

**ÉVALUATION DE BARRIÈRES PHYSIQUES POUR LE CONTRÔLE DE LA PUNAISE TERNE DANS LA
FRAISE D'ÉTÉ EN RANGS NATTÉS**

CETA-1-17-1873

DURÉE DU PROJET : 04-2018 – 02-2020

RAPPORT FINAL

Réalisé par :
Xavier Villeneuve-Desjardins, agr., CETAB+

Avec la collaboration de :
François Gendreau-Martineau, agr., CETAB+
Stéphanie Tellier, agr. M.Sc., MAPAQ
Dominique Choquette, agr., MAPAQ

16 novembre 2020

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

ÉVALUATION DE BARRIÈRES PHYSIQUES POUR LE CONTRÔLE DE LA PUNAISE TERNE DANS LA FRAISE D'ÉTÉ EN RANGS NATTÉS

CETA-1-17-1873

RÉSUMÉ DU PROJET

La punaise terne (*Lygus lineolaris*) est un ravageur important dans la culture de la fraise en rangs nattés au Québec. Les dommages causés par ce ravageur entraînent la déformation des fruits et les rendent invendables tout en augmentant les coûts de récolte due au tri plus important. En production conventionnelle, l'application répétée d'insecticides utilisés contre la punaise terne a des impacts négatifs sur la santé humaine et l'environnement. En régie biologique, aucun bioinsecticide homologué ne permet de contrôler la punaise terne et il n'y a actuellement pas de technique de lutte biologique qui a prouvé une réelle efficacité en champ. La difficulté à contrôler cet insecte est un frein majeur au développement des fraisières biologiques au Québec.

Le projet a pour but d'évaluer les impacts et la faisabilité économique d'un système de barrières physiques contre la punaise terne. Un filet anti-insecte (ProtekNet 60 g) et une bâche flottante (Novagryl P-19) installés sur arceaux mini-tunnel du dépaillage des rangs jusqu'au début de la récolte sont comparés avec un témoin sans insecticide. Lors des deux années du projet, malgré de faibles pressions de punaise terne, le filet a réduit significativement les dommages de ce ravageur par rapport au témoin. La même tendance a été observée pour la bâche flottante, mais avec une réduction significative des dommages seulement lors de la première année du projet. La baisse d'efficacité de la bâche serait due à sa sensibilité aux perforations et au flottement.

Le changement de l'environnement bioclimatique sous bâche a favorisé l'incidence de la moisissure grise (*Botrytis cinerea*) et la diminution du poids moyen des fruits sains (sans dommage) par rapport au témoin. Il n'a pas été possible d'observer une tendance claire de l'incidence de la moisissure grise sous le filet, mais cette maladie a été globalement moins importante comparativement au traitement sous bâche. Il n'y a pas eu de différence entre le filet et le témoin quant au poids moyen des fruits sains. Des problèmes de surpollinisation par les bourdons ont eu lieu tout au long du projet sous les barrières physiques et particulièrement sous bâche. Cette problématique est reliée aux petites superficies des parcelles expérimentales et ne devrait pas être problématique en contexte de production sur de grandes superficies.

Le cumul des difficultés rencontrées avec l'utilisation de la bâche flottante a mené à une diminution des fruits sains et du rendement commercialisable par rapport au témoin. Le système de protection avec bâche ne s'avère pas intéressant d'un point de vue technico-économique. L'utilisation d'un filet comme barrière physique est prometteuse puisque cette technique n'a pas eu d'impact sur le nombre de fruits sains et a permis une hausse de rendement par rapport au témoin. Considérant la pression faible de punaise terne dans les témoins, la hausse de rendement obtenu sous filet n'a pas permis de combler les coûts de la technique. Néanmoins, les subventions disponibles actuellement pour l'achat de filets dans le cadre du programme Prime-Vert permettent de rentabiliser son utilisation. Sans subventions, un meilleur contrôle de la pollinisation et la réduction des coûts (arceaux et sacs, main d'œuvre) sont des paramètres qui nécessitent une étude plus approfondie, car il pourrait permettre de rentabiliser la technique en situation de faible pression de punaise terne.

OBJECTIFS ET APERÇU DE LA MÉTHODOLOGIE

L'objectif principal du projet est d'évaluer les impacts et la faisabilité économique d'un système de protection avec des barrières physiques contre la punaise terne dans la fraise biologique et conventionnelle en rangs nattés. L'efficacité à réduire les dommages de punaise terne d'une bâche flottante Novagryl P-19 (B) et d'un filet anti-insectes ProtekNet 60 gr. (F) est comparé à un témoin sans insecticides (T). Les effets de ces barrières physiques sur l'environnement bioclimatique de la culture, la pollinisation et l'incidence de la moisissure grise et autres agents pathogènes ou ravageurs sont aussi étudiés.

Le projet a eu lieu en 2018 et 2019 sur 3 sites dans trois régions administratives différentes. Le dispositif expérimental était composé des 3 traitements (B, F, T) avec 3 répétitions réparties de façon aléatoire pour un total de 9 parcelles expérimentales de 10 m de long par 4 rangs de large par site ($\approx 60 \text{ m}^2$). Chaque année, le dispositif expérimental a d'abord été installé sur une variété hâtive (Annapolis) à la Ferme Jean-Pierre Plante (JPP) en Capitale-Nationale et par la suite sur une variété mi-saison (Jewel) à La Ricardière (RIC) au Centre-du-Québec et à la Ferme Sanders (SAN) en Estrie. La bâche et le filet ont été installés au dépaillage des rangs et retirés au début de la récolte. Ils étaient posés sur des arceaux mini-tunnel et maintenus au sol avec des sacs de sable. Des ruches de bourdon ont été introduites sous les bâches et filets en début de floraison et retirées en fin de floraison. Un suivi hebdomadaire des ruches a été effectué avec l'apport de pollen supplémentaire. En 2019, la fermeture des ruches 3 jours par semaine a été ajoutée au protocole. L'installation d'une sonde de température et d'humidité relative dans une répétition de chaque traitement et un dépistage lors de l'introduction des ruches a permis de faire un suivi de l'environnement bioclimatique et des autres ravageurs et maladies. La récolte des fruits mûrs a été réalisée 3 fois par semaine dans deux parcelles de récolte par répétition pour un total de 18 parcelles de récoltes par site. Les fruits commercialisable et non commercialisable ont été séparés puis catégorisés selon les types de dommages. Pour chaque catégorie, le nombre, le poids total et le poids moyen des fruits ont été notés. Les données technico-économiques ont été collectées tout au long des opérations culturales.

Les analyses statistiques ont été effectuées avec le logiciel R et un seuil de significativité de 5%. Des analyses groupées (3 sites) et par site ont été réalisées. Les données cumulatives de l'ensemble des dépistages ont été utilisées pour l'analyse de la proportion de fraises avec des dégâts (% du nombre de fruits) et le rendement commercialisable (somme des fruits et du poids). Des modèles linéaires généralisés et basés sur la loi quasibinomiale et des modèles de régression linéaire ont été utilisés selon le cas. Une ANOVA à deux facteurs (traitements et sites) suivi d'un test de Tukey ont été effectués à l'exception de la moisissure grise qui a été analysée par site seulement à l'aide d'une ANOVA à un facteur (traitement) pour tenir compte de la différence de gestion phytosanitaire et variétale. Le poids moyen des fruits sains a été analysé à chaque date de récolte à l'aide d'un modèle de régression linéaire suivi d'un test de Kruskal-Wallis et d'un test de Dunn. Il a aussi été analysé par site pour tenir compte de la différence de régie et de la différence variétale.

