

Table des matières

Introduction	1
Généralités	3
a. Filière poireau et poireau primeur	3
i. Présentation du poireau, <i>Allium porrum</i>	3
ii. Production nationale et régionale	3
b. Biologie de <i>Phytomyza gymnostoma</i> LOEW	4
i. Identification	4
ii. Cycle de <i>Phytomyza gymnostoma</i>	4
c. <i>Phytomyza gymnostoma</i> , ravageur des Alliums	5
i. Dégâts sur la plante	5
ii. Importance économique	6
Matériel et méthode	7
a. Détail d'une parcelle maraîchère nantaises	7
b. Suivi des ravageurs	7
i. Bols jaunes	7
ii. Plaques engluées	7
c. Essai à « fenêtre »	8
i. Filet insect-proof	8
ii. Essai automnal/hivernal	8
iii. Essai du printemps	9
iv. Notations	10
v. Sonde météo	11
vi. Epluchage des poireaux minés	12
d. Statistiques mises en place	12
i. Test T de Student	12
ii. ANOVA	12
iii. Test de Kruskal-Wallis	13
iv. Epluchage des poireaux	13
v. L'essai à « fenêtre »	13
e. Entretien avec un ingénieur du CTIFL	14
Résultats	14
a. Suivi des insectes	14
b. Épluchage des poireaux attaqués	15
c. Notation de l'essai automnal	15
d. Notation de l'essai de printemps	16
i. Notation le 24/05/2017	16
ii. Notation semaine 27	17
Discussion	18
a. Essais d'automne et du printemps peu exploitables	18
b. Caractérisations du ou des vols	20
i. Troisième génération	20
c. Voies de résolution	23
i. Travail mécanique	23
ii. Lutte en Biocontrôle	24
Conclusion	24
Bibliographie	27

Glossaire

Agrimec® : Insecticide pour un grand nombre de cultures élaboré par Syngenta. A utiliser contre les acariens, phytophtes, tarsonèmes, psylles, mineuses des feuilles, mouches mineuses et thrips. Sa matière active est l'abamectine. (syngenta.com)

Capsule : formation fibreuse ou élastique de l'organisme qui peut-être la membrane d'enveloppe d'un organe ou d'une articulation. (larousse.fr)

Collet : zone entre la partie aérienne et la partie souterraine d'une plante, généralement situé à la surface du sol. (larousse.fr)

Conditionnement : c'est l'action de conditionner, qui correspond au traitement d'un produit pour lui assurer certaines caractéristiques de conservation ou de composition. (larousse.fr)

Epiderme : membrane qui recouvre certaine partie d'un végétal (toutes les parties quand le végétal est à l'état jeune). (larousse.fr)

Horizon de terre : couches du sol plus ou moins épaisses qui caractérisent par leurs aspects morphologiques, physico-chimiques, minéralogique la nature d'un sol et sa classification. (larousse.fr)

Mètre linéaire : correspond à une unité utilisée chez les maraîchers nantais. Il s'agit de la longueur communément utilisé chez les maraîchers nantais pour former les rangs de culture. La largeur d'une planche étant généralement de 1,40m, sur 1m linéaire de planche il y a 1,4m².

Musdo4® : Insecticide de biocontrôle (d'origine naturelle), élaboré par Dow Agroscience, utilisable en agriculture biologique sur un très grand nombre de cultures. La matière active est le Spinosad. (dowagro.com)

Ovipositeur : synonyme de tarière, organe à l'extrémité de l'abdomen de certains insectes leur permettant d'enfourer leur œufs dans le sol, le corps d'autre insectes, etc. (larousse.fr)

Parasitoïde : Organisme qui pour réaliser son cycle biologique vit, pendant une partie de son existence, au dépens d'un autre organisme. Le développement du parasitoïde terminé il implique la destruction de l'organisme utilisé. (larousse.fr)

Passe-pieds : passage entre deux planches, dans un jardin ou un champ. (larousse.fr)

Pédologie : c'est l'étude scientifique des sols. (larousse.fr)

Photopériode : cette notion représente le rapport entre la durée du jour et de la nuit. Une photopériode dite courte est celle avec une durée de jours réduits, inversement pour une photopériode longue. De nombreuses caractéristiques environnementales telles que la floraison ou les migrations sont dépendantes de ce facteur. (futura-sciences.com)

Plant (en mottes et micro-mottes) : c'est une plante cultivé à l'état juvénile et destinée à être plantée ou repiquée. Lorsqu'il est en motte, cela signifie qu'un petit volume de terre entoure les racines et permet la simplification de la plantation tout en apportant les ressources nécessaires au développement de la jeune plante. (larousse.fr)

Prophylactique : adjectif de prophylaxie qui est un ensemble de moyens mis en œuvre pour empêcher l'apparition d'une maladie, ou dans ce cas précis l'apparition d'un ravageur. (larousse.fr)

Pupaison : c'est la transformation des larves de diptères en nymphe. (larousse.fr)

Rhizosphère : zone du sol autour des racines des plantes. (larousse.fr)

Stigmate : Orifice respiratoire présent chez les insectes et autres arthropodes terrestres. Ils sont à l'extrémité de trachées. (larousse.fr)

Liste des abréviations

ARELPAL : Association Régional d'Expérimentation Légumière des Pays de la Loire

CDDL : Comité Départemental de Développement Légumier

CDDM : Comité de Développement Départemental du Maraîchage

CTIFL : Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et Légumes

FAM : France Agrimer

FMN : Fédération des Maraîcher Nantais

IGP : Indication Géographique Protégée

INRA : Institut National de Recherche Agronomique

LCA : Légumes Centre Action

OP : Organisation de Producteur

ReProLeg : Ravageur émergent des Productions Légumières

SAU : Surface Agricole Utile

Liste des annexes

Annexes	1
Annexe 1 : Calendrier des semaines de 2017 de janvier à août et planning de l'essai à « fenêtre » de printemps.....	2
Annexe 2 : Plan de l'essai à « fenêtre » d'automne	3
Annexe 3 : Feuille de calcul de doses à appliquer	4
Annexe 4 : Schéma du plan expérimental de l'essai à « fenêtre » de l'automne avec les taux d'infestation par modalités (crédit : Pierre Le Boursicaud).	5

Liste des illustrations

Liste des tableaux

Tableau 1 : Historique de l'apparition de la mouche mineuse *Phytomyza gymnostoma* de l'Europe de l'Est jusqu'en France

Tableau 2 : Tableau récapitulatif des modalités de l'essai automnal/hivernal

Tableau 3 : Tableau récapitulatif des modalités non traitées de l'essai du printemps

Liste des figures

Figure 1 : Numérotation des feuilles de poireau sur une coupe transversale (à gauche) et sur un poireau entier (à droite).

Figure 2 : Présentation d'un poireau à maturité lors de la récolte

*Figure 3 : Photo d'une femelle adulte de *Phytomyza gymnostoma* montée sur minutie (à gauche), photo d'un adulte sur une feuille de poireau. (« La mouche mineuse du poireau (*Phytomyza gymnostoma*) : biologie et lutte ». Yves Bouchery, 2005).*

*Figure 4 : Larves de *Phytomyza gymnostoma* dans une feuille de poireau (crédit Pierre Le Boursicaud).*

Figure 5 : Photo d'une larve de *Phytomyza gymnostoma*, échelle au millimètre (à gauche), photo d'une puppe de *Phytomyza gymnostoma* (à droite). (« La mouche mineuse du poireau (*Phytomyza gymnostoma*) : biologie et lutte ». Yves Bouchery, 2005).

Figure 6 : Schéma représentant les générations du cycle de *Phytomyza gymnostoma* dans le temps, le vol de printemps est positionné de façon spéculative (crédit : Pierre Le Boursicaud).

Figure 7 : Un fût de poireau abimé par des galeries et des pupes au niveau du plateau racinaire (à gauche), des piqûres de nutriments sur feuilles de poireau (à droite). (Crédit : Pierre Le Boursicaud).

Figure 8 : Poireaux déformés après une attaque de mouches mineuses du poireau. (crédit Pierre Le Boursicaud)

Figure 9 : Jeunes plants de poireaux plantés à trou sur une planche de l'essai à « fenêtre » du printemps (crédit : Pierre Le Boursicaud)

Figure 10 : Carte de l'emplacement des pièges dans la région Nantaise. En bleu : les parcelles suivies. En vert : le CDDM (source : google maps).

Figure 11 : Photo d'une plaque bleue engluée et d'un bol jaune avec de l'eau savonneuse (crédit : Pierre Le Boursicaud).

Figure 12 : Photo de l'essai à « fenêtre » du printemps avec le filet et des modalités découvertes (crédit : Pierre Le Boursicaud).

Figure 13 : Application de produit en cours sur l'essai à « fenêtre » du printemps (crédit : Pierre Le Boursicaud)

Figure 14 : Schéma de la parcelle de l'essai à « fenêtre » du printemps à LA PLANCHE, 44140 (crédit : Pierre Le Boursicaud)

Figure 15 : Plan expérimental de l'essai à « fenêtre » du printemps (crédit : Pierre Le Boursicaud)

Figure 16 : Schéma des prélèvements de fût de poireaux sur les modalités de l'essai à « fenêtre » du printemps (crédit : Pierre Le Boursicaud).

Figure 17 : Schéma de la méthode pour récupérer les fûts de poireaux ainsi que leur rhizosphère sur l'essai à « fenêtre » du printemps (crédit : Pierre Le Boursicaud).

Figure 18 : Nombre moyen de *Phytomyza gymnostoma*, capturées dans le département de Loire-Atlantique sur plaques engluées jaunes, au cours des semaines 11 à 34.

Figure 19 : Nombre moyen de galeries, pupes et larves dans les feuilles par poireaux minés, récupéré chez 7 exploitations maraîchères de Loire-Atlantique.

Figure 20 : Nombre moyen du total de galeries, pupes et larves dans les poireaux minés récupérés chez 7 exploitations maraîchères de Loire-Atlantique.

Figure 21 : Photo de l'essai à « fenêtre » du printemps sans le filet, le 06/06/2017 (crédit : Pierre Le Boursicaud).

Figure 22 : Moyenne du pourcentage d'attaque sur les différentes modalités « non traitées aux produits phytosanitaires » de l'essai à « fenêtre » du printemps, le 24/05/2017.

Figure 23 : Schéma du plan expérimental de l'essai à « fenêtre » du printemps, avec les taux d'infestations par modalités « non traitées aux produits phytosanitaires » et « traitées aux produits phytosanitaires » (crédit : Pierre Le Boursicaud).

Figure 24 : Moyenne du pourcentage d'attaque sur les différentes modalités « traitées aux produits phytosanitaires » de l'essai à « fenêtre » du printemps, le 24/05/2017.

Figure 25 : Poids moyen en kilogramme de 20 poireaux récoltés par modalité « non traitées aux produits phytosanitaires » (en bleu, graphique de gauche) et « traitées aux produits phytosanitaires » (en rouge, graphique de droite, en semaine 27) de l'essai à « fenêtre » du printemps.

Figure 26 : Comparaison des rendements (en kilogramme) des modalités « traitées aux produits phytosanitaires » et « non traitées aux produits phytosanitaires » de l'essai à « fenêtre » du printemps, en semaine 27.

Figure 27 : Nombre de pupes récoltées, en semaine 27, dans les fûts et leur rhizosphère des modalités « non traitées aux produits phytosanitaires » de l'essai à « fenêtre » du printemps.

Figure 28 : Schéma de l'itinéraire cultural généralement utilisé en maraîchage pour le semis de poireaux primeur dans la région Nantaise. (crédit : Pierre Le Boursicaud)

Figure 29 : Moyenne du nombre de galeries, larves et pupes trouvés dans les poireaux minés pour 7 exploitations maraîchères de Loire-Atlantique.

Figure 30 : Sorties des mouches mineuses *P. gymnostoma* issues de pupes maintenues en conditions extérieures, années 2014, 2015, 2016. (« Étude de la biologie du ravageur émergent *Phytomyza gymnostoma* (LOEW) : un préalable nécessaire à la mise en œuvre de la protection intégrée », Durlin et al. Fig 1 (données CTIFL), 2017).

Figure 31 : Relevé de températures par une sonde climatique de Septembre 2016 à Juillet 2017, à La Planche, 44140.

Figure 32 : Schémas explicatifs des hypothèses pour la chronologie du/des vol(s) de printemps (crédit : Pierre Le Boursicaud).

Figure 33 : Schéma bilan des possibles vols de printemps de *Phytomyza gymnostoma* en région nantaise (crédit : Pierre Le Boursicaud)

Introduction

Le bassin nantais est une importante zone de production maraîchère, notamment autour de la vallée de la Loire et du bassin versant du lac de Grand Lieu. Les exploitations sont de grandes tailles avec des tonnages importants. Ce qui fait du département Loire-Atlantique un leader en France en ce qui concerne 5 produits (source *Chambre Agriculture des Pays de Loire*) : la mâche (spécialité nantaise) avec 35 000 tonnes ce qui équivaut à 85% de la production française, le concombre avec 22 000 tonnes, le muguet avec 80% de la production française, le radis avec 27 millions de bottes et le poireau primeur avec 13 000 tonnes (CDDM 2016). Le poireau est quant à lui produit tout au long de la saison, le poireau d'automne-hiver, qui est issu d'une plantation de plants en motte, et le poireau primeur, issu d'un semis d'automne ou d'une plantation d'hiver/printemps. Le poireau primeur est récolté au printemps/début d'été. En Loire-Atlantique la production de poireaux représente 392 ha (FranceAgrimer, 2015) ce qui fait du département 44 la première région productrice en France. (CDDM, 2009)

Les maraîchers nantais ont mis en place différentes structures pour répondre à leurs problématiques. Les plus importantes sont :

- le Comité Départemental de Développement Maraîcher (C.D.D.M) pour tout ce qui est service technique et conseils sur le maraîchage de Loire-Atlantique.
- La Fédération des Maraîchers Nantais (F.M.N) pour les dossiers politiques, l'énergie.
- L'Association Régional d'Expérimentation Légumière des Pays de la Loire (ARELPAL), constitué de différents organismes (dont le CCDM), qui met en place les expérimentations destinées à répondre aux problématiques maraîchères.
- Qualifrais, l'organisme qui gère l'Indication Géographique Protégée (IGP) de la mâche nantaise.

Le CDDM conseille tous les secteurs du maraîchage allant des productions plein champs, comme le poireau ou la mâche, aux productions sous serres chauffées ou hors-sol, telles que le concombre ou la tomate. Afin de résoudre différentes problématiques liées à la production légumière, le CDDM en cohérence avec les besoins des professionnels, peut aussi réaliser des expérimentations. Il délivre ses services à tous les exploitants adhérents qu'ils soient en Organisation de Producteur (O.P) ou indépendant. Il y a 5 O.P sur la région nantaise : Océane, Val Nantais, Nanteurop, les 3 Moulins Vitaprim et Loire Europe. Ceux-ci financent le conseil fourni par le CDDM via des cotisations.

Rapport-Gratuit.com

Le reste des financements, pour l'expérimentation essentiellement, proviennent : du conseil régional des pays de la Loire, de France Agrimer (FAM), organisme d'état lié au ministère de l'agriculture, ou encore via le projet ecophyto.

C'est dans le cadre du projet ReProLeg (Ravageur émergent des Productions Légumières) que la problématique de la mouche mineuse du poireau a été étudiée. Projet initié par l'ARELPAL et dont le chef de file est le Comité de Développement Départemental Légumiers (CDDL, basé en Maine et Loire). Arrivée de l'Europe de l'Est, les premiers symptômes de mouches mineuses en France sont apparus en Alsace en 2003 (INRA Colmar, 2003). L'espèce impliquée a été déterminée comme *Phytomyza gymnostoma*, auparavant considérée comme un diptère de la faune sauvage peu nuisible, elle est devenue un ravageur important des *Allium* ces dernières années (Bouchery, 2005).

Petite mouche, 2,8 mm à 3,5 mm, de la famille des *Agromyzidae*, sa larve creuse des galeries verticales dans le parenchyme de la feuille entre les deux épidermes (Bouchery, 2005). Pour le moment il a été démontré qu'il existe deux générations de *Phytomyza gymnostoma* au cours de l'année. La première est présente à l'automne et la seconde au printemps (Coman & Rosca, 2011). Les pupes passent l'hiver et l'été dans les tissus de la plante hôte ou dans le sol (Bouchery, 2005). Les attaques peuvent être importantes avec plusieurs asticots par poireaux. On peut dénombrer jusqu'à une vingtaine d'asticots par poireaux et un pourcentage d'attaque de plus de 50% des plantes (Coman & Rosca, 2011 ; CDDM, 2017). Les moyens de lutte les plus efficaces contre ce ravageur sont faibles, ils sont essentiellement prophylactiques pour l'instant. Comme la mise en place de filets « insect-proof », qui empêche les ravageurs volants de venir sur la culture. Cependant leur installation est coûteuse car les surfaces à couvrir sont grandes et cela demande beaucoup de temps. Il y a également création d'un microclimat sous le filet qui augmente la température, le taux d'humidité et donc le risque de pathogènes tels que les champignons.

Les vols qui ont lieu à l'automne ont été décrits de façon détaillés. Il en va différemment en ce qui concerne ceux de printemps car la culture de poireaux primeurs représente une faible portion de la production nationale de poireaux : 159 371 tonnes de poireaux en 2015 dont 19 000 tonnes de poireaux primeur soit 12% (CDDM, 2009. Agreste, 2015).

Pourtant un pic de vol est courant au printemps mais il n'a pas encore été décrit et la présence de plusieurs générations au printemps est possible.

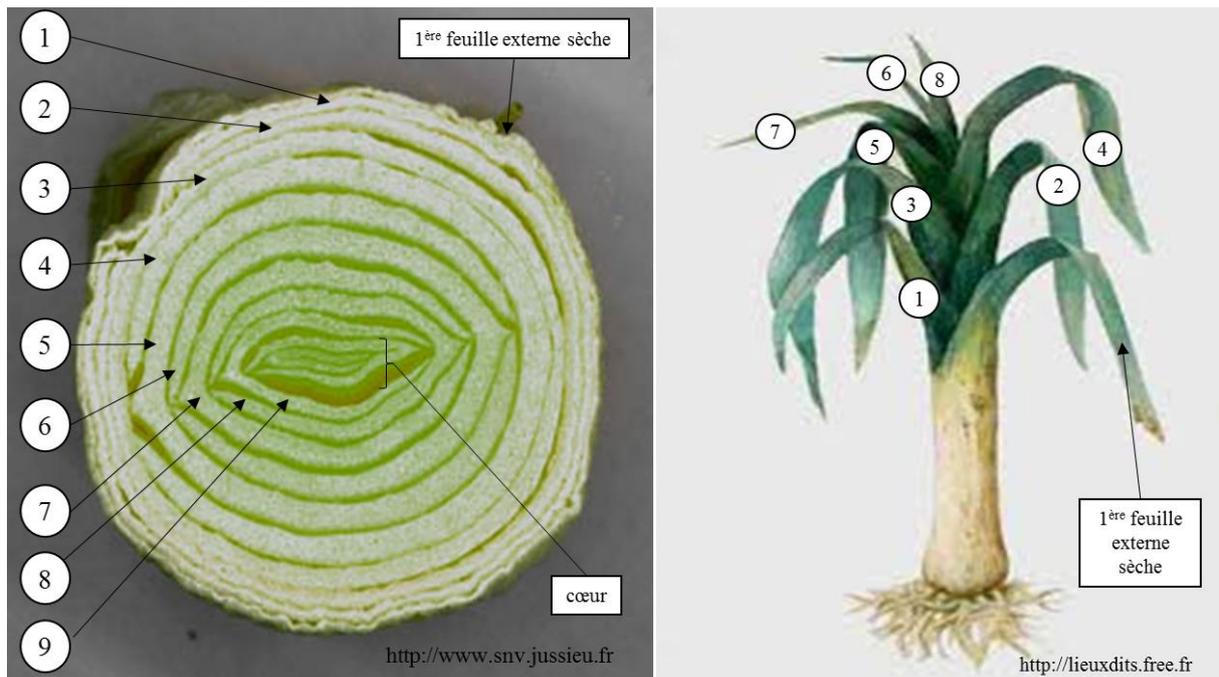


Figure 1 : Numérotation des feuilles de poireau sur une coupe transversale (à gauche) et sur un poireau entier (à droite).

