

RÉSEAU DE SURVEILLANCE DES PUCERONS AILÉS DANS LES CULTURES DU SOYA ET DE CUCURBITACÉES ET DES PLANTES RÉSERVOIRS DE VIRUS (CMV ET POTYVIRUS) AINSI QUE MÉTHODES DE LUTTE CONTRE LA TRANSMISSION DES VIRUS DANS LES CULTURES DE CUCURBITACÉES

Programmation de Recherche en Phytoprotection en Grandes Cultures

Avril 2023 / Mars 2026

RAPPORT FINAL

Réalisé par :

Sébastien Boquel (CÉROM), Alexis Latraverse (CÉROM), Sandrine Corriveau-Tousignant (CÉROM), Julien Saguez (CÉROM), Gabriel Verret (CÉROM), Firmo Sousa (CÉROM), Sandra Flores-Mejia (CÉROM), Steve Lamothe (CRAM), François Dumont (CRAM)

Mars 2026

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.

RÉSUMÉ DU PROJET

Le virus de la mosaïque du concombre (*Cucumber mosaic virus* ou CMV) est une maladie transmise par les pucerons qui peut infecter une très vaste gamme de plantes hôtes. Sa dissémination se fait selon un mode non persistant, c.à.d. que le virus est acquis au niveau des pièces buccales du puceron et est transmissible pendant quelques heures seulement. Pour qu'un virus soit disséminé, une source d'inoculum doit être présente dans l'environnement. Le virus peut ainsi être déjà présent dans la culture mais aussi dans certaines mauvaises herbes (MH) aux abords des champs qui peuvent alors servir de réservoirs et permettre au virus d'hiberner lorsque la culture a disparu.

En 2022, les productions maraîchères du Québec furent sévèrement affectées par le CMV et les Potyvirus. Le CMV avait alors été détecté par le Laboratoire d'expertise et de diagnostic en phytoprotection (LEDP) du MAPAQ dans 120 échantillons issus de 18 cultures provenant de huit régions administratives. Selon certains observateurs, cette hécatombe était en lien avec les fortes populations de pucerons du soya (PS) observées cette année-là. Un comité de travail a donc été mis en place afin d'apporter des connaissances sur les vecteurs, les plantes réservoirs et les méthodes de lutte limitant la transmission du virus.

Les résultats du projet ont montré que les captures de pucerons ailés dans les pièges bols jaunes étaient largement dominées par le genre *Aphis* (75,5 %) et que leur dynamique de vol au Québec serait caractérisée par deux pics survenant vers la mi-juin/début juillet et la mi-juillet/début août. Le deuxième pic de population semblerait être en lien avec le PS s'installant dans les champs de soya. Par ailleurs, l'étude comparative de deux méthodes de dépistage par pièges bols jaunes et pièges collants jaunes ont montré que celles-ci peuvent être utilisées pour le suivi des populations de pucerons dans les champs.

Parmi les 1 250 plantes adventices prélevées dans les bordures de champs en début de saison, six ont testé positif au CMV : l'achillée millefeuille, le trèfle blanc, la valériane officinale, la rorippe des marais, l'asclépiade commune et l'onagre bisannuelle. Aussi, peu de pucerons ont été observés sur les plantes échantillonnées. Les plantes adventices présentes en bordure des champs seraient donc des réservoirs de CMV, mais représenteraient une faible source d'inoculum.

Les essais en champs de différentes méthodes de lutte préventives (sarrasin en intercalaire, kaolin et huile végétale) pour réduire la colonisation et la transmission des virus par les pucerons vecteurs ont montré que l'huile végétale réduisait significativement la fréquence de feuilles avec présence de pucerons ailés. L'huile végétale a aussi permis de réduire la transmission du CMV de près de 10 % par rapport au témoin et au kaolin, et de réduire la transmission des Potyvirus par rapport au témoin. Le kaolin a également permis de réduire d'un peu moins de 10 % la transmission des Potyvirus par rapport au témoin. L'huile minérale a permis de réduire la fréquence de transmission et la charge virale du CMV en condition de laboratoire et de champ. Finalement, les huiles minérale et végétale causeraient peu de phytotoxicité dans les cucurbitacées.

Ce projet a ainsi permis d'élargir nos connaissances sur les pucerons vecteurs de virus non persistants comme les Potyvirus et le CMV et d'offrir des méthodes de lutte préventives qui pourraient être utiles en cas de fortes migrations de pucerons.

INTRODUCTION

Le virus de la mosaïque du concombre (*Cucumber mosaic virus*; CMV) est une maladie qui peut infecter une très vaste gamme de plantes hôtes et causer des pertes économiques considérables à de nombreuses cultures. Les pucerons sont les principaux vecteurs du CMV qu'ils disséminent selon un mode non persistant, c.à.d. que le virus est acquis au niveau des pièces buccales du puceron sans coloniser son appareil digestif et est transmis en l'espace de quelques heures (Palukaitis et García-Arenal 2019).

En 2022, la production maraîchère du Québec fut sévèrement affectée par le CMV. Selon certains observateurs, l'abondance de pucerons du soya (PS) cette année-là semblait l'hypothèse la plus plausible pour expliquer l'hécatombe survenue chez certaines entreprises agricoles. Bien qu'il ait été démontré que la migration des PS du nerprun vers les champs de soya s'effectue en juin, et que les déplacements de populations entre champs de soya s'effectuent en juillet (Ragsdale *et al.* 2004), la survie à l'hiver du PS au Québec serait très faible, voire nulle (Roy et Lachance 2005; Gagnon 2017; Maisonhaute *et al.* 2018). Ainsi, les PS arriveraient au Québec par les vents depuis des régions où les populations sont importantes dans les champs (États du nord-est américain et Ontario) et ces migrations ont généralement lieu en juillet où de vastes nuées peuvent être observées.

Pour qu'un virus se dissémine, une source d'inoculum doit être présente dans l'environnement. Dans le cas du CMV, le taux de transmission par les semences est généralement très faible pour la plupart des plantes (Palukaitis et García-Arenal 2019) et ne jouerait pas un grand rôle dans sa dissémination. À l'inverse, la présence d'inoculum à proximité ou dans les champs jouerait un rôle prépondérant dans la dissémination des virus non persistants puisque la fenêtre de temps pour qu'un puceron puisse transmettre le virus est très limitée. Ainsi, la présence du virus dans la culture avant l'arrivée des pucerons pourrait servir d'inoculum de base. Il est également probable que certaines mauvaises herbes (MH) aux abords des champs puissent servir de réservoir au virus et lui permettent d'hiverner lorsque la culture a disparu. En effet, plus de 1 000 espèces de plantes, appartenant à plus de 100 familles botaniques différentes, peuvent être hôtes du virus. Dans le nord-est de l'Amérique, plus de soixante-dix espèces de MH sont rapportées comme hôtes potentiels du virus (Zitter 2001).

De nombreuses plantes, comme les trèfles, les mélilots, la luzerne, le haricot ou encore la pomme de terre, peuvent être utilisées par le PS comme hôtes d'alimentation, mais pas pour la reproduction (voir Labrie 2010). Le PS ne colonise pas les adventices et cultures maraîchères, mais peut s'y poser et y faire des piqûres d'exploration permettant de « goûter » la plante avant d'arriver sur le soya, son hôte principal. Ces piqûres gustatives peuvent être très nombreuses et faites sur plusieurs plantes, favorisant une dissémination rapide et abondante du virus comparativement à des espèces de pucerons qui vont s'installer sur un plant et limiter leur migration (distribution du virus localisée, formant des foyers).

Le choix d'atterrissage du PS lors des migrations à longue et courte distance est fortement influencé par le paysage agricole à large ou petite échelle (Gardiner *et al.* 2009; Labrie *et al.* 2016 ; Maisonhaute *et al.* 2017, 2018). Des analyses paysagères effectuées sur des données d'abondance du PS en Montérégie entre 2006

et 2012 ont démontré que les champs de soya avec de fortes abondances (600 PS/plant et plus) étaient entourés d'un paysage composé à plus de 35 % de soya dans un rayon de 1,5 km (Maisonhaute *et al.* 2017, 2018). En revanche, des paysages diversifiés, composés de plus de quatre à six cultures dans un même rayon, réduisaient significativement l'abondance du PS. À plus petite échelle, l'utilisation de bandes alternées de 18 m de large de blé, de vesce, de soya et de maïs, réduisait de moitié l'abondance du PS en comparaison à des champs de 180 m de large (Labrie *et al.* 2016). Ces réductions d'abondance du PS seraient dues à une attirance plus faible du puceron pour ces paysages plus diversifiés lors des migrations, aux stimuli visuels et olfactifs moins intéressants et à une plus grande abondance d'ennemis naturels générant un plus grand contrôle. Par ailleurs, l'utilisation de cultures intercalaires, de seigle ou de légumineuses dans les champs de soya réduisait significativement l'abondance du puceron et augmentait les ennemis naturels (Schmidt *et al.* 2007; Koch *et al.* 2012, 2015). Puisque le PS répond fortement à la diversité du paysage agricole à toutes les échelles, il serait possible d'utiliser son comportement d'évitement des paysages avec des champs plus diversifiés dans le but de réduire la transmission de virus.

En cultures maraîchères, l'utilisation de sarrasin sous forme de paillis ou en intercalaire a démontré une réduction significative de l'abondance de pucerons et mouches blanches dans des champs de courges, ainsi que la transmission de virus (Frank et Liburd 2005; Razze *et al.* 2016). D'autres méthodes peuvent être utilisées pour perturber l'attraction des ravageurs pour une culture. Le kaolin, une poudre d'argile, est par exemple fréquemment utilisé pour lutter contre divers insectes (psylles, pucerons, mouches, chenilles, charançons, chrysomèles, etc.) et s'est avéré efficace contre la chrysomèle rayée du concombre dans des champs de courges (Legault 2007). Son application sur les plants perturberait la recherche de l'hôte en changeant les stimuli visuels, olfactifs et tactiles, en repoussant les adultes ou encore en réduisant l'oviposition et la survie des juvéniles (Legault 2007). Finalement, les huiles minérales et végétales sont largement utilisées en application foliaire pour réduire la transmission des virus non persistants (Al-Mrabeh *et al.* 2010; Boquel *et al.* 2013). Cette technique est d'ailleurs largement utilisée dans la culture de pommes de terre de semence pour assurer la production de lots certifiés. Ces différentes méthodes pourraient être utilisées pour réduire la transmission de virus par les pucerons dans les cultures maraîchères de cucurbitacées, particulièrement lors d'années où les populations de pucerons sont plus importantes.

OBJECTIFS ET APERÇU DE LA MÉTHODOLOGIE

Le projet avait pour but d'apporter des connaissances sur les pucerons vecteurs et les plantes réservoirs de virus et de tester des méthodes de lutte permettant de limiter la transmission.

Les objectifs spécifiques suivant ont été poursuivis :

1. Identifier les pucerons ailés potentiellement vecteurs de virus et étudier leur dynamique de population.
2. Identifier les principales plantes adventices en bordure des champs qui pourraient servir de réservoirs de virus.
3. Valider l'efficacité de différentes méthodes de lutte préventives permettant de limiter les transmissions virales et les pertes de rendement associées.
4. Produire un scénarimage vulgarisant le mode de transmission des virus et le rôle des pucerons dans cette transmission.

Volet 1. Identification des pucerons ailés potentiellement vecteurs de virus et dynamique des populations des pucerons

Sites

En 2023, les populations de pucerons ailés ont été suivies dans 26 champs en Montérégie (12) et Lanaudière-Laval (14). De ce nombre, 12 étaient en soya et 14 en cucurbitacées (**Tableau 1**). Douze champs de soya et de cucurbitacées étaient appariés (six champs de soya et six de cucurbitacées), c.à.d. distants de moins de 2 km dans une zone à prédominance de grandes cultures. Les 14 autres champs, dits isolés, étaient distants de plus de 2 km ou dans une zone à prédominance maraîchère.

En 2024, les suivis ont été faits dans 20 champs en Montérégie (12) et Lanaudière-Laval (8). La moitié des sites étaient en soya et l'autre moitié en cucurbitacées (**Tableau 1**). Huit champs de soya et de cucurbitacées étaient appariés (quatre de chaque culture), les autres étant isolés.

Tableau 1. Sites dépistés pour le suivi des dynamiques de population de pucerons ailés dans les régions de la Montérégie, de Laval et de Lanaudière en 2023 et 2024.

2023					2024				
Région	Municipalité	Culture ¹ (type de champ ²)	PCJ ³	Date d'installation des pièges	Municipalité	Culture ¹ (type de champ ²)	PCJ ³	Date d'installation des pièges	
ME	St-Robert-1	S (A)		30-mai	St-Robert-1	S (A)		21-mai	
	St-Robert-2	C (A)	x	30-mai	St-Robert-2	C (A)	x	21-mai	
	Ste-Madeleine-1	S (A)		30-mai	Ste-Madeleine-1	S (A)		21-mai	
	Ste-Madeleine-2	C (A)	x	30-mai	Ste-Madeleine-2	C (A)		21-mai	
	Ste-Jude	S (I)		30-mai	Ste-Jude	S (I)		27-mai	
	St-Jean-Baptiste	S (I)		30-mai	St-Jean-Baptiste	S (I)		24-mai	
	Farnham	C (I)	x	30-mai	Farnham	C (I)	x	21-mai	
	St-Paul-d'Abbotsford	C (I)	x	02-juin	St-Paul-d'Abbotsford	C (I)		03-juin	
MO	St-Rémi-1	S (A)		30-mai	St-Rémi-1	S (A)		21-mai	
	St-Rémi-2	C (A)	x	30-mai	St-Rémi-2	C (A)	x	21-mai	
	St-Georges-de-Clarenceville	S (I)		30-mai	St-Georges-de-Clarenceville	S (I)		21-mai	
	St-Michel	C (I)	x	30-mai	St-Michel	C (I)		03-juin	
LAN	St-Esprit-1	S (A)		02-juin	Saint Esprit-1	C (A)	x	31-mai	
	St-Esprit-2	C (A)	x	01-juin	Saint-Esprit-2	S (A)		17-mai	
	St-Lin-Laurentides-1	S (A)		02-juin	-	-		-	
	St-Lin-Laurentides-2	C (A)	x	01-juin	-	-		-	
	Notre-Dame-de-Lourdes-1	S (I)		02-juin	-	-		-	
	Notre-Dame-de-Lourdes-2	C (I)	x	01-juin	-	-		-	
	Lanoraie-1	S (I)		07-juin	-	-		-	
	Lanoraie-2	C (I)	x	01-juin	Lanoraie	C (I)	x	17-mai	
	Lanoraie-3	C (I)	x	07-juin	-	-		-	
	Lavaltrie	S (I)		01-juin	Lavaltrie	S (I)		31-mai	
	LAV	Laval-1	C (I)	x	07-juin	Laval-1	C (I)		17-mai
Laval-2		C (I)	x	07-juin	Laval-2	C (I)		31-mai	
Laval-3		S (A)		03-juin	Laval-3	S (I)		31-mai	
Laval-4		C (A)	x	07-juin	Laval-4	S (I)		11-juin	

¹ S : soya; C : cucurbitacée

² A : apparié; I : isolé

³ PCJ : piège collant jaune

Suivi des pucerons ailés

Dans chacun des champs, trois pièges bols jaunes (PBJ, **Figure 1**) étaient installés à environ 10 m à l'intérieur du champ sur un même rang de culture, ou en bordure lorsqu'il n'était pas possible de les installer dans le champ. Les PBJ étaient espacés d'environ 20-25 m les uns des autres et remplis d'environ 1 L d'une solution d'eau savonneuse. Dans les champs de cucurbitacées, des pièges collants jaunes (PCJ, **Figure 1**) étaient aussi installés à côté de chaque PBJ (trois PCJ par champ), sur le rang adjacent s'ils étaient à l'intérieur du champ ou à 1-2 m s'ils se trouvaient en bordure.

Les pièges ont été posés à la fin-mai et relevés jusqu'à la mi-août, à raison d'un ou deux relevés par semaine pour les PCJ et deux relevés par semaine pour les PBJ. Les PBJ étaient relevés en filtrant le contenu au travers d'un morceau de mousseline placé au fond d'une passoire. La solution filtrée était ensuite remise dans le PBJ puis ajustée de nouveau à 1 L avec une solution savonneuse. Les échantillons de PBJ étaient ensuite triés et les pucerons ailés étaient dénombrés et conservés dans des fioles d'alcool à 95 %. Les pucerons ont ensuite été séparés en morphotypes et identifiés au genre lorsque possible. Pour les PCJ, les pucerons ailés ont été simplement dénombrés.



Figure 1. Pièges bols jaunes et pièges collants jaunes dans un champ de courge suivi en 2024.
Crédits : Sandrine Corriveau-Tousignant (CÉROM).

Tests de détection du CMV dans des champs de cucurbitacées

En 2023, trois champs contigus dans la région de Laval (un de poivron, un de tomate et un de cantaloup) ont été échantillonnés les 25 et 26 juillet pour vérifier si les cultures étaient infectées par le CMV. Ces champs se trouvaient dans un rayon de 500 m d'un des champs échantillonnés pour les MH et les pucerons.

Dans chaque champ, 20 stations d'échantillonnage étaient sélectionnées, dont 18 aléatoires et deux ciblées (avec symptômes de virus). À chaque station, une feuille était prélevée sur trois plants et celles-ci étaient mises ensemble dans un sac de plastique. Les échantillons ont ensuite été envoyés au CÉROM où la présence de CMV a été testée à l'aide de tests [ImmunoStrip®](#) (Agdia, Elkhart, IN, USA).

En 2024, trois champs ont été testés pour la présence de CMV, dont deux en concombre de transformation (Saint-Bonaventure et Saint-Robert-2) et un en citrouille (Saint-Paul-d'Abbotsford). Dans les champs de concombre, des feuilles d'âge moyen ont été prélevées le 22 juillet sur 5 (Saint-Bonaventure) et 14 (Saint-Robert-2) plants choisis aléatoirement. Dans le champ de citrouille, des feuilles de neufs plants symptomatiques (présence de mosaïque sur les feuilles) ont été prélevées pour confirmer l'infection par le CMV. Les prélèvements et la détection de virus ont été faits en suivant la même méthodologie qu'en 2023.

Suivi des populations de puceron du soya par le Réseau d'avertissements phytosanitaires (RAP)

Douze des 46 champs suivis pour le présent projet ont aussi été dépistés dans le cadre du suivi des populations de PS par le RAP Grandes cultures, dont neuf champs en Lanaudière et trois en Montérégie. Le dépistage était fait une fois par semaine pendant sept semaines à partir de la semaine du 10 juillet 2023 et du 8 juillet 2024. À chaque visite, cinq plants de soya étaient inspectés à six stations d'échantillonnage

réparties à l'intérieur du champ, pour un total de 30 plants par champ. Les stations devaient être espacées d'au moins 100 pas et se trouver à plus de 10 m du bord du champ et 15-20 m du chaintre. Les plants d'une même station devaient être distants d'au moins 5 m. À chaque dépistage, la date et le stade phénologique du soya était noté et pour chaque plant, les pucerons aptères et ailés étaient dénombrés. Le nombre de PS par plant était ensuite calculé en faisant la moyenne des six stations.

Veille scientifique sur le puceron du soya en Ontario et dans les États américains voisins

Afin d'être à l'affût de l'arrivée du PS au Québec et d'alimenter les RAP concernés (Grandes cultures et Cucurbitacées), une veille sur les bulletins et avertissements publiés en Ontario et dans les États américains voisins a été réalisée durant les périodes estivales 2023 et 2024. Des blogs et sites d'extension de différentes universités ont été consultés hebdomadairement pour la province de l'Ontario et les États de l'Iowa, de l'Indiana, de New-York, du Minnesota, du Michigan, et du Wisconsin.

Analyses

Les dynamiques de population de pucerons ailés à chaque site ont été visualisées à l'aide de graphiques du taux de capture par PBJ et PCJ (nb/piège/jour) en fonction de la date de relevé. Les courbes de populations produites à partir des deux types de pièges ont ensuite été comparées, afin de déterminer si elles sont équivalentes pour faire le suivi des populations de pucerons. La relation entre les taux de capture des deux méthodes a aussi été analysée par régression linéaire. Finalement, pour les sites aussi dépistés par le RAP Grandes cultures, les courbes de population de pucerons ailés obtenues par PBJ ont été comparées aux populations de PS aptères et ailés observées sur les plants lors des dépistages visuels.

Volet 2. Identification des principales plantes adventices réservoirs pouvant héberger le virus de la mosaïque du concombre (CMV) au Québec

Sites

Un inventaire de mauvaises herbes (MH) a été effectué en début de saison 2023 (9 mai au 12 juin) et 2024 (21 mai au 5 juin) dans 20 champs de producteurs ayant subi des pertes importantes en raison du CMV en 2022. Les champs sélectionnés étaient tous en cucurbitacées en 2022 et situés en Montérégie-Est (5) et Ouest (3), ainsi que dans les régions de Lanaudière (7) et Laval (5). Le but était d'identifier les principales plantes pouvant servir de réservoirs potentiels de CMV aux alentours des champs de cucurbitacées en début de saison, particulièrement les plantes vivaces ou bisannuelles.

Inventaire des mauvaises herbes et tests de détection du CMV

Une liste de 106 espèces de MH ciblées pour le dépistage a d'abord été compilée (**Annexe 1A**) et incluait : 1) des espèces connues comme des hôtes du CMV, et 2) des plantes vivaces, bisannuelles ou annuelles hivernantes identifiées lors d'un inventaire de MH effectué par le CÉROM en Montérégie de 2021 à 2023 (Flores-Mejia, non publié), même si celles-ci ne sont pas des hôtes connus du CMV.

En 2023, la priorité a été donnée aux MH vivaces et bisannuelles présentes dans la liste des espèces ciblées, mais en 2024, le bassin de plantes a été élargi pour inclure toutes les plantes dominantes dans chacune des stations d'échantillonnage, incluant les plantes annuelles.

Dans chacun des champs, des stations d'échantillonnage de 3 m de diamètre (10 stations en 2023 et 20 en 2024) étaient installées dans les bordures, c.à.d. une bande de 10 m de large incluant les bandes riveraines, la zone tampon et le début de la zone cultivée. Les stations étaient réparties sur tout le pourtour du champ, sauf pour les champs supérieurs à six hectares où seuls les six premiers hectares étaient dépistés, en gardant une distance minimale d'environ 10 à 15 mètres entre les stations (**Figure 2**).

À chaque station d'échantillonnage, les cinq espèces de MH les plus abondantes étaient identifiées et pour chacune, trois individus étaient sélectionnés et les deux plus jeunes feuilles complètement déployées étaient prélevées (six feuilles par espèce). Les feuilles de chaque espèce étaient ensuite séparées dans deux sacs de plastique identifiés de manière à avoir une feuille de chaque individu dans chacun des deux sacs. Un maximum de 50 ou 100 échantillons était ainsi collecté dans chaque champ (c.à.d. 10 ou 20 stations x 5 espèces). Si du nerprun était présent, des échantillons étaient aussi prélevés et traités de la même manière. Chaque station était aussi géoréférencée et le type de paysage adjacent était noté (e.g. boisé, chemin, champ, fossé, etc.).

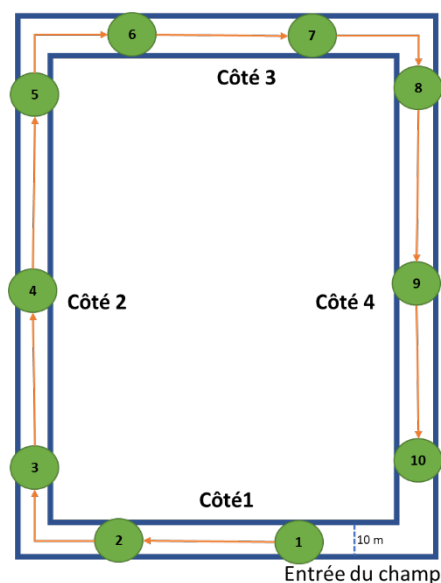


Figure 2. Exemple de disposition des stations d'échantillonnage en bordure de champ pour l'inventaire des mauvaises herbes.

Un des deux sacs d'échantillons de chaque espèce était conservé au CÉROM pour effectuer des tests de détection du CMV par [ImmunoStrip®](#) (Agdia, Elkhart, IN, USA) et l'autre était envoyé au LEDP afin de réaliser des tests ELISA.

Les plants échantillonnés à chacune des stations étaient aussi inspectés à la recherche de pucerons. En cas de présence, quelques individus de chaque morphotype étaient prélevés et mis dans des fioles d'alcool à 95 %.

Analyses

Les données de l'inventaire ont été résumées en calculant le nombre total de stations où chaque espèce a été observée, ainsi que le nombre de stations où le CMV a été détecté.

Volet 3. Évaluer l'efficacité de méthodes préventives à la ferme pour réduire la transmission de virus par les pucerons vecteurs

Évaluer l'impact d'une culture intercalaire de sarrasin et de l'utilisation du kaolin et de l'huile végétale sur la colonisation et la transmission des virus par les pucerons vecteurs

Expériences en champs

Trois méthodes de lutte préventive ont été évaluées dans neuf champs de producteurs ayant subi des dommages et des pertes en 2022 à cause du CMV (**Tableau 2**). En 2023, les sites étaient localisés dans la région de Saint-Paul-d'Abbotsford (3), Lanoraie (1), Laval (1), et Saint-Esprit (1). Les essais ont évalué l'impact d'une culture de sarrasin en intercalaire, de l'utilisation du kaolin et de l'utilisation d'huile végétale sur la colonisation de cultures de courge et la transmission de virus par les pucerons vecteurs. En 2024, seulement le kaolin et l'huile végétale ont été évalués sur des sites localisés à Lanoraie (1), Laval (1) et Saint-Esprit (1) (**Tableau 2**).

