



Delphine SIMONNET

Licence professionnelle Gestion de la Santé des Plantes

Année 2015-2016



Peut-on limiter l'impact des Thysanoptères phytophages sur les cultures de ciboulette sous abri par l'utilisation de paillages ?

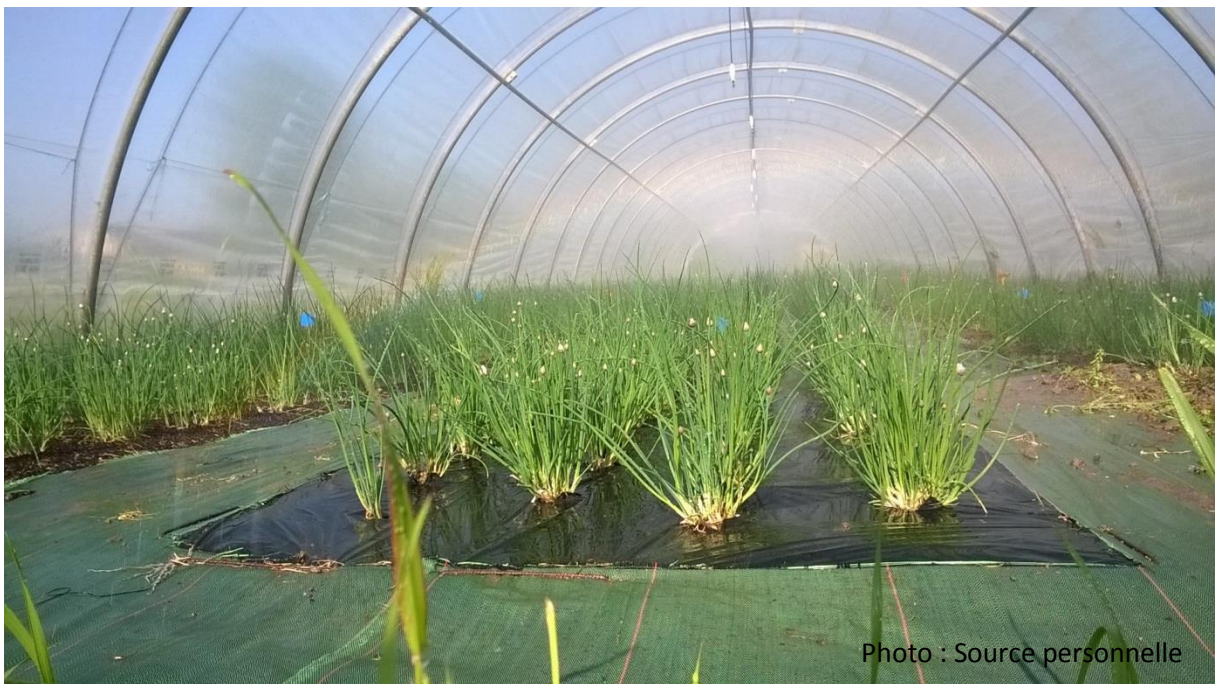


Photo : Source personnelle

Lieu : EPLEFPA Le Fresne

Maîtres de stage : Marie-Paule DROILLARD, charg e de mission ; Mélissa LELOUP, cheffe de projet

Enseignant tuteur : Yann TRICAULT

Suite au constat de la nécessité de changer la conduite des cultures en PPAM, le projet régional BIOF'HORMA, issu d'un partenariat entre plusieurs structures (l'EPLEFPA Angers – Le Fresne, l'équipe IGEPP d'Agrocampus Ouest, l'ITEIPMAI et l'AREXHOR), souhaite développer l'étude de la lutte biologique par conservation dans les systèmes horticoles et PPAM, sous abri et plein champs. Dans ce cadre, deux essais expérimentaux de culture de ciboulette sous abri ont été mis en place en 2016 dans l'objectif de trouver un moyen de limiter l'impact des Thysanoptères phytophages, bio-agresseurs principaux de cette culture. Le premier essai teste l'efficacité de l'introduction de plantes de service fleuries dans une culture de ciboulette hors sol afin d'attirer certains ennemis naturels des Thysanoptères phytophages. Les plantes de service testées sont l'Achillée (*Achillea millefolium*) et le Millepertuis (*Hypericum perforatum*). Les résultats de cet essai ne seront pas développés dans ce dossier. Le second essai teste l'efficacité de la mise en place de paillage sur une culture de ciboulette plantée en pleine terre dans l'objectif de perturber le cycle des Thysanoptères phytophages à leurs stades prépupe et pupa qu'ils passent dans le sol. Deux paillages sont testés : un film plastique et un mulch organique de cosses de sarrasin. Les premiers résultats de cet essai sont développés dans ce dossier, bien qu'il n'y ait à l'heure actuelle qu'encore très peu de données. Les essais sont poursuivis jusqu'à fin juillet de cette année, et ils seront reconduits en 2017.

After an observation that a change in crop management in perfume, aromatic and medicinal plants culture is needed, a partnership between several structures (EPLEFPA Angers-Le Fresne, IGEPP team of Agrocampus Ouest, ITEIPMAI and AREXHOR) created the BIOF'HORMA regional project, whose aim is to develop the study of biological control through conservation in horticultural systems and PAMP, both protected and open field. In this context, two experimental tests under shelter chive culture have been set up in 2016 in order to find a way to limit the impact of phytophagous Thysanoptera, main biological pest of this crop. The first trial tests the effectiveness of the introduction of flowering plants in service above ground chives culture to attract some natural enemies of phytophagous Thysanoptera. The test service plants are yarrow (*Achillea millefolium*) and St. John's Wort (*Hypericum perforatum*). The second trial tests the effectiveness of the implementation of mulching on a culture of chives planted in the ground with the aim of disrupting the cycle of phytophagous Thysanoptera during their pupa and prepupa stages, when they go into the ground. Two mulches are tested: a plastic film and an organic mulch buckwheat husks. Because of a lack of data, only the second test first results are developed in this report, although there is currently very little data. The tests will continue this year until the end of July and will be renewed in 2017.

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier l'ensemble des personnes qui m'ont accompagnée et aidée pendant ce stage.

Je remercie mes maîtres de stage : Mme Marie-Paule Droillard, chargée de mission, pour son soutien et ses conseils et Mme Mélissa Leloup, cheffe de projet, pour sa disponibilité et son aide précieuse ; M. Eric Duclaud, directeur d'exploitation, pour sa connaissance du terrain et ses conseils pertinents ; Fadila et Sarah, laborantines en biologie, pour leur aide et la mise à disposition de leur matériel de laboratoire, ainsi qu'à Sébastien, Christophe, René et tout le personnel de l'exploitation et du lycée Le Fresne qui m'ont aidée quand j'en avais besoin.

