

FICHE SYNTHÈSE

Volet 2 – Approche régionale et interrégionale

SUIVI DE POPULATION ET ESSAI EXPLORATOIRE DE TECHNIQUES ALTERNATIVES DE LUTTE CONTRE LA FIANCÉE DANS LE CHOU CHINOIS

| | |
|------------------|--|
| ORGANISME : | Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA) |
| AUTEURS : | Maxime Lefebvre, Ph. D., IRDA Laurence Jochems-Tanguay, M. Env., IRDA Geneviève Legault, agr. M. Sc., MAPAQ |
| COLLABORATEURS : | Julie Marcoux, MAPAQ Caroline Poirier, Ferme Croque-Saisons Sébastien Alix, Ferme Croque-Saisons Odile Nadeau, Ferme Croque-Saisons |

INTRODUCTION

La fiancée (*Noctua pronuba*) est une espèce de Noctuidae dont les larves sont actives à basse température au printemps et à l'automne et causent des dommages significatifs à plusieurs types de culture, notamment aux choux chinois en fin de saison de septembre à octobre. Ces dégâts ont été signalés en Montérégie, au Centre-du-Québec et en Estrie, ainsi que dans les serres froides de l'automne jusqu'à février. Chez certains producteurs, on soupçonne que les papillons pondent leurs œufs dans l'engrais vert précédant la culture, et que les larves émergent ensuite sous les filets anti-insectes. Afin de minimiser ces dommages aux choux chinois de fin de saison, de nouvelles stratégies de lutte doivent être développées. Des observations suggèrent que l'utilisation de l'insecticide *Bacillus thuringiensis* (*Bt*) dans la culture de choux chinois contre les chenilles défoliatrices peut aider à limiter les dégâts causés par la fiancée.

OBJECTIFS

Les objectifs de ce projet exploratoire étaient de **1-** Décrire le cycle de vie de la fiancée dans la région de l'Estrie en évaluant l'efficacité de pièges pour la capture de papillons et de larves; **2-** Le projet visait à faire une revue des différentes techniques alternatives, de tester l'efficacité du *Bt* ainsi qu'une approche culturale au champ à la saison 2023. Au cours du projet, des individus vivants de fiancées ont été conservés. Ces larves ont été mises en élevage, et nous avons eu l'opportunité d'avoir des œufs de première génération. Grâce à cet élevage sommaire, un objectif a été rajouté au projet, soit : **3-** Évaluer le potentiel de la solarisation comme méthode de lutte thermique contre la fiancée.

MÉTHODOLOGIE

Le projet s'est déroulé à la Ferme Croque-Saisons, ainsi qu'au centre de recherche de l'IRDA à Saint-Bruno-de-Montarville. L'efficacité du *Bt* DIPEL® ainsi que le retrait précoce des filets anti-insectes ont été évalués sommairement dans une culture de choux chinois. Des dépistages de la culture, le suivi des larves dans des pièges fosses, ainsi qu'un décompte des larves présentes dans les choux peu avant la récolte ont été réalisés. L'efficacité des pièges Diamond et Unitrap avec un attractif (3-Méthyl-1-butanol, acide acétique et 2-Méthyl-1-propanol) pour fiancée ont été évalués. De plus, afin d'estimer la survie des œufs à des expositions de températures élevées, un bioessai en laboratoire a été effectué, où des œufs ont été exposés à 22, 30 et 40°C pendant des durées variables.

RÉSULTATS

Piégeage des papillons et larves

Très peu d'individus ont été capturés dans les pièges testés. Seulement un papillon a été capturé dans un piège Diamond le 6 septembre, alors qu'aucune larve n'a été recueillie dans les pièges fosses.

Culture de choux chinois

Les dépistages visuels ont permis d'observer l'apparition des dommages causés par la fiancée le 20 août, alors que les premières larves ont été repérées le 29 août. Les applications de *Bt* (22 et 29 août) ne semblent pas avoir fourni une protection supplémentaire. De 19 à 52 larves ont été retirées des choux peu avant les récoltes, ce qui correspond à environ 7 à 16% des plants porteurs de chenilles (**Tableau 1**). Néanmoins, l'essai n'a pas permis de déceler une grande différence entre les parcelles où le *Bt* est utilisé ou non, et où le filet a été retiré plus tôt.

Survie des œufs à la chaleur

L'exposition des œufs à des températures de 30°C et 40°C a eu des conséquences significatives sur leur survie. Une diminution de 32,7% de survie a été observée lorsque les œufs ont été mis à 30°C pendant 5 heures pendant 5 jours consécutifs, comparée au témoin où les œufs ont été conservés à 22°C. De plus, une seule exposition d'une durée de 5 heures à 40°C entraîne une mortalité totale des œufs de fiancée.

IMPACTS ET RETOMBÉES DU PROJET

Très peu d'individus ont été capturés durant le projet, ce qui limite notre capacité à décrire correctement la phénologie de l'espèce. Néanmoins, des informations partielles sur la biologie et le développement de la fiancée sont maintenant disponibles. L'utilisation du *Bt* et la gestion du filet anti-insectes n'ont pas eu un effet très marqué sur les populations de fiancée dans les choux chinois dans notre essai. Cependant, il est important de noter que la portée de nos conclusions est limitée en raison du faible nombre d'individus piégés ou observés dans le cadre du projet et qu'il s'agit d'un essai exploratoire. La thématique mérite tout de même d'être poursuivie, étant donné que le *Bt* est déjà utilisé dans la culture. Enfin, la solarisation semble être une avenue intéressante à explorer comme moyen de lutte contre la fiancée, car les œufs sont sensibles aux augmentations de température. Cela présente un potentiel intéressant, en mettant en place la gestion d'une bâche transparente et occultante lors de la destruction de l'engrais vert. Il demeure néanmoins important de prévenir la colonisation de la culture par les larves lors de fortes infestations.

Tableau 1 : Infestation des larves de fiancée dans les choux chinois avant les récoltes dans le site de l'essai en fonction des traitements.

| Traitement | Planche | Nb de choux avec larves (%) | Nb de plant total |
|---------------------------------|---------|-----------------------------|-------------------|
| 1 - Filet 5 sem. + 2 <i>Bt</i> | 1 | 19 | <i>na</i> |
| | 2 | 52 (16,2%) | 321 |
| 2 - Filet 6 sem. sans <i>Bt</i> | 3 | 24 (7,3%) | 327 |
| 3 - Filet 6 sem. + 3 <i>Bt</i> | 4 | 39 (12,4%) | 314 |

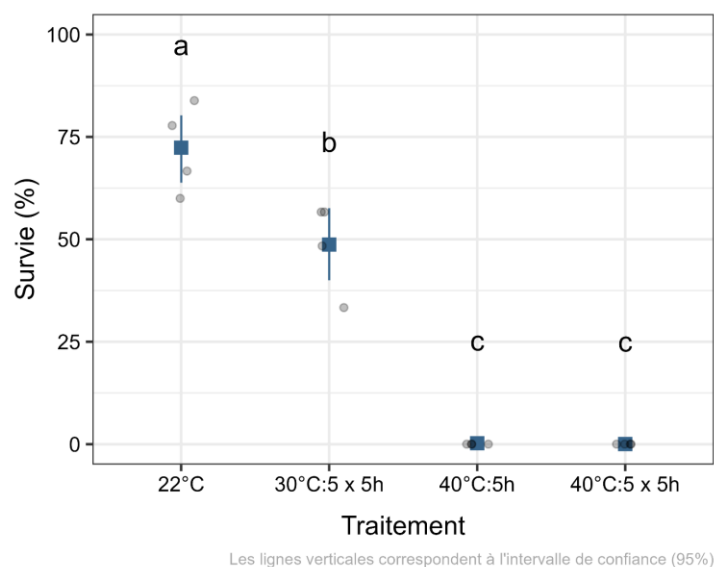


Figure 1 : Survie des œufs de la fiancée après une exposition à différents régimes de température.

