.4.2 *Thrips angusticeps*

C'est un ravageur important des cultures d'oignons et d'ail dans plusieurs régions du monde (Jacobs et Longstaff, 1997). Elle cause des dommages directs en se nourrissant des feuilles. *T. angusticeps* est facilement reconnaissable à sa tête étroite et allongée, d'où son nom spécifique *angusticeps* (= tête étroite) (Fig.19). On trouve cette espèce dans de nombreuses régions tropicales, subtropicales et tempérées chaudes à travers le monde (Mound et Masumoto, 2005). La lutte contre ce ravageur repose sur l'utilisation raisonnée d'insecticides, les rotations culturales et l'introduction d'ennemis naturels comme les punaises Orius (Dhandapani et al, 2003).



Figure 19 : *Thrips angusticeps* (<https://scandposters.com/>)

1.5 Famille *Panchaethripidae*

Cette famille comprend environ 135 espèces réparties dans 22 genres à travers le monde (Mound et Tree, 2023). La majorité des *Panchaethripidae* sont des thrips phytophages, se nourrissant sur les fleurs de diverses plantes herbacées, arbustives et arborescentes (Mound et Minaei, 2007). Certains genres comme *Heliothrips*, *Panchaethrips* ou *Anaphothrips* comptent des espèces considérées comme des ravageurs mineurs des cultures florales et fruitières. D'autres genres comme *Jerthrips*, *Ozothrips* ou *Torbathrips* regroupent des espèces prédatrices se nourrissant d'autres petits arthropodes (Mound et Minaei, 2007). Malgré leur nom, les *Pancha* et *Othripidae* ont généralement 8 soies majeures et non 5 sur chaque segment abdominal (Mound et Tree, 2023).

2.6.1. *Heliothrips*

Ce sont de petits thrips généralement colorés (jaune, orange, brun) (Fig.20) vivant sur les fleurs. Certaines espèces de *Heliothrips* sont considérées comme des ravageurs mineurs car elles peuvent causer des dommages en se nourrissant sur les fleurs de cultures fruitières, ornementales ou de légumes (Mound et Tree, 2023).



Figure 20 : *Heliothrips* sp (<https://www.flickr.com/>)

II. Les dégâts des thrips

Les thrips, un ravageur important des cultures, sont généralement des espèces très adaptables et polyphages. Les invasions de thrips apparaissent principalement après s'être nourris et endommagent les cultures comme effet direct de leur activité trophique ou comme vecteurs de certains tospovirus (Silva et al, 2020), mais certains d'entre eux sont très graves. Il s'agit du type de morsure qui aspire avec les pièces buccales. Plus de 50 espèces de thrips sont nuisibles aux cultures dans le monde et 10 espèces sont des vecteurs de tospovirus (Adila et Slimani, 2021). (Fig. 21)



Figure 21: Dégâts des thrips Sur les plants de carottes

2.2 Dégâts directe

Une blessure directe se produit lorsque les thrips injectent de la salive dans les cellules de l'épiderme. Il aspire ensuite son contenu et le remplit d'air. Le résultat est une décoloration avec des taches et un aspect argenté. Dans les zones où se nourrissent les insectes, notez l'accumulation de nombreuses taches noires dues aux (Ananthakrishnan 1993)

2.3 Dégâts indirects

Les thrips peuvent également causer des dommages indirects par le biais de blessures créées lors de l'alimentation et peuvent ainsi constituer des points d'entrée pour des agents pathogènes tels que des bactéries, des virus et des champignons tels qu'*Alternariapoli*. Les thrips sont également des vecteurs potentiels de virus phytopathogènes, de bactéries et de champignons. Les bactéries transmissibles comprennent le genre *Pantoea* (Dutta et al, 2014).

III. Méthode de la lutte

3.2 Lutte physique (techniques de culture)

La lutte physique consiste à utiliser des moyens mécaniques pour contrôler le taux d'invasion des thrips et empêcher les individus de s'établir sur les cultures. C'est donc le résultat des mesures de précaution qui justifient le niveau de contrôle physique mis en place. via des pièges bleus qui attirent les adultes volants, etc. (Bretagne, 2018 ; Lambert et al, 2019).

3.3 Lutte biologique

La lutte biologique contre les thrips implique l'utilisation d'ennemis naturels tels que les acariens prédateurs, les nématodes entomopathogènes et les insectes parasitoïdes.

Les acariens prédateurs du genre *Amblyseius*, comme *A. swirskii* et *A. cucumeris*, sont couramment utilisés en cultures maraîchères et ornementales pour réguler les populations de thrips (Arthurs et al. 2009). Les nématodes entomopathogènes, notamment *Steinernemafeltiae*, sont également efficaces contre les stades larvaires des thrips (Premachandra et al. 2003). Parmi les parasitoïdes, les microguis des *Whetus* et *Thripobius* sont connus pour parasiter les œufs de thrips (Loomans et van Lenteren, 1995). Une approche intégrée combinant ces différents agents de lutte biologique avec d'autres méthodes de gestion des ravageurs peut permettre un contrôle durable des thrips nuisibles (Fail *et al.*, 2020).

3.4 Lutte chimique

Les insecticides autrefois utilisés contre les thrips sont désormais difficiles à utiliser en raison de leur non-spécificité, qui affecte les insectes pollinisateurs. Néanmoins, l'utilisation de produits phytopharmaceutiques reste très répandue. Ceux-ci se répartissent en deux catégories : les principes actifs de synthèse et les bio-pesticides et huiles essentielles, mais leur efficacité diminue en raison de l'émergence de résistances et de résistances à la plupart des pesticides (Gill *et al.* 2015).

Chapitre II

Matériels et méthodes

L'étude des fluctuations des Thysanoptères sur *Daucus carota L.* a été réalisée dans la région d'ElSagiya (wilaya de M'sila), pendant la période 29 février 2024 au 07 avril 2024. La superficie consacrée pour cette culture est de 1,5 hectare pour une superficie totale de 10 hectares de la ferme privée, Appliqué sur un sol de type argileux, auparavant on cultivait la même culture (*Daucus carota L.*), elle est entourée par des cultures suivantes : oignon, ail, pois, fève, haricot, chou-fleur, pastèque et le melon en plein champs. Des cultures sous serres : tomate, piment, poivron, melon, aubergine, courgette et concombre, aussi par des arbres fruitiers : pommier, grenadier, abricotier, poirier, figuier, agrumes et une partie de céréales: blé dur, blé.

1. Présentation de la région d'étude

La Wilaya de M'sila (Fig. 22) dans ses limites actuelles, occupe une position privilégiée dans la partie centrale de l'Algérie du nord. Elle est limitée au Nord Est par les wilayat de Bordj Bou-Arredj et Sétif ; au nord-ouest par les wilayas de Médéa et Bouira ; à l'est par la wilaya de Batna ; à l'ouest par la wilaya de Djelfa et au sud est par la wilaya de Biskra.

Située dans les hauts plateaux algériens, dont les coordonnées géographiques sont de 35°42'07" N, 4°32'43" E, avec des forêts à 441 mètres d'altitude en raison du réchauffement climatique, M'sila était auparavant divisée en semi-régions et zone aride (Kherbiche et *al.* 2021).

La zone est caractérisée par un étage bioclimatique aride méditerranéen avec un hiver doux (Q2 = 17,02 – 19,84, m = 3,37 à 4,10°C, M = 38,87 à 40,06°C, P = 182,94 à 201,86 mm) basé sur les données météorologiques des environs. stations météorologiques (Zedam et *al.*, 2022).

La saison des pluies s'étend d'octobre à mai, tandis que la saison sèche persiste généralement jusqu'en août. Le climat méditerranéen de la région est influencé par le Sahara (Mimeche et Oliva-Paterna, 2018).