Je remercie M. Philippe Gallotte, responsable expérimentation à l'Iteipmai ; M. Simon Renou, chef de culture, pour le suivi des cultures sur le site de l'Iteipmai ; Ludovic, Julien et Christelle pour leur aide et l'intérêt porté à mon essai ; Mme Aurélie Della-Torre, chargée de mission, pour ses conseils et son expérience et Mme Joséphine Piasentin, responsable service documentaire, pour les documents fournis.

Je remercie M. Alain Ferre, directeur technique de l'Arexhor PL, pour son aide précieuse et ses conseils avisés.

Je remercie l'équipe IGEPP d'Agrocampus Ouest pour leur aide en identification entomologique, notamment M. Yann Tricault, membre de l'équipe et professeur tuteur, ainsi que Mme Estelle Chenu.

Je remercie mes collègues stagiaires, Cyril Farsy et Alexis Pilet, pour l'aide qu'ils ont pu m'apporter autant sur le terrain que dans mes réflexions liées à cet essai.

Enfin, je remercie l'ensemble de mes professeurs de licence professionnelle pour la qualité de leur enseignement et la disponibilité dont ils ont fait preuve.

Sommaire

Résumé.....	1
Remerciements.....	2
Préambule.....	5
Introduction.....	6
Première partie : Le contexte.....	8
I. Présentation des structures	8
A. EPLEFPA Angers Le Fresne.....	8
B. L’Iteipmai.....	9
C. L’Arexhor Pays de la Loire	9
D. L’IGEPP d’Agrocampus Ouest.....	9
II. Présentation de la ciboulette.....	10
A. Culture.....	10
B. Bio-agresseurs	10
III. Présentation des Thysanoptères.....	11
A. Classification.....	11
B. Caractéristiques.....	12
C. Morphologie	12
D. Cycle de développement.....	12
E. Dégâts sur culture	12
F. Identification	13
G. Moyens de lutte	13
1. L’irrigation	13
2. Le piégeage.....	13
3. Le paillage.....	13
4. La PBI	14
5. Les ennemis naturels potentiels.....	14

Deuxième partie : L'expérimentation

IV. Généralités.....	16
V. Présentation des dispositifs	16
A. Site du Fresne	16
1. Modalités testées	16
2. Structure et pratiques culturales	16
B. Site de l'Iteipmai.....	17
1. Modalités testées	17
2. Structure et pratiques culturales	17
VI. Matériel et méthode : les variables mesurées	18
A. Suivi des populations de Thysanoptères	18
1. Matériel :	18
2. Méthode utilisée :	19
B. Suivi de dégâts sur feuilles	20
1. Matériel :	20
2. Méthode :	20
C. Suivi de l'entomofaune des plantes de service fleuries	21
1. Matériel :	21
2. Méthode :	21
VII. Résultats obtenus.....	22
VIII Résultats obtenus	
A. Dynamique des populations de Thysanoptères	23
B. Dynamique des dégâts sur feuilles de ciboulette	24
C. Test de corrélation des populations de Thysanoptères phytophages et des dégâts sur feuilles de ciboulette	24
D. Test d'analyse de variances.....	24
IX. Discussion	25
Conclusion.....	28
Bibliographie.....	29

Préambule

Dans le cadre de ma formation de licence professionnelle Gestion de la Santé des Plantes, j'effectue un stage en expérimentation végétale d'une durée de cinq mois à l'EPLEFPA (Etablissement Public Local d'Enseignement et de Formation Professionnelles Agricoles) Angers - Le Fresne sous la tutelle de mes maîtres de stage : Mmes Marie-Paule Droillard et Mélissa Leloup. Ce stage s'inscrit dans la dynamique d'un projet régional nommé BIOF'HORMA, issu d'un partenariat entre plusieurs structures. Ce projet et les structures seront développés dans la suite de ce dossier.

Remarque : Sauf mention autre, toutes les photos sont personnelles.

Introduction

Dans un contexte actuel de réduction de l'usage des produits phytosanitaires et de développement de l'agroécologie, la filière PPAM (Plantes à Parfum Aromatiques et Médicinales) française présente un retard comparé aux autres filières agricoles. Face à une forte problématique liée à la gestion des bioagresseurs, il semble nécessaire de développer chaque levier technique et agronomique pour atteindre une agriculture écoresponsable. C'est pourquoi le projet BIOF'HORMA (BIOdiversité Fonctionnelle en HORTiculture et culture de plantes Médicinales et Aromatiques), issu d'un partenariat en région Pays-de-La-Loire entre l'EPLEFPA Angers Le Fresne, l'UMR IGEPP (Unité Mixte de Recherche, Institut de Génétique, Environnement et Protection des Plantes) équipe Ecologie et Génétique des Insectes, l'AREXHOR (Agence Régionale pour l'EXpérimentation HORTicole) et l'ITEIPMAI (Institut TEchnique Interprofessionnel des plantes à Parfum, Médicinales, Aromatiques et Industrielles), a pour objectif de développer l'étude de la lutte biologique par conservation dans les systèmes horticoles et PPAM sous abri et plein champ (1).

Une des actions de ce projet porte sur le contrôle biologique de *Thrips tabaci* en culture de ciboulette sous-abri afin d'avoir une approche spécifique de ce parasite. En effet, le thrips est un parasite important qui nuit à la production de la ciboulette. Cependant, il y a une réelle difficulté de mise en place d'expérimentation sur ce ravageur, comme l'ont soulignées certaines études réalisées par l'Iteipmai et l'Arexhor PL en lien avec les producteurs du bassin nantais. Il se trouve que l'identité du thrips responsable des dégâts observés n'est pas forcément limité à *Thrips tabaci*, ainsi nous parlerons de Thysanoptères phytophages de la ciboulette.

Des études concluantes sur l'utilisation d'acariens ont déjà été réalisées. D'autre part, l'intérêt d'un mulch contre les thrips sur culture de poireau a été souligné [1]. Plusieurs hypothèses sont avancées pour expliquer cette influence, dont le développement d'une faune indigène qui perturbe le cycle du ravageur, d'où l'intérêt

de porter la réflexion vers les plantes de service et la lutte biologique par conservation.

L'objectif de cette expérimentation est donc double : étudier l'impact sur les populations de *Thrips tabaci* en culture de ciboulette sous-abri des plantes de service, ainsi que l'effet du paillage. Le paillage permettrait de couper le cycle biologique de *Thrips tabaci* en l'empêchant d'effectuer ses stades prépupe-pupe et la période hivernale dans le sol.

Première partie : Le contexte

I. Présentation des structures

A. EPLEFPA Angers Le Fresne

Basée à Sainte-Gemmes-sur-Loire en périphérie d'Angers, au cœur d'un pôle horticole important dans un département à l'économie agricole forte et variée, l'EPLFPA Angers – Le Fresne comprend le LEGTA (Lycée d'Enseignement Général et Technologique Agricole), le CFPPA (Centre d'Affectation Spéciale Développement Agricole et Rural) ainsi qu'une exploitation.