RÉSULTATS SIGNIFICATIFS OBTENUS

Température et humidité relative

L'environnement bioclimatique a été modifié par l'utilisation de barrières physiques, particulièrement pour la bâche flottante. Le cumul des données climatiques des deux années du projet montre une augmentation de la température moyenne et de l'humidité relative de

l'air de 1,9 °C et 4,0 % sous bâche et de 0,7 °C et 2,0 % sous filet par rapport au témoin. Les moyennes par année sont présentées aux **figures 1 à 4 en annexe 2**. Sous bâche, la différence de températures a été particulièrement importante au niveau des températures maximales ce qui a parfois fait plonger l'humidité relative à des niveaux très bas. Ces variations ont eu pour effet de générer des stress climatiques aux fraisiers (transpiration accrue, augmentation du besoin en eau). Le filet s'avère plus résilient d'un point de vue climatique et est à ce niveau la meilleure option de barrière physique.

Tableau 1 : moyennes des températures et des humidités relatives des 3 sites regroupés

Année	Traitement	T. moy. (°C)	T. min. (°C)	T. max. (°C)	HR moy. (%)	HR min. (%)	HR max. (%)
2018	Témoin	15,0	-6,7	35,3	67,9	16,9	100,0
	Bâche	16,8	-4,8	41,8	71,1	11,9	100,0
	Filet	15,5	-7,5	39,5	70,7	13,6	100,0
2019	Témoin	13,4	-7,6	35,0	76,8	22,9	100,0
	Bâche	15,6	-5,7	42,3	79,8	13,8	100,0
	Filet	14,2	-7,1	37,6	78,2	18,5	100,0

Punaise terne

La proportion de fruits affectés par la punaise terne (*Lygus lineolaris*) a varié entre les traitements lors des deux années du projet. En 2018, l'analyse des trois sites regroupés montre une différence significative entre les traitements ($F=22.3$, $p<0.01$) et entre les sites ($F=10.5$, $p<0.01$). On observe une réduction significative des dommages de ce ravageur sous le filet et la bâche comparativement au témoin. Les mêmes constats peuvent être faits pour l'analyse à la Ferme Jean-Pierre Plante et à la Ferme Sanders.

En 2019, une différence significative a aussi été observée entre les traitements ($F=10.6$, $p<0.01$) et entre les sites ($F=33.2$, $p<0.01$). Cependant, l'analyse groupée et l'analyse à la Ferme Jean-Pierre Plante montrent que cette fois seul le filet a permis de réduire significativement les dommages de punaise terne par rapport au témoin. L'analyse à la Ferme Sanders montre quant à elle une réduction significative des dommages sous filet et bâche par rapport au témoin tel qu'en 2018.

Tableau 2 : proportion du nombre de fruits endommagés par la punaise terne

Année	Traitement	Fruits totaux punaise terne		Fruits déclassés punaise terne (dégâts sévères)	
		%	Erreur type	%	Erreur type
2018	Témoin	7,15 a*	± 0,95	3,30 a	± 1,02
	Bâche	2,52 b	± 0,46	1,02 b	± 0,58
	Filet	3,39 b	± 0,42	1,54 b	± 0,71
2019	Témoin	6,31 a	± 1,59	2,23 a	± 0,84
	Bâche	2,78 ab	± 0,56	1,36 ab	± 0,66
	Filet	1,72 b	± 0,50	0,54 b	± 0,42

* Les moyennes suivies d'une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 %

Lors des deux années du projet, la différence significative observée entre les sites a été causée par des pressions de punaise terne plus faible à La Ricardière comparativement aux 2 autres sites, notamment dans le témoin en 2018 et 2019 et sous bâche en 2019. Au niveau de la sévérité des dégâts, la proportion de dégâts sévères (fruits déclassés) était toujours plus faible que la proportion de dégâts faibles (fruits non déclassés, mais réduction du calibre). Cette proportion a varié de 31% à 49% du total de fruits affectés par la punaise terne selon les traitements et les années de l'étude. Les résultats sont aussi présentés aux **figures 5 à 8 en annexe 2**.

Ces observations démontrent que la punaise terne hiverne majoritairement à l'extérieur des champs avant de migrer vers les fraisiers après la reprise végétative. Une installation hâtive des barrières physiques semble essentielle pour éviter d'emprisonner ce ravageur à l'intérieur des zones d'exclusion. Une bonne gestion de « l'étanchéité » des barrières physiques est aussi primordiale et s'avère plus difficile pour la bâche à cause du flottement et de sa sensibilité aux perforations (frottements avec sacs de sable et arceaux mini-tunnel).

Pollinisation en zone d'exclusion

Malgré l'anticipation du potentiel de surpollinisation que représentait l'utilisation de ruches de bourdons dans de petites parcelles expérimentales et les ajustements effectués, des problèmes de surpollinisation n'ont pas pu être évités en zone d'exclusion. Dans les témoins, la mauvaise pollinisation est plutôt reliée à la sous-pollinisation et au gel. Une différence significative a été observée entre les traitements (2018 : $F=21.3$ et $p<0.01$, 2019 : $F=27.8$ et $p<0.01$) et les sites (2018 : $F=69.9$ et $p<0.01$, 2019 : $F=27.6$ et $p<0.01$) lors des deux années du projet.

En 2018, l'analyse des 3 sites regroupée montre une augmentation significative du nombre de fruits affectés par la mauvaise pollinisation sous bâche ($12.6 \pm 2.0\%$) par rapport au filet ($7.0 \pm 1.0\%$) et une tendance similaire, mais non significative, entre la bâche et le témoin ($8.4 \pm 1.1\%$). La différence entre les sites a été causée principalement à la Ferme Jean-Pierre Plante où les 4 premiers dépistages n'ont pas pu être comptabilisés considérant une mauvaise distinction entre les dégâts de punaise terne et de mauvaise pollinisation (**images 14 à 17 en annexe 1**).

En 2019, l'analyse groupée montre une différence significative entre les trois traitements avec $22.5 \pm 2.8\%$ de fruits mal pollinisés sous bâche, $15.3 \pm 2.5\%$ sous filet et $8.15 \pm 1.7\%$ dans le témoin. La Ferme Jean-Pierre Plante s'est encore une fois distinguée des autres fermes puisque des problèmes de gel semblent avoir grandement affecté la qualité des fleurs dans le témoin. Les différences entre les sites et entre les années peuvent aussi s'expliquer par des variations dans les quantités de pollen ajoutées, les fréquences d'applications de pollen et les séquences de fermeture et d'ouverture des ruches.

Tout au long du projet, les parcelles avec bâche ont été un milieu particulièrement excitant pour les bourdons ce qui s'est traduit par une plus grande surpollinisation dans ce traitement. L'augmentation des stress climatiques sous bâche pourrait être en cause. Les résultats sont présentés aux **figures 9 à 12 en annexe 2**.

Moisissure grise et autres maladies et ravageurs

La moisissure grise (*Botrytis cinerea*) sur fruit a été analysée par site seulement puisqu'il y avait des différences au niveau de la gestion phytosanitaire et du facteur éolien. Des biofongicides ont été utilisés à la Ferme Jean-Pierre Plante, du thé de compost à La Ricardière alors qu'aucune intervention n'a été faite à la Ferme Sanders. Il y a eu une

différence significative entre les traitements pour tous les sites lors des deux années du projet à l'exception de la ferme Sanders en 2019 où la pression de moisissure grise était trop faible. Pour la bâche, sur les 6 dispositifs expérimentaux mis en place dans le cadre du projet (3 sites X 2 ans), 5 fois l'incidence de la moisissure grise y a été significativement plus élevée par rapport au témoin et 2 fois par rapport au filet. Pour le filet, il n'a pas été possible d'observer une tendance claire alors que la maladie a été significativement plus élevée par rapport au témoin seulement la moitié du temps (3 fois sur 6) et jamais au-dessus du niveau observé sous bâche. L'augmentation de l'humidité relative et du temps d'assèchement, particulièrement sous bâche, seraient les causes principales des hausses de moisissure grise observées sous les barrières physiques. La plus haute pression de la maladie a été observée sous bâche à La Ricardière en 2019 avec 6.9 ± 1.5 %. Les résultats sont présentés aux **figures 13 et 14 en annexe 2**.