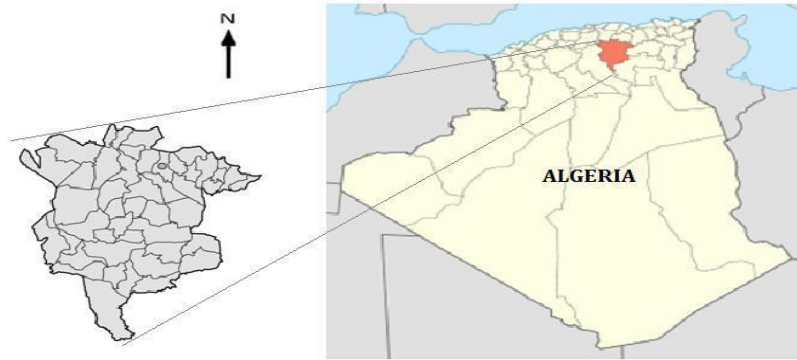


Figure 22 : Localisation de la wilaya de M'sila

La zone d'Al-Saguia (Fig .23) est située au sud-ouest de la wilaya de M'sila sur laroute loyaliste N 89 reliant Sidi Ameer et Amjdal, à proximité de lazone agricole d'Al-Kharza, dontles coordonnées géographiques sont de 35°22'00"N 3°54'00"E. La région d'étude est caractérisée par un climat sec (le même climat de la wilaya).



Figure 23 : Localisation de la zone d'étude (Google MAP)

2. Paramètres climatiques

Le climat est essentiel pour la répartition et la vie des organismes vivants. La température, les précipitations, l'humidité, l'évaporation et le vent (Faurie, 2011).

Les variations de température ont un impact considérable sur la production agricole à travers le monde, ce qui restreint le choix des cultures pouvant être cultivées dans certaines régions.

Tableau 2 : Température moyenne, précipitations et humidité mensuelle de la wilaya de M'sila

les mois	Février2024	Mars 2024	Avril 2024
Temperature moyenne(°C)	8.8	13.1	17.1
Précipitation (mm)	21	27	30
Humidité (%)	64	52	45

(<https://fr.climate-data.org/afrique/algerie/m-sila/m-sila-3700>)

La moyenne mensuelle de température est de 13 °C, tout au long des mois (de 8.8°C en Février à 17.1°C en Avril)

La pluviométrie mensuelle de 78 mm, avec un minimum de 21 mm en Février et un maximum de 30 mm en avril

L'humidité est le troisième facteur important après la température et les précipitations. L'humidité mensuelle de 53.66 %, avec un minimum de 45% en Avril et un maximum de 64% de Février.

3. Matériels expérimental

Afin de réaliser notre étude, nous avons utilisé des pièges chromatiques (plaquettes engluée jaune et bleues), des pièges colorés (Bassines jaunes et bleus) dans le but d'inventorier les thrips sur la carotte afin de déterminer les fluctuations de ces ravageurs.

3.1. Pièges chromatiques (plaquettes engluée jaune et bleues)

Ce sont des plaques en matière plastiques colorées de dimensions 25x40cm de couleur bleu et jaune (Fig, 24). Il est recouvert d'une couche de colle qui maintient les insectes en place sans des sécher, même à haute température. Les panneaux en plastique colorés attirent les insectes volants grâce à la stimulation des couleurs. Elles sont pourvues d'un quadrillage de 2cmx 2cm qui recouvre entièrement le panneau pour faciliter le comptage des insectes piégés.

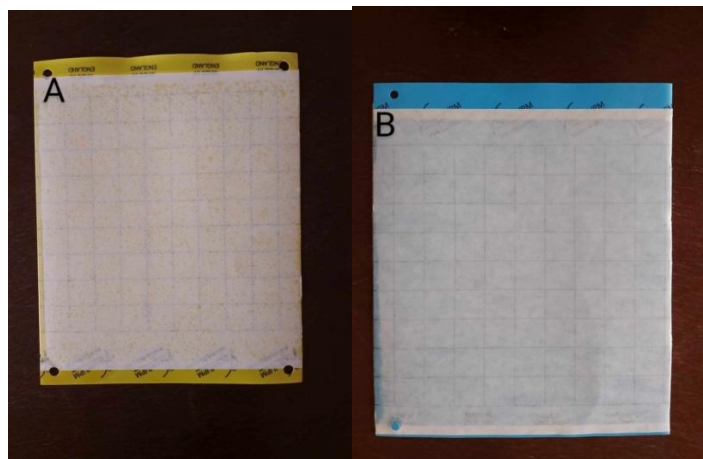


Figure 24: Pièges chromatique (Plaques engluées)
(A) : Plaque engluée jaune / (B) : Plaque engluée bleue

3.2. Installation des pièges

3.2.1. Pièges englués jaunes et bleus

Les plaquettes engluées (Fig, 25) sont suspendues à l'aide d'un fil au-dessus de la culture, chaque quinze jour, de nouvelles plaques sont réinstallées et les anciennes sont récupérées et soigneusement conservées avec du papier cellophane.



Figure25 : Position et Emplacement des englués, jaunes et bleus
(A) : Plaque engluée jaune / (B) : Plaque engluée bleue

3.2.2. Bassines jaunes et bleues

Des bassines de différentes couleurs (bleue, jaune) ont été placées à la surface de la terre. Les bassines sont remplies d'eau au tiers, en additionnant du détergent qui joue un rôle de mouillant afin d'éviter la fuite des insectes (Fig .26).

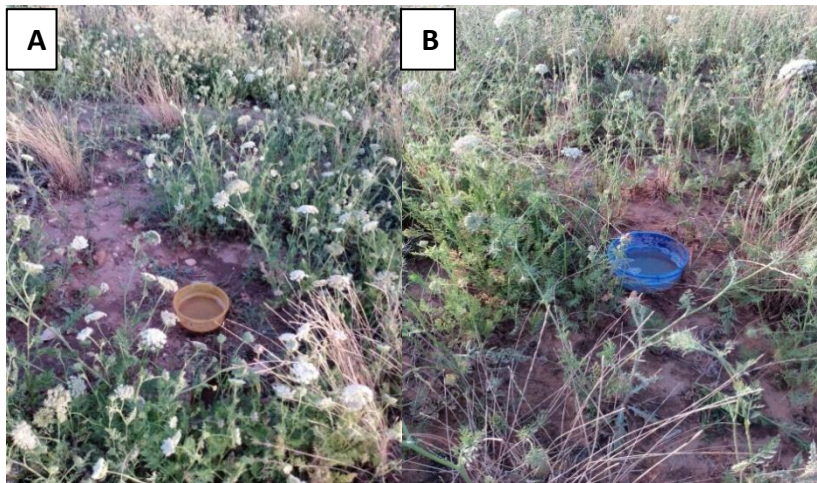


Figure 26 : Position et emplacement des bassines jaunes et bleues dans le champ
(A) : Bassine jaune / (B) : Bassine bleue

3.3. Prélèvement et comptage des thrips

Les thrips sont récupérés après filtration du contenu des bassines grâce à une passoire. Ils sont mis ensuite dans des piluliers contenant de l'alcool à 96 % sur lesquels sont mentionnés la date, la récolte, couleur. En laboratoire le contenu des piluliers sont versés dans des boîtes de pétrie pour pouvoir faciliter la séparation des thrips grâce à des épingle entomologiques.

Pour les pièges chromatiques, l'identification se fait directement sur les pièges englués sous la loupe binoculaire avec l'utilisation de différents clé de détermination.