L'exploitation du lycée Le Fresne, axée sur la production horticole, comporte 2,5 hectares de pépinière hors-sol, 5 000 m² de serres ainsi qu'une jardinerie école. A cela s'ajoute 20 hectares de terres cultivées en grandes cultures (céréales et oléagineux) et 4 hectares de prairies inondables dans les Basses Vallées Angevines. Elle n'a pas toujours favorisée ces productions puisque entre sa création en 1968 et 1996 elle exerçait principalement une activité de production laitière et d'arboriculture. Cette transition vers la production ornementale répond à l'évolution des formations proposées par l'établissement et au contexte local. (2)

Depuis plusieurs années, cette exploitation s'efforce d'être un modèle en limitant fortement son impact sur l'environnement. En effet, une station de compostage a été installée afin de recevoir tous les déchets végétaux de l'exploitation, soit une production annuelle de 250 m³ de compost utilisé en amendement sur les terres cultivables. De plus, un bassin de recyclage de l'eau et une saulaie phytoépuration ont été mis en place au niveau de la pépinière afin de limiter la consommation et la dispersion de l'eau ainsi que d'éviter des écoulements d'eaux polluées dans le cours d'eau situé en aval de l'exploitation. Dernièrement, l'exploitation s'est équipée d'un Biobac et d'un Phytocat pour traiter tous les effluents phytosanitaires.

L'implication de cette exploitation à limiter son impact sur l'environnement lui vaut une certification Plantes Bleue niveau 2 et une certification HVE niveau 3.

L'exploitation a donc un rôle important dans la formation des élèves qu'elle s'efforce à sensibiliser à « Produire Autrement ».

En parallèle de ces missions, la structure fait partie de plusieurs projets de recherche appliquée en partenariat avec d'autres acteurs de la filière horticole, tel que les projets BiodivEA, Agréable, Muscari, Floregul, Biof'horma...

C'est dans cette structure que l'essai paillage aura lieu.

B. L'Iteipmai

L'institut technique interprofessionnel des plantes à parfum médicinales et aromatiques qualifié par le Ministère de l'Agriculture, est l'organisme professionnel français de recherche appliquée au service des filières plantes aromatiques, médicinales et à parfum (PPAM) créé dans les années 80.

Il a pour rôle de contribuer à la structuration de la filière et à l'évolution de sa réglementation et de ses normes, œuvrer à la protection des cultures et de l'environnement et apporter des solutions techniques aux agriculteurs pour améliorer leur revenu et de le sécuriser dans le temps.

L'Iteipmai dispose de deux stations : une nationale à Chemillé-en-Anjou en Pays-de-la-Loire qui est le siège de l'association et qui est la structure d'accueil de cet essai, et une Sud-Est spécialisée pour les plantes aromatiques et à parfum. Deux organismes sont partenaires du réseau PPAM : le Crieppam et le Cnpmai. (3)

C. L'Arexhor Pays de la Loire

L'agence régionale pour l'expérimentation horticole est une station de l'institut technique ASTREDHOR. Cette station est spécialisée en entomologie agricole et l'usage des plantes de services. Elle apporte au projet ses connaissances en expérimentation. (1)

D. L'IGEPP d'Agrocampus Ouest

L'équipe écologie et génétique des insectes développe des recherches sur les insectes ravageurs des grandes cultures et des plantes maraichères ainsi que sur leurs ennemis naturels. L'équipe EGI apporte au projet ses compétences en entomologie. (1)

II. Présentation de la ciboulette

A. Culture

La ciboulette, de son nom latin *Allium schoenoprasum* de la famille des Alliacées, est une vivace monocotylédone herbacée bulbeuse qui forme des touffes denses d'où émergent de fines feuilles creuses et cylindriques d'une vingtaine de centimètres (*Figure 1*). C'est une plante assez rustique qui se récolte d'avril à novembre et se multiplie soit par semis, soit par division. Sa floraison est estivale. Ses feuilles et ses fleurs sont utilisées comme aromatique en cuisine. Elle résiste bien au froid et s'accommode de la sécheresse estivale. [2]

La coupe de la ciboulette doit être répétée toutes les trois semaines environ. La fauche est bénéfique au développement et à la vigueur des plants.

De plus, cette coupe permet de limiter le nombre de bio-agresseurs sur la culture.

B. Bio-agresseurs

Voici quelques bio-agresseurs qui peuvent s'installer sur les cultures de ciboulettes :

- **La rouille :**

C'est un terme employé pour parler d'une maladie causée par divers champignons microscopiques. Les symptômes sont des pustules orange sur les feuilles. Son apparition est favorisée par l'humidité et la chaleur. Cela pourrait poser un problème sous abri fermé. Dans le cas de cet essai, les abris sont ouverts, ce qui permet une bonne ventilation. De plus, l'irrigation est maîtrisée et est déclenchée le moins possible.

- **La pourriture grise :**

Il existe de multiples mycètes responsables de la pourriture des racines comme par exemple le Botrytis. Il s'installe en cas d'excès d'eau.

- **Le puceron :**

Il s'agit souvent de *Dysaphis apiifolia*. Les larves sont installées à la base des feuilles.

- **La mineuse du poireau** (*Phytomyza gymnostoma* = *Napomyza gymnostoma* (Loew, 1858)):

Présente en France depuis 2003, elle effectue tout son développement sur des *Allium*, genre auquel elle est inféodée. De l'ordre des Diptères et de la famille des Agromyzidae, l'adulte est une petite mouche grisâtre mate d'environ 3 mm de longueur. La tête, les balanciers, la partie ventrale de l'abdomen et les genoux sont jaunes (*Figure 2*). La larve est un asticot de couleur jaune pâle de 6 mm de long à son dernier stade larvaire. Elle vit sous l'épiderme de la feuille depuis le ponte de l'œuf et mine la feuille. Les pupes, de couleur brun rougeâtre et d'une taille de 3,5 mm, restent dans les feuilles jusqu'à l'émergence des adultes.

L'espèce présente deux générations par an avec un repos hivernal au stade pupes et une estivation. Au printemps, les dégâts surviennent après le premier vol. Les dégâts sont des piqûres nutritionnelles blanches alignées verticalement de façon régulière (*Figure 3*). [3]

- **Le thrips :**

Ce dernier bio-agresseur va être décrit en détail dans la partie suivante car il s'agit du principal ennemi de la ciboulette ; il va donc être l'objet de cette étude.

III. Présentation des Thysanoptères

A. Classification

L'ordre des Thysanoptères recense à ce jour plus de 4500 espèces [4]. La classification antérieure à l'ordre est visible sur le *Tableau 1*. L'ordre est divisé en deux sous-ordres : les Tubulifères et les Térébrantes. Les Térébrantes (à ne pas confondre avec les Hyménoptères) comportent les familles Aeolothrips et Thripidae, qui contient notamment les genres *Limothrips*, *Frankliniella* et *Thrips*. Cette dernière famille comprend plus de 2000 espèces décrites [5].

