

**ÉVALUATION DE LA TIS POUR LE CONTRÔLE DE LA MOUCHE DU CHOU DANS LES CULTURES
DE RADIS ET CHOU CHINOIS**

21-005-PHYD

NOVEMBRE 2020 – AVRIL 2023

RAPPORT FINAL

Réalisé par :
Anne-Marie Fortier, Phytodata

Février 2023

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.

ÉVALUATION DE LA TIS POUR LE CONTRÔLE DE LA MOUCHE DU CHOU DANS LES CULTURES DE RADIS ET CHOU CHINOIS

21-005-PHYD

RÉSUMÉ DU PROJET

La mouche du chou, *Delia radicum*, est le principal insecte ravageur des légumes du genre *Brassica* dans l'hémisphère nord. Actuellement, aucune solution chimique efficace n'est disponible pour le contrôle de ce ravageur. La lutte reposait sur l'utilisation d'insecticides prophylactiques, principalement le chlorpyrifos, identifié comme un contaminant majeur de l'eau de surface en zone de production maraîchère. Cette matière active faisait partie des pesticides visés par la nouvelle réglementation encadrant l'utilisation et la vente des pesticides les plus à risque au Québec, et son utilisation est désormais interdite. Le cyantraniliprole, un insecticide du groupe 28, est disponible mais son emploi en plein champ est limité et son efficacité également en sol organique, selon plusieurs producteurs et intervenants. La technique des insectes stériles (TIS) en remplacement du chlorpyrifos pour le contrôle de la mouche de l'oignon a prouvé son efficacité en Montérégie-Ouest, et les superficies traitées n'ont cessé de croître depuis 2011, pour atteindre plus de 1000 hectares en 2021, soit environ 35% des superficies d'oignon cultivées au Québec. Depuis 2015, des lâchers de mouches du chou stériles sur une ferme de la Montérégie-Ouest dans la culture de radis chinois ont donné de très bons résultats, et ce projet visait à valider et démontrer l'efficacité des lâchers de mouches stériles dans les cultures de radis et chou chinois. Une réduction significative des dommages avec les lâchers de mouches du chou stériles a été obtenue dans quatre des huit sites suivis en 2021 et 2022, ainsi qu'une réduction non significative ou une absence de dommages dans les quatre autres. Le projet a permis de démontrer l'efficacité de la TIS en conditions commerciales dans la culture du radis et son potentiel dans les crucifères feuilles et la technique pourrait potentiellement être appliquée à l'ensemble des superficies de crucifères au Québec.

OBJECTIFS ET APERÇU DE LA MÉTHODOLOGIE

L'objectif général du projet consistait à mettre au point de nouvelles techniques ou stratégies de lutte à moindre risque en vue de contrôler la mouche du chou dans les cultures de crucifères. Plus spécifiquement, le projet visait à valider et optimiser la méthode des lâchers d'insectes stériles pour le contrôle de *D. radicum* dans les cultures de radis et chou chinois dans diverses conditions environnementales. En 2021 et 2022, trois paires de champ (SIT vs témoin) de chou chinois (Lanaudière) et quatre paires de champs de radis (Montérégie-Ouest) ont été comparés en conditions commerciales. Trois sites supplémentaires ont également été réalisés dans les cultures de chou kale, navet et rutabaga. Chaque champ avec lâchers a été comparé à un champ témoin de la même ferme, semé à la même période avec la même variété, et séparés par une zone tampon d'au moins 300 mètres. Dans le radis, les champs témoins étaient non traités, alors que dans la culture de chou chinois, tous les champs ont été traités avec l'insecticide Verimark (au semis) ou Success (à la plantation), incluant les champs SIT. Les mouches du chou stériles ont été relâchées de façon hebdomadaire en suivant le patron d'activité des populations naturelles, à des taux variant de 30 000 à 170 000 mouches par hectare selon la culture, la pression du ravageur

et le moment de la saison (Tableau 1 en annexe). Le dépistage des populations et dommages de mouche du chou a été fait dans chacun des champs par 1) le relevé deux fois par semaine de trois pièges collants jaunes avec attractif (Distributions Solida) espacés d'environ 100 mètres et installés en bordure de chaque champ pour évaluer le ratio stériles/naturelles (S/N); 2) un dépistage des œufs (2021 seulement) pendant le pic de ponte en inspectant le collet de 10 plants consécutifs dans 10 sites choisis au hasard. Les œufs ont été collectés, identifiés au binoculaire et incubés en boîtes de pétri pour vérifier le taux d'éclosion; et 3) l'évaluation à la récolte du pourcentage de pertes reliées aux dommages de mouches sur 10 plants consécutifs, dans 10 (chou chinois et kale, total de 100 plants) à 20 (radis, total de 200 plants) sites répartis aléatoirement sur la superficie du champ. Les larves collectées dans les plants endommagés ont également été identifiées à l'espèce.