Lors des 2 années du projet, l'augmentation de la population d'autres ravageurs n'a pas été observée sous filet et bâche comparativement au témoin. Pour les autres maladies, il semble y avoir eu une augmentation de la tâche commune sous bâche sur certains sites (La Ricardière) et serait causée par la hausse de l'humidité relative, du temps d'assèchement et des températures dans ce traitement. Par contre, aucune collecte de données spécifiques aux autres ravageurs et maladies n'a été effectuée dans le cadre du projet.

Fruits sains et commercialisables

Lors des deux années du projet, on observe une tendance générale de diminution du nombre de fruits sains (aucun dommage) sous bâche par rapport au témoin et au filet. Par contre, cette tendance n'est significative qu'en 2018 pour l'analyse groupée et pour l'analyse à La Ricardière (3 sites : T= $53.9 \pm 2.4\%$, B= $46.4 \pm 2.2\%$, F= $55.2 \pm 2.6\%$; RIC : T= $61.8 \pm 2.2\%$, B= $47.9 \pm 5.1\%$, F= $64.6 \pm 2.6\%$). En 2019, bien que la même tendance soit présente, la seule différence significative observée est la diminution du pourcentage de fruits sains sous bâche par rapport au filet à la ferme Jean-Pierre Plante (T= $59.0 \pm 3.1\%$; B= $50.0 \pm 3.8\%$; F= $63.8 \pm 4.4\%$). Cette réduction de fruits sans dommages sous bâche peut s'expliquer par le cumul de la hausse de moisissure grise et de mauvaise pollinisation qui représente des pertes plus élevées que le gain obtenu par la réduction des dommages de punaise terne. Les résultats sont présentés aux **figures 15 à 16 en annexe 2**.

Une autre tendance est observée avec les fruits sains sous bâche puisqu'il y a une diminution de leur poids moyen par rapport au témoin. Cependant, cette tendance n'est significative qu'à La Ricardière lors des deux années du projet (2018 : T= 10.7 ± 0.7 g, B= 7.6 ± 0.4 g, F= 9.3 ± 0.5 g ; 2019 : T= 11.9 ± 0.9 g, B= 8.7 ± 0.8 g, F= 11.0 ± 0.9 g). Le traitement filet n'a quant à lui pas eu d'impact sur le poids moyen des fruits sains comparativement au témoin. Les causes potentielles de la diminution du poids moyen sous bâche sont l'augmentation des températures (stress climatique) combinée à la réduction de l'eau reçue par les fraisières (stress hydrique) due au ruissellement sur la bâche d'une partie de l'eau de pluie. Les résultats sont présentés aux **figures 17 à 18 en annexe 2**.

Au niveau des fruits commercialisables (regroupement des fruits sains et des fruits endommagés faiblement par la punaise terne et/ou la mauvaise pollinisation), le nombre et le poids ont été analysés par année, mais aucune différence significative n'a été observée entre les traitements. Par contre, le rendement moyen pour les deux années est plus élevé de 584 kg/ha sous filet et plus faible de 169 kg/ha sous bâche comparativement au témoin (T= 14.62 t/ha, B= 14.46 t/ha, F= 15.21 t/ha).

Analyse technico-économique

Le volet économique a permis de comparer la rentabilité des différents traitements à l'aide de budgets partiels et d'analyses de sensibilité, mais il faut préciser qu'il est basé sur les essais expérimentaux et non sur des résultats à l'échelle d'une entreprise. Le **tableau 3 en annexe 3** compile les revenus et coûts du filet et de la bâche sous forme de différentiel par rapport au témoin. L'analyse est basée sur les résultats moyens des trois sites en 2018 et 2019 et considère le prix des trois canaux de commercialisation utilisés sur ces entreprises pour la vente de fraises biologiques, soit 5.54\$/kg pour l'autocueillette, 9.60\$/kg pour la vente directe et 7.43\$/kg pour la vente en circuit long ce qui revient à un prix moyen de 7.52\$/kg (non pondéré).

La hausse de rendement de 584kg/ha obtenu avec le filet par rapport au témoin représente un revenu en plus de 3235\$/ha pour l'autocueillette, 5599\$/ha pour la vente directe ou 4335\$/ha pour le circuit long. Avec la bâche, la diminution du rendement de 169kg/ha par rapport au témoin représente des baisses de revenus de 936\$/kg, 1629\$/kg ou 1254\$/kg pour les mêmes canaux. Les coûts annuels des deux pratiques sont de 5743\$/ha pour le filet et 5100\$/ha pour la bâche, la principale différence étant la durée de vie des matériaux et leur coût d'achat. La bâche a une durée de vie d'un an, alors que celle du filet est de 5 ans. Il faut aussi souligner que l'installation de la bâche nécessite plus de main-d'œuvre et de sacs de sable. Les filets anti-insecte sont actuellement éligibles pour une subvention du programme Prime-Vert du MAPAQ couvrant de 70% (régie conventionnelle) à 90% (régie biologique ou relève agricole) des coûts d'achat pour un maximum de 20 000\$. Le coût d'achat du filet revient alors à 2877\$/ha (70%) et 2058\$/ha (90%). Les coûts de la technique avec bâche ou filet sont supérieurs aux gains de revenus pour les deux systèmes pour tous les prix de vente. Par contre, le système filet devient rentable si la subvention du MAPAQ est utilisée, en augmentant le prix de vente à 9,84\$/kg ou avec une augmentation du gain en rendement de 1.04t/ha pour l'autocueillette, de 0.6t/ha pour la vente directe et de 0.77t/ha pour la vente en circuit long. L'observation des résultats du système filet par ferme dans le cadre du projet permet de constater que ces gains de rendements seraient réalisables avec une augmentation de la pression de punaise terne sur les sites.

L'analyse de sensibilité permet d'évaluer le potentiel des pratiques à l'essai en fonction de la variabilité rencontrée en entreprise, notamment le prix de vente, le rendement et le coût des systèmes de protection. Les détails de cette analyse sont présentés dans les **tableaux 4 à 7 en annexe 3**. Ils permettent notamment de tenir compte des variabilités associées aux systèmes de production, variétés, régions ou stratégies de mise en marché.

Les analyses comparatives ont été réalisées en se basant sur les pratiques actuelles des entreprises participantes. Les données collectées ne permettent donc pas une comparaison directe des méthodes testées avec les approches de productions conventionnelles. Une estimation des coûts moyens des intrants et opérations habituellement utilisés au Québec pour le contrôle de la punaise terne a toutefois été réalisée pour les besoins du projet. À la suite de consultations auprès de producteurs et de conseillers, l'insecticide Beleaf a été retenu à raison de 2 applications par an. Le coût annuel de l'approche conventionnelle est évalué à 1641\$/ha. Les composantes du coût associée à cette approche sont présenté au **tableau 8 en annexe 3**. La stratégie conventionnelle reste la moins coûteuse bien que le système de filets avec la subvention Prime-vert s'en approche.

Ce projet demeure une première étape dans le développement d'une nouvelle stratégie en protection des cultures de fraises. Des étapes subséquentes pourront être envisagées afin d'améliorer la méthode, notamment sont adaptation à une échelle commerciale ainsi que l'augmentation de l'efficacité des opérations de pose et retrait des filets. Les références et les sources de données utilisées dans l'établissement des budgets comparatifs sont présentés **au tableau 9 en annexe 3**.

DIFFUSION DES RÉSULTATS

Un résumé des résultats du projet a été présenté le 29 janvier 2020 par Dominique Choquette dans le cadre des journées horticoles de l'Estrie. Dominique Choquette représentait l'équipe du MAPAQ ayant contribué au projet pour le site en Estrie. La principale conférence de diffusion des résultats a eu lieu le 18 février 2020 lors de la journée fraise et framboise biologique du Colloque bio pour tous! 2020 à Victoriaville. Le responsable du projet, Xavier Villeneuve-Desjardins, a présenté les résultats complets et répondu aux questions de l'auditoire. Un résumé des résultats a aussi été présenté le 24 février 2020 par Stéphanie Tellier dans le cadre des journées horticoles de Chaudière-Appalaches et de la Capitale-Nationale. Stéphanie Tellier représentait l'équipe du MAPAQ ayant contribué au projet pour le site dans la région de la Capitale-Nationale. Les résultats ont été présentés dans les trois régions administratives où le projet a eu lieu ce qui était visé dans le plan de diffusion initial. Le rapport final, la fiche synthèse et la conférence présentée au Colloque bio pour tous! 2020 seront diffusés sur le site web d'Agri-Réseau et celui du CETAB+. La diffusion du rapport final et des autres documents de vulgarisation sera assurée par l'infolettre et la page Facebook du CETAB+. Les résultats pourront être intégrés dans les cours de l'enseignement régulier et de la formation continue du Cégep de Victoriaville, notamment dans le cadre de la ferme-école fruitière.