B. Caractéristiques

Il existe de nombreuses espèces de thrips, certaines phytophages, d'autres mycophages ou encore entomophages. Ils sont de l'ordre des Thysanoptères et sont donc hétérométaboles.

C. Morphologie

Les Thysanoptères sont de minuscules insectes dont la taille varie d'un à deux millimètres et dont la couleur peut varier du blanc pâle au noir en passant par le jaune et le marron selon les espèces. Etant des insectes hétérométaboles, les larves sont identiques aux adultes, les ailes et les ocelles en moins et une coloration plus claire. Leurs pièces buccales sont de types piqueurs-suceurs. Il y a trois ocelles présentés en triangle entre les deux yeux composés bien différenciés. Les antennes insérées en avant de la tête comprennent entre 6 et 9 articles. Ils possèdent deux paires d'ailes bordées de longues soies. (*Figures 4 et 5*) [6]

D. Cycle de développement

Le Thysanoptère se reproduit soit par voie bisexuée, soit de façon parthénogénétique thélytoque [7]. Son cycle de vie se compose de 6 stades : œuf, stade larvaire I, stade larvaire II, prépupe, puppe, et adulte (*Figure 6*). L'œuf est pondu sur ou dans les feuilles (selon les espèces), puis la larve s'y nourrit avant de se laisser tomber au sol et s'enfoncer de quelques centimètres [8]. Le Thysanoptère y passe ses stades prépupe et puppe sans s'alimenter avant de ressortir en adulte. Dans cet essai paillage, nous essayons d'intervenir aux stades prépupe-puppe par l'installation d'une barrière physique au passage dans le sol, et donc ainsi perturber le cycle.

E. Dégâts sur culture

Les thrips nuisant à la culture de ciboulettes sont phytophages puisqu'ils vident les cellules végétales des feuilles. Ce sont les larves et les adultes qui piquent les cellules végétales. Pour piquer, le Thysanoptère applique le cône buccal sous l'épiderme de la plante-hôte, fait saillir le stylet mandibulaire qui lacère les cellules végétales, puis les stylets maxillaires, et envoie de la salive avec une pompe salivaire. Le mélange de salive et du contenu des cellules végétales lésées est ensuite aspiré [6]. Au-dessus d'un certain seuil de dégâts (plus de 5% de la surface

foliaire), la ciboulette est considérée comme non commercialisable. Il s'agit d'un critère esthétique plutôt qu'un critère dangereux pour la plante [9]. On observe ces piqures par des tâches décolorées argentées sur les feuilles, avec parfois du noir correspondant aux déjections des thrips (*Figure 7*).

Le thrips est présent sur culture de ciboulette entre mai et novembre, avec de forts risques en juillet-août-septembre (*Figure 8*).

F. Identification

Les Thysanoptères sont des insectes assez compliqués à identifier de par leur petite taille et leur forte ressemblance inter-espèces et parfois même inter-genre. Un recours à des spécialistes est souvent conseillé.

G. Moyens de lutte

Quelques stratégies de lutte alternatives existent déjà contre le thrips. Il s'agit plutôt de stratégies complémentaires à la lutte chimique utilisée.

1. L'irrigation

Tout d'abord, le thrips n'aimant pas l'eau et étant sensible aux fortes précipitations, l'irrigation peut être utilisée en moyen de lutte. Elle est à préférer le soir car le thrips est plus actif la nuit que le jour. Il faut faire attention cependant à ne pas favoriser l'émergence de certaines maladies.

2. Le piégeage

Ensuite, l'utilisation de pièges chromo-attractifs englués est utilisé comme moyen de surveillance des populations afin de raisonner certaines interventions.

3. Le paillage

Le paillage principalement utilisé pour maîtriser les adventices semble être un moyen de diminuer ou retarder l'installation des thrips en empêchant leur nymphose. En plus de ces actions, un mulch organique favorise une entomofaune qui peut jouer un rôle de régulation des populations ou d'attraction d'auxiliaires.

4. La PBI

Les acariens

Les auxiliaires les plus utilisés en contrôle des thrips sous serre en PBI sont les acariens prédateurs [11]. Les plus connus sont *Amblyseius cucumeris* et *Neoseiulus cucumeris* [12]. *Amblyseius cucumeris*, mesurant 50 µm, est de couleur jaune pâle. Il attaque les thrips à leur premier stade larvaire. (*Figure 9*)

Les nématodes

Il existe des nématodes entomopathogènes de certains thrips qui sont pulvérisés par le biais d'une solution sur les cultures. Ils se nourrissent des pré-pupes et pupes dans le sol. (5)

Les champignons entomopathogènes

Il existe deux champignons entomopathogènes de certains thrips : *Beauveria baniana* qui n'est pas autorisé en France qui a un taux de mortalité de 95% sur la population de thrips et *Verticillium lecanii* qui a besoin de beaucoup d'humidité. [13]

5. Les ennemis naturels potentiels

Concernant les ennemis naturels potentiels des Thysanoptères phytophages de la ciboulette, il en existe peu de spécifiques, la majorité sont des auxiliaires généralistes.

Les larves de syrphes

Elles sont présentes en auxiliaires spontanés. Les syrphes sont attirés par les fleurs composées jaunes et les ombellifères blanches. *Sphaerophoria scripta* serait l'espèce qui prédate les thrips. (*Figure 10*)

Les larves de chrysopes

Elles se nourrissent de thrips, mais aussi de pucerons et d'aleurodes, ce qui en fait un auxiliaire précieux. [14] (*Figure 11*)

Les larves de coccinelles

Les coccinelles arrivent généralement bien après que le thrips soit installé. [15] (*Figure 12*)

Les punaises prédatrices

De la famille des Anthocorides, les punaises prédatrices mesurent de 1,5 à 5 mm de long, au corps aplati. On y retrouve notamment le genre *Orius*. Les adultes mangent tous les stades mobiles des thrips, tandis que les nymphes préfèrent les larves. Cependant, les œufs et les nymphes étant sur les feuilles, elles sont sensibles aux récoltes. [16 ; 17] (*Figure 13*)

Les thrips prédateurs

Les thrips prédateurs sont de la famille des Aeolothrips. Les adultes se nourrissent de pollen, seules les larves prédatent les Thysanoptères phytophage. Les Aeolothrips sont de taille similaire aux autres thrips. Leur particularité est la présence de rayures noires et blanches sur leurs ailes, ce qui permet de les reconnaître facilement. [18] (*Figures 14, 15 et 16*)

Deuxième partie : L'expérimentation

IV. Généralités

L'expérimentation sur culture de ciboulette sous abri du projet BIOF'HORMA est divisée en deux essais indépendants : l'un sur le site de l'exploitation du lycée Le Fresne, l'autre à l'Iteipmai. L'essai mené sur l'exploitation du lycée Le Fresne a pour objectif de tester l'intérêt d'un paillage pour limiter les populations de Thysanoptères, alors que l'essai à l'Iteipmai a pour objectif de tester l'attractivité de plantes de services fleuries envers les prédateurs naturels potentiels de Thysanoptères afin de limiter leur population. Le protocole des deux essais est présenté dans ce rapport, bien que seul l'essai paillage y soit analysé statistiquement.

