

**PROGRAMME D'APPUI AU DÉVELOPPEMENT DE L'AGRICULTURE ET DE
L'AGROALIMENTAIRE EN RÉGION**

**OPTIMISATION DE LA PHASE DE PRODUCTION EN PÉPINIÈRE DE LONGUES
CANNES DE FRAMBOISES**

Projet No. 7121485

ANNÉE(S) 2023-2024

RAPPORT FINAL

Réalisé par :
Marie-Hélène Goyette, agr. M.Sc.
Denis Canuel, technicien
Gabriel Gosselin
Ferme François Gosselin

20 janvier 2024

Ce projet a été financé par le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, dans le cadre du Programme d'appui au développement de l'agriculture et de l'agroalimentaire en région.

Québec 

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.

PERSONNES IMPLIQUÉES DANS LA RÉALISATION DU PROJET

Marie-Hélène Goyette, agr., M.Sc., Ferme François Gosselin

Denis Canuel, technicien agricole, Ferme François Gosselin

Gabriel Gosselin, Ferme François Gosselin

Philippe-Antoine Taillon, agr., MAPAQ, Direction régionale Capitale-Nationale

Stéphanie Tellier, agr., M.Sc., MAPAQ, Direction régionale Capitale-Nationale

Moustapha Mahamat Alfatih, MAPAQ, étudiant d'été

LE RAPPORT PEUT ÊTRE CITÉ COMME SUIT

GOYETTE, M.H, CANUEL, D., GOSSELIN, G., TAILLON, P.A, TELLIER, S., 2024, Optimisation de la phase de production en pépinière de longues cannes de framboises, Rapport final, Projet PADAAR, 35 pages.

TITRE DU PROJET

OPTIMISATION DE LA PHASE DE PRODUCTION EN PÉPINIÈRE DE LONGUES CANNES DE FRAMBOISES

NUMÉRO DU PROJET : 7121485

RÉSUMÉ DU PROJET

Ferme François Gosselin produit depuis quelques années de la framboise en culture hors-sol sous abris. Tulameen est le cultivar utilisé. On parle ici d'un cultivar d'été (floricanne), c'est à dire une plante bisannuelle. En fait, il y a d'abord la croissance végétative d'une canne la première année qui deviendra ensuite productive la saison suivante. Ce type de production nécessite, en conséquence, une phase en pépinière et ultimement une phase en production. Concernant la phase en pépinière, l'entreprise repique actuellement 2 plants mottes par contenant de 1,8 litres de substrat (fibre de coco). La disposition des pots génère une densité de 16 cannes par mètre linéaire. Le projet vise à bonifier les connaissances en termes de densités de plants, de volumes de contenants, de fertigation et de coûts en main d'œuvre pour la phase pépinière et la phase production sous grands tunnels.

OBJECTIFS

Le projet cherche à évaluer si la densité des cannes et le volume des contenants employés lors de la phase pépinière peuvent influencer :

- La vigueur des plants
- Le rendement en fruits, le calibre des fruits et leur qualité
- Les coûts de fertigation
- Le temps en main-d'œuvre associé à certaines tâches durant les différentes étapes de production (végétative et fruitière)

MÉTHODOLOGIE

Site d'expérimentation

Le projet a été réalisé à la Ferme François Gosselin à Saint-Laurent-de-l'Île-d'Orléans. La phase pépinière a été effectuée en 2022 et la phase production fruitière en 2023.

Matériels et méthodes : phase végétative en pépinière (2022)

Le projet a eu une première étape en pépinière, lors de la phase végétative, où sont bâties les longues cannes de framboisiers en vue d'une production fruitière l'année suivante.

Le cultivar de framboisiers Tulameen a été utilisé pour tous les traitements. Les plants proviennent tous du même pépiniériste et étaient sous forme de plants

mottes avant d'être repiqués. Un tuteur en bambou par plant est installé de même qu'un goutteur par contenant (débit 2 litres / heure). Chaque plant est attaché à son tuteur régulièrement durant toute la saison afin d'obtenir une canne droite. Le substrat employé pour tous les traitements est de la fibre de coco.

La méthode standard employée à la ferme est de repiquer les plants mottes dans des contenants de 1,8 litre, à deux plants par contenant et à une densité de 16 plants par mètre linéaire.

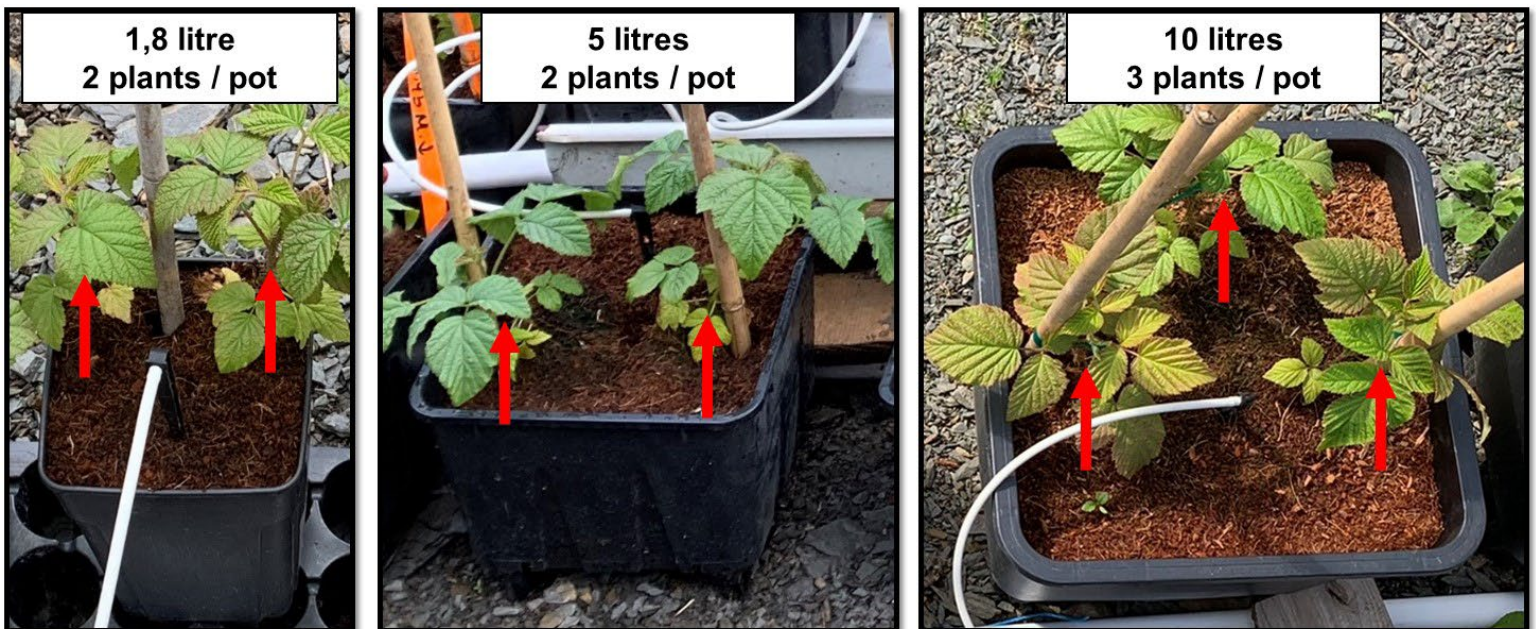
Dans l'essai, trois volumes de contenants ont été testés (voir image 1) :

- 1,8 litre à 2 plants par pot (standard)
- 5 litres à 2 plants par pot
- 10 litres à 3 plants par pot

Les pots de marque Plantlogic ont été utilisés :

<https://getplantlogic.com/rubus-production-2/>

Image 1 : Volumes des contenants à l'essai



Deux densités de plants ont également été mises en place durant la phase pépinière pour chacun des volumes de contenants (images 2-3-4).