APPLICATIONS POSSIBLES POUR L'INDUSTRIE

Le projet a permis de valider la capacité d'un filet anti-insecte et d'une bâche flottante à réduire les dommages de punaise terne dans la fraise d'été en rangs nattés lorsqu'installé du dépaillage des rangs jusqu'au début de la récolte. Il a aussi permis de constater que l'utilisation de la bâche flottante n'est pas optimale considérant sa sensibilité aux perforations et les autres incidences négatives reliées à son utilisation (maladies, poids moyen des fruits, manutention). Le système de protection avec filet a le plus grand potentiel de contrôle de la punaise terne et de rentabilité. Néanmoins, d'autres essais sur certains paramètres d'utilisation d'un filet anti-insecte sont nécessaires pour améliorer sa rentabilité et la qualité de la pollinisation en zone d'exclusion.

Bien que la gestion des maladies puisse s'avérer plus problématique avec l'utilisation d'un filet, l'avènement possible de l'entomovection comme méthode de lutte s'avère particulièrement adapté pour des modes de production en zone d'exclusion. L'utilisation des pollinisateurs pour amener un fongicide directement aux fleurs permet de maximiser son efficacité tout en limitant la quantité de produits utilisés. Le système PRESTOP 4B (for bee) utilisant un dispensateur à biofongicide à l'intérieur des ruches est présentement en démarche d'homologation auprès de Santé Canada pour la fraise en champ et en serre contre la moisissure grise.

L'utilisation d'un filet anti-insecte s'avère une méthode de lutte efficace contre la punaise terne et une alternative intéressante à l'utilisation répétée d'insecticides qui ont un impact sur la santé et l'environnement. En mode biologique, cette technique de lutte physique pourrait permettre d'accroître la rentabilité et la pérennisation des entreprises du secteur. Les constats de ce premier projet et des éventuelles suites ouvrent des perspectives intéressantes pour le développement de la production fraisière biologique au Québec et un meilleur approvisionnement de la demande du segment de marché de la fraise biologique.

POINT DE CONTACT POUR INFORMATION

Xavier Villeneuve-Desjardins, agr.

Chargé de projet et conseiller en horticulture maraîchère et petits fruits biologiques, CETAB+

Téléphone : 819-758-6401 poste 2364

Courriel : xavier.villeneuve@cetab.org

Adresse : 475 Notre-Dame Est, Victoriaville, QC, G6P 4B3

REMERCIEMENTS AUX PARTENAIRES FINANCIERS

Ce projet a été réalisé en vertu du volet 4 du programme Prime-Vert 2013-2018 et il a bénéficié d'une aide financière du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ) par l'entremise de la Stratégie phytosanitaire québécoise en agriculture 2011-2021.

ANNEXE 1 : IMAGES



Image 1 : installation des parcelles expérimentales – La Ricardière



Image 2 : parcelles expérimentales durant la floraison avec ruches de bourdons – La Ricardière



Image 3 : parcelles de récolte avec protecteurs – La Ricardière



@ Xavier Villeneuve-Desjardins – CETAB+

Image 4 : installation des parcelles expérimentales – Ferme Jean-Pierre Plante



@ Xavier Villeneuve-Desjardins – CETAB+

Image 5 : parcelles expérimentales durant la floraison avec ruches de bourdons – Ferme Jean-Pierre Plante



@ Xavier Villeneuve-Desjardins – CETAB+

Image 6 : parcelles de récolte avec protecteurs – Ferme Jean-Pierre Plante



@ Xavier Villeneuve-Desjardins – CETAB+

Image 7 : installation des parcelles expérimentales – Ferme Sanders



@ Xavier Villeneuve-Desjardins – CETAB+

Image 8 : parcelles expérimentales durant la floraison avec ruches de bourdons – Ferme Sanders

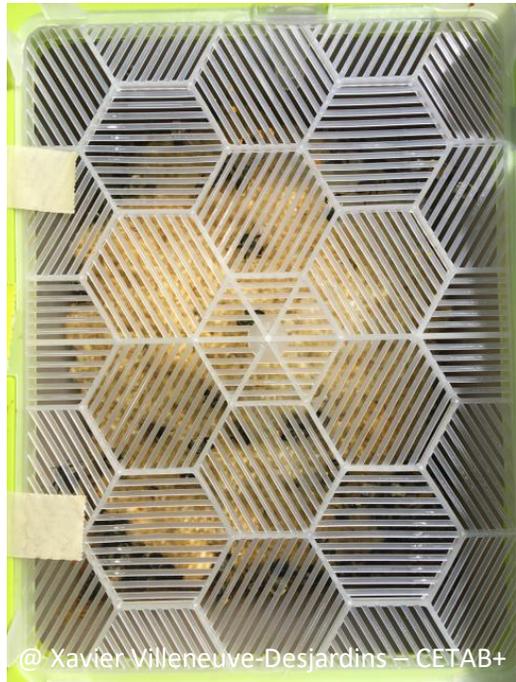


@ Xavier Villeneuve-Desjardins – CETAB+

Image 9 : parcelles de récolte avec protecteurs – Ferme Sanders



@ Xavier Villeneuve-Desjardins – CETAB+



@ Xavier Villeneuve-Desjardins – CETAB+

Images 10 et 11 : ruches de bourdons avec protecteurs et intérieur ruche



@ Xavier Villeneuve-Desjardins – CETAB+



@ Xavier Villeneuve-Desjardins – CETAB+

Images 12 et 13 : perforation bâche par frottement et flottement bâche



@ Xavier Villeneuve-Desjardins – CETAB



Images 14 et 15 : dommage faible et sévère de punaise terre



@ Xavier Villeneuve-Desjardins – CETAB+



@ Xavier Villeneuve-Desjardins – CETAB+

Images 16 et 17 : dommage faible et sévère de mauvaise pollinisation (surpollinisation)

ANNEXE 2 : FIGURES

F = filet, B = bâche T = témoin

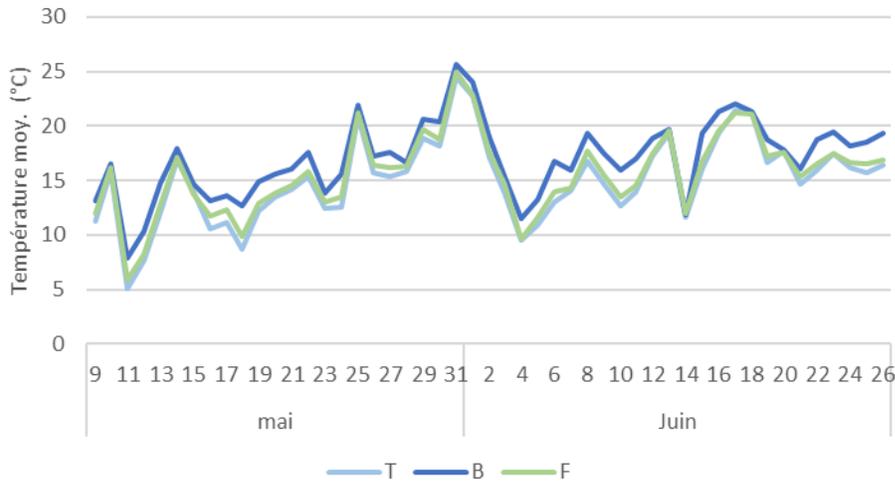


Figure 1 : température moyenne 2018 (°C)

