

**ADAPTATION D'UNE MÉTHODE DE LUTTE PHYSIQUE EN PRÉ-PLANTATION
CONTRE LE TARSONÈME DU FRAISIER**

18-053-ULAV

DURÉE DU PROJET : AVRIL 2019 / JUIN 2022

RAPPORT FINAL

Réalisé par :

Virginie Bernier (Département de phytologie, Université Laval)

Frédéric McCune (Département de phytologie, Université Laval)

Stéphanie Tellier (MAPAQ, Direction de la Capitale-Nationale)

Mohamed Khelifi (Département des sols et de génie agroalimentaire, Université Laval)

Valérie Fournier (Département de phytologie, Université Laval)

1^{ER} JUIN 2022

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.

TITRE DU PROJET : ADAPTATION D'UNE MÉTHODE DE LUTTE PHYSIQUE EN PRÉ-PLANTATION CONTRE LE TARSONÈME DU FRAISIER

NUMÉRO DU PROJET : 18-053-ULAV

RÉSUMÉ DU PROJET

Le tarsonème du fraisier (*Phytonemus pallidus* Banks) est un acarien de plus en plus problématique dans les fraisières du Québec. Puisqu'il se réfugie au cœur des plants, ce ravageur est difficilement atteignable par les agents de lutte biologique et les applications d'acaricides. L'utilisation de fraisiers sains demeure la manière la plus efficace de prévenir les infestations de tarsonèmes. Aux Pays-Bas, une technique dénommée Controlled Atmosphere Temperature Treatment (CATT) est utilisée commercialement pour désinfecter les fraisiers avant la plantation. En soumettant les transplants à des paramètres précis de température (35°C) et d'atmosphère contrôlée (50 % CO₂ et 10 % O₂) pendant 48 h, plus de 99 % des acariens sont éliminés sans effets négatifs sur les plants. L'objectif général de ce projet était de tester à plus petite échelle le traitement CATT à l'aide de deux caissons expérimentaux construits à l'Université Laval. Dans un premier volet, l'efficacité de la technique hollandaise a été évaluée lors de deux essais en serre. Après quatre semaines de croissance, les plants ayant reçu le traitement CATT avaient 99,9 % moins de formes mobiles de tarsonèmes que les plants témoins non-traités. Pour le deuxième volet du projet, des essais ont été réalisés chez deux producteurs de fraises à l'été 2021 afin de vérifier les effets du traitement CATT sur la vigueur des plants. Les risques de mortalité après la plantation étaient plus grands pour les plants traités, la production de stolons a été maintenue ou augmentée tandis que les rendements ont été maintenus ou diminués. Les résultats obtenus pour les deux volets du projet suggèrent que le traitement CATT est hautement efficace pour contrôler le tarsonème du fraisier, mais son utilisation serait plus appropriée sur des plants destinés à la propagation que sur ceux destinés à la production de fruits.

OBJECTIFS ET APERÇU DE LA MÉTHODOLOGIE

L'objectif général de cette étude était de tester à plus petite échelle le traitement CATT développé aux Pays-Bas et d'évaluer son potentiel comme méthode de lutte contre le tarsonème du fraisier pour les producteurs de fraises du Québec. Plus spécifiquement, le premier volet du projet visait à valider l'efficacité de la technique pour éliminer le ravageur avant la plantation tandis que le deuxième volet du projet avait pour objectif de vérifier les effets du traitement sur différents cultivars et types de plants de fraises.

Description et construction des caissons expérimentaux :

En 2020, deux caissons CATT ont été construits à partir de boîte-palettes étanches Janny MT CA 610H (<https://www.jannymt.com/?lng=en>). Des panneaux isolants en polystyrène haute densité ont été fixés à l'intérieur des caissons pour minimiser les pertes de chaleur. Les instruments et les capteurs étaient situés sur un côté du caisson pour faciliter la manipulation et étaient alimentés par une alimentation standard de 12 V (Figure 4A, annexe). Une chaufferette a été placée au fond du caisson, au-dessus de laquelle deux ventilateurs axiaux ont été installés l'un sur l'autre. Le chauffage et les ventilateurs étaient orientés de manière à pousser l'air dans la même direction (Figure 4B, annexe). Un système de brumisation maison a été assemblé avec lequel l'eau d'un réservoir en plastique était aspirée vers une buse d'atomisation à l'aide d'une paire de pompes péristaltiques. Une bonbonne de CO₂ montée d'un régulateur était connectée au caisson à l'aide d'un tuyau en polychlorure de vinyle tressé.

Un psychromètre maison composé de deux thermistances de 10 K Ω permettait de mesurer les niveaux d'humidité relative et de température à l'intérieur du caisson. Les conditions atmosphériques ont été mesurées à l'aide d'un capteur de gaz CO₂ infrarouge et d'un capteur d'O₂ de type cellule galvanique. Ces capteurs ont été montés sous une plaque d'aluminium protectrice fixée à l'intérieur du caisson (Figure 4B, annexe).

Un contrôleur compact tout-en-un a été utilisé (Omega, modèle HE-XE102) pour lire et contrôler les paramètres pendant un traitement CATT. Celui-ci fonctionnait à l'aide d'un programme informatique qui spécifiait une température de 35°C, une humidité relative de 92 %, une concentration de CO₂ de 50 % et une concentration d'O₂ de 10 %. L'interface du contrôleur était utilisée pour démarrer ou arrêter un traitement et pour surveiller les paramètres à l'intérieur du caisson (Figure 4D, annexe). Avant de commencer un traitement CATT, les plants de fraisiers étaient étalés sur des plateaux de boulangerie en plastique (Figure 4C, annexe). Cinq plateaux étaient empilés à l'intérieur d'un même caisson, et chaque plateau pouvait contenir jusqu'à 40 trayplants ou 150 plants à racines nues.