Pour chaque paire de champs (témoin vs mouches stériles), l'incidence des dommages a été comparée à l'aide d'un test de t (Student) à un seuil de signification de 5%. Pour modéliser l'effet du traitement sur la proportion de plants infectés, un modèle linéaire généralisé mixte supposant une distribution bêta-binomiale (radis) et binomiale (chou chinois) avec lien logit a également été utilisé, avec le champ comme facteur aléatoire et le nombre de femelles naturelles piégées comme variable contrôle, afin de prendre en compte la pression du ravageur et affiner la précision de la comparaison TIS vs témoin.

RÉSULTATS SIGNIFICATIFS OBTENUS

Radis

Une réduction significative des dommages a été observée avec l'utilisation des mouches stériles dans trois des quatre sites réalisés dans la culture du radis par rapport au champ témoin (Figure 1). Dans le site non significatif, une réduction des dommages a tout de même été observée, mais le niveau de dommages était trop faible pour déceler une différence. Les dommages moyens à la récolte étaient de $7,2 \pm 2,6\%$, $2,5 \pm 1,2\%$, $4,0 \pm 2,1\%$ et $6,5 \pm 2,5\%$ respectivement pour les quatre champs avec lâchers, comparativement à $19,5 \pm 3,6\%$, $6,0 \pm 1,7\%$, $47,5 \pm 5,6\%$ et $24,0 \pm 3,9\%$ pour les champs témoins ($P = 0,008$; $P = 0,102$; $P < 0,0001$; $P = 0,001$) (Figure 1). Dans le premier site, les captures de mouches du chou naturelles étaient plus importantes dans le champ avec lâchers, mais le contraire a été observé dans le site 3 (Figure A en annexe), expliquant probablement la plus grande différence dans l'incidence des dommages. Sur les 154 larves collectées dans les radis endommagés pour l'ensemble des huit champs suivis, 12 seulement appartenaient au complexe de mouches des semis (*Delia platura* ou *D. florilega*), donc la majorité des dommages étaient dus à la mouche du chou.

Un dépistage des œufs a été réalisé les 28 mai, 6 juillet et 1^{er} juillet 2021 respectivement pour les sites 1 à 3 mais les données ne sont pas présentées, en raison du nombre très faible d'œufs collectés (sites 2-3) ou à la présence de d'autres facteurs ayant pu affecter la comparaison des taux d'éclosion pour le site 1 (œufs séchés et développement de moisissures dans les boîtes de pétri).

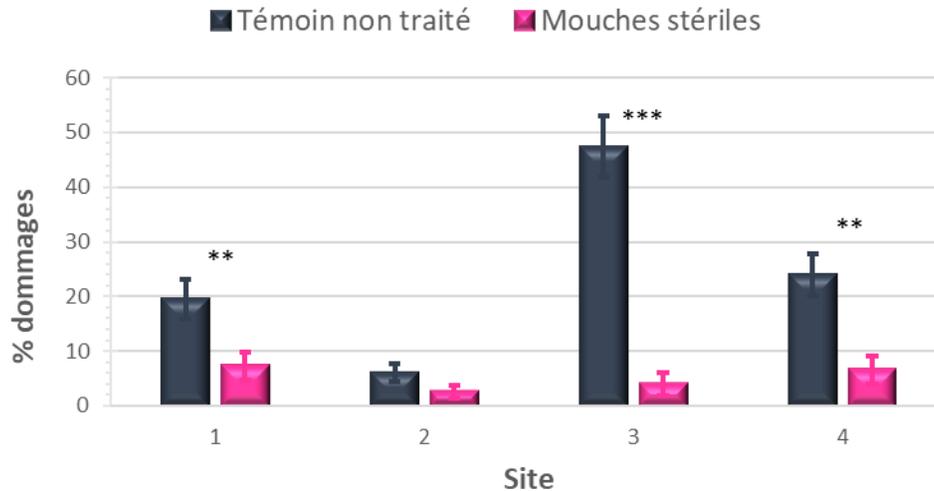


Figure 1. Dommages moyens (\pm erreur-type) de mouches *Delia* à la récolte pour les quatre paires de champs (SIT vs témoin) comparés dans la culture du radis.