Tableau 2. Informations générales sur les sites suivis durant la saison 2023 et 2024.

Année	Site	Région	Municipalité
2023	1	Monterégie-Est	Saint-Paul-d'Abbotsford
	2	Monterégie-Est	Saint-Paul-d'Abbotsford
	3	Monterégie-Est	Saint-Paul-d'Abbotsford
	4	Laval	Laval
	5	Lanaudière	Saint-Esprit
	6	Lanaudière	Lanoraie
2024	4	Laval	Laval
	5	Lanaudière	Saint-Esprit
	6	Lanaudière	Lanoraie

Un dispositif expérimental en blocs aléatoires a été retenu pour les essais. En 2023, le dispositif consistait en deux blocs (deux répétitions) comportant chacun une parcelle témoin (producteur), une parcelle avec

intercalaire de sarrasin, une parcelle traitée au kaolin (Surround® WP), et une parcelle traitée à l'huile végétale (Vegol®). Chaque parcelle était distancée d'au moins 8 m des autres. Les parcelles comportant un intercalaire de sarrasin étaient composées de deux rangs de 24 mètres d'une culture de courges avec un entre-rangs composé de deux bandes de sarrasin (8 m de long) séparées par une bande de terre nue de 8 m (Razze *et al.* 2016). Le sarrasin a été semé deux semaines après la culture principale et fauché au mois d'août pour éviter qu'il ne monte en graines et se ressème (**Tableau 3**). Les parcelles des autres traitements (kaolin, huile végétale et témoin) comportaient deux rangs de courges de six mètres de long. Le dispositif utilisé en 2024 comportait quatre blocs (quatre répétitions) avec chacun une parcelle témoin (producteur), une parcelle traitée au kaolin (Surround® WP) et une parcelle traitée à l'huile végétale (Vegol®). Chaque parcelle consistait en un rang de courges de 5 m de long, et chacune était distancée d'au moins 10 m.

Tableau 3. Dates de semis et de coupe du sarrasin, et dates des traitements au kaolin (Surround® WP) et à l'huile végétale (Vegol®) aux différents sites d'essai en 2023 et 2024.

2023				2024			
Site	Sarrasin		Traitements kaolin et huile végétale	Site	Sarrasin		Traitements kaolin et huile végétale
	Semis	Coupe			Semis	Coupe	
1	06-juill.	17-août	06-juill.	4	n/a	n/a	27-juin
			14-juill.				04-juill.
			21-juill.				12-juill.
			04-août				19-juill.
			11-août				26-juill.
2	06-juill.	17-août	06-juill.	5	n/a	n/a	12-juill.
			14-juill.				19-juill.
			21-juill.				26-juill.
			04-août				02-août
			11-août				08-août
3	06-juill.	17-août	06-juill.	6	n/a	n/a	27-juin
			14-juill.				04-juill.
			21-juill.				12-juill.
			04-août				22-juill.
			Aucun				29-juill.
4	03-juill.	04-août	26-juin				
			03-juill.				
			11-juill.				
			24-juill.				
			31-juill.				
5	27-juin	08-août	04-juill.				
			11-juill.				
			26-juill.				
			01-août				
			8-août				
6	27-juin	15-août	04-juill.				
			11-juill.				
			26-juill.				
			01-août				
			08-août				

Pendant les deux années du projet, les traitements au kaolin et à l'huile végétale ont débuté à la fin juin ou début juillet et se sont échelonnés sur une période de cinq semaines (**Tableau 3**). Ils ont été effectués à l'aide de pulvérisateurs portatifs (Chapin ProsSeries model 26021XP), en respectant la dose et les recommandations sur l'étiquette pour la culture en place [Surround® WP : 50 g/L d'eau, pulvérisé jusqu'à

atteindre le point d'égouttement; Vegol® : 1 L pour 50 L d'eau (2 %), gouttelettes moyennes, pulvérisé jusqu'à recouvrement du plant (max : 1 900 L/ha)]. En 2023, la quantité de bouillie appliquée à chaque traitement était d'environ 0,4 L/parcelle, peu importe le stade de la culture. En 2024, la quantité de produit appliquée variait de 0,4 et 1,0 L/parcelle en fonction du stade de développement de la culture.

Suivi des pucerons et des symptômes de CMV

En 2023, le suivi hebdomadaire des populations d'insectes ravageurs et prédateurs a été effectué entre le 20 juin et le 17 août (**Tableau 4**). À chaque visite, cinq plants de courge étaient dépistés visuellement dans chaque parcelle (trois feuilles par plant). Dans les parcelles de sarrasin, deux plants de courge étaient sélectionnés au hasard à côté de chacune des bandes de sarrasin (quatre plants au total) et un plant était sélectionné à côté de la zone sans sarrasin. Dans les autres parcelles, les cinq plants étaient sélectionnés de façon aléatoire. Tous les insectes ravageurs et prédateurs étaient identifiés et dénombrés, et une attention particulière était portée aux pucerons ailés et aux colonies de pucerons.

À la première visite, un PCJ était également installé dans une des répétitions de chaque traitement. Les pièges étaient positionnés sur les rangs de courges, à la hauteur de la culture, et visités toutes les semaines. Les PCJ étaient remplacés et rapportés au Centre de recherche agroalimentaire de Mirabel (CRAM) pour être conservés au congélateur jusqu'à leur observation. Le dénombrement des pucerons ailés a été réalisé par le CÉROM.

Une évaluation visuelle des symptômes de virus était aussi effectuée à chaque dépistage afin de déterminer la présence du CMV et des Potyvirus sur les plants de courges. Lorsque des symptômes de virus étaient observés, des feuilles étaient recueillies et envoyées au LEDP pour identification du virus ou testées à l'aide de bandes ImmunoStrip® pour détecter la présence du CMV.

En fin de saison, une évaluation du rendement de la culture a été effectuée avant la récolte. Les fruits étaient récoltés sur l'ensemble des plants de chacune des parcelles et catégorisés selon leur diamètre (0-5, 5-10, 10-15, 15-20, 20-25, 25-30, 30-35, 35-40 et 40 cm et +) et la présence de maladie (oui, non).

Tableau 4. Dates d'installation et de suivis aux sites d'essais en 2023 et 2024.

2023			2024		
Site	Installation	Suivis	Site	Installation	Suivis
1, 2 et 3	20-juin	20-juin	4	27-juin	27-juin
		30-juin			04-juill.
		05-juill.			11-juill.
		13-juill.			19-juill.
		20-juill.			26-juill.
		28-juill.			01-août
		04-août			08-août
		11-août			15-août
4	22-juin	17-août	5	27-juin	11-juill.
		22-juin			19-juill.
		28-juin			26-juill.
		03-juill.			01-août
		11-juill.			08-août
		17-juill.			15-août
		24-juill.			23-août
		31-juill.			29-août
5	22-juin	22-juin	6	27-juin	27-juin
		29-juin			04-juill.
		04-juill.			11-juill.
		10-juill.			22-juill.
		18-juill.			29-juill.
		26-juill.			05-août
		01-août			13-août
		08-août			23-août
6	22-juin	15-août			
		22-juin			
		29-juin			
		04-juill.			
		10-juill.			
		18-juill.			
		26-juill.			
		02-août			
		08-août			
		15-août			

En 2024, une approche différente a été retenue afin de se concentrer sur l'obtention de résultats concernant plus spécifiquement la colonisation des cultures et la transmission de virus par les pucerons vecteurs. Un suivi hebdomadaire des populations de pucerons ailés a été effectué entre le 27 juin et le 29 août (**Tableau 4**). La présence de pucerons ailés était notée sur 10 plants par parcelle (trois feuilles par plant). Un PCJ était installé au centre de chacune des parcelles, tout juste au-dessus des plants de courge. Les PCJ étaient remplacés tous les sept jours et rapportés au CRAM pour être conservés au congélateur jusqu'à ce que les pucerons ailés soient dénombrés. Une évaluation hebdomadaire de la présence de symptômes de virus était effectuée sur les mêmes plants suivis pour la présence de pucerons ailés. Dès l'apparition de symptômes potentiels de virus en début de suivi, quelques échantillons de feuilles ont été envoyés au LEDP du MAPAQ afin de confirmer la présence du virus de la mosaïque du concombre (CMV) ou de Potyvirus. Davantage d'échantillons ont été envoyés au LEDP en fin de saison afin de déterminer la nature des différents symptômes de virus observés durant la saison. Un total de 19 échantillons a été envoyé au LEDP en 2024.

Analyses statistiques

Les données de 2023 et 2024 ont été uniformisées afin de se concentrer sur l'obtention de résultats spécifiques à la colonisation des cultures et la transmission de virus par les pucerons vecteurs. De ce fait, seules les données sur les pucerons ailés (présence/absence sur le plant et nombre sur les PCJ) et sur les symptômes de virus (présence/absence de CMV et Potyvirus) de la saison 2023 ont été retenues pour refaire les analyses statistiques comme celles des données de 2024.

Toutes les analyses ont été effectuées à l'aide du logiciel R v.4.4.1 (R Core Team 2024). Les abondances de pucerons ailés sur les plants et dans les PCJ ont été analysées à l'aide de modèles généralisés linéaires mixtes (GLMER) avec distribution binomiale négative [fonction *lme4::glmer.nb()*]. Des modèles séparés ont été faits pour chacune des années (2023 et 2024) en incluant le traitement et le temps (semaine centrée réduite) comme effets fixes et la région comme effet aléatoire. Des relations linéaires et non linéaires (polynomiale à deux et trois degrés) entre la variable réponse et le temps ont été testées.

L'occurrence (présence/absence) de pucerons ailés et de symptômes de virus sur les feuilles de plants de courges a été analysée à l'aide de modèles GLMER avec distribution binomiale [fonction *lme4::glmer()*]. Ces modèles avaient la même structure fixe et aléatoire que le modèle sur le nombre de pucerons ailés.

Des analyses de variance (ANOVA) de type II (test du χ^2 de Wald) ont été réalisées sur les modèles pour tester l'importance des effets fixes. Cette analyse permet de déterminer l'impact de chaque variable explicative sur la variable réponse. Pour explorer les différences entre les niveaux du facteur de la variable traitement, des moyennes marginales estimées (EMMEANS) ont été calculées [fonction *emmeans::emmeans()*]. Des tests de Tukey ont ensuite été effectués pour réaliser des comparaisons multiples ajustées entre les niveaux du traitement.

Phytotoxicité des huiles minérale et végétale en champ

En 2023, un essai de courge poivrée (var. *Honey Bear*) a été semé le 6 juin dans un champ du CÉROM (Saint-Mathieu-de-Beloeil, QC, Canada). Celui-ci comportait cinq parcelles composées de deux rangs de courge de 6 m de long et espacés de 1,5 m. Les parcelles étaient espacées de 3 m les unes des autres (**Figure 3**). Les graines de courge ont été semées à la main avec un espacement sur le rang de 45 cm et fertilisées avec 115 kg N/ha, dont 45 kg N/ha au semis et 70 kg N/ha au stade quatre-six feuilles, et 60 kg P/ha au semis.

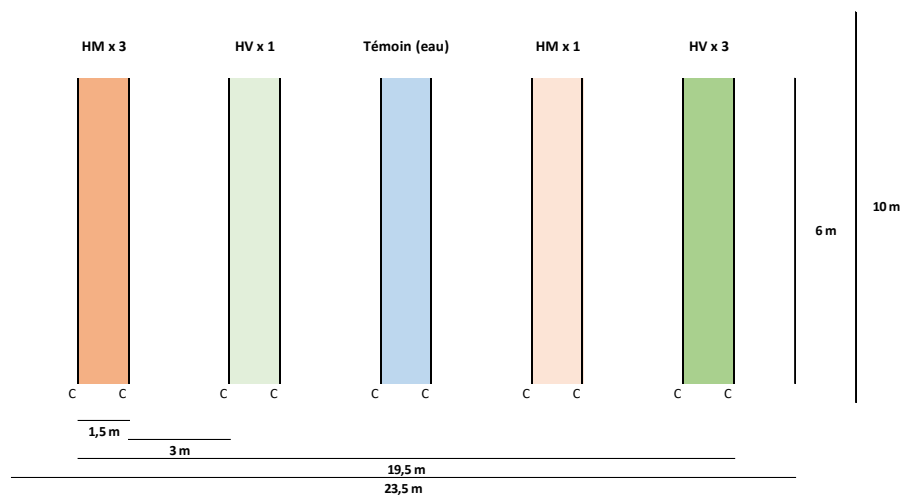


Figure 3. Dispositif expérimental des tests de phytotoxicité sur la courge dans le champ du CÉROM en 2023. C = rang de courge, HV = huile végétale (Vegol®), HM = huile minérale (SuffOil-X), x1 et x3 = une ou trois fois la dose recommandée.

En 2024, les essais ont été réalisés avec du melon brodé (var. *Halona*) et du haricot (var. *Blavet*). Le premier essai (« huile ») était composé de cinq parcelles de deux rangs de melon. La parcelle témoin et les parcelles traitées à l'huile végétale avaient aussi un troisième rang de haricot. Le deuxième essai (« cuivre ») était composé de trois parcelles de deux rangs de melon chacune. Dans les deux essais, les rangs mesuraient 6 m de long et étaient espacés de 2 m et les parcelles étaient distantes de 2 m (**Figure 4**).

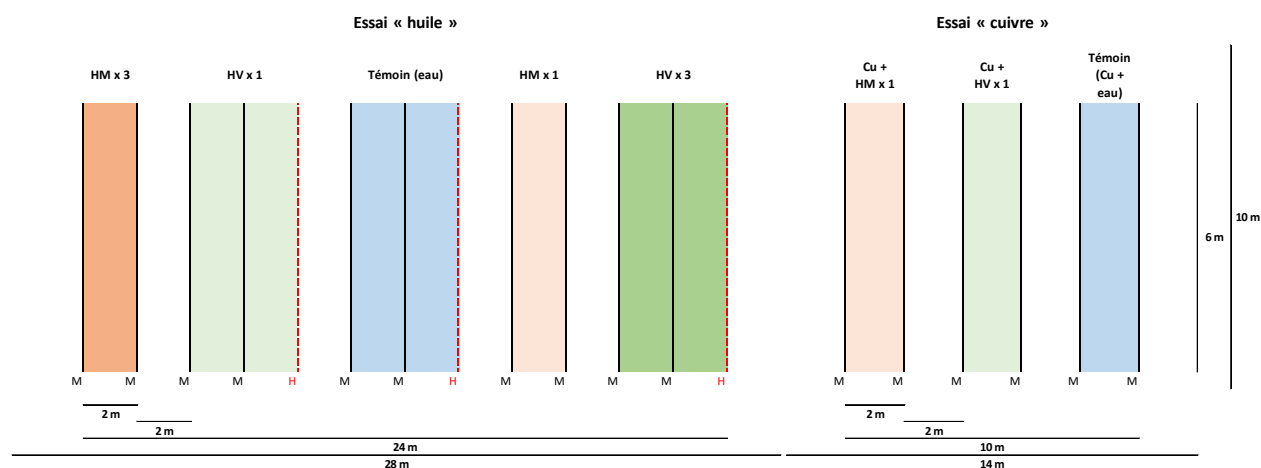


Figure 4. Dispositif expérimental des tests de phytotoxicité sur le melon et le haricot dans le champ du CÉROM en 2024. HV = huile végétale (Vegol®), HM = huile minérale (SuffOil-X), Cu = cuivre (Cuivre 53W), x1 et x3 = une ou trois fois la dose recommandée, M = melon, H = haricot.

Les graines de melon ont été semées dans des plateaux multicellules placés sur un tapis chauffant pour semis (Jump Start) en serre (24 °C, photopériode de 16J/8N). Les melons ont ensuite été transplantés au

champ au stade cotylédons-une feuille (21 juin) avec un espacement sur le rang de 45 cm. Ils ont été fertilisés au semis (76,1 kg N/ha, 130,4 kg P/ha et 50 kg K/ha), puis de nouveau au stade quatre-six feuilles (108,7 kg N/ha et 50 kg K/ha). Les semences de haricots ont été semées manuellement au champ (5 juin) avec un espacement sur le rang de 7 cm et fertilisées au semis (43,5 kg N/ha et 65,2 kg P/ha). Les melons étaient irrigués deux fois par jours pendant 30 min à raison de 15,5 ml d'eau par mètre de rang pour chaque session d'irrigation. Aucune irrigation n'a été faite pour les haricots.

La phytotoxicité de l'huile minérale (SuffOil-X) et de l'huile végétale (Vegol®) sur la courge et le melon a été testée pour des taux d'application d'une et trois fois la dose recommandée (1x et 3x; **Tableau 5**). La phytotoxicité du cuivre (Cuivre 53W) en combinaison avec l'huile minérale ou l'huile végétale a été testée sur les plants de melons à la dose recommandée (cuivre et huile). Finalement, la phytotoxicité de l'huile végétale a été testée sur les plants de haricot à la dose recommandée (1x). Les traitements ont été attribués aléatoirement à chaque parcelle et ont été effectués à l'aide d'un pulvérisateur à dos électrique (*SHURflo ProPack*) à raison d'une application par semaine pendant six semaines à partir du stade cinq-six feuilles. Les applications de cuivre étaient faites 24 h avant l'application de l'huile minérale, puis répétées aux deux semaines jusqu'à la fin de l'application d'huile. Des bouillies d'une concentration de 2 % étaient préparées pour les deux huiles et les taux d'application visés étaient obtenus en ajustant la durée d'application.

Tableau 5. Traitements testés pour les essais de phytotoxicité des huiles végétale et minérale et du cuivre sur la courge, le melon et le haricot.

Traitement	Produit	Dose	Taux d'application (L/ha)	
			Produit	Bouillie
Témoin	Eau	-	-	250
HV	Vegol	1x	15	750
		3x	45	2250
HM	SuffOil-X	1x	5	250
		3x	15	750
Cuivre	Cuivre 53W	1x	3	1000

Cinq à sept jours après chaque application, 10 feuilles de courge ou de melon étaient sélectionnées au hasard dans les rangs de chaque traitement, et chacune était photographiée individuellement en la plaçant, sans la couper, entre deux Plexiglas pour l'aplatir (**Figure 5**). En 2024, 12 feuilles de haricot étaient aussi sélectionnées dans chaque rang et photographiées de la même manière. Les photos ont ensuite été analysées à l'aide du logiciel Assess 2.2 (*The American Phytopathological Society*, Saint-Paul, MN, USA) afin de calculer le pourcentage de surface foliaire présentant des dommages de phytotoxicité.



Figure 5. Dispositif utilisé pour la prise de photos afin d'évaluer la phytotoxicité des applications d'huiles minérale et végétale et du cuivre. Crédits : Sandrine Corriveau-Tousignant (CÉROM) et Virginie Simard (CÉROM).

Efficacité de l'huile minérale à réduire la transmission du CMV par le puceron du soja en laboratoire

Un élevage de PS a été initié à partir d'individus collectés au cours de l'été 2024 et 2025 sur des plants de soya d'une parcelle du CÉROM. Les PS ont été élevés sur des plants de soya dans des cages entomologiques grillagées (60 cm de profondeur, 40 cm de hauteur et de largeur) placées dans une chambre de croissance (Conviron®) à 22-25 °C, 60-65 % d'hygrométrie et une photopériode de 16J/8N.

Des graines de courge (var. *Honey Bear*) et de melon (var. *Halona*) ont été semées dans des plateaux multicellules et placés en Conviron® (22 °C, 60 % d'hygrométrie, photopériode de 16J/8N). Une fois au stade une à deux feuilles, les plants ont été transplantés dans des pots de 13,5 cm de côté.

Au stade trois feuilles, une application d'eau (témoin) ou d'huile minérale ([SuffOil-X](#)) à une fois la dose recommandée (**Tableau 5**) a été réalisée au banc d'essai, puis les plants ont été remis en Conviron® pendant 24 h. Des PS ailés de l'élevage étaient ensuite placés pendant 20 min dans des « clip-cages » sur des feuilles de citrouille (2024) ou de melon (2025) infectés par le CMV, afin qu'ils acquièrent le virus. Après cette période, les PS étaient transférés individuellement dans des « clips-cages » sur les plants traités à l'eau ou à l'huile, puis laissés au minimum 1,5 h afin de piquer et pouvoir inoculer le virus. Finalement, les PS étaient retirés et les plants remis en Conviron® pour quatre semaines.

Pour les tests de transmission réalisés en 2024, une à deux feuilles étaient prélevées sur chaque plant, placées dans des sacs Ziplocs puis envoyées au LEPD pour réaliser des tests de détection par ELISA. Un minimum de 20 répétitions (plant) a été réalisé pour les courges et 50 pour les melons. Pour les tests de transmission réalisés en 2025, trois disques foliaires de 6 mm ont été prélevés sur chacun des plants, puis placés dans un tube Eppendorf de 2 ml et conservé au congélateur à -80 °C. Deux lots respectifs de 32 et

44 plants ont été fait pour un total de 76 plants (37 témoins et 39 huiles). Une méthode de détection par RT-PCR a ensuite été développée et utilisée au CÉROM pour détecter la présence du CMV. Pour se faire, l'ARN a été extrait à l'aide de kits [Monarch® Spin RNA isolation](#) (New England Biolabs, ON, Canada) selon les spécifications du fabricant. Les échantillons d'ARN ont ensuite été dilués à un ratio de 1:10 (2 µL d'ARN + 18 µL d'eau RNase-free). De cette dilution, 1,5 µL a été utilisé comme source d'ARN pour la RT-PCR pour un volume final de 10 µL. La concentration d'ARN n'a pas été normalisée pour l'ensemble des échantillons. Toutefois, la concentration moyenne mesurée par spectrophotométrie pour 55 d'entre eux était de 134 ng/µL. Pour certains échantillons positifs (38), l'ARN a été ajusté à 10 ng/µL afin d'évaluer si l'intensité des bandes pouvait servir de proxy pour estimer la charge virale. Les amorces utilisées permettant d'amplifier une région codante de la protéine de capsid étaient CMV_CPF (5'-ATGGACAAATCTGAATCAACC-3') et CMV_CPR (5'-GATGTGGGAATGCGTTGGTGC-3') (Karanfil et Korkmaz 2017; Karanfil 2021). Les réactions RT-PCR ont été réalisées dans un thermocycleur Applied Biosystems selon le programme thermique suivant : une étape de transcription inverse à 55 °C pendant 10 minutes, suivie d'une dénaturation initiale à 98 °C pendant 1 minute. L'amplification a ensuite été effectuée sur 35 cycles, comprenant une dénaturation à 98 °C pendant 10 secondes, une hybridation à 61 °C pendant 15 secondes et une extension à 72 °C pendant 25 secondes. Une extension finale à 72 °C pendant 5 minutes a été réalisée, puis les échantillons étaient maintenus à 4 °C jusqu'à leur récupération. Un contrôle sans transcriptase inverse (-RT) a été réalisé afin de vérifier que les amorces n'amplifiaient pas l'ADN génomique de la plante. Par ailleurs, un plant non infecté a aussi été utilisé comme contrôle négatif pour confirmer que les amorces n'amplifiaient pas l'ARN de la plante hôte. Pour chaque série d'amplifications, deux contrôles négatifs sans ARN et deux contrôles positifs au CMV ont été analysés selon le même protocole. Les produits d'amplification (10 µl) ont été séparés par électrophorèse dans un gel d'agarose à 1 % (p/v) contenant du FroggaStain (FroggaBio, Toronto, ON, Canada) et photographiés sous illumination UV à l'aide d'un système d'imagerie E-Box CX5 (Vilber Lourmat, Collégien, France). Les échantillons positifs au CMV ont été déterminés en visualisant une bande de 638 pb (Karanfil et Korkmaz 2017; Karanfil 2021).

Efficacité de l'huile minérale à réduire la transmission du CMV par les pucerons vecteurs en champ

En 2025, des essais ont été effectués dans trois champs de cucurbitacées à Saint-Paul-d'Abbotsford. Le site 1 était en courges décoratives Munchkin (petites citrouilles), le site 2 était un mélange de courges d'hiver (Butternut, Buttercup et Hubbard) et le site 3 était en citrouilles Olympus. Quatre rangs ont été sélectionnés dans chacun des champs, dont deux en bordure et deux à l'intérieur du champ, et chaque rang a été divisé en quatre parcelles de 12 plants. Deux parcelles de chaque rang ont été traitées à l'huile minérale (SuffOil-X; 10 L/ha dans 500 L d'eau/ha) et les deux autres, utilisées comme témoins, n'étaient pas traitées (**Figure 6**). Les applications étaient faites à l'aide d'un pulvérisateur à dos électrique (*SHURflo ProPack*) à raison d'une application par semaine pendant six semaines, à partir du stade cinq-six feuilles.

Deux PBJ ont également été installés en bordure de chacun des champs. Ceux-ci étaient relevés une fois par semaine durant la période des arrosages (26 juin au 11 août) et les pucerons ailés ont été dénombrés au laboratoire.