Volet 1 - Essais en serre (2020) :

Essai 1 :

Trois expériences de quatre semaines chacune (une expérience = une répétition) ont été menées dans un compartiment en serre à l'Université Laval afin de comparer l'efficacité du traitement CATT à une application d'acaricide pour le contrôle du tarsonème. Des trayplants dormants (cv 'Yambu') ont été inoculés en insérant dans les couronnes des fraisiers des folioles infestées provenant d'un élevage ou de champs infestés. Chaque foliole était examinée au stéréomicroscope pour s'assurer qu'au moins 15 formes mobiles de tarsonème étaient présentes. Pour permettre leur colonisation par le ravageur, les trayplants ont été maintenus pendant deux jours dans une chambre de croissance (22°C jour / 18°C nuit, 60 % humidité relative, photopériode 16 h) avant de recevoir le traitement à atmosphère contrôlée. Trois traitements ont été testés contre le tarsonème : le traitement CATT, une application d'acaricide (Avid 1,9 % EC, Syngenta Canada) et un témoin. Pour chaque répétition, 66 trayplants de fraisiers (22 plants par traitement) étaient placés individuellement dans des cages à insectes pendant quatre semaines. Un dispositif en split-plot a été utilisé pour l'essai 1, avec les trois expériences répétées dans le temps comme facteur principal et les traitements (CATT, application d'acaricide et contrôle) comme facteur secondaire. Au cours de chaque répétition, il y avait 22 blocs dans lesquels une plante en pot de chaque traitement était assignée au hasard, cette dernière correspondant à l'unité expérimentale.

Essai 2 :

Deux expériences de quatre semaines chacune (une expérience = une répétition) ont été menées en serre pendant lesquelles deux traitements contre le tarsonème (CATT et témoin) ont été comparés. À cause d'enjeux logistiques et afin de tester le traitement CATT sur le plus grand nombre de plants, l'acaricide évalué lors de l'Expérience 1 n'a pas été testé de nouveau lors de la seconde expérience. Des trayplants de fraisiers dormants (cv 'Albion') ont été inoculés avec du tarsonème en utilisant le même protocole que pour l'Expérience 1. Pour chaque répétition, dix trayplants par traitement ont été plantés à deux jours d'intervalle pour un total de 60 trayplants. Pour chaque date de plantation et chaque combinaison de traitement, une plante a été assignée au hasard à un bloc dans la serre, pour un total de dix blocs de six plantes chacun. Comme les trois dates de plantation différaient d'une expérience à l'autre, un facteur "date de plantation" a été imbriqué dans les expériences pour les analyses statistiques. Ainsi, l'expérience 2 comportait 20 blocs dans lesquels une structure de traitement factorielle a été utilisée, résultant de la combinaison du facteur de traitement (deux niveaux) avec la date de plantation imbriquée dans les expériences (six niveaux).

Décompte destructif des tarsonèmes :

Après quatre semaines, les trayplants de fraisiers étaient détruits pour faire le décompte du nombre de tarsonèmes. Pour ce faire, les jeunes feuilles non déployées et les couronnes de chaque plant étaient rincées trois fois à l'éthanol 70 % pour déloger les acariens et faciliter leur dénombrement. À l'aide de pinces, la couronne et les feuilles étaient d'abord détachées les unes des autres et placées dans des tubes Falcon de 50 mL. Après avoir été mélangé pendant 1 min à l'aide d'un agitateur vortex, le contenu était versé dans un plat de pétri quadrillé et la couronne et les feuilles étaient déplacées dans un deuxième plat de pétri. Ensuite, les feuilles étaient séparées en folioles et soigneusement rincées des deux côtés avec de l'éthanol provenant d'un flacon-laveur avant d'être replacées dans le tube Falcon avec du nouvel éthanol. Après avoir été agité pendant 1 min, le contenu du tube était versé dans un troisième plat de pétri puis les parties de la plante étaient retirées et jetées. Une fois le liquide contenu dans les trois plats de pétri ayant reposé pendant au moins 1 min, les formes mobiles (adultes et larves) de tarsonèmes étaient comptées au stéréomicroscope à 45X.

Analyse des données :

Pour l'Essai 1, un modèle d'analyse de variance (ANOVA) en split-plot a été utilisé dans lequel les trois répétitions dans le temps étaient les parcelles principales et les traitements contre le tarsonème représentaient les parcelles secondaires. Pour l'Essai 2, un modèle ANOVA à blocs aléatoires a été utilisé dans lequel les traitements et les dates de plantation emboîtés dans les répétitions étaient les effets fixes, tandis que les répétitions et les blocs emboîtés dans les répétitions étaient les effets aléatoires. Après un effet significatif dans la table d'ANOVA, la méthode de Tukey a été utilisée pour identifier les différences entre les traitements. Toutes les analyses de données ont été effectuées avec le logiciel R.

Volet 2 - Essais sur le terrain (2021) :

De mai à octobre, des essais avec des plants-mères (plants destinés à la propagation) et des fraisiers à jours neutres ont été réalisés à la Ferme horticole Gagnon (Trois-Rivières) ainsi qu'à la Ferme Onésime Pouliot (Île d'Orléans). Pour tous les essais, des transplants ayant reçu le traitement CATT avant la plantation ont été comparés à des transplants témoins non-traités. De plus, les transplants étaient plantés pendant cinq jours consécutifs où chaque date de plantation correspondait à une répétition du traitement.