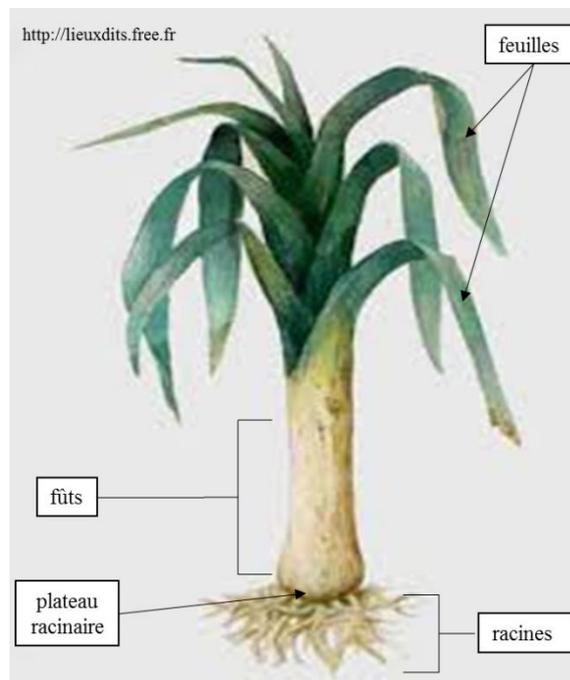


Figure 2 : Présentation d'un poireau à maturité lors de la récolte

Rapport-gratuit.com

LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES



Le Boursicaud Pierre | Identification, suivi et impact du vol de printemps de *Phytomyza gymnostoma* LOEW sur poireau, *Allium porrum*

Pour la mise en œuvre de la protection en production, il est nécessaire de cibler au mieux les périodes de traitements, les périodes de vol et le cycle de *Phytomyza gymnostoma* au printemps. Dans cet objectif un essai à « fenêtres » sur culture de poireaux primeur en début de printemps est mis en place (de mi-mars à fin avril). La population d'insectes est observée, via des pièges et le prélèvement de poireaux chez les exploitants. Ces éléments doivent permettre d'améliorer la connaissance sur la biologie de la mouche mineuse du poireau. Le premier, en déterminant la période de ponte et donc les dégâts et le second de façon à évaluer l'activité de la population de mineuses.

Généralités

a. Filière poireau et poireau primeur

i. Présentation du poireau, *Allium porrum*

Le poireau fait partie de la famille botanique des Alliacées qui compte plusieurs plantes d'intérêt économique : l'oignon, la ciboulette, l'échalote ou encore l'ail. Ces espèces sont consommées pour leur bulbe (ail, oignon, échalote) ou pour leur partie végétative (poireau, ciboulette). L'origine du poireau est incertaine, sa domestication proviendrait du Moyen-Orient. En Égypte antique des traces prouvent que le poireau était déjà cultivé (Birlouez, 2016).

Les feuilles des poireaux sont plates, opposées et de couleur vert sombre. Elles sont numérotées de l'extérieur vers l'intérieur (Figure 1). Elles sont imbriquées les unes dans les autres et leur base engainante forme une pseudo-tige que l'on appelle le « fût ». Cette partie est la plus appréciée et constitue la partie comestible. Le fût étant enfouis sous terre il est de couleur blanche, c'est le « blanc » de poireau. Les racines sont issues de la base du fût, cette zone constitue le plateau racinaire (Figure 2). (gerbaud.com, 2017)

ii. Production nationale et régionale

En France, on distingue trois régions productrices : la Basse-Normandie (25%), les Pays de la Loire (17%), Rhône-Alpes (13%). Pour un total de 163 000 tonnes de poireaux récoltés (chiffre Agreste 2010-2014) ce qui fait de la France le 2^{ème} producteur européen (chiffre Eurostat 2009-2014). Au sein de la région Pays de la Loire, la Loire-Atlantique est le département qui produit le plus de poireaux, les ligériens sont spécialisés en production de poireau primeur. Les légumes dits « primeurs » sont ceux récoltés en premier dans la saison, aux périodes printanières de mars à juin. Semés en automne, ils sont récoltés avant maturité à partir du mois de mai.

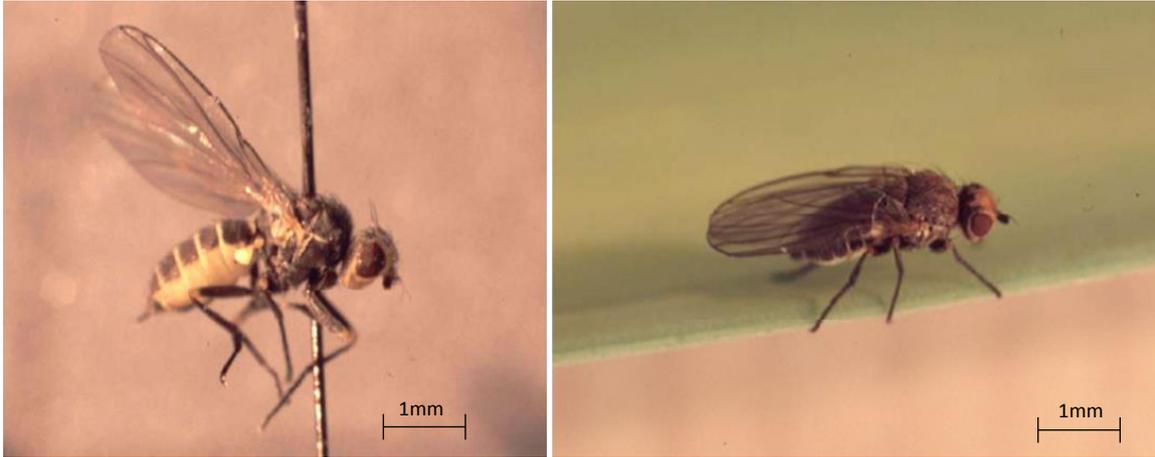


Figure 3 : Photo d'une femelle adulte de *Phytomyza gymnostoma* montée sur minutie (à gauche), photo d'un adulte sur une feuille de poireau. (« La mouche mineuse du poireau (*Phytomyza gymnostoma*) : biologie et lutte ». Yves Bouchery, 2005).



Figure 4 : Larves de *Phytomyza gymnostoma* dans une feuille de poireau (crédit Pierre Le Boursicaud).

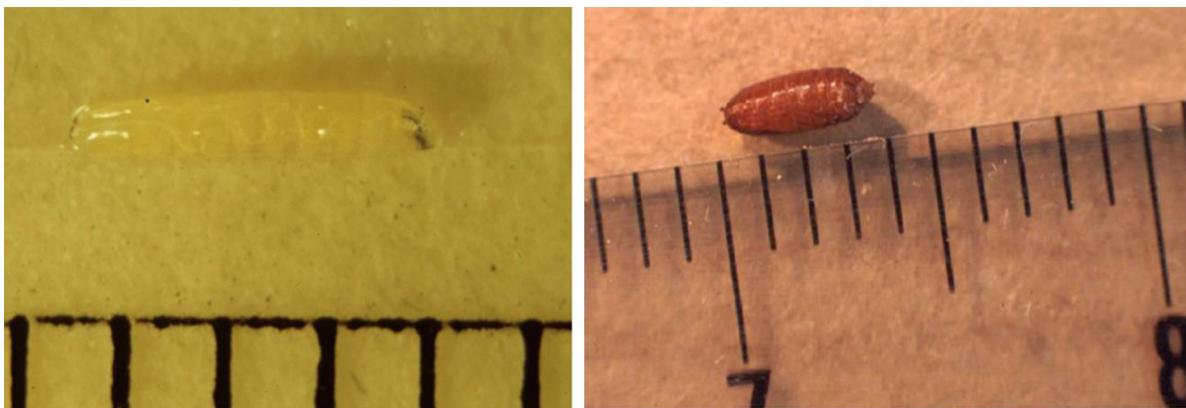


Figure 5 : Photo d'une larve de *Phytomyza gymnostoma*, échelle au millimètre (à gauche), photo d'une pupa de *Phytomyza gymnostoma* (à droite). (« La mouche mineuse du poireau (*Phytomyza gymnostoma*) : biologie et lutte ». Yves Bouchery, 2005).

Les poireaux plantés, issus de plants produit en micro-motte, sont quant à eux mis en terre dès février et récoltés à partir de mi-mai (source : lepoireau.fr). Durant la période hivernale les poireaux sont protégés par des bâches plastiques qui sont déployées sur des arceaux créant des tunnels d'environ 50cm de hauteur. Quand les poireaux atteignent un stade assez avancé (5-6 feuilles), ils sont « butés ». Il s'agit de ramener la terre des inter-rangs sur les rangs de façon à augmenter la quantité de terre sur les rangs et blanchir la partie des fûts qui a été ensevelie.

b. Biologie de *Phytomyza gymnostoma* LOEW

i. Identification

Phytomyza gymnostoma fait partie de la famille des *Agromyzidae*, cette famille comporte de nombreuses espèces dont la détermination est difficile (nécessite les pièces génitales mâles). Le nom exact de cette mouche est *Phytomyza gymnostoma* LOEW bien que l'on trouve parfois un autre nom : *Napomyza gymnostoma*. (Bouchery, 2005). La mouche est de petite taille, environ 3mm de longueur, de couleur grise et à la tête marquée de jaune (Figure 3). Ses ailes, plus grandes chez les femelles que chez le mâle 2,8mm contre 3,5mm, dépassent largement de l'abdomen. Les yeux sont séparés par une bande jaune sur le front, la partie ventrale de l'abdomen est également de couleur jaune de même que les genoux des pattes, de couleur noire (Bouchery, 2005). Ces mouches sont difficiles à identifier car elles ressemblent à de nombreuses autres mouches et ravageurs du poireau comme c'est le cas avec *Delia antiqua* (Coman & Rosca, 2011). La larve, de 6mm environ, porte les caractéristiques habituelles des asticots, elle est de couleur jaune pâle, effilée vers la tête (Figure 4 et Figure 5). Celle-ci ne porte ni yeux ni capsules et est munie d'une paire de crochets, la partie postérieure est munie de stigmates (Bouchery, 2005). La puppe est de couleur brun rougeâtre mesurant environ 3,5cm (Figure 5). Elle se conserve dans les tissus des feuilles ou bien légèrement enfouit dans le sol, jusqu'à l'émergence des adultes.

ii. Cycle de *Phytomyza gymnostoma*

L'intégralité du développement de *P. gymnostoma* se réalise sur la famille des alliacées (poireau, oignon, échalote...) (Mazolier & Tron, 2011). A ce jour deux générations de *Phytomyza gymnostoma* ont été décrites au cours de l'année. La première a lieu à l'automne avec les premiers vols dès début septembre jusqu'à fin octobre. La deuxième au printemps avec des vols, non définis à ce jour, qui apparaissent de mi-mars à mi-avril et pouvant s'étendre jusqu'à mai (Coman & Rosca, 2011) (Figure 6). Une fois que les mouches adultes apparaissent, à la sortie de leurs pupes, elles se reproduisent deux jours plus tard et pondent dans de nouvelles feuilles d'*Allium* (Bouchery, 2005).

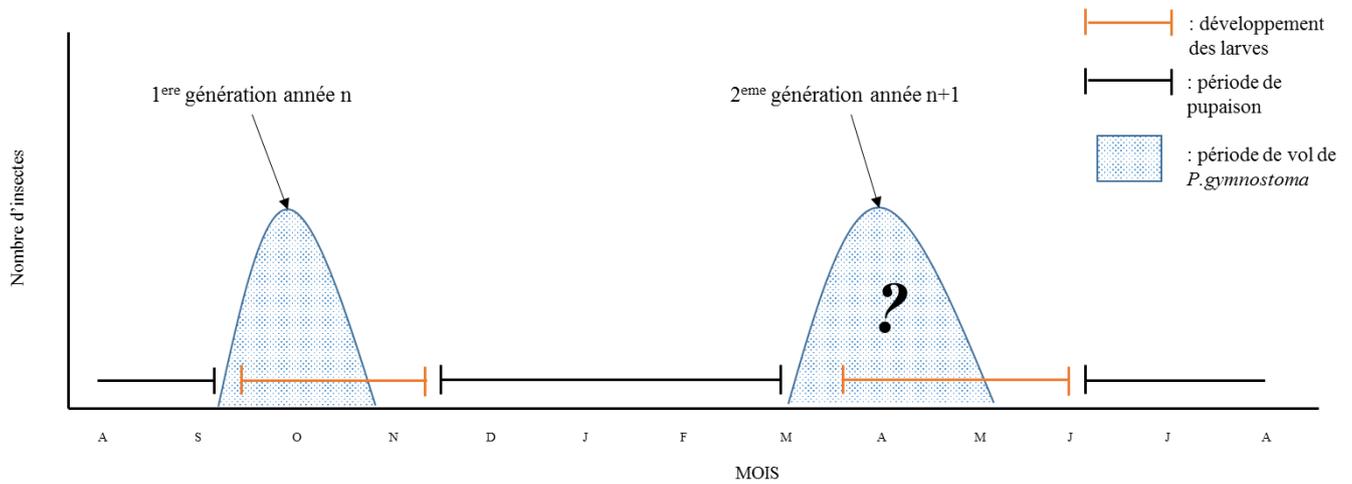


Figure 6 : Schéma représentant les générations du cycle de *Phytomyza gymnostoma* dans le temps, le vol de printemps est positionné de façon spéculative (crédit : Pierre Le Boursicaud).



Figure 7 : Un fût de poireau abimé par des galeries et des pupes au niveau du plateau racinaire (à gauche), des piqûres de nutritons sur feuilles de poireau (à droite). (Crédit : Pierre Le Boursicaud).

Les œufs sont dans le tissu des feuilles et après éclosion les larves commencent à consommer la plante en creusant des galeries verticales allant vers le collet de la plante (Bouchery, 2005). La photopériode a un rôle sur le développement des larves, les jours courts accélèrent le développement (Bouchery, 2005). Les recherches effectuées sur les élevages de mouches indiquent que les conditions optimales de photopériode sont de 12h d'ensoleillement/12h d'obscurité. Les températures quant à elles ne semblent pas jouer de rôles sur le développement. Des pupes placées dans des conditions de croissance naturelle mais avec des températures différentes, 10°C et 25°C, montrent des dates d'émergences similaires (Bouchery, 2005). Cependant elles ont une incidence sur la quantité de mouches qui vont se développer jusqu'au terme du cycle (Picault.S, communication personnelle, 26 Juillet 2017). Pour la même photopériode que précédemment, des conditions d'élevages à 15°C ont déterminé les émergences les plus rapides et massives (Durlin et al., 2017). Les jours longs n'empêchent cependant pas le développement de la mouche, ils le ralentissent seulement (Durlin *et al.*, 2017). Des conditions d'élevages à 15°C et 16h ensoleillement/8h d'obscurité montre une émergence aussi intense que pour les conditions dites « optimales ». Cependant en photopériode moyenne (12h/12h) les premières mouches apparaissent dès 52 jours après le début de pupaison tandis qu'en photopériode longue elles apparaissent à partir de 97 jours (Durlin *et al.*, 2017).

Il a aussi été démontré que pour réaliser son cycle la mouche mineuse mettait 175-200 jours en extérieur (Coman & Rosca, 2011) et 120 jours en conditions d'élevage au laboratoire (Durlin *et al.*, 2017).

c. *Phytomyza gymnostoma*, ravageur des Alliums

i. Dégâts sur la plante

Le poireau et la ciboulette sont les plantes les plus attaquées par les mouches mineuses. Les adultes se nourrissent d'abord sur les plantes avant de pondre leurs œufs. Les femelles piquent avec leur ovipositeur le limbe des feuilles, un exsudat suinte de la pique dont les insectes, mâles et femelles, se nourrissent (Figure 7) (Bouchery, 2005). Au printemps les dégâts apparaissent après le premier vol au moment où les poireaux sont de petites tailles. Par conséquent, quelques asticots seulement peuvent entraîner la mort de la plante. A l'automne les poireaux sont de tailles plus importantes, ils peuvent survivre en hébergeant une population d'asticots. (Bouchery, 2005). Les galeries verticales que les larves creusent ne pourrissent pas, il arrive que les mines aient une coloration brun rose sur la partie basale des feuilles (due à l'action des polyphénoloxydases de la plante) (Bouchery, 2005). Les pupes se retrouvent à la partie terminale des galeries, dans la partie basale de la plante, près du plateau (Figure 7).



Figure 8 : Poireaux déformés après une attaque de mouches mineuses du poireau. (crédit Pierre Le Boursicaud)



Figure 9 : Jeunes plants de poireaux plantés à trou sur une planche de l'essai à « fenêtre » du printemps (crédit : Pierre Le Boursicaud)

Sur de jeunes plants cela impacte ensuite la croissance car les feuilles externes qui ont été endommagées vont éclater et des poussées latérales des feuilles centrales déstructurent le plant (Figure 8) (Bouchery, 2005).

ii. Importance économique

La présence de ce ravageur a été notée depuis la fin des années 1980, apparu dans l'est de l'Europe il s'est progressivement répandu jusqu'en France, avec observation des premiers symptômes en 2003, voir ci-dessous (FREDON, 2010):

Tableau 1 : historique de l'apparition de la mouche mineuse *Phytomyza gymnostoma* de l'Europe de l'Est jusqu'en France

Pays		Date de détection
Hongrie		1986
Slovaquie/Croatie		1990
Serbie		1992
Allemagne/Autriche/Slovénie		1994
Pologne		1997
Suisse/Royaume-Uni		2003
France	Alsace	2003
	Bourgogne	2004
	Ile-de-France/Centre	2005

Source : Fredon, 2006

Les attaques de *Phytomyza gymnostoma* peuvent avoir deux effets néfastes qui entraînent une baisse de la qualité commerciale. Le premier, constitue en une dégradation de la qualité du poireau. Les mines présentes formes des sillons qui empêchent la commercialisation car elles donnent un aspect visuel désagréable pour le consommateur. Elles déforment aussi les poireaux ce qui rend leur calibre impropre à la vente. Ces mines peuvent aussi provoquer des pourritures secondaires et contribuer à sa destruction (Javoy, 2009). Deuxièmement la présence d'asticots dans les fûts de poireaux repousse également les clients et réduit les ventes. De plus, en cas de fortes attaques c'est la quasi-totalité des poireaux de la parcelle qui sont touchés (Coman & Rosca, 2011). Les poireaux sont donc triés lors du conditionnement, cela baisse le rendement et augmente le temps de traitement des récoltes avant la commercialisation. Les coûts générés par ces opérations sont importants.