DÉBUT ET FIN DU PROJET

02/2023 – 02/2024

POUR INFORMATION

Maxime Lefebvre, Ph. D.
Chercheur en entomologie maraîchère
Responsable scientifique et auteur principal
T : 450 653-7368, poste 321
maxime.lefebvre@irda.qc.ca

Agriculture, Pêcheries
et Alimentation

Québec



Rapport Final

SUIVI DE POPULATION ET ESSAI EXPLORATOIRE DE TECHNIQUES ALTERNATIVES DE LUTTE CONTRE LA FIANCÉE DANS LE CHOU CHINOIS

Durée du projet: FÉVRIER 2023 / FÉVRIER 2024

No de projet : 7393287

Responsable scientifique : Maxime Lefebvre, Ph. D.,



À l'IRDA, on **collabore**, on se **questionne**, on **explore** et on **progressé** ensemble dans la même direction : celle d'une agriculture saine, dynamique et performante.

Nous sommes des **scientifiques**, mais aussi des **gens de terrain** qui **collaborent** avec l'ensemble du milieu agricole.

Notre mission consiste à innover en agroenvironnement pour créer ensemble la production agricole de demain. Consulter le www.irda.qc.ca pour en connaître davantage sur l'Institut et ses activités.

Point de contact pour information

Maxime Lefebvre, Ph. D.
Chercheur en entomologie maraîchère
Responsable scientifique et auteur principal
T : 450 653-7368, poste 321
maxime.lefebvre@irda.qc.ca

Auteurs du rapport

Maxime Lefebvre, Ph. D., IRDA
Laurence Jochems-Tanguay, M. Env., IRDA
Geneviève Legault, M. Sc., MAPAQ

Équipe de réalisation

Maxime Lefebvre, Ph. D., IRDA
Laurence Jochems-Tanguay, M. Env., IRDA
Geneviève Legault, M. Sc., MAPAQ
Justin Ouellette, IRDA

Collaborateurs

Julie Marcoux, MAPAQ
Caroline Poirier, Ferme Croque-Saisons
Sébastien Alix, Ferme Croque-Saisons
Odile Nadeau, Ferme Croque-Saisons

Les résultats, opinions et recommandations exprimés dans ce rapport émanent de l'auteur ou des auteurs et n'engagent aucunement le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation

Merci à notre partenaire financier

Ce projet a été financé par le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation dans le cadre volet 2 du programme Prime-Vert.



Ce rapport peut être cité comme suit :

Lefebvre M., L. Jochems-Tanguay et G. Legault. 2024. Suivi de population et essai exploratoire de techniques alternatives de lutte contre la fiancée dans le chou chinois. Rapport final. IRDA et partenaires. 13 pages. No 7393287.

© Institut de recherche et de développement en agroenvironnement inc. (IRDA)

Résumé du projet

La fiancée (*Noctua pronuba*) est une espèce de Noctuidae dont les larves sont actives à basse température au printemps et à l'automne et causent des dommages significatifs à plusieurs types de culture, notamment aux choux chinois en fin de saison, de septembre à octobre. Ces dégâts ont été signalés en Montérégie, au Centre-du-Québec et en Estrie, ainsi que dans les productions en serres froides de l'automne jusqu'à février. Les dégâts ont été particulièrement graves à l'automne 2021 et persistent en 2022. Chez certains producteurs, il est soupçonné que les papillons pondent leurs œufs dans l'engrais vert précédent la culture et que les larves émergent ensuite sous les filets anti-insectes. Afin de minimiser ces dommages aux choux chinois de fin de saison, de nouvelles stratégies de lutte doivent être développées. Des observations suggèrent que l'utilisation de l'insecticide *Bacillus thuringiensis* (*Bt*) dans la culture de choux chinois contre les chenilles défoliatrices peut aider à limiter les dégâts causés par la fiancée. Des essais ont été entrepris, comprenant un suivi des stades larvaires, afin d'optimiser ces traitements et réduire les pertes liées à la présence de la fiancée.

Afin d'évaluer si la présence de filets anti-insectes entrave la prédation naturelle et favorise ainsi une augmentation de la population de fiancée sous les filets, des observations préliminaires ont été effectuées. Pour vérifier cette affirmation, une approche culturale a été mise en œuvre, consistant à retirer les filets quelques semaines après la transplantation. Ce projet a permis d'obtenir des informations sur la biologie et la dynamique de la fiancée, tout en évaluant le potentiel de contrôle des approches mentionnées. Le projet avait également pour but d'évaluer l'efficacité de deux types de pièges à papillons, ainsi que l'efficacité d'un piège-fosse appâté pour la capture des larves. L'objectif était de dresser un portrait de la phénologie de l'espèce dans nos conditions québécoises. Aussi, quelques spécimens ont été conservés en laboratoire, ce qui nous a permis d'obtenir des informations sur leur développement. Des essais préliminaires visant à déterminer la sensibilité des œufs à des expositions répétées de températures plus élevées ont été réalisés. Ces essais ont été effectués dans le but d'évaluer le potentiel de la solarisation en tant qu'outil de lutte contre la fiancée.

Malheureusement, très peu d'individus ont été capturés au cours de la saison. Les informations partielles sur la phénologie et le développement de la fiancée sont présentés. L'utilisation du *Bt* et la gestion du filet anti-insectes n'ont pas occasionné un effet très marqué sur les populations de fiancée dans les choux chinois. Cependant, il convient de noter que la portée de nos conclusions est considérablement limitée en raison du faible nombre d'individus piégés ou observés dans le cadre du projet. Finalement, la solarisation serait une avenue intéressante à étudier comme moyen de lutte contre la fiancée, puisque les œufs sont sensibles à des augmentations de température. En effet, une exposition répétée des œufs à 30°C (5 fois 5 heures) occasionne une diminution de la survie de 32,7%, alors qu'aucun œuf n'a survécu à une seule exposition à 40°C pendant 5 heures. Ces résultats sont prometteurs et pourraient être mis en œuvre dans un contexte de production où la solarisation pourrait être utilisée, tout en limitant la colonisation de la culture par les chenilles de fiancée.