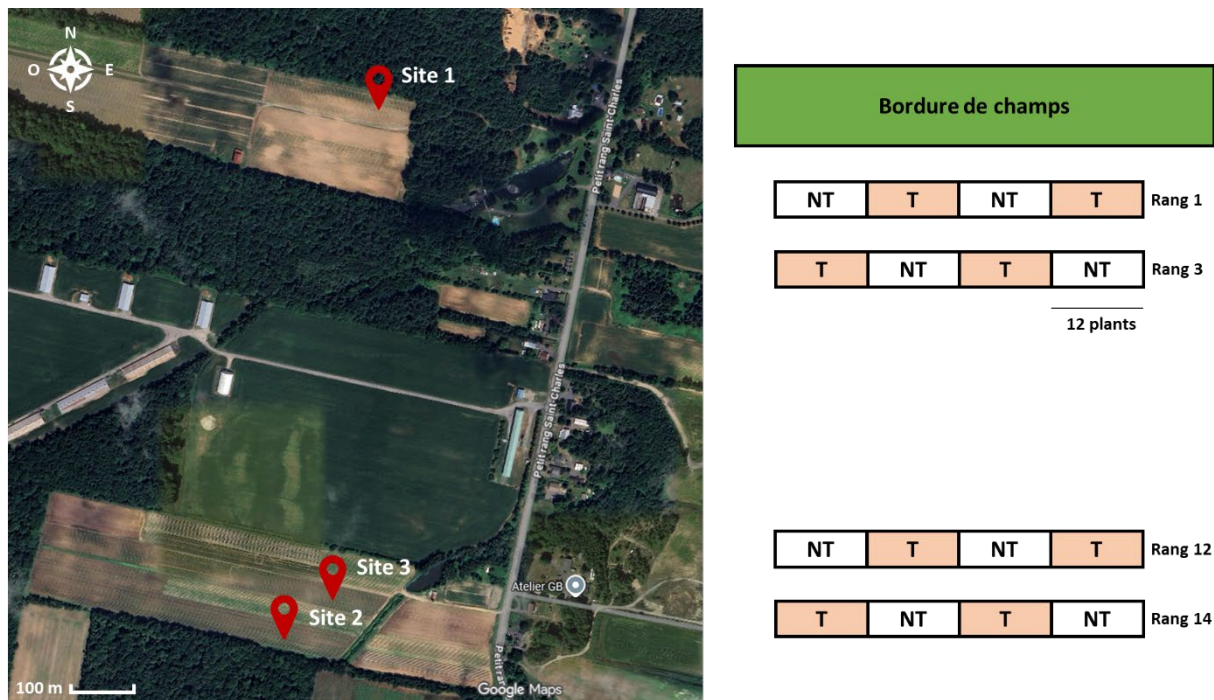


Figure 6. Localisation des champs (à gauche) et dispositif expérimental (à droite) des tests d'efficacité de l'huile minérale sur la réduction de la transmission du CMV dans trois champs de cucurbitacées à Saint-Paul-d'Abbotsford en 2025. T = traité à l'huile minérale (SuffOil-X) à la dose de 10 L/ha, NT = non-traité.

Avant la sénescence des plants (19 août), six disques foliaires de 6 mm ont été prélevés sur un maximum de 10 plants par parcelle, puis placés dans deux tubes Eppendorf de 1,5 ml (trois disques par Eppendorf). Les échantillons ont été conservés au congélateur à -80 °C jusqu'à l'extraction de l'ARN. Les extractions ont été faites en suivant la même méthodologie que précédemment décrite.

Volet 4. Production d'une vidéo explicative vulgarisant le mode de transmission des virus et le rôle des pucerons dans cette transmission

Un groupe constitué de quatre personnes (Julien Saguez et Sébastien Boquel du CÉROM et Isabelle Couture et Mélissa Gagnon du MAPAQ) a rédigé, édité et validé les textes de la vidéo. Par la suite, des croquis ont été réalisés à la main puis un petit scénarimage a été réalisé sous forme de PowerPoint avec des images issues d'internet pour illustrer ce à quoi devait ressembler la vidéo finale. Lorsque toute l'équipe a été satisfaite des textes et de l'ébauche des croquis, l'ensemble des documents a été envoyé à l'équipe de Videoexplicativeanimee.com.

La première étape consistait à enregistrer les textes en format audio. Une rencontre a également eu lieu avec le dessinateur et le monteur de la vidéo pour préciser certains points techniques et certaines attentes. Le dessinateur a fait parvenir à l'équipe plusieurs croquis de pucerons et de plantes pour validation avant le montage de la vidéo.

L'étape suivante consistait à réaliser les dessins et l'animation à partir du scénarimage proposé. Plusieurs versions ont été nécessaires afin de refléter le contenu des textes et pour que les dessins respectent une certaine rigueur scientifique, bien qu'il s'agisse d'un document de vulgarisation. La version finale a été validée et approuvée par l'ensemble des quatre membres du comité de réalisation puis déposée sur internet.

RÉSULTATS SIGNIFICATIFS OBTENUS

Volet 1. Identification des pucerons ailés potentiellement vecteurs de virus et dynamique des populations des pucerons

Dynamique des populations de pucerons ailés

En 2023, 28 624 pucerons ailés ont été capturés dans les PBJ. Les populations de pucerons ailés étaient généralement plus faibles dans la région de Lanaudière qu'en Montérégie ou dans la région de Laval (Figure 7; **Figure 8**). Un premier pic de population de pucerons ailés a été observé entre le 12 juin et le 1^{er} juillet dans toutes les régions. Cependant, la dynamique de population différait entre la région de la Montérégie et celles de Laval et Lanaudière. En effet, un second pic de population, souvent plus important, a été observé au mois d'août en Montérégie, alors que les populations sont restées faibles dans Lanaudière et Laval où un très faible pic a été observé en fin de saison.

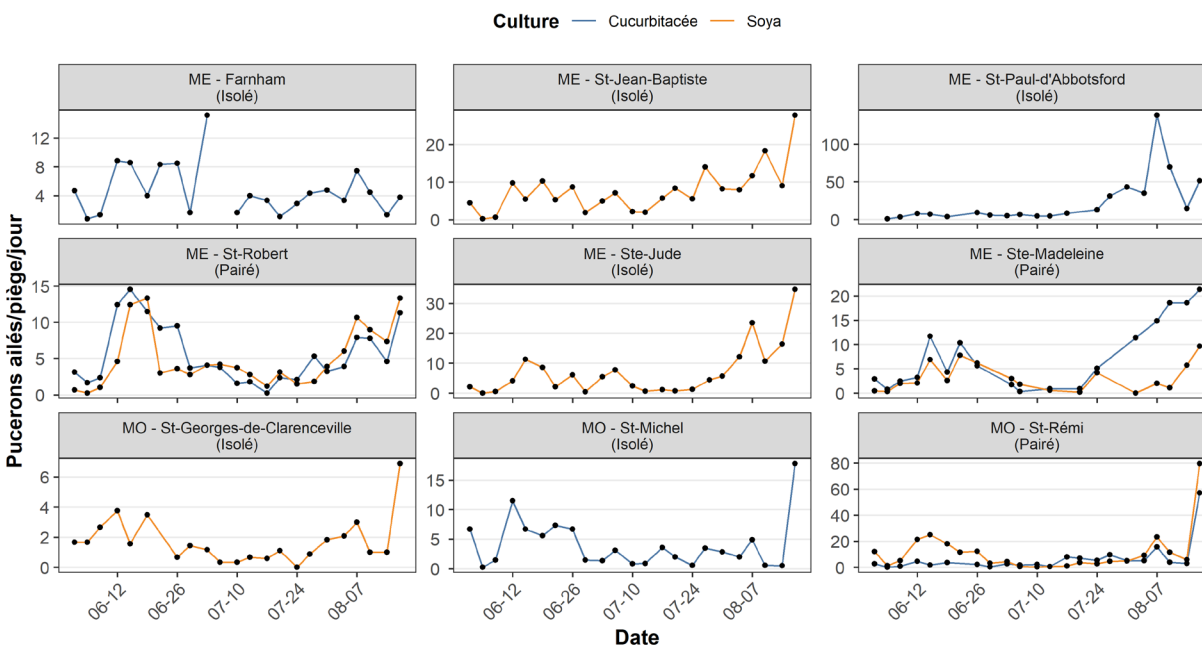


Figure 7. Taux de capture de pucerons ailés (nb/piège/jour) dans les pièges bols jaunes installés dans des champs de soya et de cucurbitacées isolés et appariés en Montérégie Est et Ouest au cours de l'été 2023.

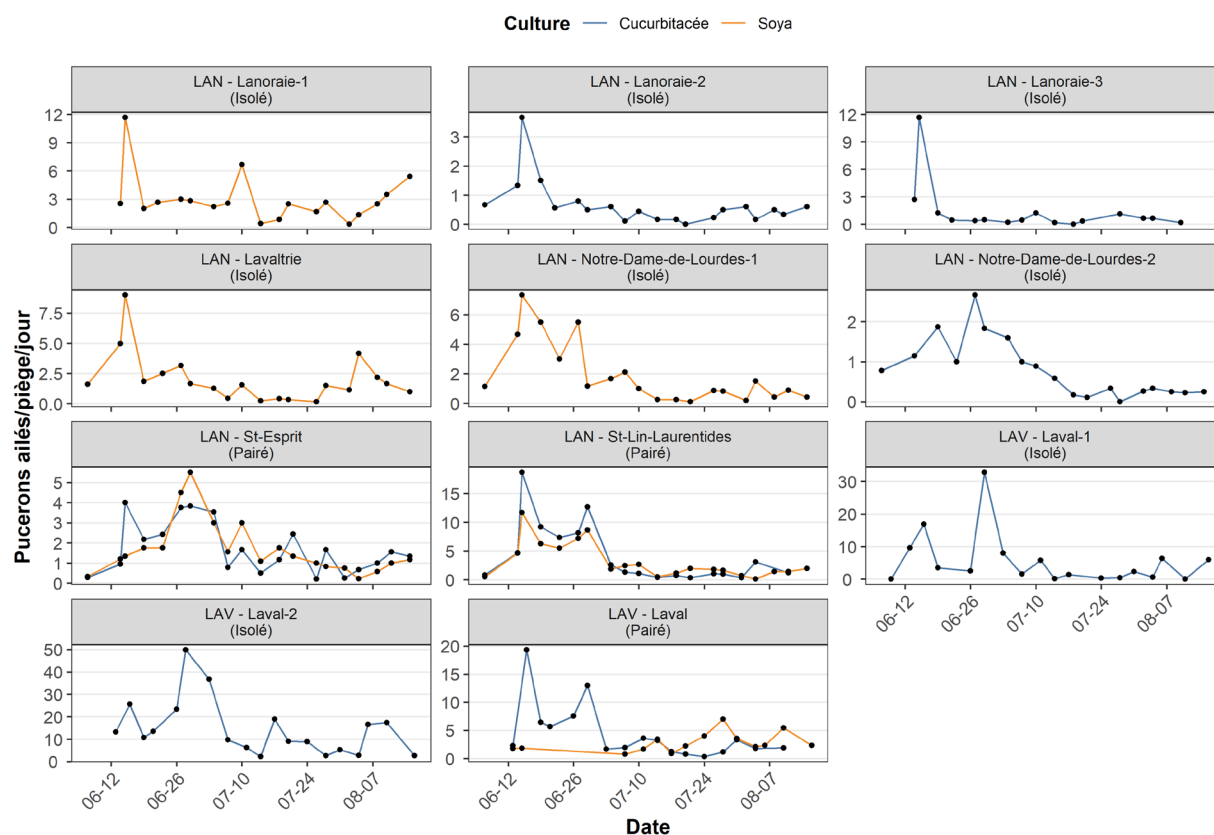


Figure 8. Taux de capture de pucerons ailés (nb/piège/jour) dans les pièges bols jaunes installés dans des champs de soya et de cucurbitacées isolés et appariés dans les régions de Lanaudière et Laval au cours de l'été 2023.

En 2024, les populations de pucerons ailés étaient bien plus importantes qu'en 2023 avec 126 126 pucerons ailés capturés dans les PBJ. Contrairement à 2023, les populations de pucerons étaient plus faibles en Montérégie que dans les régions de Laval et de Lanaudière (**Figure 9; Figure 10**). Un premier pic de population, faible, a été observé au début du mois de juin, suivi d'un important pic de population entre la mi-juillet et la mi-août. Les pics de population de pucerons ont été observés une quinzaine de jours plus tôt qu'en 2023.

L'année 2023 n'a pas été une année à forte population de pucerons comme le démontre les captures totales. De plus, les dépistages du RAP Grandes cultures ont montré qu'un seul champ (Valcourt, Estrie) a dépassé le seuil d'alerte de 250 PS/plant en 2023 contre 46 en 2024 (Saguez *et al.* 2023; Mathieu *et al.* 2024) confirmant 2023 comme une année à faible population de pucerons. Il faut donc faire attention dans l'interprétation des dynamiques de populations de pucerons de 2023, particulièrement dans les régions de Laval et Lanaudière où un faible pic a été observé alors qu'il était présent en 2024.

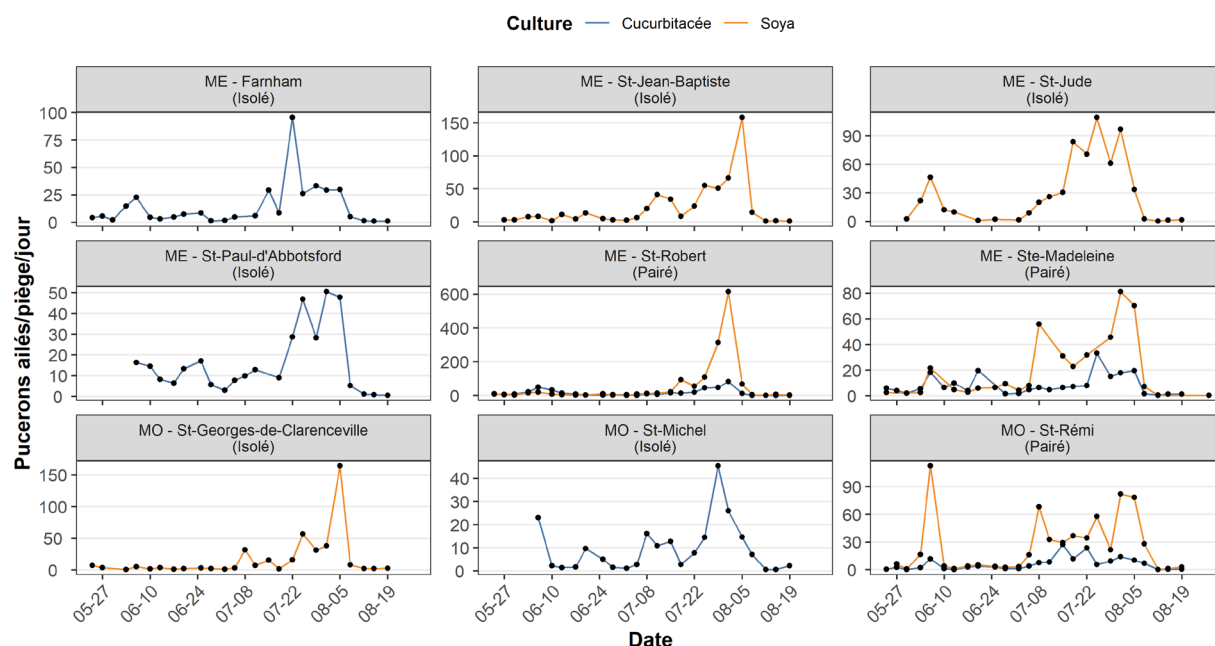


Figure 9. Taux de capture de pucerons ailés (nb/piège/jour) dans les pièges bols jaunes installés dans des champs de soya et de cucurbitacées isolés et appariés en Montérégie Est et Ouest au cours de l'été 2024.

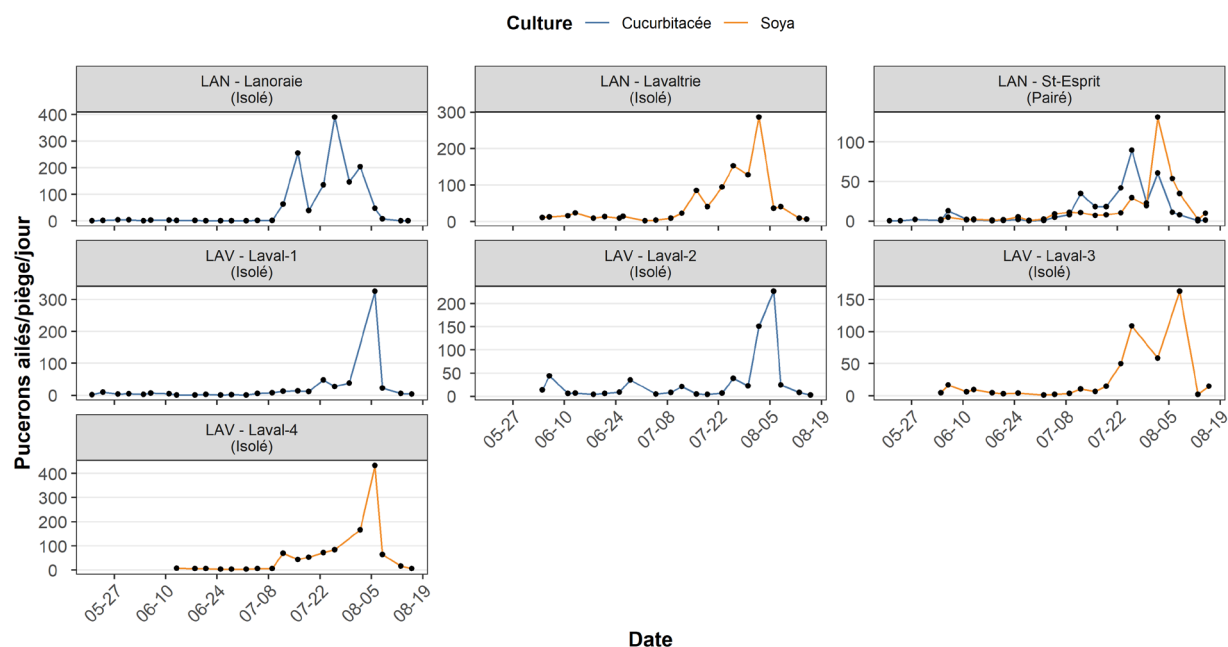


Figure 10. Taux de capture de pucerons ailés (nb/piège/jour) dans les pièges bols jaunes installés dans des champs de soya et de cucurbitacées isolés et appariés dans les régions de Lanaudière et Laval au cours de l'été 2024.

Les dynamiques de populations de pucerons dans les champs de soya et de cucurbitacées appariés étaient très similaires (**Figure 7; Figure 8; Figure 9; Figure 10**), bien que les pics de population semblaient plus importants dans les champs de soya en 2024 (**Figure 9; Figure 10**). Comme le PS ne semble pas survivre à l'hiver au Québec (Gagnon 2017), les pucerons qui colonisent les champs de soya au début de l'été arriveraient donc plutôt par les vents depuis les sites d'hibernation aux États-Unis ou en Ontario. Au cours de leur migration, ces pucerons piquent et goutent différentes plantes avant d'en trouver une adéquate (Boquel 2011). Il est donc possible que les pics observés soient en lien avec cette migration des PS qui atterrissent de manière aléatoire dans les champs de soya et de cucurbitacées.

Identification des genres de pucerons

L'identification à l'espèce des pucerons présents dans les PBJ aurait permis de nous renseigner sur la présence, l'abondance et la responsabilité du PS dans la transmission des virus non persistants dans les champs de cucurbitacées. Toutefois, seules des identifications au genre (lorsque possible) ont été réalisées à cause de l'importante abondance de pucerons capturés et de la complexité de leur identification. Sur les 119 129 pucerons identifiés, le genre *Aphis* représentait à lui seul plus de 75,5 % des individus capturés dans les PBJ (89,9 % en 2023 et 73,3 % en 2024). Afin d'aller plus loin dans l'interprétation des résultats obtenus au cours de ce projet, il serait intéressant d'identifier à l'espèce les individus du genre *Aphis*, en particulier *Aphis glycines* (puceron du soya) et *Aphis gossypii* (puceron du melon). En effet, la proportion de pucerons du genre *Aphis* était similaire dans les champs de soya et de courges mais il est possible que le ratio de ces espèces soit différent en fonction de la culture concernée. Il est encore trop tôt pour déterminer si le PS est en cause dans la transmission des virus non persistants dans les champs de cucurbitacées et seul des identifications à l'espèce permettraient d'apporter des réponses. Il est prévu de déposer une demande de financement pour poursuivre les identifications des pucerons du genre *Aphis*.

Relation entre les abondances de pucerons dans les PBJ et sur les plants de soya (dépistage du RAP)

En 2023, un décalage a été observé entre les pics de captures de pucerons ailés dans les PBJ et les pics de population de PS sur les plants (**Figure 11**). En effet, les pucerons ailés dans les PBJ étaient plus abondants en début de saison (mi-juin à début juillet), alors que les populations de PS sur les plants ont augmenté à partir de la fin juillet. Le décalage observé au niveau des pics pourrait être expliqué par le fait que les populations de pucerons en 2023 étaient faibles dans les régions de Laval et Lanaudière et qu'un très faible pic de population a été observé à la fin juillet – début août dans la région de Lanaudière contrairement à la Montérégie où le second pic était plus important.

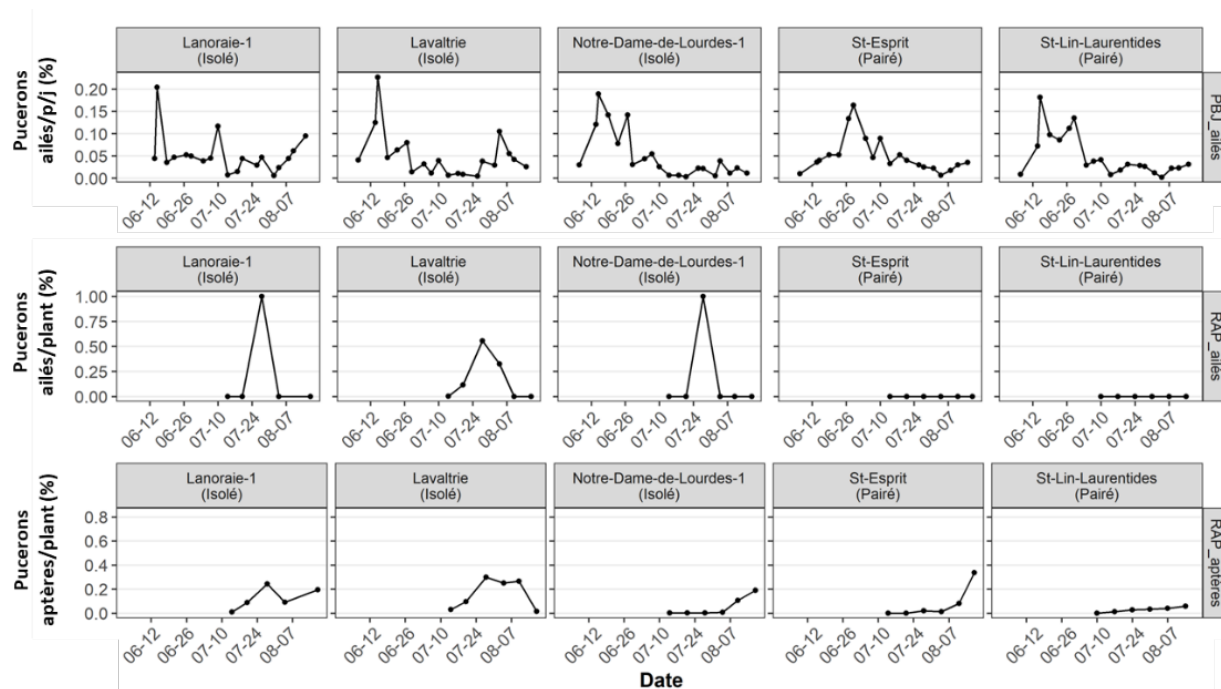


Figure 11. Taux de capture standardisé de pucerons ailés (nb/piège/jour) dans les pièges bols jaunes et densité standardisée de pucerons du soja aptères et ailés sur les plants de soja (nb/plant) dans plusieurs champs suivis dans la région de Lanaudière au cours de l'été 2023. Chaque type de donnée (ailés dans les PBJ, aptères sur les plants, ailés sur les plants) a été standardisé séparément en divisant le nombre de pucerons à chaque date par le nombre total capturé au cours de la saison. La valeur ainsi obtenue pour chaque date correspond au pourcentage des pucerons capturés ou observés à chaque site.