4. Indices écologiques

4.1. Richesse totale (S)

La richesse totale des espèces selon Blondel (1979), est le nombre des espèces du peuplement. Elle est considérée comme un paramètre fondamental d'une communauté d'espèces (Muller, 1985). La richesse spécifique d'un peuplement (S) est le nombre d'espèces qui le constituent (Barbault, 2003).

4.2. Abondance relative

L'abondance relative des espèces dans un peuplement ou dans un échantillon caractérise la diversité faunistique d'un milieu donné (Frontier, 1983). L'abondance relative (AR %) d'une espèce donnée est le nombre d'individus de cette espèce exprimé en pourcentage par rapport au nombre total d'individus de toutes les espèces présentes dans le site considéré. Elle est calculée selon la formule suivante : $AR \% = ni / N \times 100$

AR % : Abondance relative ou fréquence centésimale d'une espèce.

ni : Nombre d'individus de l'espèce prise en considération.

N : Nombre total des individus de toutes les espèces.

La fréquence centésimale est appliquée pour toutes les espèces capturées par les deux méthodes d'échantillonnage au niveau des stations.

4.3. Indice de diversité de Shannon (H)

Selon Ramade (1984), la diversité est le caractère d'un écosystème qui représente les différentes solutions. Elle informe sur la structure du peuplement dont provient l'échantillon et sur la façon dont les individus sont répartis entre les diverses espèces (Daget, 1979). Selon Blondel (1973), l'indice de diversité de Shannon est le meilleur indice que l'on puisse adopter. Il est donné par la formule suivante :

$$H' = - \sum (n_i / N) \log_2 (n_i / N)$$

H' : est l'indice de diversité exprimé en unités bits.

qi : représente la probabilité de rencontrer l'espèce i.

Il est calculé par la formule suivante : $N = ni / qi$

n_i est le nombre des individus de l'espèce i .

N le nombre total des individus toutes espèces confondues.

La diversité maximale est représentée par H'_{\max} . Elle correspond à la valeur la plus élevée possible du peuplement calculé par la formule suivante :

$$H'_{\max} = \text{Log}_2 S$$

S est le nombre total des espèces trouvées lors de N relevés.

4.4. Indice d'équirépartition (E)

L'équirépartition est très importante dans la caractérisation de la diversité. Elle permet la comparaison entre deux peuplements ayant des richesses spécifiques différentes (Dajoz, 1985). D'après le même auteur on définit l'équitabilité ou "régularité" par le rapport de la diversité observée H à la diversité maximale H'_{\max} .

L'indice d'équitabilité ou d'équirépartition correspond au rapport de la diversité observée (H') à la diversité maximale (H'_{\max}). S : Richesse totale exprimée en espèces.

$$E = H'/H'_{\max} = H' \log_2 S$$

Les valeurs de l'équitabilité varient entre 0 et 1. Elles tendent vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs correspond à une seule espèce du peuplement et se rapproche de 1 lorsque chacune des espèces est représentée par équilibre (Ramade, 1984).

4.5. Indices de similarité

De nombreuses mesures de distance, de corrélation, et de similarité permettent de comparer les échantillons deux à deux, et de leur attribuer une valeur résumant leur ressemblance globale. Il est cependant fréquent, en milieu aquatique, que certaines espèces ne soient pas présentes dans tous les échantillons (Lerman, 1967). Permettent de regrouper les stations en fonction du nombre d'espèces en commun. Certains prennent également en compte les abondances des espèces comme critère de ressemblance.

5. Traitement statistique des données

Les résultats sont soumis à un test de Kruskal-Wallis, à un facteur de variation, avec le seuil de 5% ($P < 0.05$) pour identifier les groupes homogènes. Aussi, nous avons fait appel à

l'analyse factorielle des composantes (AFC). Le principe de cette analyse est de représenter un phénomène multidimensionnel par un graphique à deux ou plusieurs dimensions. Les tests statistiques ont été traités par le logiciel PAST version 3.1. Le seuil de 5% a été retenu pour tous les tests.

Chapitre III : Résultats et discussion

1. Evolution temporelle des populations des thrips sur la carotte

Dans la présente étude, la plupart des spécimens collectés ont été identifiés jusqu'à l'espèce. Les résultats portant sur les thrips échantillonné appartiennent à la famille de *Thripidea*, ordre de *Thysanoptera* sur la culture de carottes en plein champ dans la région de Sagia (M'sila), l'inventaire nous a permis de recenser un total de 10 espèces. Les espèces les mieux représentés sont l'*Aelothrips fasciatus* avec 73,37%, suivi par les *Liothrips tractabilis* avec 13,04%. L'abondance des autres espèces était < 5 % dans le verger de carotte (Fig.27).

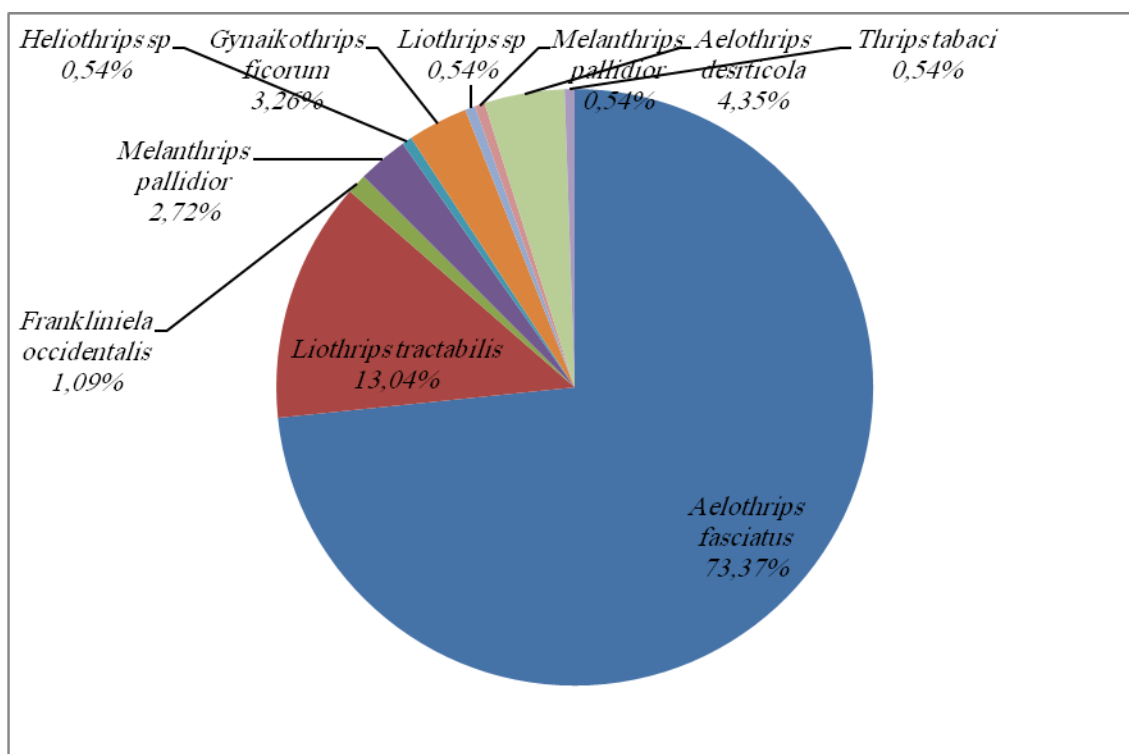


Figure 27 : Les thrips échantillonné dans le verger de la carotte dans la région de Al-Sagua (M'sila)

Les effectifs des populations des thrips sur la culture de carotte sont relativement variables d'un mois à l'autre (Fig. 28). A partir du 29.02.24 les pièges capturées six espèces. L'effectif des populations augmente rapidement avec la dominance de

l'*Aelothrips fasciatus* et *Liothrips tractabilis*. A partir de teste kruskal-wallis il n'y a pas de différence significative entre les espèces capturées et le temps où $H= 1,84$ et $P =0,37$. Parmi les espèces capturées, deux espèces dangereuses sur le plan économique; il s'agit de *F. occidentalis* et *T. tabaci*. Ces espèces causent d'importants dommages directs aux plantes en plus de la transmission des Orthotospovirus (Reitz, 2009; Gill et al,2015 ; Allache, 2021).

