

**ÉVALUATION D'UN SYSTÈME DE CULTURE HORS SOL EN PLEIN CHAMP POUR LUTTER CONTRE
LES MALADIES RACINAIRES ET DU COLLET DANS LA CULTURE DE FRAISE**

**NUMÉRO DU PROJET
CIEL-1-16-1805**

DURÉE DU PROJET : 04/2017 - 04/2020

RAPPORT FINAL

Réalisé par :

Mélanie Normandeau-Bonneau¹, biol. M.Sc., Roxane Pusnel¹, biol. M.Sc., Stéphanie Patenaude², agr., M. Sc., Nancy Clermont¹, biol. Ph.D, Roger Reixach¹, biol. M.Sc. et Pierre Lafontaine¹, agr. Ph.D

¹ Carrefour industriel et expérimental de Lanaudière

² Ferme horticole Gagnon

31 Mars 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 D'UN SYSTÈME DE CULTURE HORS SOL EN PLEIN CHAMP POUR LUTTER CONTRE LES MALADIES RACINAIRES ET DU COLLET DANS LA CULTURE DE LA FRAISE

CIEL-1-16-1805

RÉSUMÉ DU PROJET

La fraise est très sensible aux maladies racinaires et du collet telles que le flétrissement verticillien et bactérien, la stèle rouge, la pourriture du collet ou encore la pourriture noire des racines. Les plants de fraisiers ont à faire face aux attaques de plusieurs champignons et bactéries se multipliant dans le sol. Dans plusieurs champs, le recours aux fumigants, qui sont des produits présentant des indices de risques élevés pour la santé et l'environnement, est devenu une pratique courante et souvent considérée pour continuer à cultiver. Dans l'optique d'une agriculture plus respectueuse de l'environnement, des solutions alternatives doivent être trouvées. En Europe, les producteurs de fraises considèrent de plus en plus la culture dite en hors sol. Cette production se réalise traditionnellement sous serre ou tunnels. Au Québec, du fait du climat, la culture de fraises en serre ou sous tunnels est coûteuse et nécessite beaucoup de ressources. Or, une alternative de culture hors sol en plein champ a été développée aux États-Unis sous le nom de « *raised bed through system* (RABETS) ».

Nous avons donc posé l'hypothèse que ce système de culture de la fraise en hors sol au champ est possible au Québec et permettra de cultiver la fraise sans maladies racinaires et sans utiliser de fumigants. Pour cela, nous avons testé ce dispositif sur deux ans, une année en fraises à jour neutre et une autre en fraises d'été, dans un champ présentant un historique de maladies racinaires important sur les fraisiers. Pour les deux cultures, deux variétés de fraises ont été testées.

La première année (2018) a permis de mettre en évidence que le système hors sol a permis de conduire la culture de variétés de fraises à jour neutre presque sans symptômes de maladies du sol, notamment au niveau racinaire où l'incidence et la sévérité de la pourriture noire (maladie la plus observée sur les racines) ont été extrêmement faibles. De plus, la protection contre les maladies racinaires dans le système hors sol a été largement meilleure que la fumigation. Globalement, en 2018, les rendements par plant de la culture hors sol étaient similaires à ceux en buttes conventionnelles fumigées, avec les mêmes calibres de fruits. Alors que les rendements par hectare étaient plus élevés chez les plants en culture hors sol que chez les plants en buttes conventionnelles, du fait de la densité plus élevée que permet ce type de culture. La deuxième année (2019) a également permis de montrer que le système hors sol a permis de conduire la culture de variétés de fraises d'été presque sans symptômes de maladies du sol, notamment au niveau racinaire où l'incidence et la sévérité de la pourriture noire (maladie la plus observée sur les racines) ont été extrêmement faibles. De plus, la protection contre les maladies racinaires dans le système hors sol a été largement meilleure que la fumigation. Les rendements par plant de la culture hors sol ont été plus faibles que ceux des buttes conventionnelles alors que les rendements par hectare ont été équivalents pour les plants en culture hors sol et en buttes conventionnelles fumigées. Nous avons également constaté que la reprise des plants de la culture en hors sol est équivalente à ceux des buttes conventionnelles. Toutefois, il semble y avoir un effet de compétition entre les plants dans le système hors sol surtout dans la culture de fraises à jour neutre, notamment du fait de la période de culture plus longue. Des travaux complémentaires seraient donc nécessaires pour déterminer la bonne densité de plants à utiliser dans ce système et pour ajuster la fertilisation.