En 2024, les pics de captures de pucerons ailés dans les PBJ étaient beaucoup plus importants et coïncidaient avec l'augmentation des populations de PS ailés sur les plants de soja (**Figure 12**). Ces résultats suggèrent que le second pic de populations de pucerons ailés observé dans les PBJ (mi-juillet à début août) serait en lien avec la migration du PS s'installant dans les champs de soja. Une fois sur les plants, ces pucerons migrants produisent des pucerons aptères par parthénogénèse, formant ainsi une colonie. D'ailleurs, les résultats ont montré que les populations de PS aptères ont augmenté en même temps que l'observation des PS ailés sur les plants (**Figure 12**). Les résultats de dépistages des champs de soja réalisés dans le cadre du RAP Grandes cultures depuis 2002 montrent que le PS est présent à partir de la deuxième semaine du mois de juillet (Neau *et al.* 2022) et que le nombre de PS par plant augmentent rapidement pour atteindre des pics généralement vers la fin juillet – début août (Boquel *et al.* 2024) comme observé cette année (Mathieu *et al.* 2024). La migration, l'installation et l'augmentation des populations de PS semblent donc être corrélées avec le deuxième pic de population plutôt que le premier. Ce premier pic pourrait correspondre à d'autres espèces de pucerons passant l'hiver au Québec. L'identification des pucerons du genre *Aphis*, représentant la grande majorité des pucerons, serait nécessaire afin de déterminer si le PS était présent lors du premier pic de population et à quelle proportion des captures.

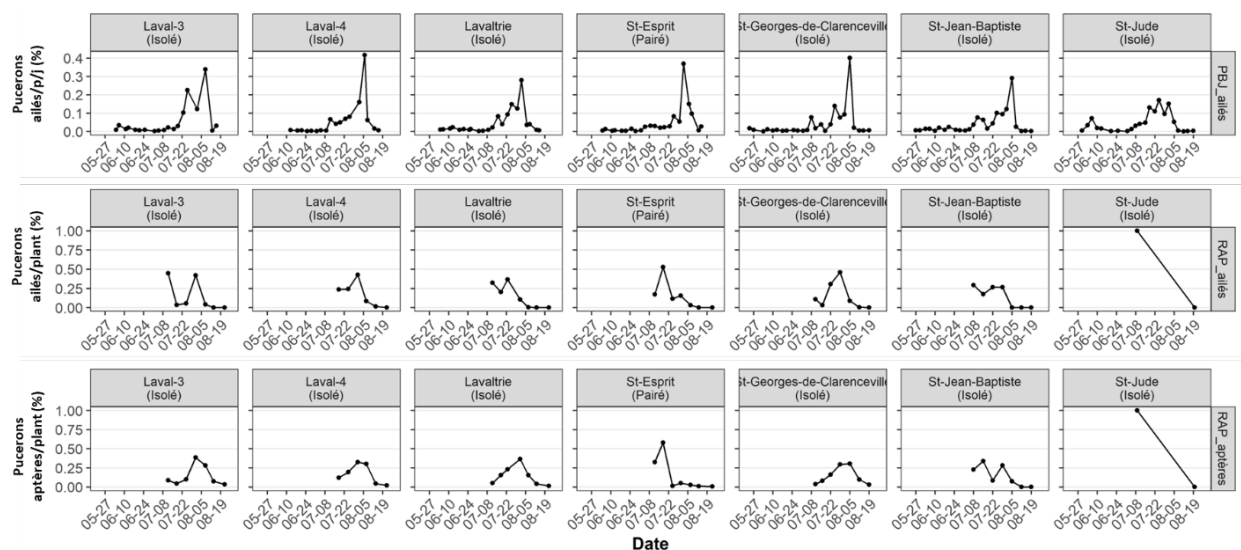


Figure 12. Taux de capture standardisé de pucerons ailés (nb/piège/jour) dans les pièges bols jaunes et densité standardisée de pucerons du soja aptères et ailés sur les plants de soja (nb/plant) dans plusieurs champs suivis dans les régions de Lanaudière et Montérégie au cours de l'été 2024. Chaque type de donnée (ailés dans les PBJ, aptères sur les plants, ailés sur les plants) a été standardisé séparément en divisant le nombre de pucerons à chaque date par le nombre total capturé au cours de la saison. La valeur ainsi obtenue pour chaque date correspond au pourcentage des pucerons capturés ou observés à chaque site.

Relation entre les abondances de pucerons dans les PBJ et les PCJ

Lors des deux années, les courbes de populations de pucerons ailés obtenues à partir des données de PBJ et de PCJ étaient très similaires, avec des pics de populations concordant entre les deux méthodes (**Figure 13; Figure 14**).

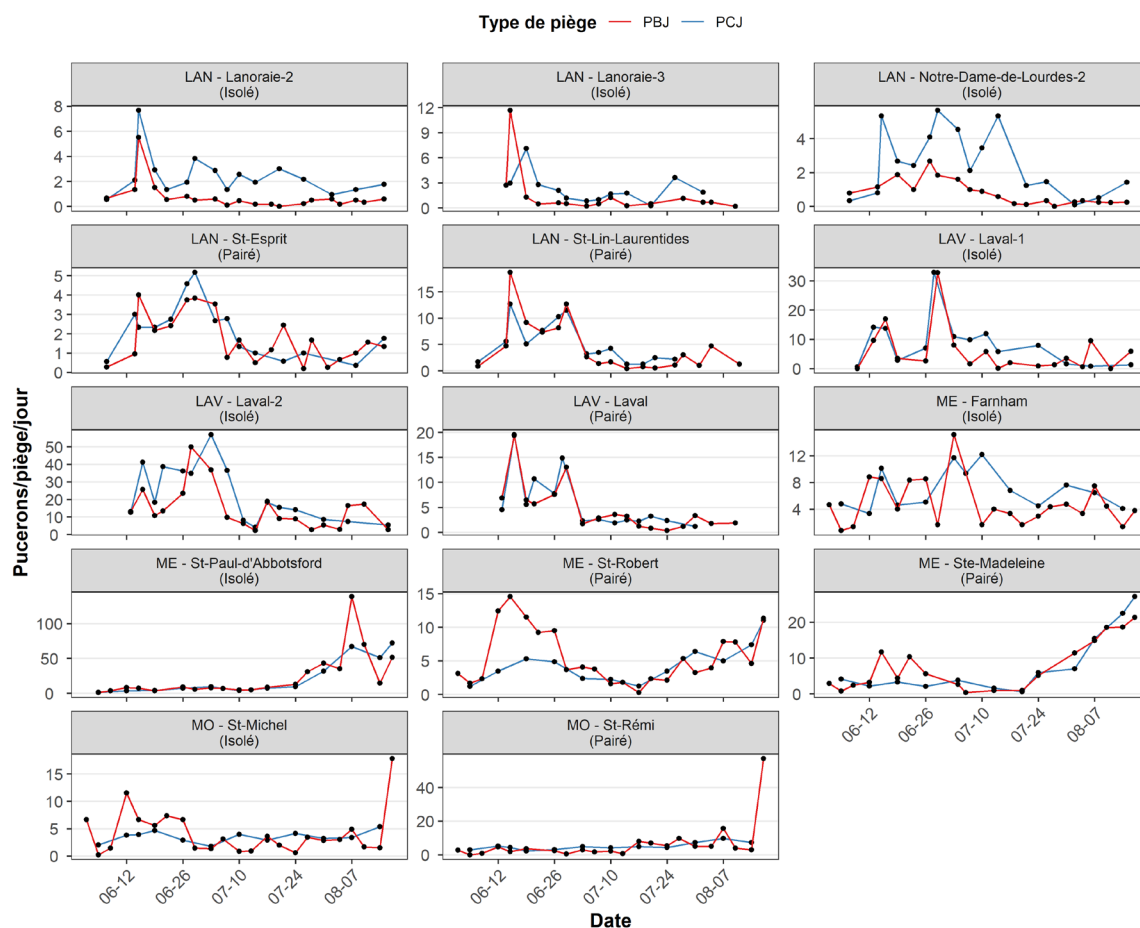


Figure 13. Taux de capture de pucerons ailés (nb/piège/jour) dans les pièges bols jaunes (PBJ) et les pièges collants jaunes (PCJ) installés dans des champs de cucurbitacées isolés et appariés en Montérégie (ME et MO), Laval (LAV) et Lanaudière (LAN) au cours de l'été 2023.

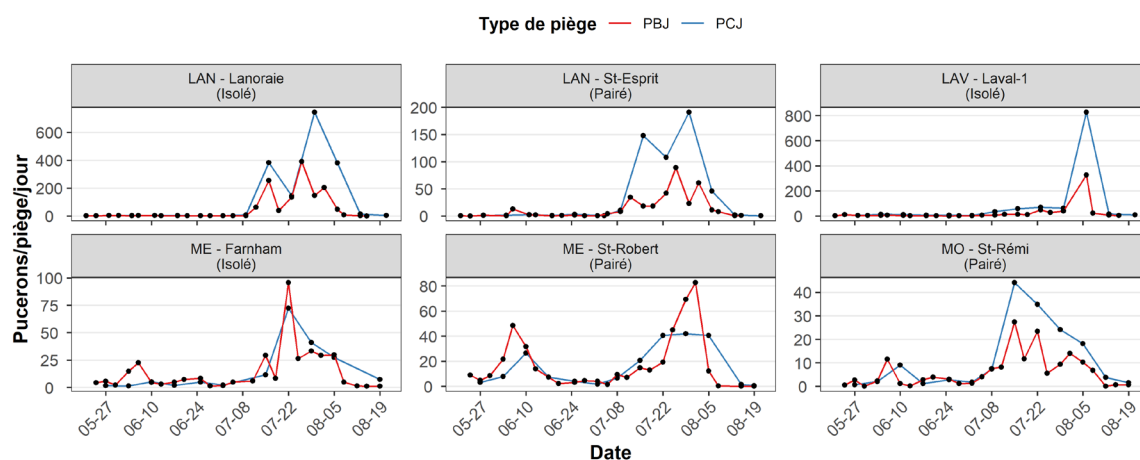


Figure 14. Taux de capture de pucerons ailés (nb/piège/jour) dans les pièges bols jaunes (PBJ) et pièges collants jaunes (PCJ) installés dans des champs de cucurbitacées isolés et appariés en Montérégie (ME et MO), Laval (LAV) et Lanaudière (LAN) au cours de l'été 2024.

Les résultats ont montré qu'il existait une relation linéaire entre le taux de capture des PBJ et des PCJ ($F_{(1, 255)} = 3090,2; p < 0,001$). Le taux de capture était environ 2,5 fois plus élevé pour les PCJ que pour les PBJ (**Figure 15**). Dans une étude comparant ces deux techniques dans des champs de fraises, Bonneau (2017) a obtenu des résultats similaires avec 5,5 fois plus de pucerons ailés dans les PCJ que les PBJ. Parce qu'ils ont collecté un plus grand nombre d'insectes, l'auteure conclue que les PCJ sont beaucoup plus efficaces pour détecter les envolées de pucerons vecteurs. D'autres études ont également rapporté que les PCJ capturaient plus de pucerons que les PBJ (A'Brook 1973; Harrington *et al.* 2007). La synchronicité des pics de captures observée dans notre étude ainsi que la relation linéaire observée entre les deux types de pièges suggèrent que les deux méthodes sont adéquates pour réaliser le suivi des pucerons ailés dans les champs. Ces méthodes peuvent donc être utilisées pour suivre les populations de pucerons. Toutefois, si des identifications sont nécessaires, il serait préférable d'utiliser les PBJ qui permettent de récupérer les pucerons sans destruction et ainsi observer les critères morphologiques comparativement à des PCJ sur lesquels les pucerons sont englués et donc plus difficilement récupérables et identifiables (Bonneau 2017).

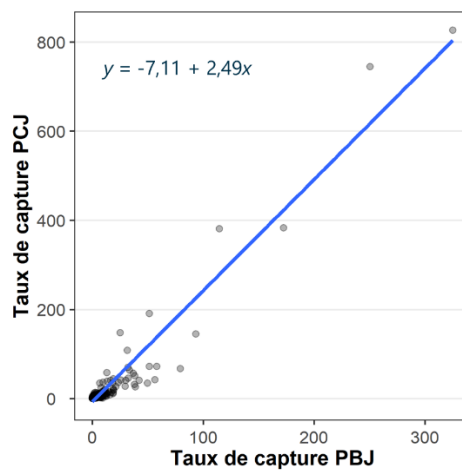


Figure 15. Relation entre les taux de capture de pucerons ailés (nb/piège/jour) dans les pièges bols jaunes (PBJ) et les pièges collants jaunes (PCJ) installés dans des champs de cucurbitacées en 2023 et 2024.

Tests de détection du CMV dans des champs de cucurbitacées

Parmi les trois champs échantillonnés à Laval en 2023, deux étaient positifs au CMV (cantaloup et tomate), alors que le troisième (poivron) était négatif. Dans le champ de cantaloup, les échantillons des deux stations ciblées étaient positifs au CMV, mais aucun des échantillons aléatoires. Finalement, un échantillon de station aléatoire dans le champ de tomate était positif, mais aucune des stations ciblées. Les symptômes d'infection par le CMV chez le poivron et la tomate dépendent fortement de l'âge de la plante au moment de l'infection. Les jeunes plantes ont tendance à présenter des symptômes plus graves, tandis que les plantes à des stades ultérieurs de développement peuvent être asymptomatiques (Garcia-Ruiz et Murphy

2011 ; Kenyon *et al.* 2014). Il est donc possible que les plantes dans les champs échantillonnés étaient asymptomatiques contrairement au champ de cantaloup pour lequel les deux échantillons des stations ciblées testaient positifs au CMV.

En 2024, aucun des échantillons de concombre de transformation n'a testé positif au CMV malgré les soupçons d'infection. En effet, le producteur de Saint-Robert-2 avait été gravement touché par l'épidémie de CMV de 2022 et beaucoup de pertes de concombre avaient été rapportés (**Figure 16**; Morneau 2022). En 2024, son champ de concombre avait été semé avec la même variété (var. *Lenon*) et il observait que ses plants tardaient à produire des fruits. De plus, le champ de soya voisin présentait d'importantes densités de PS (I. Couture, observations personnelles) tout comme dans les PBJ (Saint-Robert-1, **Figure 9**), ce qui représentait un risque pour la transmission du virus. Bien que les tests effectués sur les plants aient montré qu'il n'y avait pas eu de transmission du CMV, les quelques échantillons envoyés au LEDP ont cependant testés positifs à la présence de Potyvirus.



Figure 16. Dommages causés par le CMV dans le concombre de transformation en 2022. Crédits : Isabelle Couture (MAPAQ).

Les feuilles de citrouille prélevées au champ de Saint-Paul-d'Abbotsford qui présentaient une mosaïque ont quant à elles toutes testées positives au CMV. Ce champ présentait un enherbement important avec la présence de mauvaises herbes et de friches à ses alentours et il est possible que certaines des plantes présentes soient des réservoirs de CMV. De plus, les jeunes plants sont souvent plus sensibles au CMV que les plants plus âgés (Garcia-Ruiz et Murphy 2001; Lecoq 2013). Or, ce champ a été semé tard et les plants étaient encore peu développés lors de l'arrivée des premiers pucerons ailés. Ceci pourrait donc expliquer l'importante présence de CMV observée dans ce champ.

Veille scientifique sur le puceron du soya en Ontario et dans les États américains voisins

Contrairement à 2022, très peu de bulletins ou d'avertissements sur le PS ont été publiés en 2023 et 2024, principalement à cause des faibles populations. Voici les informations rapportées pour les différents États suivis en 2023 et 2024.

Année 2023

Ontario

Un seul billet de blog ([Soybean Aphids and Western Bean Cutworm Activity](#)) a été publié le 11 juillet en Ontario. À cette date, le PS apparaissait dans quelques champs de différentes régions, mais seul un petit nombre atteignait le seuil. Il était rappelé de faire un dépistage hebdomadaire et que durant les stades R1 à R5, une application d'insecticide n'est requise que lorsque 80 % des plantes du champ ont au moins 250 PS/plant et qu'il est évident que les populations augmentent. L'absence de billets publiés plus tard dans la saison suggère que le PS n'a pas été un enjeu en Ontario cette saison.

Iowa (Iowa State University Extension and Outreach)

En date du 9 juin, une publication ([What's been "bugging" crops in Iowa lately?](#)) rapportait l'absence de PS cette année, alors que les États voisins commençaient à observer des colonies sur le soya. Le 7 août, une nouvelle publication ([Speed Scout this Year for Soybean Aphid](#)) confirmait que les populations de PS étaient faibles cette année, tout comme les quelques dernières années. Seuls certains champs isolés dans les comtés du nord dépassaient le seuil économique, mais la plupart des champs n'avaient pas des populations justifiant l'utilisation d'insecticides. Ils rappelaient également l'importance du dépistage du soya afin de mesurer la pression de population et de prendre des décisions de traitement en temps opportun.

Indiana (Purdue University, Extension Entomology)

Aucun article sur le PS n'a été publié en 2023.

New-York (NYS IPM Weekly Field Crops Pest Report)

Au 5 juillet, des taux d'infestations élevés de PS étaient signalés dans quelques champs de l'ouest de l'État. Il s'agissait probablement de la première génération de PS migrant du nerprun (hôte primaire sur lequel il hiberne) vers le soya (hôte secondaire). Le 17 juillet, le rapport hebdomadaire sur les ravageurs des grandes cultures mentionnait que les PS étaient présents dans les champs, mais que les populations restaient sous le seuil de 250 PS/plant dans la plupart des cas. Le troisième rapport sur le PS publié le 24 juillet évoquait des cas de PS dépassant le seuil dans les champs. Toutefois, ils rappelaient que les PS sont généralement contrôlés par les ennemis naturels. Ils suggéraient de marcher les champs pour faire du dépistage et de surveiller l'augmentation des populations de PS pendant deux à quatre jours. Si les populations n'augmentent pas, c'est que les ennemis naturels font leur travail. Finalement, au 1^{er} septembre, l'État rapportait au travers de son bulletin hebdomadaire que quelques cas de PS dépassant le seuil avaient été signalés dans les champs de soya. Ils rappelaient que le seuil économique est de 250 PS/plant jusqu'au stade R5 du soya et qu'à R6, il n'y a aucun avantage économique à traiter contre le PS. Ils rappelaient également de suivre les populations d'ennemis naturels au travers de dépistages pour constater le déclin de la population de PS.

Minnesota (University of Minnesota Extension, Minnesota Crop News)

C'est l'État qui a le plus publié sur le PS en 2023. La première publication datait du 7 juin pour avertir que le PS commençait à coloniser les champs de soya. Toutefois, les densités étaient bien en-dessous du seuil. Ils mentionnaient que le « succès » du PS et l'ampleur de ses infestations dépendent de plusieurs facteurs, tels que les conditions météorologiques, la qualité des plants et les ennemis naturels (prédateurs, guêpes parasites et maladies). Compte tenu de tous ces facteurs, ils ne peuvent pas prédire avec précision si 2023 sera une année importante pour le PS au Minnesota.

Le 13 juillet, ils publiaient au sujet des conditions sèches des semaines passées et leurs impacts sur les ravageurs. Dans le cas du PS, il ne se développe pas à des températures élevées. Sa reproduction est ralentie et sa survie est diminuée. Cependant, comme les températures revenaient à la normale, la croissance de la population de PS pourrait être favorisée. Robert Koch, (*Extension soybean entomologist*) soulignait que ces dernières années, les populations qui augmentaient jusqu'à environ 100 PS/plant se stabilisaient par la suite. Avant cela, les populations atteignaient fréquemment des niveaux très élevés. Il suppose que la nouvelle guêpe parasitoïde ou d'autres ennemis naturels pourraient contrôler les populations. Il rappelait aussi qu'il est essentiel que les champs soient dépistés pour déterminer ceux qui doivent être traités et ceux qui n'en ont pas besoin.

Le 27 juillet, un nouveau billet était publié pour rappeler que le dépistage du PS devrait être en cours dans le soya. Cette année, les infestations étaient variables à travers l'État en raison du développement variable des plantes et des conditions météorologiques. Il mentionnait que les ennemis naturels contrôlaient les populations de PS dans de nombreux champs alors que dans d'autres, les populations approchaient du seuil. De plus, à cette période de l'année, les populations de PS peuvent varier rapidement (augmentation ou diminution) d'où la nécessité de dépister les champs.

Le bulletin publié le 7 août était le plus détaillé, présentant les résultats des dépistages de la semaine du 24 juillet au 4 août. « Parmi les insectes, le PS est actuellement la principale préoccupation dans tout l'État. La plupart des champs du nord-ouest du Minnesota et suivant la frontière ouest sud ont encore relativement peu de pucerons par plante (**Figure 17**). Cependant, il existe plusieurs champs avec des populations croissantes qui comptent désormais plus de 200 PS/plant au cours des dernières semaines. La population la plus élevée observée au cours de la dernière semaine de juillet était de 805 PS/plant dans un champ du comté de Douglas. Certains champs des comtés de Becker et Mahanomen avaient des populations entre 380 et 480 PS/plant. Les champs peuvent varier considérablement, même sur la même ferme, ce n'est donc qu'une indication que le dépistage devrait absolument avoir lieu dans ces zones plutôt que de supposer qu'un champ a un problème de pucerons sur la base des rapports à proximité ».

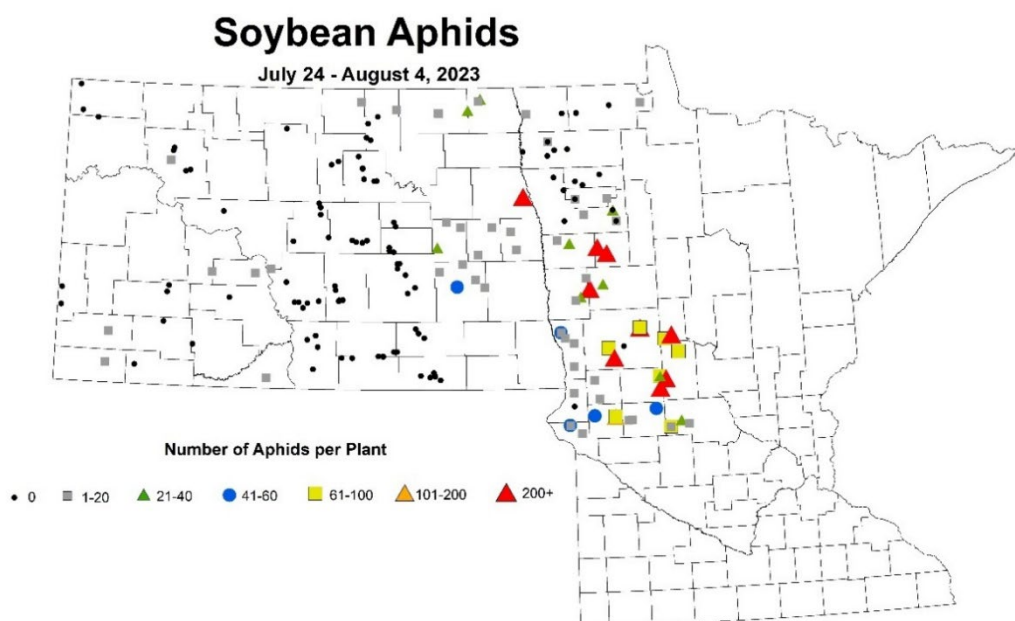


Figure 17. Nombre moyen de pucerons du soja par plante dans les champs de soja échantillonnés du 24 juillet au 4 août 2023.

« Bien qu'il ne figure pas sur ces cartes en raison de notre manque de dépisteurs basés à Morris, le sud-ouest du Minnesota a également connu sa part de problèmes de PS, de nombreux champs ayant été pulvérisés au cours des deux dernières semaines. Cela dit, assurez-vous d'abord d'inspecter vos propres champs plutôt que de prendre des décisions basées sur ce que font vos voisins ».

« Parfois, les populations de PS ne continuent pas d'augmenter. Un champ avec 80 à 100 PS/plant à la fin juillet a vu sa population diminuer à une vingtaine de pucerons par plant en une semaine ». Ils mentionnaient que « les PS étaient fortement parasités par des parasitoïdes (présence de momies), les températures chaudes pourraient avoir également ralenti le développement de la population et les fortes pluies (une rareté cette année) dans la région auraient pu contribuer à une baisse de la population ». Ils concluaient ainsi de « ne pas appliquer un insecticide tôt en saison mais plutôt de laisser le temps au seuil de 250 PS d'être atteint. Une fois ce seuil dépassé, les dommages aux plantes ne se produisent pas toujours mais cela donne environ cinq à sept jours pour appliquer un insecticide avant que les populations n'atteignent environ 670 PS/plante, ce qui correspond au niveau de dommages économiques. Il reste encore du temps pour que les populations de PS augmentent des densités plus importantes atteignant le seuil ce qui justifie de poursuivre les dépistages, mais de nombreux producteurs pourraient également éviter d'avoir besoin d'applications d'insecticides cette année ».

Finalement, le dernier bulletin a été publié le 14 août. Quelques champs atteignaient ou s'approchaient du seuil d'intervention. Cependant, c'était très inégal car certains champs avaient des problèmes et d'autres non. Le dépistage est donc la clé pour déterminer si un champ nécessite une intervention.