- 16 cannes par mètre linéaire (standard)
- 12 cannes par mètre linéaire

Image 2 : Volumes de 1,8 litre à 12 et 16 plants par mètre linéaire

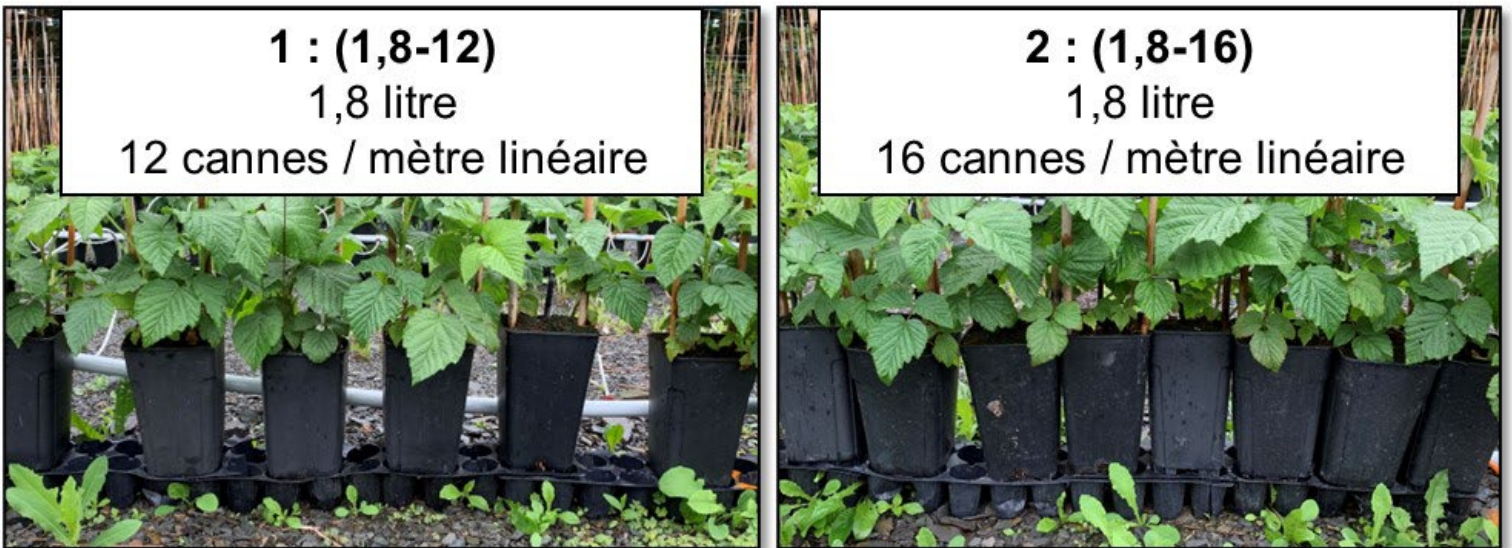


Image 3 : Volumes de 5 litres à 12 et 16 plants par mètre linéaire

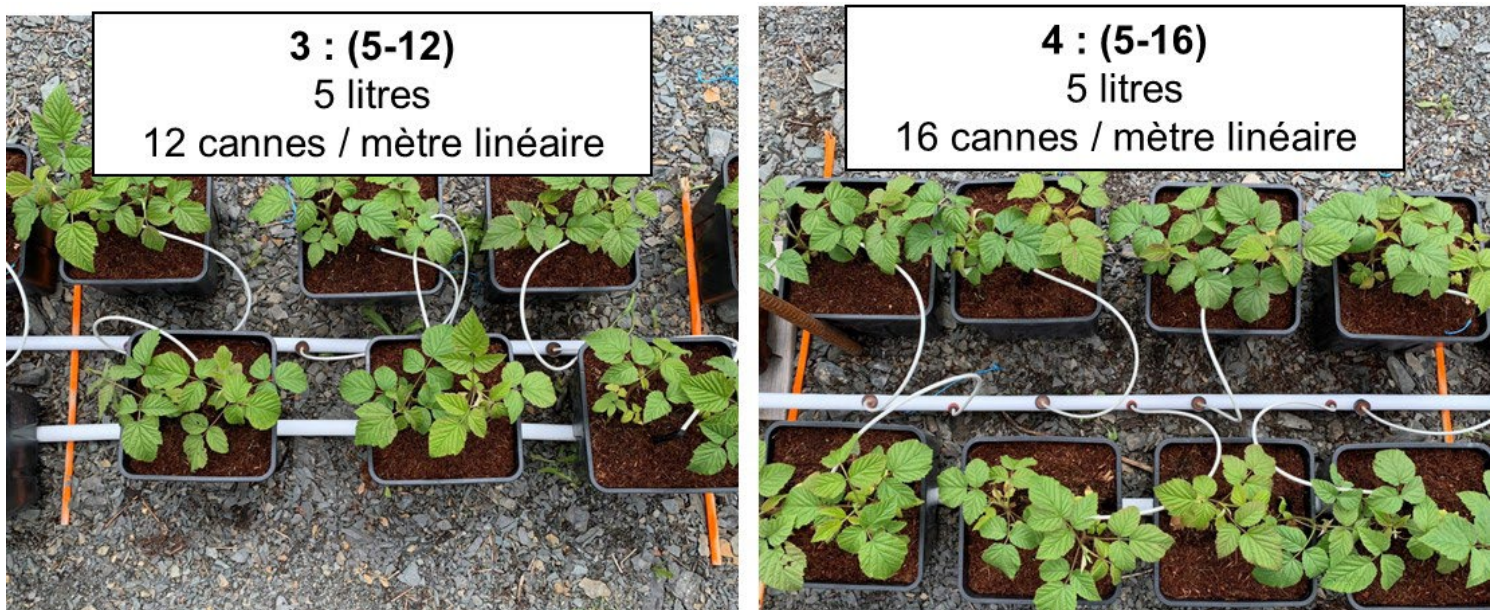
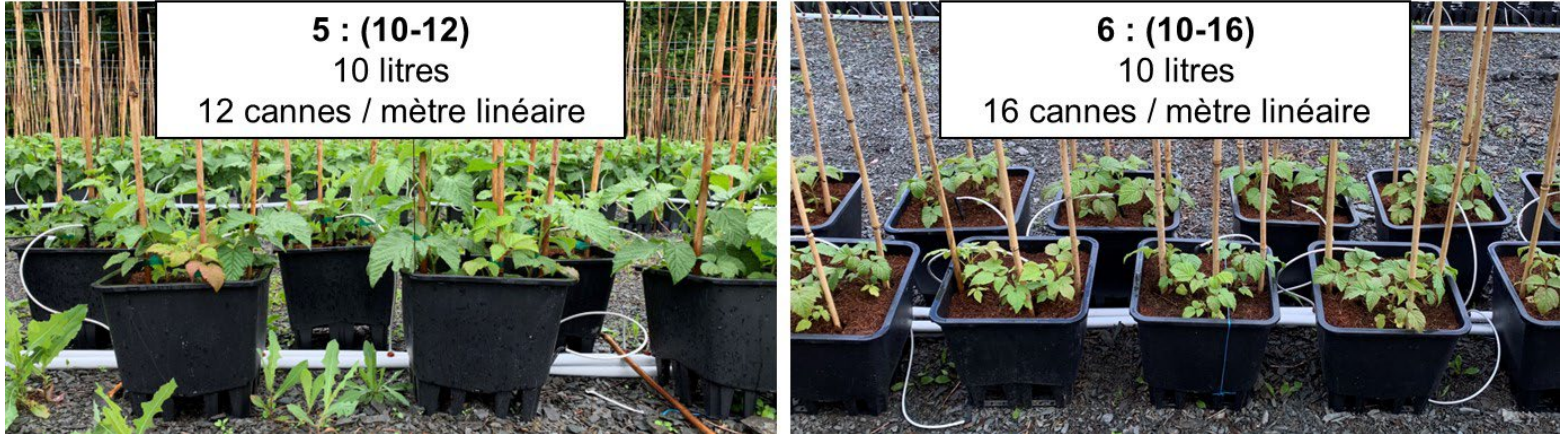


Image 4 : Volumes de 10 litres à 12 et 16 plants par mètre linéaire



Les différents traitements de densités des plants et de volumes de contenants ainsi que le nombre de plants par traitements sont résumés dans le tableau 1.

Tableau 1 : Traitements de la phase en pépinière

Traitements	Volume contenants (Litres)	Densité (plants /mètre linéaire)	Nb contenants	Nb plants / contenant	Nb plants évalués
1	1,8	12	30	2	60
2	1,8	16	30	2	60
3	5	12	30	2	60
4	5	16	30	2	60
5	10	12	20	3	60
6	10	16	20	3	60

La gestion de l'irrigation a été réalisée selon les traitements. En effet, une dalle de lessivage a été installée pour chacun des traitements afin de répondre le plus adéquatement possible aux besoins de tous (images 5-6-7).

Dans ce sens, au début de la saison, un goutteur par contenant a été attribué comme le standard de la ferme. Cependant, en cours de saison, un ajustement a dû être fait pour les volumes de 5 litres et de 10 litres car ils ne drainaient plus suffisamment. Un goutteur supplémentaire de même débit a été ajouté pour chacun de ces contenants. Les contenants de 5 litres et de 10 litres se sont retrouvés avec 2 goutteurs par pot alors que les contenants de 1,8 litre ont conservé un seul goutteur.

Image 5 : Dalle de lessivage; 1,8 litre à 12 et 16 plants par mètre linéaire.



Image 6 : Dalle de lessivage; 5 litres à 12 et 16 plants par mètre linéaire



Image 7 : Dalle de lessivage; 10 litres à 12 et 16 plants par mètre linéaire



En fin de saison végétative, les cannes sont très hautes et doivent être taillées à une hauteur de 180 centimètres. Cette taille a été réalisée uniformément pour tous les traitements du projet.

Au début du mois de novembre, les plants ont été couchés et abriés d'une couverture thermique de 40 grammes / m² ainsi que d'une seconde de 175 grammes / m².

Matériels et méthodes phase production sous tunnel

L'année suivante (2023), lors de la phase en production, les pots de 1,8 litre et de 5 litres ont été repiqués dans des contenants de 10 litres (Plantalogic) dans le même substrat de fibre de coco. En revanche, les traitements 5 et 6 n'ont pas été repiqués puisqu'ils étaient déjà dans le contenant souhaité de 10 litres. La densité prévue en production sous tunnels a été de 6 cannes par mètre linéaire pour tous les traitements. Le repiquage sous tunnels a été réalisé le 28 avril 2023.

Paramètres mesurés pour répondre aux objectifs

VIGUEUR DES PLANTS

A. Nombre de latérales précoces coupées (pépinière, 2022)

Lors de la phase végétative, des latérales précoces débourent régulièrement et ne sont pas souhaitées. Elles doivent donc être coupées manuellement. Le nombre de latérales coupées par canne a été noté pour chaque traitement.