OBJECTIFS ET APERÇU DE LA MÉTHODOLOGIE

L'objectif général du projet était d'évaluer la faisabilité du système de culture hors sol en plein champ de type « RABETS » dans la culture de la fraise, dans l'optique d'une régie de culture favorisant une réduction de l'impact des maladies racinaires sans recours à la fumigation. Les objectifs spécifiques étaient de : 1) Déterminer l'impact d'une culture hors sol en plein champ sur l'incidence et la sévérité des maladies racinaires et du collet dans la culture de la fraise ; 2) Déterminer l'impact : 2.1 du substrat utilisé ; 2.2 de la variété de fraises utilisées et, 3) Déterminer la rentabilité économique du système de culture de fraise hors sol en plein champ. Pour ce faire, le dispositif expérimental était un dispositif en tiroirs comportant quatre répétitions avec pour facteur principal, le substrat de culture (substrat peu drainant (Agro Mix N7), substrat drainant (Agro Mix G6), sol fumigé et, sol non fumigé) et pour facteur secondaire, la variété de fraises (en année 1 en fraise à jour neutre : Seascape et Albion, en année 2 en fraise d'été : Yambu et Clery CIV®). Ainsi huit combinaisons de traitements ont été testées : 1) Agro Mix N7 (RABETS)/variété 1 ; 2) Agro Mix N7 (RABETS)/variété 2 ; 3) Agro Mix G6 (RABETS)/variété 1 ; 4) Agro Mix G6 (RABETS)/variété 2 ; 5) Sol fumigé/variété 1 ; 6) Sol fumigé/variété 2 ; 7) Sol non fumigé/variété 1 et, 8) Sol non fumigé/variété 2.

En 2018, les buttes conventionnelles avec paillis de plastique ont été formées et fumigées ou non le 25 mai et les buttes RABETS ont été formées le 29 mai. Celles-ci étaient constituées d'une butte creuse recouverte d'un tapis de serre jusque sur le haut des épaules. Des bacs de 49 cm de long sur 29 cm de large et 16 cm de haut ont été placés dans ces buttes et remplis de terreau. Les deux substrats (Agro Mix N7 et Agro Mix G6) utilisés dans les buttes hors sol étaient des mélanges fournis par Fafard (Scotts Canada Ltée). La plantation des *trayplants* de Seascape et d'Albion a eu lieu le 12 juin, à la fois dans les bacs des buttes hors sol et dans les buttes conventionnelles. Les plants ont été plantés avec un espacement de 12 pouces dans les buttes conventionnelles et à raison de 5 plants par bac dans les buttes hors sol. Ceci résultait donc en une population de 54 680 plants/ha pour les fraises en buttes conventionnelles et de 84 965 plants/ha pour les buttes hors sol.

En 2019, les buttes conventionnelles ont été formées et fumigées le 7 mai et les buttes RABETS ont été formées le 10 juin. Les mêmes deux substrats qu'en 2018 ont été utilisés dans les buttes hors sol. La plantation des *trayplants* de Clery CIV® et de Yambu a eu lieu le 27 mai dans les buttes conventionnelles et le 28 mai dans les bacs des buttes hors sol. Les plants ont été plantés avec un espacement de 12 pouces dans les buttes conventionnelles et à raison de 5 plants par bac dans les buttes hors sol.

Les mesures réalisées : 1) Croissance et diamètre des plants trois fois dans la saison ; 2) Rendement commercialisable et total (kg/ha et g/plant) ainsi que le poids moyen des fruits commercialisables (plus de 6g) et non commercialisables (moins 6g ou maladies/déclassés) pour chaque récolte ; 3) Incidence des maladies à la fin de la saison : pourcentage de plants avec des symptômes de maladie sur les parties aériennes et/ou sur le système racinaire et, 4) Sévérité des maladies à la fin de la saison : le pourcentage de la surface du système racinaire affecté par des maladies et le poids sec du système racinaire.

Au cours de la saison de croissance des plants, la hauteur et le diamètre de tous les plants ont été mesurés (après l'implantation, en milieu de saison et à la fin de la saison). Les données de rendements ont été obtenues sur 31 récoltes (2018, fraise à jour neutre) et 10 récoltes (2019, fraise d'été) pour les quatre bacs centraux sur les parcelles hors sol (5 plants par bacs, soit 20 plants en tout) et sur les 20 plants consécutifs sur les buttes conventionnelles. L'incidence des maladies a été évaluée lors d'une évaluation visuelle des plants au champ en saison et une évaluation des racines des plants lors de l'arrachage après les récoltes. Ainsi, un plant présentant des symptômes de maladie racinaire ou du

collet au champ ou sur leurs racines était considéré malade. La sévérité des maladies a également été évaluée au champ en saison et sur les racines des plants lors de l'arrachage après les récoltes. Ces données ont été obtenues par estimation visuelle, où 0% indiquait un plant sain ou des racines saines et 100% indiquait un plant où les racines étaient totalement affectées par les maladies.