Michigan (Michigan State University Extension)

Le 22 juin, un billet ([Southwest Michigan field crops update – June 22, 2023](#)) affirmait que les pucerons étaient en force cette année puisqu'ils prospèrent dans des conditions sèches. Le 5 juillet, un second billet ([Thrips, aphids and mites: Piercing-sucking pests that thrive in dry weather](#)) annonçait que bien que le PS n'eût pas causé beaucoup de problèmes ces dernières années, cette saison serait un peu différente. Les auteures ont échantillonné des champs avec 75 % de plantes infestées et ont reçu des photos de plantes avec de nombreux pucerons sur les nouvelles pousses. Les champs actuellement infestés sont ceux semés tôt (avril à début mai) et sans traitement des semences. Ces champs ont émergé à temps pour capter le vol des pucerons sortant des zones d'hivernage. Les champs plantés un peu plus tard (avec ou sans traitement des semences) seraient toujours propres. Elles mentionnaient également la présence d'ennemis naturels qui attaquent le PS. Il est encore trop tôt pour décider de pulvériser (il est mentionné d'attendre juillet ou le stade R1). Le seuil de 250 PS/plant est robuste, ce qui signifie qu'il s'applique dans de nombreuses conditions et qu'il prévoit un certain temps avant que le véritable niveau de préjudice économique ne soit atteint. Finalement, elles concluaient : « Pas de panique, mais soyez vigilant ». Aucun autre billet sur le PS n'a été publié par la suite.

Wisconsin (Integrated Pest and Crop Management; News and Resources for Wisconsin Agriculture from the University of Wisconsin-Madison)

Le 9 juin, l'Université du Wisconsin-Madison rapportait que les PS commençaient à se déplacer vers le soya, mais en faible quantité. Il était simplement rappelé d'attendre avant de faire des applications, car le soya était toujours en croissance active et qu'à ce stade il pouvait subir une perte de feuilles sans avoir d'impact sur le rendement.

Année 2024

Ontario

Un seul billet de blog ([Crop Report – Week of August 5, 2024](#)) a été publié le 5 août, signalant d'importantes populations de PS dans l'est de l'Ontario. Il mentionnait que si plus de 80 % des plants ont 250 PS et que le nombre augmente, une pulvérisation est justifiée si la culture est au stade de croissance R1-R5. L'application gratuite [Aphid Advisor](#) peut être utilisée pour décider si une application est nécessaire ou encore vérifier les prévisions météorologiques et évaluer la présence et l'activité des ennemis naturels souvent efficace dans la régulation des populations du PS. Tout comme en 2023, l'absence de billets publiés plus tard dans la saison suggère que le PS n'a pas été un enjeu en Ontario cette saison.

Iowa (Iowa State University Extension and Outreach)

Le 2 mai, l'ISW publiait que l'éclosion des œufs de PS était terminée dans le nord de l'Iowa, là où se trouve la majorité des nerpruns. Cette prédiction était basée sur l'accumulation de degrés-jours, sachant que

l'éclosion des œufs de PS arrive après 147-154 degrés-jours (base 50 °F). La fin de l'éclosion des œufs serait intervenue deux semaines plus tôt que l'année précédente et un mois avant les normales. Les auteurs soulignaient que les implications d'une éclosion précoce des œufs de PS ne sont pas connues et ils encourageaient à dépister le soya à partir du stade végétatif et de suivre l'évolution des populations au cours de la saison. Un second billet, publié le 23 juillet, rapportait deux signalements de PS mais à des niveaux très bas alors que le soya était au stade R2-R3. Finalement, une publication « Est-il trop tard pour intervenir contre le PS » ([*Is it too late to Spray Soybean Aphids?*](#)) était publiée le 26 août. Dans cet État, le PS est le plus important ravageur du soya malgré les faibles populations observées aux cours des dernières années. Des populations élevées (centaines de PS/plant) ont cependant été observées en 2024 et les producteurs se demandaient s'il était pertinent de traiter. Ils rappelaient donc de dépister le PS à partir du mois de juin et d'évaluer comment les populations évoluaient au cours de la saison. La décision d'une intervention devrait être prise sur la base des résultats de dépistage et du stade du soya, car une fois passé le stade R6, il n'y a aucun bénéfice à intervenir. Depuis 2001, les pyréthrianoïdes et les organophosphorés sont largement utilisés dans cet État pour contrôler le PS et le développement de résistance devrait être pris en compte lors des interventions. En effet, une récente étude de l'Université d'État de l'Iowa a montré que des pucerons soumis à des traitements à base de pyréthrianoïdes présentaient au moins une mutation après pulvérisation les rendant moins sensibles à cette matière active.

Indiana (Purdue University, Extension Entomology)

Aucun article sur le PS n'a été publié en 2024.

New-York (NYS IPM Weekly Field Crops Pest Report)

Aucun article sur le PS n'a été publié en 2024.

Minnesota (University of Minnesota Extension, Minnesota Crop News)

Tout comme 2023, c'est l'État qui a publié le plus sur le PS. Le premier billet publié le 26 février portait sur les pratiques de lutte pertinentes contre les ravageurs du soya ([*Strategic Farming: Let's talk crops focused on what pays for soybean pest management*](#)). Dans ce billet, Robert Koch (entomologiste à l'Université du Minnesota) revient sur la résistance du PS aux pyréthrianoïdes qui s'est développée rapidement dans l'État à partir de 2014. Il rappelle l'importance des rotations d'insecticides pour garder leur efficacité. Par ailleurs, il mentionnait des résultats de recherche qui montraient que l'efficacité des traitements de semences était généralement diminuée jusqu'à devenir inefficace lorsque le PS commençait à coloniser les champs de soya. Il conclue que le dépistage et l'utilisation du seuil économique de 250 PS/plant permet un meilleur retour sur investissement que les applications préventives coûteuses qui, en plus de tuer les insectes utiles, exposent les champs au risque de recolonisation par le PS et à une résistance accrue aux insecticides. Le 8 mars, les prédictions de la survie hivernale de plusieurs insectes étaient publiées ([*What does a record-*](#)

[warm winter mean for 2024 insect forecasts?](#)). Dans le cas du PS, les œufs qui hibernent sur les branches de nerpruns ne sont pas à l'abri des températures froides et sont donc directement soumis aux conditions hivernales. Ces derniers gèlent en dessous de -31,7 à -34,4 °C. En 2024, très peu de mortalité du PS devrait être observée en raison des conditions climatiques clémentes, à l'exception de quelques petites zones dans le nord-est de l'État (**Figure 18**). À titre de comparaison, 2019 fût l'année avec la plus forte mortalité du PS (**Figure 18**). Cette année-là, un vortex polaire a amené des températures de -34 °C ce qui a provoqué une mortalité de près de 90 % des PS dans la moitié nord de l'État.

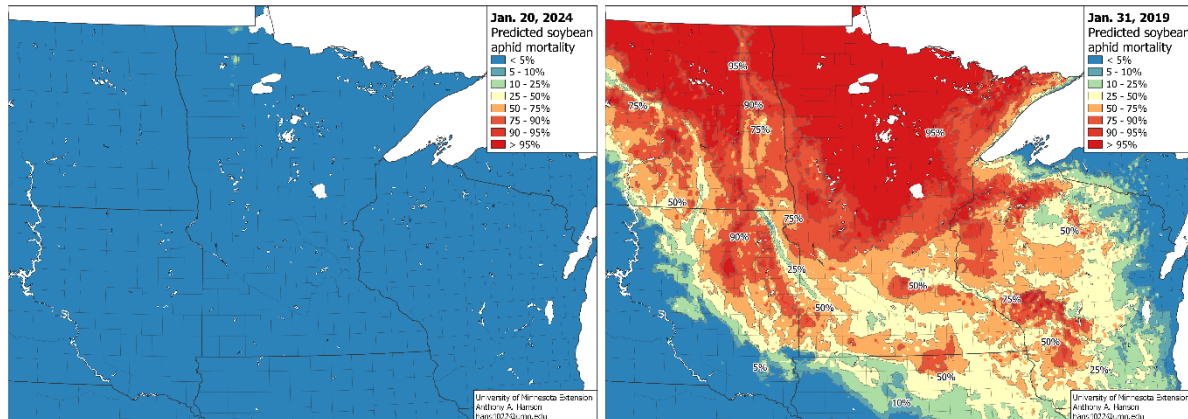


Figure 18. Mortalité prévue des pucerons du soya exposés au froid en 2024 et 2019.

Le 15 juillet, les nouvelles des cultures du Minnesota rapportaient que les fortes pluies ont pu affecter les populations de PS pendant leur migration du nerprun vers le soya. À cette date, les densités de PS dans le soya restaient faibles bien que le pourcentage de plants infestés fût assez élevé (presque 100 % dans certains champs). Les dépistages étaient donc recommandés. Par ailleurs, le bulletin rappelait que le temps humide pouvait également favoriser la croissance et le développement des champignons entomopathogènes et contribuer à la suppression des populations de ravageurs.

Le premier billet traitant des résultats de dépistages du PS collectés dans le cadre du programme de dépistage parrainé par le *Minnesota Soybean Research & Promotion Council* a été publié le 31 juillet. À cette date, le pourcentage de plants infestés par les PS variait de 0 à 100 %. Toutefois, le nombre de PS/plant était encore relativement faible (cinq sites à 21-40 PS/plant). Les champs semés tôt en saison et avec des plants de plus grande taille seraient particulièrement exposés à une infestation précoce. L'importance du suivi des populations de PS de manière régulière est rappelée aux lecteurs, tout comme le seuil de traitement (plus de 80 % de plants infestés par le PS, nombre moyen de PS supérieur à 250/plant, population de PS en augmentation) et la faible efficacité des traitements à base de pyréthrianoïdes en raison de la résistance.

Le 1^{er} août, Robert Koch et Bruce Potter publiaient sur l'augmentation rapide des populations de PS dans quelques champs ([Soybean aphid infestations increasing quickly in some fields](#)), dont certains dépassaient le seuil d'intervention (> 250 PS/plant). Toutefois, les infestations étaient variables dans l'État et le

dépistage était recommandé afin d'obtenir un portrait précis du champ. Ils mentionnaient également qu'un grand nombre de PS ailés étaient produits dans les « points chauds » de nombreux champs pour se disperser et coloniser d'autres champs de soya. Plusieurs régions du Minnesota ont par ailleurs été inondées de PS ailés qui ont formés des colonies au cours de la semaine précédente.

Le 13 août, l'État publiait sur la lutte contre le PS ([Considerations for soybean aphid management](#)). « Après quelques années d'infestations limitées dues à la sécheresse, les infestations de PS en 2024 sont généralisées et plusieurs se demandent s'il faut lutter contre ce ravageur et comment le faire ». Ce billet rappelle donc la nécessité de dépister les champs à chaque semaine (ou plus fréquemment en fonction des conditions météorologiques) et de suivre l'évolution des populations. Le seuil d'intervention de 250 PS/plant (80 % ou plus des plants infestés et populations de PS en augmentation) est également rappelé. Il précise que ce seuil n'est pas celui pour lequel le PS cause des dommages aux plants, ni celui pour intervenir, mais plutôt qu'un suivi plus serré du champ est nécessaire car les populations pourraient continuer à augmenter et qu'une intervention pourrait être nécessaire dans les sept jours suivants. Les auteurs mentionnaient également que les infestations inférieures à 250 PS/plant sont moins susceptibles de continuer à augmenter jusqu'à des niveaux nuisibles, de sorte qu'une application peut être inutile ». Finalement, ils répètent de bien choisir la matière active à utiliser car certaines sont moins efficaces que d'autres en raison du développement de résistance et d'évaluer l'efficacité de l'application en dépistant le champs plusieurs jours après l'application. Passé le stade R6, le soya n'est plus à risque.

Le 21 août est le dernier billet publié sur le PS. Il s'agit d'un [Podcast](#) dans lequel Robert Koch est invité et où il revient sur la biologie des insectes, parle des conditions météorologiques et de leurs impacts sur les ennemis naturels, comme les champignons et les parasitoïdes. Il mentionne également l'importance des coccinelles dans la régulation des populations de PS. Par la suite, Koch revient sur l'importance d'un dépistage hebdomadaire du PS afin d'évaluer la nécessité d'une intervention. Il réitère la nécessité de réaliser des dépistages après la pulvérisation pour déterminer si le traitement a été efficace car les populations peuvent reprendre leur colonisation ou encore pour évaluer la présence de PS résistants aux insecticides. Dans le dernier tiers du podcast, il parle beaucoup de la résistance du PS aux insecticides et des options de traitements phytosanitaires (rotation des matières actives, insecticides à plusieurs modes d'action, etc.) qui peuvent être utilisées. Il finit en mentionnant que des variétés de soya portant le gène Rag (Resistance to Aphis glycines) sont résistantes au PS, mais qu'elles ne sont pas encore largement disponibles commercialement et seraient plutôt réservées aux producteurs de soya biologique.

La carte des dépistages réalisés au Minnesota lors de la saison 2024 montre que seulement sept sites avaient une densité de plus de 200 PS/plant et 16 avaient une densité comprise entre 100 et 200 PS/plant (**Figure 19**).

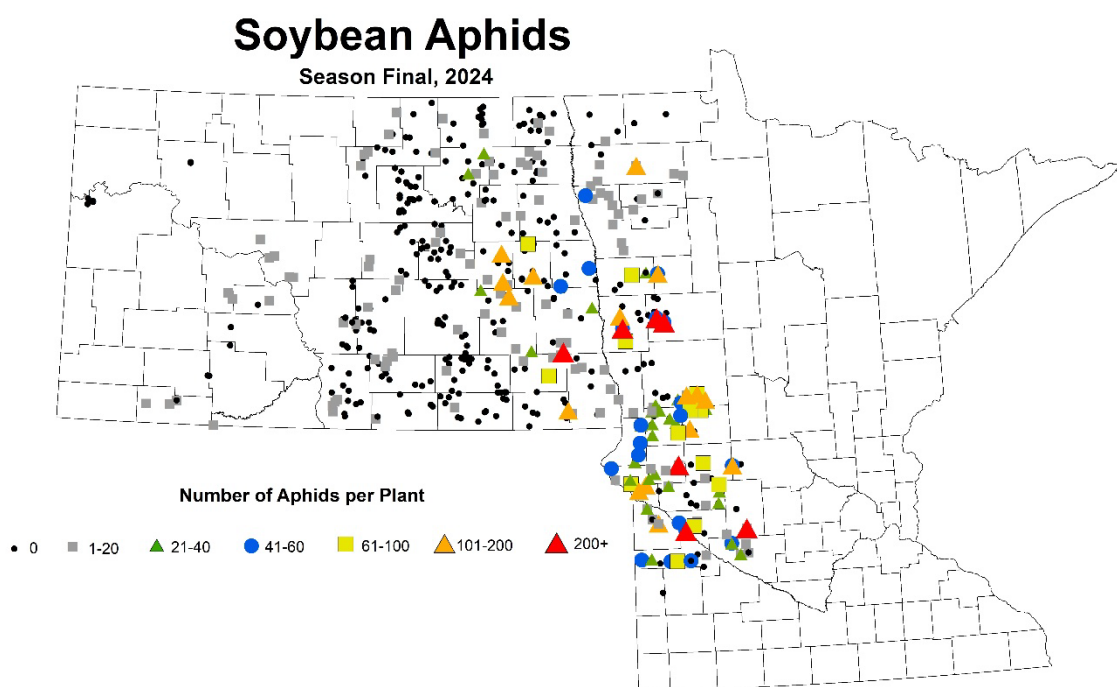


Figure 19. Nombre moyen de pucerons du soya par plante dans les champs de soya échantillonnés du 10 juin au 16 août 2024.

Michigan (Michigan State University Extension)

Le 20 juin, deux billets mentionnaient le PS. Le [premier](#) rappelait l'importance de bien connaître les stades de croissance du soya car plusieurs pratiques de gestion et de restriction en matière de pesticides sont basées sur le stade de la culture. Ainsi, ils rappelaient qu'il faut commencer les dépistages du PS au stade R1 et se référer au guide des insectes de grandes cultures du Michigan State University et de l'Ohio State University pour les considérations et les seuils. Le stade R5 est le dernier stade pour lequel une intervention peut être effectuée pour le PS. Le [deuxième](#) billet traitait des éléments à prendre en compte lorsqu'une culture en relais de soya était considérée après une céréale d'hiver. Par exemple, un traitement de semences efficace peut être envisagé si les populations de PS sont élevées dans les champs de soya semés tôt en saison ce qui permet de protéger la culture de deux à quatre semaines lorsque les PS migrent des champs semés hâtivement vers ceux semés en relais. Dans le cas où les populations auraient dépassé le seuil d'intervention, une application foliaire offrirait une meilleure protection qu'un traitement de semences car les pucerons se reproduisent plus rapidement dans le soya semé tardivement et peuvent causer plus de dégâts puisque les plants sont moins développés.

Le dernier billet, publié le 3 juillet, recommandait de débuter le dépistage du PS car les champs avaient atteint le stade R1 puis de poursuivre ce dépistage pendant les stades reproductifs.

Wisconsin (Integrated Pest and Crop Management; News and Resources for Wisconsin Agriculture from the University of Wisconsin-Madison)

Le 15 juillet 2024, un billet "[*Scouting Soybean Pests: What's bugging you?*](#)" rappelait l'importance de dépister les champs de soya, autant pour les ravageurs que les ennemis naturels. En effet, « un dépistage précoce, fréquent et approfondi tout au long de la saison de croissance est essentiel pour comprendre quels insectes se trouvent dans vos champs et l'impact qu'ils ont sur les cultures, voire les uns sur les autres. De nombreux types d'insectes ont la capacité de faire exploser leurs populations rapidement [...]. Être informé est la première étape pour savoir quelles mesures prendre ensuite ». Plus tard en saison, ils publient de manière hebdomadaire leur bulletin « *View weather and climate conditions this week in Wisconsin* » dans lequel ils rappelaient de dépister le PS (bulletins du 7 août au 4 septembre). Toutefois, aucune donnée de dépistage ou mention de PS dans les champs n'ont été publiées dans cet État.

Volet 2. Identification des principales plantes adventices (mauvaises herbes) pouvant héberger le virus de la mosaïque du concombre (CMV) au Québec

Inventaire des MH

Lors des deux années du projet, 1 250 plantes appartenant à 122 espèces et 32 familles différentes ont été échantillonnées (**Annexe 1B**). Un total de 485 plantes de 30 espèces et 11 familles différentes étaient des hôtes potentiels (connus) du CMV (39 % du total).

Parmi ces espèces, 13 étaient présentes dans plus de 10 % des stations (**Tableau 6**). Le pissenlit (*Taraxacum officinale*) était l'espèce la plus fréquente avec une présence dans près de la moitié des stations dépistées (47,2 %). La vesce jargeau (*Vicia cracca*), la verge d'or du Canada (*Solidago canadensis*) et la prêle des champs (*Equisetum arvense*) étaient aussi très fréquentes dans les stations dépistées (37,1 ; 24,6 et 21,7 %, respectivement).

Tableau 6. Inventaire des mauvaises herbes échantillonnées dans les bordures des champs qui étaient en cucurbitacées en 2022 et résultats des tests ImmunoStrip® pour le CMV dans les régions de la Montérégie-Est (ME), Montérégie-Ouest (MO), Lanaudière (LAN) et Laval (LAV) en 2023 et 2024.

Espèce	Stations avec présence de l'espèce					% de stations avec présence de MH	Nb stations avec présence de CMV	Espèce	Stations avec présence de l'espèce					% de stations avec présence de MH	Nb stations avec présence de CMV
	LAN (sur 80)	LAV (sur 78)	ME (sur 50)	MO (sur 40)	Toutes (sur 248)				LAN (sur 80)	LAV (sur 78)	ME (sur 50)	MO (sur 40)	Toutes (sur 248)		
Pissenlit officinal	36	30	32	19	117	47,1		Luzerne cultivée	3			1	4	1,6	
Vesce jargeau	33	21	24	14	92	37,1		Pâturin annuel				4	4	1,6	
Verge d'or du Canada	17	7	25	12	61	24,6		Potentille dressée	3			1	4	1,6	
Prêle des champs	15	4	19	16	54	21,7		Pourpier potager	1	3			4	1,6	
Armoise vulgaire	10	25	1	5	41	16,5		Salsifis majeur	4				4	1,6	
Plantain majeur	5	14	12	6	37	14,9		Vigne vierge à cinq folioles	1	3			4	1,6	
Trèfle rouge	13	9	3	12	37	14,9		Aster lancéolé	3				3	1,2	
Asclépiade commune	23	8		3	34	13,7	1 (2024)	Chénopode blanc	3				3	1,2	
Trèfle blanc	7	9	13	5	34	13,7	1 (2023)	Grande molène	3				3	1,2	
Laiteron des champs	9	9	7	3	28	11,3		Liseron des champs		3			3	1,2	
Panais sauvage	15	4		8	27	10,9		Onagre bisannuelle	2			1	3	1,2	1 (2024)
Valériane officinale	11	5	2	9	27	10,9	1 (2023)	Oxalide d'Europe		2	1		3	1,2	
Patience crépue	4	11	2	9	26	10,5		Potentille argentée			2	1	3	1,2	
Grande bardane	4	3	16	1	24	9,7		Vélar fausse-girolée		2	1		3	1,2	
Verge d'or à feuilles de graminée	7	2	13	2	24	9,7		Canola		2			2	0,8	
Fraisier des champs	14	1	3	5	23	9,3		Céraiste moyenne	1			1	2	0,8	
Bourse-à-pasteur	7	8	6	1	22	8,9		Chénopode glauque		2			2	0,8	
Carotte sauvage	4	6	8	3	21	8,5		Épervière sp.	2				2	0,8	
NA	4	2	12	2	20	8,1		Fraisier des bois		2			2	0,8	
Rorippe des marais	9	8		1	18	7,3	1 (2023)	Lotier des marais	2				2	0,8	
Vergerette du Canada	5	8		5	18	7,3		Moutarde sp.		2			2	0,8	
Matricaire odorante	6	11			17	6,9		Ortie royale		1		1	2	0,8	
Salsifis des prés	10	5		2	17	6,9		Petite oseille			2		2	0,8	
Chardon des champs	4	9	3		16	6,5		Radis sauvage	1	1			2	0,8	
Moutarde des champs		15			15	6,1		Renoncule âcre	1			1	2	0,8	
Gaillet sp.	9	2	2	1	14	5,7		Renoncule rampante	1		1		2	0,8	
Tabouret des champs		11	3		14	5,7		Renouée des oiseaux		1	1		2	0,8	
Tussilage pas-d'âne	3	8	2		13	5,2		Salicaire commune	2				2	0,8	
Amarante à racine rouge	5	7			12	4,8		Séneçon vulgaire		1	1		2	0,8	
Laitue scariole	2	5		4	11	4,4		Vergerette annuelle		1		1	2	0,8	
Petite herbe à poux	5	4		2	11	4,4		Amarante de Powell	1				1	0,4	

Suite du tableau à la page suivante

Tableau 6 (suite). Inventaire des mauvaises herbes échantillonnées dans les bordures des champs qui étaient en cucurbitacées en 2022 et résultats des tests ImmunoStrip® pour le CMV dans les régions de la Montérégie-Est (ME), Montérégie-Ouest (MO), Lanaudière (LAN) et Laval (LAV) en 2023 et 2024.

Espèce	Stations avec présence de l'espèce					% de stations avec présence de MH	Nb stations avec présence de CMV	Espèce	Stations avec présence de l'espèce					% de stations avec présence de MH	Nb stations avec présence de CMV
	LAN (sur 80)	LAV (sur 78)	ME (sur 50)	MO (sur 40)	Toutes (sur 248)				LAN (sur 80)	LAV (sur 78)	ME (sur 50)	MO (sur 40)	Toutes (sur 248)		
Petite bardane		8	2		10	4,0	1 (2023)	Armoise bisannuelle	1				1	0,4	
Verge d'or géante	8	1		1	10	4,0		Aster sp.				1	1	0,4	
Anthriscus des bois	7	2			9	3,6		Brassica sp.				1	1	0,4	
Cerfeuil penché	3	5		1	9	3,6		Chardon vulgaire		1			1	0,4	
Laiteron rude		5	1	3	9	3,6		Chicorée sauvage		1			1	0,4	
Marguerite blanche	6	2	1		9	3,6		Ciboulette commune		1			1	0,4	
Achillée millefeuille			6	2	8	3,2		Cornouiller sp.	1				1	0,4	
Berce commune				8	8	3,2		Épilobe hirsute		1			1	0,4	
Stellaire à feuilles de graminée	1	3	1	3	8	3,2		Framboisier sauvage		1			1	0,4	
Anémone du Canada	5	2			7	2,8		Gaillet blanc		1			1	0,4	
Liseron des haies		6		1	7	2,8		Gesse sp.	1				1	0,4	
Trèfle alsike		7			7	2,8		Herbe à puce	1				1	0,4	
Barbarée vulgaire	3	1	1	1	6	2,4		Impatiente du Cap		1			1	0,4	
Brome inerme				6	6	2,4		Impatiente sp.	1				1	0,4	
Lierre terrestre	3	1		2	6	2,4		Laiteron potager		1			1	0,4	
Potentille ansérine			6		6	2,4		Linaire vulgaire	1				1	0,4	
Renouée à feuilles de patience	5	1			6	2,4		Mauve sp.				1	1	0,4	
Rorippe sylvestre		3	3		6	2,4		Menthe poivrée		1			1	0,4	
Tanaisie vulgaire	2	4			6	2,4		Morelle à baies luisantes		1			1	0,4	
Alliaire officinale		5			5	2,0		Plantain lancéolé				1	1	0,4	
Céraiste vulgaire			4	1	5	2,0		Potentille de Norvège	1				1	0,4	
Framboisier de Virginie	3		1	1	5	2,0		Potentille sp.	1				1	0,4	
Grande ortie	1	1	2	1	5	2,0		Roseau commun				1	1	0,4	
Luzerne lupuline		5			5	2,0		Silène sp.			1		1	0,4	
Millepertuis commun		5			5	2,0		Stellaire sp.	1				1	0,4	
Patience à feuilles obtuses	4	1			5	2,0		Trèfle sp.			1		1	0,4	
Renouée coriace		4		1	5	2,0		Valeriana sp.				1	1	0,4	
Renouée liseron	3	1	1		5	2,0		Verge d'or rugueuse	1				1	0,4	
Silène blanc	5				5	2,0		Vergerette de Philadelphie		1			1	0,4	
Silène enflé		5			5	2,0		Vigne des rivages	1				1	0,4	
Angélique sauvage		4			4	1,6									

Tests de détection du CMV dans les MH échantillonnées

Au cours des deux années, seuls six échantillons de MH ont testé positif au CMV (**Tableau 6**). Les plantes infectées étaient l'achillée millefeuille (*Achillea millefolium*) à Saint-Michel (MO), le trèfle blanc (*Trifolium repens*) à Lanoraie (LAN), la valériane officinale (*Valeriana officinalis*) à Laval (Fabreville, LAV) et la rorippe des marais (*Rorippa palustris*) à Laval (Auteuil, LAV) en 2024 et l'asclépiade commune (*Asclepias syriaca*) à Laval (Saint-François, LAV) et l'onagre bisannuelle (*Oenothera biennis*) à Lanoraie (LAN). À noter qu'en 2022, le producteur à Laval (Auteuil) avait aussi trouvé des plants d'amarantes, de rorippe des marais, de pourpier potager, et d'asclépiade qui testaient positif au CMV.