Essais avec les plants-mères :

À Trois-Rivières, des plants frigo dormants ont été plantés du 10 au 14 mai dans un champ avec des buttes recouvertes de paillis de plastique noir (Figure 5B, annexe). Les parcelles ont été disposées selon un plan complètement aléatoire à deux facteurs, soit les deux traitements de pré-plantation (CATT et témoin) et deux cultivars ('Clery' et 'Seascape'), avec cinq répétitions (Tableau 1). À l'Île d'Orléans, des trayplants dormants produits à la ferme l'année précédente ont été plantés dans un système de production hors-sol sous grands tunnels du 3 au 7 mai (Figure 5A, annexe). Pour chaque cultivar ('Albion' et 'Yambu'), dix parcelles expérimentales de 84 trayplants ont été assignées aléatoirement sous un même grand tunnel avec une zone tampon vide (1 m) entre les parcelles (cinq répétitions par combinaison de traitements et cultivars, Tableau 1). Chaque semaine, les fleurs étaient coupées pour stimuler la production de stolons tout en empêchant la formation de fruits. Aux deux sites, le nombre de plants-mères ayant survécu a été compatible à la fin juin et le nombre de plants-filles produits par parcelle expérimentale a été compté vers la fin juillet. À l'Île d'Orléans, les stolons des plants-mères ont été récoltés pour faire des plugs (cv 'Yambu') et des trayplants (cv 'Albion'). Des données sur la qualité des plants-filles (nombre de feuilles, nombre de couronnes, périmètre du collet) ont été prises en pépinière le 12 août (plugs 'Yambu') et le 14 octobre (trayplants 'Albion').

Essais avec les fraisiers à jours neutres :

À Trois-Rivières, des plants frigos et des trayplants dormants produits à la ferme l'année précédente ont été plantés du 10 au 14 mai dans le même champ que pour l'essai avec les plants-mères. Les parcelles ont été disposées selon un plan factoriel en blocs aléatoires, avec deux traitements de pré-plantation (CATT et contrôle), deux types de plantes (racines nues et plateaux), trois cultivars ('Albion', 'Murano' et 'Seascape') et cinq répétitions (Tableau 1). À l'Île d'Orléans, des plants frigos ('Albion' et 'Seascape') ont été plantés séparément du 3 au 7 mai sur buttes de plastique dans deux sections du même champ en suivant un plan en blocs aléatoires complets. Les mêmes paramètres de rendement et de croissance ont été évalués aux deux sites tout au long de la saison de croissance. Le rendement total et le poids moyen des fruits ont été calculés pour chaque parcelle. À la fin de la saison, le nombre de couronnes, le périmètre du collet et la biomasse sèche aérienne ont été mesurés sur trois plants sélectionnés au hasard par parcelle expérimentale.

Analyse des données :

L'effet du traitement CATT sur la croissance des plants-mères et des fraisiers à jours neutres aux deux sites a été déterminé à l'aide d'ANOVA. La date de plantation a été saisie comme effet aléatoire dans tous les modèles. Pour les essais à Trois-Rivières, le traitement CATT, le cultivar et le type de plant étaient les effets fixes. Pour les essais à l'Île d'Orléans, des ANOVA distinctes ont été utilisées pour chaque cultivar et le traitement CATT était le seul effet fixe. Après l'ANOVA, des tests de Tukey ont été utilisés pour identifier les différences entre les moyennes des facteurs. Toutes les analyses de données ont été effectuées avec le logiciel R.

Tableau 1. Résumé des essais sur le terrain à l'été 2021 à Trois-Rivières et à l'Île d'Orléans

Systeme cultural	Site	Cultivars	Type de plant	Nombre de parcelles expérimentales	Nombre de plants par parcelle expérimentale
Plants-mères	Trois-Rivières	Clery Seascape	Plant frigo	20	30
	Île d'Orléans	Albion	Trayplant	10	84
		Yambu	Trayplant	10	84
Fraisiers à jours neutres	Trois-Rivières	Albion Murano Seascape	Plant frigo Trayplant	60	24
	Île d'Orléans	Albion	Plant frigo	10	150
		Seascape	Plant frigo	10	150

RÉSULTATS SIGNIFICATIFS OBTENUS

Volet 1 - Essais en serre (2020) :

Pour l'Essai 1, le traitement CATT et le traitement acaricide ont respectivement réduit le nombre de tarsonèmes du fraisier de 99,9 % et de 95,5 % en comparaison au nombre de tarsonèmes dénombrés sur les plants témoins (Figure 1A). Entre 0,2 et 1,2 formes mobiles de ont été trouvées sur les trayplants ayant reçu le traitement CATT, ce qui est significativement inférieur au nombre trouvé sur les plantes traitées avec un acaricide (entre 13,4 et 44,2 formes mobiles selon les répétitions). Pour l'Essai 2, le traitement CATT a également réduit de 99,9 % le nombre de tarsonèmes du fraisier par rapport aux plants témoins (Figure 1B).