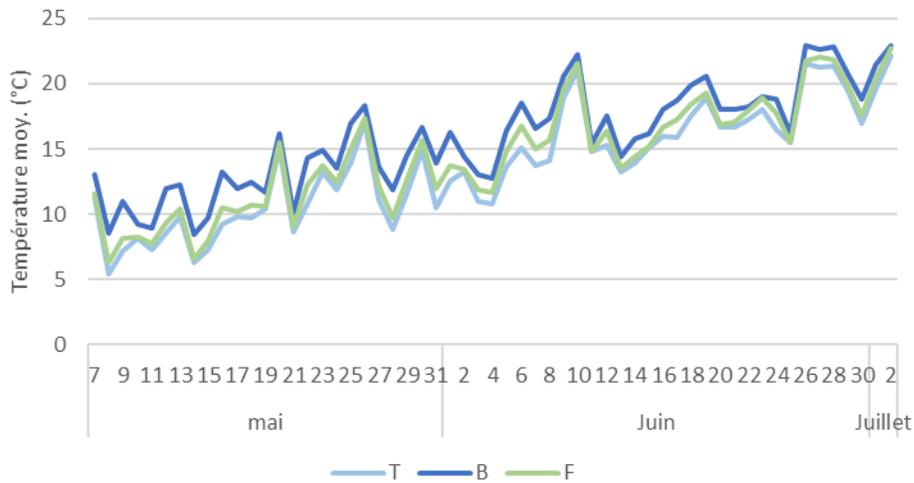


Figure 2 : température moyenne 2019 (°C)

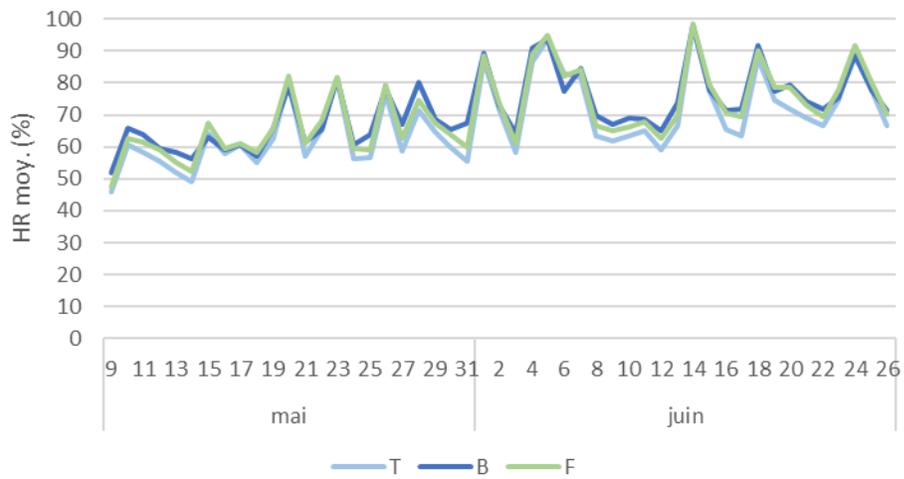


Figure 3 : humidité relativement moyenne 2018 (%)

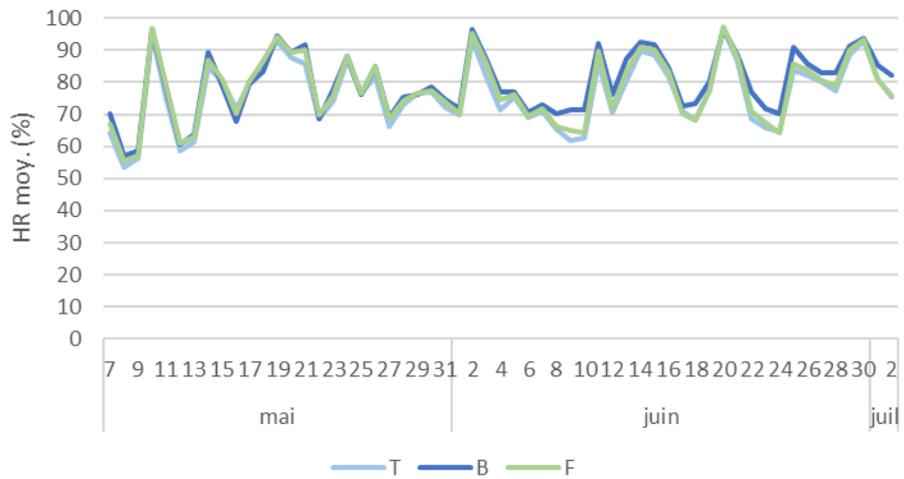
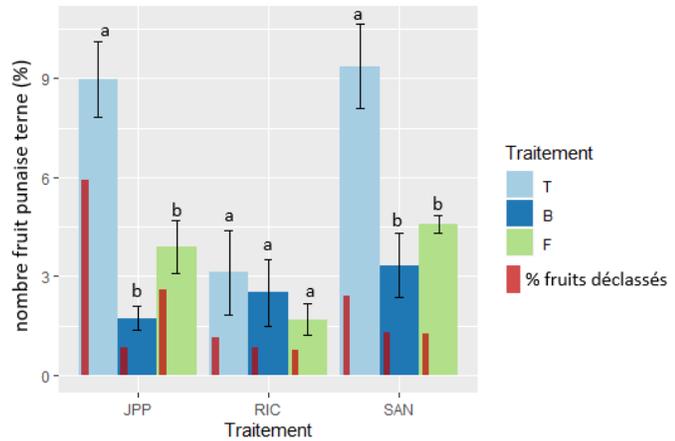
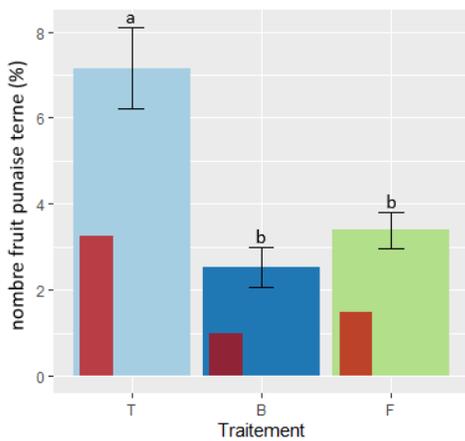
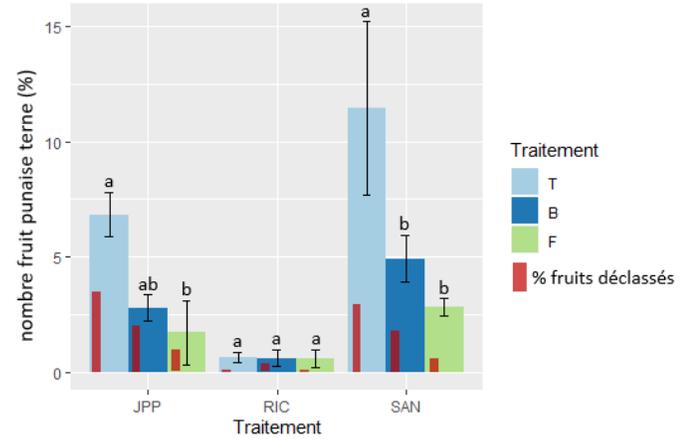
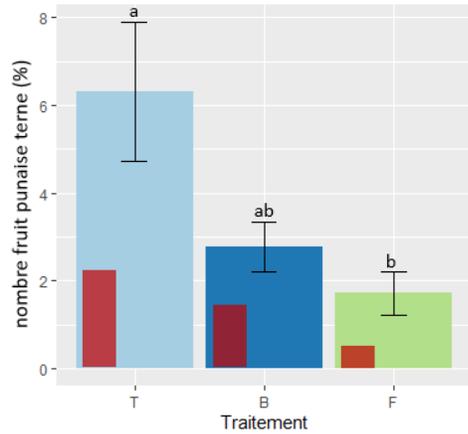