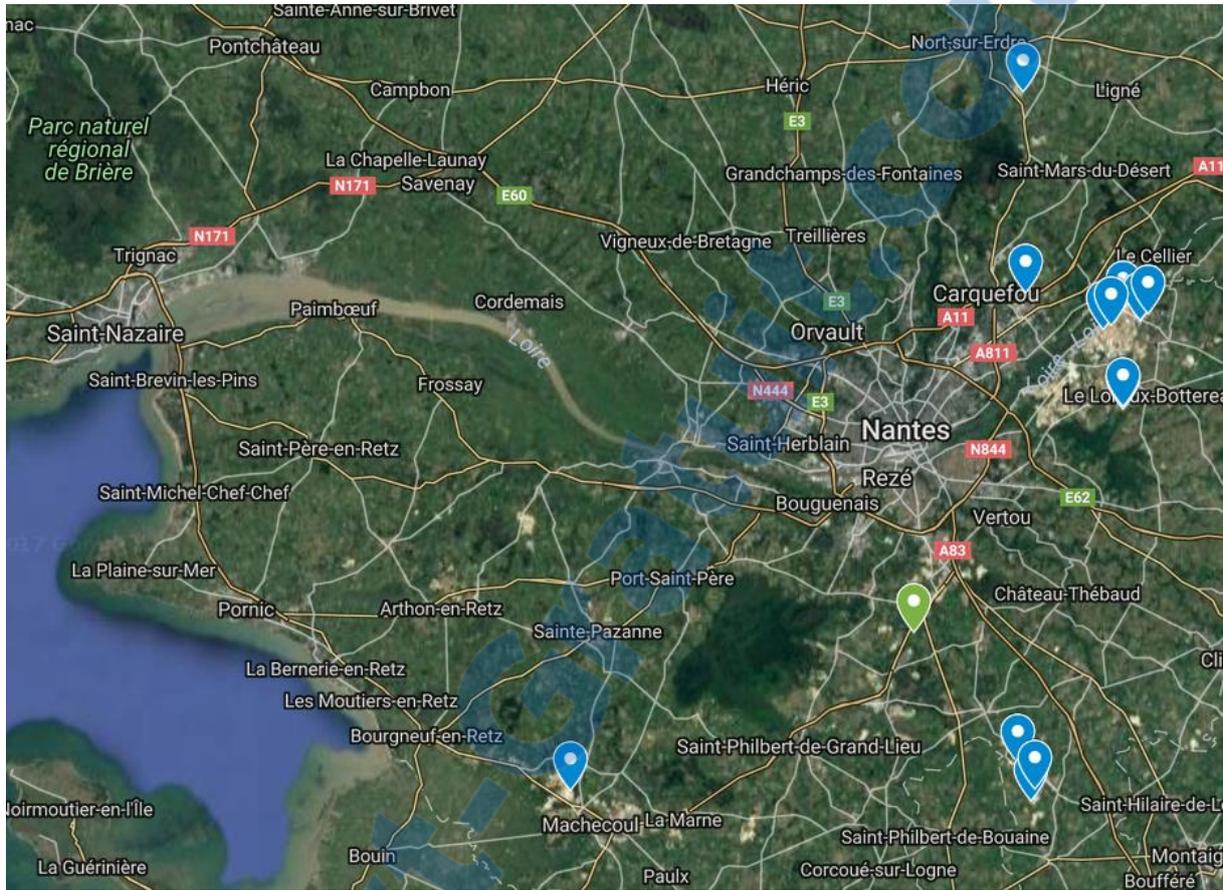


Figure 10 : Carte de l'emplacement des pièges dans la région Nantaise. En bleu : les parcelles suivie. En vert : le CDDM (source : google maps).



Figure 11 : Photo d'une plaque bleue engluée et d'un bol jaune avec de l'eau savonneuse (crédit : Pierre Le Boursicaud).

Matériels et méthodes

a. Détail d'une parcelle maraîchère nantaise

Les maraîchers nantais travaillent en « planches », les parcelles sont divisées en plate-bande de largeur équivalente, généralement de 1,40m. Les planches sont séparées par des passe-pieds de 40cm, cela permet le passage du tracteur et de circuler plus aisément pour les ouvriers (Figure 9). Le réseau d'irrigation a également été pensé en fonction de ces planches. La mesure d'une planche, bien qu'en mètre, est appelée « mètre linéaire de planche ». Il est souvent admis qu'un hectare de SAU vaut 5000 mètres linéaires de planche. Il y a sur une planche, 4 rangs de poireaux et 10 poireaux sur un mètre soit 200 000 poireaux par hectare. Ces poireaux sont plantés dans des trous de 15cm de profondeur et espacés de 10cm (Figure 9). Les plants de poireaux en micro-mottes proviennent du Maroc ou d'Espagne en début de saison (avril) puis de France par la suite.

b. Suivi des ravageurs

En parallèle des essais, des pièges ont été placés sur différents secteurs de production du département de façon à avoir un aperçu des populations de ravageurs en différents lieux (Figure 10). Les mouches mineuses capturées ont été confirmées comme étant des *P. gymnostoma* par le personnel en charge de suivre ces ravageurs, au CDDM et à la station LCA (Légume Centre Action) dans le Loiret.

i. Bols jaunes

Un premier type de piège est disposé sur différentes parcelles, il s'agit de bols jaunes remplis avec de l'eau savonneuse. Les insectes sont attirés par la couleur des bols, tombent dans l'eau et se noient (Figure 11). Installés de la semaine 11 à 34 (voir calendrier de l'année en Annexe 1).

ii. Plaques engluées

Un deuxième type de piège est installé à côté des bols. Des plaques bleues et jaunes, de 20cm de côté, servent de support à des filtres transparents sur lesquels est appliqué un spray collant (Figure 11). Les insectes sont attirés par la couleur et se collent au filtre transparent. Les plaques bleues servent à piéger les thrips en priorité. Les plaques jaunes sont plus générales et peuvent piéger une plus grande diversité d'insectes dont les mouches mineuses. Installées de la semaine 14 à 34.



Figure 12 : Photo de l'essai à « fenêtre » du printemps avec le filet et des modalités découvertes (crédit : Pierre Le Boursicaud).

Rapport-gratuit.com 

LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

Le Boursicaud Pierre | Identification, suivi et impact du vol de printemps de *Phytomyza gymnostoma* LOEW sur poireau, *Allium porrum*

c. Essai à « fenêtre »

Afin de déterminer le plus précisément possible la période de vol (début-pic-fin) des mouches mineuses, des essais dits à « fenêtre » sont installés. Il s'agit de déposer un filet insect-proof, couramment utilisé en maraîchage sur la culture. A chaque semaine une modalité est découverte pendant que la précédente est recouverte, et ainsi de suite jusqu'à ce que toutes les modalités aient été découvertes une fois. Le filet est enlevé définitivement de la culture quand les poireaux atteignent un stade de développement trop important pour rester sous le filet. Durant le laps de temps de la découverte les poireaux de la modalité sont accessibles pour les insectes qui peuvent donc venir se nourrir et pondre dans les plantes (Figure 12). Lors des notations, les modalités qui seront le plus touchées permettront de déterminer la ou les semaines du vol. Ces essais pourront aussi donner une idée des dégâts et de la perte économique qu'engendrent ces mouches. Deux essais distincts ont été mis en place, le premier à l'automne, non-suivi lors du stage mais dont les résultats font partis du sujet et le second au printemps.

i. Filet insect-proof

Les filets sont des voiles textiles avec différentes tailles (100 à 1600cm de large) ainsi que différents maillages (100*100µm à 2700*2700µm). Il existe divers matériaux qui sont utilisés pour la confection de filets, polyéthylène, polyamide, polypropylène ou encore polyester. Chacun de ces matériaux possèdent ses avantages et ses inconvénients : résistance aux UV, à l'abrasion, longévité des filets (CTIFL 2016). Dans le cadre de ces essais c'est un filet insect-proof 950x800µ et d'une largeur de 2m10 qui a été utilisé (Figure 12). Il garantit l'exclusion des ravageurs de petites tailles tels que les mouches, aleurodes, thrips, pucerons ...

ii. Essai automnal/hivernal

Le filet sur le premier essai a été placé pendant 12 semaines, de la semaine 40 en octobre jusqu'à la semaine 1 en janvier de l'année suivante. Chaque modalité compte 4 répétitions et les parcelles élémentaires mesurent 10m linéaire de planche (Annexe 2).



Figure 13 : Application de produit en cours sur l'essai à « fenêtre » du printemps (crédit : Pierre Le Boursicaud)

Les modalités sont les suivantes :

Tableau 2 : Tableau récapitulatif des modalités de l'essai automnal/hivernal

Modalités	
M1	Sans filet ni plastique sur le semis
M2	Pose du filet dès le semis. Fin décembre du plastique remplacera le filet sur la moitié de la modalité. Les deux couvertures seront maintenues jusqu'à la fin de la culture.
M3	Pose du filet semaine 40 jusqu'à la récolte.
M4	Pose du filet semaine 40, celui-ci est retiré les semaines 41 et 42 puis reposé début semaine 43.
M5	Pose du filet semaine 40, celui-ci est retiré les semaines 43 et 44 puis reposé début semaine 45.
M6	Pose du filet semaine 40, celui-ci est retiré les semaines 45 et 46 puis reposé début semaine 47.
M7	Pose du filet semaine 40, celui-ci est retiré les semaines 47 et 48 puis reposé début semaine 49.
M8	Pose du filet semaine 40, celui-ci est retiré les semaines 49 et 50 puis reposé début semaine 51.
M9	Pose du filet semaine 40, celui-ci est retiré les semaines 51 et 52 puis reposé début semaine 1.

iii. Essai du printemps

Le deuxième a débuté en semaine 12 à la mi-mars et s'est terminé à la semaine 18 au début mai. Chaque modalité compte 4 répétitions et les parcelles élémentaires mesurent 9 mètres linéaires de planche.

Tableau 3 : Tableau récapitulatif des modalités non traitées de l'essai du printemps

Modalités	
M1	Sans pose de plastique ni filet
M2	Pose du filet semaine 12 jusqu'à la récolte.
M3	Pose du filet semaine 12, celui-ci est retiré la semaine 12 puis reposé début semaine 13.
M4	Pose du filet semaine 12, celui-ci est retiré la semaine 13 puis reposé début semaine 14.
M5	Pose du filet semaine 12, celui-ci est retiré la semaine 14 puis reposé début semaine 15.
M6	Pose du filet semaine 12, celui-ci est retiré la semaine 15 puis reposé début semaine 16.
M7	Pose du filet semaine 12, celui-ci est retiré la semaine 16 puis reposé début semaine 17.
M8	Pose du filet semaine 12, celui-ci est retiré la semaine 17 puis reposé début semaine 18.

En parallèle, sur la même parcelle, 9 modalités (identique à celles du tableau 2) avec 20 mètres linéaires de planche, feront l'objet d'un traitement au Musdo4® (Spinosad) et à l'Agrimec® avant re-fermeture de la fenêtre (Figure 13).

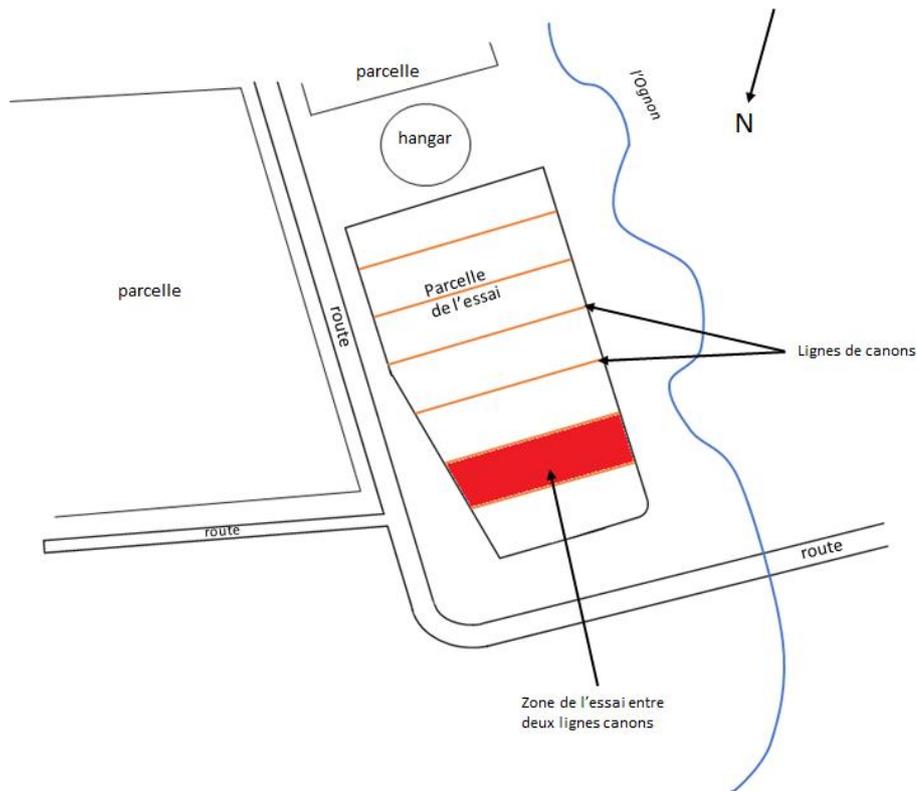


Figure 14 : Schéma de la parcelle de l'essai à « fenêtre » du printemps à LA PLANCHE, 44140 (crédit : Pierre Le Boursicaud)

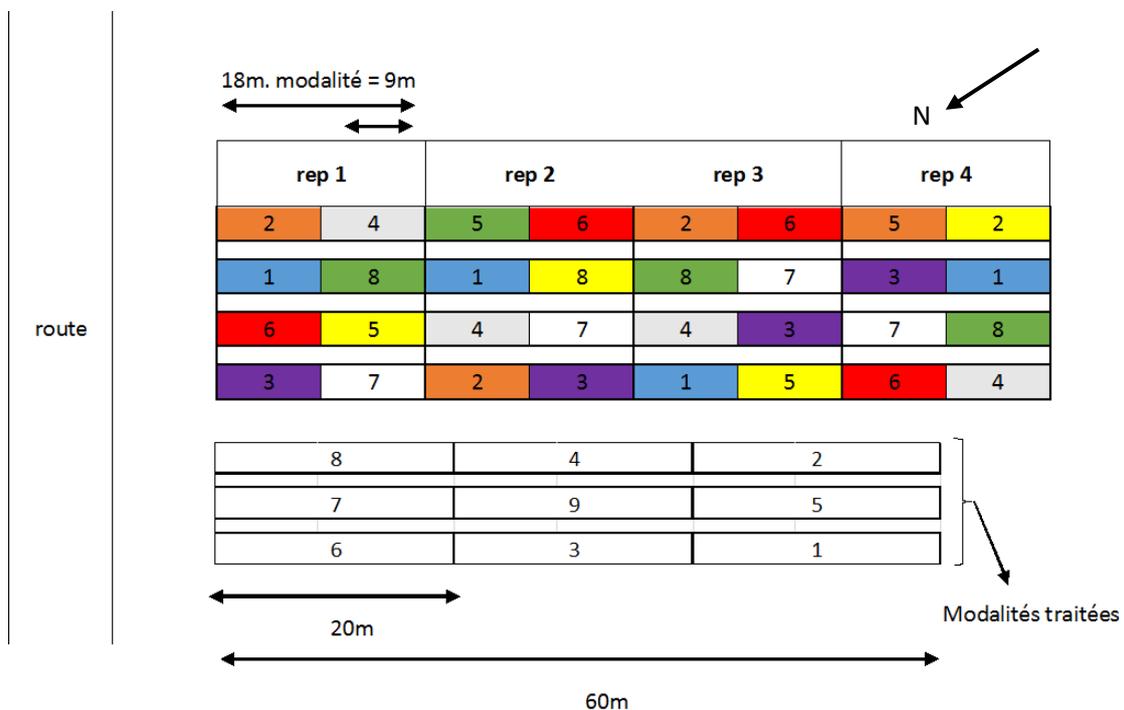


Figure 15 : Plan expérimental de l'essai à « fenêtre » du printemps, M1 = Sans pose de plastique ni filet. M2 = Pose du filet semaine 12 jusqu'à la récolte. M3 = Pose du filet semaine 12, celui-ci est retiré la semaine 12 puis reposé début semaine 13. M4 = Pose du filet semaine 12, celui-ci est retiré la semaine 13 puis reposé début semaine 14. M5 = Pose du filet semaine 12, celui-ci est retiré la semaine 14 puis reposé début semaine 15. M6 = Pose du filet semaine 12, celui-ci est retiré la semaine 15 puis reposé début semaine 16. M7 = Pose du filet semaine 12, celui-ci est retiré la semaine 16 puis reposé début semaine 17. M8 = Pose du filet semaine 12, celui-ci est retiré la semaine 17 puis reposé début semaine 18. (crédit : Pierre Le Boursicaud)

Le but est d'avoir une première approche sur l'efficacité des produits pour envisager l'année suivante, un essai sur une stratégie de lutte basée avec différents produits phytosanitaires (à différentes dates, doses, etc.). Le CDDM ne possède pas de parcelles où l'essai peut être réalisé, l'installation du dispositif expérimental en production se fait chez l'exploitant. L'essai étant mis en place en production un certain nombre de contraintes doit être pris en compte. Ainsi le meilleur moyen est de positionner les essais entre les lignes de canon d'irrigation, c'est-à-dire entre les tuyaux d'asperseurs qui sont disposés parallèlement aux planches sur toute la parcelle de l'exploitant (Figure 14). Dans la parcelle d'essai les lignes de canons sont espacées de 12,60m ce qui correspond à 7 planches.

L'essai étant sur 7 planches on permet à l'exploitant de savoir où se situe l'essai d'un simple coup d'œil et également d'appliquer le même itinéraire cultural qu'au reste de la parcelle (sauf la protection anti thrips). Les modalités de l'essai ont été randomisées, et les répétitions disposées de façon à utiliser tous les poireaux disposés entre les deux lignes de canons (Figure 15). Les traitements expérimentaux ont été réalisés par le personnel habilité du CDDM, les doses pour les bouillies à épandre sont calculées en fonction de la densité des produits utilisés (Annexe 3). Ces bouillies ont été appliquées à l'aide d'un pulvérisateur individuel (Figure 13).

iv. Notations

Les notations se font de façons différentes pour les deux essais. En ce qui concerne l'essai d'automne, la notation se fait par simple observation de présence ou absence de larves/pupes dans un échantillon de poireaux prélevé dans chaque modalité. 40 poireaux sont récoltés et les premières feuilles enlevées pour chercher la trace éventuelle de mineuses. Le nombre de poireaux attaqués donne un pourcentage d'attaque pour la modalité. Cette notation a eu lieu le 22/05, une semaine avant la récolte de la parcelle.