L'efficacité du traitement CATT que nous avons obtenue contre le tarsonème lors de nos deux essais en serre est équivalente à celle rapportée dans les études réalisées aux Pays-Bas. Ces résultats encourageants suggèrent que la méthode hollandaise est extrêmement performante pour désinfecter les fraisiers avant la plantation. Néanmoins, nos essais ne nous ont pas permis de valider l'efficacité du traitement CATT sur des populations dormantes du ravageur. Pour s'assurer que l'ensemble de nos transplants contenaient des tarsonèmes, ces derniers ont été inoculés avec de jeunes folioles provenant d'un élevage en chambre de croissance ou de champs infestés. Les larves et les adultes qui ont été soumis au traitement CATT pendant nos expériences en serre étaient donc actifs, contrairement aux acariens qui se retrouvent normalement sur les plants frigos utilisés par les producteurs de fraises. Puisque les essais pour le premier volet du projet ont été réalisés en milieu contrôlé, il ne nous a pas été possible de mesurer l'impact réel de ce traitement en pré-plantation sur les infestations de tarsonèmes en champ.

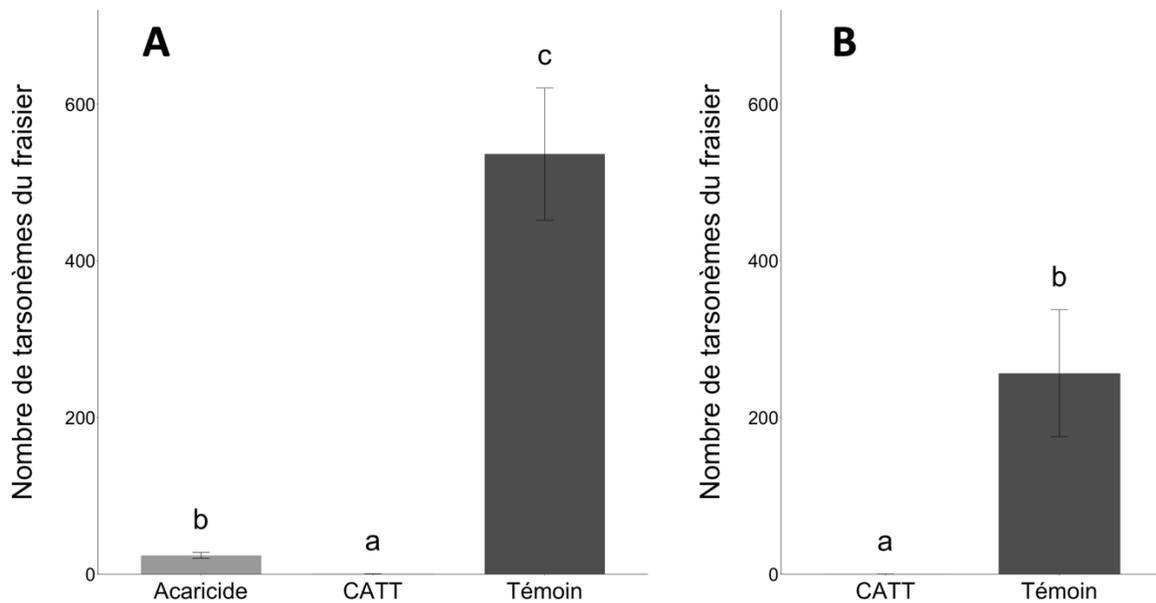


Figure 1. Nombre moyen (\pm SE) de formes mobiles de tarsonème du fraisier par plant pour (A) l'Essai 1 et (B) l'Essai 2. Les trayplants du cv 'Yambu' (Essai 1) et du cv 'Albion' (Essai 2) ont subi un traitement à l'air chaud en atmosphère contrôlée ('Controlled atmosphere temperature treatment' ou CATT) avant la plantation ou ont reçu un traitement acaricide (abamectine) dix jours après la plantation (Essai 1 seulement). Tous les trayplants ont été infestés artificiellement avec du tarsonème avant la plantation et un décompte destructif du nombre de tarsonèmes a été effectué après quatre semaines de croissance. Pour chaque essai, les moyennes avec des lettres différentes sont significativement différentes selon la méthode HSD de Tukey au niveau $p < 0,05$.

Volet 2. - Essais sur le terrain (2021) :

Essais avec les plants-mères :

À Trois-Rivières, l'ensemble des plants-mères ont survécu dans 17 des 20 parcelles expérimentales et la mortalité a été négligeable ($< 10\%$) dans les trois autres parcelles. Les plants-mères du cv 'Clery' ont produit significativement plus de plants-filles que ceux du cv 'Seascape', tandis qu'aucune différence significative réelle entre les plants-mères CATT et

témoins n'a été détectée (Figure 2A). À l'Île d'Orléans, le traitement CATT a augmenté significativement la mortalité des plants-mères du cv 'Yambu' mais pas de celle des plants-mères du cv 'Albion' (Tableau 3, annexe). Le traitement CATT a provoqué une augmentation significative du nombre de plants-filles chez le cv 'Albion' mais pas chez le cv 'Yambu' (Figure 2B et 2C). Aucune différence n'a été mesurée entre les plants-filles provenant de plants-mères CATT et ceux provenant de plants-mères témoins lors du suivi en pépinière pour les deux cultivars (Tableau 3, annexe).