B. Hauteur maximale des plants (cm) en fin de saison (pépinière, 2022)

La hauteur maximale des cannes a été mesurée à la fin de la saison en phase végétative pour chacun des traitements (mesures prises avant la taille à 180 centimètres).

C. Diamètres moyen des cannes (mm)

Les données ont été prise à 30 centimètres de la base du plant ainsi qu'à l'extrémité du plant, à 180 cm. Une moyenne a été effectuée pour déterminer le diamètre moyen des cannes selon les traitements. Un pied à coulisse numérique a été utilisé pour prendre les mesures. Afin de faciliter le travail, les données ont été prises au début de la saison de production, lorsqu'il n'y avait pas de feuille ni de latérale.

D. Nombre total de bourgeons versus nombre de bourgeons débourrés (tunnels, 2023)

Pour chaque traitement, le nombre total de bourgeons par canne a été compté en début de saison de production sous tunnels. Un second décompte a été

réalisé trois semaines plus tard afin de compter les bourgeons débouffés. Il a ensuite été possible d'établir un pourcentage moyen de débouffement des bourgeons pour chacun des traitements.

E. Longueur moyenne des latérales (cm) (tunnels, 2023)

Une latérale par canne, située à 1 mètre de hauteur à partir de la base de chaque plant, a été mesurée afin d'en déterminer la longueur moyenne pour chaque traitement.

F. Nombre de drageons enlevés par contenant (tunnels, 2023)

Lors de la saison de production, il faut sarcler régulièrement les contenants puisque des drageons émergent constamment. Cette opération est coûteuse mais nécessaire pour optimiser la production de fruits. Le nombre de drageons par contenants a été compté afin de déterminer si certains traitements sont plus ou moins susceptibles à l'émergence des drageons.

RENDEMENTS ET QUALITÉ DES FRUITS

G. Rendements en kilogrammes par canne (tunnels, 2023)

Les récoltes se sont effectuées aux deux jours et chaque traitement a été cueilli séparément. Les fruits vendables de chaque traitement ont été pesés et les résultats ont été compilés pour déterminer le rendement en kilogrammes par canne selon les différents traitements.

H. Calibre des fruits en grammes par fruit (tunnels, 2023)

Lors de chaque récolte et pour chaque traitement, un panier a été pesé et les fruits comptés. Le calibre des framboises (en grammes par fruit) a été pondéré en fonction des récoltes et a été établi selon les traitements.

I. Qualité des fruits et pourcentages de pertes (tunnels, 2023)

Lors de chaque cueillette et pour chaque traitement, les fruits ont été triés selon qu'ils étaient vendables ou non-vendables. Les fruits non-vendables ont ensuite été classifiés en fonction de leur catégorie de rejet (exemple : calibre insuffisant, maladies, manque de fermeté, pointe verte, etc...). Ultérieurement, un pourcentage de pertes globales a été déterminé pour chacun des traitements.

CONSOMMATION EN ÉLÉMENTS FERTILISANTS

J. Évaluation des coûts de fertigation

Chaque jour, le volume de solution nutritive apportée a été mesuré de même que le volume de solution lessivée pour chaque traitement. Les données de conductivité électrique (CE) et de pH ont également été notées. Des échantillons de solution nutritives en laboratoire ont également été analysés. Il a ainsi été possible d'estimer les coûts en fertilisants pour chacun des traitements.

TEMPS EN MAIN D'OEUVRE

K. Temps en main-d'œuvre pour la coupe des latérales en pépinière (pépinière, 2022)

Les coupes des latérales précoces se font plusieurs fois durant la saison en pépinière. Le temps de coupe des latérales a été minuté à chaque passage et pour chacun des traitements.

L. Temps en main-d'œuvre pour le tuteurage (attache des cannes au bambou) (pépinière, 2022)

Afin d'obtenir des cannes de framboisier bien droites, il est impératif de tuteurer régulièrement les cannes au bambou qui leur sert de tuteur. Cette tâche a été minutée à chaque passage et pour chacun des traitements.

M. Temps en main-d'œuvre pour l'installation de l'aire de production (tunnels, 2023)

Différentes étapes sont nécessaires pour installer l'aire de production sous tunnels (exemple : transport des plants dans l'aire de production, déchargement des plants, plantation, attache des plants, etc...). Pour chacun des traitements, chaque étape de l'installation de l'aire de production a été minutée.

N. Temps en main-d'œuvre pour le sarclage des drageons (tunnels, 2023)

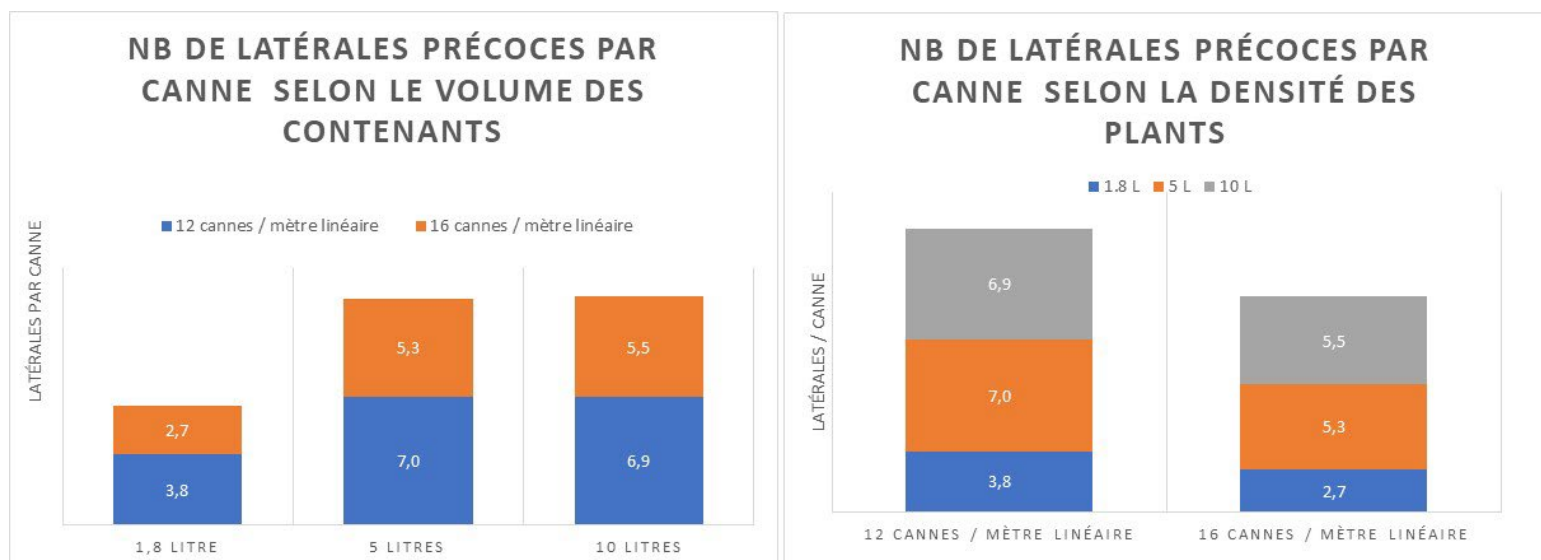
Lorsque les plants sont sous tunnels en production, il est fréquent que des drageons émergent des contenants. Ces derniers doivent être sarcler pour ne pas nuire à la production et aux récoltes. Le temps de sarclage des drageons a été minuté pour chaque passage et chaque traitement.

RÉSULTATS

VIGUEUR DES PLANTS

A. Nombre de latérales précoces coupées (pépinière, 2022)

GRAPHIQUE 1 : Nombre de latérales précoces coupées en phase végétative (pépinière, 2022)



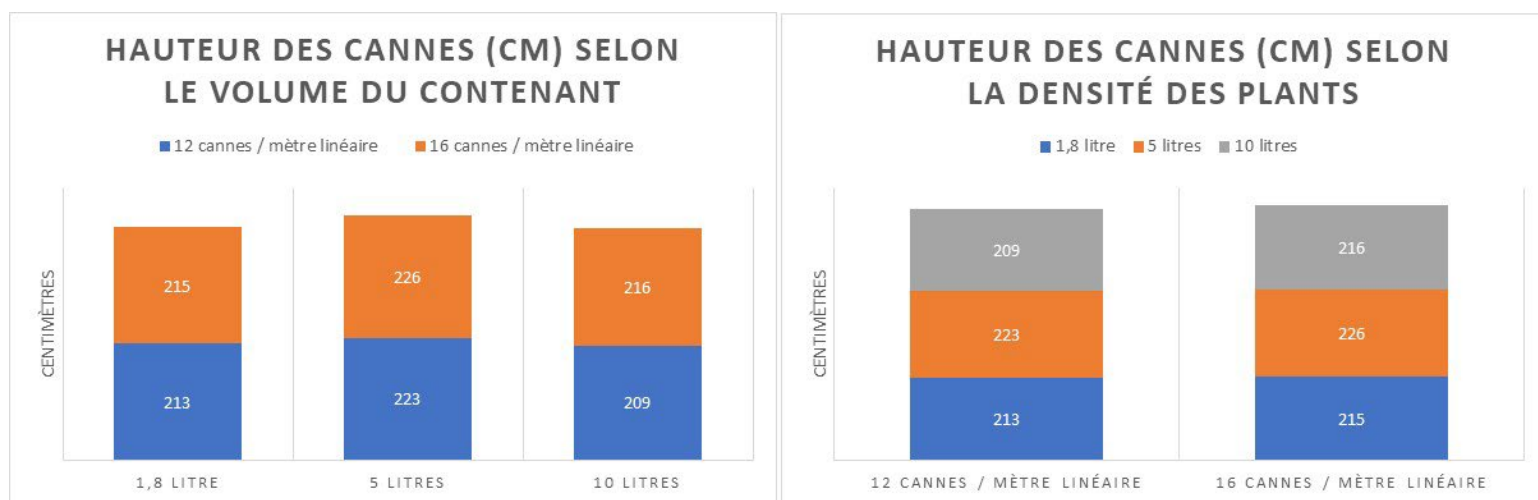
Le graphique 1 montre que la croissance des latérales précoces, lors de la phase végétative en pépinière, est favorisée par le traitement le plus espacé (12 cannes / mètre linéaire) comparativement au standard plus dense (16 cannes / mètre linéaire) qui en dénombre moins.