TABLE DES MATIERES

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | OBJECTIFS ET MÉTHODOLOGIE | 1 |
| 1.1 | Méthodologie..... | 1 |
| 1.1.1 | Site d'étude | 1 |
| 1.1.2 | Précédents culturels et culture | 1 |
| 1.1.3 | Traitements | 1 |
| 1.1.4 | Suivi des populations de fiancée..... | 3 |
| 1.1.5 | Dépistage des plants de choux chinois | 5 |
| 1.1.6 | Fouille systématique et évaluation des dommages | 5 |
| 1.1.7 | Suivi phénologique en laboratoire | 6 |
| 1.1.8 | Impact de l'exposition répétée à de hautes températures sur l'éclosion des larves | 6 |
| 1.1.9 | Analyses statistiques | 7 |
| 2 | RÉSULTATS SIGNIFICATIFS OBTENUS | 7 |
| 2.1.1 | Suivi des populations de fiancée..... | 7 |
| 2.1.2 | Dépistage des plants de choux chinois | 8 |
| 2.1.3 | Phénologie de la fiancée en laboratoire | 10 |
| 2.1.4 | Survie des œufs à de hautes températures | 11 |
| 3 | APPLICATIONS POSSIBLES POUR L'INDUSTRIE | 12 |
| 4 | REMERCIEMENTS | 12 |
| 5 | RÉFÉRENCES | 13 |

Liste des tableaux

| | |
|--|----|
| Tableau 1 : Description des traitements et des régies effectuées dans les planches de production de choux chinois dans le site de l'essai en 2023. | 2 |
| Tableau 2 : Infestation des larves de fiancée dans les choux chinois avant les récoltes et nombre de choux chinois déclassés qui ont été laissés au champ en fonction des traitements. | 10 |

Liste des figures

| | |
|--|----|
| Figure 1 : Schéma du dispositif expérimental à la Ferme Croque-Saisons, et emplacement des stations d'observation et des pièges-fosse appâtés pour la capture des larves de fiancée. | 2 |
| Figure 2 : Site expérimental en photographies. État de la culture et des filets au cours de la saison. | 3 |
| Figure 3 : Disposition des pièges à papillons sur la ferme Croque-Saisons en 2023. | 4 |
| Figure 4 : Photographies des pièges installés pour la capture des papillons. La photo de gauche correspond au piège Delta et celle de droite au piège Unitrap. | 4 |
| Figure 5 : Photo des pièges-fosse appâtés testés dans le projet pour capturer les larves de fiancée au sol. | 5 |
| Figure 6 : Unités expérimentales (solo-cup) contenant les œufs en chambre de croissance dans le cadre de l'essai de l'impact de l'exposition répétée à de hautes températures. | 7 |
| Figure 7 : Dépistage visuel de la présence et de l'impact de la fiancée dans une culture de choux chinois en fonction des traitements. | 8 |
| Figure 8 : Exemple de dommages et de larves de fiancée retrouvés lors de dépistage | 9 |
| Figure 9 : Dommages observés de fiancée dans un chou chinois | 10 |
| Figure 10 : Survie des œufs de la fiancée à la suite d'expositions à différents régimes de température. | 11 |

1 OBJECTIFS ET MÉTHODOLOGIE

Les objectifs de ce projet exploratoire étaient de **1-** Décrire le cycle de vie de la fiancée dans la région de l'Estrie en évaluant l'efficacité de pièges pour la capture de papillons et de chenilles; **2-** Faire une revue des différentes techniques alternatives, de tester l'efficacité du *Bt* ainsi qu'une approche culturale au champ à la saison 2023. Au cours du projet, des individus vivants de fiancées ont été conservés. Ces larves ont été mises en élevage, et nous avons eu l'opportunité d'avoir des œufs de première génération. Grâce à cet élevage sommaire, un objectif a été rajouté au projet, soit : **3-** Évaluer le potentiel de la solarisation comme méthode de lutte thermique contre la fiancée.

L'essai aux champs et le suivi des populations de fiancée dans le cadre de l'objectif 1 et 2 ont été réalisés sur la Ferme Croque-Saisons, alors que l'identification des spécimens piégés, le suivi des individus d'élevage et le test préliminaire sur la sensibilité des œufs à l'exposition à des températures supérieures issues de l'objectif 3 a été fait au centre de recherche de l'IRDA à Saint-Bruno-de-Montarville.

1.1 MÉTHODOLOGIE

1.1.1 Site d'étude

La Ferme Croque-Saisons est une ferme maraîchère diversifiée située à Lingwick en Estrie (45.615322, -71.343786). Une grande diversité de fruits et de légumes y est cultivée sur un sol de type loam (série de sol Greensboro). Ce site est soumis à une forte pression de la fiancée depuis les dernières années, particulièrement dans la culture de choux chinois de fin de saison. Selon la régie habituelle du producteur, les choux chinois sont transplantés directement dans un résidu d'engrais vert de pois ayant été occulté précédemment, et recouvert de filets anti-insectes. Les filets sont enterrés sur les côtés, et retirés uniquement pour des opérations de désherbage ou de traitements phytosanitaires. Dans les dernières années, il a été observé que les larves de fiancées se développaient et causaient des dommages directement sous le filet.

1.1.2 Précédents culturaux et culture

Spécifiquement pour 2023, l'engrais précédent la culture du chou chinois était un pois semé à un taux de 276 kg/ha le 10 mai. Cet engrais vert a été roulé et occulté le 12 juillet jusqu'au 25 juillet, à l'aide d'une toile occultante en plastique (bâche d'ensilage). Par la suite, les transplants de choux chinois var. Bilko ont été implantés le 25 juillet à raison de 3 rangs par planche, de 1,8 m de large (centre-centre) et 45 m de long (36 cm entre rangs et 41 cm entre les plants). Du SLUGGO® PROFESSIONAL a été appliqué avant la plantation des choux chinois. Par la suite, un filet anti-insectes a été déposé directement sur la culture, et les côtés externes ont été enterrés. Deux filets ont été utilisés pour couvrir les quatre planches de l'essai, soit 2 par filet. La planche centrale à la jonction des 2 filets était maintenue avec des sacs de sable. Au fil de la saison, les filets ont été retirés pour le dépistage et le suivi des pièges-fosse, ainsi que pour le désherbage manuel qui a eu lieu le 14 septembre. Aucune irrigation n'a été effectuée (**Tableau 1**). Le dispositif de l'essai est représenté à la **Figure 1**, alors que l'avancement de la culture et l'état des parcelles sont illustrés à la **Figure 2**.

1.1.3 Traitements

Dans l'optique de tester l'efficacité du *Bt* DIPEL® ainsi qu'une approche culturale pour la lutte à la fiancée (objectif 2), trois traitements ont été réalisés et sont détaillés dans le tableau 1 :

- 1- Filet + 2 *Bt* : Les filets ont été retirés cinq semaines après la transplantation, et deux applications de *Bt* contre les chenilles ont été effectuées.
- 2- Filet sans *Bt* : Les filets ont été retirés six semaines après la transplantation, et aucune application de *Bt* n'a été effectuée.
- 3- Filet + 3 *Bt* : Les filets ont été retirés six semaines après la transplantation et trois applications de *Bt* contre les chenilles ont été effectuées.

Tableau 1 : Description des traitements et des régies effectuées dans les planches de production de choux chinois sur le site de l'essai en 2023.

| Traitement | Planches | Installation des filets | Retrait des filets | Traitements Bt DIPEL® | Désherbage | Sluggo® |
|------------------|----------|-------------------------|--------------------|------------------------------|--------------|-----------------------------------|
| 1) Filet + 2 Bt | 1 et 2 | 25 juillet | 29 août | 22 août et 29 août | 14 septembre | 10 juillet, 25 juillet et 29 août |
| 2) Filet sans Bt | 3 | | 7 septembre | Aucun | | |
| 3) Filet + 3 Bt | 4 | | 4 septembre | 22 août, 29 août et 21 sept. | | |
| Régie ordinaire* | 5 et 6 | | 6 septembre | 22 août et 29 août | | |

*Inscrit à titre indicatif.