Les données recueillies ont été analysées avec le logiciel R, soumises à une analyse de variance suivie d'un test de séparation des moyennes de Waller-Duncan, au seuil de probabilité de 5 % ($\alpha = 0.05$).

RÉSULTATS SIGNIFICATIFS OBTENUS

1) Croissance des plants (hauteur et diamètre)

Les mesures de la hauteur et du diamètre des plants nous permettent de connaître le développement général des plants et leur vigueur. Les résultats sur la hauteur et le diamètre des plants sont présentés pour les deux variétés dans les tableaux 1 (2018) et 2 (2019) en annexe.

Nos résultats ont permis de conclure que les plants dans les bacs hors sol (terreaux Agro Mix N7 et G6) ont une reprise en début de saison équivalente ou meilleure que ceux en buttes conventionnelles fumigées. Plus tard dans la saison, les plants dans les bacs hors sol ont également eu une croissance comparable à ceux en buttes conventionnelles fumigées, alors que ceux en buttes conventionnelles non fumigées se sont le moins bien développés. Les deux terreaux utilisés dans le système hors sol sont propices à la croissance des plants, mais le Agro Mix G6 semble obtenir de meilleurs résultats. Nous supposons que ce terreau permet aux racines d'aller chercher facilement l'oxygène, l'eau et les minéraux grâce à la fibre de coco qui lui procure une bonne porosité. Les résultats indiquent également que la majorité du temps, le type de sol influe de la même façon sur la croissance des variétés testées. Toutefois, comme les plants de fraises à jour neutre restent plus longtemps dans les bacs que les fraises d'été, il est possible qu'ils aient pu souffrir de la compétition et de problèmes de fertilisation vers la fin de la saison. Il semble important de poursuivre les recherches au niveau de la densité de plantation dans les bacs, sur la dimension de ceux-ci ainsi que sur l'amélioration de la fertilisation dans un système hors sol.

En 2018, nous avons observé que la reprise était plus laborieuse pour les plants de la variété Albion sur les buttes conventionnelles (fumigées ou non) qu'en hors sol. En effet, un mois après leur plantation, les plants étaient plus hauts et relativement du même diamètre dans les bacs en hors sol comparativement aux buttes conventionnelles. Les plants de la variété Seascape ont eu une reprise similaire entre les différents traitements. À la fin de la saison, nous avons également observé que Seascape semblaient souffrir plus des effets de la compétition en hors sol qu'Albion; en effet, les plants étaient aussi haut mais moins larges en hors sol qu'en buttes conventionnelles. Finalement, c'est le terreau Agro Mix G6 qui semblait le plus propice au développement des plants en hors sol. Celui-ci permettait d'avoir une croissance des plants légèrement supérieure comparativement au terreau Agro Mix N7 et sur plasticulture.

En 2019, nous avons observé que la reprise des plants s'est faite de façon similaire dans tous les traitements. Seuls les plants de la variété Clery CIV® en buttes conventionnelles non fumigées ont présenté des hauteurs et des diamètres plus petits par rapport aux autres traitements. Il est à noter que les plants de la variété Yambu présentaient des plants plus gros au début de l'essai comparativement à ceux de la variété Clery CIV®. Cette différence s'est atténuée à la fin de l'essai. À la fin de la saison, nous avons observé que pour les deux variétés la croissance avait été comparable pour les plants en hors sol et ceux en buttes conventionnelles fumigées alors qu'ils étaient plus petits pour les buttes non fumigées.

2) Rendement total et commercialisable

Nous avons évalué les rendements totaux des plants de fraises, le rendement commercialisable et non commercialisable, ainsi que le calibre des fraises. À chaque récolte, toutes les fraises mûres ont été récoltées et triées en fonction de leur catégorie (commercialisable, déclassée à cause de maladies ou déclassée, car trop petite). Le nombre de fraises et le poids total dans chacune des catégories ont été documentés. Les résultats sur les rendements et le calibre des fruits sont présentés pour les deux variétés dans le tableau 3 (2018) et 4 (2019) en annexe.