Sur les six espèces positives au CMV, seulement la rorippe des marais, le trèfle blanc et l'asclépiade commune sont des hôtes connus du CMV. Il s'agirait donc de la première mention d'infection par le CMV pour l'achillée millefeuille, la valériane officinale et l'onagre bisannuelle. La littérature indique que d'autres espèces d'achillée (*Achillea spp.*) et d'onagres (*Oenothera spp.*) peuvent être porteuses du CMV (Abtahi *et al.* 2021; Michigan State University Extension 2015). Pour la valériane officinale, une étude rapporte la possibilité de l'inoculer mécaniquement (Dikova 2009). À noter qu'aucun échantillon issu des espèces les plus fréquemment dépistées (pissenlit, vesce jargeau, verge d'or du Canada, prêle des champs) n'était positif au CMV.

Présence des pucerons sur les MH échantillonnées

Aucun puceron n'a été trouvé sur les plants échantillonnés lors de l'inventaire des MH en 2023. En 2024, la présence de pucerons (non identifiés) a été observée sur six espèces des MH : l'onagre bisannuelle, le pissenlit officinal, le liseron des haies (*Calystegia sepium*), le plantain majeur (*Plantago major*), l'amarante à racine rouge (*Amaranthus retroflexus*) et la moutarde des champs (*Sinapis arvensis*) (**Tableau 7**). Aucune des plantes ayant eu des pucerons (aptères, ailés ou la colonie) n'ont pas testé positives pour le CMV.

Tableau 7. Nombre de stations avec pucerons (aptères, ailés et colonies) par région et par espèce de MH.

Région	Espèce	Nombre de stations avec pucerons		
		Aptères	Ailés	Colonie
LAN	Onagre bisannuelle	1		
	Pissenlit officinal	1		1
LAV	Pissenlit officinal	6	1	
	Liseron des haies	1		
	Plantain majeur	1	1	
	Amarante à racine rouge		1	
	Moutarde des champs		2	
Total		10	5	1

Lien entre les MH, le puceron du soya et le CMV

Le PS a un nombre limité de plantes hôtes (Favret et Aphid Taxon Community 2025). Son hôte primaire est le nerprun (*Rhamnus spp.*). Des espèces appartenant à la famille des Fabacées, principalement le soya et des trèfles, sont retrouvées parmi ses hôtes secondaires. Une étude menée par Alleman *et al.* (2002) a

observé que le soya, le trèfle rouge (*Trifolium pratense*) et le trèfle incarnat (*Trifolium incarnatum*) étaient d'excellentes plantes hôtes pour le PS. En comparaison, le trèfle blanc (*Trifolium repens*) était considéré comme une plante hôte de moindre qualité, car le taux de reproduction du PS y était plus faible.

Au cours des dépistages réalisés dans le cadre de ce projet, neuf espèces de Fabacées ont été échantillonnées : la vesce jargeau (*Vicia cracca*), le trèfle rouge (*Trifolium pratense*), le trèfle blanc (*Trifolium repens*), le trèfle Alsike (*Trifolium hybridum*), le trèfle (*Trifolium sp.*), la luzerne lupuline (*Medicago lupulina*), la luzerne cultivée (*Medicago sativa*), le lotier des marais (*Lotus uliginosus*), et la gesse (*Lathyrus sp.*). De ces espèces, les trèfles rouge et blanc, ainsi que la luzerne cultivée, sont des hôtes connus du CMV, mais aucun puceron n'a été observé sur ces plantes, et seul un échantillon de trèfle blanc a été positif au CMV. Les autres espèces de Fabacées, à l'exception de la gesse, seraient aussi des hôtes possibles du CMV (Zitter 2001), car des espèces proches appartenant à ces mêmes genres (*Vicia*, *Trifolium* et *Lotus*) sont des hôtes confirmés du CMV. Nos résultats suggèrent que les plantes échantillonnées en début de saison sont une faible source d'inoculum du CMV mais qui pourraient contribuer à sa dissémination dans les champs de cucurbitacées.

Il est possible que d'autres espèces de pucerons polyphages et cosmopolites, comme *Myzus persicae*, *Macrosiphum euphorbiae*, *Aphis gossypii*, etc., soient associées aux 122 espèces répertoriées dans notre étude et servent également de vecteurs du CMV.

Finalement, les données du paysage n'ont pas donné de pistes claires sur la possible source d'infection des plantes par le CMV. Cependant, les chemins de ferme, les bords de routes et les fossés étaient les paysages prédominants lorsque les pucerons étaient présents. Par exemple, toutes les stations d'échantillonnage ayant des pucerons ailés étaient proches des chemins de ferme. Ce type de paysage, favorisant des courants d'air, pourrait avoir un effet sur le mouvement et la distribution des pucerons. Ceci peut donner des pistes sur des sites à prioriser lors des dépistages, la mise en place de pièges ou d'autres interventions pour la prévention et la gestion des pucerons.

Volet 3. Évaluer l'efficacité de méthodes préventives à la ferme pour réduire la transmission de virus par les pucerons vecteurs

Impact du kaolin, du sarrasin et de l'huile végétale sur les déplacements de pucerons

En 2023, les captures de pucerons ailés sur les PCJ étaient relativement faibles avec une moyenne de 40,2 ($\pm 3,5$ erreur-standard) pucerons par piège sur l'ensemble de la saison, tous traitements confondus. Le nombre de pucerons ailés capturés dans les pièges diminuait au cours du temps ($\chi^2 = 13,87$; $df = 1$; $p = 0,0002$) (**Figure 20**). En revanche, les effets des différents traitements (kaolin, sarrasin, huile végétale) n'étaient pas significativement différents du témoin ($\chi^2 = 1,70$; $df = 3$; $p = 0,64$). En 2024, les captures de pucerons ailés dans les pièges ont été abondantes, avec une moyenne de 172,4 ($\pm 15,4$) pucerons par piège. Les traitements n'ont pas eu d'effet sur le nombre de pucerons ailés capturés dans les PCJ ($\chi^2 = 1,85$;

dl = 2; $p = 0,40$), mais ce nombre variait en fonction du temps selon une relation polynomiale à trois degrés ($\chi^2 = 379,5$; dl = 3; $p < 0,0001$) (**Figure 20**).

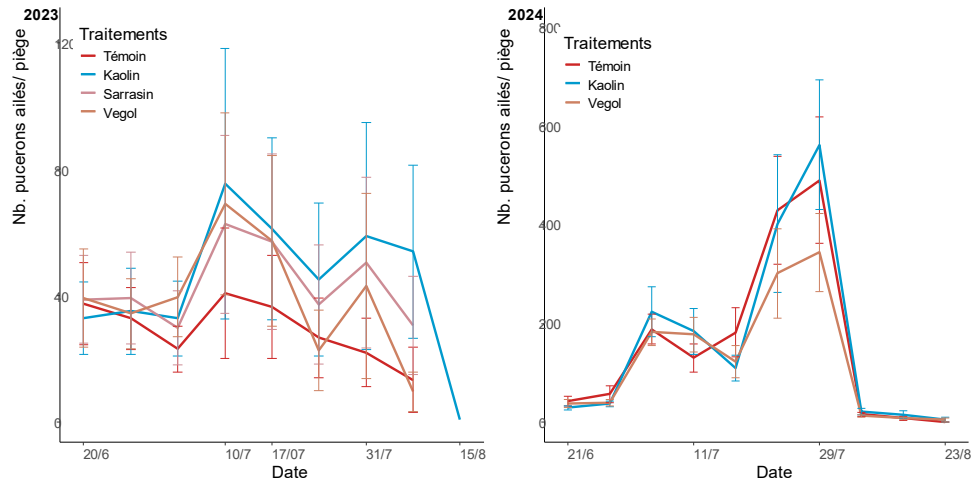


Figure 20. Captures moyennes hebdomadaires de pucerons ailés observés sur les pièges collants jaunes pour les différents traitements évalués durant la saison 2023 et 2024.

Impact du kaolin, du sarrasin et de l'huile végétale sur la colonisation des plants par les pucerons

En 2023, les traitements ($\chi^2 = 2,4$; dl = 3; $p = 0,49$) et le temps ($\chi^2 = 0,008$; dl = 1; $p = 0,93$) n'ont pas eu d'effet sur la proportion de feuilles de courges avec présence de pucerons ailés (**Figure 21**; **Figure 22**). En 2024, le traitement à l'huile végétale a eu un effet négatif sur la présence de pucerons ailés, contrairement au traitement kaolin, qui n'a pas montré d'effets significatifs ($\chi^2 = 75,51$; dl = 2; $p < 0,0001$) (**Figure 21**). La présence des pucerons ailés sur les plants était modulée par le temps en suivant une fonction polynomiale à deux degrés ($\chi^2 = 671,54$; dl = 2; $p < 0,0001$) (**Figure 22**).

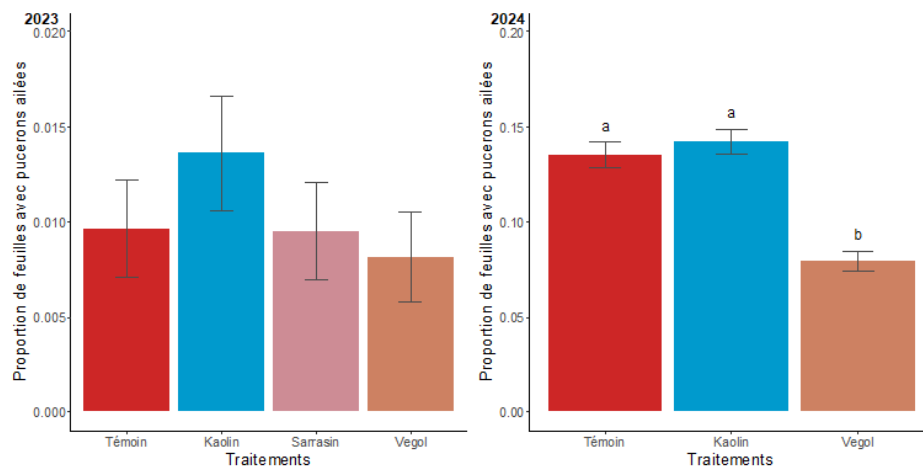


Figure 21. Proportion moyenne totale de feuilles avec présence de pucerons pour les différents traitements évalués durant la saison 2023 et 2024.

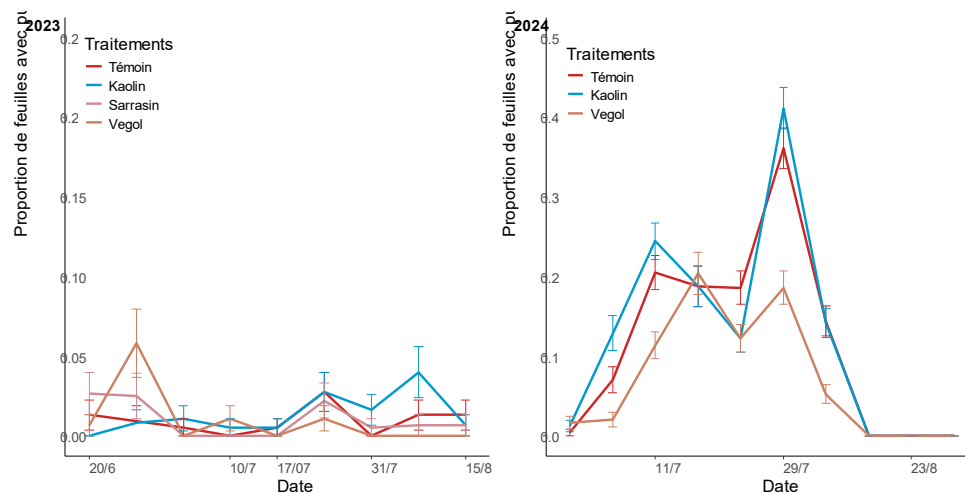


Figure 22. Proportion moyenne hebdomadaire de feuilles avec présence de pucerons pour les différents traitements évalués durant la saison 2023 et 2024.

Impacts du kaolin, du sarrasin et de l'huile végétale sur les symptômes viraux sur les plants

En 2023, les symptômes de virus étaient attribués au CMV dans 21,1 % des cas. L'incidence de symptômes de virus sur les feuilles de plants de courges n'était pas influencée par les traitements à l'huile végétale, au kaolin ou par le sarrasin ($\chi^2 = 6,26$; $dl = 3$; $p = 0,10$) (**Figure 23**). Le temps avait aussi un effet significatif sur l'incidence de symptômes de virus en suivant une relation linéaire ($\chi^2 = 23,84$; $dl = 1$; $p < 0,0001$) (**Figure 24**). En 2024, le CMV représentait 14,6 % des cas de virus sur les feuilles de plants de courges. Les traitements à l'huile végétale ont favorisé une réduction de la présence de symptômes de virus sur les plants de courges en comparaison des traitements kaolin et témoin ($\chi^2 = 20,23$; $dl = 2$; $p < 0,0001$) (**Figure 23**). La présence de symptômes de virus variait en fonction du temps selon une relation polynomiale à deux degrés ($\chi^2 = 6,44$; $dl = 2$; $p = 0,04$) (**Figure 24**).

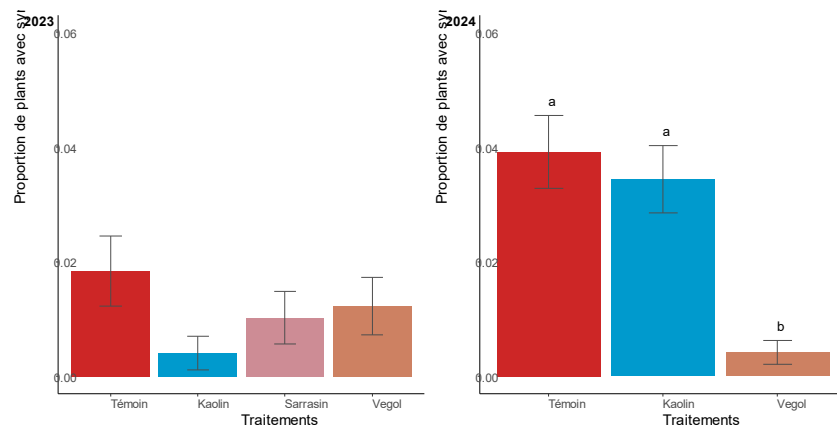


Figure 23. Proportion moyenne totale de plants avec présence de CMV pour les différents traitements évalués durant la saison 2023 et 2024.

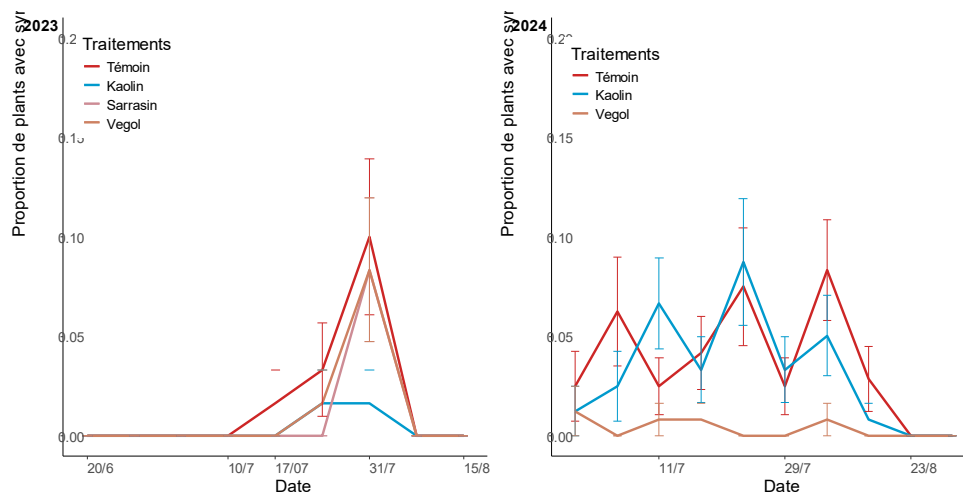


Figure 24. Proportion moyenne hebdomadaire de plants avec présence de CMV pour les différents traitements évalués durant la saison 2023 et 2024.

L'incidence de symptômes de Potyvirus sur les plants de courges en 2023 était significativement plus élevée dans le traitement kaolin ($\chi^2 = 21,45$; $dl = 3$; $p < 0,0001$) (**Figure 25**). Les autres traitements n'avaient pas d'effet significatif. L'incidence des Potyvirus variait en fonction du temps suivant une relation polynomiale à deux degrés ($\chi^2 = 61,77$; $dl = 2$; $p < 0,0001$) (**Figure 26**). En 2024, les traitements au kaolin et à l'huile végétale ont significativement réduit l'incidence des symptômes de Potyvirus comparativement au traitement témoin ($\chi^2 = 18,89$; $dl = 2$; $p < 0,0001$) (**Figure 25**). Une relation polynomiale à deux degrés était observée entre le temps et l'incidence de Potyvirus ($\chi^2 = 203,33$; $dl = 2$; $p < 0,0001$) (**Figure 26**).

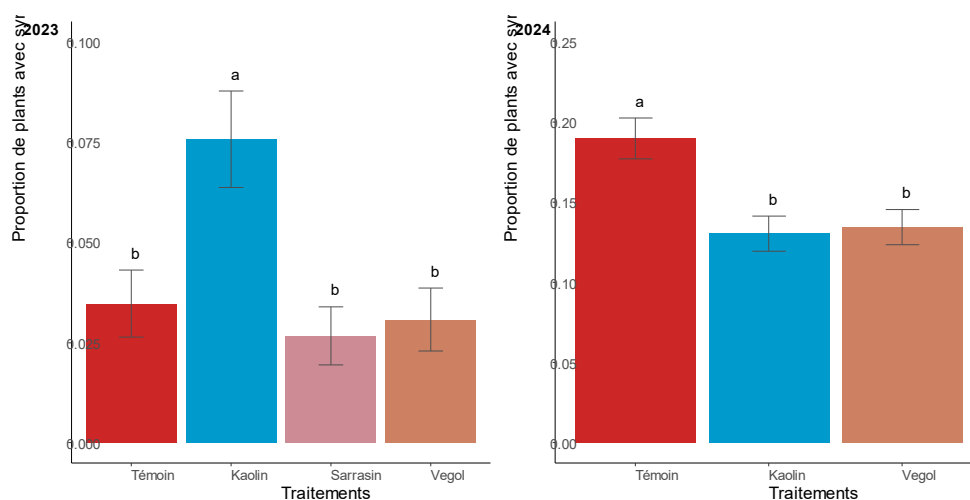


Figure 25. Proportion moyenne totale de plants avec présence de Potyvirus pour les différents traitements évalués durant la saison 2023 et 2024.

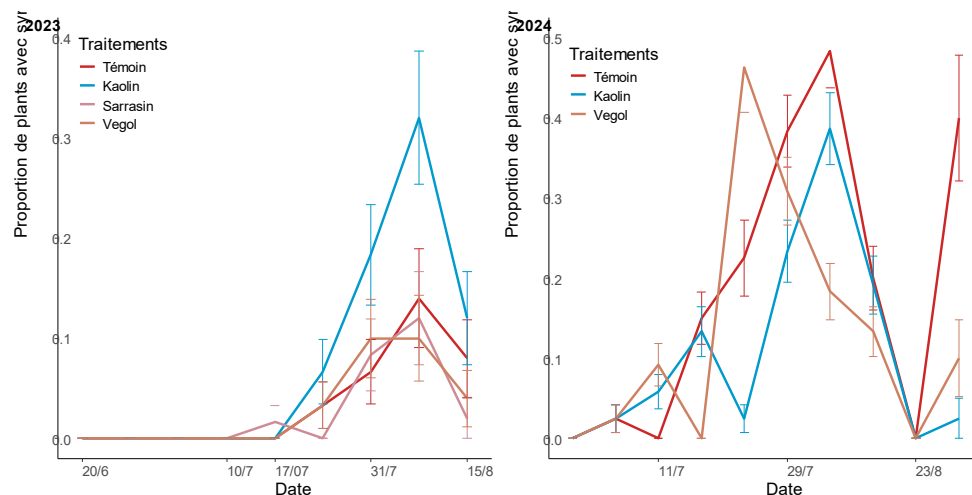


Figure 26. Proportion moyenne hebdomadaire de plants avec présence de *Potyvirus* pour les différents traitements évalués durant la saison 2023 et 2024.

Discussion

Les essais réalisés dans le cadre de ce projet avaient pour but de valider l'efficacité de méthodes de lutte préventives à la ferme permettant de limiter ou de réduire les transmissions virales par les pucerons vecteurs. La saison 2023 ne fut pas une année propice à la prolifération des pucerons. Malgré des individus ailés observés sur les PCJ (déplacement des individus), peu de spécimens ont été observés sur les plants de courges dépistés (colonisation des plants) aux différents sites. Tout comme pour les pucerons, très peu de symptômes de virus (CMV et *Potyvirus*) ont été observés en 2023.

En 2024, les populations de pucerons ailés étaient considérables. Le nombre moyen d'individus en déplacement observé sur les PCJ était similaire entre les différents traitements évalués. Cependant, l'utilisation de l'huile végétale a permis une réduction significative du nombre de feuilles avec pucerons ailés contrairement aux autres traitements évalués. Les traitements d'huile végétale ont permis de réduire d'un peu moins de 90 % la présence de symptômes CMV sur les plants en plus d'avoir une réduction d'environ 30 % des symptômes de *Potyvirus*. Les traitements au kaolin ont également permis de réduire d'un peu moins de 30 % la transmission des *Potyvirus* par rapport aux parcelles témoins.

L'huile végétale a efficacement réduit les populations de pucerons sur les feuilles de plants de courges contrairement au kaolin. En théorie, l'utilisation préventive des huiles (minérale et végétale) crée une barrière physique sur les feuilles qui peut rendre l'alimentation de certains insectes plus difficile ou tuer les pucerons colonisateurs par asphyxie (Donaldson 2021; Robinson 2011; Weidhaas et Warren 1988; Chalker-Scott 2008; Boquel *et al.* 2023). De plus, l'application de poudre d'argile sur les plants perturberait la recherche de l'hôte en changeant les stimuli visuels, olfactifs et tactiles, en repoussant les adultes ou encore en réduisant la fécondité et la survie des juvéniles (Boquel *et al.* 2023). Ainsi, les deux types de barrières devraient efficacement réduire les populations de pucerons sur les plants (Legault *et al.* 2008). Le

kaolin pourrait se dégrader plus rapidement que l'huile et offrir une protection moins durable. Ces barrières physiques se dégradent rapidement par évaporation (Flint 1998), ce qui explique la nécessité d'effectuer des applications hebdomadaires durant la saison. Ce contexte peut donc être favorable à la colonisation des plants par les pucerons entre les applications. Néanmoins, le kaolin peut également causer la mort des pucerons du melon jusqu'à six jours après son application (Boquel *et al.* 2023).