Crucifères-feuilles (chou chinois et kale)

Une réduction significative ($P = 0,007$) des dommages a été observée dans le champ avec lâchers pour le premier site (2021) réalisé dans la culture de chou chinois par rapport au champ en régie conventionnelle. Des galeries de mouches du chou ont été notées sur $6,0 \pm 2,7\%$ des plants évalués dans le champ SIT comparativement à $36,0 \pm 9,6\%$ dans le champ témoin (Figure 2), toutefois une grande majorité des dommages étaient situés sur les feuilles extérieures, n'affectant donc pas les rendements. Malgré des captures de mouches du chou naturelles très importantes pour les deux champs (Figure B en annexe), les pertes réelles étaient de seulement 5% pour le champ témoin et 2% pour le champ avec lâchers ($P = 0,331$). Un nombre important d'œufs de *D. radicum* a été collecté le 26 mai 2021 sur les 100 plants dépistés dans chacun des deux champs et incubés sur boîtes de pétri. Sur les 105 œufs échantillonnés dans le champ avec lâchers, 55 se sont avérés stériles (52,4%), contre 29 sur 190 (15,3%) dans le champ témoin. Les dommages observés dans les deux champs du site 2, réalisé plus tard dans la saison, ont été très faibles et aucune différence n'a été notée ($P = 0,556$) (Figure 2). En 2022, aucun dommage n'a été observé dans les deux champs de chou chinois (site 4).

Pour le troisième site, réalisé dans la culture de chou kale, le pourcentage de plants porteurs de dommages de mouches était très élevé dans les deux champs, soit $42,0 \pm 5,1\%$ dans le champ avec lâchers et $54,0 \pm 4,5\%$ (Figure 2) dans le champ témoin, mais la différence n'est pas significative ($P = 0,096$). Toutefois, malgré des captures d'adultes près de deux fois plus importantes dans le champ avec lâchers par rapport au témoin (Figure B), seulement 22 larves *D. radicum* ont été collectées dans les 100 plants échantillonnés, contre 56 dans le champ témoin (moyenne de $3,2 \pm 1,0$ larves par 10 plants vs $6,5 \pm 1,4$; $P = 0,074$). Il est important de noter que tous les producteurs ayant participé au projet recevaient des mouches stériles du chou pour la première fois sur leur ferme et que selon la pression des populations, l'effet sur la diminution des dommages n'est pas toujours immédiat. L'utilisation de la TIS permet une diminution des populations naturelles à long terme et les dommages tendent à diminuer avec le nombre d'années d'utilisation.

Les sites réalisés dans la culture du navet (2021) et rutabaga (2022) n'ont pu être évalués et comparés adéquatement. En 2021, dû à la forte présence de la hernie des crucifères dans le champ avec lâchers, le producteur a été forcé de détruire son champ plusieurs semaines avant la récolte prévue. En 2022, des dommages très importants de mouches *Delia* ont été observés par le producteur, et une fois de plus le champ a été détruit plusieurs semaines avant la récolte. Seulement deux larves ont pu être collectées par le producteur, l'une était une *D. radicum* et l'autre appartenant à l'une des espèces du complexe de mouches des semis, donc il est malheureusement impossible de confirmer la principale espèce responsable des dommages.

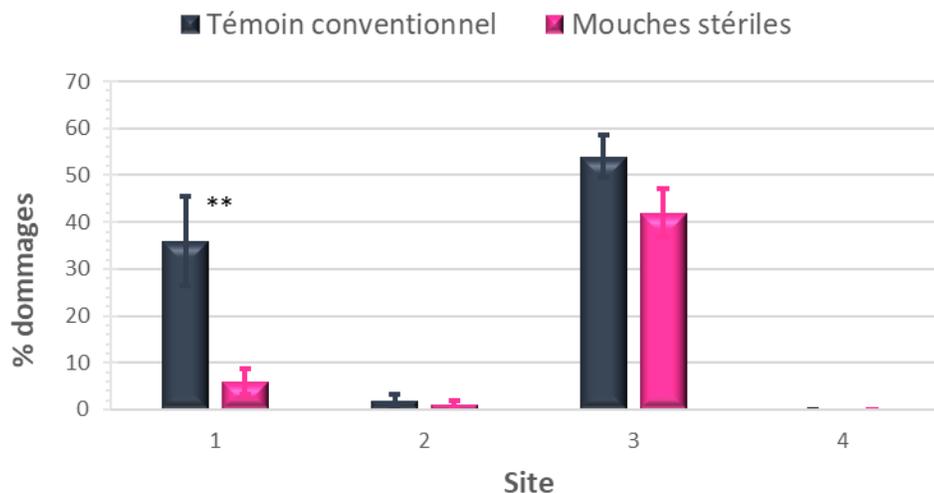


Figure 2. Pourcentage moyen (\pm erreur-type) de plants porteurs de dommages de mouches du chou à la récolte pour les quatre paires de champs (SIT vs témoin) comparés dans les cultures de crucifères-feuilles.