En 2018, les rendements totaux et les rendements commercialisables, en g/plant ont été similaires pour tous les traitements. Les calibres des fruits commercialisables étaient aussi similaires. Ainsi, les plants dans le système hors sol ont démontré la même performance que les plants sur buttes conventionnelles. La fumigation n'a pas procuré d'avantages dans ce cas-ci. La variété Albion a donné des résultats plus variables, mais cette variabilité ne s'est pas traduite en différences statistiquement significatives. Le plus grand nombre de plants par hectare dans le système hors sol a donc procuré un rendement total plus élevé que le système conventionnel. Cette différence s'est traduite par un rendement commercialisable plus élevé et statistiquement significative pour la variété Seascape, mais pas pour la variété Albion.

En 2019, pour les fraises d'été, la variété Clery CIV[®] a démontré un rendement total en g/plant similaire dans tous les traitements. Le rendement commercialisable et le calibre des fruits étaient aussi similaires. La variété Yambu a obtenu un rendement total inférieur dans le système hors sol. Quant à son rendement commercialisable, il était supérieur sur buttes conventionnelles fumigées. Le calibre des fruits a été similaire dans tous les traitements. Ces différences de comportement font en sorte que pour Clery CIV[®] le plus grand nombre de plants/ha se traduit en rendement supérieur par hectare alors qu'il demeure similaire pour la variété Yambu.

Ces résultats indiquent donc que les plants dans les bacs en hors sol (terreaux Agro Mix N7 et G6) ont eu un rendement par hectare légèrement plus élevé à ceux en buttes conventionnelles pour la culture de fraise à jour neutre, Seascape et Albion. Cependant, pour la fraise d'été, les deux variétés testées ont eu une réponse différente. Ceci semble donc indiquer qu'il demeure important de tester le comportement des différentes variétés pouvant être utilisées dans un tel système.

3) Incidence et sévérité des maladies racinaires

L'incidence et la sévérité des maladies nous permettent de vérifier si le système de culture hors sol permettra de protéger les plants de fraisier contre les maladies. Les résultats sur l'incidence et la sévérité des maladies sont présentés pour les deux types de variétés dans les tableaux 5 (2018) et 6 (2019) en annexe.

En 2018, pour les variétés de fraises à jours neutres, nous avons observé la présence de flétrissement verticillien. Seuls les plants en buttes conventionnelles ont présenté des dommages de flétrissement verticillien. Entre 1 et 17 % des plants sur buttes conventionnelles ont été touchés. Des symptômes de pourriture noire des racines ont aussi été observés. Les plants en culture hors sol n'étaient pas totalement exempts de maladie, mais ont présenté extrêmement moins de pourriture noire des racines que les plants en buttes conventionnelles. Cette différence est statistiquement significative pour Albion, mais pas pour Seascape due à la très grande variabilité des résultats dans les buttes non fumigées et fumigées. Entre 5 et 17% des racines des plants en système hors sol ont été touchées par la pourriture noire des racines sur moins de 0,7% de leur surface. Par contre à 44 à 64% des racines des plants sur buttes conventionnelles ont été touchées sur 7 à 17%

de leur surface. Le poids sec des racines par plant nous indique qu'en moyenne, les plants issus du système hors sol, peu importe le terreau, ont produit plus de racines que ceux issus des buttes conventionnelles. Ce qui s'est traduit par une observation du poids sec des racines par plant parfois statiquement supérieure dans le cas d'Albion.

En 2019, pour les variétés de fraise d'été, nous n'avons pas observé de flétrissement verticillien. La pourriture noire est la seule maladie racinaire qui a été observée. Les plants en culture hors sol n'étaient pas totalement exempts de maladie, mais ont présenté extrêmement moins de pourriture noire des racines que les plants en buttes conventionnelles. Cette différence est statistiquement significative pour Clery CIV[®] mais, pas pour Yambu due à la très grande variabilité des résultats dans les buttes non fumigées et fumigées. Entre 1 et 6 % des racines des plants en système hors sol ont été touchées par la pourriture noire des racines sur moins de 0,1 à 1 % de leur surface. Par contre 17 à 27% des plants sur buttes conventionnelles ont été touchées sur 2 % de leur surface. Le poids sec des racines par plant nous indique qu'en moyenne, les plants issus des buttes conventionnelles fumigées ont produit le plus de racines pour les deux variétés. Pour la variété Clery CIV[®], le poids des racines a été équivalent pour les plants issus du hors sol et des buttes conventionnelles non fumigées. Pour la variété Yambu, les plants issus des buttes non fumigées ont produit plus de racines que ceux issus du hors sol.