Le volume des contenants semble également influencer le nombre de latérales précoces à tailler lors de la phase végétative des plants en pépinière. Les

contenants de plus grands volumes (5 litres et 10 litres) ont des résultats comparables mais qui sont supérieurs à ceux du contenant de 1,8 litre.

B. Hauteur maximale des plants (cm) en fin de saison (pépinière, 2022)

Graphique 2 : Hauteur des cannes (cm) en fin de saison (pépinière, 2022)

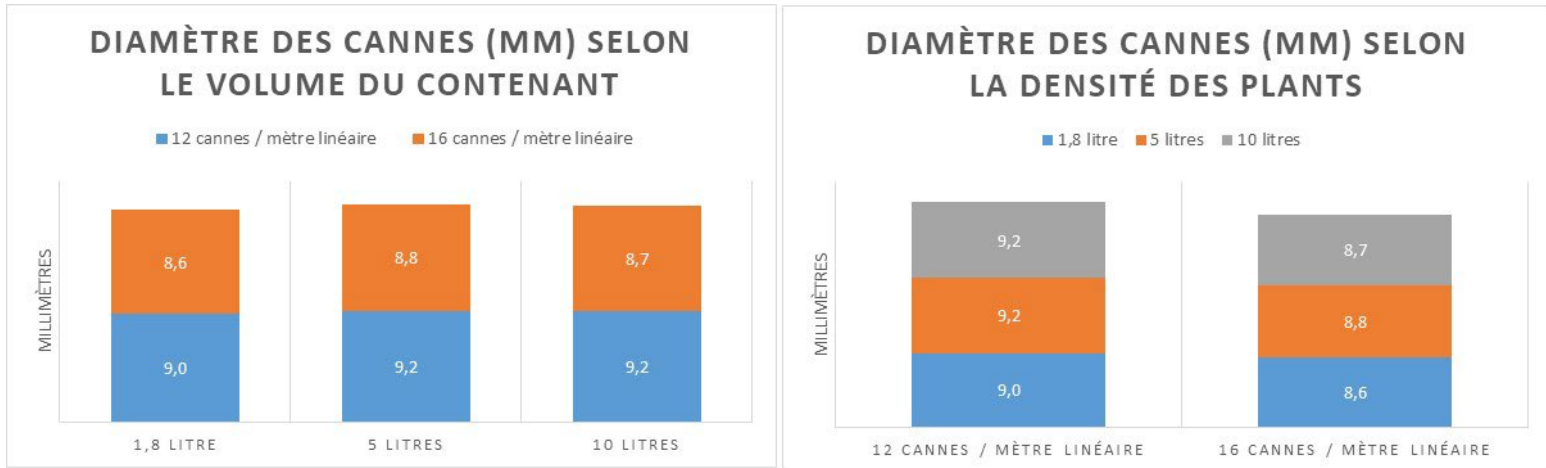


Le graphique 2 semble démontrer que la hauteur de canne en fin de saison est légèrement supérieure chez le traitement le plus dense (16 cannes / m linéaire). Bien que les différences soient minimales, on peut y noter une certaine tendance.

La corrélation semble moins évidente lorsqu'on observe les résultats se rapportant aux volumes des contenants. On note toutefois que les cannes sont plus hautes en fin de saison lorsqu'elles sont produites dans le contenant de 5 litres.

C. Diamètres moyen des cannes (mm)

Graphique 3 : Diamètre moyen (mm) des cannes selon la densité des plants et selon le volume des contenants (tunnels, 2023)

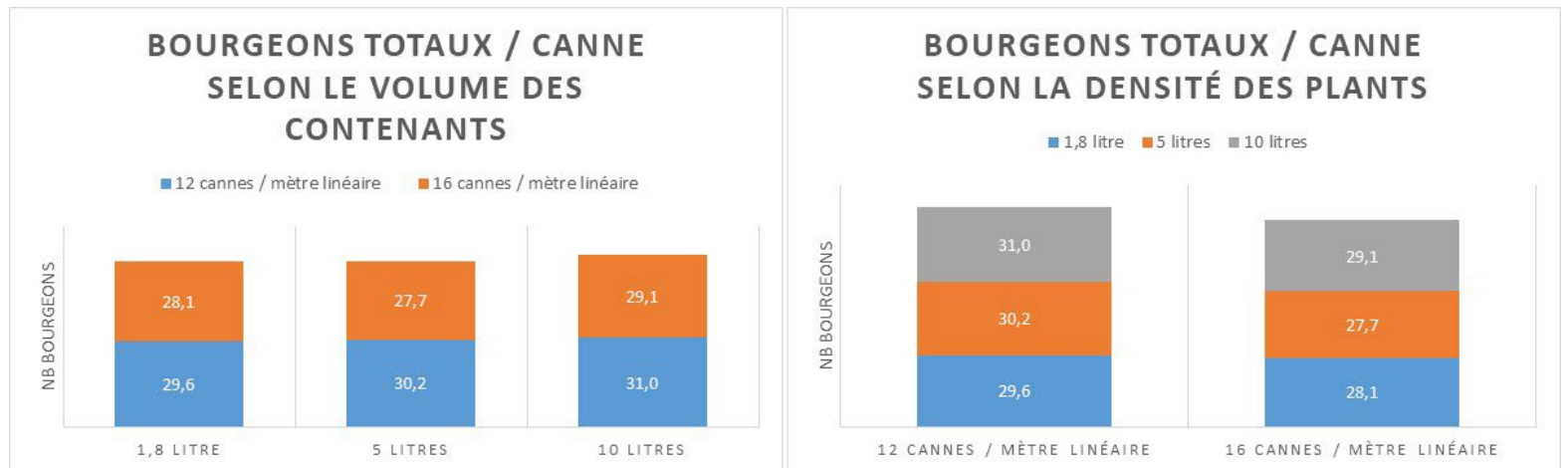


Le graphique 3 indique que la densité des plants semble influencer le diamètre des cannes. En effet, on note que les plants les plus espacés (12 cannes par mètre linéaire) ont un diamètre de canne moyen légèrement plus important que les plants installés plus densément à 16 cannes par mètre linéaire. Dans le projet, la densité à 12 cannes par mètre linéaire a engendré une augmentation moyenne du diamètre des cannes d'environ 0.43 mm par rapport au traitement standard.

On remarque cependant que le volume des contenants ne semble pas avoir d'incidence sur le diamètre des cannes.

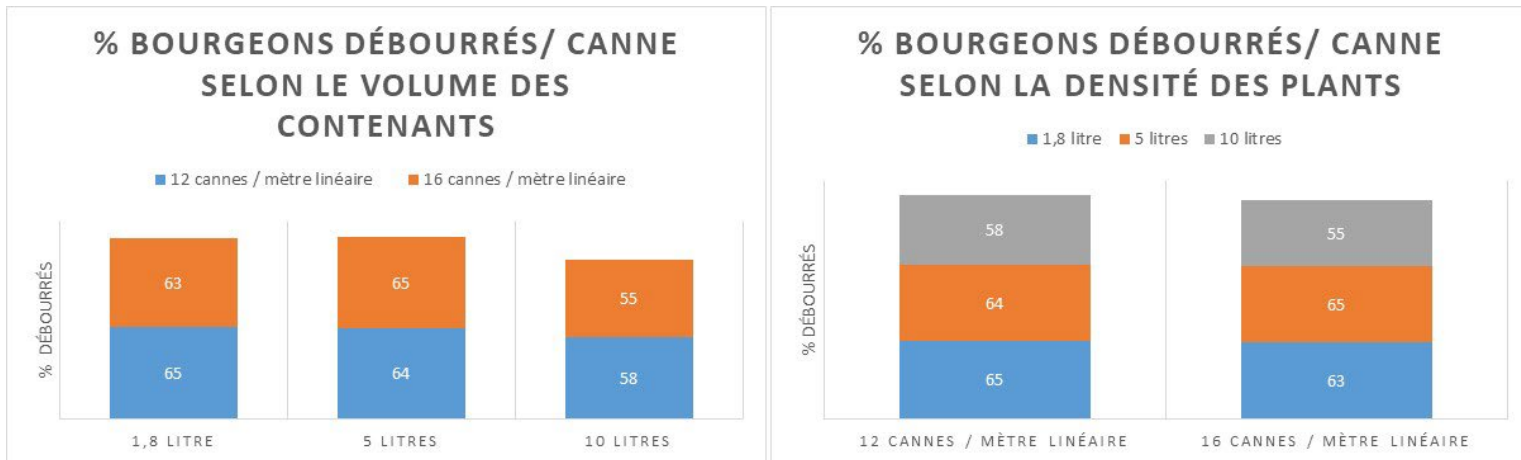
D. Nombre total de bourgeons versus nombre de bourgeons débouffés (tunnels, 2023).