Les notations pour l'essai de printemps sont différentes :

Une notation visuelle, en cours de culture, avec dénombrement des poireaux déformés par modalité réalisé le 24/05. Ces notations servent à estimer le niveau d'attaque des mineuses. Les symptômes de malformations peuvent toutefois être dus à différents ravageurs tel que les nématodes ou la teigne du poireau (gerbeau.com). Bien que cela soit peu probable car ces ravageurs sont absents de ces zones géographiques et créneaux de productions.

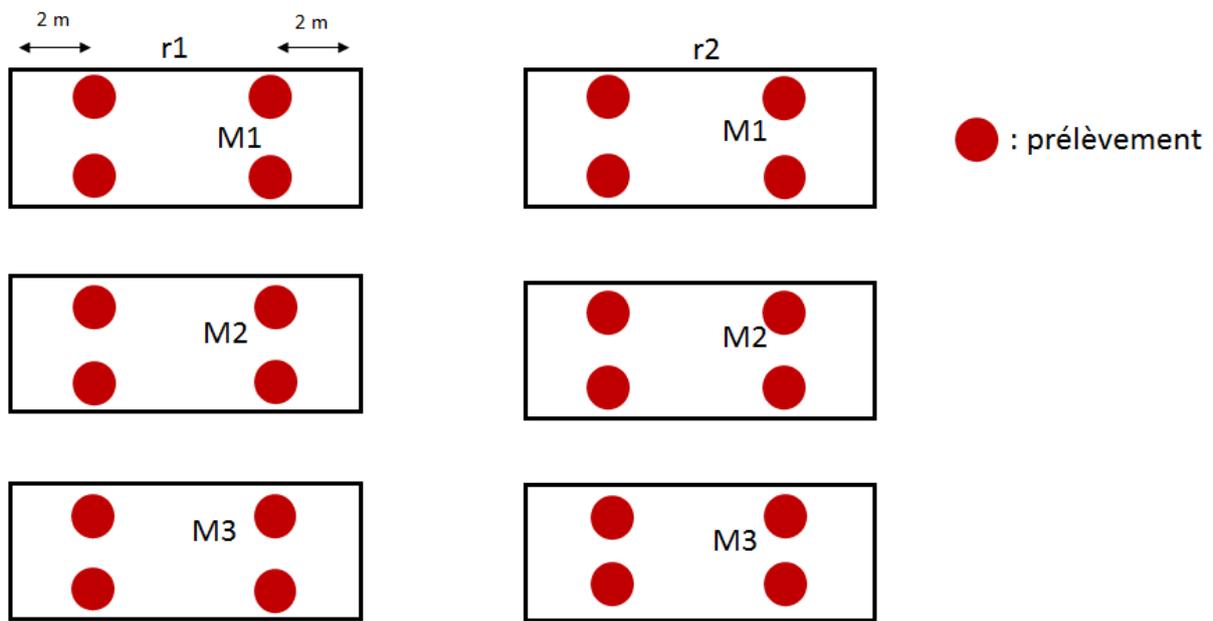


Figure 16 : Schéma des prélèvements de fût de poireaux sur les modalités de l'essai à « fenêtre » du printemps (crédit : Pierre Le Boursicaud).

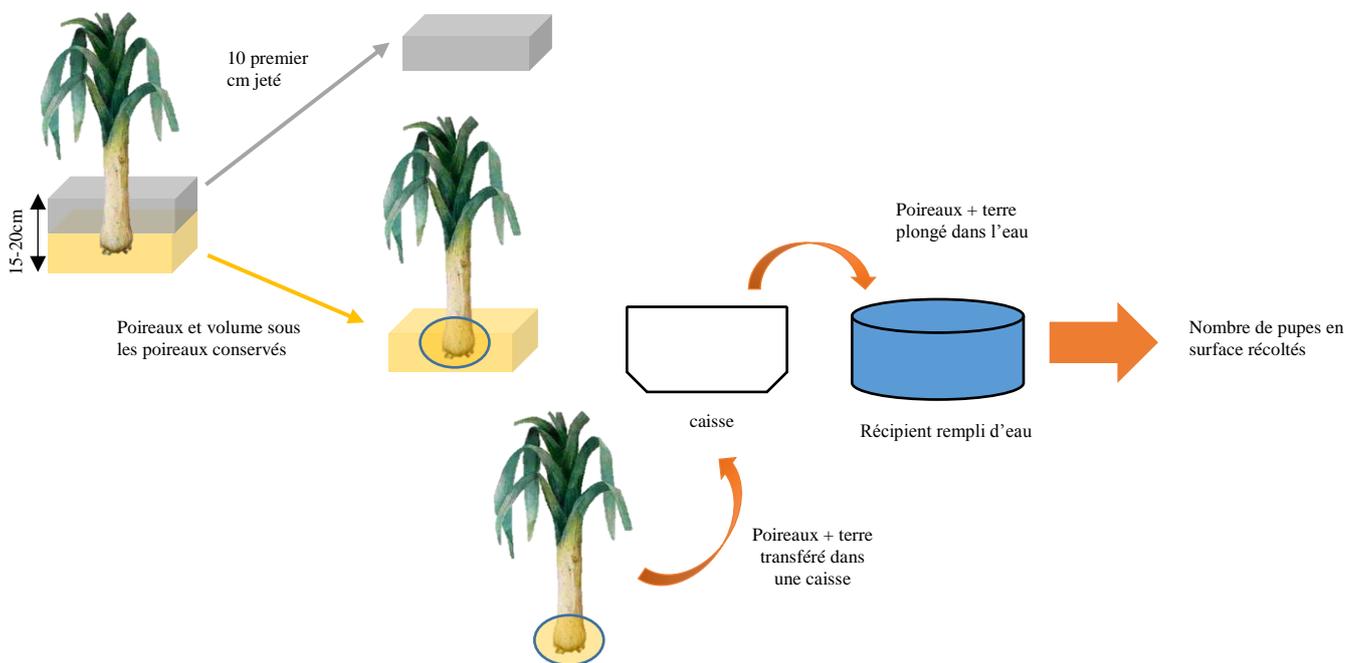


Figure 17 : Schéma de la méthode pour récupérer les fûts de poireaux ainsi que leur rhizosphère sur l'essai à « fenêtre » du printemps (crédit : Pierre Le Boursicaud).

La deuxième notation, elle devait être similaire à celle réalisée sur l'essai d'automne le 22/05. C'est-à-dire un prélèvement de 40 poireaux par modalités et notation de la présence ou l'absence de larves/pupes dans leur fût. Cependant au moment de la notation en semaine 27, qui précède la récolte, les larves et les pupes ne sont pas présentes dans les fûts. Cela peut s'expliquer par une différence de développement des poireaux au deux dates de notations. En effet les poireaux de l'essai d'automne le 22/05 était bien développés (7-9 feuilles), ils contenaient des larves et des pupes d'un vol de printemps. Les poireaux de l'essai de printemps étaient quant à eux petits et fins lors du vol qui les a attaqués au printemps. Les larves issues de ce vol sont descendues jusqu'au niveau du plateau racinaire pour entrer en pupaison. Jusqu'à la semaine 27, les poireaux ont continué à se développer. Les anciennes feuilles ont séché et sont tombées laissant la place à de nouvelles feuilles. Celles-ci ont permis aux poireaux de reprendre une croissance normale sans déformation de leur fût. Par conséquent les pupes sont présentes au niveau du plateau racinaire ou dans la rhizosphère. Lorsque qu'un plant est arraché, ces pupes restent dans la terre empêchant de réaliser la notation initiale. D'autres méthodes ont donc été choisies :

- La première consiste à comparer les rendements des modalités. Il s'agit d'arracher 20 poireaux issus d'un mètre de planche pour chaque modalité. Les poireaux sont préparés en retirant une à deux feuilles de façon à avoir un fût propre et l'aspect d'un poireau commercialisable (c'est-à-dire enlever les feuilles sèches et la terre). Ces poireaux sont pesés, leur poids constituant les valeurs à comparer entre les modalités.
- La deuxième se fera sur le prélèvement de fûts et leur rhizosphère à différents endroits de la modalité (Figure 16). Le volume prélevé correspond à la terre autour du plateau racinaire, c'est la zone où les pupes se sont déposées et imbriquées dans les racines. Les pupes étant au niveau du plateau racinaire, à environ 10-15cm sous la surface. Il est inutile de prélever l'horizon situé au-dessus du plateau racinaire, il est donc enlevé (Figure 17). Quatre poireaux sont prélevés 4 fois dans chaque modalité (4*1 poireaux) et dans chaque répétition soit 16 fûts récoltés. La terre et les poireaux sont disposés dans des caisses dans un hangar à température ambiante. Puis la terre est mélangée avec de l'eau afin de récupérer les pupes qui flottent (Figure 17).

v. Sonde météo

Les données climatiques, correspondant à la période de l'étude, sont enregistrées via une sonde climatique. Celle-ci est située sur la commune de La PLANCHE (44140) et mesure la température quotidiennement.

Rapport-Gratuit.com

vi. Epluchage des poireaux minés

Lors des premières récoltes de poireaux primeur, au mois de mai, quelques poireaux présentant des symptômes de mineuses ont été récupérés sur différentes exploitations. Ces poireaux sont issus d'un semis de septembre (les dates diffèrent selon les exploitants). Sur une période de 4 semaines, 20 poireaux touchés sont prélevés et épluchés afin de déterminer le taux d'infestation et la localisation des larves dans les poireaux. Ces poireaux étant récupérés sur les chaînes de lavage des exploitations, les deux premières feuilles qui sont sèches ont déjà été enlevées. Chaque feuille est épluchée pour déterminer le nombre de larves et/ou pupes. Cela permet de déterminer dans quelles feuilles se logent les larves en général. Puis avec les itinéraires culturaux des exploitations il est possible de mettre en lumière une/des méthodes qui ont réduit le taux d'infection chez certain maraîcher. Cette opération a été effectuée sur 7 exploitations.

d. Statistiques mises en place

i. Test T de Student

L'objectif de ce test est de comparer les moyennes de deux populations ou deux groupes. La variable est mesurée sur « n » individus de deux groupes qui doivent respecter les conditions d'utilisations : les observations sont indépendantes, la variable suit la loi normale pour les deux groupes, la variance est la même pour les deux groupes (Dagnelie, 1998). La normalité est vérifiée par le test de Shapiro. L'égalité des variances, aussi appelé homoscedasticité, par le test de Bartlett. Les hypothèses formulées sont :

- H_0 = les moyennes des deux groupes sont égales.
- H_1 = les moyennes des deux groupes ne sont pas égales.

ii. ANOVA

Lors d'un test ANOVA, l'objectif est de déterminer l'existence ou non de différences significatives entre les moyennes de plusieurs groupes. Les hypothèses formulées sont :

- H_0 = les moyennes sont toutes égales.
- H_1 = les moyennes ne sont pas toutes égales.

Pour appliquer ce test il faut que les conditions d'utilisations soient respectées : les observations sont indépendantes, la variable suit la loi normale au sein de chaque modalité, la variance est la même pour toutes les modalités (Dagnelie, 1998). Comme pour le test T, ce sont les tests de Shapiro et Bartlett qui sont utilisés.

Rapport-gratuit.com 

LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

Le Boursicaud Pierre | Identification, suivi et impact du vol de printemps de *Phytomyza gymnostoma* LOEW sur poireau, *Allium porrum*

iii. Test de Kruskal-Wallis

Pour pouvoir comparer les moyennes de plusieurs groupes lorsque les conditions d'utilisation de l'ANOVA ne sont pas respectées, il faut réaliser un test non paramétrique de Kruskal-Wallis. Les tests non paramétriques permettent l'analyse statistique sans prendre en compte la loi normale et l'égalité des variances des variables observées (Dagnelie, 1998).

iv. Epluchage des poireaux

Les groupes correspondent au numéro de feuilles : F1, F2, F3, F4, etc. Ils sont constitués de n=22 valeurs correspondant aux nombres de galeries, larves et pupes observées dans chaque numéro de feuille. Ce sont des échantillons non appariés et indépendants les uns des autres.

Après application du test de Shapiro au risque d'erreur 5% sur les résidus ils s'avèrent qu'ils suivent une loi normale. L'homoscédasticité des variances est également respectée, vérifiée par un test de Bartlett au risque d'erreur 5%. Les conditions sont donc réunies pour appliquer un test anova à un facteur (le nombre d'individu dans une feuille) au risque $\alpha = 0,05$. La p.value est inférieure à 0,05 et démontre que les groupes sont différents significativement.

Pour établir des groupes de niveau homogène des taux d'infestations par feuilles, des comparaisons deux à deux par le test de Student, ont été effectués entre les modalités.

v. L'essai à « fenêtre »

Il s'agit d'un dispositif en blocs aléatoires complets de 4 répétitions et dont les unités expérimentales correspondent aux modalités d'ouvertures du filet. Chaque modalité compte 4 unités expérimentales.

La notation du 24/05 : les valeurs obtenues représentent un nombre d'individus déformés pour chaque unité expérimentale, elles sont qualitatives, indépendantes et non appariées. Les échantillons entre les modalités sont non appariés et indépendants. Les groupes correspondent aux 8 modalités, ils contiennent n=4 observations.

Après application du test de Shapiro au risque d'erreur 5%, les résidus ne suivent pas une loi normale. Le test de Bartlett au risque d'erreur 5% montre que l'homoscédasticité des variances n'est pas non plus respectée. Un test paramétrique comme l'ANOVA est alors impossible. Il est nécessaire de réaliser un test de Kruskal-Wallis qui est non paramétrique. Le résultat de ce test au risque 5% d'erreur démontre qu'il n'y a pas de différences significatives entre les groupes.

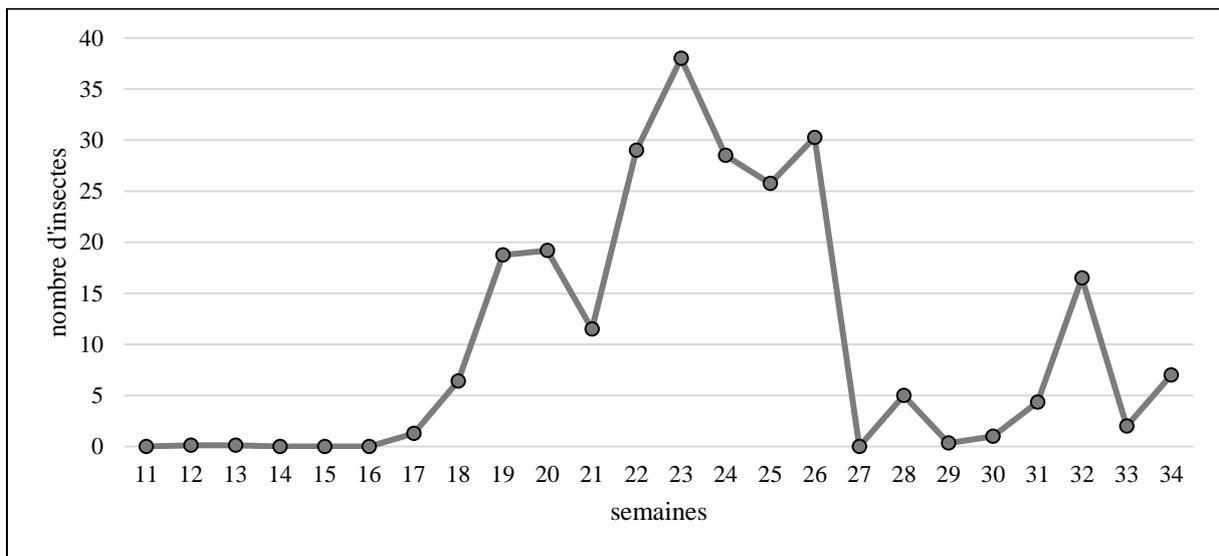


Figure 18 : Nombre moyen de *Phytomyza gymnostoma*, capturées dans le département de Loire-Atlantique sur plaques engluées jaunes, au cours des semaines 11 à 34 de 2017.

Notation semaine 27 : effectuée sur les rendements des poireaux et sur le nombre de pupes dans les prélèvements. La démarche est la même que pour la notation du 24/05.

- Pour la notation du rendement, les 8 modalités (à n=4) définissent les groupes et leurs valeurs sont qualitatives, indépendantes et non appariées. Les résidus ne suivent pas une loi normale, l'homoscédasticité des variances n'est pas non plus respectée. Les conditions ne permettent pas d'appliquer un test paramétrique. Le test de Kruskal-Wallis au risque 5% d'erreur démontre qu'il n'y a pas de différences significatives entre les groupes.
- Pour la notation des pupes, les 8 modalités définissent les groupes. 4 prélèvements par unités expérimentales ont été effectués, les modalités ont donc n=16. Les résidus ne suivent pas une loi normale, l'homoscédasticité des variances n'est pas non plus respectée. Les conditions ne permettent pas d'appliquer un test paramétrique. Le test de Kruskal-Wallis au risque 5% d'erreur démontrent qu'il n'y a pas de différences significatives entre les groupes.

e. Entretien avec un ingénieur du CTIFL

Sébastien Picault, ingénieur au CTIFL et chargé de programme sur le poireau, a accepté un entretien afin que je puisse avoir d'avantages d'informations sur mon sujet, récupérer de la bibliographie et avoir un avis de spécialiste sur mes théories issues de la lecture de mes résultats. Cet entretien a eu lieu le 26/07/2017.

Résultats

a. Suivi des insectes

Le suivi s'est déroulé sur toute la durée du stage sur plusieurs parcelles, y compris celles des essais. Différents ravageurs autres que les mouches mineuses ont été retrouvés : mouches du semis, tenthrèdes, cicadelles, etc. Les plaques ont capturé plus de mouches que les bols, le graphique en Figure 18 montre le nombre moyen de mouches retrouvées sur les plaques. De nombreuses *P. gymnostoma* ont été retrouvées sur les pièges avec 3 pics de vols, en semaine 19/20, en semaine 23 et 32. Le vol ou les vols se sont étendus sur une période de 17 semaines, de la deuxième de mai à la dernière semaine d'août environ. Plus de 35 mouches en moyenne par piège ont été recensées la semaine 23. Parmi les parcelles étudiées, l'une d'elles n'a pas été traitée. Il s'agit de la parcelle où se situe l'essai d'automne, le nombre de *P. gymnostoma* capturées est, de fait, plus important.