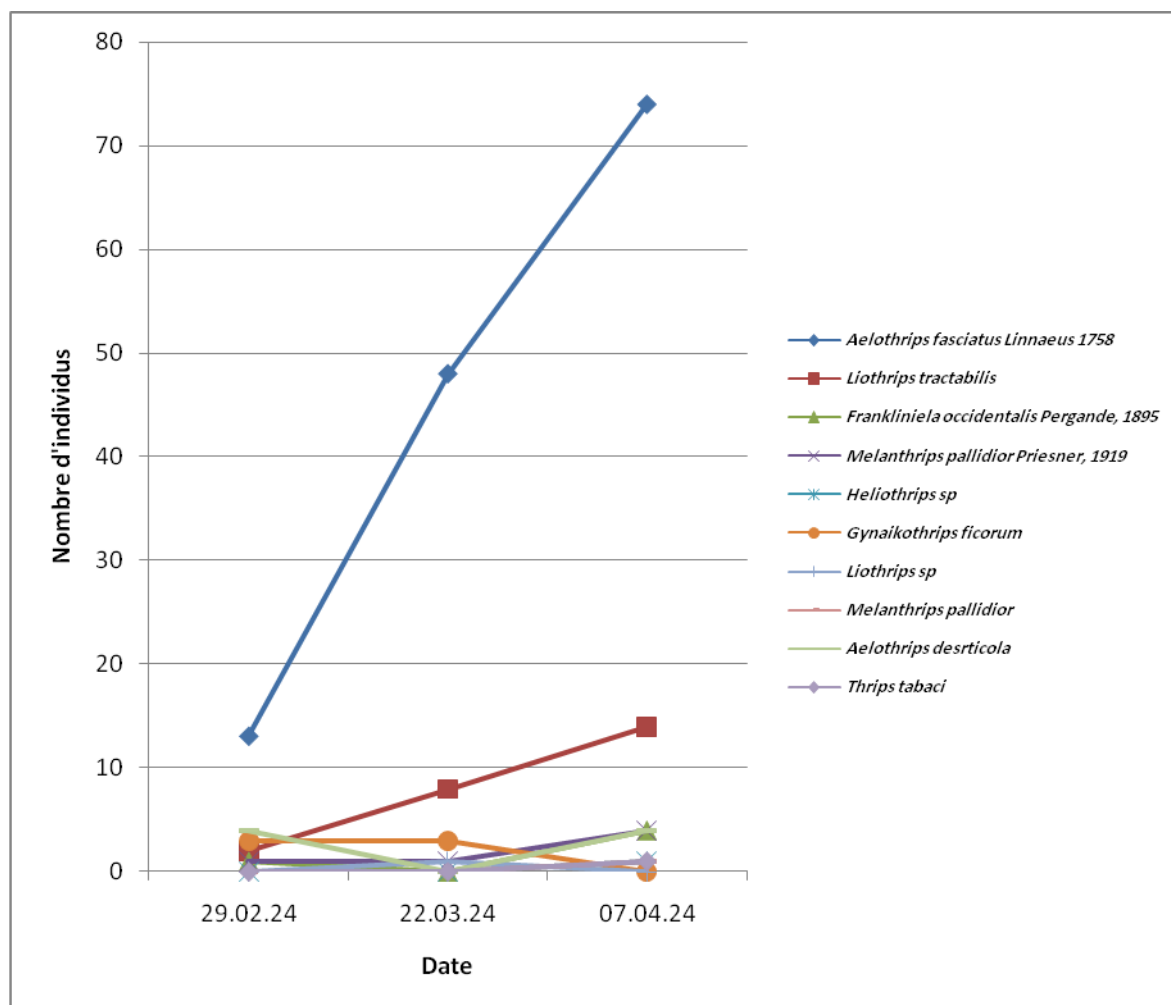


Figure 28 : Evolution temporelle des populations des thrips sur la carotte dans la région Al-Sagua.

2. Indices écologiques

Dans le but de caractériser la diversité spécifique des peuplements des thrips recensés au niveau de la région Al-sagia, plusieurs paramètres écologiques sont calculés: richesse

spécifique, indice de Shannon (H'), indice de dominance et celui d'équitabilité (E) (Tab.03).

Tableau 03 : Les indices écologiques calculent dans la région d'étude

	29.02.2024	22.03.2024	07.04.2024
richesse $_S$	6	5	8
Nombre d'individus	24	61	103
Dominance $_D$	0,3188	0,6333	0,5349
Shannon $_H$	1,467	0,7707	1,056
Equitabilité $_E$	0,8186	0,4789	0,5079

2.1. Richesse taxonomique

La richesse enregistrée dans les trois mois stations est justifiée par un milieu favorable à l'installation d'une entomofaune riche et assez diversifiée .C'est une région (Sagia) à vocation agricole très diversifiée en termes de cultures installées, les pièges de **07.04.24** sont les plus importants en termes de richesse et de nombre d'individus (Tab. 03).

2-2-Indices de diversité (Indice de Schannon, Indice de dominance et Equitabilité)

Les valeurs de l'indice de dominance varient entre 0,6333 (22.03.2024) 0,3188 (29.02.2024), l'indice de diversité de Shannon varie entre 0,7707 Bits (22.03.2024) et 1,467 Bits (29.02.2024). L'équitabilité varie entre 0,4789 (22.03.2024) et 0,8186 (29.02.2024)

Selon les résultats des indices de diversité, il existe une variabilité entre les effectifs de différentes espèces de thrips échantillonnés et les mois. Globalement, H' et E augmentent d'une part en fonction du nombre d'espèces et, d'autre part, en fonction de la régularité de leur distribution d'abondance. En d'autres termes, un faible indice est le résultat d'un nombre limité de taxons et/ou de la prédominance de quelques espèces de thrips.

L'indice de diversité offre un aperçu complet de la diversité dans toutes les populations. Ces indices prennent en compte le nombre d'individus issus de diverses populations (Chafaa et *al*, 2019). Il est important de noter que ces indices de diversité fournissent plus d'informations que le simple comptage du nombre d'espèces présentes (Drouai et *al*, 2018).

3. Indice similarité

Cet indice permet de grouper les mois selon le nombre d'espèces communes. Certains considèrent aussi l'abondance des espèces comme un critère de similitude (Grall et Coïc, 2005). La figure suivante présente une similarité entre les mois et la majorité des espèces capturées, sauf pour l'*A. fasciatus* et *L.tractabilis* (Fig.29).