Finalement, les prédictions du modèle pour la proportion de plants avec dommages sont présentées aux Figures C (radis) et D (chou chinois) en annexe. En contrôlant pour le nombre moyen de femelles naturelles piégées par champ, la proportion prédite de plants infectés est de 6% pour les champs SIT et de 19% pour les champs témoins ($P = 0,003$) dans la culture du radis, suggérant l'efficacité des lâchers de mouches du chou stériles pour le contrôle des dommages. Dans le chou chinois, les dommages prédits sont de 4% pour les champs avec lâchers et 2% pour les champs en régie conventionnelle ($P = 0,339$). Toutefois ces prédictions sont basées sur six champs échantillonnés seulement, dont quatre avec un niveau de dommages très faible ou nul, donc les estimations pourraient être biaisées.

DIFFUSION DES RÉSULTATS

Les objectifs du projet et les résultats de la première année ont été présentés au congrès de la Société d'entomologie du Québec le 25 novembre 2021, ainsi que dans le cadre de la thématique Lutte intégrée des Vendredis horticoles de la Montérégie le 3 décembre 2021 (https://www.youtube.com/watch?v=NHPrvZGa_PM). Une présentation a également été donnée à Niagara Falls le 23 février 2023 dans le cadre de *The Ontario Fruit and Vegetable Convention*. Le rapport final et la fiche synthèse seront disponibles sur le site web de PRISME, ainsi que sur Agri-Réseau.

APPLICATIONS POSSIBLES POUR L'INDUSTRIE

Ce projet a permis de démontrer l'efficacité de la TIS en conditions commerciales dans la culture du radis, et son potentiel dans les crucifères feuilles tel le chou chinois et le chou kale. La technique pourrait potentiellement être appliquée à l'ensemble des superficies de crucifères au Québec, qui représentent près de 6000 ha. Le Québec s'est donné un objectif de réduction de 40% des risques pour la santé et l'environnement liés à l'utilisation des pesticides d'ici 2030. Il a été démontré, dans la culture de l'oignon, qu'il était possible d'atteindre et même dépasser ces cibles en ayant recours à la TIS. En plus d'une meilleure gestion du ravageur au niveau régional, l'augmentation des superficies d'oignon traitées aux mouches stériles a permis de réduire les risques liés à l'utilisation du chlorpyrifos de 81,5 et 61,3%, respectivement, pour l'environnement et la santé.

La technique des lâchers d'insectes stériles est une méthode de contrôle biologique qui consiste à produire de grandes quantités de l'insecte à contrôler, de les stériliser et de les relâcher au champ pendant la période d'activité des populations naturelles. La TIS est largement utilisée en Hollande depuis 40 ans pour le contrôle de la mouche de l'oignon, et au Québec depuis 2011, ce qui a permis d'abandonner l'incorporation préventive de chlorpyrifos au semis sur l'ensemble des surfaces traitées. Elle représente donc une alternative à l'utilisation d'insecticides, qui est associée à des risques pour l'environnement et la santé humaine. De plus, cette approche pourrait contribuer à réduire la vulnérabilité des producteurs face à la diminution de la disponibilité de produits efficaces ou à la réglementation accrue en ce qui concerne certaines matières actives. L'utilisation de cette technique pour le contrôle de la mouche du chou dans le radis chinois depuis 2015 en Montérégie a donné des résultats impressionnants, tant au niveau du contrôle des dommages que de la baisse des populations naturelles et de l'utilisation des insecticides.

POINT DE CONTACT POUR INFORMATION

Anne-Marie Fortier, M.Sc.

Entomologiste

Compagnie de recherche Phytodata inc.,

291 rue de la Coopérative, Sherrington QC, J0L 2N0

514-809-4263

afortier@phytodata.ca

REMERCIEMENTS AUX PARTENAIRES FINANCIERS

Ce projet a été réalisé en vertu du programme Prime-Vert 2013-2018 et a bénéficié d'une aide financière du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ), par l'entremise de la Stratégie phytosanitaire québécoise en agriculture 2011-2021. Nous remercions également Les Fermes Leclair & Frères, Les Fermes du Soleil, Les Jardins A. Guérin & Fils, Produits Mont-Blanc, Les Fermes GNC et JPL Maraîcher pour leur participation.

ANNEXE(S)

Tableau 1. Date de semis ou plantation, superficie traitée et période et taux de lâchers pour les huit champs TIS suivis pendant la durée du projet.