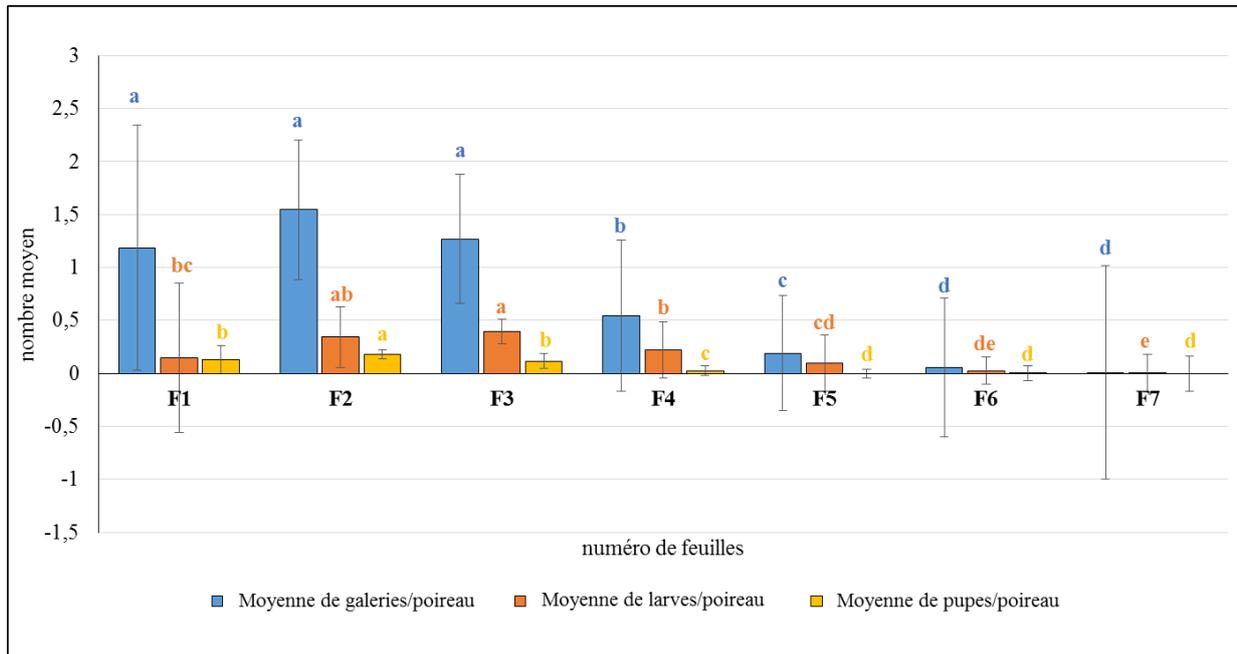


Figure 19 : Nombre moyen de galeries, pupes et larves dans les feuilles par poireaux minés, récupéré chez 7 exploitations maraîchères de Loire-Atlantique. Les lettres a, b, ab, bc, c, cd, d, de, e correspondent à des groupes de niveaux établis via le test T de Student.

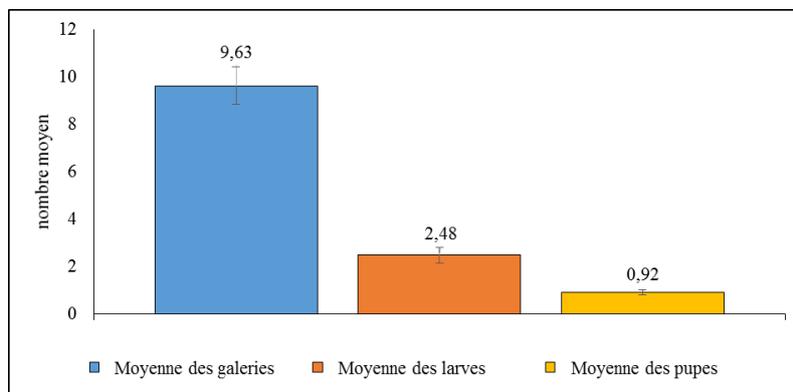


Figure 20 : Nombre moyen du total de galeries, pupes et larves dans les poireaux minés récupérés chez 7 exploitations maraîchères de Loire-Atlantique.

b. Épluchage des poireaux attaqués

La Figure 19 montre la moyenne des galeries, des larves et des pupes par feuilles. Les feuilles les plus proches du cœur hébergent peu voire pas du tout de larves, celles-ci sont plutôt présentes dans les feuilles 1, 2, 3, 4, 5 (Figure 19). Les feuilles 1, 2 et 3 sont celles qui présentent le plus de galeries, larves et pupes. Ces trois feuilles concentrent 83% des galeries, 71,5% des larves et 93,5% des pupes. De plus on peut supposer qu'une larve produit plusieurs galeries puisque le nombre de larves est bien inférieur au nombre de galeries. Le graphique suivant, Figure 20, présente le nombre moyen de galeries, larves et pupes par feuilles pour l'ensemble des poireaux étudiés. Dans ces poireaux il y a en moyenne plus d'une larve et 0,5 pupes, soit un poireau touché sur deux avec une pupes. Les poireaux sont infestés par plusieurs individus de *P.gymnostoma* issus de différentes pontes, car ils hébergent des stades (larves et pupes) de développements différents. Les poireaux des parcelles proches de haies ou de jardins de particuliers sont les plus touchés. Les jardins abritent souvent des potagers avec différentes espèces d'Alliacées rendant propice le développement de *P. gymnostoma*.

c. Notation de l'essai automnal

Larves et pupes ont été retrouvées lors de la notation avec des dégâts importants dans toute la parcelle. L'analyse des modalités ne peut pas être réalisée. En effet cet essai destiné à identifier le vol des mouches mineuses en région nantaise a été noté trop tardivement. L'essai à « fenêtre », qui s'est déroulé en automne, a été couvert avant la saison froide comme le reste de la parcelle. Après la découverte de la parcelle en mars (semaine 11) les poireaux étaient accessibles pour les ravageurs. Les mouches mineuses déjà en activités ont pondu sur les poireaux de l'essai. Ainsi les larves trouvées dans les modalités sont issues du vol de printemps. L'absence de filet sur l'essai en mars implique que les pontes ont lieu sur toutes les modalités. Les résultats tirés de cette notation ne permettent pas de borner le vol d'automne.

Cette notation permet toutefois de donner une estimation du pourcentage d'attaque d'une parcelle non traitée. La parcelle montre un taux d'infestation élevé, 54% des poireaux prélevés présentaient des dégâts ou abritaient des insectes (Annexe 4). Ce résultat illustre l'impact que peut avoir la mouche mineuse si elle n'est pas prise en charge.



Figure 21 : Photo de l'essai à « fenêtre » du printemps sans le filet, le 06/06/2017 (crédit : Pierre Le Boursicaud).

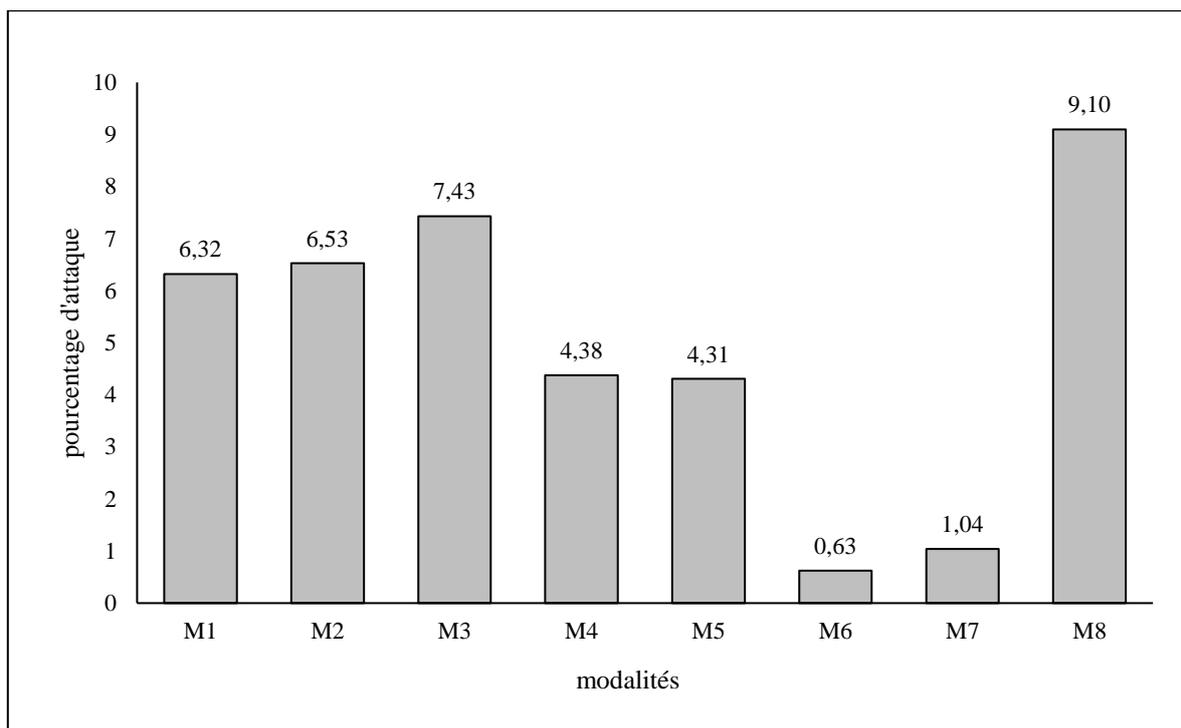


Figure 22 : Moyenne du pourcentage d'attaque sur les différentes modalités « non traitées aux produits phytosanitaires » de l'essai à « fenêtre » du printemps, le 24/05/2017. M1 = Sans pose de plastique ni filet. M2 = Pose du filet semaine 12 jusqu'à la récolte. M3 = Pose du filet semaine 12, celui-ci est retiré la semaine 12 puis reposé début semaine 13. M4 = Pose du filet semaine 12, celui-ci est retiré la semaine 13 puis reposé début semaine 14. M5 = Pose du filet semaine 12, celui-ci est retiré la semaine 14 puis reposé début semaine 15. M6 = Pose du filet semaine 12, celui-ci est retiré la semaine 15 puis reposé début semaine 16. M7 = Pose du filet semaine 12, celui-ci est retiré la semaine 16 puis reposé début semaine 17. M8 = Pose du filet semaine 12, celui-ci est retiré la semaine 17 puis reposé début semaine 18.

d. Notation de l'essai de printemps

i. Notation le 24/05/2017

Le 24 mai soit 2 semaines après le retrait du filet (le 08/05), les poireaux étaient à un stade encore peu développé (Figure 21). Les poireaux déformés, conséquence des attaques de mineuses, étaient facilement repérables. Une notation visuelle sur l'ensemble des poireaux des modalités a été effectuée. Les pourcentages d'attaques relevés sont de l'ordre de 4 à 9% pour les modalités les plus touchées, M1, M2, M3, M4, M5 et M8 (Figure 22). La modalité témoin (M1) a 6,25% d'attaques (mais ce n'est pas la plus touchée). En effet, les modalités M2, M3, M8 ont des taux d'attaques supérieurs. Si le témoin, bien que découvert en permanence, n'est pas le plus touché, il ne peut pas constituer une référence pour comparer avec les autres modalités.

Ces variations importantes peuvent être causées par :

- des erreurs lors de la pose du filet,
- des mauvaises appréciations de la part de l'expérimentateur.
- plus probablement, dû à l'hétérogénéité de l'attaque des mineuses. Les mouches ont pu attaquer en zone et non sur toute la parcelle.

Suite à l'analyse statistique, il s'avère que l'ensemble des modalités ne montre pas de différences significatives au risque d'erreur de 5%. Pour autant il n'y a pas non plus d'effet blocs. On ne peut pas déterminer de période(s) de vol(s) avec ces résultats.

Cependant nous constatons que les modalités 6 et 7 semblent être très peu touchées, 0,48% et 1,04%. Cela pourrait indiquer un arrêt du vol et des pontes pour les semaines 15 et 16 (période du 10/04 au 24/04). En semaine 17 pour ce qui correspond à la modalité 8, le pourcentage de poireaux déformés est le plus important, de l'ordre de 9%, de nouvelles pontes ont pu avoir lieu. Le vol aurait repris après un arrêt de deux semaines. Cela pourrait correspondre avec le suivi des ravageurs (Figure 18). Il n'y a pas de mineuses piégées en semaine 15/16 puis de nouveaux individus capturés en semaine 17. Cependant la présence d'attaque dans la modalité 2 (modalité producteur), indique que la ponte a eu lieu avant la semaine 12. Soit *P. gymnostoma* était déjà en vol avant la pause du filet, soit des pupes étaient présentes dans le sol de la parcelle faussant alors les résultats de l'ensemble de l'essai. A noter que les valeurs entre les répétitions ne sont pas homogènes.

route	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">rep 1</th> <th colspan="2">rep 2</th> <th colspan="2">rep 3</th> <th colspan="2">rep 4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>M2</td><td>M4</td><td>M5</td><td>M6</td><td>M2</td><td>M6</td><td>M5</td><td>M2</td> </tr> <tr> <td>0,55%</td><td>0,27%</td><td>1,94%</td><td>0,83%</td><td>21,11%</td><td>1,11%</td><td>12,77%</td><td>3,61%</td> </tr> <tr> <td>M1</td><td>M8</td><td>M1</td><td>M8</td><td>M8</td><td>M7</td><td>M3</td><td>M1</td> </tr> <tr> <td>0,83%</td><td>0,83%</td><td>13,33%</td><td>30%</td><td>2,22%</td><td>2,22%</td><td>1,94%</td><td>0%</td> </tr> <tr> <td>M6</td><td>M5</td><td>M4</td><td>M7</td><td>M4</td><td>M3</td><td>M7</td><td>M8</td> </tr> <tr> <td>0%</td><td>0,83%</td><td>1,66%</td><td>0,83%</td><td>1,38%</td><td>4,72%</td><td>0,83%</td><td>3,33%</td> </tr> <tr> <td>M3</td><td>M7</td><td>M2</td><td>M3</td><td>M1</td><td>M5</td><td>M6</td><td>M4</td> </tr> <tr> <td>20,27%</td><td>0,27%</td><td>0,83%</td><td>2,77%</td><td>10,83%</td><td>1,66%</td><td>0%</td><td>14,16%</td> </tr> </tbody> </table>								rep 1		rep 2		rep 3		rep 4		M2	M4	M5	M6	M2	M6	M5	M2	0,55%	0,27%	1,94%	0,83%	21,11%	1,11%	12,77%	3,61%	M1	M8	M1	M8	M8	M7	M3	M1	0,83%	0,83%	13,33%	30%	2,22%	2,22%	1,94%	0%	M6	M5	M4	M7	M4	M3	M7	M8	0%	0,83%	1,66%	0,83%	1,38%	4,72%	0,83%	3,33%	M3	M7	M2	M3	M1	M5	M6	M4	20,27%	0,27%	0,83%	2,77%	10,83%	1,66%	0%	14,16%	essais
	rep 1		rep 2		rep 3		rep 4																																																																										
	M2	M4	M5	M6	M2	M6	M5	M2																																																																									
	0,55%	0,27%	1,94%	0,83%	21,11%	1,11%	12,77%	3,61%																																																																									
	M1	M8	M1	M8	M8	M7	M3	M1																																																																									
	0,83%	0,83%	13,33%	30%	2,22%	2,22%	1,94%	0%																																																																									
	M6	M5	M4	M7	M4	M3	M7	M8																																																																									
	0%	0,83%	1,66%	0,83%	1,38%	4,72%	0,83%	3,33%																																																																									
	M3	M7	M2	M3	M1	M5	M6	M4																																																																									
	20,27%	0,27%	0,83%	2,77%	10,83%	1,66%	0%	14,16%																																																																									
	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>M8</td><td>M4</td><td>M2</td> </tr> <tr> <td>3,38%</td><td>5,88%</td><td>0,75%</td> </tr> </tbody> </table>							M8	M4	M2	3,38%	5,88%	0,75%	traitement																																																																			
	M8	M4	M2																																																																														
	3,38%	5,88%	0,75%																																																																														
	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>M7</td><td>M9</td><td>M5</td> </tr> <tr> <td>0%</td><td>10,62%</td><td>22,38%</td> </tr> </tbody> </table>							M7	M9	M5	0%	10,62%	22,38%																																																																				
	M7	M9	M5																																																																														
	0%	10,62%	22,38%																																																																														
<table border="1"> <tbody> <tr> <td>M6</td><td>M3</td><td>M1</td> </tr> <tr> <td>0,38%</td><td>2,63%</td><td>42,88%</td> </tr> </tbody> </table>							M6	M3	M1	0,38%	2,63%	42,88%																																																																					
M6	M3	M1																																																																															
0,38%	2,63%	42,88%																																																																															

Figure 23 : Schéma du plan expérimental de l'essai à « fenêtre » du printemps, avec les taux d'infestations par modalités « non traitées aux produits phytosanitaires » et « traitées aux produits phytosanitaires » (crédit : Pierre Le Boursicaud).

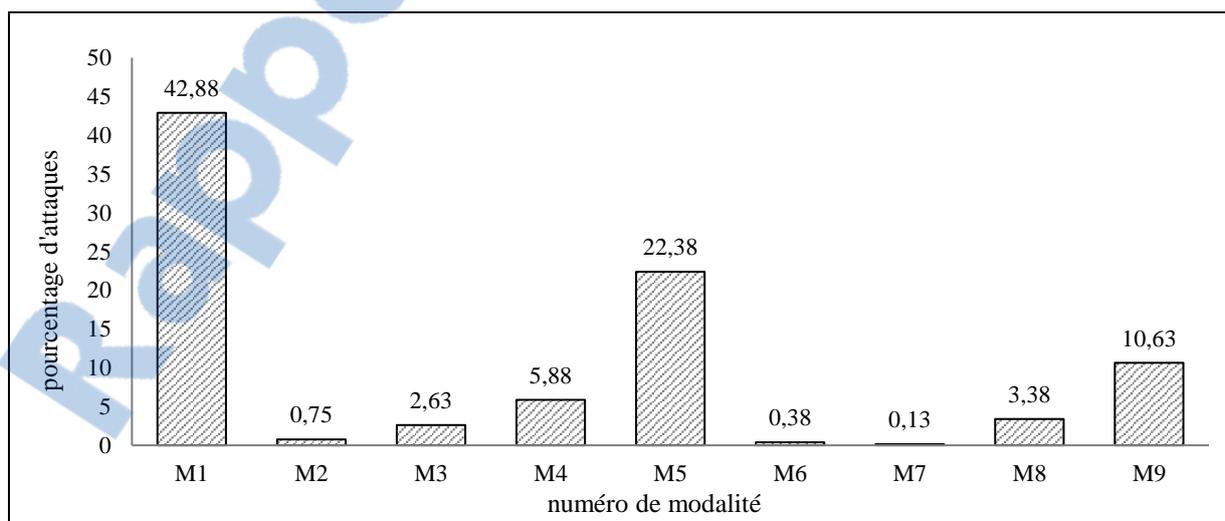


Figure 24 : Moyenne du pourcentage d'attaque sur les différentes modalités « traitées aux produits phytosanitaires » de l'essai à « fenêtre » du printemps, le 24/05/2017. Modalité identique à celle de la partie « non traitée aux produits phytosanitaires », mais qui subissent un traitement au Musdo4® avant recouvrement. La modalité 9 (M9) = sans pose de filet et traitée de façon alterné chaque semaine par du Msudo4® et de l'Agripec®.

C'est le cas de la modalité 8, avec une moyenne de 9% d'attaques mais avec une répétition qui cumule 30% d'attaques (Figure 23). En ce qui concerne les modalités traitées aux produits phytosanitaires (Figure 24) l'absence de répétitions ne permet pas de faire de statistiques. Les informations données servent à estimer l'effet des produits utilisés. En théorie si les produits sont efficaces les pourcentages d'attaques devraient être moins importants dû à l'effet des produits.