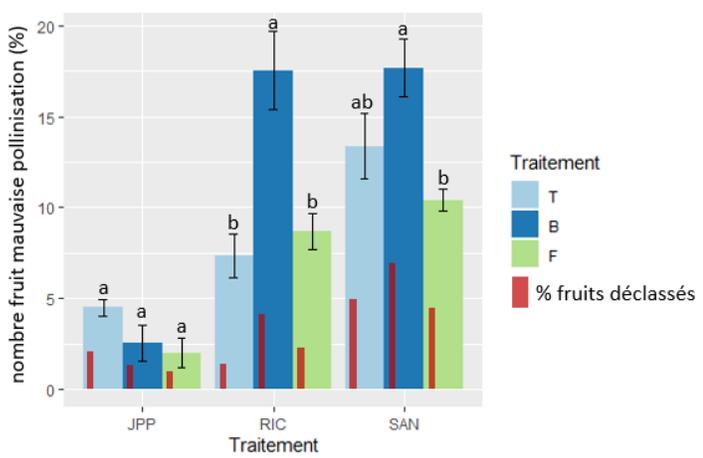
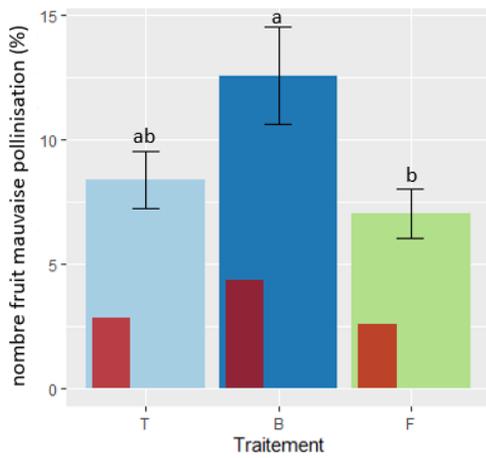
Figure 4 : humidité relativement moyenne 2019 (%)



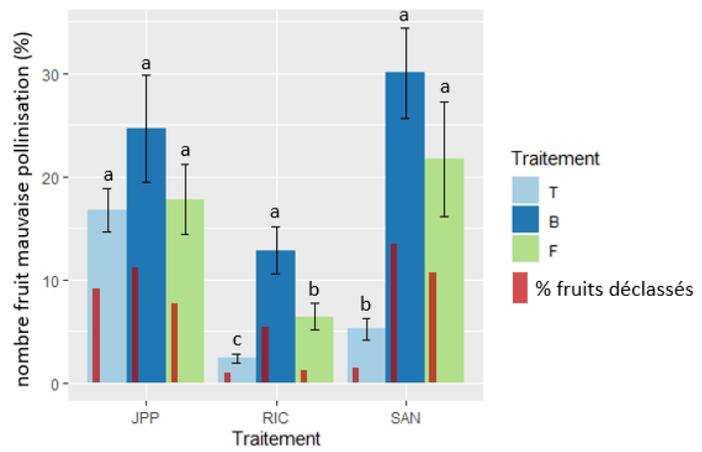
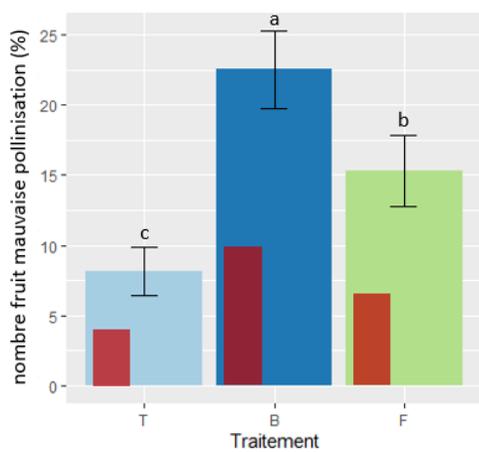
Figures 5 et 6 : % fruits affectés par la punaise terre en 2018 (analyse groupée et par site)



Figures 7 et 8 : % fruits affectés par la punaise terre en 2019 (analyse groupée et par site)



Figures 9 et 10 : % fruits affectés par la mauvaise pollinisation 2018 (analyse groupée et par site)



Figures 11 et 12 : % fruits affectés par la mauvaise pollinisation en 2019 (analyse groupée et par site)

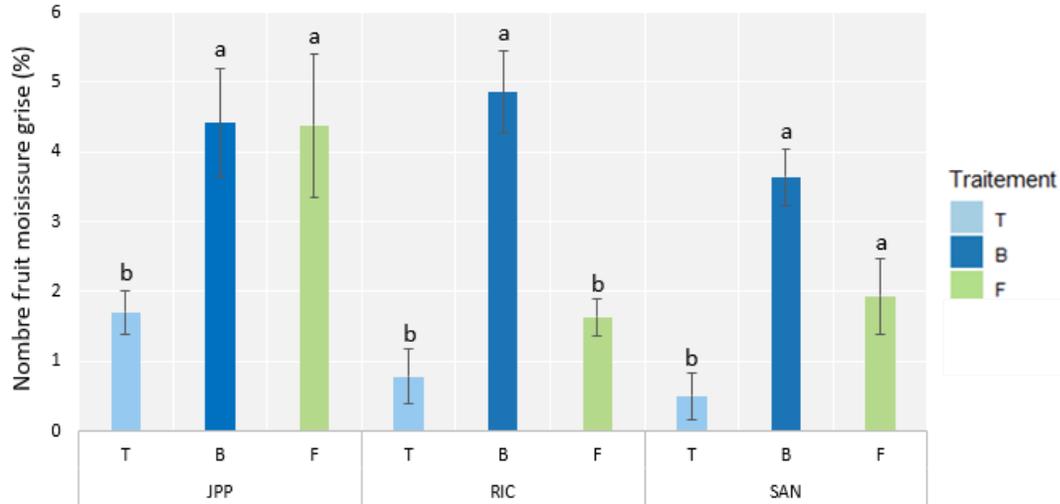


Figure 13 : % fruits affectés par la moisissure grise en 2018

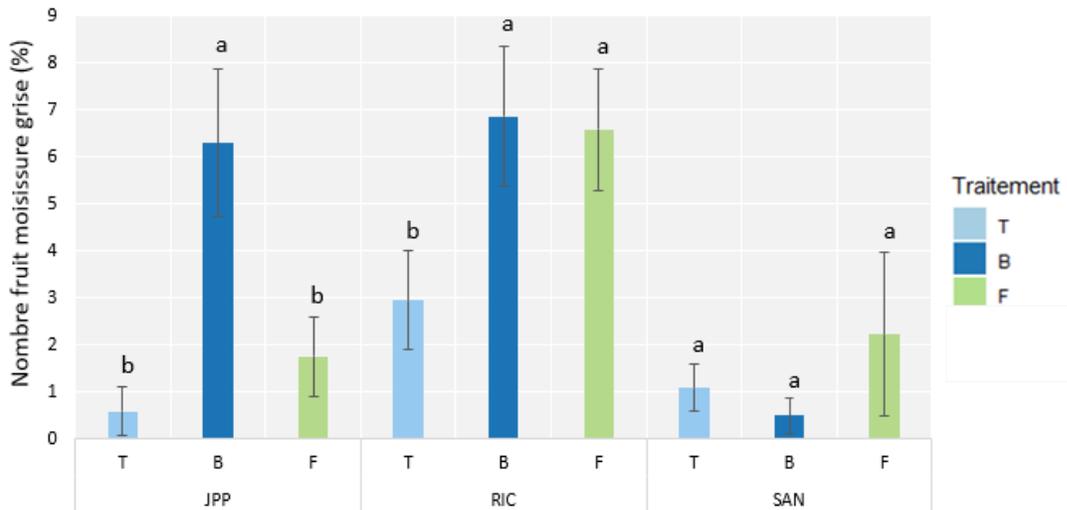
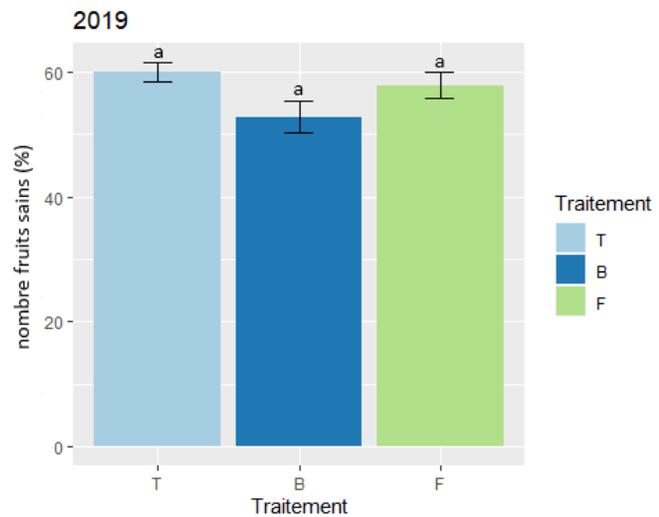
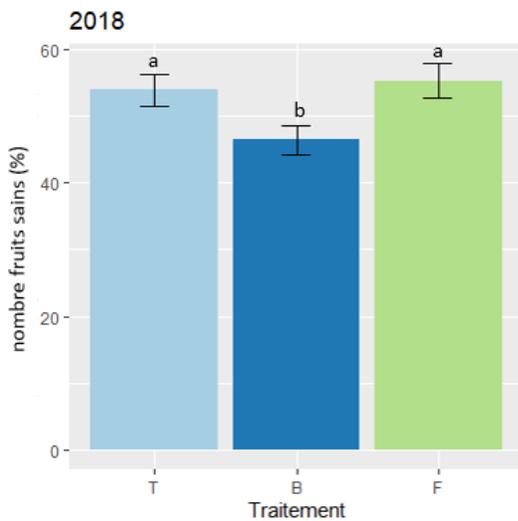