Site	Culture	Date de semis/plantation	Superficie (ha)	Période des lâchers	Nb mouche s/ha	Coût/ha (\$)
1	Radis	12 mai 2021	10,0	4 mai – 22 juin	45 000	765
2	Radis	17 juin 2021	6,0	8 juin – 20 juillet	70 000	1 190
3	Radis	14 juin 2021	3,0	14 juin – 12 juillet	85 000	1 445
4	Radis	3 mai 2022	4,9	9 mai – 6 juin	50 000	850
1	Chou chinois	12 mai 2021	5,5	4 mai – 6 juillet	170 000	2 890
2	Chou chinois	24 juin 2021	8,7	13 juillet – 31 août	30 000	510
3	Chou kale	26 mai 2021	2,0	14 juin – 16 août	70 000	1 190
4	Chou chinois	26 juin 2022	9,0	11 juillet – 29 août	42 000	714

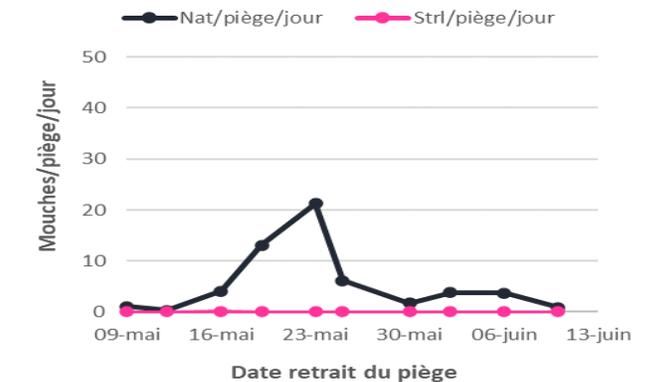
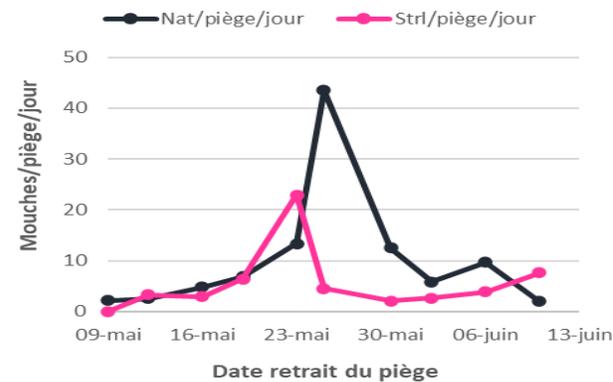
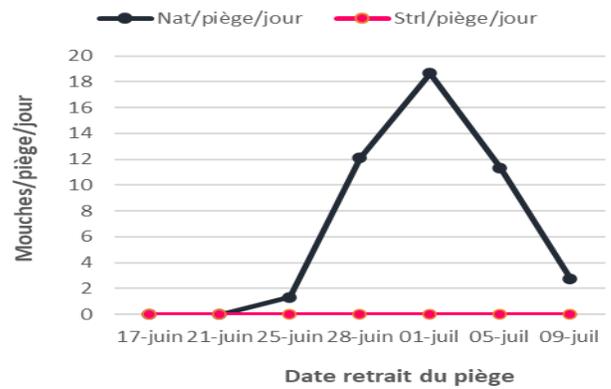
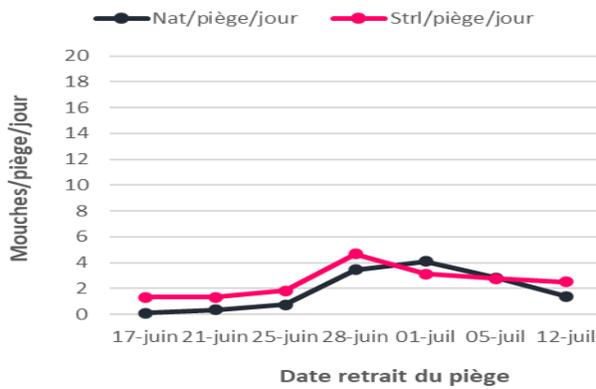
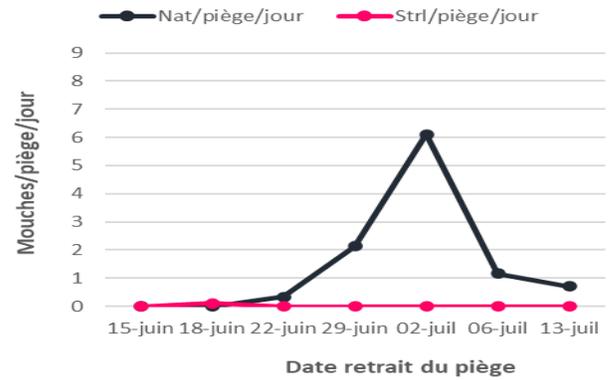
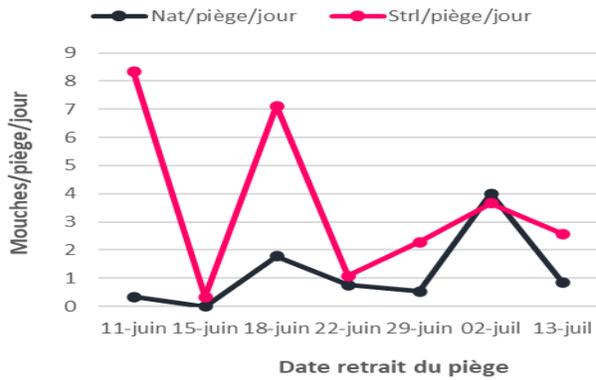
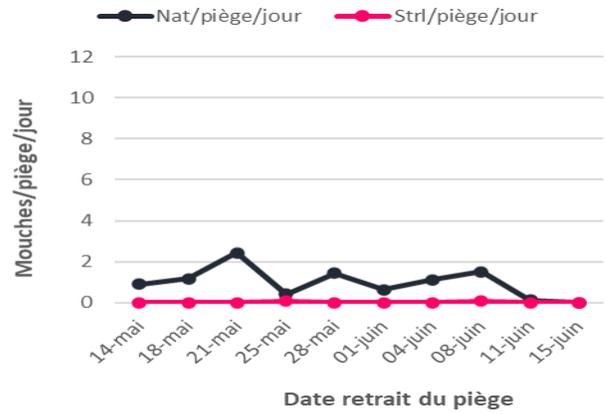
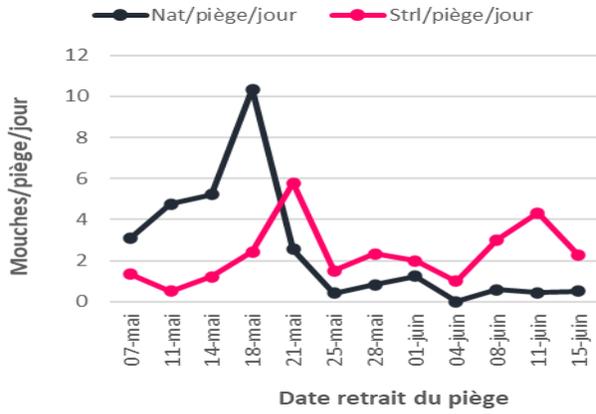