Il y a une forte infestation sur le témoin (M1 = non couvert/non traité), de près de 45%, bien supérieur aux autres modalités et au témoin « non traitée » qui est de 6,25%. La différence d'infestation entre la modalité 1 « traitée » et la modalité 1 « non traitée » montre l'hétérogénéité des vols. Les taux d'attaques pour les autres modalités excepté M5 sont faibles, de 0% à 5% (Figure 24). Les observations sur les modalités 6, 7 et 8 sont similaires à celles effectuées sur la partie « non-traitée », avec de très faibles résultats pour M6 et M7 et une augmentation en M8. Les 22% d'attaques en modalité 5 ainsi que les 0,75% d'attaque en modalité 2 sont très différents des taux observés en partie « non traitée ». Cela confirme l'hétérogénéité des vols. Néanmoins tous les taux d'attaques sont plus faibles que la partie « non traitées », notamment pour la modalité 9. Celle-ci étant découverte en permanence, à l'instar de la M1, son taux d'attaques devrait être élevé. L'application de produits à semble-t-il réduit le pourcentage de poireaux déformés, passant de 45% en M1 à 10,6% en M9. Il y a donc une certaine répétitivité des résultats entre la partie « traitée » et la partie « non traitée ». Notamment en ce qui concerne les modalités 6 et 7, qui suggèrent un arrêt du vol à cette période.

ii. Notation semaine 27

La seconde notation devait être similaire à celle effectuée sur l'essai à « fenêtre » de l'automne, mais comme expliqué précédemment (voir iii. du matériel et méthode) cette notation a été différente.

La Figure 25 montre le rendement des modalités, il correspond au poids en kilogramme de 20 poireaux. Pour les modalités « non traitées », des différences allant jusqu'à plus d'1kg sont observées, exemple entre la modalité 5 et la 2. Il n'y a pas de différences significatives avec l'anova au risque d'erreur 5%. Les différences présentes ici ne correspondent pas avec les observations visuelles de la première notation du 24/05 (Figure 22). En effet les modalités les plus attaquées sont censées avoir un rendement inférieur, pourtant des modalités avec beaucoup de poireaux déformés comme la 8 ou encore la 3 ont des rendements plus importants que la modalité 6 qui a eu peu d'attaques.

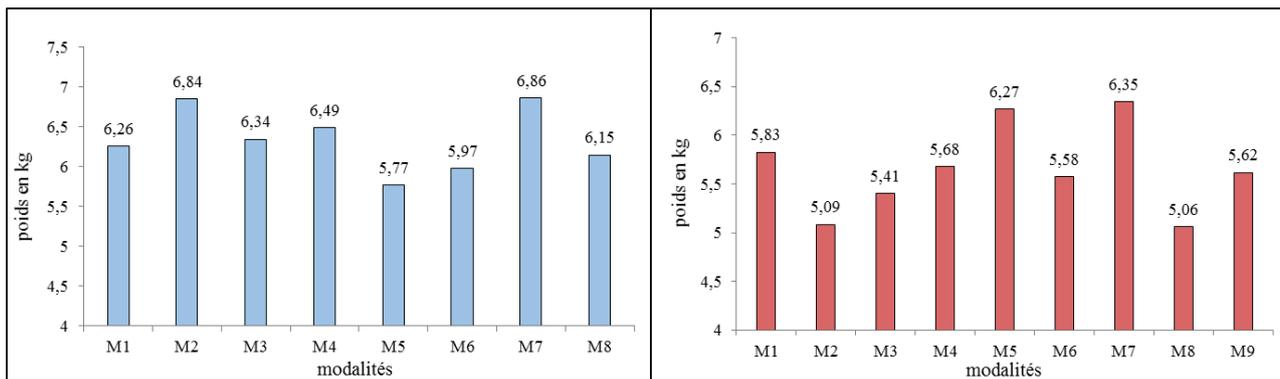


Figure 25 : Poids moyen en kilogramme de 20 poireaux récoltés par modalité « non traitées aux produits phytosanitaires » (en bleu, graphique de gauche) et « traitées aux produits phytosanitaires » (en rouge, graphique de droite), en semaine 27 de l'essai à « fenêtre » du printemps 2017.

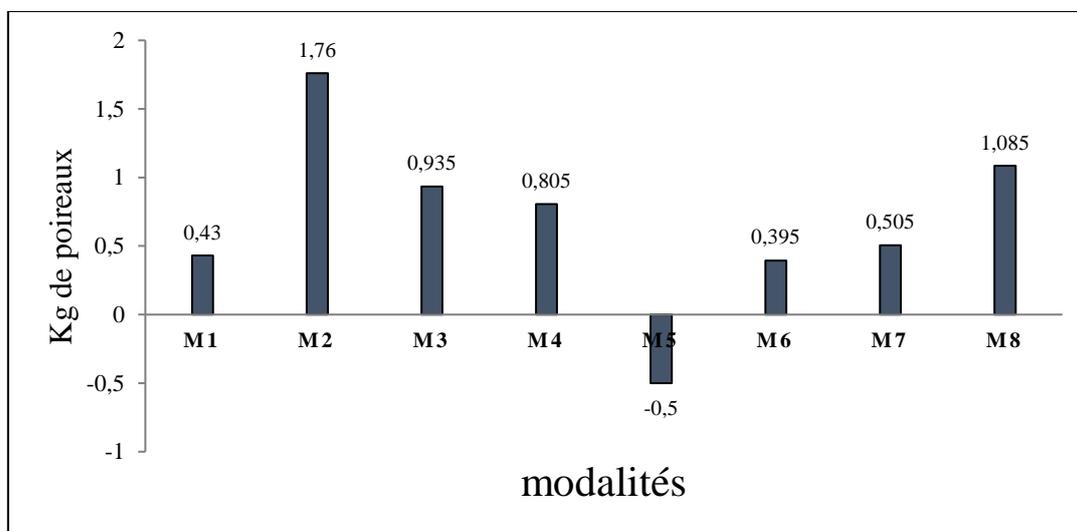


Figure 26 : Comparaison des rendements (en kilogramme) des modalités « traitées aux produits phytosanitaires » et « non traitées aux produits phytosanitaires » de l'essai à « fenêtre » du printemps, en semaine 27 de 2017.

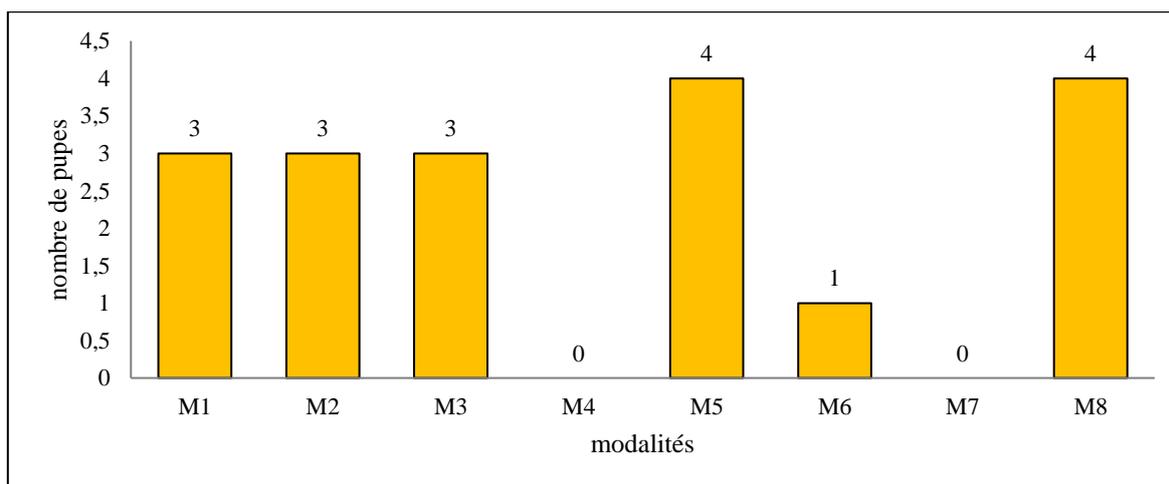


Figure 27 : Nombre de pupes récoltées, en semaine 27, dans les fûts et leur rhizosphère des modalités « non traitées aux produits phytosanitaires » de l'essai à « fenêtre » du printemps de 2017. M1 = Sans pose de plastique ni filet. M2 = Pose du filet semaine 12 jusqu'à la récolte. M3 = Pose du filet semaine 12, celui-ci est retiré la semaine 12 puis reposé début semaine 13. M4 = Pose du filet semaine 12, celui-ci est retiré la semaine 13 puis reposé début semaine 14. M5 = Pose du filet semaine 12, celui-ci est retiré la semaine 14 puis reposé début semaine 15. M6 = Pose du filet semaine 12, celui-ci est retiré la semaine 15 puis reposé début semaine 16. M7 = Pose du filet semaine 12, celui-ci est retiré la semaine 16 puis reposé début semaine 17. M8 = Pose du filet semaine 12, celui-ci est retiré la semaine 17 puis reposé début semaine 18.

Les poireaux déformés ont réduit la densité, créant une compensation de rendements. Les poireaux seraient alors de calibres différents ne permettant pas une commercialisation homogène.

Pour les modalités « traitées » (en rouge sur le graphique de droite en Figure 25), les différences sont un peu plus importantes allant jusqu'à 1,5 kg de variation (la M8 et M7 par exemple). Ces résultats sont également sans relation avec la première notation. Le témoin (M1) qui avait le plus d'attaques a un rendement plus élevé que la plupart des autres modalités. De même la modalité 2 avec très peu d'attaque le 24/05 à ici un rendement faible qui ne correspond pas avec ce qui était attendu.

D'autres facteurs déterminent le rendement, comme l'irrigation, la qualité du sol, le climat, etc. Il est possible qu'il n'y ait pas de lien entre rendement et taux d'attaques. Il est donc difficile d'établir une relation avec la notation précédente.

La comparaison des rendements (Figure 26) montre que la partie « non traitée » a des rendements supérieurs à celle « traitée ». Les traitements auraient dû accroître les rendements, car ils sont censés réduire le taux d'attaque et donc de poireaux déformés. Il se trouve que ce n'est pas le cas. La relation entre le taux d'attaque et le rendement n'est pas donc pas établie. Les prélèvements de fûts ne sont pas non plus très concluants, le nombre de pupes trouvées dans la terre ou au niveau du plateau racinaire n'est pas différent significativement au risque 5% (Figure 27). Le nombre de pupes retrouvées sur 16 fûts de poireaux varie de 0 à 4, des valeurs trop faibles pour espérer voir des différences significatives. Il aurait été plus adéquat de prélever plus de terre et de poireaux, seulement le temps imparti pour récupérer un seul fût est trop important. En effet pour l'ensemble des 164 prélèvements il faut compter en moyenne 4h par jours pendant une semaine sans compter la durée nécessaire pour extraire les pupes. Les pupes retrouvées dans les modalités sont plus de l'ordre du hasard que d'une réelle différence d'attaques.

Discussion

a. Essais d'automne et du printemps peu exploitables

Les deux essais à « fenêtre » mis en place à l'automne et au printemps ne montrent pas de différences significatives entre les modalités. Ils ne peuvent pas permettre de définir le début, le pic et la fin de vol.

Pour l'essai d'automne, le plastique a été enlevé une fois que les poireaux étaient trop imposants pour continuer leur croissance sous la protection plastique en mars. Ceci a permis aux mouches, issues d'un vol de printemps, de venir pondre dans l'essai. Le vol d'automne est alors impossible à borner. L'essai donne toutefois une information importante. La parcelle n'étant pas traitée l'attaque de mineuses au printemps a été élevée, de l'ordre de 54% d'attaque.

Pour l'essai du printemps, les résultats ne sont pas concluants. Le comptage de poireaux déformés lors de la première notation ne permet pas d'établir des différences entre les modalités. La modalité témoin, équivalente aux autres, et la présence d'attaque dans la modalité « producteur » (M2) ne permet pas de conclure sur l'effet des dates de découvertures. Les poireaux peuvent également être déformés par d'autres ravageurs comme la teigne ou les nématodes (gerbeaud.com, 2015). Toutefois, cette hypothèse est peu probable car la présence de ces ravageurs diffère suivant les créneaux de production.

Lors de la semaine 27, l'absence de pupes et de larves dans les fûts ne permettait pas de réaliser le protocole utilisé sur l'essai d'automne. Celui-ci a alors été retravaillé (cf matériel et méthode). La notation visuelle réalisée le 24/05 sur l'essai de printemps ne pouvait pas non plus être appliquée. Du 24/05 à la semaine 27, les poireaux ont continué à se développer. Les anciennes feuilles ont séché et sont tombées laissant la place à de nouvelles feuilles. Celles-ci ont permis aux poireaux de reprendre une croissance normale sans déformation de leurs fûts. De plus les rendements n'ont pas été affectés par l'attaque de mineuses (Figure 26). Il y a eu une compensation de rendement par les poireaux, donnant des calibres de fûts différents et dépréciant leur commercialisation. Le choix de réaliser des prélèvements puis un comptage a donc été préféré (cf matériel et méthode). Ce n'était pas la meilleure façon de procéder mais une des seules réalisables car cette manipulation est très chronophage. Les échantillons prélevés ont alors été faibles (4 poireaux par modalité et par répétition). La nouvelle méthode de notation effectuée semaine 27 sur le comptage de pupes dans les fûts et la rhizosphère n'a pas pu permettre de déterminer de différences significatives au risque d'erreur 5%. Les échantillons faibles n'ont pas permis d'obtenir des variations suffisamment importantes entre les modalités.

Ainsi pour les deux notations réalisées, le 24/05 et la semaine 27, il n'y a pas de différences significatives entre les modalités au risque d'erreur 5%. Ces résultats ne permettent pas de mettre en évidence un vol précoce, au début du printemps.

Itinéraire culturel utilisé en région Nantaise pour un semis de poireaux

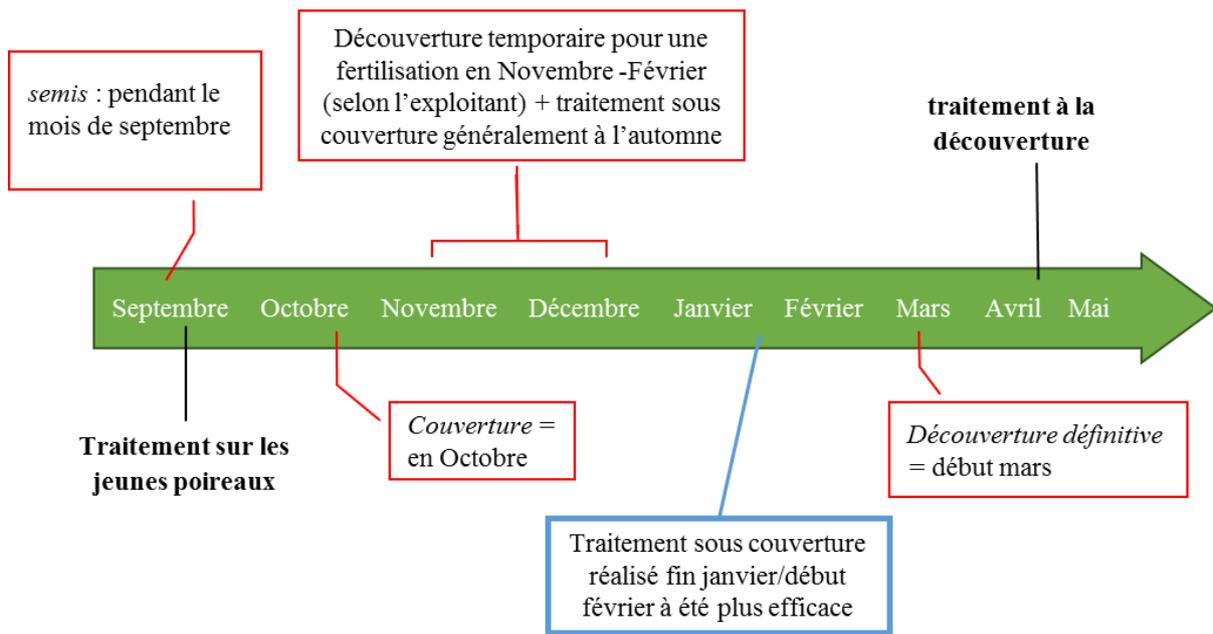


Figure 28 : Schéma de l'itinéraire culturel généralement utilisé en maraîchage pour le semis de poireaux primeur dans la région Nantaise. (crédit : Pierre Le Boursicaud)

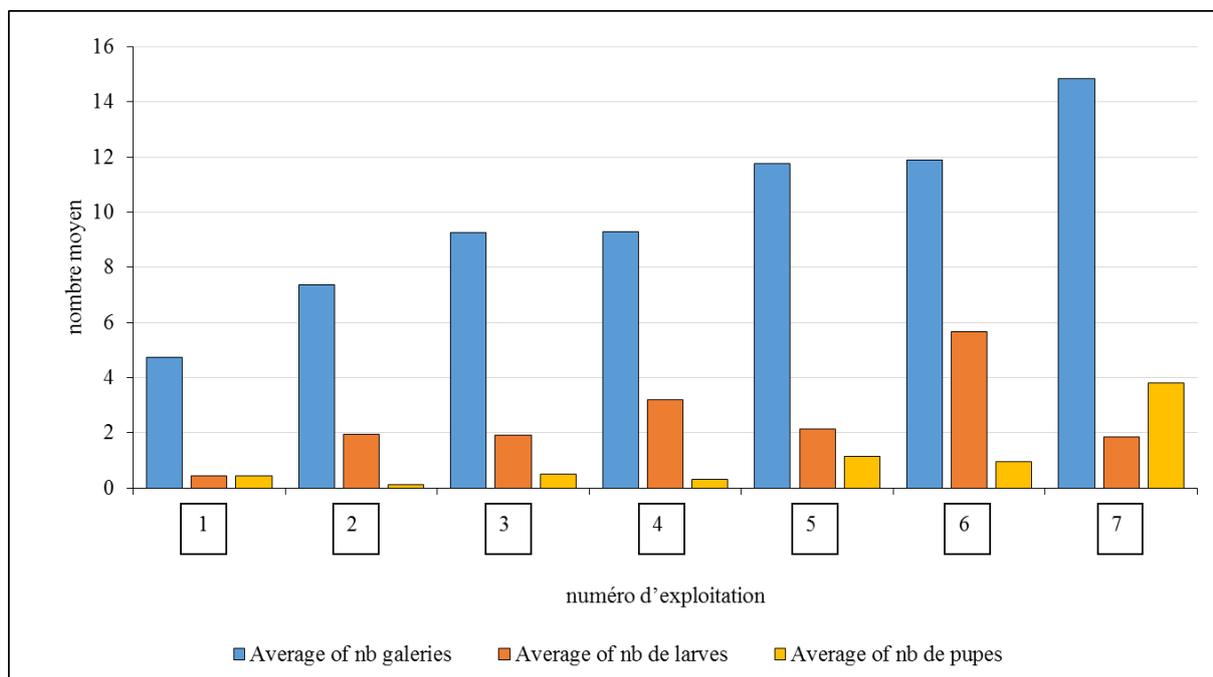


Figure 29 : Moyenne du nombre de galeries, larves et pupes trouvés dans les poireaux minés pour 7 exploitations maraîchère de Loire-Atlantique. Les exploitations sont numérotées de façon à garder leur anonymat.

b. Caractérisations du ou des vols

D'autres points sont néanmoins à discuter et permettent de tirer des informations intéressantes. Le suivi des ravageurs montre des captures d'avril à août (Figure 18). Lors des épluchages de poireaux touchés, des larves ont été retrouvées dans les fûts en mai. Quelle est donc la provenance de ces mouches ? Sont-elles issues de la génération de l'automne ? Ou bien de celle du printemps ?