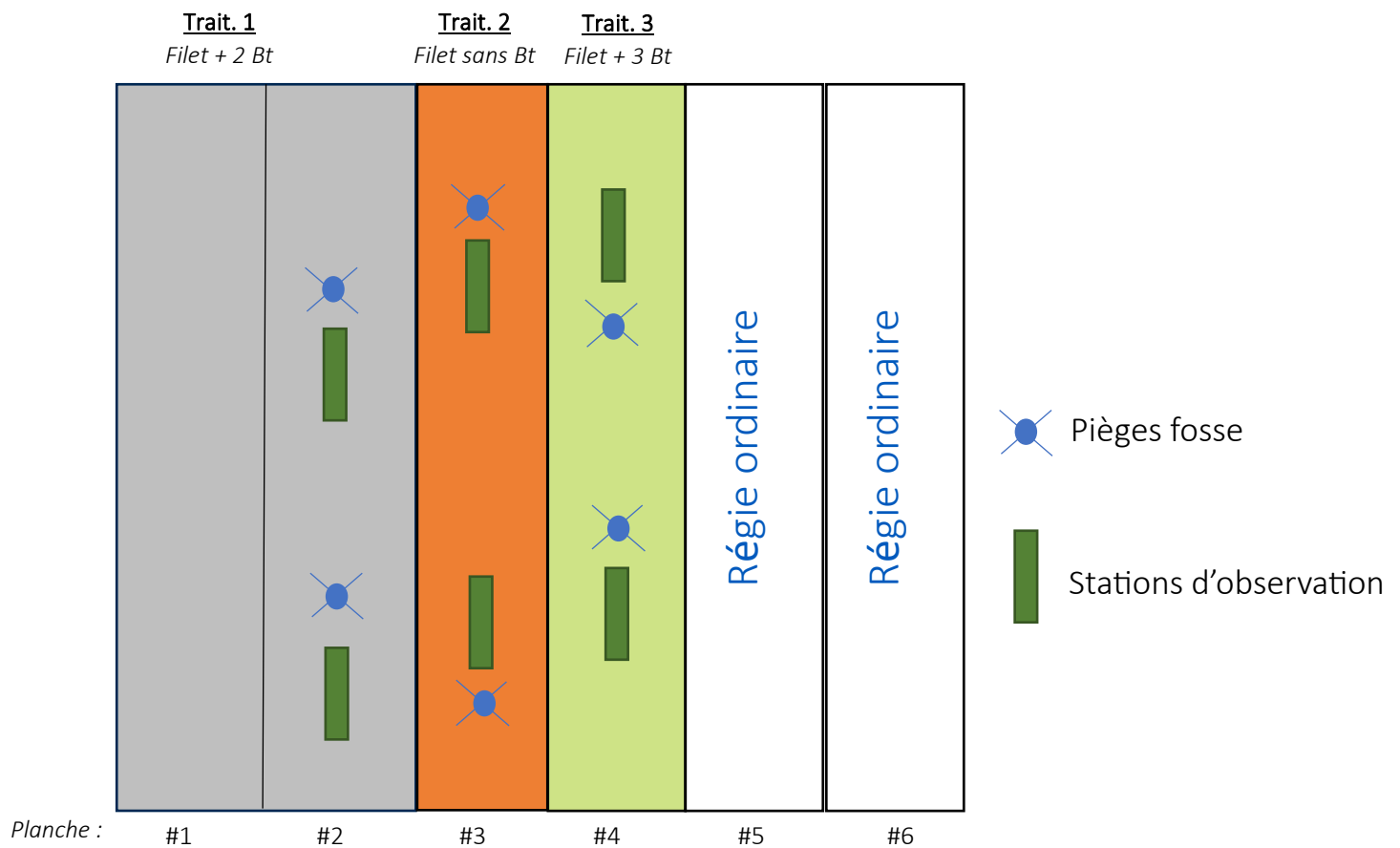


Figure 1 : Schéma du dispositif expérimental à la Ferme Croque-Saisons, et emplacement des stations d'observation et des pièges-fosse appâtés pour la capture des larves de fiancée.



15 août 2023 : Ensemble du site d'essai. Les 6 planches sont sous filets.

29 août 2023 : Le filet des planches 1 et 2 du traitement 1 ont été retirés.

6 septembre 2023 : Le filet de la planche 3 du traitement 2 demeure présent.

20 septembre 2023 : Les filets sont retirés sur l'ensemble du site.

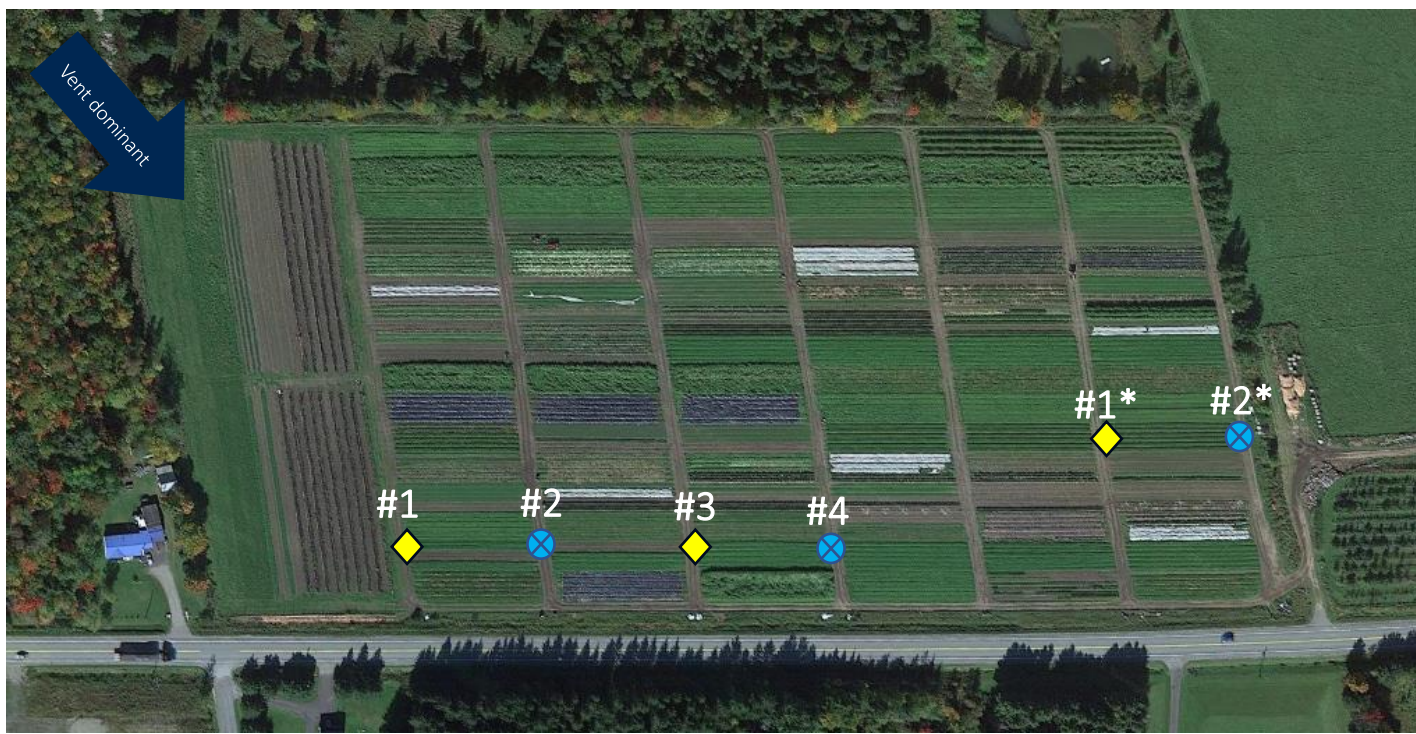
Figure 2 : Site expérimental en photographies. État de la culture et des filets au cours de la saison. (Crédits photo : Geneviève Legault)