L'huile végétale a réduit la transmission des virus CMV et Potyvirus par les pucerons. Ces résultats sont en concordance avec d'autres études portant sur les virus non persistants. Vidal *et al.* (2013) ont démontré une diminution de l'incidence du virus de la Sharka du prunier (PPV), un Potyvirus qui peut être transmis par plusieurs espèces de pucerons, de 10 à 20 % lorsque des traitements d'huile minérale sont appliqués. Cette diminution de l'incidence de ce virus est inférieure aux valeurs observées dans les essais pour le CMV (90 %) et les Potyvirus (30 %) dans les parcelles traitées avec l'huile végétale. Des résultats similaires ont également été observés pour le virus Y de la pomme de terre (Potyvirus) transmis par le puceron *Rhopalosiphum padi* (L.) (Boquel *et al.* 2013). Le mécanisme derrière la diminution de l'incidence de ces virus s'explique par le fait que l'huile inhibe la fixation des virus à la pointe du stylet des pucerons vecteur (Boquel *et al.* 2013 ; Wang et Pirone 1996). Martín *et al.* (2004) mentionnent que l'huile interfère autant dans le processus d'acquisition que d'inoculation des virus non persistants. Les résultats observés pour les Potyvirus dans les parcelles traitées au kaolin étaient similaires à ceux de l'huile végétale (un peu moins que 10 %). Comme mentionné ci-haut, l'application d'argile sur les plants perturberait la recherche de l'hôte en changeant les stimuli visuels, olfactifs et tactiles (Boquel *et al.* 2023). Les changements de stimuli visuels et olfactifs ne sont pas applicables dans le cas présent, car les populations de pucerons observées sur les plants de courges traités avec l'argile étaient aussi importantes que dans les parcelles témoins. Le changement de stimuli tactiles aurait pu être retenu si seulement les résultats pour le CMV étaient similaires à ceux des Potyvirus. Il est possible qu'un mécanisme d'inhibition de la fixation des virus au stylet des pucerons, similaire aux traitements à base d'huile, soit plus ou moins efficace selon le virus. La présence significativement plus élevée de Potyvirus en 2023 sur les plants traités au kaolin comparativement aux autres traitements semble être un cas statistique de faux positifs. Cette situation peut s'expliquer par le fait que les populations de pucerons ailés, de CMV et de Potyvirus étaient très faibles durant cette saison et qu'ils avaient une distribution spatiale agrégée.

Les essais sur les méthodes préventives démontrent donc une certaine efficacité de l'huile végétale par son effet dissuasif ou mortel sur les pucerons ailés vecteurs, ainsi que sur la réduction de la transmission des virus non persistants CMV et Potyvirus sur les plants de courge. Les traitements à l'huile (minérale et végétale), aux taux utilisés sur les cultures, se dégradent rapidement dans l'environnement, n'ont pas, ou très peu d'effet sur la santé humaine ainsi que la faune et un impact restreint sur les insectes bénéfiques. (Donaldson 2021; Flint 1998; Robinson 2011). L'huile végétale serait donc une avenue intéressante comme moyen de lutte préventif contre le CMV et les Potyvirus dans les champs de courge autant pour les producteurs biologiques que conventionnels. Ainsi, dans un programme de gestion intégrée des cultures, la combinaison de l'emploi de plants sains, de variétés tolérantes, d'un contrôle des plantes adventices réservoirs et l'utilisation de filets, de paillis ainsi que de cultures intercalaires (Boquel *et al.* 2023 ; Vidal *et*

al. 2013) permettrait de fortement limiter les impacts des pucerons vecteurs et des virus non persistants sur les cultures maraichères. Les résultats concernant le kaolin sont un peu plus mitigés en démontrant une efficacité variable selon le type de virus (CVM vs Potyvirus). Il serait intéressant de réaliser d'autres essais en situation de plus forte pression de CMV et de Potyvirus afin de s'assurer de l'efficacité préventive de l'huile végétale sur ces virus.

Phytotoxicité des huiles minérale et végétale en champ

En 2023, les symptômes de phytotoxicité sur la courge sont restés extrêmement faibles (< 1 %) tout au long de la saison, et ce, quel que soit le type d'huile ou la dose utilisée (**Figure 27**; **Figure 28**). Il est cependant à noter que le pourcentage de surface foliaire affectée a tout de même augmenté plus rapidement pour le traitement minéral à trois fois la dose recommandée avec un maximum à 0,56 % (**Figure 27**).

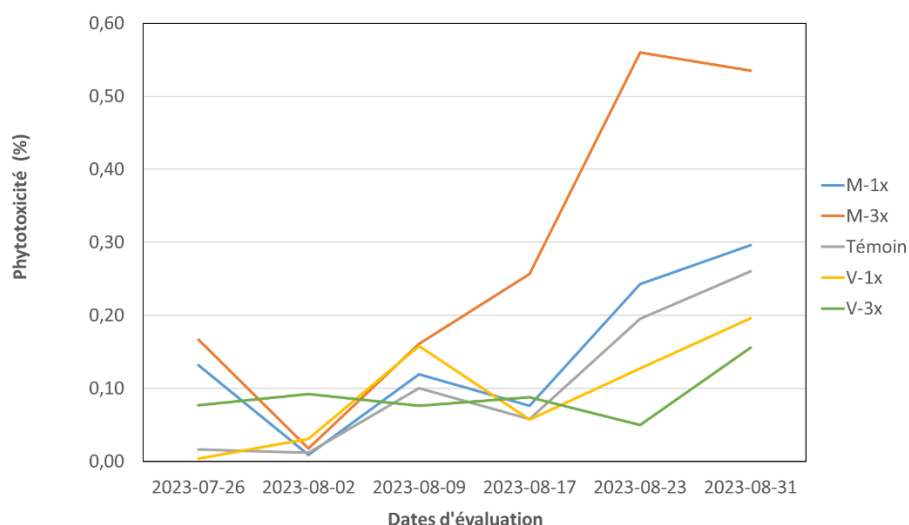


Figure 27. Évolution au fil du temps du pourcentage de surface foliaire présentant des signes de phytotoxicité pour chacun des traitements (témoin, huiles minérale et végétale à 1 et 3 fois la dose recommandée) testés dans le champ du CÉROM en 2023.

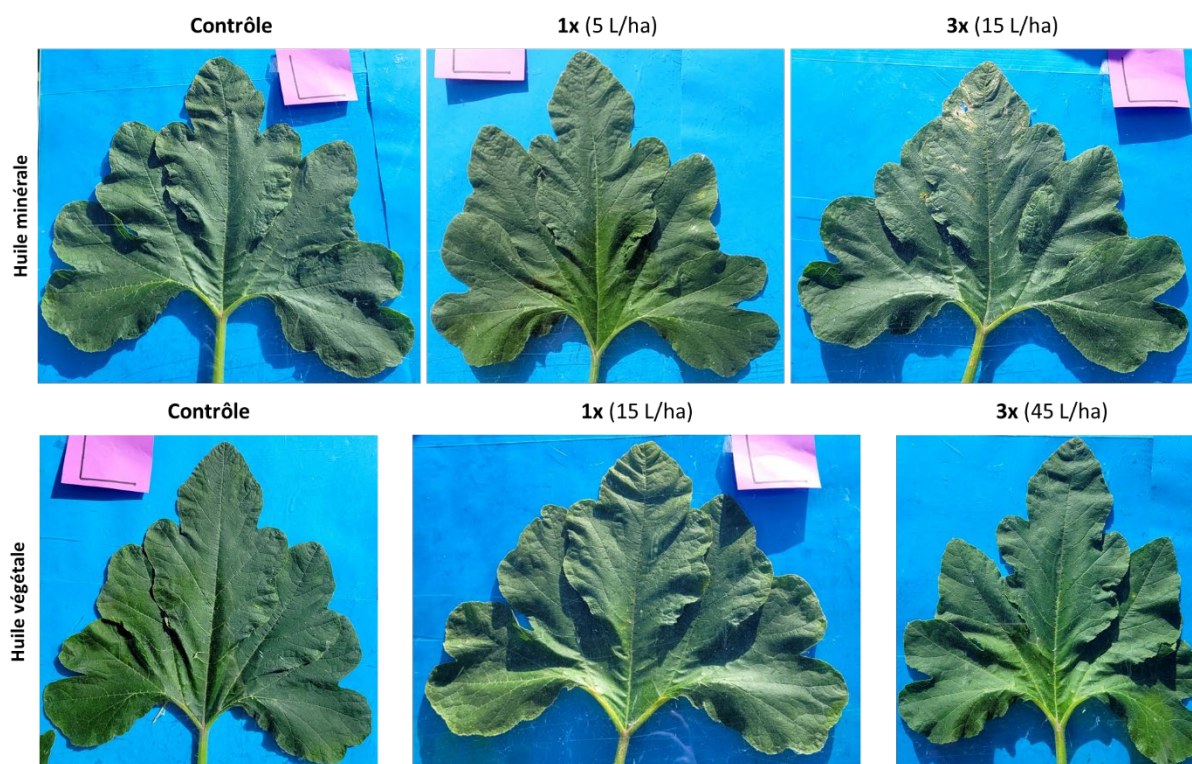


Figure 28. Photos représentatives des différents traitements (témoin, huiles minérale et végétale à 1 et 3 fois la dose recommandée) testés dans le champ du CÉROM en 2023.

En 2024, les symptômes de phytotoxicité sur le melon sont aussi restés extrêmement faibles ($< 1\%$) tout au long de la saison, et ce, quel que soit le type d'huile ou la dose utilisée (**Figure 29**; **Figure 30**). Le pourcentage maximal moyen de surface foliaire affectée (0,99 %) a été observé dans l'huile végétale à trois fois la dose lors de l'avant dernière évaluation. Dans le haricot, les symptômes de phytotoxicité sont également restés faibles et en dessous de 2 % (**Figure 29**; **Figure 30**).

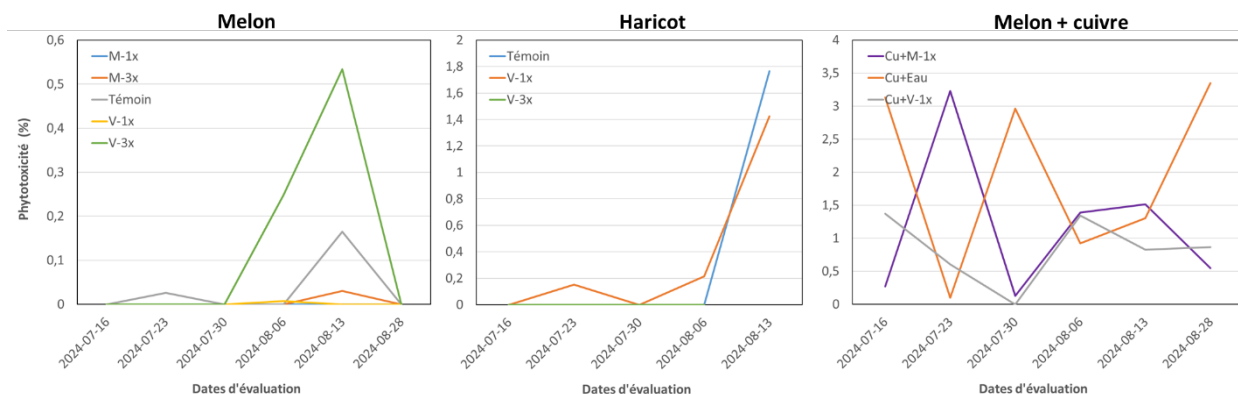


Figure 29. Évolution au fil du temps du pourcentage de surface foliaire présentant des signes de phytotoxicité pour chacun des traitements (témoin, huiles minérale et végétale à 1 et 3 fois la dose recommandée) dans le melon (à gauche), le haricot (au milieu) et le melon avec du cuivre (à droite) testés dans le champ du CÉROM en 2024.

Les applications de cuivre ont provoqué de la phytotoxicité dans toutes les parcelles, mais aucune synergie avec les huiles n'a été observée (**Figure 29; Figure 30**). En effet, même l'application témoin (cuivre + eau) présentait de la phytotoxicité. Par ailleurs, la phytotoxicité était même visible dès la première application. Ces résultats suggèrent d'être prudent avec les applications de cuivre et la phytotoxicité devrait être suivie au cas par cas. L'utilisation d'huile ne semble toutefois pas problématique puisque très peu, voire aucune phytotoxicité n'a été observée dans nos conditions expérimentales.

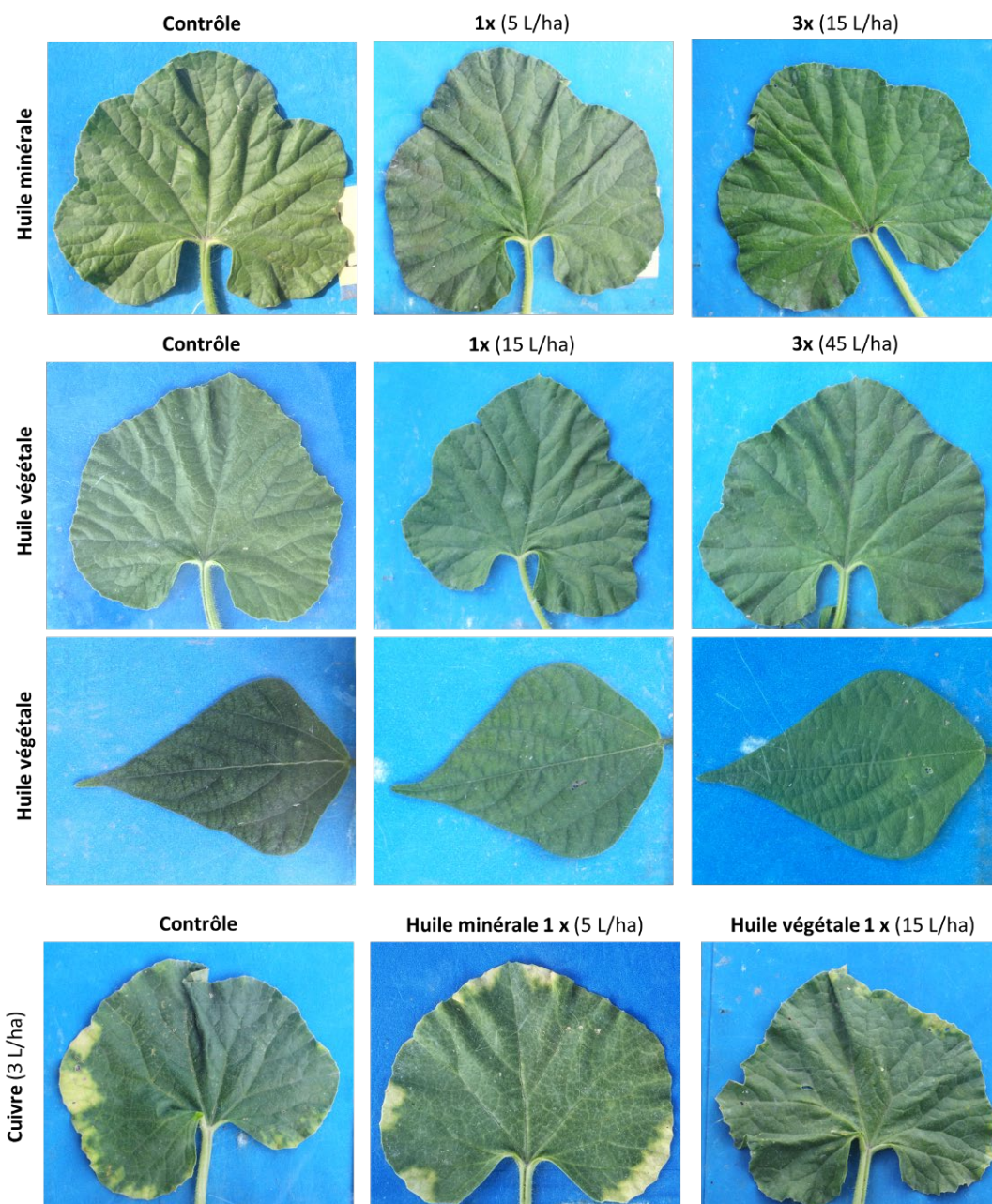


Figure 30. Photos représentatives des différents traitements (témoin, huile minérale, huile végétale, à 1 et 3 fois la dose recommandée et en combinaison avec du cuivre) testés dans le champ du CÉROM en 2024.

Efficacité de l'huile minérale à réduire la transmission du CMV par le puceron du soja en laboratoire

Les pulvérisations d'huile minérale en banc d'essai ont permis de réduire le pourcentage de plants infectés par le CMV comparativement aux plants traités à l'eau (courge : 30 % vs 43 %; melon : 56 % vs 72 %; **Figure 31**) mais les différences n'étaient pas statistiquement significatives (courge : $\chi_{(1)} = 0,734$, $p = 0,392$; melon : $\chi_{(1)} = 2,927$, $p = 0,087$). À noter que le pourcentage de plants infectés était beaucoup plus élevé pour le melon que pour la courge, ce qui pourrait signifier que cette culture est plus sensible au CMV, avec des infections plus fréquentes que sur des courges comme mentionné par Lecoq (2013).

De plus, l'huile minérale a permis de réduire la charge virale des plants infectés. Parmi les plants de courge infectés, 67 % étaient faiblement positifs, 33 % moyennement positifs et aucun fortement positif au CMV, alors que pour les témoins, le pourcentage de plants moyennement et fortement positifs était plus élevé (faiblement : 33 %; moyennement : 44 %; fortement : 22 %) (**Figure 31**). Dans le melon, la même tendance a été observée. Le pourcentage de plants faiblement positifs était plus important dans le traitement à l'huile (45 %) que le témoin (22 %). À l'inverse, les pourcentages de plants moyennement et fortement positifs étaient supérieurs pour les plants témoins (22 et 56 %) que pour les plants traités à l'huile (14 et 41 %).

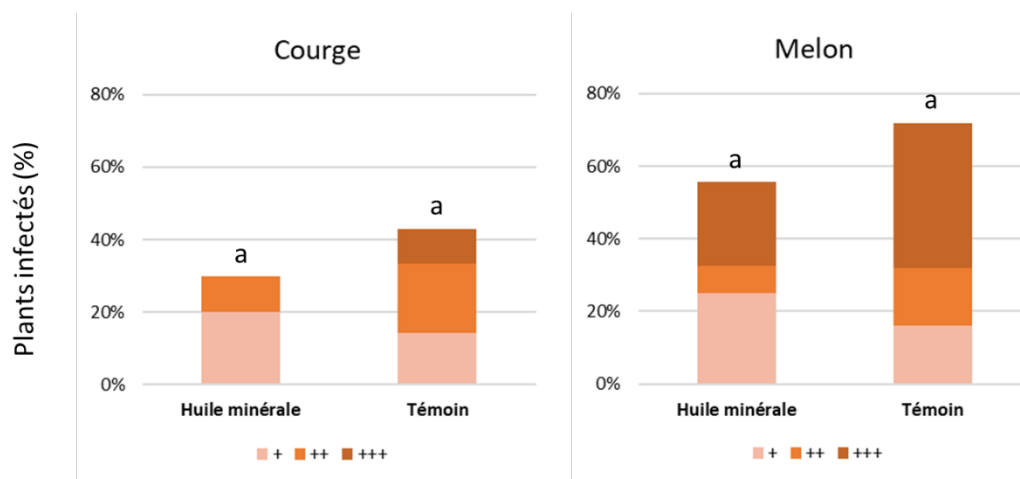


Figure 31. Pourcentage de plants de courge et de melon infectés par le CMV après inoculation du virus par le puceron du soja à la suite d'une pulvérisation d'huile minérale (1x) ou d'eau (témoin) en 2024. Les traitements avec une lettre en commun ne diffèrent pas significativement les uns des autres au sein d'un même site

Efficacité de l'huile minérale à réduire la transmission du CMV par les pucerons vecteurs en champ

En 2025, deux pics de populations de pucerons ailés ont été observés aux trois sites d'essai à Saint-Paul-d'Abbotsford (**Figure 32**). Un premier pic relativement faible a été observé vers la mi-juillet (11 juillet) et un second plus important au début du mois d'août (4 août). Au site 1, le pic du 11 juillet n'a pu être observé car les PBJ était complètement secs et aucun relevé n'a été fait.

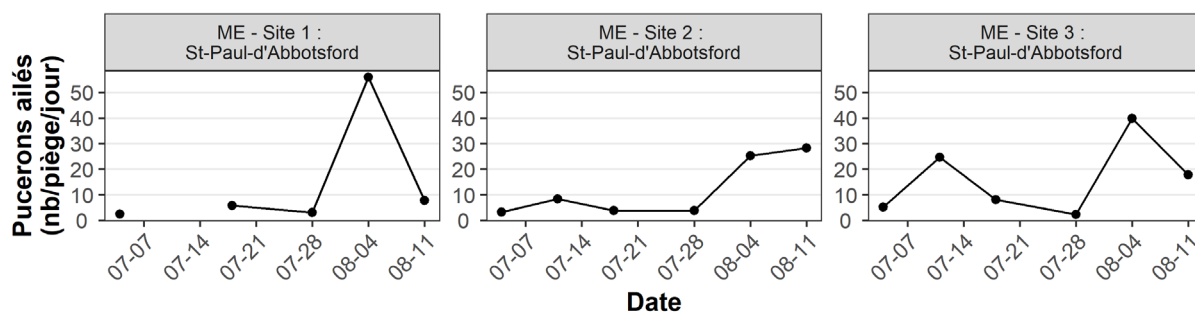


Figure 32. Taux de capture de pucerons ailés (nb/piège/jour) dans les pièges bols jaunes installés en bordure des champs de courges à Saint-Paul-d'Abbotsford en 2025.

Au site 1, la quasi-totalité des plants de courges décoratives (petites citrouilles) analysés étaient positifs au CMV (122/124 plants) et l'application d'huile minérale n'a montré aucun effet sur la réduction de la transmission du CMV (témoin : 97 %; huile : 100 %) (**Figure 33**). Ce site présentait également le pic de population de pucerons ailés le plus élevé (55,9 pucerons/piège/jour). Il est à noter qu'en 2024, un champ de courges décoratives (petites citrouilles Munchkin ou Field Trip) situé à proximité avait aussi eu une problématique de CMV, ce qui suggère qu'il existe une source de virus proche qui contribuerait à expliquer les taux d'infection élevés observés à ces sites.

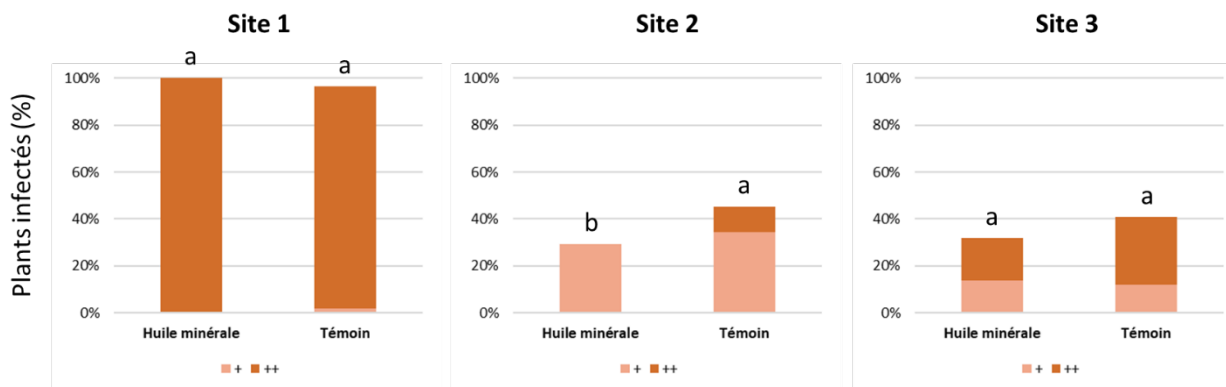


Figure 33. Pourcentage de plants faiblement (+) et normalement (++) infectés par le CMV après six pulvérisations hebdomadaires d'huile minérale (10L/ha) ou d'eau (témoin) aux trois sites d'expérimentation situés à Saint-Paul-d'Abbotsford en 2025. Les traitements avec des lettres en commun ne diffèrent pas significativement les uns des autres au sein d'un même site.

Aux sites 2 et 3, les pics de population de pucerons étaient plus faibles, atteignant respectivement 28,3 et 39,9 pucerons/piège/jour. Dans ces deux sites, l'huile minérale a montré une tendance à réduire la transmission du CMV. La différence n'était cependant significative qu'au site 2 ($\chi_{(1)} = 5,18$, $p = 0,023$), mais pas au site 3 ($\chi_{(1)} = 0,938$, $p = 0,333$). Au site 2, 29 % des plants traités à l'huile étaient positifs au CMV, comparativement à 45 % des plants non-traités (**Figure 33**). Pour le site 3, la même tendance a été observée avec 32 % des plants traités à l'huile infectés contre 41 % des plants traités à l'eau. Les sites 2 et 3 étaient distants de moins d'une centaine de mètres et les résultats similaires observés à ces deux sites

renforcent l'hypothèse selon laquelle l'huile minérale contribue à réduire la transmission du CMV en conditions de champ.

Les résultats du test de normalisation de l'ARN avec le sous échantillon de plants infectés ont montré que l'intensité des bandes pouvait être utilisée comme proxy pour estimer la charge virale dans les plants. Ainsi, les bandes PCR étaient beaucoup plus intenses dans le site 1 que dans les deux autres sites. Ceci laisse penser que les transmissions auraient eu lieu plus tôt en saison, ce qui aurait permis au virus d'avoir plus de temps pour se multiplier dans la plante, résultant en une charge virale plus élevée en fin de saison. Ceci pourrait aussi suggérer que les petites citrouilles sont plus sensibles au CMV puisqu'il s'agissait du seul site avec cette culture, les site 2 et 3 étant en courges d'hiver (Butternut, Buttercup et Hubbard) et en citrouilles Olympus. Cette hypothèse est d'ailleurs appuyée par le fait que le champ à proximité touché par une problématique de CMV était lui aussi en culture de petites citrouilles.