V. Présentation des dispositifs

A. Site du Fresne

1. Modalités testées

L'essai comporte deux modalités paillage : plastique (P) et mulch cosses de sarrasin (S) ainsi qu'un témoin (T) (*Figure 17*). Il semblait important de tester un paillage plastique et un paillage organique afin de les comparer entre eux.

Remarques : Les plants des modalités plastique et mulch sont bien plus vigoureux que ceux des témoins, puisque le paillage permet de garder l'humidité et la chaleur. D'autre part, le mulch cosses de sarrasin a apporté avec lui une certaine entomofaune. De plus, avec le vent qui parfois s'engouffre dans le tunnel, le mulch a tendance à être un peu soufflé, il faut donc penser à en rajouter quand l'épaisseur n'est plus assez suffisante pour être efficace (entre 2 et 3 centimètres).

2. Structure et pratiques culturales

Sur le site du Fresne, la culture est installée sous un tunnel de 6m par 40m orienté est-ouest en zone biologique. La culture de ciboulette a été plantée en plein sol en semaine 11 (mars 2016). (*Figure 18*) Les plants sont issus d'une culture plein champ de l'Iteipmai.

Il y a 5 répétitions par modalité, soit un total de 15 répétitions dans le tunnel répartis en 3 planches de 5, chacun étant séparé par une allée recouverte de toile tissée. Chaque planche est elle-même divisée en 4 rangs dans sa largeur et 36 plants dans sa longueur disposés en quinconce.

L'irrigation se fait par aspersion à une fréquence d'une fois par semaine, plus une après chaque coupe qui a lieu toutes les quatre semaines (*Figure 19*). Un désherbage manuel fréquent est indispensable.

Remarque : il y a la présence de la mineuse du poireau sur la culture (*Figure 2 et 3*).

B. Site de l'Iteipmai

1. Modalités testées

L'essai comprend 2 modalités plantes de services fleuries : le Millepertuis (*Hypericum perforatum*) et l'Achillée (*Achillea millefolium*) (*Figure 20*) ainsi que 2 témoins référents. Ces plantes fleuries ont été choisies d'après leur attractivité envers certains prédateurs naturels de *Thrips tabaci*. Le choix s'est appuyé sur un essai expérimental mené par l'Arexhor PL en 2014 sur la caractérisation de l'entomofaune attirée par diverses plantes-fleuries [19]. Ainsi, le Millepertuis devrait attirer des thrips prédateurs et l'Achillée des punaises prédatrices du genre *Orius*, des syrphes, des coccinelles, des chrysopes et certains hyménoptères parasitoïdes.

2. Structure et pratiques culturales

Sur le site de l'Iteipmai, la culture de ciboulette est en hors sol sous 2 tunnels neufs côte-à-côte de 18m par 6m orientés nord-sud. Les plants issus d'une culture de plein champ de l'Iteipmai ont été rempotés en semaine 10 en mars 2016. L'un des tunnels comporte les deux modalités plantes de services fleuries Achillée et Millepertuis séparées dans la largeur et l'autre contient les deux témoins référents à chacune des deux installations plantes fleuries. Il n'y a donc pas de répétitions. Les plantes de services ont été installées en même temps que la mise en place de la culture. Il y a 18 pots par modalité. Le début de floraison a commencé en S24 (juin 2016). L'ouverture des tunnels est indispensable pour laisser rentrer les auxiliaires. L'irrigation se fait par aspersion une fois tous les deux jours. Une coupe a lieu toutes les quatre semaines. (*Figure 21*)

VI. Matériel et méthode : les variables mesurées

Deux variables sont mesurées à intervalle régulier sur les deux essais : l'abondance des Thysanoptères et les dégâts sur feuilles de ciboulette. L'entomofaune présente sur les plantes fleuries est également suivie sur l'essai de l'Iteipmai.

A. Suivi des populations de Thysanoptères

Le suivi des populations de Thysanoptères se fait par piégeage d'adultes car ce sont les plus faciles à suivre (œufs et larves difficilement détectables, prépupe et pupes dans le sol) et à identifier. Le piégeage choisi est le panneau chromatique englué bleu double face particulièrement utilisés pour la capture des Thysanoptères. (*Figure 22*) Ces pièges servent à détecter l'arrivée des thrips, à suivre la population, à identifier ses pics de vols et récupérer les individus piégés afin de les identifier.

La taille assez petite de ces pièges permet d'en installer un plus grand nombre sans risquer de faire du piégeage de masse.

Sur le site du Fresne, il y a 10 panneaux par modalité, soit 2 panneaux par répétition, ce qui permet d'avoir une meilleure représentativité en tenant compte de la répartition de la population au sein des tunnels. A l'Iteipmai, il y a 24 panneaux par modalité.

1. Matériel :

Afin d'effectuer ce suivi, il est nécessaire d'avoir des pièges chromatiques englués double face 5x5cm (à découper car n'existe pas dans ce format) qui sont positionnés sur des piquets en bambous possédant une entaille à l'extrémité. Pour la détection des Thysanoptères, une loupe binoculaire (*Figure 23*) est utilisée. Afin de décoller les insectes, de l'eau écarlate (*Figure 24*), une minutie (*Figure 25*) et pinceau fin sont à disposition. Pour l'identification des thrips, il y a besoin de posséder un microscope, des lames et lamelles, de la glycérine ou du vernis, les clefs de détermination des Thysanoptères et de l'alcool à 70% pour la conservation.

2. Méthode utilisée :

Le piégeage a commencé mi-avril afin d'avoir un point 0. Le thrips est généralement présent de mai à novembre avec des vols intensifs en juillet-août-septembre.

Les pièges sont positionnés à hauteur de feuillage, de façon à ce que le haut du piège corresponde à l'extrémité du feuillage. En effet, les thrips se déplacent d'une plante à une autre en sautant, il ne faut donc pas que les pièges soient trop hauts. Il faut aussi adapter la hauteur des pièges en fonction de la taille des plantes, notamment après les coupes. Le positionnement du piège peut influencer la prise de multiples façons. Sa hauteur ou son exposition au vent affectent les quantités d'insectes capturés. Il est donc important de garder le même positionnement tout le long de l'essai.

Les pièges sont relevés toutes les semaines. En effet, en période de pic et étant donné la petite taille des pièges, ceux-ci peuvent très vite être rempli. Les données sont enregistrées par piège afin d'avoir un meilleur suivi. Ainsi chaque piège est numéroté afin d'assurer un bon suivi.