Il semble donc que le système hors sol ai réussi à protéger passablement bien contre les maladies racinaires.

4) **Rentabilité économique**

Le tableau 7 en annexe indique les coûts pour le matériel au mètre linéaire pour les productions en hors sol et conventionnelle. Il en coûterait plus cher aux producteurs de produire en système hors sol (10,83\$/m linéaire) comparativement aux buttes conventionnelles en plasticulture avec fumigation (0,51\$/m linéaire). Il faut également considérer qu'une partie du matériel acheté pour une production en hors sol est réutilisable d'une année à l'autre et que ce sont des structures relativement permanentes, ce qui permet d'amortir les coûts à travers les années d'utilisation. De plus, les rendements commercialisables en kg/ha ont été globalement similaires dans les systèmes hors sol et dans les buttes conventionnelles (traitées), cela indique que les revenus générés ont pu être équivalents pour ces deux régies. Finalement, il faut également prendre en compte que la densité de plantation en hors sol est plus élevée (84 965 plants/ha) qu'en régie conventionnelle (54 680 plants/ha) et peut venir influencer les revenus générés grâce à un rendement plus élevé. Cette différence de densité doit continuer d'être travaillé dans l'avenir pour trouver l'optimum. Cette différence n'est peut-être pas significative dans un cadre de recherche en parcelles expérimentales, mais on peut supposer que le gain de rendements commercialisables pourrait être appréciable pour les producteurs à l'échelle d'un champ complet. Ce gain pourrait donc se traduire en des revenus totaux plus élevés en système hors sol. Ce projet constitue une première étape qui démontre qu'il est possible d'utiliser un système de culture hors sol en plein champ et de garder les plants exempts de maladies racinaires sans avoir recours à la fumigation. En soit ce facteur vient assurer un potentiel de rendement plus intéressant et qui permet d'absorber une bonne partie des coûts du système.

APPLICATIONS POSSIBLES POUR L'INDUSTRIE

Les résultats de ce projet nous permettent de confirmer que le système hors sol permet la diminution de l'incidence et de la sévérité des maladies racinaires. Les résultats ont également montré que les rendements totaux par hectare sont équivalents ou supérieur à ceux d'un système conventionnel, tout dépendant des variétés utilisées. Ainsi, l'utilisation par les producteurs de ce système pourrait permettre l'élimination des traitements de fumigation dans la culture de fraises lors de l'implantation des plants. Finalement, les systèmes de

culture en hors sol permettent également de produire sur les terres disponibles, mais non idéales pour la culture de fraises, comme des sols avec incidence de maladies racinaires ou mal drainés. Ainsi, ce système permet aux producteurs de cultiver sur des sols non propices à la culture de la fraise ce qui pourrait améliorer la rentabilité et la compétitivité des entreprises.

POINT DE CONTACT POUR INFORMATION

Nom des responsables du projet :

Mélanie Normandeau-Bonneau, biol. M.Sc.

Téléphone : (450) 589-7313 # 227

Courriel : m.normandeau@ciel-cvp.com

Pierre Lafontaine, Ph.D., agr.

Téléphone : (450) 589-7313 # 223

Courriel : p.lafontaine@ciel-cvp.ca

Roxane Pusnel, biol. M. Sc.

Téléphone : (450) 589-7313 # 237

Courriel : r.pusnel@ciel-cvp.com

REMERCIEMENTS AUX PARTENAIRES FINANCIERS

Ce projet a été réalisé dans le cadre du volet 4 du programme Prime-Vert – Appui au développement et au transfert de connaissances en agroenvironnement avec une aide financière du ministère de l’Agriculture, des Pêcheries et de l’Alimentation par l’entremise de la Stratégie phytosanitaire québécoise en agriculture 2011-2021. Nous remercions également la Ferme Horticole Gagnon de Trois-Rivières et la compagnie Fafard qui ont participé aux essais, ainsi que l’équipe du Carrefour Industriel et Expérimental de Lanaudière qui ont participé au projet.

ANNEXE(S)

Tableau 1 : Résultats sur la croissance des plants (hauteur et diamètre) pour les variétés testées (Seascape et Albion), saison 2018.