Par ailleurs, aux sites 2 et 3, l'huile minérale a montré une tendance à réduire la charge virale. En effet, au site 2, seules les parcelles non-traitées avaient des plants fortement infectés, alors qu'au site 3, les parcelles non-traitées avaient un pourcentage de plants fortement infectés plus important que les parcelles traitées à l'huile (**Figure 33**). Ceci va dans le même sens que ce qui a été observé dans les tests de transmission en laboratoire et corrobore d'autres études réalisées sur le modèle pomme de terre/virus Y de la pomme de terre (PVY). Dans ces études, les auteurs ont observé que la quantité de virus était plus faible dans les feuilles inoculées par pucerons et dans les feuilles adjacentes (au-dessus et en dessous) à la suite d'un traitement à l'huile minérale (Al-Daoud *et al.* 2014; Boquel 2019). D'autres tests seraient toutefois nécessaires pour valider ces observations dans les cucurbitacées.

Finalement, il est apparu que la maladie avait tendance à se développer en foyers, infectant généralement plusieurs plants consécutifs d'un même rang (**Figure 34**). Ceci pourrait être en lien avec une distribution agrégée des populations de pucerons dans les champs (colonies de pucerons), bien qu'aucun dépistage n'ait été fait pour confirmer cette hypothèse. Il est aussi intéressant de noter que dans le site 2, le rang 1, et le rang 3 dans une moindre mesure, étaient en bordure d'un boisé et étaient ceux qui présentaient le moins de plants infectés. Le site 2 était aussi celui qui avait les plants les plus faiblement infectés et qui avait les plus faibles populations de pucerons ailés aux deux pics.

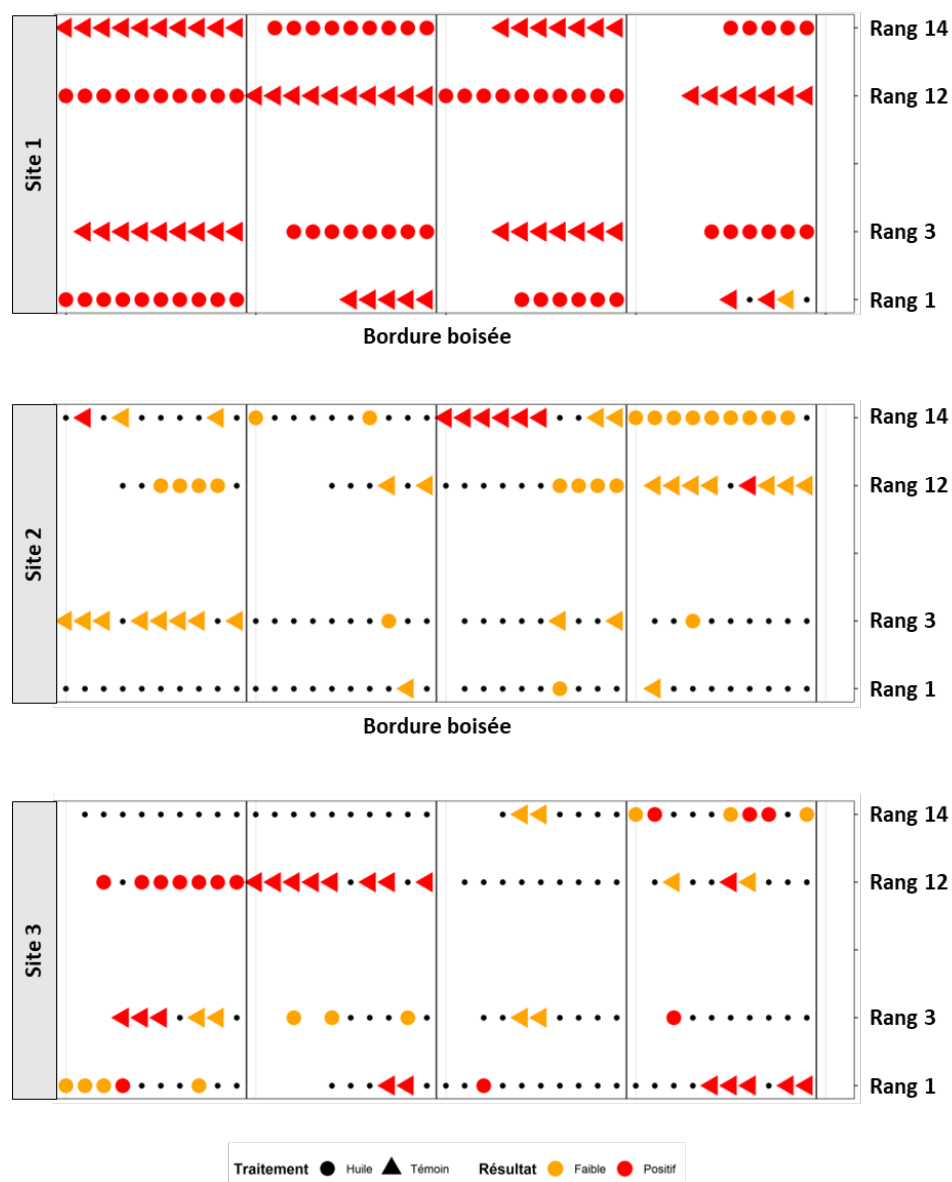


Figure 34. Distribution spatiale des plants faiblement et fortement infectés aux sites d'essai à Saint-Paul-d'Abbotsford en 2025. Les points noirs représentent les plants échantillonnés négatifs au CMV.

Volet 4. Production d'une vidéo explicative vulgarisant le mode de transmission des virus et le rôle des pucerons dans cette transmission

Une capsule vidéo d'une durée d'environ cinq minutes sur la transmission des virus par les pucerons a été réalisée. La version finale du scénarimage a été déposée sur la chaîne YouTube du [CÉROM](#) et sur [Agri-Réseau](#).

DIFFUSION DES RÉSULTATS

- Corriveau-Tousignant S, Latraverse A, Flores-Mejia S, Verret G, Boquel S. (2025). Pucerons vecteurs de virus dans les courges : Qui, quand, comment? Réunion annuelle 2025 de la Société d'entomologie du Québec, 20-21 novembre, Québec (QC). [Lien](#).
- Boquel S, Latraverse A, Corriveau-Tousignant S, Verret G, Flores-Mejia S. (2025). Role of aphids and weeds in the epidemiology of *Cucumber mosaic virus* in Quebec. Réunion annuelle 2025 de la Société canadienne de malherbologie, 3-6 novembre, Gatineau (QC). [Lien](#).
- Mesly N. (2025). Un trio infernal : pucerons, virus et mauvaises herbes. Article technique publié le 24 septembre 2025 dans la revue Le Coopérateur. [Lien](#).
- Saguez J, Boquel S, Couture I, Gagnon M. (2025). La transmission des virus par les pucerons (cas du virus de la mosaïque du concombre – CMV). Vidéo scénarimage publiée le 28 avril. [En ligne](#).
- Boquel S, Flores-Mejia S, Saguez J, Lamothe S, Dionne A, Couture I, Gagnon M, Khanna R. (2025). Pucerons, virus et mauvaises herbes : un trio redoutable ! Webinaire organisé par le comité de pilotage du projet et le MAPAQ. 20 février. 150 personnes. [Lien](#).
- Boquel S, Flores-Mejia S, Couture I, Dionne A, Gagnon M. (2024). Pucerons, virus et mauvaises herbes : un trio redoutable ! Webinaire organisé par le comité de pilotage du projet et le MAPAQ. 15 février. 236 personnes. [Lien](#).
- Boquel S, Labrie G, Dionne A, Saguez J, Légaré JP, Fortier É, Couture I, Gagnon M. (2023). Réseau d'avertissements phytosanitaires – Fiche technique | Général : La transmission des virus par les pucerons. Agri-Réseau, 11 pp. [Lien](#).
- Couture I. (2023). On se souviendra longtemps des virus dans les cultures maraîchères en 2022! Article d'intérêt sur le site du MAPAQ. [Lien](#).

APPLICATIONS POSSIBLES POUR L'INDUSTRIE

Les résultats de ce projet ont permis d'améliorer nos connaissances sur les pucerons vecteurs du CMV et des Potyvirus ainsi que sur le rôle des MH réservoirs de ces virus. Par ailleurs, de nouvelles connaissances ont été apportées sur des méthodes de lutte préventives, dont certaines d'entre elles pourraient être utilisées, particulièrement lors des années avec de fortes migrations de pucerons comme observées au Québec en 2022.

Tout d'abord, la dynamique de vol des pucerons au Québec serait caractérisée par deux pics survenant vers la mi-juin/début juillet et la mi-juillet/début août. La comparaison entre les captures de pucerons ailés et les dépistages de PS sur les plants de soya suggère que le deuxième pic de population serait en lien avec le PS s'installant dans les champs de soya. L'identification des pucerons ailés capturés dans les PBJ

a aussi montré que la grande majorité appartenait au genre *Aphis* (75,5 %). Par ailleurs, les populations de pucerons du genre *Aphis* étaient similaires dans les champs de soya et de cucurbitacées. Toutefois, il n'a pas été possible de déterminer la responsabilité du PS dans la transmission des virus non persistants dans les champs de cucurbitacées observée en 2022. Pour cela, il serait nécessaire de poursuivre les identifications de ce genre, notamment les espèces d'*Aphis glycines* (puceron du soya) et d'*Aphis gossypii* (puceron du melon). En effet, la proportion de ces deux espèces pourrait différer entre les deux cultures et cette identification permettrait de déterminer l'espèce majoritaire impliquée dans la transmission du CMV et des Potyvirus dans les champs de cucurbitacées.

Les dynamiques de population de pucerons ailés étaient très similaires entre les PBJ et les PCJ, et bien que le taux de capture fût 2,5 fois plus élevé pour les PCJ, une forte relation linéaire a été mise en évidence entre ces deux méthodes de dépistage. Ces dernières pourraient donc être utilisées pour suivre les populations de pucerons dans les champs. Les PCJ sont faciles d'utilisation et requièrent moins de matériel que les PBJ. Cependant, si l'objectif est de faire des identifications des spécimens capturés, l'utilisation de PBJ serait plus appropriée.

Plusieurs plantes issues de champs présentant un risque d'infection au CMV ont été testées par ImmunoStrip® et la présence du virus a été détectée mais pas de manière systématique. Ceci suggère qu'un suivi des symptômes et un diagnostic avec des tests appropriés sont donc nécessaires pour valider les infections virales dans les champs.

Ensuite, un important échantillonnage a été réalisé dans 20 champs de cucurbitacées. Parmi les 1 250 plantes testées, 122 espèces appartenant à 32 familles différentes ont été testées pour évaluer la présence du CMV en début de saison. Seules six plantes ont testé positif au CMV soit le trèfle blanc (*Trifolium repens*), la rorippe des marais (*Rorippa palustris*), l'asclépiade commune (*Asclepias syriaca*), l'achillée millefeuille (*Achillea millefolium*), la valériane officinale (*Valeriana officinalis*), et l'onagre bisannuelle (*Oenothera biennis*). Pour ces trois dernières, il s'agirait de la première mention d'infection par le CMV. Par ailleurs, des pucerons, dont les espèces n'ont pas été déterminées, ont été observés sur certaines des plantes échantillonnées en 2024. Ces derniers étaient présents sur six espèces différentes, et bien que les espèces de la famille des Fabacées soient des hôtes secondaires connus pour le PS, aucune d'entre elles n'appartenait à cette famille. Les résultats montrent donc que les MH présentes en bordures des champs seraient des réservoirs de CMV, mais représenteraient une faible source d'inoculum.

Enfin, les essais en champs, visant à déterminer l'efficacité de différentes méthodes de lutte préventives (sarrasin en intercalaire, kaolin et huile végétale) pour réduire la colonisation et la transmission des virus par les pucerons vecteurs ont montré que l'huile végétale, contrairement aux autres traitements évalués, réduisait significativement la fréquence de feuilles avec présence de pucerons ailés. L'huile végétale a aussi permis de réduire la transmission du CMV de près de 10 % par rapport au témoin et au kaolin, et de réduire la transmission des Potyvirus par rapport au témoin. Le kaolin a également permis de réduire d'un peu moins de 10 % la transmission des Potyvirus par rapport au témoin. En laboratoire et en champ, l'huile minérale a également permis de réduire la fréquence de transmission ainsi que la charge virale du CMV

dans les plants. Les huiles semblent donc une avenue intéressante pour limiter la transmission des virus non persistants dans les champs de cucurbitacées, d'autant plus qu'elles ne causeraient peu ou pas de phytotoxicité. Le cuivre, toutefois, serait à utiliser avec précaution puisque de la phytotoxicité a été observée, mais aucune synergie avec les huiles.

Finalement, une fiche technique et un scénarimage sur la transmission des virus par les pucerons ont été produits dans le cadre de ce projet et serviront de ressources pour les différents acteurs de la filière.

POINT DE CONTACT POUR INFORMATION

Sébastien Boquel, Ph.D.,

Centre de recherche sur les grains (CÉROM) inc.

740 chemin Trudeau

Saint Mathieu de Beloeil, J3G 0E2

Tel : +1 (450) 464 - 2715 poste 261

Courriel : sebastien.boquel@cerom.qc.ca

REMERCIEMENTS AUX PARTENAIRES

Les auteurs remercient le comité de travail pour les rencontres de suivis réalisées au cours de ce projet. Ils remercient également les conseillers et conseillères régionaux et agronomes du MAPAQ qui ont aidé à trouver des sites pour réaliser les suivis de pucerons et les expériences en champs. Les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce projet sont également remerciées. Merci aussi aux producteurs qui nous ont donné accès à leurs champs pour les expériences, les suivis et les dépistages.

Un merci tout particulier est adressé à Isabelle Couture, Mélissa Gagnon, Julie Breault et Stéphanie Mathieu, du MAPAQ, pour leur précieuse aide dans la recherche de sites, la collecte d'échantillons et de données, les dépistages aux champs et l'aide dans l'organisation des webinaires. L'équipe du CÉROM, et plus particulièrement les étudiants et étudiantes d'été, est remerciée pour la mise en place des essais expérimentaux, la collecte des échantillons et des données ainsi que pour le tri des nombreux pucerons.

Ce projet a été financé par le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, dans le cadre du programme Innovation bioalimentaire (2023-2028).



Partenariat canadien pour
une agriculture durable

Québec



Canada



CÉROM
Centre de recherche sur les grains

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- A'Brook J. (1973). Observations on different methods of aphid trapping. *Annals of Applied Biology*, 74(3), 263-277.
- Abtahi F, Hatami M, Salehi-Arjmand H, Mahdihyeh M, Yazdani R. (2021). Detection and phylogenetic analysis of new Iranian isolates of *Cucumber mosaic virus* on *Achillea* species. *Journal of Crop Protection*, 10(2): 309-317.
- Al-Daoud F, Fageria MS, Zhang J, Boquel S, Pelletier Y. (2014). Mineral Oil Inhibits Movement of Potato Virus Y in Potato Plants in an Age-Dependent Manner. *American Journal of Potato Research*, 91: 337–345.
- Alleman RJ, Grau CR, Hogg DB. (2002). Soybean aphid host range and virus transmission efficiency. *Proceedings of the Wisconsin Fertilizer, Agrline Pest Management Conference*. Consulté le 4 février 2025. [En ligne](#).
- Al-Mrabeh A, Anderson E, Torrance L, Evans A, Fenton B. (2010). A Literature Review of Insecticide and Mineral Oil Use in Preventing the Spread of Non-persistent Viruses in Potato Crops. Potato Council, Agriculture & Horticulture Development Board. Kenilworth: UK. 65 pp.
- Bonneau P. (2017). Dépistage et suivi des pucerons et aleurodes vecteurs de virus et identification des diverses sources de contamination virale dans les fraisières du Québec. Mémoire de maîtrise. Université Laval. Québec (QC): Canada. 104 pp.
- Boquel S. (2011). Propension vectorielle des pucerons dans l'épidémiologie du virus Y (PVY) en culture de pommes de terre. Thèse de doctorat. Université de Picardie Jules Vernes. Amiens : France. 169 pp.
- Boquel S. (2019). Comprendre le comportement des pucerons et le mode d'action de l'huile minérale pour une meilleure gestion du PVY. Rassemblement officiel des producteurs de pommes de terre de semence du Québec, 19 février, Québec (QC). Communication orale en tant que conférencier invité.
- Boquel S, Giguère M-A, Clark C, Nanayakkara U, Zhang J, Pelletier Y. (2013). Effect of mineral oil on *Potato virus Y* acquisition by *Rhopalosiphum padi*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 148: 48–55.
- Boquel S, Labrie G, Dionne A, Saguez J, Légaré J-P, Fortier E, Couture I, Gagnon M. (2023). La transmission des virus par les pucerons. Réseau d'avertissements phytosanitaires. Fiche Technique – Général. Agri-Réseau. Consulté le 5 février 2025. [En ligne](#).
- Boquel S, Flores-Mejia S, Couture I, Dionne A, Gagnon M. (2024). Pucerons, virus et mauvaises herbes : un trio redoutable! Webinaire, 15 février 2024. [En ligne](#).
- Chalker-Scott L. (2008). Horticulture oils. Washington State University. *Master Gardener Magazine*, 2(4): 25-28.

- Dikova B. (2009). Establishment of Some Viruses—Polyphagues on Economically Important Essential Oil—Bearing and Medicinal Plants in Bulgaria. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 23(1): 80-84.
- Donaldson DR. (2021). Using Horticultural Oil Spray. University of California Master Gardeners of Napa County. Healthy Garden Tips, CA, USA. Consulté le 4 février 2025. [En ligne](#).
- Favret C, Aphid Taxon Community eds. (2025). Blackman & Eastop's Aphids on the World's Plants, version 1.0. Consulté le 4 février 2025. [En ligne](#).
- Flint ML. (1998). *Pest of the Garden and Small Farm: A Grower's Guide to Using Less Pesticide*. University of California Press. ISBN-10: 1879906406.
- Frank DL, Liburd OE. (2005). Effects of Living and Synthetic Mulch on the Population Dynamics of Whiteflies and Aphids, Their Associated Natural Enemies, and Insect-Transmitted Plant Diseases in Zucchini. *Environmental Entomology*, 34(4): 857–865.
- Gagnon A-È. (2017). Détermination du potentiel de survie hivernale du puceron du soja sur le nerprun au Québec - Résultats 2016-2017. Rapport de projet du CÉROM. 7 pp.
- Garcia-Ruiz H, Murphy JF. (2001). Age-related Resistance in Bell Pepper to *Cucumber mosaic virus*. *Annals of Applied Biology*, 139(3): 307–317.
- Gardiner MM, Landis DA, Gratton C, DiFonzo CD, O'Neal M, Chacon JM, Wayo MT, Schmidt NP, Mueller EE, Heimpel GE. (2009). Landscape diversity enhances biological control of an introduced crop pest in the north-central USA. *Ecological Applications* 19: 143-154.
- Harrington R, Hullé M, Plantegenest M. (2007). Chapter 19: Monitoring and Forecasting. Dans van Emden HF, Harrington R (eds) *Aphids as Crop Pests*. CAB International. Cromwell Press, Trowbridge. pp. 515-536.
- Karanfil A. (2021). Prevalence and molecular characterization of Cucumber mosaic virus isolates infecting tomato plants in Marmara region of Turkey. *Plant Protection Bulletin*, 61(4): 19-25.
- Karanfil A, Korkmaz S. (2017). Detection and molecular characterization based on coat protein gene of Cucumber mosaic virus (CMV) from cowpea production fields of Çanakkale province in Turkey. *Plant Protection Bulletin*, 57(3): 293-304.
- Kenyon L, Kumar S, Tsai WS, Hughes JDA. (2014). Virus diseases of peppers (*Capsicum* spp.) and their control. *Advances in Virus Research*, 90: 297–354.
- Koch RL, Porter PM, Harbur MM, Abrahamson MD, Wyckhuys KAG, Ragsdale DW, Buckman K, Sezen Z, Heimpel GE. (2012). Response of soybean insects to an autumn-seeded rye cover crop. *Environmental Entomology*, 41(4): 750–760.
- Koch RL, Sezen Z, Porter PM, Ragsdale DW, Wyckhuys KAG, Heimpel GE. (2015). On-farm evaluation of a fall-seeded rye cover crop for suppression of soybean aphid (Hemiptera: Aphididae) on soybean. *Agricultural and Forest Entomology*, 17(3): 239-246.

- Labrie G. (2010). Synthèse de la littérature scientifique sur le puceron du soya, *Aphis glycines* Matsumura. Rapport final d'une revue de littérature financé par le programme Prime-Vert. CÉROM, 54pp.
- Labrie G, Estevez B, Lucas É. (2016). Impact of large strip cropping system (24 and 48 rows) on soybean aphid during four years in organic soybean. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 222: 249–257.
- Legault G. (2007). Effect of kaolin on the striped cucumber beetle (*Acalymma vittatum*) and cucumber growth and development. Mémoire de maîtrise. Université McGill. Montréal (QC): Canada. 117 pp.
- Legault G, Estevez B, Boisclair J. (2008). Cultures pièges et kaolin contre la chrysomèle rayée du concombre. Rapport de projet de recherche. 4 pp.
- Lecoq H. (2013). *Cucumber mosaic virus* (CMV). Ephytia, INRAE. Consulté le 14 janvier 2025. [En ligne](#).
- Maisonhaute J-É, Labrie G, Lucas É. (2017). Direct and indirect effects of the spatial context on the natural biocontrol of an invasive crop pest. *Biological Control*, 106: 64–76.
- Maisonhaute J-É, Labrie G, Lucas É. (2018). Effect of the spatial context along the invasion process: “Hierarchical spatial” or “Host-switching spatial” hypotheses? *Biological Invasions*, 20: 345-363.
- Martín B, Varela I, Cabaleiro C. (2004). Effects of various oils on survival of *Myzus persicae* Sulzer and its transmission of *Cucumber mosaic virus* on pepper. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 79: 855–858.
- Mathieu S, Cuerrier M-É, Duval B, Saguez J, Breault J. (2024). Puceron du soya : dans la majorité des champs, les populations se stabilisent ou sont en diminution. Réseau d'avertissements Phytosanitaires Grandes cultures, Avertissement No 20, 9 août 2024. Consulté le 6 février 2025. [En ligne](#).
- Michigan State University Extension. (2015). *Cucumber mosaic virus*. Consulté le 8 février 2025. [En ligne](#).
- Morneau C. (2022). Les pucerons font des ravages dans les concombres et les courges. Article de presse publié le 31 août 2022 dans *La Terre de chez nous*. Consulté le 14 janvier 2025. [En ligne](#).
- Neau M, Boquel S, Saguez J, Couture I, Duval B, Khanna R, Samson V. (2022). Faible efficacité des traitements de semences insecticides contre le puceron du soya au Québec. Réseau d'avertissements Phytosanitaires Grandes cultures, bulletin d'information No 3, 7 septembre 2022. [En ligne](#).
- Palukaitis P, García-Arenal F. (2019). *Cucumber Mosaic Virus*. The American Phytopathological Society. ISBN: 978-89054-610-9.
- Ragsdale DW, Voegtlin D, O'Neil RJ. (2004). Soybean aphid biology in North America. *Annals of the Entomological Society of America*, 97: 204-208.
- Razze JM, Liburd OE, Webb SE. (2016). Intercropping buckwheat with squash to reduce insect pests and disease incidence and increase yield. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 40(8): 863-891.
- R Core Team. (2024). R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. <https://www.R-project.org>.

- Robinson JV. (2011). Horticultural Oils and Pest Control. Texas Agricultural Extension Service, Texas A&M University System: College Station, TX, USA. Consulté le 4 février 2025. [En ligne](#).
- Roy M, Lachance P. (2005). C'est confirmé, le puceron du soya passe l'hiver dans le sud-ouest du Québec. Bulletin du RAP-Grandes Cultures no 6 - 29 juin 2005. Consulté le 5 février 2025. [En ligne](#).
- Saguez J, Duval B, Samson V, Boquel S, Breault J. (2023). Pucerons du soya : les populations sont majoritairement faibles et le stade du soya ne sera bientôt plus à risque. Réseau d'avertissements Phytosanitaires Grandes cultures, Avertissement No 17, 18 août 2023. Consulté le 6 février 2025. [En ligne](#).
- Schmidt NP, O'Neal ME, Singer JW. (2007). Alfalfa living mulch advances biological control of soybean aphid. *Environmental Entomology*, 36: 416-424.
- Vidal E, Zagrai L, Milusheva S, Bozhkova V, Tasheva-Terzieva E, Kamenova I, Zagrai I, Cambra M. (2013). Horticultural mineral oil treatments in nurseries during aphid flights reduce *Plum pox virus* incidence under different ecological conditions. *Annals of Applied Biology*, 162: 299–330.
- Wang RY, Pirone TP. (1996). Mineral oil interferes with retention of *Tobacco etch potyvirus* in the stylets of *Myzus persicae*. *Phytopathology*, 86: 820–823.
- Weidhaas JA, Warren WT. (1988). Horticultural Oils. Cornell University. Virginia Tech Insect Notes #174.
- Zitter TA. (2001). A checklist of major weeds and crops as natural hosts for plant viruses in the Northeast. Cornell University. Consulté le 4 février 2025. [En ligne](#).

ANNEXES

Annexe 1 – Listes des mauvaises herbes

(Fichier Excel téléchargeable en pièce jointe)

Annexe 1A - Liste des hôtes connus et possibles du CMV.

Annexe 1B - Liste des espèces de plantes échantillonnées.