Figure 14 : % fruits affectés par la moisissure grise en 2019



Figures 15 et 16 : % fruits sains (aucuns dommages) en 2018 et 2019

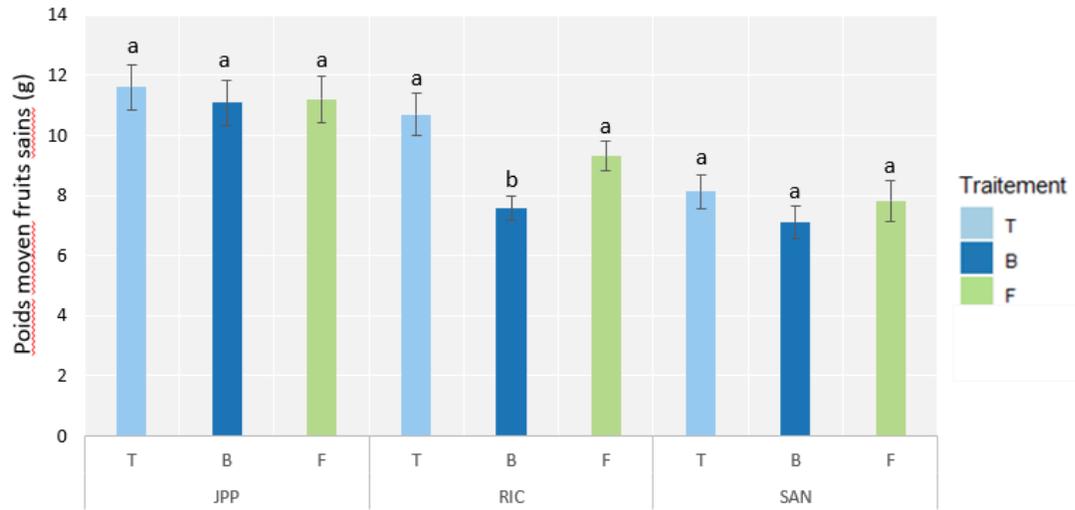


Figure 17 : poids moyen des fruits sains en 2018 (g)

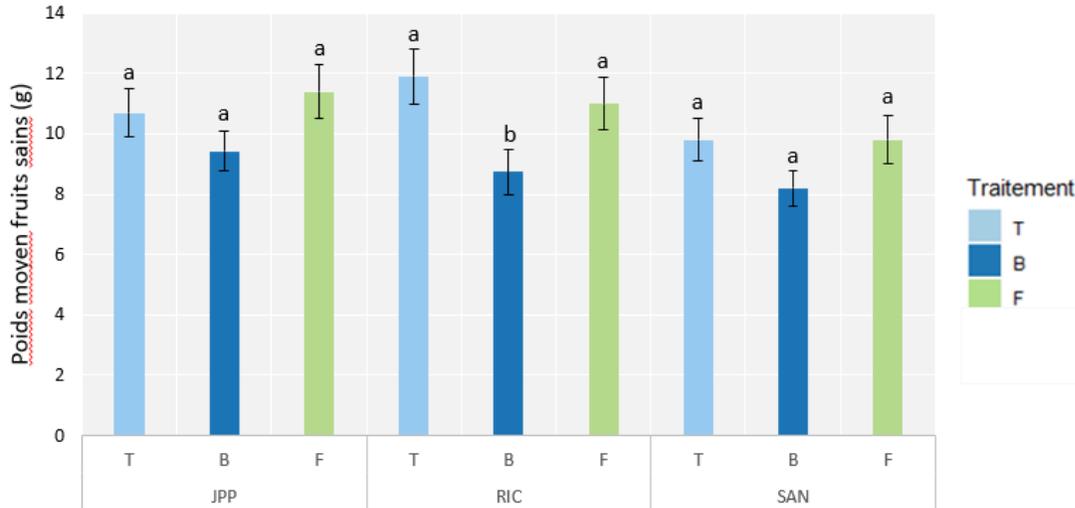


Figure 18 : poids moyen des fruits sains en 2019 (g)

ANNEXE 3 : TABLEAUX

Tableau 3 : synthèse des résultats technico-économiques

				Filet			Filet avec subvention Prime-Vert (90% coût du filet pour production biologique)			Bâche flottante		
		Unité	Prix unitaire	Quantité	Montant	%	Quantité	Montant	%	Quantité	Montant	%
Produits												
<u>Variation rendement réel</u>												
	Prix autocueillette	kg	5,54	583,55	3 235,15 \$		583,55	3 235,15 \$		-168,80	(935,83) \$	
	Prix vente directe	kg	9,60		5 599,38 \$			5 599,38 \$			(1 619,74) \$	
	Prix circuit long (gros)	kg	7,43		4 334,94 \$			4 334,94 \$			(1 253,98) \$	
	Prix moyen	kg	7,52		4 389,82 \$			4 389,82 \$			(1 269,85) \$	
<u>Coûts variables</u>												
<u>Approvisionnement</u>												
	Couverture flottante	ha	3315,00								3 315,00 \$	
	Ruche	ha	123,50		123,50 \$			123,50 \$			123,50 \$	
Total approvisionnement					123,50 \$	2%		123,50 \$	6%		3 438,50 \$	67%
<u>Opérations culturales</u>												
	pose et retrait arceau	h/ha	13,00	39,63	515,14 \$		39,63	515,14 \$		39,63	515,14 \$	
	pose et retrait-bâche	h/ha	13,00	17,06	221,73 \$		17,06	221,73 \$		21,32	277,16 \$	
	installation ruche	h/ha	13,00	3,00	39,00 \$		3,00	39,00 \$		3,00	39,00 \$	
Total opérations culturales					775,87 \$	14%		775,87 \$	38%		831,30 \$	16%
<u>Amortissement</u>												
	Filet (5 ans)	ha			4 095,00 \$			410,00 \$				
	Arceaux (10 ans)	ha			359,00 \$			359,00 \$			359,00 \$	
	Sacs de sable filet (7 ans)	ha			389,77 \$			389,77 \$				
	Sacs de sable bâches (7 ans)	ha									470,93 \$	
Total amortissement					4 843,77 \$	84%		1 158,77 \$	56%		829,93 \$	16%
Total coûts					5 743,14 \$			2 058,14 \$			5 099,73 \$	
<u>Marge rendement réel</u>												
	Prix autocueillette				(2 507,99) \$			1 177,01 \$			(6 035,56) \$	
	Prix vente directe				(143,76) \$			3 541,24 \$			(6 719,47) \$	
	Prix circuit long (gros)				(1 408,19) \$			2 276,81 \$			(6 353,70) \$	
	Prix moyen				(1 353,31) \$			2 331,69 \$			(6 369,58) \$	