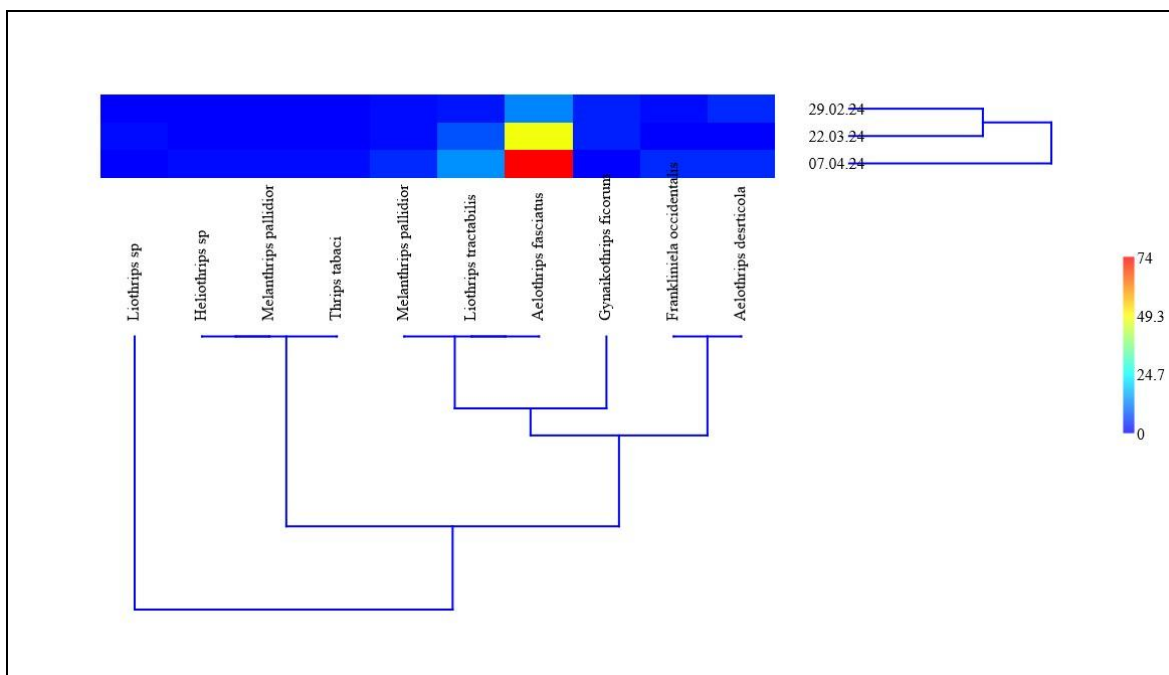


Figure 29 : Les indices de similarité les mois

4. Analyse Factorielle des Correspondances (AFC)

Les données sur les nombres des thrips captures et les différentes méthodes de piégeages ont été soumises à une analyse factorielle des correspondances (AFC). L'analyse est satisfaisante pour l'ensemble les paramètres étudiés dans la mesure où plus de 95% de la variance est représentée sur les deux premiers axes (Fig. 30).

Les structures représentées par les nuages de variables sont hautement significatives dans la plupart des cas et permettent la mise en évidence des phénomènes et des facteurs écologiques.

Le test Khi^2 est estimé à 222,68, le ddl étant égale à 27 et P est inférieur à 0,0001, démontre la dépendance entre les lignes et les colonnes est significative. En d'autres termes, il existe des différences significatives entre les nombres des thrips captures.

La projection des variables relatives aux nombres des thrips captures dans les trois mois à travers l'axe 1, représentant 71,57%.

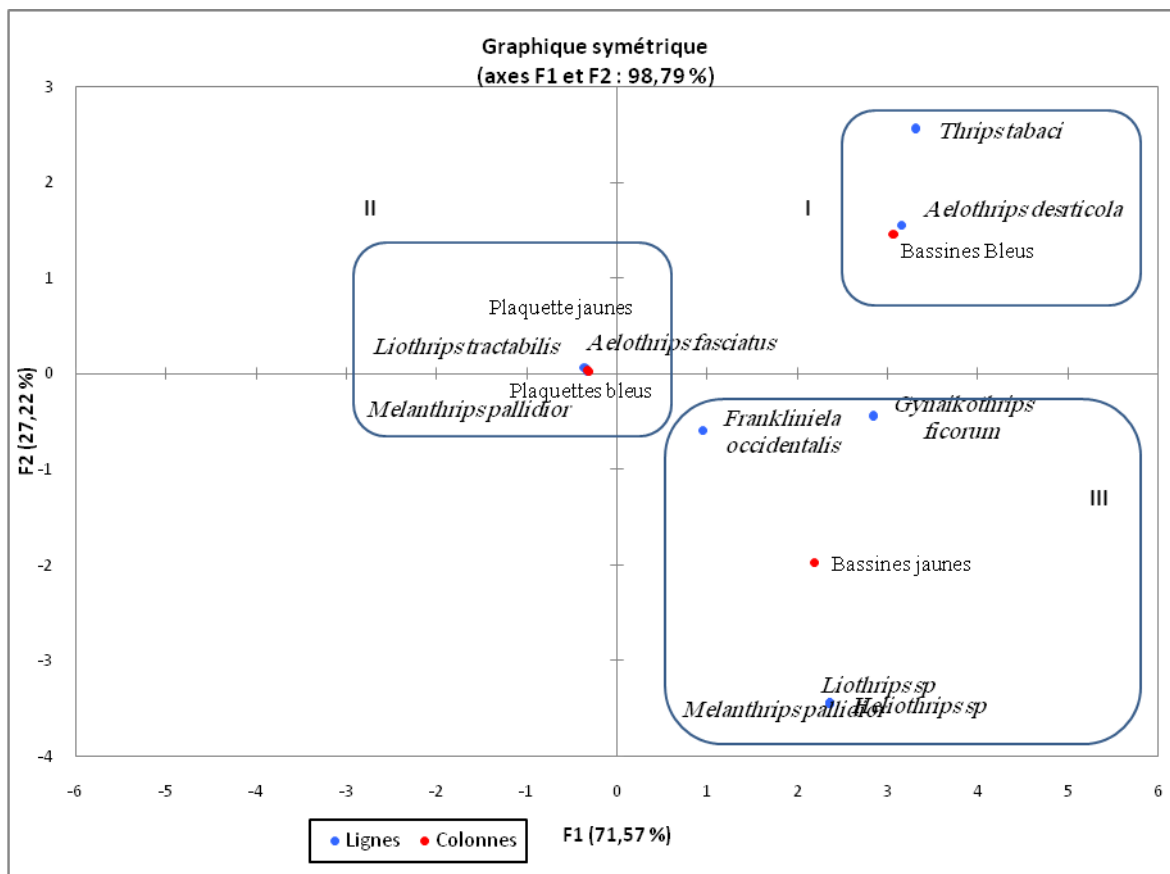


Figure 30 : Projection des nombres des thrips captures et les différentes méthodes de piégeages sur les deux axes de l'AFC.

En revanche, la projection nombres des thrips captures et les différentes méthodes de piégeages sur l'axe 2, représentant 27,22 %. La projection estime que les différents pièges attirent des espèces bien précises de thrips.

La carte factorielle (Fig.30) présente une distribution des trois mois d'échantillonnage et différentes méthodes de piégeage en trois groupes à savoir:

Les axes factoriels montrent que le groupe (1) formé par les bassines bleues et deux espèces (*Thrips tabaci* et *Aelothrips deserticola*).