1.1.4 Suivi des populations de fiancée

Piégeage des papillons

Les pièges de type Delta et Unitrap ont été comparés. Ces deux types de pièges à papillons ont été installés sur la ferme (**Figure 3**) afin d'évaluer la meilleure technique de piégeage en plus d'effectuer le suivi du vol des adultes de fiancée. Les pièges ont été installés sur un retour de culture d'oignon de 2022, et où des brocolis sont en culture en 2023. Au total, quatre pièges à papillons ont été installés à raison de deux par types. Les pièges se trouvaient à 47 m de distance pour chaque paire, mis au bout des planches de production. Les deux étaient munis d'un attractif pour la fiancée (3-Methyl-1-butanol, acide acétique et 2-Methyl-1-propanol, <https://alphascents.com>). Également dans le but de maximiser nos captures, des lampes autonomes UV à lumière LED (<https://alphascents.com>) ont été installées à 30 cm du piège (**Figure 4**).

Des plaquettes collantes ont été utilisées dans le piège Unitrap en remplacement de la plaquette insecticide. Les attractifs ont été changés tous les 30 jours, et les relevés de pièges ont été effectués hebdomadairement. Le piégeage a eu lieu du 6 juin au 8 novembre 2023. Cependant, les pièges n'ont pas été relevés entre le 26 septembre et le 31 octobre. Néanmoins, aucun papillon n'a été piégé durant cette période.



⊗ : Piège Unitrap avec LED UV + attractif; ◆ : Piège Diamond avec LED UV + attractif

Figure 3 : Disposition des pièges à papillons sur la ferme Croque-Saisons en 2023. *Les pièges 1 et 2 ont été déplacés dans le site de l'essai à la plantation des choux chinois (25 juillet).



Figure 4 : Photographies des pièges installés pour la capture des papillons. La photo de gauche correspond au piège Delta et celle de droite au piège Unitrap.

Piégeage des larves

À la suite de la transplantation des choux chinois, des pièges-fosse appâtés ont été installés le 1^{er} août dans les planches de production afin de capturer des larves de fiancée. Au total, 6 pièges ont été installés, à raison de deux pièges dans chaque traitement. Le piège-fosse est constitué de deux pots en plastique blanc d'un volume de 1 L, ayant une profondeur de 14 cm et un diamètre de 11 cm, emboîtés l'un dans l'autre, enterré dans le sol et mis à niveau. Un des pots était rempli d'eau savonneuse au 2/3 et manipulé lors des relevés du piège. L'autre pot demeurait toujours dans le sol. Environ 50 g d'appât est versé dans un petit pot de plastique (solo-cup) et soutenu au-dessus du piège à l'aide d'une broche (Figure 5). L'appât est constitué de semoule de maïs biologique, de granules de luzerne biologiques et d'eau selon un ratio de 1 : 1 : 1,14). Quatre barrières en métal sont positionnées en X autour du piège-fosse. Une cage grillagée avec un toit de chloroplaste est placée sur le piège pour le protéger de la pluie et des animaux. Les pièges ont été installés le 1^{er} août et le dernier relevé fut réalisé le 26 septembre. Les pièges ont été relevés une fois par semaine, où les larves piégées ont été envoyées au laboratoire de l'IRDA pour identification et caractérisation.



Figure 5 : Photo des pièges-fosse appâtés testés dans le projet pour capturer les larves de fiancée au sol.

1.1.5 Dépistage des plants de chou chinois

Dès la transplantation, des observations hebdomadaires ont été effectuées où les plants ont été inspectés visuellement. Chaque semaine, 6 stations d'observation, incluant chacune 5 plants consécutifs sur un rang, étaient suivies. Les différents ravageurs ont été dénombrés, avec une attention particulière aux larves de fiancée. La présence et l'importance des dommages distinguables par ravageur ont également été notées.

Autres observations

Au fil de la saison, des observations supplémentaires ont été faites en dehors du dispositif expérimental afin de documenter la présence de la fiancée. La présence de larves, d'œufs ou de papillons observés a été notée durant la saison. Particulièrement, des dépistages ont été effectués dans l'engrais vert précédent la culture de chou chinois afin de noter la présence de masse d'œufs typique de la fiancée.

1.1.6 Fouille systématique et évaluation des dommages

Peu avant la récolte, à la suite de la pomaison des choux, un décompte systématique de larves présentes par chou chinois a été effectué. Le décompte a eu lieu le 21 septembre, où chaque chou a été inspecté afin d'y retirer les larves de fiancée. Le nombre de plants par planche a également été noté afin de décrire la pression de la fiancée selon le traitement.

1.1.7 Suivi phénologique en laboratoire

Au printemps, des individus de fiancée ont été capturés sur la ferme de l'IRDA de Saint-Bruno le 16 mai ainsi que sur des fermes de l'Estrie (Danville et St-François-Xavier de Brompton) le 21 avril. Au total, 7 individus ont pu être conservés et leur développement a été noté. Lors de leur capture, les individus de Saint-Bruno étaient au dernier stade larvaire puisque la métamorphose en chrysalide fut observée dès le lendemain. Tous les individus de fiancée ont été conservés en laboratoire entre 20 et 22°C tout au long de leur développement. À la suite de l'émergence, tous les papillons ont été mis dans une cage pour permettre leur reproduction. Une source d'eau sucrée était changée régulièrement, et le fond de la cage était couvert de papier absorbant et de carton d'œufs. Une paroi de la cage a été recouverte de mousseline servant de site de ponte.

1.1.8 Impact de l'exposition répétée à de hautes températures sur l'éclosion des larves

Un essai en laboratoire a été réalisé afin d'évaluer la sensibilité des œufs de fiancées à des expositions courtes et répétées de températures élevées et similaires à celles observables sous une bâche de solarisation. Pour ce faire, des masses d'œufs fraîchement pondus ont été prélevées et ont été placées en milieux contrôlés en chambre de croissance pendant un laps de temps et à des températures connues pour évaluer l'éclosion des œufs.