Graphique 4 : Nb de bourgeons totaux par canne (tunnels, 2023)



Bien que les différences soient minimales, voire tendanciellles, le graphique 4 indique que le nombre total de bourgeons par canne pourrait être favorisé par le traitement le moins dense à 12 cannes par mètre linéaire puisqu'ils démontrent en moyenne 6.6% plus de bourgeons. Le volume de 10 litres quant à lui indique une quantité de bourgeons légèrement plus importante que les deux autres contenants puisque les résultats du projet suggèrent une valeur supérieure de près de 4%.

Graphique 5 : Pourcentage de bourgeons débourrés par canne (tunnels, 2023)

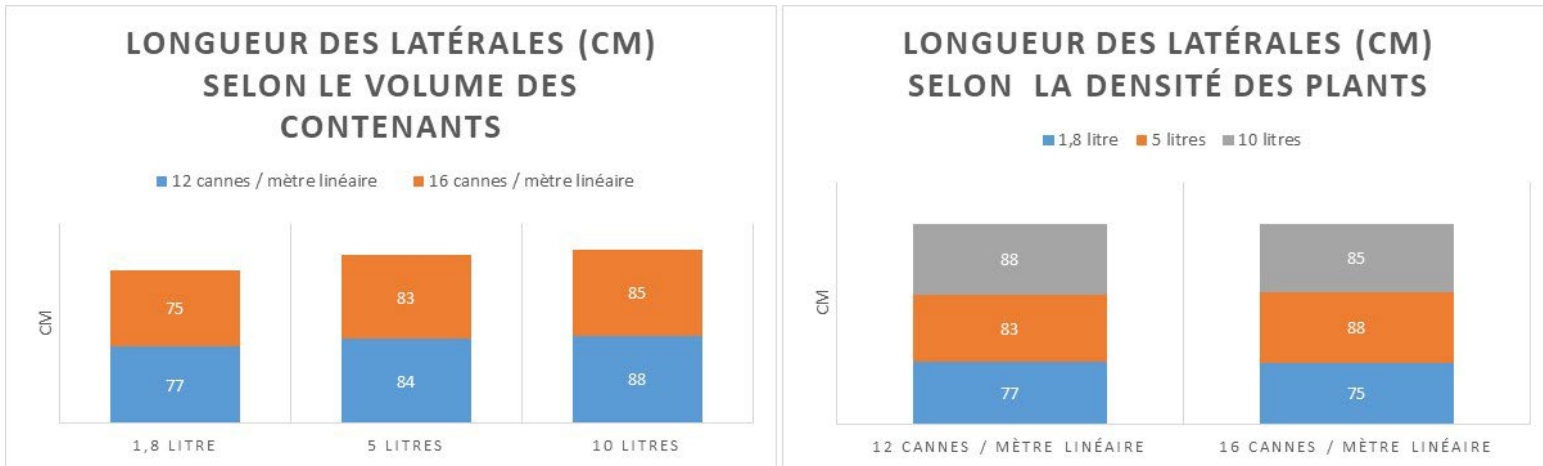


Le graphique 5 indique que le pourcentage de bourgeons débourrés par canne ne semble pas avoir été influencé par la densité des plants car les taux de débourement sont assez similaires.

D'un autre côté, on remarque que le pourcentage de débourement des bourgeons paraît avoir été influencé par le volume des contenants. En effet, le contenant de 10 litres montre un taux de débourement plus faible de près de 7,5% par rapport aux deux autres.

E. Longueur moyenne des latérales (cm) à 1 mètre de la base (tunnels, 2023)

Graphique 6 : Longueur des latérales (à 1 m de la base) selon la densité de plants

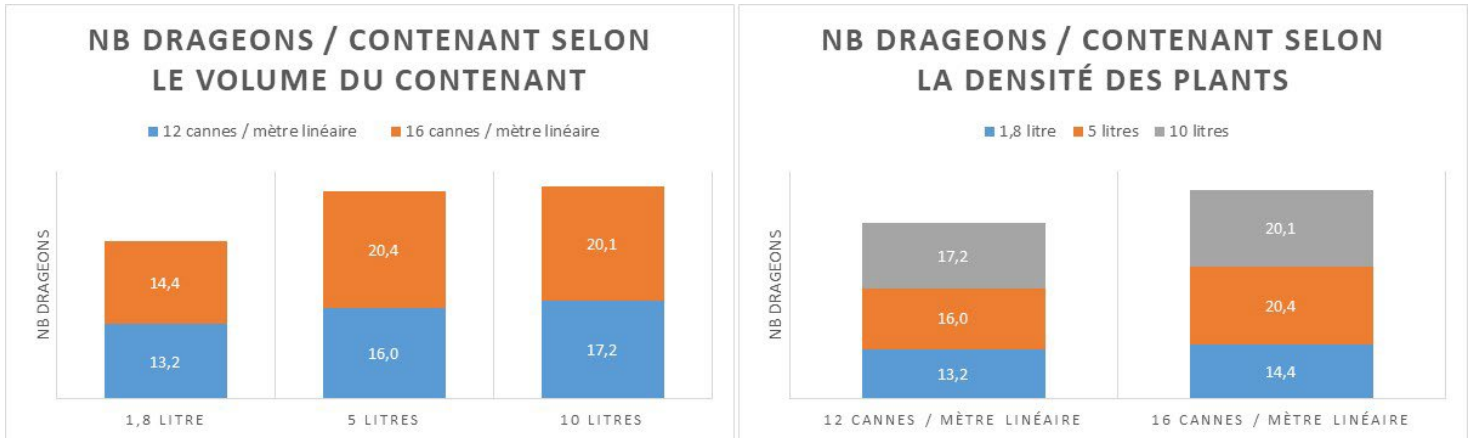


Le graphique 6 montre que la longueur moyenne des latérales ne semble pas vraiment influencée par la densité des plants puisque les données sont plutôt semblables.

On note toutefois que le volume des contenants semble être un paramètre qui a une incidence sur la longueur des latérales. On constate effectivement que plus le volume du contenant est important et plus la longueur des latérales est grande.

F. Nombre de drageons enlevés par contenant (tunnels, 2023)

Graphique 7 : Nb de drageons enlevés par contenant

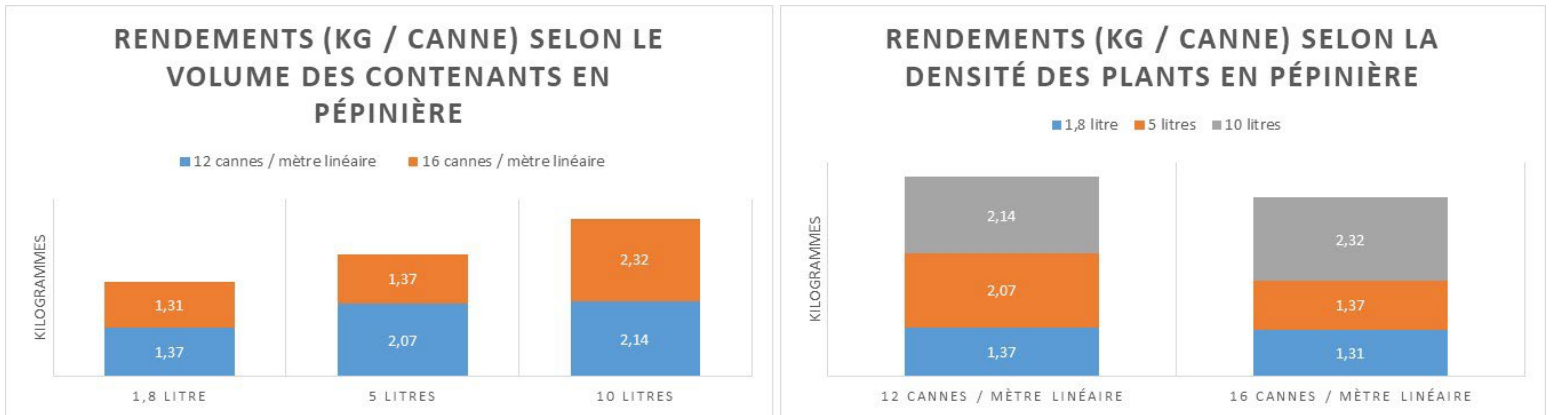


Le graphique 7 démontre que la densité des plants affecte le nombre de drageons par contenant. On remarque que les plants ayant subi le traitement le plus dense en pépinière (16 cannes / mètre linéaire) produit plus de drageons lors de la phase production.

Le volume du contenant semble également avoir eu un impact sur le nombre de drageons par contenant. Les volumes de 5 litres et 10 litres paraissent produire plus de drageons par contenant que le traitement employant le volume de 1,8 litre.