Le groupe 2 formé par les plaquettes (jaunes et bleues) et trois espèces (*Aelothrips fasciatus*, *Liothrips tractabilis* et *Melanthrips pallidior*). Le troisième groupe regroupe les bassines jaunes et cinq espèces (*M. pallidior*, *Heliothrips sp*, *Liothrips sp*, *F. occidentalis* et *Gynaikothrips ficorum*)

T. tabaci est un ravageur des cultures végétales qui se propage de manière pandémique (Devi et Roy, 2017). *F. occidentalis* est considéré comme l'une des espèces d'insectes les plus nuisibles dans les serres à travers le monde (Van Tol et al, 2021). Les préférences de couleur des pièges exprimées par les thrips ont considérablement changé au cours de l'essai. *Aelothrips fasciatus* n'est pas affecté par les couleurs. *Thripstabaci* a montré une attraction pour les pièges bleus, tandis que les autres thrips ont augmenté pour les pièges jaunes. Les plaques collantes attrayantes visuelles combinées à des attrayants sont les outils les plus utilisés et les plus efficaces pour surveiller les thrips (Kirk, 2017) La couleur préférée du piège pour les thrips a longtemps été discutée et principalement trois couleurs sont mentionnées comme efficaces pour le piège, à savoir le bleu, le jaune et le blanc (Van Tol et al, 2021). Les résultats sur l'attraction à ces couleurs sont très variables entre les endroits et les facteurs qui contribuent à cette variabilité en attraction en dehors de la couleur n'est pas clair (Matteson et al, 1992)

Conclusion

Cette étude sur les fluctuations des populations de thrips (*Thysanoptera: Thripidae*) sur la culture de la carotte dans la région de M'Sila constitue une étape importante dans la compréhension de la dynamique de cet insecte et de son impact sur les cultures agricoles. Grâce à une surveillance minutieuse et une analyse approfondie, de nombreuses conclusions importantes ont été tirées, pouvant contribuer à améliorer la gestion des ravageurs agricoles et à augmenter la productivité des cultures.

L'étude a montré que les populations de thrips varient de manière significative au cours de la saison agricole, atteignant leur pic pendant certaines périodes de l'année. Elle a également révélé que des facteurs environnementaux tels que les températures et l'humidité jouent un rôle crucial dans la détermination des populations de thrips, soulignant l'importance de prendre en compte les conditions climatiques lors de la planification des stratégies de lutte.

Il est donc nécessaire de procéder à une surveillance continue des populations de thrips pour identifier les périodes de pic et prendre les mesures de lutte appropriées en temps opportun. De plus, des études supplémentaires sur l'impact des changements climatiques sur les cycles de vie des thrips et sur l'amélioration des stratégies de lutte sont indispensables. Il est également crucial de sensibiliser et de former les agriculteurs aux meilleures pratiques agricoles et aux stratégies de lutte intégrée pour protéger la culture de la carotte et améliorer la productivité.

Cette étude offre des perspectives précieuses sur la dynamique des populations de thrips et leur impact sur la culture de la carotte dans la région de M'Sila. En appliquant les conclusions et les recommandations tirées, il est possible de réaliser des améliorations significatives dans la gestion des ravageurs agricoles, contribuant ainsi à une augmentation de la productivité des cultures et à une meilleure durabilité agricole. Ces efforts conjoints entre chercheurs et agriculteurs aideront à

renforcer la sécurité alimentaire et à améliorer le rendement économique des agriculteurs de la région.

Référence bibliographique

- Adriano, J. R., Mound, L. A., & Boston, R. S. (2006). *Frankliniel laschultzei* (Trybom)(Thysanoptera: Thripidae) in Brazil: Second record for the New World. *Neotropical Entomology*, 35, 713-715.
- Allache, F. (2021). *Etude éco-biologique des thrips inféodés aux Cucurbitacées sous serre dans la région de Biskra*. Thèse de Doctorat en sciences, Université Mohamed Khider–Biskra).
- Allard, D. and Rhainds, M., (2019). La mouche de la carotte, un ravageur important de la culture de la carotte. IRIIS phytoprotection.
- Alasalvar, C., Shahidi, F., Liyana-Pathirana, C. M., & Ohshima, T. (2020). Turkish Tombulha zelnut (*Corylus vellana* L.): 1. Compositional characteristics. *Journal of agricultural and food chemistry*, 51(13), 3790-3796.
- Ananthkrishnan T. N. (1969). Thrips biology and control. MacMillan Co. India.
- Ananthkrishnan T. N. (1993). Bionomics of Thrips. *Annual Review of Entomology*, 38: 71–92.
- Ananthkrishnan T. N., Sen A. C. (1980). Taxonomy of Indian Thysanoptera. Zoological Survey of India, India.
- Arthurs, S., McKenzie, C. L., Chen, J., Dogramaci, M., Brennan, M., Houben, K., & Osborne, L. (2009). Evaluation of *Neoseiulus cucumeris* and *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae) as biological control agents of chilli thrips, *Scirtothrips dorsalis* (Thysanoptera: Thripidae) on pepper. *Biological control*, 49(1), 91-96.
- Banga, O. (1976). Vegetable breeding. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*, 36(3), 457-465.
- Banga, O., Choudhary, M., Sharma, P., & Chawla, N. (2018). Carrot (Sustainable Crop Production). Bioversity International.
- Barbault, R. (2003). *Ecologie générale. Structure et fonctionnement de la biosphère*. 5^{ème} Ed. Dunod, Paris, 326 p.
- Blondel, J. (1973). Avifaune et végétation, essai d'analyse de la diversité. *Alauda*, 41 (1-2), 63-84.
- Botineau, M. (2010). *Botanique systématique et appliquée des plantes à fleurs*. Editions Tec & doc, Paris. 546p.
- Boucheta, S. (2019). Culture de la carotte : Enjeu majeur du développement agricole. El Moudjahid.

- Bretagne, M. (2018). Lésions de grillures sur crucifères dues aux attaques de thrips : symptômes et modes de lutte. Chambre d'Agriculture Charente Maritime.
- Chaboo, C. S., Brown, C. G., & Funk, D. J. (2009). Revision of the Criocerinae (*Coleoptera: Chrysomelidae*) of the Yucatan Peninsula, Mexico including North Campeche and Quintana Roo. *Zootaxa*, 2221(1), 1-54.
- Chafaa, S., Belkhadria, S., & Mimeche, F. (2019). Entomofauna investigations in the apricot orchards, *Prunusarmeniaca* L.(*Rosales Rosaceae*), in Ouled Si Slimane, Batna, North East Algeria. *Biodiversity journal*, 10(2), 95-100. Doi: 10.31396/Biodiv.Jour.2019.10.2.95.100
- Chen J., Xi Y., Bergey C., Wright C. 2019. Using sentinel prey to monitor carrot rust fly adult activity in commercial carrots. *Agricultural and Forest Entomology* 21: 383-390.
- CIQUAL (2020). Table de composition nutritionnelle des aliments Ciqua 2020. Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail.
- Daget, J. (1979). Les modèles mathématiques en écologie. Ed. Masson, Paris, 172p.
- Davis, V. M., & Larsen, H. J. (2019). The Carrot Beetle (*Coleoptera: Tenebrionidae*) in Utah. Utah State University Extension, Fact Sheet No. 151.
- Devi, M. S., & Roy, K. (2017). Comparable study on different coloured sticky traps for catching of onion thrips, *Thripstabaci* Lindeman. *J. Entomol. Zool. Stud*, 5(2), 669-671.
- Drouai, H., Belhamra, M., & Mimeche, F. (2018, March). Inventory and distribution of the rodents in Aurès Mountains and Ziban oasis (Northeast of Algeria). In *Anales de Biología*, 40, 47-55.
- Dhandapani, N., Shelkar, U.R. and Murugan, M. (2003). Bio-intensive pest management in major vegetable crops: an Indian perspective. Food Products Press.
- Direction de l'agriculture - Polynésie française (2018). Guide technique de la culture des plantes potagères. 32p.
- Dutta, B., Barman, A. K., Srinivastava, R., Avci, U., Ullman, D. E., Sangwan, A. K., & Wesemael, J. (2014). Transmission of *pantoeaanatis* and *p. agglomerans*, plant pathogens, by the rice thrips, *stentorabiformis* (*thysanoptera: thripidae*). *Bacteriology journal*, 4(3), 74-84.
- Edelstein, M. (2004). Carotte. Centre de transfert technologique en agriculture.