Lorsque les panneaux sont relevés, ils sont observés sous loupe binoculaire afin de dénombrer les thrips et d'en faire des échantillons à identifier. Les Thysanoptères sont prélevés des plaques engluées grâce à l'eau écarlate qui permet de désengluier les insectes. Ceux-ci sont soit mis entre lame et lamelle (*Figure 26*) avec de la glycérine en prenant bien soin de les disposer de façon à ce qu'on puisse observer certains critères, soit mis dans des tubes eppendorf par morphotypes (*Figure 27*). Ces morphotypes sont assez primaires puisqu'à la loupe binoculaire on ne peut distinguer que des critères de couleur et de taille, ce qui est parfois imprécis.

L'identification sous microscope des Thysanoptères mis entre lame et lamelle est longue et difficile. De nombreuses espèces ont été identifiées, et non seulement *Thrips tabaci* comme on pourrait le penser. Cependant ces résultats sont à nuancer car l'identification de Thysanoptères demande de fortes compétences et du matériel pointu. Certains critères d'identification sont parfois compliqués à observer. Souvent les échantillons sont envoyés à des spécialistes, ce qui n'a pu être fait dans ce cas. Les identifications ont été faites à l'aide de plusieurs clés de détermination [4, 5, 20]

(11). Sur chaque lame d'individu identifié, des critères déterminants de son identification sont notés afin d'essayer d'affiner les morphotypes (*Figure 16*).

B. Suivi de dégâts sur feuilles

1. Matériel :

Pour l'échantillonnage des feuilles de ciboulette il n'y a besoin que de pochons plastiques, un par répétition.

2. Méthode :

Le début des relevés se fait à la même période que le début du piégeage des thrips à mi-avril afin d'avoir également un point 0. La notation des suivis de dégâts se fait toutes les 2 semaines.

La notation est binomiale séquentielle (présence/absence) faite par 2 observateurs afin d'éviter les biais. {1}

Sur l'essai paillage du Fresne, un prélèvement de 300 feuilles par modalité est effectué. La zone de prélèvement doit respecter l'effet bordure, donc plutôt dans le centre des planches, soit un prélèvement d'un brin par pied sur les deux rangs centraux en excluant les 3 plants de chaque extrémité de rang. Toutes les feuilles d'une répétition (60 feuilles) sont mises dans une pochette étiquetée à son nom afin d'avoir un suivi par modalité mais aussi par répétition (information de répartition).

Sur l'essai plantes de services de l'Iteipmai, un prélèvement de 312 feuilles par modalité est effectué. Une zone de prélèvement a été définie (*Figure 21*) dans laquelle on récupère 2 brins par plant. Toutes les feuilles d'une modalité sont observées ensembles à l'œil nu.

Les feuilles prélevées doivent être entières, coupées le plus bas possible et ayant moins de deux semaines. Les dégâts sont exprimés en pourcentage de brins piqués par le thrips.

C. Suivi de l'entomofaune des plantes de service fleuries

1. Matériel :

Pour cette méthode, il y a besoin d'un couvercle carton de ramette de papier ou autre bac de cette taille muni d'une feuille blanche en son fond afin de mieux visualiser tous les individus recueillis. Pour les individus plus petits il est possible d'utiliser une loupe. Les individus non connus peuvent être mis dans des piluliers remplis d'alcool à 70%. Des clefs de détermination peuvent être utilisées.

2. Méthode :

La méthode utilisée pour suivre l'entomofaune des plantes fleuries est celle du frappage. Cette méthode consiste à frapper la plante fleurie un coup sec dans le fond du couvercle de ramette afin de faire tomber tous les arthropodes présents sur la plante dans le bac. Cette méthode permet d'obtenir la majorité des insectes vivants présents sur la plante fleurie, ce qui permet de les remettre dans leur habitat après identification. Pour les individus dont on ne serait pas sûr de l'identité, ils sont mis en piluliers dans de l'alcool afin de les identifier en laboratoire. La difficulté se porte principalement sur les insectes ailés qui sont rapide à repartir. Ainsi un rapide diagnostic visuel de la plante fleurie au préalable est nécessaire (*Figure 28*). L'entomofaune observée est répartie selon la méthode RBA (Rapid Biodiversity Assessment), c'est-à-dire qu'elle est classée selon une identification la plus précise possible selon les compétences d'identification. La méthode peut avoir recours à un classement morphotypique.

Ce suivi est réalisé toutes les semaines à partir de la floraison des plantes de services fleuries.

VII. Analyse statistique

Tous les résultats obtenus de l'essai sont consignés dans des tableaux. Ils sont à l'origine des graphiques et tests statistiques réalisés dans cette partie. Le traitement statistique de ces données a été réalisé à l'aide du logiciel Excelstat.

Une description de l'évolution de l'abondance de Thysanoptères et des dégâts observés sur feuilles de ciboulette est effectuée en s'appuyant sur des graphiques de nombre en fonction du temps.

Un test de corrélation entre populations de Thysanoptères phytophages et dégâts sur feuilles de ciboulette est ensuite effectué afin de vérifier la relation entre la population de thrips et les dégâts observés. Le test utilisé est un test de corrélation linéaire utilisant la loi F de Fisher-Snedecor.

Afin de tester si les différences trouvées entre les trois modalités sont dues au hasard de l'échantillonnage ou du fait que les modalités sont significativement différentes, un test ANOVA (ANalysis Of Variance) à 1 facteur a été effectué. Pour pouvoir appliquer ce test dans les bonnes conditions, il est préférable d'effectuer au préalable un test de normalité ainsi qu'un test d'homoscédasticité des variances. Il se trouve que le test Shapiro-Wilk de normalité effectué sur les données de populations de thrips montre que les variables ne suivent pas une loi Normale, et que le test de comparaison des variances révèle qu'au moins l'une des variances diffère d'une autre. Nous ne sommes donc pas dans les bonnes conditions pour appliquer une ANOVA, c'est pourquoi nous avons eu recours à une transformation de variables $\ln(x+1)$. Un test de normalité a été ré-effectué afin de vérifier la normalité des variables transformées qui s'est avéré positif.

VIII. Résultats obtenus

Comme indiqué précédemment, cette partie ne traite que de l'essai paillage effectué sur le site de l'exploitation de l'EPLEFPA Angers - Le Fresne pour des raisons de temps, de moyens et de résultats.