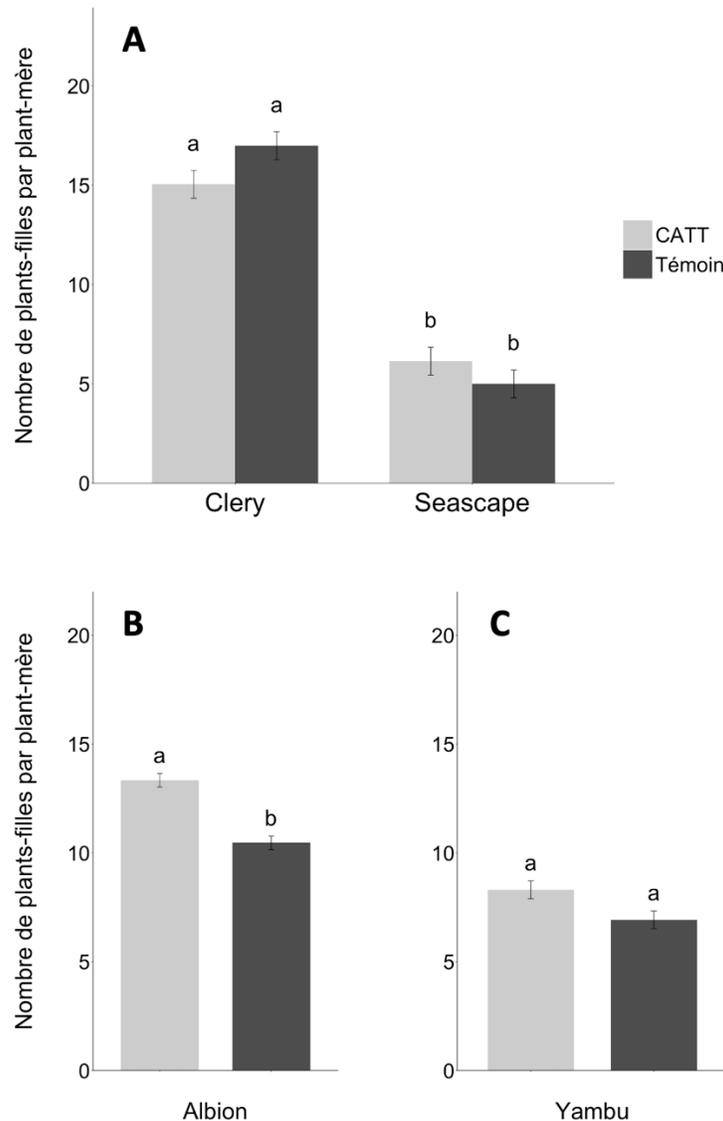


Figure 2. Nombre moyen (\pm SE) de plants-filles produits par des plants-mères soumis à un traitement à l'air chaud en atmosphère contrôlée ('Controlled atmosphere temperature treatment' ou CATT) avant la plantation en comparaison à des plants-mères témoins. **(A)** Production de plants-filles à Trois-Rivières par des plants frigo des cultivars 'Clery' et 'Seascape' cultivés sur buttes de plastique. Production de plants-filles à l'Île d'Orléans par des trayplants des cultivars 'Albion' **(B)** et 'Yambu' **(C)** cultivés dans un système production hors-sol sous grands tunnels. Les moyennes avec des lettres différentes sont significativement différentes selon la méthode HSD de Tukey au niveau $p < 0,05$.

Essais avec les fraisiers à jours neutres :

À Trois-Rivières, le traitement CATT a eu un effet significatif sur le taux de mortalité des fraisiers à jour neutre. Il y avait $60,0 \pm 16,2$ % de chances de retrouver au moins un plant mort dans les parcelles ayant reçu le traitement CATT alors que cette probabilité baissait à $13,9 \pm 9,80$ % dans les parcelles de plants témoins. Le traitement CATT a également réduit de manière significative les rendements pour les cultivars 'Albion' ($p < 0,001$) et 'Seascape' ($p = 0,005$), mais pas pour le cv 'Murano' ($p = 0,819$) (Figure 3). À noter que tous cultivars confondus, les rendements étaient significativement plus faibles chez les trayplants CATT que chez les trayplants témoins ($p < 0,001$), mais cette différence de rendements n'a pas été observée chez les plants frigo ($p = 0,341$). Pour les autres paramètres mesurés (calibre des fruits, nombre de couronnes, périmètre du collet, biomasse sèche aérienne), aucune différence significative réelle entre les plants ayant reçu le traitement CATT et les plants témoins n'a été détectée. À l'Île d'Orléans, le traitement CATT n'a affecté aucun des paramètres mesurés (taux de mortalité, rendements, calibre des fruits, nombre de couronnes, périmètre du collet, biomasse sèche aérienne) autant pour le cv 'Albion' que pour le cv 'Seascape' (Tableau 2).