Il est admis que *Phytomyza gymnostoma* a deux générations dans l'année, une en automne et l'autre au printemps (Spasić & Mihajlović, 1997 ; Bouchery, 2005 ; Coman & Rosca, 2011 ; Durlin et al, 2017). La durée de son cycle en extérieur est d'environ 175-200 jours et de 120 jours en élevage, environ 4 mois (Coman & Rosca, 2011 ; Durlin et al., 2017). Une grande partie de l'année, fin du printemps/été ainsi que fin de l'automne/hiver, *P. gymnostoma* est sous forme de pupes. Des adultes de mouches mineuses ont été capturés jusqu'à la mi-juillet (Figure 18). Des adultes sont donc en activité à la fin du printemps/été, à une période qui correspond à leur pupaison et lors de conditions qui n'ont pas été jugées « optimales » dans la littérature (Bouchery, 2005).

Certaines expériences ont montré que les jours longs n'empêchent pas le développement de la mouche mais le ralentisse seulement (Durlin *et al.*, 2017). L'observation de ces insectes dans les pièges confirme que *P. gymnostoma* est capable de se développer lors d'une photopériode dite « longue », lorsque la durée du jour dépasse celle de la nuit (voir glossaire). Le développement de la pupa y est plus lent et la quantité d'adultes moins importante que pour les conditions « optimales ». Cependant, comment sur une durée de plusieurs mois peut-il y avoir des observations d'adultes chaque semaine (Figure 18) ?

i. Troisième génération

Les captures de mouches ne commencent qu'à partir de la semaine 17 (Figure 18) c'est-à-dire fin avril. Lors de l'essai à fenêtre de printemps, les découvertes ont eu lieu en mars et avril (de la semaine 12 à la semaine 18). Des poireaux attaqués ont été observés à ces périodes (Figure 22), des adultes sont donc venus pondre dans ceux-ci.

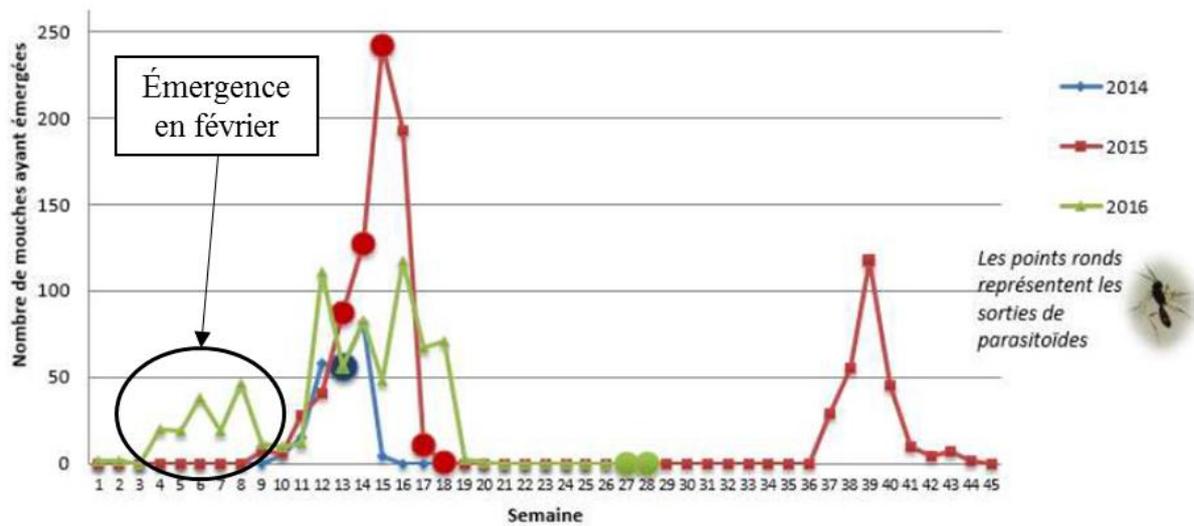


Figure 30 : Sorties des mouches mineuses *P. gymnostoma* issues de pupes maintenues en conditions extérieures, années 2014, 2015, 2016. (« Étude de la biologie du ravageur émergent *Phytomyza gymnostoma* (LOEW) : un préalable nécessaire à la mise en œuvre de la protection intégrée », Durlin et al. Fig 1(données CTIFL), 2017).

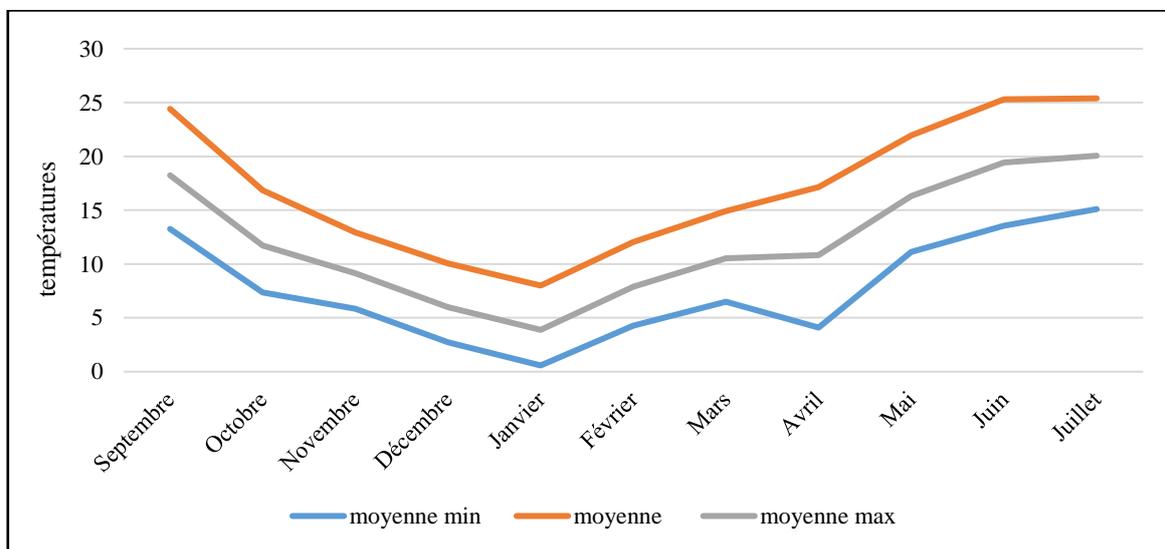


Figure 31 : Relevé de températures par une sonde climatique de Septembre 2016 à Juillet 2017, à La Planche, 44140.

Deux hypothèses peuvent expliquer cela :

- 1^{ère} hypothèse : les mouches volaient déjà en mars et n'étaient pas piégées car la pause des plaques a été trop tardives.
- 2^{ème} hypothèse : des pupes étaient déjà présentes dans le sol, ce qui expliquerait les attaques alors que les modalités étaient sous le filet.

Les différents itinéraires culturels des exploitants permettent d'expliquer ces deux hypothèses (Figure 28). Dans les parcelles suivies, les maraîchers qui ont traité sous plastique, au mois de Février, ont des attaques moins élevées sur leur production. Les traitements effectués en février par les producteurs 1 et 2 ont réduit fortement l'attaque sur leur parcelle de poireaux. De près de 80% en moyenne par rapport à l'exploitant 6 qui a la plus forte infestation de larves (Figure 29). L'hypothèse envisagée est que des adultes de *P. gymnostoma* ont émergé à cette période (fin janvier/début février).

Ces émergences ont été confirmées par plusieurs professionnels, tels que le CTIFL à Carquefou (44470) et LCA à Tour-en-sologne (41250). Leurs élevages de mouches mineuses montrent également des sorties en février. Une émergence de *P. gymnostoma* a donc bien eu lieu en février. Ce vol en février avait déjà été repéré et ne constitue pas un cas isolé. En 2016, dans les élevages du CTIFL, les sorties d'adultes avaient déjà commencées en février contrairement à 2014 et 2015 où les vols s'étaient restreints à avril/mai (Durlin *et al.*, 2017) (Figure 30). L'hypothèse alors formulée est que l'hiver de 2016 fut doux suivi d'un printemps frais favorisant le développement de la mouche (Durlin *et al.*, 2017). L'hiver 2017 (Figure 31) a quant à lui été équivalent aux normales de saison de Nantes entre 1961 à 1990 (infoclimat.fr). C'est-à-dire un hiver froid avec une moyenne autour de 5°C pour janvier et février et des températures autour de 10°C pour mars et avril. L'émergence printanière de 2016 et 2017 n'est pas donc pas initiée par un hiver doux. Que ce soit en élevage ou sur le terrain les émergences initiées en février semblent s'étalées sur plusieurs mois. Sur l'essai à « fenêtre » du printemps, le 24/05, la présence d'attaques sur les modalités 3 et 8 indique l'existence de pontes entre mars et avril. En conditions d'élevages la sortie de mineuses adultes se stoppe autour des semaines 17-19, c'est-à-dire fin avril/début mai (données CTIFL, 2015-2016, Figure 30).

Pourtant les mouches ont été capturées jusqu'en juillet (Figure 18). Le piégeage ne mesure pas l'émergence, seulement la présence des mouches sur une parcelle. Les mouches capturées en juillet-août peuvent être âgées et provenir de semaines antérieures.

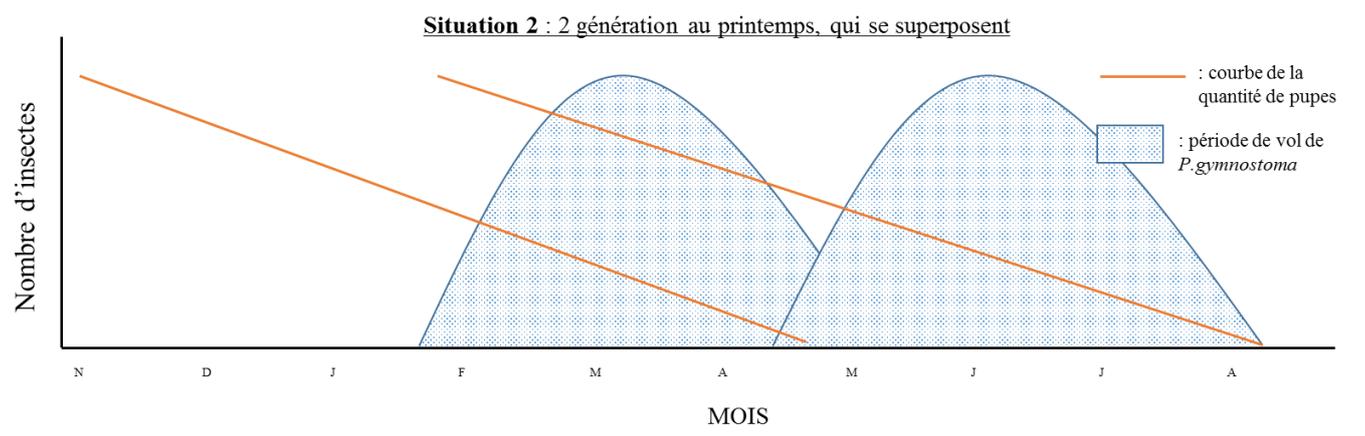
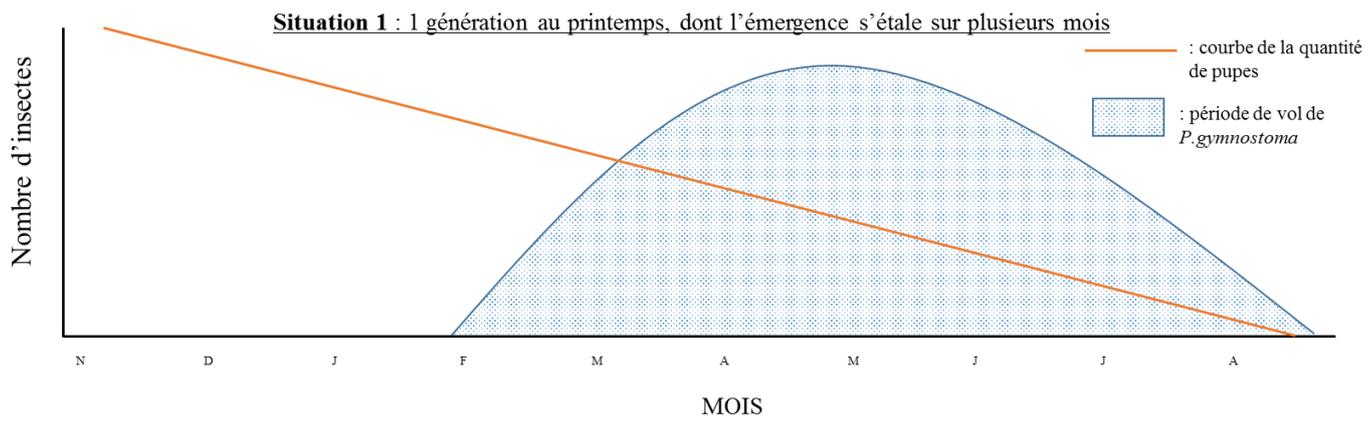


Figure 32 : Schémas explicatifs des hypothèses pour la chronologie du/des vol(s) de printemps (crédit : Pierre Le Boursicaud).

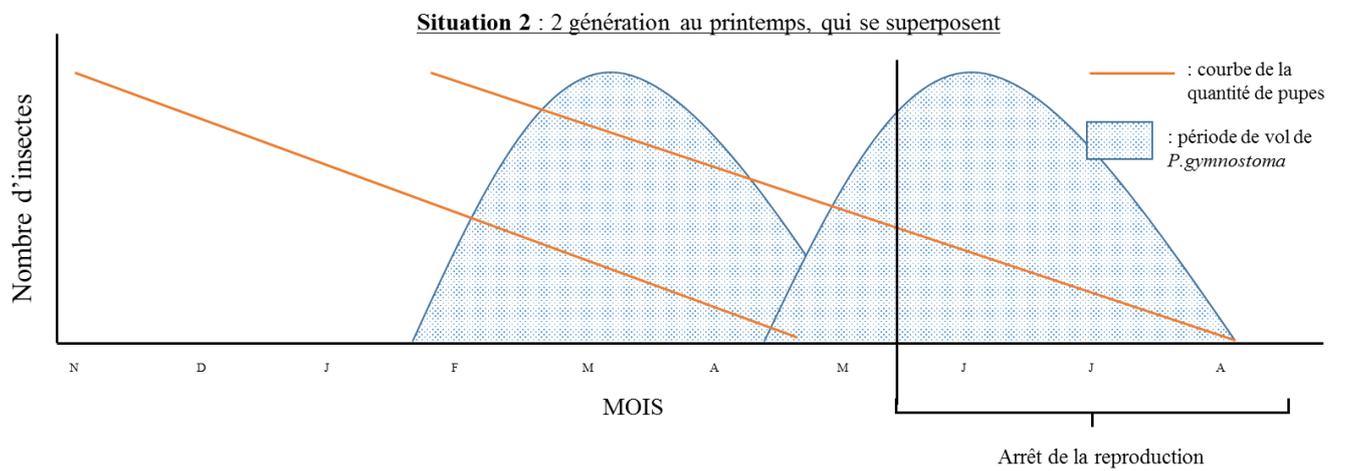


Figure 33 : Schéma bilan des possibles vols de printemps de *Phytomyza gymnostoma* en région nantaise (crédit : Pierre Le Boursicaud)

L'espérance de vie de la forme adulte de *P. gymnostoma* ne lui permet pas de vivre plus de 2 semaines (Durlin *et al.*, 2017). En conséquence *P. gymnostoma* ne devrait pas être retrouvée dans les pièges au-delà de la semaine 21 (semaine 19+2). L'étalement des émergences observé en élevage n'explique pas pourquoi les mouches sont piégées jusqu'en semaine 34 (Figure 18). Les conditions d'élevages sont différentes des conditions extérieures, beaucoup de facteurs entrent en jeu. Le climat, la pédologie des sols, les précipitations, etc... Des facteurs qui peuvent expliquer ces différences entre les observations en élevage de mineuses et les observations sur le terrain.

Deux hypothèses peuvent être envisagées pour expliquer les *P. gymnostoma* piégées jusqu'à l'été :

- Situation 1 = soit elles appartiennent à la même génération que celles de février dont les émergences s'étendent jusqu'en août (Figure 32).
- Situation 2 = soit à une seconde génération qui a lieu de avril à août, issue du vol précoce qui a lieu entre février et avril (Figure 32).

Depuis quelques années les équipes du CTIFL ont observé, une seconde émergence de *P. gymnostoma* dans leur élevage. Après les émergences de février jusqu'en avril, ils n'enregistrent plus d'émergences et les sorties reprennent au cours du mois de juin (Picault S., communication personnelle, le 26 juillet 2017). Le cycle de *Phytomyza gymnostoma* étant d'environ 120 jours en élevage, les pontes et les vols ont pu avoir lieu :

- 1^{er} vol et ponte : au cours du mois de février lors des émergences observées à cette période-là au CTIFL. Avec un vol issu de ces émergences qui s'étend de février à avril.
- 2^{ème} vol et ponte: trois à quatre mois après (environ 120 jours) en juin, un nouveau vol par les adultes issus des pontes précédente. Ce schéma pourrait correspond à la situation 2 (Figure 32).

Cette possible seconde génération au printemps, encore non décrite à ce jour, peut s'expliquer par une méconnaissance de la biologie de *P. gymnostoma*. Une autre hypothèse plus difficile à imaginer serait qu'il s'agit d'une adaptation de *P. gymnostoma* aux conduites de cultures réalisées dans la région nantaise.

Les poireaux touchés ont continué à être observés, jusqu'à la mi-juin. La présence de larves dans les poireaux était inexistante dès la fin mai. De plus, les piqûres de nutriments ne sont plus observées. Des études décrivent une situation similaire où des poireaux plantés le 15 avril, ont 47% de taux d'attaques, alors que ceux plantés après le 15 mai étaient peu endommagés (Sionek, 1998). Cependant, comme expliqué précédemment, la présence d'adultes dans les pièges suggère que les émergences ont toujours lieu. Il n'y aurait pas de reproduction pour les mouches qui émergent tardivement, à la fin du printemps (Figure 33). Pour expliquer cette non-reproduction plusieurs hypothèses peuvent être formulées :

- Avec la récolte des parcelles de poireaux, les mouches perdent leur hôte. Les mineuses peuvent alors réaliser leur cycle sur une autre espèce d'Alliacé. Ce qui rend les larves moins présentes dans les poireaux restant.
- La deuxième hypothèse est que les mineuses qui apparaissent sont face à des conditions environnementales défavorables (jours longs et chaleur), alors elles ne se reproduiraient pas. Toutefois des recherches plus récentes ont démontré que ces facteurs ne stoppaient pas leur développement. Ils influencent plutôt la quantité de mouches et la rapidité de leur croissance (Durlin *et al.*, 2017).

c. Voies de résolutions

i. Travaux mécaniques

Pour faire face à la problématique de la mouche mineuse *P. gymnostoma*, plusieurs pistes peuvent être explorées. Notamment en ce qui concerne les méthodes culturales, il est nécessaire d'effectuer des rotations sur les parcelles. Pour la plupart des producteurs, les parcelles de poireaux sont les mêmes depuis plusieurs années, accumulant les inocula de maladies et de ravageurs. Il faut également éviter de déposer les déchets issus de la récolte, telle que les feuilles arrachées ou les poireaux abîmés, sur les parcelles en tant qu'amendement organique. Les pupes et larves contenues dans ces déchets peuvent alors être réincorporées au sol et infecter la prochaine culture. Les déchets issus de la récolte pourraient être compostés, mais cela demande d'investir dans des containers dédiés. L'occupation de l'espace par de tels dispositifs est aussi à prendre en compte.