G. Rendements en kilogrammes par canne (tunnels, 2023)

Graphique 8 : Rendements en kg / canne

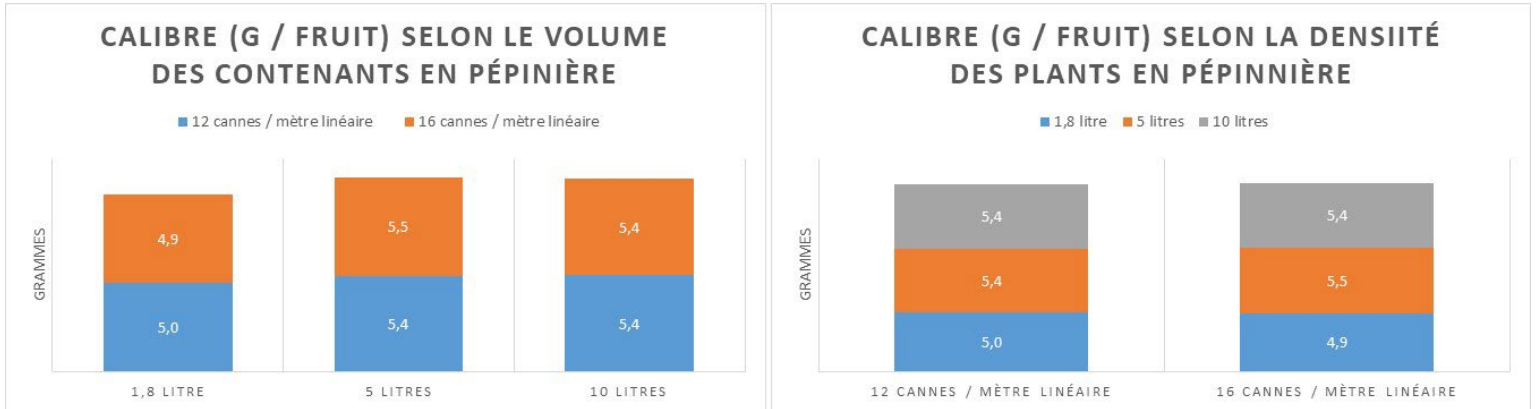


Le graphique 8 souligne que les plants ayant été soumis au traitement le plus espacé en pépinière (12 cannes / mètre linéaire) ont en moyenne des rendements un peu plus intéressants comparativement aux plants ayant été soumis au traitement le plus dense (16 cannes / mètre linéaire).

Également, le volume du contenant semble avoir un impact important sur les rendements. En effet, les résultats du projet montrent que le standard de 1,8 litre a des rendements inférieurs aux deux autres volumes comparés. On remarque aussi que le volume de 10 litres est celui ayant permis d'obtenir les rendements les plus élevés, c'est à dire en moyenne de 1,66 fois plus important que le traitement standard de 1,8 litre.

H. Calibre des fruits pondéré en fonction des récoltes en grammes par fruit (tunnels, 2023)

Graphique 9 : Calibre pondéré des fruits (g / fruit)



Le graphique 9 indique que la densité des plants n'a pas eu d'influence sur le calibre pondéré des fruits puisque les données sont comparables.

Par ailleurs, les contenant de 5 litres et de 10 litres semblent favoriser des calibres pondérés de fruits supérieurs comparativement aux résultats du contenant standard. Les résultats proposent que les deux volumes de contenants les plus grands ont en moyenne 0,5 gramme de plus par fruit que ceux ayant été soumis au traitement de 1,8 litre.

I. Qualité des fruits et pourcentages de pertes (tunnels, 2023)

Tableau 2 : Rendements, calibre des fruits, qualité des fruits et pourcentages de pertes selon les traitements de densités des plants et de volumes des contenants (tunnel, 2023)

Traitements	FRUITS COMMERCIALISABLES			FRUITS NON-COMMERCIALISABLES									PERTES TOTALES %
	RENDEMENTS		Calibre pondéré g / fruit	Calibre insuffisant %	Botrytis %	Nectar %	Grenaille %	Trop mûre %	Pointe verte %	Double fruits %	Fermeté insuffisante %	Autres %	
	g / canne	kg / canne											
1 (1,8 L- 12)	1373	1,37	5,0	0,3	2,1	0,1	0,6	0,4	1,3	0,2	0,5	0,5	6,1
2 (1,8 L-16)	1309	1,31	4,9	0,4	3,6	0,0	0,3	0,4	1,0	0,2	0,6	0,6	7,1
3 (5 L-12)	2068	2,07	5,4	0,3	2,8	0,0	0,2	0,7	1,6	0,1	0,5	0,5	6,8
4 (5 L-16)	1371	1,37	5,5	0,3	4,1	0,0	0,2	0,6	1,4	0,3	0,5	0,7	8,0
5 (10 L-12)	2135	2,14	5,4	0,4	3,5	0,0	0,3	0,7	2,0	0,4	0,6	0,6	8,5
6 (10 L-16)	2320	2,32	5,4	0,3	1,4	0,1	0,3	0,6	1,8	0,6	0,4	0,7	6,1

Le tableau 2 expose les rendements, le calibre des fruits pondéré en fonction des récoltes et les pourcentages des différents types de déclassement des fruits. Mise à part les résultats de rendements et de calibres des fruits, il n'y a pas réellement de donnée qui se démarque lorsque l'on compare les différents traitements.

ÉVALUATION DES COÛTS DE FERTILISATION SELON LES TRAITEMENTS

J. Évaluation des coûts de fertigation

Tableau 3 : Évaluation des coûts de fertigation selon l'année en pépinière, l'année en production en fonction des traitements.

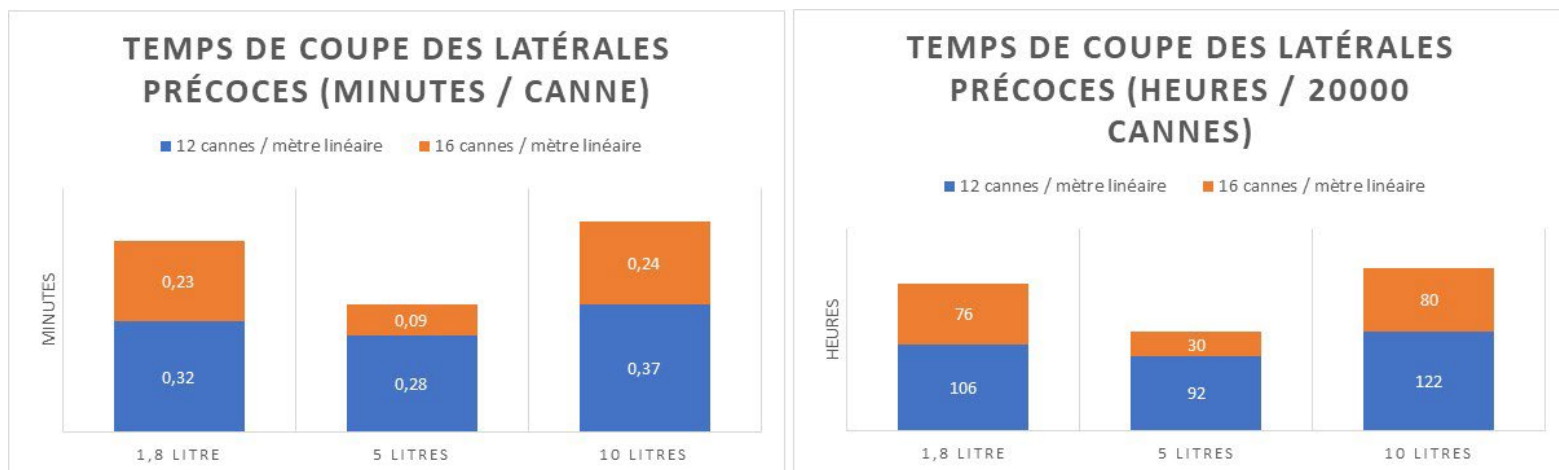
Paramètres	Unités	Traitements					
		1	2	3	4	5	6
Coût de la fertigation an 1	\$/mètre linéaire	0,45	0,60	0,57	0,76	0,75	1,00
Coût de la fertigation an 2	\$/mètre linéaire	0,95	0,96	0,96	0,95	1,22	1,23
Coût de la fertigation an 1 & an 2	\$/mètre linéaire	1,40	1,56	1,53	1,71	1,96	2,23
Coût de la fertigation an 1	\$/canne	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06	0,06
Coût de la fertigation an 2	\$/canne	0,16	0,16	0,16	0,16	0,21	0,21
Coût de la fertigation an 1 & an 2	\$/canne	0,20	0,20	0,21	0,21	0,27	0,27
Estimation du coût de la fertigation an 1 & an 2	\$/ha	3551	3551	3728	3728	4813	4813

On remarque que les traitements les plus denses, lors de la phase pépinière, augmentent les coûts en fertigation d'environ 10%. Également, on note que les traitements les plus coûteux sont ceux ayant employé le contenant de 10 litres en pépinière. En effet, si on compare au témoin (contenant de 1,8 litre), le traitement utilisant le contenant de 10 litres augmente les coûts de fertigation d'environ 30%.