Plus précisément, les masses récoltées le matin du 28 septembre 2023 ont été divisées en 16 sous échantillons d'environ 30 œufs. Les masses ont été séparées avec des pinces molles sous loupe binoculaire. Les œufs ont été placés dans des petits pots de plastique (solo-cup) considérés comme une unité expérimentale, et 4 répétitions ont été effectuées par traitement (**Figure 6**). Tous les pots de plastiques contenant les œufs ont été placés au réfrigérateur, en préparation de l'essai. Le 2 octobre, les œufs ont été retirés du réfrigérateur pour une période d'acclimatation d'environ 40 min à température ambiante. Puis, le couvercle des pots a été retiré et remplacé par une mousseline. Les échantillons ont été placés dans les trois chambres de croissance selon la température correspondant aux traitements :

- 30°C: 5 x 5h = Les œufs ont été exposés à 30°C pendant 5 heures par jour, et ce, pendant 5 jours consécutifs. Les conditions expérimentales mesurées étaient $29,8 \pm 0,1$ °C (écart-type), et $67,6 \pm 1,0$ % d'humidité relative RH, luminosité de 16h:8h.
- 40°C: 1 X 5h = Les œufs ont été exposés à 40°C pendant 5 heures dans une seule journée. Les conditions expérimentales mesurées étaient $40,6 \pm 0,8$ °C (écart-type), $68,3 \pm 3,13$ % RH, luminosité de 16h:8h.
- 40°C: 5 x 5h = Les œufs ont été exposés à 40°C pendant 5 heures par jour, et ce, 5 jours consécutifs. Les conditions expérimentales mesurées étaient les mêmes que le traitement précédent.
- 22°C = Ce traitement servant de témoin, où les œufs ont été conservés continuellement à $22,4 \pm 0,2$ °C (écart-type), 70% RH, luminosité de 16h:8h.

Après et entre les périodes d'exposition aux températures plus élevées, toutes les unités expérimentales ont été placées à 22°C. L'état des œufs et l'éclosion de larves ont été évalués après 8, 9, 10, 11 et 14 jours après le début de l'essai. Au-delà de cette période, tous les œufs non éclos étaient considérés comme morts.



Figure 6 : Unités expérimentales (solo-cup) contenant les œufs en chambre de croissance dans le cadre de l'essai de l'impact de l'exposition répétée à de hautes températures.

1.1.9 Analyses statistiques

Pour l'ensemble des observations et données issues de l'essai sur le terrain, du suivi des populations, des dépistage et suivi de l'effet des traitements dans des choux chinois, des statistiques descriptives ont été utilisées pour résumer les résultats. Pour l'essai de l'impact de l'exposition répétée à de hautes températures, un modèle linéaire généralisé (GLM) a été utilisé pour comparer la survie des œufs entre les traitements. Cela permet de spécifier une distribution appropriée (binomiale) qui prend en compte le nombre initial d'œufs pour chaque observation. Puisque dans certains traitements toutes les survies sont à 0% (sans variance), les intervalles de confiance ne peuvent pas être estimés par des méthodes "traditionnelles" (fréquentistes). Les paramètres du modèle sont donc estimés avec une approche bayésienne. Afin de vérifier la validité des modèles, divers indices de convergence (itérations divergentes, distribution des paramètres, consistance entre les chaînes, nombre effectif d'itérations) ont été vérifiés.

2 RÉSULTATS SIGNIFICATIFS OBTENUS

2.1.1 Suivi des populations de la fiancée

Très peu d'individus ont été capturés dans les pièges testés, avec seulement un papillon capturé dans un piège Diamond le 6 septembre. Des observations supplémentaires de vol de papillons ont été effectuées au cours de l'année. Le 20 juin 2023, sur le site de la Ferme Croque-Saisons, six fiancées adultes ont été observées lors de la levée du filet de brocolis, dans la planche de culture où les pièges à papillons étaient installés. Le 21 juin, un papillon a été retrouvé dans une cage d'émergence à l'IRDA de Saint-Bruno. La période de vol des individus observés dans notre étude correspond à ce qui est rapporté dans la littérature⁵. Aucune masse d'œufs ni de larve n'a été observée lors du dépistage de l'engrais vert effectué le 11 juillet. De plus, aucune larve de fiancée n'a été piégée dans l'essai en 2023 à l'aide des pièges-fosse. Cette technique ne s'avère pas efficace pour suivre les populations de la fiancée.

2.1.2 Dépistage des plants de chou chinois

Les dépistages visuels ont permis d'observer l'apparition des dommages causés par la fiancée et les larves dans les planches de production de chou chinois (**Figure 7**). Les premiers dommages ont été observés le 21 août, tandis que la première larve a été découverte le 29 août, correspondant aux dates des deux premières pulvérisations de *Bt*. Ce n'est qu'au 20 septembre que les dommages et les larves de fiancée ont été de nouveau observés dans l'ensemble des parcelles. Les applications de *Bt* des semaines précédentes ne semblent pas avoir fourni une protection supplémentaire. En général, très peu de larves ont été observées pendant le dépistage. Observer des dommages ou des larves de petite taille était particulièrement difficile. Il s'agit néanmoins de la meilleure technique pour évaluer la présence et la pression de la fiancée dans notre essai.

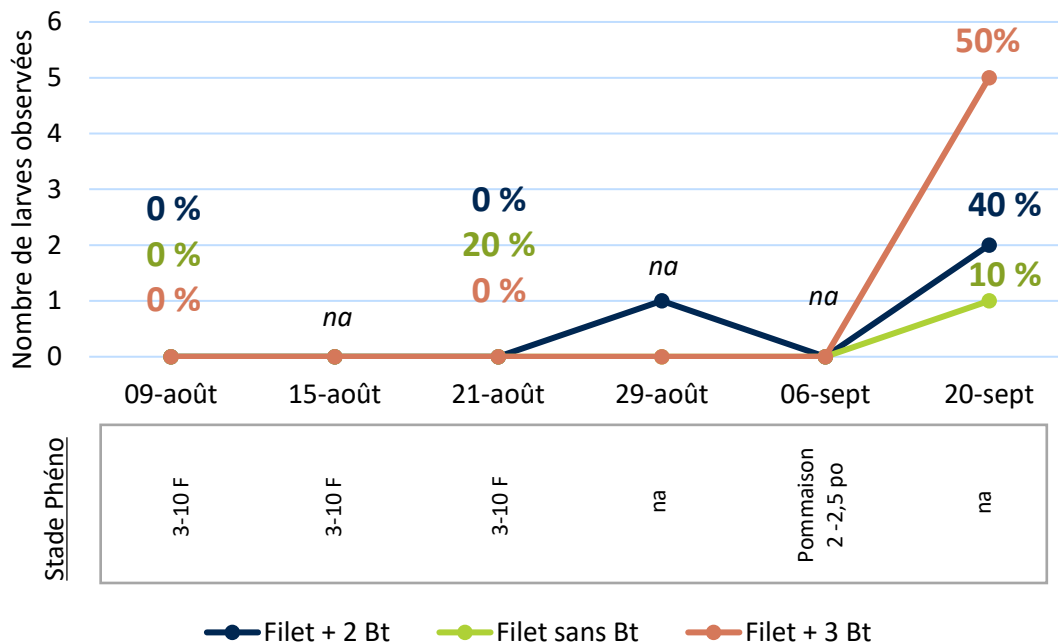


Figure 7 : Dépistage visuel de la présence et de l'impact de la fiancée dans une culture de chou chinois en fonction des traitements.

L'axe des Y représente le nombre total de larves observées sur 2 stations de 5 plants par traitement. Les pourcentages par date indiquent la proportion de plants présentant des dommages causés par les chenilles dans ces mêmes stations d'observation, avec la couleur correspondant aux traitements. Le stade phénologique moyen du chou chinois est représenté par date sous l'axe transversal.

En ce qui concerne les autres ravageurs, aucun individu de teigne des crucifères, de piéride du chou, de fausse arpenreuse, d'altise ou de mouche du chou n'a été repéré. Cependant, quelques dommages causés par la mouche du chou (de niveau faible à moyen) ont été observés uniquement lors du dépistage du 9 septembre dans le traitement "Filet + 2 Bt" sur 50% des plants observés, et aucun dans les autres traitements.