A. Dynamique des populations de Thysanoptères

Sur la *Figure 29*, on peut observer l'évolution des populations de Thysanoptères phytophages ainsi que des Aeolothrips de chaque modalité en nombre d'individus au cours du temps. Le nombre d'individus correspond à la somme des individus de chaque répétition par modalité. Les données ont été relevées toutes les semaines entre le 18 avril (S16) et le 14 juin (S24), soit 9 relevés au total. Premièrement, on note une grande différence d'allure entre les courbes des Thysanoptères phytophages et entomophages. Ces derniers stagnent entre 0 et 5 tout le long des relevés quelle que soit la modalité. Ils ne semblent donc pas impacter les populations de Thysanoptères phytophages qui elles présentent de fortes variations. Les trois modalités ont globalement la même allure, soit un début faible au 18 avril à notre point 0, une forte augmentation au 10 et 17 mai entre 40 et 90 individus avant de rebaisser au 24 mai à une quarantaine d'individus. On peut donc identifier ici le premier pic de vol, même si il est délicat de parler de pic de vol lorsqu'il y a plusieurs espèces, genre et familles différents. On observe ensuite une augmentation légère puis un second pic au 14 juin qui dénombre entre 100 et 130 individus. Il s'agit malheureusement du dernier relevé ; il est donc impossible de déterminer si ce pic du 14 diminuera par la suite ou si les populations vont continuer d'augmenter. En effet, comme vu précédemment, les Thysanoptères sont plutôt actifs entre juillet et septembre, avec seulement un début d'émergence en juin. On peut donc s'attendre, dans les semaines à venir, à dénombrer des populations de plus en plus importantes. D'autre part, on remarque après chaque coupe effectuée sur la culture une forte augmentation de la population, certainement parce que les individus ont plus besoin de se déplacer pour trouver de quoi se nourrir, et donc ont plus de possibilités d'être attirés par les pièges chromatiques.

B. Dynamique des dégâts sur feuilles de ciboulette

En parallèle, la *Figure 30* représentant l'évolution des dégâts sur feuilles de ciboulette causés par des Thysanoptères phytophages semble avoir une progression plutôt linéaire le long des quatre relevés effectués. En effet, au 1^{er} relevé du 26 avril la moyenne des feuilles présentant des dégâts est d'environ 2% pour les trois modalités. Chaque modalité croît de façon assez homogène individuellement jusqu'au dernier relevé où les écarts sont un peu plus importants, puisque qu'on trouve 22% de dégâts sur le témoin, 32% sur le mulch sarrasin et 42% sur le plastique, soit un écart de 20% entre les dégâts trouvés sur témoin et sur plastique.

C. Corrélation entre populations de Thysanoptères phytophages et dégâts sur feuilles de ciboulette

Afin de confirmer une éventuelle relation entre la population de Thysanoptères et les dégâts observés sur feuilles, un test de corrélation a été effectué entre les deux variables (*Figure 31*).

A un risque de 5%, le test rejette H_0 , il y a donc corrélation positive significative entre les deux variables. La population de Thysanoptères piégée (ou au moins une partie de cette population) semble donc être celle qui fait des dégâts sur la culture de ciboulette.

D. Effet des modalités de paillage

Le test ANOVA montre qu'on ne peut pas rejeter l'hypothèse que les modalités n'ont pas d'effet significatif sur les populations de thrips au seuil 5% ; la variation observée semble donc être due au hasard de l'échantillonnage.

IX. Discussion

Tout d'abord, il n'y a que très peu de données exploitables recueillies à ce jour, puisque, comme dit précédemment, les Thysanoptères sont présents en culture majoritairement sur les mois de juillet, août et septembre. Toutes les données récupérées sont donc assez faibles et ne sont pas représentatives des problèmes rencontrés en culture de ciboulette par les producteurs. Même si le stage continue après le rendu de ce dossier, nous ne pourrions obtenir que les données du mois de juillet. Cela ne permet pas d'avoir une vue globale du cycle saisonnier des Thysanoptères, ce qui est préjudiciable puisqu'il s'agit de l'objet de cette étude.

De plus, la saison de cette année, de par ses conditions météorologiques, n'aura pas été favorable à une émergence précoce des Thysanoptères mais plutôt à un retardement de ceux-ci.

D'autre part, le dispositif mis en place présente des répétitions de petite taille très proches les unes des autres, ce qui favorise la mobilité des Thysanoptères phytophage entre les répétitions. Ainsi, un thrips qui a effectué sa nymphose dans une répétition peut facilement se nourrir sur une autre.

Les résultats obtenus, bien qu'ils ne soient pas significatifs, suggèrent une tendance à ce que le témoin présente moins de Thysanoptères phytophages et moins de dégâts. On pourrait pourtant s'attendre, au vu du thème de l'essai, à ce que ce soit celui qui en ait le plus puisque les paillages doivent faire diminuer les populations. Cela peut s'expliquer par le fait que les modalités paillages et témoin n'ont pas les mêmes besoins en apport d'eau et de chaleur, facteurs favorisés par un paillage. Ainsi les plants des modalités paillages sont bien plus vigoureux et épanouis que ceux des témoins, ce qui peut altérer l'appétence des feuilles envers les Thysanoptères phytophages.

Du fait des faibles populations recueillies sur les pièges chromatiques englués, les erreurs-types montrent une certaine hétérogénéité des piégeages. Avec une si faible population, un piège légèrement mal positionné a une forte probabilité de ne pas piéger de Thysanoptères.

L'observation régulière des feuilles confirme que les Thysanoptères phytophages causent les dommages les plus préjudiciables sur une culture de ciboulette. Les observations de cet essai concernant l'émergence des thrips concorde avec ce qui a été remarqué sur d'autres essais sur Thysanoptères, bien que ce soit souvent spécifique à *Thrips tabaci*, ainsi qu'avec les prédictions du BSV (Bulletin de Santé du Végétal). De plus, les dégâts de mouches mineuses du poireau remarqués étaient en accord avec le BSV suivi chaque semaine. Cette dernière variable a été suivie au même titre que les dégâts de Thysanoptères phytophages au cas où la présence de cette mouche mineuse ait un impact sur les populations de thrips ou sur l'appétence des feuilles déjà piquées. Il s'est avéré que les derniers dégâts observés, qui datent du 7 juin, sont en faible quantité. Cependant, lors des pics de vol de la mouche mineuse du poireau, le pourcentage de dégâts observés en présence-absence est monté jusqu'à 37%, ce qui est assez élevé.

Le sujet initial de l'essai et la bibliographie trouvée sur l'étude de Thysanoptères sur Alliées indiquaient que le thrips responsable des dégâts observés est *Thrips tabaci*. Cette donnée a donc été prise en compte lors de l'élaboration des protocoles. Lors de la première identification, vouée à affirmer avec certitude que le Thysanoptère trouvé était bien *Thrips tabaci* et que l'essai pouvait continuer en faisant des comptages hebdomadaires de cette espèce, le résultat obtenu d'un *Taeniothrips vulgatissimus* et d'un *Thrips physapus* a donc dû faire évoluer le protocole. Ainsi, à chaque relevé, quelques échantillons sont identifiés en s'appuyant sur différentes clés de détermination, sans certitudes aucunes puisque comme dit précédemment l'identification de Thysanoptères est complexe. Comme beaucoup d'espèces et même de genres différents ont été trouvés sur peu d'individus, il est difficile de trouver lesquels provoquent ou ne provoquent pas des dégâts sur la culture de ciboulette.