Figure A. Captures de mouches naturelles (noir) et stériles (rose) par piège par jour pour le champ avec lâchers (gauche) et le champ témoin (droite), pour les quatre sites réalisés dans la culture du radis.

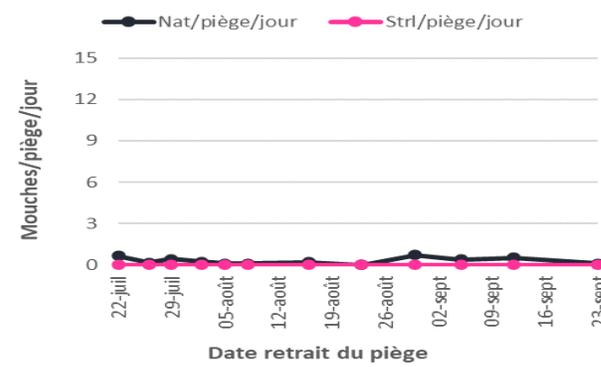
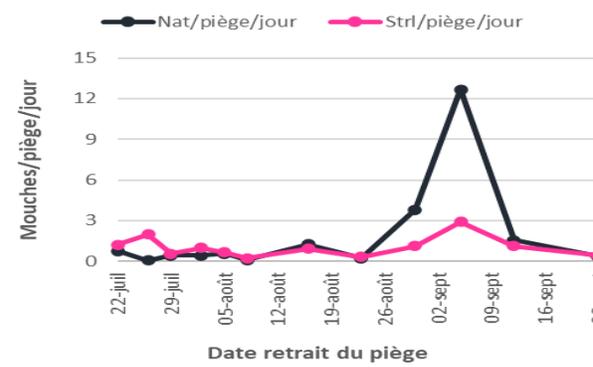
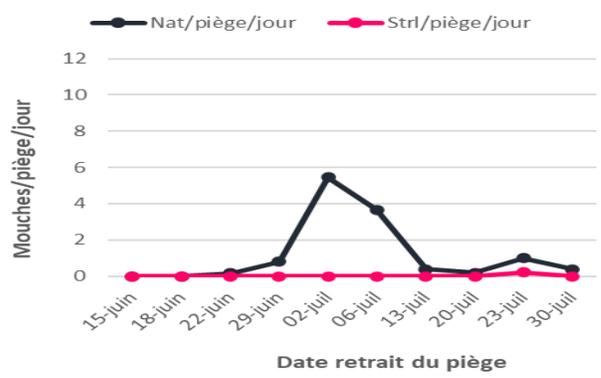
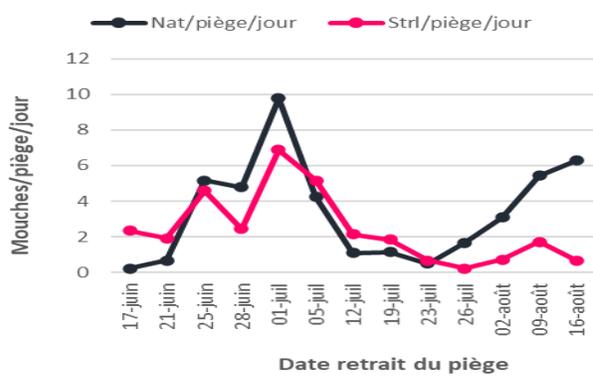
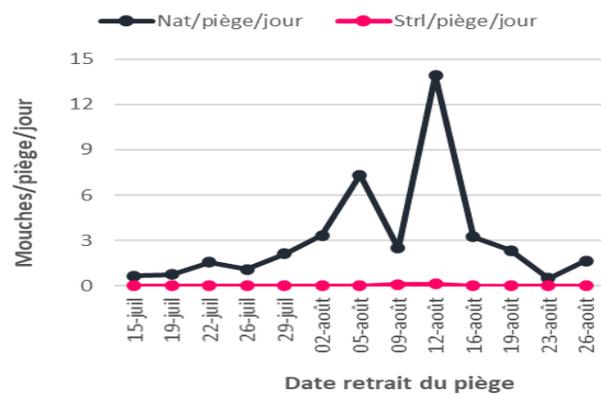
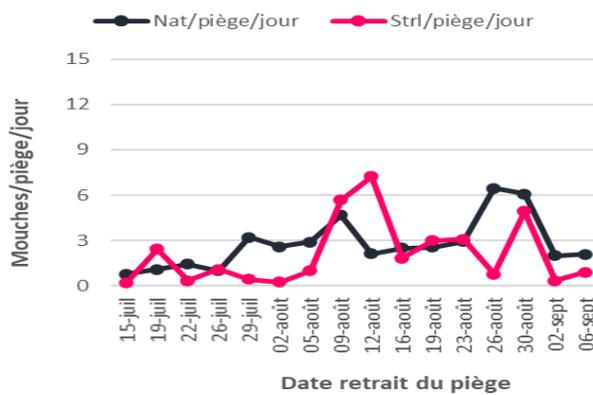
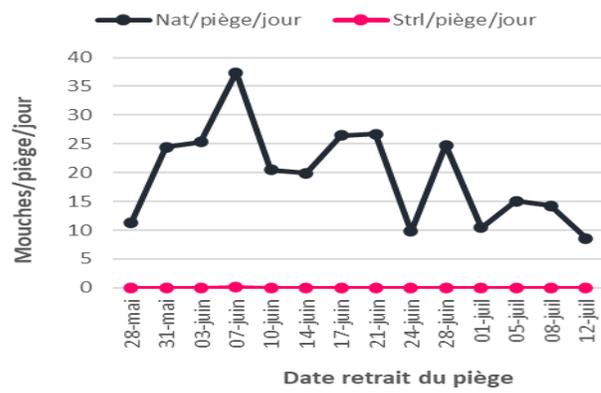
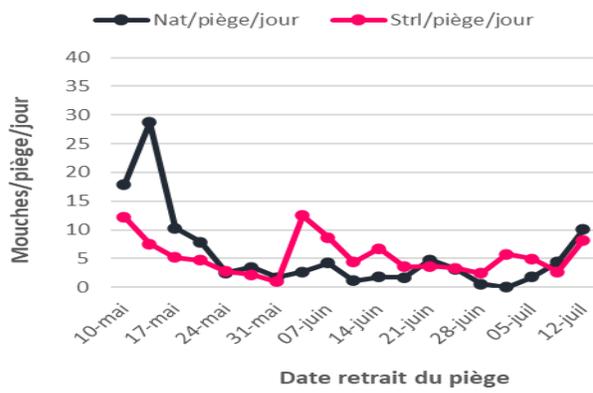


Figure B. Captures de mouches naturelles (noir) et stériles (rose) par piège par jour pour le champ avec lâchers (gauche) et le champ témoin (droite), pour les sites réalisés dans les cultures de chou chinois et chou kale.