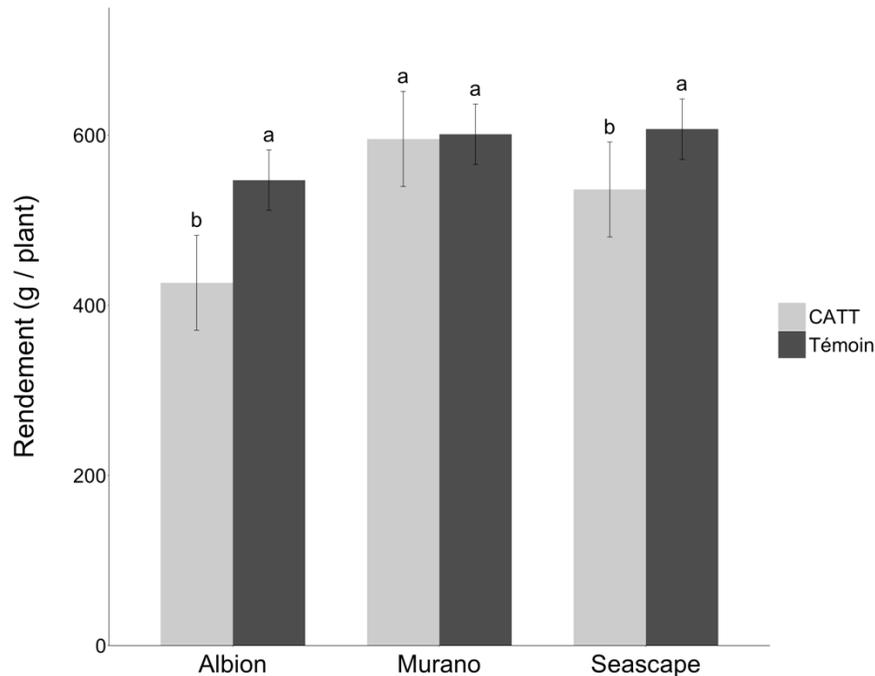


Figure 3. Rendement moyen (\pm SE) en fruits des trois cultivars de fraisiers à jours neutres (Albion, Murano, Seascape) à l'essai à Trois-Rivières qui ont reçu un traitement à l'air chaud en atmosphère contrôlée ('Controlled atmosphere temperature treatment' ou CATT) avant la plantation en comparaison à des plants témoins. En cas de différences significatives, les barres qui ne partagent pas la même lettre au sein d'un même cultivar sont significativement différentes au niveau $p < 0,05$ selon la méthode HSD de Tukey.

Tableau 2. Taux de mortalité, rendements, calibres de fruits, périmètre du collet, nombre de couronne et biomasse sèche aérienne pour les fraisiers à jours neutres cultivés à l'Île d'Orléans

Cultivar /	Taux de mortalité (%)	Rendement (g/plant)	Calibre (g/fruit)	Périmètre du collet (cm)	Nombre de couronnes	Biomasse sèche (g)
------------	-----------------------	---------------------	-------------------	--------------------------	---------------------	--------------------

Traitement en pré-plantation							
Albion / CATT	0,9 (± 0,5)	346 (± 21)	15,9 (± 0,2)	6,9 (± 0,3)	2,9 (± 0,2)	29 (± 2)	
Albion / témoin	0,8 (± 0,5)	362 (± 21)	15,8 (± 0,2)	6,5 (± 0,3)	3,0 (± 0,2)	27 (± 2)	
Seascape / CATT	3,2 (± 1,7)	272 (± 5)	12,2 (± 0,1)	8,0 (± 0,3)	4,4 (± 0,4)	24 (± 3)	
Seascape / témoin	1,5 (± 1,2)	284 (± 5)	12,1 (± 0,1)	7,2 (± 0,3)	3,8 (± 0,4)	27 (± 3)	

Note: Les valeurs entre parenthèses correspondent aux erreurs types.

Globalement, nos essais sur le terrain ont démontré que l'application du traitement CATT avant la plantation n'est pas sans risque pour la croissance et la survie des fraisiers. D'une part, les essais avec les plants-mères se sont bien déroulés puisque le traitement CATT a eu un effet neutre ou positif sur la production de stolons. En revanche, le traitement CATT n'a pas eu d'impact sur les paramètres mesurés chez le premier producteur, mais a affecté négativement le taux de survie et les rendements des plants chez le deuxième producteur. Nous avons également remarqué que les fraisiers à racines nues semblaient avoir une meilleure tolérance au traitement en pré-plantation que les trayplants, tout comme certains cultivars performaient mieux que d'autres sous les mêmes conditions.

DIFFUSION DES RÉSULTATS

Les résultats de ce projet ont été présentés lors des événements et congrès suivants : Congrès annuel de la Société d'entomologie du Québec (SEQ) (novembre 2019); cérémonie virtuelle de remise des bourses de la Société de protection des plantes du Québec (SPPQ) (janvier 2021); bulletin les Nouvelles Fraîches de l'Association des producteurs de fraises et framboises du Québec (mars 2021); Twilight Meeting des Berry Growers of Ontario (septembre 2021); Congrès annuel de la SEQ (novembre 2021) et aux conférences scientifiques en phytoprotection du CRAAQ (avril 2022).

Un mémoire de maîtrise sera publié sur la plateforme Corpus de l'Université Laval (dépôt initial effectué le 20 avril 2022). Deux articles scientifiques ont également été soumis à des journaux révisés par les pairs (Journal of Economic Entomology et Canadian Journal of Plant Science).

Estimer le nombre d'entreprises touchées par les résultats du projet	507 *
--	-------

* Nombre d'entreprises agricoles qui ont déclaré cultiver des fraises en 2018 selon le Portrait-diagnostic sectoriel de l'industrie de la fraise et de la framboise au Québec publié par le MAPAQ

APPLICATIONS POSSIBLES POUR L'INDUSTRIE

Dans le cadre de ce projet, la technique hollandaise de désinfection des fraisiers (CATT) a été testée à l'échelle expérimentale. À notre connaissance, ce traitement en pré-plantation contre le tarsonème du fraisier n'avait pas encore été évalué en Amérique du Nord. Nos travaux de recherche présentent donc un caractère très novateur et suscitent un intérêt marqué auprès des intervenants de l'industrie. Les essais en serre et sur le terrain que nous avons réalisés en 2020-2021 nous ont permis d'avoir une meilleure idée du potentiel de la technique CATT comme moyen de lutte contre le tarsonème et de déterminer dans quel contexte son utilisation pourrait être pertinente pour les producteurs de fraises.