Variété	9/07/2018				8/08/2018				29/08/2018			
	Hauteur		Diamètre		Hauteur		Diamètre		Hauteur		Diamètre	
Seascape												
Type de sol												
Agro Mix N7	19,50	a	24,43	a	18,53	b	29,45	a	18,68	bc	25,48	c
Agro Mix G6	20,68	a	25,08	a	22,08	a	32,20	a	21,45	a	29,78	b
Sol fumigé	19,20	a	23,40	a	18,68	b	32,20	a	20,58	ab	32,70	a
Sol non fumigué	19,35	a	23,88	a	16,73	c	31,40	a	17,45	c	29,50	b
Valeur de P	0,2994		0,2013		0,0003		0,3261		0,0048		< 0,0001	

Variété	9/07/2018				8/08/2018				29/08/2018			
	Hauteur		Diamètre		Hauteur		Diamètre		Hauteur		Diamètre	
Albion												
Type de sol												
Agro Mix N7	18,48	a	22,95	ab	20,25	b	30,73	a	20,05	b	27,28	b
Agro Mix G6	18,33	a	23,70	a	21,65	a	32,38	a	21,40	a	29,78	a
Sol fumigé	16,13	b	22,65	ab	18,78	c	30,88	a	19,38	bc	32,03	a
Sol non fumigué	15,45	b	21,83	b	17,83	c	29,83	a	18,55	c	30,40	a
Valeur de P	0,0001		0,0250		0,0010		0,1815		0,0009		0,0067	

Les moyennes suivies d'une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Waller-Duncan-K-ratio-t-Test ($\alpha = 0,05$).

Tableau 2 : Résultats sur la croissance des plants (hauteur et diamètre) pour les variétés testées (Clery CIV® et Yambu), saison 2019.

Variété	19/06/2019				17/07/2019				29/07/2019			
	Hauteur		Diamètre		Hauteur		Diamètre		Hauteur		Diamètre	
Clery CIV												
Type de sol												
Agro Mix N7	20,95	a	14,20	a	36,93	ab	27,53	a	41,05	ab	29,73	a
Agro Mix G6	22,35	a	14,10	a	33,93	b	27,90	a	40,10	b	29,63	a
Sol fumigé	21,03	a	13,30	a	39,58	a	25,23	b	41,78	a	26,35	b
Sol non fumigué	18,40	b	11,85	b	33,78	b	19,43	c	37,70	c	20,85	c
Valeur de P	0,0025		0,0073		0,0258		< 0,0001		0,0017		< 0,0001	

Variété	19/06/2019				17/07/2019				29/07/2019			
	Hauteur		Diamètre		Hauteur		Diamètre		Hauteur		Diamètre	
Yambu												
Type de sol												
Agro Mix N7	27,13	a	18,40	a	35,90	b	27,30	ab	40,33	a	26,43	ab
Agro Mix G6	26,60	a	17,75	ab	38,90	ab	28,95	a	41,25	a	27,43	a
Sol fumigé	29,43	a	17,60	ab	41,80	a	25,20	bc	43,28	a	24,98	b
Sol non fumigué	27,40	a	16,35	b	39,08	ab	23,18	c	40,10	a	21,10	c
Valeur de P	0,1985		0,0564		0,0250		0,0039		0,2073		0,0003	

Les moyennes suivies d'une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Waller-Duncan-K-ratio-t-Test ($\alpha = 0,05$).

Tableau 3 : Résultats sur les rendements (en g/plant et en kg/ha) et le calibre des fruits commercialisables pour les variétés testées (Seascape et Albion), saison 2018.

Variété	Commercialisable (> 6g)						Non commercialisable						TOTAL (Comm. + Non comm.)					
	Calibre (g)		Poids/plant (g)		Rendement (kg/ha)		Déclassé: < 6g		Rendement (kg/ha)		Déclassé Maladies		Poids/plant (g)	Rendement (kg/ha)				
Seascape	Calibre (g)		Poids/plant (g)		Rendement (kg/ha)		Poids/plant (g)		Rendement (kg/ha)		Poids/plant (g)		Rendement (kg/ha)	Poids/plant (g)	Rendement (kg/ha)			
Type de sol																		
Agro Mix N7	10,8	a	135,7	a	11532,2	ab	32,4	c	2753,2	b	64,3	a	5465,1	b	232,5	a	19750,4	b
Agro Mix G6	11,2	a	151,5	a	12873,0	a	37,5	b	3183,8	a	89,9	a	7635,9	a	278,9	a	23692,7	a
Sol fumigé	10,4	a	164,0	a	8967,5	bc	41,1	ab	2246,3	c	64,7	a	3537,5	c	269,8	a	14751,4	c
Sol non fumigé	10,7	a	151,6	a	8288,6	c	44,7	a	2444,8	c	55,2	a	3017,9	c	251,5	a	13751,3	c
Valeur de P	0,3855		0,5983		0,0137		0,0004		< 0,0001		0,0746		0,0009		0,2074		0,0001	