Tableau 4 : sensibilité prix fraise et gain de rendement - filet

		Prix des fraises (\$/kg)									
		5	6	7	8	9	10	11			
Variation de rendement fraise (t/ha)	0,1	(5 243,1) \$	(5 143,1) \$	(5 043,1) \$	(4 943,1) \$	(4 843,1) \$	(4 743,1) \$	(4 643,1) \$			
	0,2	(4 743,1) \$	(4 543,1) \$	(4 343,1) \$	(4 143,1) \$	(3 943,1) \$	(3 743,1) \$	(3 543,1) \$			
	0,3	(4 243,1) \$	(3 943,1) \$	(3 643,1) \$	(3 343,1) \$	(3 043,1) \$	(2 743,1) \$	(2 443,1) \$			
	0,4	(3 743,1) \$	(3 343,1) \$	(2 943,1) \$	(2 543,1) \$	(2 143,1) \$	(1 743,1) \$	(1 343,1) \$			
	0,5	(3 243,1) \$	(2 743,1) \$	(2 243,1) \$	(1 743,1) \$	(1 243,1) \$	(743,1) \$	(243,1) \$			
	0,6	(2 743,1) \$	(2 143,1) \$	(1 543,1) \$	(943,1) \$	(343,1) \$	256,9 \$	856,9 \$			
	0,7	(2 243,1) \$	(1 543,1) \$	(843,1) \$	(143,1) \$	556,9 \$	1 256,9 \$	1 956,9 \$			
	0,8	(1 743,1) \$	(943,1) \$	(143,1) \$	656,9 \$	1 456,9 \$	2 256,9 \$	3 056,9 \$			
	0,9	(1 243,1) \$	(343,1) \$	556,9 \$	1 456,9 \$	2 356,9 \$	3 256,9 \$	4 156,9 \$			
	1	(743,1) \$	256,9 \$	1 256,9 \$	2 256,9 \$	3 256,9 \$	4 256,9 \$	5 256,9 \$			

Tableau 5 : sensibilité prix fraise et gain de rendement - bêche

Variation de rendement fraise (t/ha)	Prix des fraises (\$/kg)							
	5	6	7	8	9	10	11	
0,1	(4 599,7) \$	(4 499,7) \$	(4 399,7) \$	(4 299,7) \$	(4 199,7) \$	(4 099,7) \$	(3 999,7) \$	
0,2	(4 099,7) \$	(3 899,7) \$	(3 699,7) \$	(3 499,7) \$	(3 299,7) \$	(3 099,7) \$	(2 899,7) \$	
0,3	(3 599,7) \$	(3 299,7) \$	(2 999,7) \$	(2 699,7) \$	(2 399,7) \$	(2 099,7) \$	(1 799,7) \$	
0,4	(3 099,7) \$	(2 699,7) \$	(2 299,7) \$	(1 899,7) \$	(1 499,7) \$	(1 099,7) \$	(699,7) \$	
0,5	(2 599,7) \$	(2 099,7) \$	(1 599,7) \$	(1 099,7) \$	(599,7) \$	(99,7) \$	400,3 \$	
0,6	(2 099,7) \$	(1 499,7) \$	(899,7) \$	(299,7) \$	300,3 \$	900,3 \$	1 500,3 \$	
0,7	(1 599,7) \$	(899,7) \$	(199,7) \$	500,3 \$	1 200,3 \$	1 900,3 \$	2 600,3 \$	
0,8	(1 099,7) \$	(299,7) \$	500,3 \$	1 300,3 \$	2 100,3 \$	2 900,3 \$	3 700,3 \$	
0,9	(599,7) \$	300,3 \$	1 200,3 \$	2 100,3 \$	3 000,3 \$	3 900,3 \$	4 800,3 \$	
1	(99,7) \$	900,3 \$	1 900,3 \$	2 900,3 \$	3 900,3 \$	4 900,3 \$	5 900,3 \$	

Tableau 6 : sensibilité prix fraise et coûts de la technique - filet

Variation de coût associé à la technique (% du coût initial)	Prix des fraises (\$/kg)							
	5	6	7	8	9	10	11	
10%	2 343 \$	2 927 \$	3 511 \$	4 094 \$	4 678 \$	5 261 \$	5 845 \$	
20%	1 769 \$	2 353 \$	2 936 \$	3 520 \$	4 103 \$	4 687 \$	5 270 \$	
30%	1 195 \$	1 778 \$	2 362 \$	2 945 \$	3 529 \$	4 113 \$	4 696 \$	
40%	620 \$	1 204 \$	1 788 \$	2 371 \$	2 955 \$	3 538 \$	4 122 \$	
50%	46 \$	630 \$	1 213 \$	1 797 \$	2 380 \$	2 964 \$	3 547 \$	
60%	(528) \$	55 \$	639 \$	1 222 \$	1 806 \$	2 390 \$	2 973 \$	
70%	(1 102) \$	(519) \$	65 \$	648 \$	1 232 \$	1 815 \$	2 399 \$	
80%	(1 677) \$	(1 093) \$	(510) \$	74 \$	657 \$	1 241 \$	1 825 \$	
90%	(2 251) \$	(1 668) \$	(1 084) \$	(500) \$	83 \$	667 \$	1 250 \$	
100%	(2 825) \$	(2 242) \$	(1 658) \$	(1 075) \$	(491) \$	92 \$	676 \$	

Tableau 7 : sensibilité prix fraise et coûts de la technique - bêche

Variation de coût associé à la technique (% du coût initial)	Prix des fraises (\$/kg)							
	5	6	7	8	9	10	11	
10%	(1 354) \$	(1 523) \$	(1 692) \$	(1 860) \$	(2 029) \$	(2 198) \$	(2 367) \$	
20%	(1 864) \$	(2 033) \$	(2 202) \$	(2 370) \$	(2 539) \$	(2 708) \$	(2 877) \$	
30%	(2 374) \$	(2 543) \$	(2 712) \$	(2 880) \$	(3 049) \$	(3 218) \$	(3 387) \$	
40%	(2 884) \$	(3 053) \$	(3 222) \$	(3 390) \$	(3 559) \$	(3 728) \$	(3 897) \$	
50%	(3 394) \$	(3 563) \$	(3 731) \$	(3 900) \$	(4 069) \$	(4 238) \$	(4 407) \$	
60%	(3 904) \$	(4 073) \$	(4 241) \$	(4 410) \$	(4 579) \$	(4 748) \$	(4 917) \$	
70%	(4 414) \$	(4 583) \$	(4 751) \$	(4 920) \$	(5 089) \$	(5 258) \$	(5 427) \$	
80%	(4 924) \$	(5 093) \$	(5 261) \$	(5 430) \$	(5 599) \$	(5 768) \$	(5 937) \$	
90%	(5 434) \$	(5 603) \$	(5 771) \$	(5 940) \$	(6 109) \$	(6 278) \$	(6 447) \$	
100%	(5 944) \$	(6 113) \$	(6 281) \$	(6 450) \$	(6 619) \$	(6 788) \$	(6 957) \$	

Tableau 8 : composantes du coût associée à l'approche conventionnelle

Catégorie	Montant (\$/ha)
Approvisionnement (produit phytosanitaire)	202,26
Opération (application)	21,40
Amortissement (pulvérisateur)	1417,71
Total	1640,83

Tableau 9 : références des budgets comparatifs utilisés pour l'analyse technico-économique

Données utilisées	Références
Prix de vente	Données des entreprises impliquées au projet
Rendement	Données des entreprises impliquées au projet
Approvisionnement	Prix de marché
Investissement	Prix de marché et AGDEX 740/825 CRAAQ
Opérations culturales	AGDEX 740/825 CRAAQ et données du projet
Durée d'amortissement	AGDEX 740/825 CRAAQ et information technique de fournisseurs