Des populations importantes de limaces ont été observées sur le site de l'essai en 2023. C'est pourquoi des applications préventives de SLUGGO® ont été effectuées les 10 et 25 juillet, en plus d'une application le 29 août 2023. Malgré ces mesures, 100% des plants observés les 9 et 15 août portaient des traces d'alimentation de limaces. Lors des évaluations ultérieures, les dommages étaient légèrement moins fréquents, variant de 30 à 90% selon les traitements. Les traitements mis en place ne semblent pas avoir influencé la proportion de plants endommagés par les limaces, ni par les autres ravageurs.



Figure 8 : Exemple de dommages et de larves de fiancée retrouvés lors des dépistages (20 septembre 2023, Crédits photo : Geneviève Legault).

Fouille systématique et évaluation des dommages

Lors du début pommaison, tous les choux chinois produits dans les planches 1 à 6 sur le site de l'essai ont été inspectés afin d'y trouver et retirer les larves de fiancée. Cette technique est courante chez l'entreprise, qui doit faire face depuis plusieurs années à de fortes infestations. Néanmoins, la pression de la fiancée est plus faible en 2023 dans ce bloc que par le passé, selon le témoignage des producteurs. Entre 19 et 52 larves par planches ont été trouvées le 21 septembre (**Tableau 2**). Le nombre de larves retrouvées dans chaque traitement le 21 septembre correspond à la pression mesurée dans le dépistage la journée précédente.

Dans une autre section de la ferme où d'autres choux chinois sont cultivées, une estimation rapide montre une infestation de l'ordre de 1 larve de fiancée par plant. Il est intéressant de noter que cette parcelle significativement plus infestée a été recouverte et plantée une semaine plus tard que le site à l'étude. Bien que cela ne permette pas de tirer de conclusions définitives, cela pourrait nous fournir des indices sur la période de ponte. Il est pertinent de se demander s'il y a eu moins de ponte dans notre site d'étude à cause de l'utilisation plus hâtive de la bâche d'occultation. Cependant, il est possible d'observer que l'incidence de la fiancée peut être très variable entre les planches d'un même traitement ou entre des sections de champs. Les infestations de fiancées semblent localisées, et il est donc impossible de déterminer clairement l'effet des applications de *Bt*, ou de la gestion des filets avec ces observations dans le cadre de notre essai.

Tableau 2 : Infestation des larves de fiancée dans les choux chinois avant les récoltes et nombre de choux chinois déclassés qui ont été laissés au champ en fonction des traitements.

| Traitement | Planche | Nb de choux avec larves (proportion) | Nb de choux déclassé (proportion) | Nb de plant total |
|-------------------|---------|--------------------------------------|-----------------------------------|-------------------|
| 1 - Filet + 2 Bt | 1 | 19 | na | na |
| | 2 | 52 (16,2%) | 122* (38,8%) | 321 |
| 2 - Filet sans Bt | 3 | 24 (7,3%) | 41 (12,5%) | 327 |
| 3 - Filet + 3 Bt | 4 | 39 (12,4%) | 60 (19,1%) | 314 |
| Régie producteur | 5 et 6 | 38 et 21 | na | na |

* Une grande proportion de choux étaient immatures.

Les récoltes de choux chinois ont eu lieu entre le 26 septembre et 29 octobre. La météo vécue en 2023 a eu un impact important sur la production de choux dans ce bloc. La grande humidité du sol semble avoir ralenti la croissance des plants, d'où l'observation d'une grande quantité de choux immatures laissés au champ dans la planche 2.



Figure 9 : Dommages observés de fiancée dans un chou chinois (Crédits photo : Geneviève Legault).

2.1.3 Phénologie de la fiancée en laboratoire

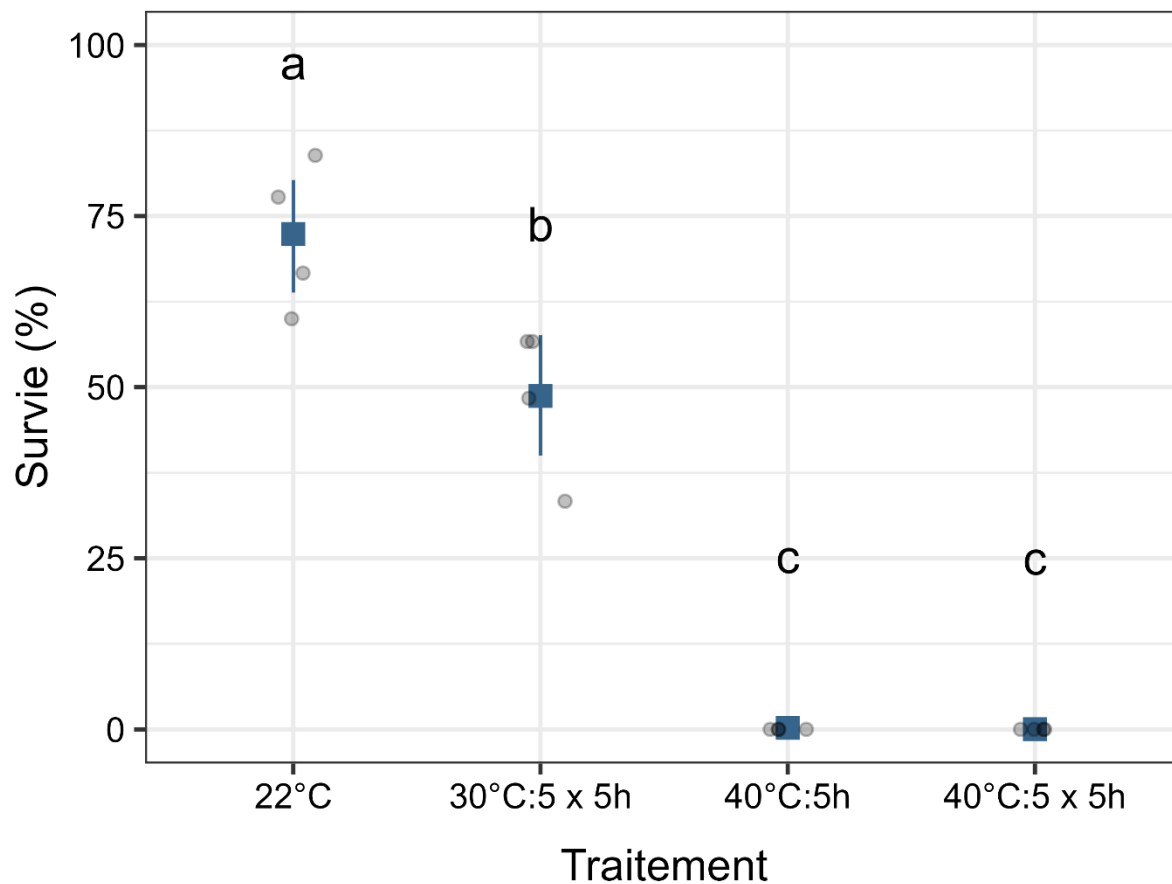
Les larves récoltées le 16 avril présentaient une longueur d'environ 4,4 à 4,7 cm, correspondant à la taille du dernier stade larvaire selon la littérature¹. Malheureusement, très peu d'individus ont pu être inclus dans notre élevage en laboratoire. Cependant, ces spécimens nous ont permis d'observer quelques faits intéressants. Notamment, le développement de la chrysalide à l'adulte a nécessité 12 à 14 jours, équivalant à environ 162 à 189 DJ (Base 7,5)¹. Par la suite, des masses d'œufs ont été pondues du 27 septembre au 3 octobre 2023, soit de 112 à 118 jours après la mise en cage des adultes, correspondant à un cumul de 1512 à 1593 DJ. Madge (1962)¹ mentionne que l'oviposition s'effectue

généralement environ 5 semaines (35 jours) après la fertilisation, tandis que d'autres références rapportent une période de 58 jours^{2,4}.