En appliquant les paramètres précis de température, d'atmosphère contrôlée et de temps d'exposition mis au point par les chercheurs des Pays-Bas (35°C, 50 % CO₂, 10 % O₂ et humidité relative élevée pendant 48 h), nous avons été en mesure d'obtenir un taux de réduction du nombre de tarsonèmes supérieur à 99 % lors de deux essais en serre. Ces résultats positifs suggèrent que la méthode hollandaise est extrêmement performante pour désinfecter les fraisiers avant la plantation, mais son efficacité sur des populations dormantes de tarsonèmes mériterait d'être vérifiée à plus grande échelle. D'autre part, nos essais sur le terrain suggèrent que le traitement CATT serait plus approprié pour des plants servant à la multiplication des fraisiers que pour ceux servant à la production de fruits. D'ailleurs, la désinfection des transplants est utilisée uniquement sur des plants-mères aux Pays-Bas et s'adresse donc aux pépiniéristes plutôt qu'aux producteurs de fraises eux-mêmes. Cette application est cohérente puisqu'elle permet d'éliminer le tarsonème à la source tout en traitant un plus petit nombre de fraisiers. Selon nos résultats, l'utilisation du traitement CATT sur des plants à racines nues plutôt que sur des trayplants semble aussi moins risquée et serait plus avantageuse considérant que ce type de plant occupe un plus petit volume.

Finalement, notre expérience avec le traitement CATT nous a permis de constater rapidement que son application à plus grande échelle comporterait plusieurs défis. D'abord, la durée du traitement CATT est assez longue (48 h) en comparaison à d'autres techniques existantes pour l'assainissement des plants de fraises telles que le trempage à l'eau chaude (< 1 h) ou le traitement à la vapeur (4 h). Considérant que la plantation des fraisiers au Québec se déroule sur une très courte période au printemps et au début de l'été, le volume important de plants à désinfecter en même temps exigerait des installations de grande envergure. La modification des conditions atmosphériques (CO₂ et O₂) ajoute aussi un niveau de complexité supérieur puisque plusieurs paramètres doivent être contrôlés simultanément. Le développement des infrastructures nécessaires pour appliquer le traitement CATT à l'échelle commerciale serait certainement dispendieux. Considérant que les producteurs ont très peu d'outils à leur disposition pour lutter contre le tarsonème une fois qu'il est présent au champ, nous estimons que la désinfection des transplants avant la plantation serait une approche à privilégier pour prévenir les infestations dans les fraisières du Québec. Notre projet a permis de démontrer que le traitement CATT serait intéressant à appliquer sur des plants de fraises utilisés pour la propagation. Il serait toutefois avisé de poursuivre les recherches avant de recommander l'utilisation généralisée de cette méthode.

PERSONNE-RESSOURCE POUR INFORMATION

Valérie Fournier, professeure titulaire, Département de phytologie, Université Laval
Valerie.fournier@fsaa.ulaval.ca / 418-656-2131 poste 4629

REMERCIEMENTS AUX PARTENAIRES FINANCIERS

Ce projet a été réalisé dans le cadre du sous-volet 3.1 du programme Prime-Vert – Appui au développement expérimental, à l'adaptation technologique et au transfert technologique des connaissances en agroenvironnement avec une aide financière du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation. Nous tenons à remercier la Ferme horticole Gagnon ainsi que la Ferme Onésime Pouliot pour les plants de fraisiers, l'espace au champ et le temps investi dans le projet. Nous remercions leurs équipes de R&D respectives (Valérie Bernier, Marine Marel, Marianne Lamontagne-Drolet et Stéphanie Patenaude). Nous sommes également très reconnaissants de l'aide reçue de nos collaborateurs : Nicholas Lefebvre (Université Laval) sans qui la construction du caisson aurait été impossible, Yves Bédard et

Jocelyn Marceau pour les conseils pour démarrer le projet, Gaétan Daigle (Université Laval) pour l'assistance statistique; et Guillaume Blais, Saïda Rojas-Charette, Gabriel Chabot et Steven L'Heureux-Lepage pour l'aide sur le terrain et en laboratoire.

ANNEXE(S)