- Fail J., Paredes D., Ramirez R. 2020. Control biológico de trips en cultivos de importancia económica en el Perú. *Revista Peruana de Entomología* 56(2) :185-201.
- FAO (2022). Carrots, production, cultivated area and yields. FAOSTAT.
- FAOSTAT (2022). Crops and livestock products. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Faraval, H. (2006). Caractérisation phylogénétique et cytologique du genre *Echinoderes* (*kinoryncha*, *cyclorhagida*). Thèse Doctorat. Université libre de Bruxelles, 126p.
- Frontier, S. (1983). Stratégie d'échantillonnage en écologie. Ed. Masson, Paris, 494 p.
- Faurie, C., 2011. Écologie Approche scientifique et pratique (6e ed.). Lavoisier. 11.
- Gucci, R.,
- Kirk, W. D. (2017). The aggregation pheromones of thrips (*Thysanoptera*) and their potential for pest management. *International Journal of Tropical Insect Science*, 37(2), 41-49. Matteson et al., 1992
- Cantini, C., 2000. Pruning and training systems for modern olive growing. Csiro Publishing
- Geeson, J. D. (2022). Plant nutrition and mineral nutrition in plant growth. Reedswain Publishing.
- Gill, H. K., Goyal, G., & Gill, A. K. (2015). Management of insect pests by botanical insecticides. *Phytochemistry reviews of insect's database*, 1-24.
- Gill, H. K., Garg, H., Gill, A. K., Gillett-Kaufman, J. L., & Nault, B. A. (2015). Onion thrips (*Thysanoptera: Thripidae*) biology, ecology, and management in onion production systems. *Journal of Integrated Pest Management*, 6(1), 6.. Doi: 10.1093/jipm/pmv006
- Grall, J., & Coïc, N. (2006). Synthèse des méthodes d'évaluation de la qualité du benthos en milieu côtier. *Institut Universitaire européen de la Mer. Université de Bretagne Occidentale Laboratoire des sciences de l'Environnement Marin*, 7-86.
- Iorizzo, M., Ellison, S., Pottorff, M., Ziolkowski, L., Wiesner-Hanks, T., de Bruxelles, G. L., ... & Simon, P. W. (2022). The carrot anthocyanin nacp gene and sachets regulatory gene govern pigmentation in carrot umbels. *Theoretical and Applied Genetics*, 1-16.
- Jacobs, S. and Longstaff, B.C., (1997). Thrips on Onion and Related Crops in Eastern Australia. *Plant Protection Quarterly*, 12(1), 46-48.

- Kannan, H. O., Udayashankar, A. C., Uday, G., & Yasin, M. (2019). Recent development on thrips management. *Indian Farming*, 69(05), 14-18.
- Kaomud, M. S., Varadharajan, S., Mound, L. A., & Mirab-Balou, M. (2020). *Liothrips sundari* sp. n. (*Thysanoptera, Phlaeothripidae*) from India, representing an oriental lineage. *Zootaxa*, 4860(3), 425-435.
- Kirk, W. D. (1996). *Thrips*. Naturalists' Handbooks 25. Richmond Publishing Co. Ltd., Slough, England.
- Kherbiche, Y., Ihaddadene, N., Ihaddadene, R., Hadji, F., Mohamed, J., Hadi, A., 2021.
- Kumar, P., Pathak, R., Maurya, I. B., Anandan, A., & Sarker, A. (2022). A review on taxonomy, origin, production, composition, uses, genomics and future perspective of carrot (*Daucus carota* L.). *Genetic Resources and Crop Evolution*, 69(5), 1031-1061.
- Solar energy potential evaluation. Case of study: M&39;Sila, an Algerian Province. *Planning* 16,1501-1508.
- Lambert, P., André, L., Bernard, A., Blaffart, T., Chauvier, B., Galle, A., Gouat, V., Gueroult, A., Le Veley, Y., Leborgne, B., Legentil V., Lefebvre, A., Le Naour, D., Mailluchet, A., Martineau, J., Pierotti, K., Piquet, J.C., Renault, D., Tessier, A. et Vaslin, M. (2019). *Thrips et sa régulation – le point sur les solutions alternatives, volet biologie et piégeage*. Chambre d'agriculture de la Manche.
- Lecomte, P. (2013). *Les Apiaceae d'Afghanistan : taxinomie, chorologie et nomenclature*. Thèses de botanique 2013. Conservat
- Lerman, I. C. (1967). Indice de similarité et préordonnance associée. *Séminaire sur les ordres totaux finis, Aix-en-Provence*, 233-243.
- Lewis, T. (1973). *Thrips: Their biology, ecology and economic importance*. Academic Press, London. 349 pp.
- Lewis, T. (1997). Pest thrips in perspective. In *Thrips as Crop Pests* (pp. 1-13). CAB International, Wallingford, UK.
- Loomans, A. J., & van Lenteren, J. C. (1995). Biological control of thrips pests. *Wageningen Agricultural University Papers*, 95(1), 1-200.
- Marzolph, B., Laurin, J., Heydari, S., Griswold, M., Hassink, S., Paviala, T., ... & Capareda, S. (2019). *Peridromasaucia* (*Lepidoptera: Noctuidae*) monitoring using drones with thermal cameras in vineyard. *Journal of Insect Science*, 19(6), 12.

- MADR et ONS (2023). Statistiques agricoles - Série B. Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural & Office National des Statistiques, Algérie.
- Medina-Gaud, S. (1961). The taxonomy of the Heterothripidae (*Thysanoptera*) from Mexico and the revision of the genus *Heterotrips*. The University of Kansas Science Bulletin, 42(10), 1113-1159.
- Mimeche, F., & Oliva-Paterna, F. J. (2018). Temporal variations in abundance and biomass of fish species inhabiting the K'sob reservoir (Eastern of Algeria). *Studia UBB Biologia*, 63(2), 131-138. Doi: 10.24193/subbbiol.2018.2.10.
- Mirab-Balou, M., Chen, X. X., & Tong, X. L. (2011). A preliminary survey of the Thripidae (*Thysanoptera*) of Hainan Island, South China. *Zoosymposia*, 6(1), 24-39.
- Minaei, K., & Mound, L. A. (2022). Identification of *Aeolothrips* species (*Thysanoptera, Aeolothripidae*) of Iran. *ZooKeys*, (1104), 79.
- Moritz, G., Mound, L., Morris, D., & Goldarazena, A. (2001). Pest thrips of the world: an identification and information system using molecular and microscopical techniques. Centre for Biological Information Technology, The University of Queensland, Brisbane.
- Morse, J. G., & Hoddle, M. S. (2006). Invasion biology of thrips. *Annual Review of Entomology*, 51, 67-89.
- Mound, L. A. (2005). *Thysanoptera* (Thrips) of the World - A Checklist. University of Canberra, Australia.
- Mound, L. A. (2005). *Thysanoptera* (thrips) of the World: A Checklist. University of Canberra, Canberra.
- Mound, L. A., & Marullo, R. (1996). The thrips of Central and South America: An introduction (Insecta: *Thysanoptera*) (Vol. 6). *Memoirs on Entomology International*.
- Mound, L. A., & Minaei, K. (2007). Australian insects of the Melanothrips-lineage (*Thysanoptera: Idolothripinae*). *Journal of Natural History*, 41(31-36), 2119-2188.
- Mound, L. A., & Reynaud, P. (2005). Systematics of the Australo-Pacific *Melanthrips*-group (*Thysanoptera, Melanthripidae*) with a new species from New Caledonia. *Zootaxa*, 1033, 1-40.
- Mound, L. A., & Tree, D. J. (2023). The insect order *Thysanoptera*: Classification versus genomics. *Systematic Entomology*, 48(1), 1-17.