Selon nos observations, il semble possible que cette maturation soit plus longue, ou que les individus ne s'accouplent pas immédiatement après l'émergence. En captivité, la longévité rapportée des adultes est de 55 jours pour les mâles et de 75 jours pour les femelles⁴. Dans nos conditions, la longévité observée varie entre 57 et 137 jours, dépassant largement le maximum rapporté dans la littérature.

2.1.4 Survie des œufs à de hautes températures

L'exposition à des températures de 30°C et 40°C a entraîné des répercussions significatives sur la survie des œufs de fiancée. En effet, une diminution de 32,7% de survie a été observée lorsque les œufs ont été mis à 30°C pendant 5 jours et 5 heures quotidiennement, comparée au témoin où les œufs ont été conservés à 22°C. De plus, une seule exposition de 40°C pendant 5h cause une mortalité totale des œufs de fiancée.



Les lignes verticales correspondent à l'intervalle de confiance (95%)

Figure 10 : Survie des œufs de la fiancée à la suite d'expositions à différents régimes de température. La survie est basée sur le nombre de larves vivantes, comptées 9 jours après le début des traitements, sur des œufs. Les lettres correspondent aux différences statistiques selon des comparaisons appariées (post hoc) des ratios des probabilités de survie.

L'éclosion des œufs à 20°C est rapportée dans la littérature se produire en moyenne après 7,5 jours¹. Nos observations effectuées 9 jours après le début du traitement s'assurent donc de mesurer l'ensemble de l'éclosion possible. En effectuant aussi des observations à 10, 11 et 14 jours, nous nous sommes assuré que l'émergence n'était pas retardée par les traitements. Aucune émergence n'a été observée lors de ces observations tardives.

Une étude rapporte que des températures constantes supérieures à 27°C ne permettent pas le développement des œufs¹. Dans la même étude, des températures journalières alternant entre 20 et 30°C ont permis l'éclosion de 90% des œufs sur 6 jours. Ce qui diffère légèrement avec nos résultats de l'exposition de 5 h à 30°C pendant 5 jours consécutifs. Les résultats obtenus nous portent à croire qu'une exposition unique à une température plus haute que 30°C serait l'avenue à anticiper pour que la technique de solarisation soit efficace. La solarisation est une méthode de lutte contre les nématodes, maladies et mauvaises herbes, où l'objectif est d'augmenter la température du sol à 40°C et plus jusqu'à une profondeur de 5 à 10 cm, ce qui peut prendre 3 à 6 semaines selon les conditions³. Dans les régions plus froides, où la saison de croissance est courte et où les radiations du soleil sont moins intenses, cette technique est parfois difficilement applicable. Cependant, puisque dans un contexte de lutte à la fiancée, on ne vise pas une augmentation en profondeur et prolongée des températures du sol, il est envisageable que la température directement sous la bâche s'élève à 40°C lors d'une journée ensoleillée. Une seule journée où la végétation sous la bâche de solarisation est exposée à une température près de 40°C pourrait permettre d'éliminer les œufs de fiancée présents dans cette végétation.

3 APPLICATIONS POSSIBLES POUR L'INDUSTRIE

Très peu d'individus ont été capturés durant le projet, ce qui limite notre capacité à décrire finement les populations de l'espèce dans la saison. Néanmoins, des informations partielles sur la phénologie et le développement de la fiancée sont maintenant disponibles.

Un seul papillon a été capturé dans le piège Diamond en septembre, tandis que plusieurs autres ont été observés en vol en juin, correspondant à la période de vol connue de l'espèce. Des larves ont été observées dans les champs de la Montérégie et de l'Estrie jusqu'en mai. Ces larves de dernier stade se sont métamorphosées rapidement en chrysalides en laboratoire. Environ 12 à 14 jours plus tard, les papillons ont émergé. La ponte a eu lieu de manière surprenante 112 à 118 jours plus tard. Les conditions de maintien en captivité sont probablement responsables de cette longue longévité et de cette période de ponte très tardive. Il s'agit toutefois d'une première observation de cet aspect de la biologie de l'espèce.

En ce qui concerne les pièges-fosse appâtés en contexte de production, ceux-ci n'ont pas permis de capturer des larves, même si plusieurs dizaines ont été retrouvées dans les planches de cultures de choux chinois à la fin septembre. Le dépistage visuel demeure la technique à employer pour suivre les populations de fiancée.

L'utilisation du *Bt* et la gestion du filet anti-insectes n'ont pas eu un effet très marqué sur les populations de fiancée dans les choux chinois dans notre essai. Cependant, il est important de noter que la portée de nos conclusions est considérablement limitée en raison du faible nombre d'individus piégés ou observés dans le cadre du projet. Notre essai n'a pas pu établir l'efficacité du *Bt*, mais il existe des études qui démontrent un potentiel de la technique. Il s'agit d'un essai exploratoire qui mérite tout de même d'être poursuivi, étant donné que ce produit est déjà utilisé dans la culture.

Enfin, la solarisation semble être une avenue intéressante à explorer comme moyen de lutte contre la fiancée, car les œufs sont sensibles aux augmentations de température. En effet, une exposition répétée des œufs à 30°C (5 fois 5 heures) occasionne une diminution de la survie de 32,7%, alors qu'aucun œuf n'a survécu à une seule exposition à 40°C pendant 5 heures. Cela présente un potentiel intéressant pour la solarisation, en mettant en place la gestion d'une bâche transparente en plus de la bâche occultante lors de la destruction de l'engrais vert. Il est également important de prévenir la colonisation de la culture, en raison du possible déplacement des larves lors d'une forte infestation.

4 REMERCIEMENTS

Une aide généreuse et essentielle de Geneviève Legault et Julie Marcoux du MAPAQ a grandement contribué à la réussite de ce projet. Nous tenons à exprimer notre reconnaissance envers la précieuse collaboration de Caroline Poirier, Sébastien Alix et Odile Nadeau de la Ferme Croque-Saisons. Nous souhaitons également exprimer notre gratitude envers Justin Ouellette, technicien à l'IRDA, pour sa précieuse contribution.

5 RÉFÉRENCES

1. Madge, D. S. (1962). The biology of the cutworm *Tryphaena pronuba* L. (Lepidoptera: Noctuidae). *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 5(4), 261-269.
2. https://animaldiversity.org/accounts/Noctua_pronuba/
3. Richard, C. et G. Boivin. 1994. Maladies et ravageurs des cultures légumières au Canada. Société d'entomologie du Canada et Société canadienne de phytopathologie, 590 pages.
4. Cook, L., V. Sarsam. 1981. Polymorphism in the moth *Noctua pronuba* (L.). *The Genetical Society of Great Britain*, Vol.46 (3): p.443-447.
5. <https://www.iriisphytoprotection.qc.ca/Fiche/Insecte?imageId=4319>