Variété	Commercialisable (> 6g)						Non commercialisable						TOTAL (Comm. + Non comm.)					
	Calibre (g)		Poids/plant (g)		Rendement (kg/ha)		Déclassé: < 6g		Rendement (kg/ha)		Déclassé Maladies		Poids/plant (g)	Rendement (kg/ha)				
Albion	Calibre (g)		Poids/plant (g)		Rendement (kg/ha)		Poids/plant (g)		Rendement (kg/ha)		Poids/plant (g)		Rendement (kg/ha)	Poids/plant (g)	Rendement (kg/ha)			
Type de sol																		
Agro Mix N7	12,9	a	98,8	a	8395,4	a	13,5	a	1144,4	a	88,6	a	7531,0	ab	200,9	c	17070,8	ab
Agro Mix G6	13,4	a	95,4	a	8108,3	a	10,8	a	917,1	a	106,1	a	9018,2	a	212,4	bc	18043,6	a
Sol fumigé	12,4	a	123,7	a	6761,0	a	15,4	a	839,6	a	120,3	a	6579,9	b	259,3	ab	14180,6	b
Sol non fumigé	13,8	a	138,3	a	7560,2	a	16,6	a	908,1	a	113,9	a	6228,4	b	268,8	a	14696,7	b
Valeur de P	0,2463		0,1827		0,6501		0,2742		0,3467		0,0963		0,0216		0,0275		0,0427	

Les moyennes suivies d'une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Waller-Duncan-K-ratio-t-Test ($\alpha = 0,05$).

Tableau 4 : Résultats sur les rendements (en g/plant et en kg/ha) et le calibre des fruits commercialisables pour les variétés testées (Clery CIV® et Yambu), saison 2019.

Variété	Commercialisable (> 6g)						Non commercialisable						TOTAL (Comm. + Non comm.)					
	Calibre (g)		Poids/plant (g)		Rendement (kg/ha)		Déclassé: < 6g		Rendement (kg/ha)		Déclassé Maladies		Poids/plant (g)	Rendement (kg/ha)				
Clery CIV	Calibre (g)		Poids/plant (g)		Rendement (kg/ha)		Poids/plant (g)		Rendement (kg/ha)		Poids/plant (g)		Rendement (kg/ha)	Poids/plant (g)	Rendement (kg/ha)			
Type de sol																		
Agro Mix N7	15,5	a	81,5	a	6920,4	ab	1,4	b	121,8	b	6,0	a	511,0	a	88,9	a	7553,2	ab
Agro Mix G6	14,6	a	89,8	a	7625,8	a	1,8	b	148,9	b	5,3	a	451,2	a	96,8	a	8225,8	a
Sol fumigé	14,5	ab	98,4	a	5378,7	bc	4,0	b	219,5	b	6,4	a	351,0	a	108,8	a	5949,2	bc
Sol non fumigé	12,7	b	87,3	a	4770,9	c	8,5	a	464,6	a	3,2	a	174,9	a	99,0	a	5410,5	c
Valeur de P	0,0302		0,437		0,012		0,0031		0,0192		0,4775		0,1752		0,4309		0,0278	

Variété	Commercialisable (> 6g)						Non commercialisable						TOTAL (Comm. + Non comm.)					
	Calibre (g)		Poids/plant (g)		Rendement (kg/ha)		Déclassé: < 6g		Rendement (kg/ha)		Déclassé Maladies		Poids/plant (g)	Rendement (kg/ha)				
Yambu	Calibre (g)		Poids/plant (g)		Rendement (kg/ha)		Poids/plant (g)		Rendement (kg/ha)		Poids/plant (g)		Rendement (kg/ha)	Poids/plant (g)	Rendement (kg/ha)			
Type de sol																		
Agro Mix N7	14,2	a	167,2	c	14209,1	a	9,3	ab	791,2	a	22,8	a	1934,7	a	199,3	b	16935,0	a
Agro Mix G6	15,5	a	181,8	bc	15444,2	a	5,5	b	464,1	a	41,1	a	3492,9	a	228,3	b	19401,2	a
Sol fumigé	15,5	a	280,2	a	15323,8	a	10,9	ab	595,3	a	31,0	a	1695,2	a	322,1	a	17614,3	a
Sol non fumigé	14,5	a	228,1	b	12471,0	a	16,3	a	892,2	a	33,7	a	1842,5	a	278,1	a	15205,6	a
Valeur de P	0,2322		0,0024		0,2994		0,0369		0,1604		0,5829		0,2532		0,0018		0,1440	

Les moyennes suivies d'une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Waller-Duncan-K-ratio-t-Test ($\alpha = 0,05$).