TEMPS EN MAIN-D'ŒUVRE

K. Temps en main-d'œuvre pour la coupe des latérales précoces en pépinière (pépinière, 2022)

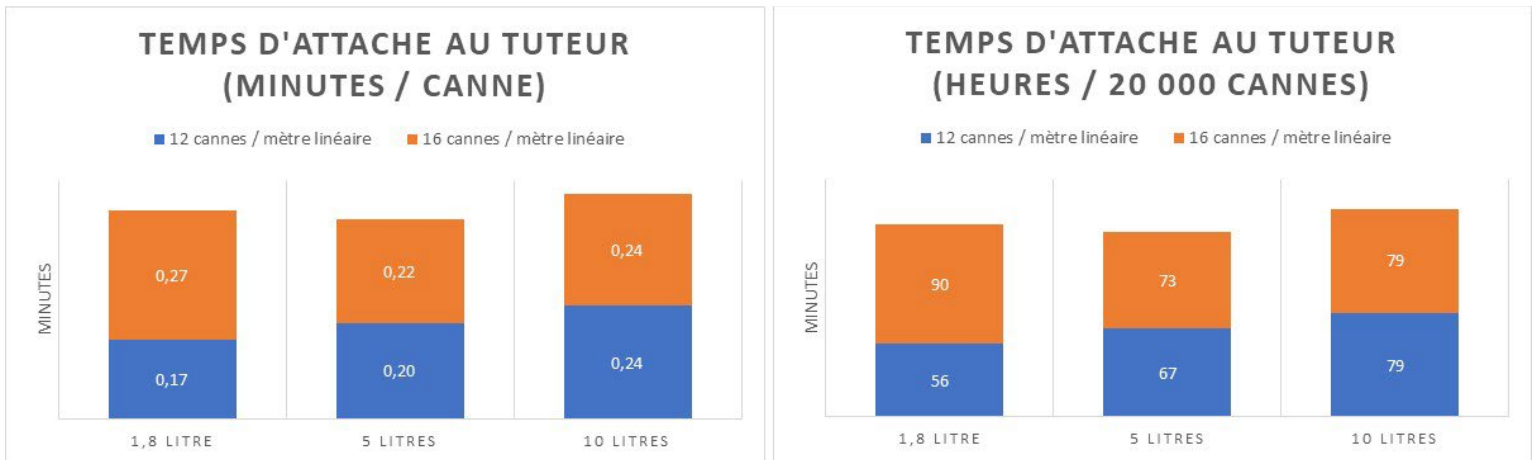
Graphique 12 : Taille des latérales précoces (temps en minute par canne vs temps en heures pour 20 000 cannes) selon les traitements.



Le graphique 12 indique qu'il est plus long de couper les latérales précoces dans les parcelles les plus espacées (12 cannes / mètre linéaire) comparativement à celles les plus denses (16 cannes / mètre linéaire). Le graphique indique également dans l'essai que les volumes de 1,8 litre et de 10 litres demandent plus de temps comparativement au traitement de 5 litres.

L. Temps en main-d'œuvre pour le tuteurage (attache des cannes au bambou) (pépinière, 2022)

Graphique 13 : Attache des plants au bambou (temps en minute par canne vs temps en heures pour 20 000 cannes) selon les traitements



Concernant le tuteurage des cannes aux bambous, on remarque que le temps de travail associé au traitement le plus dense semble plus important. Plus nos cannes sont rapprochées et plus il devient ardu de les attacher à leur tuteur. Toutefois, il demeure moins clair d'établir une corrélation entre le temps d'attache et le volume des contenants. On pourrait déduire qu'un pot plus petit facilite l'attache des plants puisque c'est généralement la tendance qu'indique le graphique. Cependant, le plus petit volume (1.8 L) disposé à 16 cannes au mètre linéaire paraît être le traitement le plus laborieux alors que le même contenant à 12 cannes au mètre linéaire semble être le traitement demandant le moins de temps.

M. Temps en main-d'œuvre pour l'installation de l'aire de production (tunnels, 2023)

Tableau 3 : Temps en main-d'œuvre pour l'installation de l'aire de production en tunnel.

Contenant 10 litres	Temps (min) / contenant de 3 cannes	Temps (h) / 20000 cannes	Temps total (h) / 20000 cannes
Transport pépinière aux tunnels	0,7	73	
Déchargement des plants	0,7	73	
Installation des contenants sur le drain	0,4	43	270
Installation piquets d'irrigation	0,2	17	
Attache + coupe ruban adhésif + retirer tuteurs	0,6	63	
Contenant 1,8 litre	Temps (min) / contenant de 2 cannes	Temps (h) / 20000 cannes	Temps total (h) / 20000 cannes
Installation contenants 10 litres (pots, coco + lavage, piquets d'irrigation)	0,9	156	
Interchanger piquets d'irrigation (optimisation lavage du coco)	0,1	10	
Transport pépinière aux tunnels	0,4	70	502
Déchargement des plants	0,5	78	
Plantation + attache + coupe ruban adhésif + retirer tuteurs	1,1	188	
Contenant 5 litres	Temps (min) / contenant de 2 cannes	Temps (h) / 20000 cannes	Temps total (h) / 20000 cannes
Installation contenants 10 litres (pots, coco + lavage, piquets d'irrigation)	0,9	156	
Interchanger piquets d'irrigation (optimisation lavage du coco)	0,1	10	
Transport pépinière aux tunnels	0,6	96	584
Déchargement des plants	0,6	96	
Plantation + attache + coupe ruban adhésif + retirer tuteurs	1,4	225	

Les données recueillies indiquent que pour l'installation de l'aire de production, les contenants de 10 litres sont moins coûteux en main-d'œuvre comparativement aux deux autres. On remarque également que le contenant de 5 litres est le plus demandant en main-d'œuvre durant l'étape d'installation de l'aire de production.

N. Temps en main-d'œuvre pour le sarclage des drageons (tunnels, 2023)

Graphique 15 : Sarclage des drageons selon les traitements



Bien que le graphique 15 indique qu'il est plus long de sarcler les drageons du contenant de 10 litres, on remarque toutefois que pour une production fictive de 20 000 cannes, le contenant de 10 litres reste moins coûteux en main-d'œuvre pour cette tâche comparativement aux deux autres.

Par ailleurs, le graphique 15 démontre également que le traitement ayant été le moins dense durant la phase pépinière (12 cannes / mètre linéaire) présente des temps en main-d'œuvre plus courts.

Évaluation technico-économique des différents traitements

Tableau 4 : Évaluation technico-économique des différents traitements

Traitements	Temps Tuteurage	Temps Coupe des latérales	Temps Installation aire de production	Temps Sarclage drageons	Temps d'entretien total	Temps de cueillette (3 kg/h)	Coût main-d'œuvre (17\$/h)	Coûts fertigation (an1 & an 2)	Rendements	Revenu brut (13\$/ kg)	Revenu net
	Heures / 20 000 cannes	Heures / 20 000 cannes	Heures / 20 000 cannes	Heures / 20 000 cannes	Heures / 20 000 cannes	Heures / 20 000 cannes	\$ / 20 000 cannes	\$ / 20 000 cannes	Kg / 20 000 cannes	\$ / 20 000 cannes	\$ / 20 000 cannes
1 (1,8-12)	56	106	502	183	847	9153	169991	3945	27458	356950	183014
2 (1,8-16)	90	76	502	209	877	8726	163256	3945	26178	340310	173108
3 (5-12)	67	92	584	191	933	13790	250295	4142	41369	537801	283364
4 (5-16)	73	30	584	246	932	9139	171202	4142	27416	356403	181058
5 (10-12)	79	122	270	150	621	14236	252576	5348	42709	555211	297287
6 (10-16)	79	80	270	189	617	15465	273392	5348	46394	603122	324382

Le tableau 4 montre que le traitement à plus faible densité semble généralement plus intéressant en affichant des revenus supérieurs, du moins pour les traitements en contenants de 1,8 litre et de 5 litres. On remarque toutefois que le volume du contenant est le paramètre ayant le plus d'influence sur les revenus. En effet, les contenants de 10 litres paraissent les plus avantageux comparativement aux deux autres formats. On remarque également que le temps d'entretien est plus demandant pour les contenants de 5 litres. Les contenants de 10 litres sont quant à eux les moins exigeants coté main d'œuvre.

En réalité, dans l'essai, les traitements ayant utilisé les contenants de 10 litres ont presque permis de doubler le revenu net par rapport au traitement standard (173 108 \$ versus 297 287 \$ et 324 382 \$).

DISCUSSION

Densité des cannes

Les plants les plus espacés, à 12 cannes par mètre linéaire, semblent avoir plus de vigueur que les plants installés plus densément à 16 cannes par mètre linéaire. En effet, les résultats du projet semblent indiquer que les plants positionnés à 12 cannes par mètre linéaire produisent plus de latérales précoces durant la phase végétative, ont un diamètre de canne supérieur et semblent produire un nombre de bourgeons légèrement plus important par canne. On peut alors supposer que les plants les plus espacés ont un meilleur accès à la lumière, ce qui pourrait favoriser leur potentiel photosynthétique. On peut alors se demander si un plant plus stimulé par la lumière pourrait amplifier la croissance de ses latérales précoces durant la phase végétative? On peut aussi penser qu'ils sont plus trapus car on note également qu'ils sont légèrement plus courts de quelques centimètres en fin de saison végétative par rapport aux plants positionnés à 16 cannes par mètre linéaire. Un plant plus espacé semble moins étioilé et pourrait favoriser des entre-nœuds plus rapprochés. Effectivement, les résultats tendent à montrer que le nombre total de bourgeons est plus important chez les plants espacés à 12 cannes par mètre linéaire. Dans ce sens, cela pourrait également promouvoir un diamètre de canne plus fort.

Par ailleurs, durant la saison de production sous tunnel, il semble que les plants ayant subi le traitement le plus dense, à 16 cannes par mètre linéaire, produisent plus de drageons que les plants qui avaient été installés plus espacés. Peut-on soulever l'hypothèse que les plants les plus espacés ont une vigueur de canne plus importante et qu'ils favorisent l'apport en énergie à la canne qui est en production fruitière plutôt que sur les drageons qui sont en réalité de potentielles cannes végétatives? Quoi qu'il en soit, de manière générale, les plants ayant été soumis au traitement le plus espacé, à 12 cannes par mètre linéaire, montrent des résultats de rendements sous grands tunnels un peu plus importants que le traitement le plus dense.