L'implantation des parcelles proches de haies, prairies ou de jardins favorisent la présence de mouches. Les espèces d'Alliacée qui y sont présentes, généralement non traitées chimiquement, permettent aux mineuses de réaliser leur cycle. Engendrant la conservation d'une population de *P. gymnostoma* dans les régions.

Les parcelles pour les cultures de poireaux devraient être isolées de ces lieux pour empêcher l'arrivée des mineuses sur la culture. Une prévention pour éviter ces réserves de mineuses pourrait également être mise en place auprès des exploitants et des particuliers résidant dans les zones maraîchères, de façon à limiter la présence d'Alliacées, non traitées, dans la zone de production.

Les mouches mineuses rentrent en pupaison quand elles arrivent à la base du fût, au niveau du plateau racinaire (Bouchery, 2005). Dans la nature, la pupa se trouve donc à une profondeur de 5 à 10cm dans le sol. En culture de poireaux, les pratiques culturales changent ces conditions « naturelles ». Les poireaux étant « butés » les pupes se retrouvent à environ 15cm sous la surface ce qui, potentiellement, empêche les adultes de remonter en surface. Cependant le travail mécanique de la parcelle, s'effectue via un labour pour enterrer les déchets de poireau issus de la récolte, ce qui amènerait les pupes à la surface. Cette hypothèse est à vérifier car d'autres insectes, avec un stade larvaire créant des mines, ne rencontrent pas de difficulté à remonter à la surface. C'est le cas pour la mouche de la carotte, *Psila rosae*, qui émerge de sa pupa à 15-20cm sous la surface (Picault, 2013).

ii. Lutte en Biocontrôle

Des parasitoïdes existent, pendant les élevages de mouches par le CTIFL des parasitoïdes de la mineuse ont également émergé. Leur nombre ne représentait que 5% du nombre total de mouches (Figure 30) (Durlin *et al.*, 2017). Des études ont établi qu'un hyménoptère, *Halticoptera circulus*, régule la population de *Phytomyza gymnostoma* au bout de la quatrième année d'infestation par celle-ci (Spasić & Mihajlović, 1997). Les mécanismes naturels de régulation des populations pourraient réduire les attaques à l'avenir, à condition de ne pas éliminer ces auxiliaires via de trop nombreux traitements phytosanitaires. Les recherches sur cet auxiliaire sont très faibles et le cycle n'est pas encore décrit à ce jour. Il faudrait donc s'assurer que les parasitoïdes soient présents sur le créneau de production printanier, notamment lors du premier vol qui intervient en février.

Conclusion

Les essais d'automne et de printemps n'ont pas permis de mettre en évidence une période précise de vol pour la mouche *P. gymnostoma*. Dans les conditions des essais, aucune différence significative au risque d'erreur 5% n'a été observée. Après notation des modalités pour l'essai d'automne, le pourcentage moyen d'attaque est de 54%.

L'essai du printemps montre que les pupes étaient déjà dans le sol avant la culture ou que les mouches étaient en vol avant la mise en place de l'essai. Ces résultats démontrent le manque d'informations sur le cycle de *P. gymnostoma* et la nécessité d'approfondir cette étude. Sans mesure pour réguler la mouche mineuse *P. gymnostoma*, plus de la moitié de la récolte n'est pas commercialisable. Les pertes économiques sont importantes pour les producteurs, la mouche mineuse des Allium est un ravageur important qui doit être contrôlé. Actuellement le manque de solutions rend la gestion de la culture de poireaux problématiques. Certains maraîchers, sont contraints d'arrêter leur production de poireaux à cause des dégâts engendrés par *P. gymnostoma* (Durlin et al., 2017). Dans la région, chez les exploitants qui pratiquent un maraîchage conventionnel les pertes à la récolte sont de quelques pourcentages à plus de 40% (chiffre CDDM, 2017). Pour pouvoir lutter efficacement, il est nécessaire de connaître au mieux la biologie de la mouche. D'où l'intérêt d'étude sur la durée, la période des vols et autres expérimentations de ce genre. Cela permet de formuler des hypothèses pour de nouvelles voies d'actions.

Les essais lors de ce stage ont été mis en place suivant la parcelle du maraîcher et les facteurs dus à l'environnement n'ont pas été étudiés. Il faudrait prendre en compte si la parcelle a des gradients ou de l'hétérogénéité dans un facteur, comme la qualité du sol, le taux d'humidité, la présence de haies ou jardin, etc. Idéalement les parties traitée et non traitée de l'essai à « fenêtre » auraient dû être séparées pour éviter que des produits dérivent sur les modalités non traitées lors de leur application.

L'essai aurait également dû être répété en plusieurs endroits avec différents types de parcelles pour avoir un jeu de données plus conséquent et ainsi être plus précis :

- Sur des terrains qui n'ont jamais cultivé de poireaux pour savoir si les mineuses sont bien présentes dans les sols avant l'implantation des poireaux.
- Répéter l'expérience sur des parcelles similaires à celle étudiée dans ce rapport.
- Réaliser plusieurs essais dans l'année, avec un premier au début de l'année en février/mars, afin de s'assurer de la capture des premières sorties de mouches. Un second, pour prendre le relais, réalisé lorsque les poireaux sont trop imposants sous le filet. Il peut être placé en avril/mai, de façon à suivre le vol et la reproduction jusqu'en juin.

Dans les conditions de l'essai, il s'est avéré que la notation visuelle était la plus intéressante. Il faut néanmoins s'assurer que ce sont bien des dégâts liés aux mineuses qui sont observés. Ces notations visuelles ne sont valables qu'à un certain stade de développement du poireau. Les poireaux déformés ne le sont plus une fois bien développés. La récolte de fûts et de la rhizosphère est très contraignante à mettre en place, cela nécessite un effectif de poireaux suffisants (effectif ≥ 10) pour espérer obtenir des informations sur la biologie. Certaines études placent les poireaux minés à un stade jeunes dans des pots. Les pupes sont ensuite récupérées par tamisage de la terre (Bouchery, 2005 ; Durlin et al, 2017). Cette méthode ne prend pas en compte les facteurs environnementaux mais permet des effectifs à observer plus importants. La reproduction des mouches à cette période pourrait également être mise en évidence par épiluchage d'échantillons de poireaux pour y rechercher la présence éventuelle de larves.

Pour vérifier que *P. gymnostoma* est incapable de remonter à la surface lorsqu'elle est en profondeur, des horizons de terres provenant de parcelles de poireaux pourraient donc être étudiés. Cela pourrait être des horizons de trois épaisseurs différents, 5-10-15cm, issus de parcelles infestées lors de la culture de poireaux précédente. Différents facteurs sont à tester : sols aux textures différentes, itinéraires culturaux différents, sur sol nu ou cultivé, etc.

La poursuite des essais doit être essentielle pour récolter plus d'informations sur *P. gymnostoma*. En accumulant les données, les résultats seront plus fiables et permettront la mise en place de méthodes de lutte.

Bibliographie

Articles:

BIRLOUEZ E., « Ail, oignon et autres Alliées : approche historique et culturelle ». Phytothérapie, Juin 2016, Volume 14, Issue 3, pp 141–148.

BOUCHERY Y., « La mouche mineuse du poireau (*Phytomyza gymnostoma*) : biologie et lutte. », Journées Techniques Fruits & Légumes et Viticulture Biologiques Beaune, les 6 et 7 décembre 2005, pp.92-101.

COMAN M., ROSCA I., « Biology and life-cycle of leafminer *Napomyza (Phytomyza) gymnostoma* LOEW., a new pest of allium plants in Romania. » South Western Journal of Horticulture, Biology and Environment Vol.2, No.1, 2011. pp.57-64.

DURLIN L., PICAULT S., POLLET S., OSTE S., « Étude de la biologie du ravageur émergent *Phytomyza gymnostoma* (LOEW) : un préalable nécessaire à la mise en œuvre de la protection intégrée » AFPP - Sixième conférence sur les moyens alternatifs de protection pour une production intégrée, Lille, 21-22-23 Mars 2017.

JAVOY M., 2009. Un ravageur important des poireaux- La mouche mineuse du genre *Allium*. Jardins de France, pp. 29-31

MAZOLLIER C., TRON C., 2011. Dossier spécial : *Phytomyza gymnostoma*, un ravageur préoccupant du poireau. » Refbio maraîchage PACA, 4 p.

PICAULT S. « Biodiversité fonctionnelle en cultures légumières : Régulation naturelle de la mouche de la carotte *Psila rosae* ». Infos CTIFL, Juillet-Aout 2013 N°293 p38-52

SIONEK R., «Effect of leek planting dates on damage to plants by spring generation of the leek leaf miner (*Napomyza gymnostoma* Loew)». Progress in Plant Protection 1999 Vol.39 No.2 pp.500-502 ref.8

SPASIĆ R., MIHAJLOVIĆ L. J., « *Napomyza gymnostoma* Loew - a pest on bulbed vegetables in Serbia and its parasitoids ». Quatrième Conférence Internationale sur les Ravageurs en Agriculture, 6-7-8 janvier 1997, le Corum, Montpellier, France. Tome 2. 1997 pp.549-552 ref.6

Livre :

DAGNELIE, Pierre (1998), Statistique théorique et appliquée. Statistique descriptive et bases de l'inférence statistique, tome 1, De Boeck

Site internet :

L'Association d'Organisations de Producteurs Nationale (AOPN) Poireau de France. Poireau de France [en ligne]. Association Poireau de France, 2014 [consulté le 06/06/2017]. Sa production. Disponible sur : <http://www.lepoireau.fr/sa-production/>

Rapport-gratuit.com 

LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

Les fruits et légumes frais [en ligne]. Interprofession des fruits et légumes, [consulté le 06/06/2017]. Poireau, carte d'identité. Disponible sur :
<http://www.lesfruitsetlegumesfrais.com/fruits-legumes/legumes-feuilles/poireau/carte-identite>

Agreste. Donnée de synthèse [en ligne]. Ministère de l'agriculture et de l'alimentation, 2017 [consulté le 06/06/2017]. Statistique agricole annuelles (SAA). Disponible sur :
<http://agreste.agriculture.gouv.fr/donnees-de-synthese/statistique-agricole-annuelle-saa/>

Les fruits et légumes, données 2015 [en ligne]. France Agrimer, 2016 [consulté le 06/06/2017]. Disponible sur :
<http://www.franceagrimer.fr/content/download/46944/448977/file/chiffres%20cl%C3%A9s%202015%20FL%20provisoires.pdf>

Comité départemental de développement maraîcher [en ligne]. CDDM, 2013 [consulté le 06/06/2017]. Le maraîchage en Loire-Atlantique. Disponible sur :
<http://www.cddm.fr/page/le-mara%C3%AEchage-en-loire-atlantique>

Infoclimat. Climatologie [en ligne]. Normes et records de 1961 à 1990, Nantes-Atlantique (44) – altitude 26m [consulté le 02/08/2017]. Association info climat. Disponible sur :
<http://www.infoclimat.fr/climatologie-07222-nantes-atlantique.html>

R. R: The R Project for Statistical Computing [en ligne]. R, 2017 [consulté le 08/08/2017]. Disponible sur :
<https://www.r-project.org/>

R. R Documentation and manuals [en ligne]. R, 2017 [consulté le 08/08/2017]. Disponible sur :
<https://www.rdocumentation.org/>

DESFEMMES C. Teigne du poireau (ver du poireau) [en ligne]. Gerbeaud, 2015 [consulté le 18/08/2017]. Disponible sur :
<http://www.gerbeaud.com/jardin/fiches/teigne-ver-poireau.php>

Edition Larousse. Dictionnaire Français [en ligne]. Larousse dictionnaire de français [consulté le 31/08/2017]. Disponible sur :
<http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais>

SARL Futura-Sciences. Futura-Santé [en ligne]. Définition [consulté le 31/08/2017]. La photopériode. Disponible sur :
<http://www.futura-sciences.com/sante/definitions/biologie-photoperiode-6101/>

The Dow Chemical Company. Dow Agrosience France [en ligne]. Nos produits [consulté le 31/08/2017]. Musdo4. Disponible sur :
<http://www.dowagro.com/fr-fr/france/produits/insecticides/musdo-4>

Syngenta. Syngenta France [en ligne]. Protection des cultures [consulté le 31/08/2017]. Agrimec Pro. Disponible sur :
<https://www.syngenta.fr/produits/protection-des-cultures/insecticides/agrimec-pro>

Annexes

Annexe 1 : Calendrier des semaines de 2017 de janvier à août et planning de l'essai à « fenêtre » de printemps.

01 Jour de l'an	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août
	1	5	9	14	18	22	26	31
	2	6	10	15	19	23	27	32
	3	7	11	16	20	24	28	33
	4	8	12	17	21	25	29	34
	5	9	13	18	22	26	30	35

CALENDRIER 2017
1er semestre

			12 mise en place du filet sur l'essai. Filet retiré sur M1, M3 et M9	14 traité M4 (Success) et M1 (Vertimec). Filet sur M4 (après traitement), retiré sur M5	18 traité sur M8 (Success) et M1 (Vertimec). Filet sur M8 (après traitement)			
			13 traité M3 et M1 (Success). Filet sur M3 (après traitement), retiré sur M4	15 traité sur M5 et M1 (Success). Filet sur M5 (après traitement), retiré sur M6	19 fin de l'essai. Filet retiré sur toutes les modalités			
			16 traité sur M6 (Success) et M1 (Vertimec). Filet sur M6 (après traitement), retiré sur M7	17 traité sur M7 et M1 (Success). Filet sur M7 (après traitement), retiré sur M8				

Annexe 2 : plan de l'essai à « fenêtre » d'automne

Route	✱					
	M5 r1	M8 r1	M4 r1	M7 r1	M9 r1	M7 R4
	M3 r1	M9 r2	M1 r1	M2 r1	M3 r2	M2 R4
	M5 r2	M6 R1	M9 r3	M4 r2	M8 r2	M9 r4
	M7 R2	M5 r3	M1 r2	M6 R2	M2 R2	M2 R3
	M3 r3	M4 r3	M3 r4	M8 r3	M1 r3	M6 R4
	M7 R3	M1 r4	M6 R3	M4 r4	M5 r4	M8 r4
	✱					

Annexe 4 : schéma du plan expérimental de l'essai à « fenêtre » de l'automne avec les taux d'infestation par modalités (*crédit : Pierre Le Boursicaud*).

Route	✠					
	M5	M8	M4	M7	M9	M7
	r1	r1	r1	r1	r1	R4
	90%	70%	63%	55%	55%	43%
	M3	M9	M1	M2	M3	M2
	r1	r2	r1	r1	r2	R4
	68%	83%	63%	33%	18%	13%
	M5	M6	M9	M4	M8	M9
	r2	R1	r3	r2	r2	r4
	53%	73%	65%	75%	50%	48%
	bande non traitée					
	M7	M5	M1	M6	M2	M2
	R2	r3	r2	R2	R2	R3
	55%	40%	70%	33%	53%	23%
M3	M4	M3	M8	M1	M6	
r3	r3	r4	r3	r3	R4	
95%	55%	50%	43%	53%	50%	
M7	M1	M6	M4	M5	M8	
R3	r4	R3	r4	r4	r4	
45%	83%	55%	55%	78%	43%	
✠						

54% de poireaux
attaqués



Auteur(s) : Pierre Le Boursicaud

Date de naissance : 09/05/1993

Nb pages : 28

Annexe(s) : 4

Année de soutenance : 2017

Diplôme / Mention : Master

Spécialité : Production et Technologie du Végétal (ProTeV)

Parcours :

Option : Semences et plants

Organisme d'accueil : CDDM

Adresse : La métairie neuve,
Pont-Saint-Martin, 44860

Maître de stage : Patrick Verron

Titre français :

Identification du vol de printemps de *Phytomyza gymnostoma* LOEW sur poireau, *Allium porrum*.

Titre anglais:

Spring flight identification of *Phytomyza gymnostoma* LOEW on leek, *Allium porrum*.

Résumé : Depuis quelques années un ravageur a émergé sur culture de poireaux. Il s'agit de *Phytomyza gymnostoma*, une petite mouche de 3mm originaire de l'Europe de l'est. Sa larve creuse des galeries dans les poireaux réduisant le rendement et rendant leur commercialisation impossible. Sa biologie est peu connue. A ce jour deux périodes de vols ont été détectés : au printemps et à l'automne. Si le vol d'automne est bien décrit, celui de printemps à l'inverse reste imprécis. Il est nécessaire de connaître la biologie et la période du ou des vols de printemps de *P. gymnostoma* pour pouvoir lutter contre cet insecte. C'est donc dans le cadre du projet ReProLeg qu'un essai à « fenêtre » a été installé. Un suivi de la population des mouches mineuses a également été mis en place via des pièges sur les parcelles du département de Loire-Atlantique. Les résultats démontrent une hétérogénéité importante des vols de la *P. gymnostoma*. Des mouches mineuses sont capturées d'avril à juillet et l'essai présente des attaques avant la pause du filet. Les élevages de *P. gymnostoma* au CTIFL de Carquefou (44470) indique une émergence des mouches en Février puis un nouveau vol en Juin. Ces données posent l'hypothèse de la présence de deux générations de mouches au printemps.

Abstract: Since a few years a leek pest has emerged. It is *Phytomyza gymnostoma*, a small east-European fly of 3mm. Her larva digs mines in the leek, reducing the yield and preventing their marketing. Its biology is little-known, currently two periods of flight have been detected: during the spring and the autumn. If the autumn flight is well described, in opposition the spring flight is still unclear. It's a necessary to know the biology and the spring flight periods of *P. gymnostoma* to be able to fight this insect. It is therefore in the ReProLeg project that a "windows" experimentation had been installed. A registering of *P. gymnostoma* populations had also been set up by traps on departmental fields of Loire-Atlantique. The results show an important flight heterogeneities of *P. gymnostoma*. Flies was captured from April to July and the experimentation had attacks before the implementation of the net. Farming of *P. gymnostoma* to the CTIFL in Carquefou (44470) indicates an outing of flies in February then a new flight in June. These data raise the hypothesis about the presence of two fly generations in spring.

Mots-clés: poireau, Allium, *Phytomyza gymnostoma*, maraîchage, vol, mouches mineuses, Agromyzidae

Key Words: leek, Allium, *Phytomyza gymnostoma*, market gardening, flight, mining flies, Agromyzidae