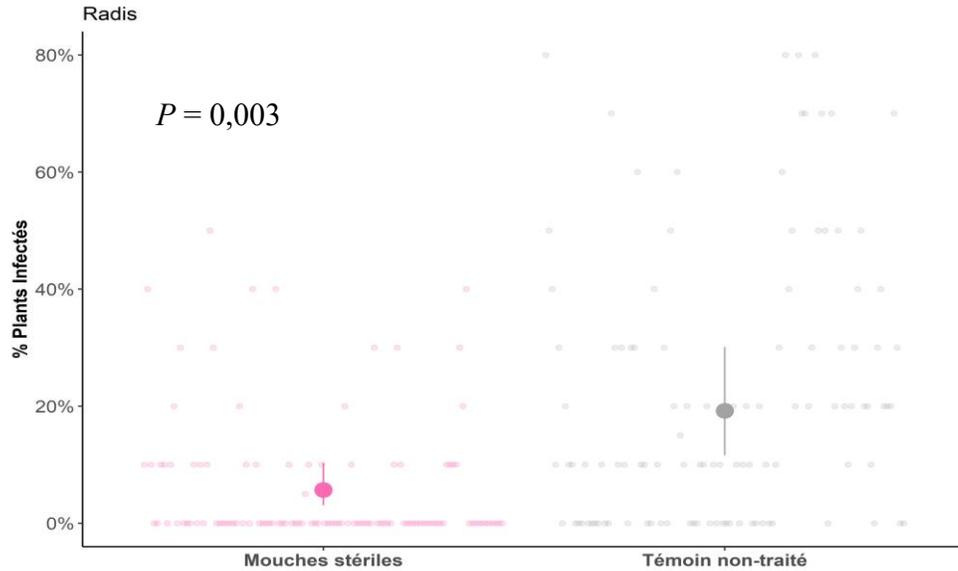


Figure C. Prédications du modèle linéaire généralisé mixte (glmm) de l'effet du traitement (mouches stériles vs témoin non-traité) sur la proportion de plantes infectées conditionnellement au nombre moyen de femelles naturelles de *D. radicum* capturées par les pièges collants dans les champs de radis (N = 10 champs). Chaque point en arrière-plan correspond à un site d'échantillonnage de 10 plants.

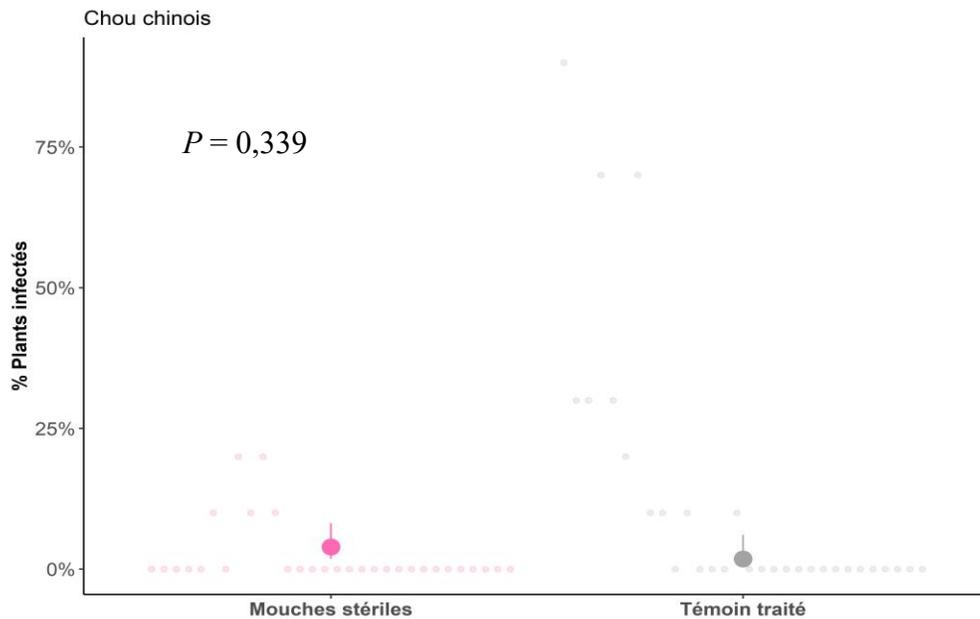


Figure D. Prédications du modèle linéaire généralisé (glm) de l'effet du traitement (mouches stériles vs témoin conventionnel) sur la proportion de plantes infectées conditionnellement au nombre moyen de femelles naturelles de *D. radicum* capturées par les pièges collants dans des champs de chou chinois (N = 6 champs). Chaque point en arrière-plan correspond à un site d'échantillonnage de 10 plants.