Tableau 5 : Résultats sur l'incidence et la sévérité moyenne de la pourriture noire sur les racines et les plants, ainsi que sur le poids sec de racines par plant pour les deux variétés testées (Seascape et Albion), saison 2018.

Variété	Incidence moyenne sur les racines (%)		Sévérité moyenne sur les racines (%)		Poids sec des racines par plant (g)		Incidence moyenne sur les plants (%)		Sévérité moyenne sur les plants (%)	
Seascape										
Type de sol										
Agro Mix N7	17,50	a	0,25	c	4,60	a	0,00	a	0,00	a
Agro Mix G6	15,00	a	0,75	c	5,38	a	0,00	a	0,00	a
Sol fumigé	52,18	a	11,08	b	4,23	a	1,33	a	1,25	a
Sol non fumigé	64,45	a	16,95	a	4,38	a	1,53	a	2,58	a
<i>Valeur de P</i>	0,0717		< 0,0001		0,1981		0,3400		0,5614	
Variété	Incidence moyenne sur les racines (%)		Sévérité moyenne sur les racines (%)		Poids sec des racines par plant (g)		Incidence moyenne sur les plants (%)		Sévérité moyenne sur les plants (%)	
Albion										
Type de sol										
Agro Mix N7	5,13	b	0,58	b	5,45	a	0,00	b	0,00	b
Agro Mix G6	8,75	b	0,13	b	5,63	a	0,00	b	0,00	b
Sol fumigé	44,35	a	7,90	a	4,08	b	2,58	b	1,50	b
Sol non fumigé	64,18	a	11,65	a	4,38	ab	17,50	a	7,68	a
<i>Valeur de P</i>	0,0012		0,0034		0,0428		0,0014		0,0005	

Les moyennes suivies d'une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Waller-Duncan-K-ratio-t-Test ($\alpha = 0,05$).

Tableau 6 : Résultats sur l'incidence et la sévérité moyenne de la pourriture noire sur les racines, ainsi que sur le poids sec de racines par plant pour les deux variétés testées (Clery CIV® et Yambu), saison 2019. *Pas de données sur l'incidence et la sévérité des maladies sur les plants en 2019, aucune observation de symptômes foliaires.

Variété	Incidence moyenne sur les racines (%)		Sévérité moyenne sur les racines (%)		Poids sec des racines par plant (g)	
Clery CIV						
Type de sol						
Agro Mix N7	6,53	bc	0,75	bc	3,58	b
Agro Mix G6	1,33	c	0,13	c	3,00	b
Sol fumigé	20,00	ab	2,08	ab	4,35	a
Sol non fumigé	27,05	a	2,75	a	3,58	b
<i>Valeur de P</i>	0,0254		0,0109		0,0080	
Variété	Incidence moyenne sur les racines (%)		Sévérité moyenne sur les racines (%)		Poids sec des racines par plant (g)	
Yambu						
Type de sol						
Agro Mix N7	5,00	a	0,95	a	3,25	c
Agro Mix G6	6,25	a	0,73	a	3,58	c
Sol fumigé	17,78	a	1,50	a	6,13	a
Sol non fumigé	17,78	a	1,80	a	5,10	b
<i>Valeur de P</i>	0,3825		0,7985		0,0002	

Les moyennes suivies d'une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Waller-Duncan-K-ratio-t-Test ($\alpha = 0,05$).

Tableau 7 : Coûts en mètre linéaire pour le matériel, production en hors sol vs conventionnelle.

	Production en hors sol	Production conventionnelle
Driptape	0,10 \$ / m linéaire	0,10 \$ / m linéaire
Goutteurs	6 goutteurs x 0,50 \$ / m linéaire	-
Bacs jardinières	2 bacs x 2,90 \$ / m linéaire	-
Toiles géotextiles	0,93 \$ / m linéaire	-
Plastiques	-	0,25 \$ / m linéaire
Terreaux	2 bacs x 0,50 \$ / m linéaire	-
Fumigation (Chloropicrine)	-	0,16 \$ / m linéaire
Total	10,83 \$ / m linéaire	0,51 \$ / m linéaire