Par la suite, un dénombrement par morphotype a été mis en place, cependant les plaques étant observées à la loupe binoculaire il est difficile de s'appuyer sur plusieurs critères puisqu'on ne peut distinguer que la couleur globale de l'individu et sa taille. Ainsi, dans chaque morphotype il est tout à fait possible d'obtenir quatre ou

cinq espèces différentes, et parfois même des genres différents. Seule la famille des Aeolothrips est relativement facile à identifier de par les rayures noires et blanches des ailes des individus, ce qui est plutôt intéressant puisqu'il s'agit d'une famille entomophage d'autres Thysanoptères et donc non phytophage. Ces individus dénombrés sont donc classés à part des autres individus qui eux sont tous considérés comme phytophages de la culture de ciboulette, faute de preuves contraires. Il est fort probable que cette dernière information soit fausse et donc qu'elle altère les résultats de l'essai.

Il semblerait y avoir une émergence de quelques ennemis naturels potentiels de Thysanoptères phytophages dans la culture. En effet, les populations d'Aeolothrips sont observées hebdomadairement. Pour l'instant, le nombre d'individus n'est pas très élevé (*Figure 29*) mais cela peut être dû à la faible population de Thysanoptères phytophages. D'autre part, des œufs de ce qui pourrait être des punaises prédatrices ont été trouvés sur des feuilles de ciboulette (*Figure 32*). Cependant, aucune identification n'ayant pu être faite de ces individus, cette information n'est qu'une hypothèse. De plus, des acariens sont trouvés à la base des panneaux chromo-attractifs englués (*Figure 33*). Cependant ils n'ont pas pu être identifiés.

Conclusion

Les résultats de cet essai sont à l'heure actuelle encore peu exploitables. Pour l'instant, il semblerait ne pas y avoir d'effet significatif du paillage dans l'intention de limiter les populations de Thysanoptères phytophages en culture de ciboulette sous abri. Cependant, l'essai continue, ce qui permettra d'obtenir plus de résultats. Cette première année d'essai aura permis de faire avancer le protocole et de soulever des points importants de cette problématique, ce qui permettra à l'essai de l'année prochaine d'être plus performant.

Il serait intéressant que le suivi de l'essai de l'année prochaine se poursuive plus tard, au moins jusqu'à fin août, au mieux jusqu'à fin septembre, afin de mieux concorder avec la période de présence de thrips en culture. Cela permettra d'obtenir des données plus exploitables et plus fiables.

Le dispositif de l'essai ayant été installé pour la durée de l'étude, il ne pourra être modifié. Il faudra cependant prendre en compte la proximité des répétitions, et les éventuels échanges entomologiques entre elles.

D'autre part, il serait important d'affiner l'identification des Thysanoptères phytophages présents afin de pouvoir corréliser leur moment de présence avec les dégâts observés sur feuilles de ciboulette.

Bibliographie

- [1] Picault S., Oheix S., 2012, Influence de la texture du feuillage des plantes sur les capacités de prospection de l'acarien prédateur du thrips *Neoseiulus cucumeris*.
- [2] Gautreau P. *et al.*, 2012, Guide de reconnaissance des fruits et légumes.
- [3] Bouchery Y., 2005, La mouche mineuse du poireau (*Phytomyza gymnostoma*) : biologie et lutte, INRA Colmar.
- [4] Moritz G., 1994, Pictorial key to the economically important species of Thysanoptera in Central Europe, Bulletin OEPP 24, 181-208.
- [5] Mirab-Balou M. *et al.*, 2013, An illustrated key to the genera of Thripinae from Iran, Article de recherché.
- [6] Bonnemaison L., 1961, Les ennemis animaux des plantes cultivées et des forêts I, p.346-366.
- [7] Oheix S., 2012, Recherche de solutions conventionnelles et alternatives pour la PBI des cultures de poireaux contre *Thrips tabaci*, Mémoire de stage.
- [8] Lewis T., 1973, Thrips, their biology, ecology and economic importance.
- [9] Burnstone, J. A., 2009, Investigations into the biology and behavior of *Thrips tabaci*, these.
- [10] Vivet C., 2014, Expérimentation de différents moyens de lutte contre le thrips de la ciboulette, mémoire de stage.
- [11] Berndt O. *et al.*, 2004, Predation capacity of two predatory laelapid mites on soil-dwelling thrips stages.
- [12] Picault S., 2012, Essai d'efficacité de 4 espèces d'acariens prédateurs sur le *Thrips tabaci* en culture de poireau.
- [13] Schreiter G. *et al.*, 1995, Pathogenicity of the Hyphomycete Fungi *Verticillium lecanii* and *Metarhizium anisopliae* to the Western Flower Thrips, *Frankliniella occidentalis*.

- [14] Maisonneuve J. C., Marrec C., 1999, The potential of *Chrysoperla lucasina* for IPM programmes in greenhouses.
- [15] Suchalkin F. A., 1983, Natural enemies of the tobacco thrips.
- [16] Riudavets J., 1995, Predators of *Frankliniella occidentalis* and *Thrips tabaci*
- [17] Fathi S. *et al.*, 2008, Interaction of *Aeolothrips intermidius* and *Orius niger* in controlling *Thrips tabaci* on potato.
- [18] Bournier *et al.*, 1979, Régime alimentaire d'un thrips prédateur *Aeolothrips intermidius* Bagnall
- [19] Ferre A., 2014, Caractérisation de l'entomofaune attirée par diverses plantes-fleuries et plantes-réservoirs, Essai expérimental de l'AREXHOR PL.
- [20] Mound L. A. *et al.*, 1976, Thysanoptera, Handbooks for the Identification of British Insects.

Sitographie

- (1) Appel à projet Bioforma, 2015
- (2) Site du lycée LeFresne, <http://le-fresne.paysdelaloire.e-lyco.fr/>, consulté le 20/05/2016
- (3) Site de l'Iteipmai, <http://www.iteipmai.fr>, consulté le 20/05/2016
- (4) Site d'Urban Garden Magazine, <http://www.urbanorganicgardener.com/?s=thrips>, consulté le 03/04/2016
- (5) Site de Koppert, <https://www.koppert.fr/ravageurs/thrips/produits-contre-les/entonem/>, consulté le 04/06/2016
- (6) Site de Natural enemies, <http://www.naturalenemiesbiocontrol.com/order/amblyseius-cucumeris>, consulté le 10/06/2016
- (7) Site de Diptera.info, <http://www.diptera.info/news.php>, consulté le 10/06/2016
- (8) Site d'Entomart, <http://www.entomart.be/>, consulté le 10/06/2016
- (9) Site de Visoflora, <http://www.visoflora.com/>, consulté le 10/06/2016
- (10) Site de l'Omafra, <http://www.omafra.gov.on.ca/french/index.html>, consulté le 15/06/2016
- (11) http://keys.lucidcentral.org/keys/v3/thrips_of_california/Thrips_of_California.html, consulté le 06/05/2016

Communication personnelle

{1} Ferre A., Responsable d'expérimentation de l'AREXHOR PL.