- Mound, L. A., Griffiths, G. C. D., & Marullo, R. (1976). The significance of short setae on the ninth tergites of females in the genus *Aeolothrips*. *Miscelânea Zool*, 3, 107-116.
- Mound, L.A. and Gavrilov-Zimin, I.A. (2012). The *Aeolothripidae* of Namibia and their distribution across South Africa (*Thysanoptera: Tubuifera*). *Journal of the Entomological Research Society*, 14, 81–103.
- Mound, L.A. and Masumoto, M. (2005). The genus *Thrips* (*Thysanoptera, Thripidae*) in Australia, New Caledonia and New Zealand. *Systematic Entomology*, 30, 475–495.
- Mound, L.A., Heming, B.S. and Palmer, J.M. (1976). Descriptive terminology for distal abdominal segments and genitalia of *Thysanoptera* (Insecta). *Systematic Entomology*, 1, 293–305.
- Mound, L.A., Masumoto, M. and Marullo, R. (2022). A review of the *Aeolothrips*-lineage of thrips (*Thysanoptera*). *Zootaxa*, 5093, 1–116.
- Mound, L.A., Nakahara, S. and Masumoto, M. (2016). Towards a *Thysanoptera* monograph of the world fauna, with listings of species from Australia and Wallis and Futuna. *Zootaxa*, 4137, 1–159.
- Mound, L.A., Tree, D.J. (2016). Fungus-feeding thrips: a revision of the Australian *Panchaetothripinae* (*Thysanoptera: Idolothripinae*). *Zootaxa*, 4129(4), 501–559.
- Mound, L.A. and Minaei, K. (2007). Australian insects of the *Melanothrips*-lineage (*Thysanoptera: Idolothripinae*). *Journal of Natural History*, 41, 2119–2188.
- Mound, L.A. and Walker, A.K. (1982). *Terebrantia* (Insecta: *Thysanoptera*). *Fauna of New Zealand*, 1, 1–113.
- Muller, Y. (1985). L'avifaune forestière nicheuse des Vosges du Nord - Sa place dans le contexte médio-Européen. Thèse Doc. sci., Univ. Dijon, 318 p.
- Nakahara, S. (1991). Systematic studies on the genus *Aeolothrips* from Japan and Taiwan (*Thysanoptera, Aeolothripidae*). *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 93(1), 98-122.
- Pappu, H. R., Jones, R. A., & Jain, R. K. (2009). Global status of tospovirus epidemics in diverse cropping systems: successes achieved and challenges ahead. *Virus research*, 141(2), 219-236.
- Premachandra, D., Borgemeister, C., Berndt, O., Ehlers, R. U., & Poehling, H. M. (2003). Combined release of entomopathogenic nematodes and the predatory

- mite *Amblyseius cucumeris* (Acari: *Phytoseiidae*) to control thrips and whiteflies in vegetable crops. *Biocontrol Science and Technology*, 13(1), 41-48.
- Rahim, R., Sonia, K., Raza, A., Ghaffar, H., Khan, A. F., Ali, A., & Qureshi, J. A. (2022). Genome-wide identification of aquaporin gene family in carrot (*Daucus carota* L.) and molecular characterization of candidate aquaporins involved in water transport. *Genomics*, 114(4), 110367.
- Ramade, F. (1984). *Éléments d'écologie. Écologie fondamentale*. Ed. McGraw-Hill, Paris, 379 p.
- Reitz, S. R. Biology and ecology of the western flower thrips (*Tysanoptera: Thripidae*): The making of a pest. *Florida Entomol.* 92, 7–14 (2009)
- Rubatzky, V.E., Quiros, C.F. and Simon, P.W., (1999). Carrots and related vegetable Umbelliferae. CABI publishing.
- Sakimura, K. and Bianchi, F.A. 1977. Mushroom thrips, *Idolothrips hawaiiensis* (Morgan) (*Thysanoptera : Phlaeothripidae*). University of Hawaii Cooperative Extension Service IP 2, 1-4.
- Sartiami, D., & Mound, L. A. (2013). Identification of the terebrantian thrips (Insecta, *Thysanoptera*) associated with plants in
- Sen, A. C. (1986). Remarkable resemblance between the *sericothrips* and *phlaeothrips* groups of *Thysanoptera*. *Indian Agriculturist*, 30, 1-5.
- Sen, A. C., Kanahara, S., & Okajima, S. (2000). *Idolothrips* and related genera (*Thysanoptera, Phlaeothripinae*) of Bangladesh, Bhutan and Burma. *Rakuno Gakufu (Scientific Book)*, 35, 1-92.
- Sharma, K. D., Jamdagni, P., Kanaujia, V. K., Rana, D. S., & Rao, V. (2020). Analytical valorisation of wild carrot roots (*Daucus carota* Var. *muricata*) for carotenoids with antioxidant potential, nutraceutical values, and safety parameters. *Journal of Food Biochemistry*, 44(10), e13415.
- Silva, E. A., Carvalho, G. R., Maciel, L. C., Souza Jr, A. A., & Santos, L. H. (2020). Impacto dos tospovírus na cultura do tomateiro. *Revista de Agricultura Neotropical*, 7(2), 1-14.
- Singh, N., Chandel, S., Kumari, S., Singh, P., Hassan, A. F., Khan, M., & Sinha, R. (2022). Carrot: An overview. *International Journal of Food Science*, 2022, 5958698.

- Skarmoutsou, C., & Tsagkarakou, A. (2013). Population dynamics, development time and damage of the two gall-forming thrips *Gynaikothrips ficorum* and *Gynaikothrips uzeli* on figs. *BioControl*, 58(3), 335-345.
- Speyer, E.R. (1934). An important entomological survey. Recent records of insect pests from other countries. *Bulletin of Entomological Research*, 25, 341- 365.
- Sui, Y., He, M., Peng, W., Zhou, X., Chang, J., Jiang, P., ... & Yang, Z. (2022). Heterologous expression of a self-inactivating carrot promoter variant by CRISPR-Cas9-mediated multiplex editing. *Molecular Breeding*, 42(3), 1-10.
- Swiader, J.M. and Ware, G.W., (2002). Producing vegetable crops. Interstate publishers.
- USDA (2019). FoodData Central. U.S. Department of Agriculture.
- USDA (2020). FoodData Central. U.S. Department of Agriculture.
- Van Tol, R. W., Tom, J., Roher, M., Schreurs, A., & Van Dooremalen, C. (2021). Haze of glue determines preference of western flower thrips (*Frankliniella occidentalis*) for yellow or blue traps. *Scientific Reports*, 11(1), 6557.
- Wang, Y., Zhang, J., Wang, F., Li, K., Zhang, J., Yao, C., ... & Yuan, R. (2022). Genome-wide identification and expression analysis of cytochrome P450 monooxygenase genes in carrot (*Daucus carota L.*). *BMC Genomics*, 23(1), 1-16.
- Zedam, A., Khoudour, D., & Mimeche, F. (2022). A Ramsar wetland's endemic flora inventory and conservation of Chott ElHodna's plants (northeastern Algeria). *Pak. J. Bot*, 54(3), 1025-1032. Doi: 10.30848/PJB2022-3(13).
- Zhang, G., Miao, X., Zhong, M., Gong, Z., Liu, Y., & Wang, X. (2022). Mapping of novel genes for nematode resistance to *Meloidogyne incognita* in carrot. *Theoretical and Applied Genetics*, 135(3), 973-984.
- Zhang, Y. B., Chen, X. X., Zhang, Z. Q., Tong, X. L., & Liu, Y. J. (2002). Pests of Chinese Crops: *Thysanoptera*. Entomological Society of China. Zhengzhou.