Dans un contexte de coûts de production, on note qu'à 12 cannes par mètre linéaire, la coupe des latérales est plus laborieuse qu'à 16 cannes par mètre linéaire. Cela s'explique probablement parce que le traitement à 12 cannes par mètre linéaire produit plus de latérales précoces durant la phase végétative. En revanche, le temps de tuteurage est moins long lorsque les plants sont plus espacés comparativement au traitement le plus dense. Selon les employés, il est plus facilitant de travailler sur des plants à 12 cannes par mètre linéaire puisqu'il y a plus d'espace pour œuvrer et que les cannes sont plus visibles. Également, le temps de sarclage des drageons durant la phase de production sous tunnels est moins demandant lorsque les plants ont été soumis au traitement le plus espacé. Cela s'explique possiblement parce que les plants produits à cette densité ont généré moins de drageons que les plants ayant été soumis au traitement à 16 cannes par mètre linéaire.

Si on regarde les coûts reliés à la fertigation, on note que les traitements les plus denses sont les plus coûteux, un résultat qui s'explique et qui semble normal puisqu'il y a plus de plants par mètre linéaire et donc une augmentation des besoins.

Volume des contenants

Le volume des contenants est un essai qui paraît influencer la vigueur des plants. En effet, les résultats les plus intéressants proviennent des cannes végétatives bâties durant la phase pépinière dans un contenant de 10 litres comparativement aux deux autres traitements (5 litres et 1,8 litre). Bien que les latérales précoces durant la phase végétative ne soient pas souhaitables puisqu'elles augmentent la charge de travail, pourraient-elles potentiellement être indicatrices de la vigueur des plants? Dans les faits, on remarque que les plants ayant effectué leur croissance dans les contenants de 5 litres et de 10 litres ont plus de latérales précoces en phase végétative que le traitement standard produit dans un plus petit volume de substrat. On note également que le contenant de 10 litres semble favoriser des cannes plus trapues par rapport aux deux autres traitements (5 litres, 1,8 litre). Dans le contenant de 10 litres, les cannes sont effectivement plus courtes de quelques centimètres et ont une quantité totale de bourgeons par plants supérieure. Ce qui laisse à penser que les plants bâtis dans un volume de 10 litres présentent des entre-nœuds plus courts. Peut-on penser qu'un contenant de plus grand volume vit moins de variations hydriques qu'un de plus petit volume? Est-ce qu'il y a plus de disponibilité de l'eau et de la fertilisation pour les plants dans un grand volume de substrat comparativement à un plus petit? Est-ce qu'au final, les plants sont moins stressés et plus performants? Toutefois, bien que le nombre de bourgeons sur une canne de 180 centimètres soit plus important lors du traitement utilisant le volume de 10 litres, il reste que le pourcentage de bourgeons débouffés est considérablement plus faible comparativement aux autres traitements. Il demeure difficile d'expliquer pourquoi les contenants de 10 litres ont des taux de débouffement plus faibles d'environ 7,5% comparativement aux deux autres contenants. Toutefois, un fait intéressant est que bien qu'il y ait moins de bourgeons débouffés durant la saison de production fruitière, on note que la longueur moyenne des latérales est supérieure de 3 à 10 centimètres en comparant respectivement les traitements en contenants de 5 litres et de 1,8 litre. D'ailleurs, les résultats de rendements en

fruits sont également plus élevés pour les traitements utilisant le volume de 10 litres. Il est surprenant de noter que même si le nombre de latérales débourrées est plus faible chez le traitement en contenant de 10 litres, on constate tout de même qu'il n'y a pas de baisse de rendements et qu'au contraire, les résultats indiquent des rendements bien supérieurs. Il en est de même pour le calibre des fruits. En effet, les contenants de plus grands volumes, 5 litres et 10 litres, ont des calibres de fruits pondérés en fonction des récoltes plus importants que ceux provenant du traitement standard de 1,8 litre.

D'autre part, si on s'attarde aux coûts de production, le volume des contenants est un essai qui semble avoir particulièrement influencé l'efficacité de la main-d'œuvre. En effet, il est aisé d'expliquer que les contenant de 10 litres ont été plus exigeants en ce qui concerne la taille des latérales précoces durant la phase végétative puisque la quantité à couper était plus importante que le traitement standard à 1,8 litre. Aussi, le temps de tuteurage semble avoir été légèrement plus long avec le contenant de 10 litres comparativement aux autres. Il est probable que la configuration des plants dans les contenants de 10 litres ait affecté l'efficacité de la main-d'œuvre. En effet, étant donné qu'il y a trois plants par contenant de 10 litres au lieu de deux plants, il demeure plus ardu d'effectuer le tuteurage selon les employés.

Concernant le sarclage des drageons, les tableaux nous indiquent qu'il est plus long de sarcler un contenant de 10 litres puisqu'il produit plus de drageons par contenant comparativement aux deux autres formats. Cela est probablement dû au fait que les plants sont déjà enracinés dans leur contenant de 10 litres, qu'ils sont prêts à produire des drageons et qu'ils ont trois plants par contenant. De leur côté, les deux autres traitements doivent d'abord coloniser de leurs racines les pots de 10 litres dans lesquels ils ont été repiqués au début de la saison de production et ont plutôt deux plants par contenant. On soulève toutefois que pour une production fictive de 20 000 cannes, il est plus rapide de sarcler les drageons des plants ayant utilisé le volume de 10 litres. Cela est dû au fait que

le traitement ayant employé le contenant de 10 litres contient trois plants par pot plutôt que deux comme les autres traitements. Les employés se retrouvent donc à sarcler 6667 contenants comparativement à 10 000 pour les traitements ayant utilisés les contenants de 1,8 litre et 5 litres. C'est donc 33,3% moins de contenants à sarcler avec le traitement de 10 litres.

Concernant l'installation de l'aire de production, les résultats ont indiqué que le volume de 10 litres est celui qui est le moins demandant en main-d'œuvre. Cela s'explique par le fait que les cannes ayant effectuées leur croissance végétative en pépinière dans des contenants de 10 litres n'ont pas à être repiquées lors de la phase production contrairement aux deux autres types de contenants. Également, les contenants de 10 litres sont déjà pourvus de leur substrat alors qu'on part de zéro avec les 2 autres. C'est-à-dire qu'on doit placer les blocs de coco dans les nouveaux contenants de 10 litres, on doit réhydrater le coco, procéder au lavage de ce dernier et on doit repiquer les plants dans le nouveau contenant. On peut aussi réfléchir au fait que les plants ayant effectués leur croissance végétative dans des contenants de 10 litres en pépinière sont pourvus de 3 plants par contenant alors que les deux autres types sont pourvus de 2 plants par contenant. Si on prend une production fictive de 20 000 plants, on aura besoin de 6667 contenants de 10 litres contrairement à 10 000 contenants de 1,8 litre ou 5 litres. On peut donc calculer qu'on a besoin de 33% moins de contenants lorsque le format de 10 litres est utilisé dès la phase pépinière. On s'attend alors à moins de manipulation de la part des employés à plusieurs niveaux (disposition en pépinière, transport, installation dans les tunnels, sarclage, etc..) et également à une économie de substrat.

D'un autre côté, on remarque que les coûts en fertigation augmentent lorsqu'on utilise un contenant de plus grand volume durant la phase pépinière. Peut-on émettre l'hypothèse que des volumes de substrat plus importants génèrent une meilleure rétention en eau et sont plus difficiles à faire lessiver? Dans ce cas, il faudrait un volume de solution nutritive plus élevée pour obtenir un pourcentage

de lessivage adéquat. Par ailleurs, pourrait-on également supposer que les plants ayant effectués leur développement dans des contenants de plus grands volumes sont avantagés au niveau de leur croissance et ont donc des besoins en fertigation plus importants? Lors de la phase production, les résultats ont également indiqué que les plants des traitements 5 et 6 (10 litres) ont produits des rendements en fruits bien supérieurs par rapport au témoin. Peut-on soulevé l'hypothèse que cette augmentation de rendement est corrélée avec une augmentation des besoins en fertigation?

CONCLUSION

Bien que le projet n'ait pas été répété deux fois, les résultats sont très intéressants et semblent pertinents pour la production de framboises hors-sol. Selon le projet réalisé en 2022-2023, le contenant le plus avantageux serait celui de 10 litres étant donné qu'il est moins exigeant en termes de main-d'œuvre et que les résultats de rendements sont supérieurs. Il demeure que cet essai devra être reconduit pour valider les résultats. Petit bémol, concernant l'hivernation des cannes, les contenants de 10 litres se prêtent bien à une hivernation extérieure sous couvertures thermiques. En revanche ce format de contenants n'est pas pratique pour mettre en entrepôt réfrigéré durant l'hiver. Les contenants de plus petits volumes sont à privilégier dans ce cas. L'utilisation des plus petits volumes, à 1,8 litres, semble par ailleurs légèrement favorisée par une densité plus faible à 12 cannes par mètre linéaire.

POINT DE CONTACT POUR INFORMATION

Ferme François Gosselin

Gabriel Gosselin

418-575-1362

REMERCIEMENTS AUX PARTENAIRES FINANCIERS

Nous voudrions adresser nos sincères remerciements à nos partenaires financiers.