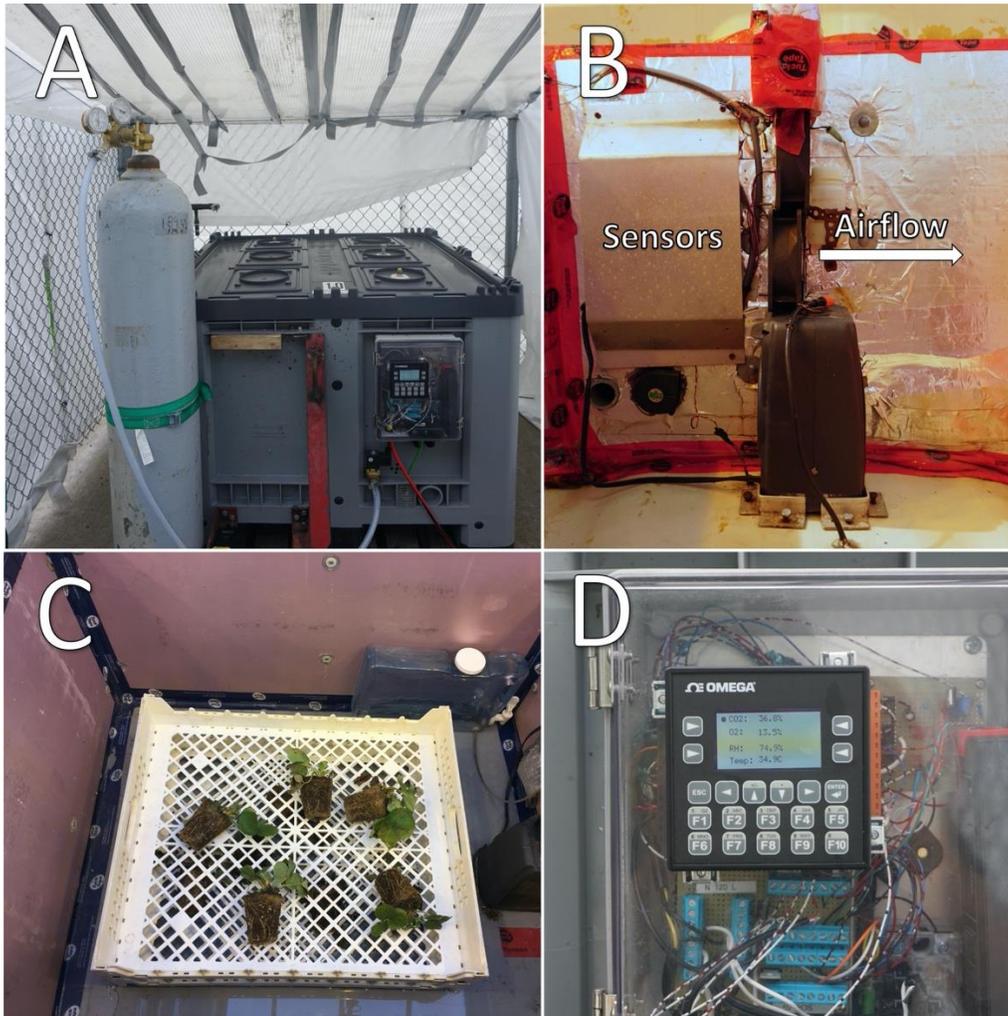


Figure 4. **A**, Vue extérieure d'un caisson expérimental CATT en fonctionnement. La rallonge électrique rouge est connectée à une alimentation standard de 12V. **B**, Vue intérieure d'un caisson CATT avec les capteurs de CO₂ et d'O₂ protégés derrière la plaque d'acier. **C**, Les plateaux empilables déposés à l'intérieur d'un caisson avec des trayplants de fraises. **D**, Une vue rapprochée du contrôleur et des circuits électroniques. Le suivi en temps réel des paramètres à l'intérieur du caisson était possible grâce à l'écran du contrôleur.

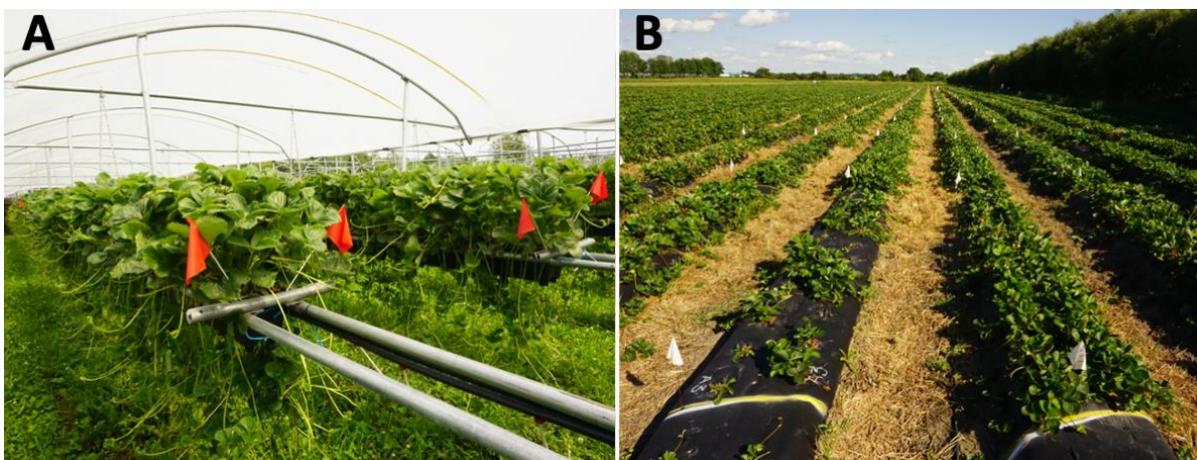


Figure 5. **A**, Le système de production hors-sol sous grands tunnels utilisés pour les essais avec les plants-mères à l'Île d'Orléans (13 juillet) et **B**, les parcelles expérimentales de fraisières à jours neutres cultivées sur paillis de plastique noir à Trois-Rivières (28 juillet). Photos prises par Virginie Bernier.

Tableau 3. Taux de mortalité des plants-mères à l'Île d'Orléans et qualité de leurs plants-filles

Cultivar	Traitement en pré-plantation	Taux de mortalité des plants-mères (%)	Qualité des plants-filles		
			Périmètre du collet (cm)	Nombre de feuilles	Nombre de couronnes
Albion	CATT	0,57 (± 0,56)	4,9 (± 0,2)	8,1 (± 0,3)	1,7 (± 0,1)
	témoin	0,94 (± 0,64)	5,1 (± 0,2)	8,1 (± 0,3)	1,7 (± 0,1)
Yambu	CATT	3,60 (± 0,52) b	3,2 (± 0,1)	3,4 (± 0,1)	Pas mesuré
	témoin	0,52 (± 0,52) a	3,1 (± 0,1)	3,5 (± 0,1)	