

Évaluation des déficits de pollinisation en cannebergières et optimisation de l'utilisation de l'abeille domestique pour un meilleur rendement

G Martin¹, M Chagnon², I Drolet³ et JP Deland⁴

¹ Centre de recherche en sciences animales de Deschambault

² Université du Québec à Montréal

³ Club environnemental et technique atocas Québec

⁴ Ocean Spray

Janvier 2018

Remerciements

Ces travaux ont été réalisés grâce à une aide financière du Programme de soutien à l'innovation en agroalimentaire, un programme issu de l'accord du cadre Cultivons l'avenir conclu entre le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation et Agriculture et Agroalimentaire Canada.

Ocean Spray, le Club Environnemental et Technique Atocas Québec (CETAQ) ainsi que l'Association des Producteurs de Canneberges du Québec (APCQ) ont également contribué financièrement à la réalisation de ces travaux.

Les contributions des entreprises de productions de canneberges suivantes ont permis la réalisation de ce projet :

- Atocas Bédard,
- Canneberges Bieler,
- La Cannebergière,
- Pampev Manseau,
- Les Atocas de l'Érable.

Nous remercions tous ces contributeurs qui ont permis la réalisation de cette étude.

Nous remercions également les employés du CETAQ et du CRSAD pour leur dévouement à la réussite du projet.

Table des matières

Remerciements.....	ii
Introduction.....	4
Méthodologie	6
Résultats.....	7
2016.....	7
2017.....	15
Discussion.....	19
Conclusion	21
Bibliographie.....	23

Introduction

La canneberge est une culture dépendante de la pollinisation entomophile (McGregor, 1976; Eck, 1986; Free, 1993).

Dans les cultures commerciales de canneberges, la pollinisation effectuée par les insectes indigènes est insuffisante pour maximiser les rendements (Evans et Spivak, 2006). La location ou l'achat d'insectes pollinisateurs est donc primordial. Avec ses colonies populeuses, sa distance de butinage élevée et sa plage de température d'activité étendue, l'abeille domestique est sans contredit l'option la plus profitable parmi les insectes pollinisateurs commerciaux disponibles (Girard, 2008). Les travaux de Farrar et Bain (1947) ont permis de démontrer qu'il y avait effectivement un gain de rendement important en utilisant des colonies d'abeilles domestiques pour polliniser les fleurs de canneberge. D'autres travaux ont également confirmé cela au fil des ans (McGregor, 1976; Evans et Spivak, 2006; Chagnon, 2007). Elle pourrait être responsable de 30 à 41% de la production, allant même jusqu'à 100% où la biodiversité naturelle des pollinisateurs est faible (Delaplane & Mayer 2000). Cela peut s'avérer considérable dans le contexte actuel de cette production fruitière au Québec

Pour la production conventionnelle, lors des 5 dernières années au Québec (2010-2014), le rendement moyen a été de 23,992 lb/acre. Pour la production biologique, la moyenne des rendements pour les 5 dernières années a été de 18,263 lb/acre. Pour 2014, les prix prévus sont d'environ 0,10\$ à 0,13\$/livre pour le fruit conventionnel chez les transformateurs autres que Ocean Spray, d'environ 0,45\$/livre pour le fruit conventionnel chez Ocean Spray et d'environ 0,50\$ à 0,53\$/livre pour la production biologique. En 2014, environ 1300 acres de canneberges conventionnelles ont été récoltés et vendus à Ocean Spray, environ 5900 acres de canneberges conventionnelles ont été récoltés et vendus à d'autres transformateurs, et un autre 1300 acres de canneberges biologiques ont été récoltés. 1300 acres supplémentaires étaient en canneberges mais n'étaient pas encore en production. (Communications personnelles avec Jean-Pierre Deland agr., conseiller pour l'est du Canada chez Ocean Spray)

Même si certains producteurs utilisent plus de 4 ruches/acre, la recommandation actuelle pour la densité de colonies d'abeilles à utiliser est de 2 ruches/acre et elle est basée sur des observations plutôt que des données scientifiques (Communications personnelles avec Jean-Pierre Deland). Cela est dû au fait qu'il y a très peu d'ouvrages scientifiques sur le sujet.

Farrar et Bain (1947) ont proposé 1 à 2 colonies/acre en conditions favorables et 5 à 10 colonies/acre en conditions défavorables. Ces données sont extrapolées en estimant le nombre de fleurs dans un acre et le nombre de visites possible effectuées par les butineuses d'une colonie de 50 000 abeilles pendant une période de 3 semaines. Il y a donc une grande marge d'erreur possible. Par la suite, il y eu quelques rares études sur le sujet et suite à leurs résultats, la recommandation était d'utiliser une colonie/acre ou plus (revue par McGregor, 1976). Ce qui reste plutôt vague comme recommandation.

Il semble par la suite y avoir un vide jusqu'aux travaux de Hannah Rodman Gaines Day (2013). Suite à des sondages réalisés auprès d'une quarantaine de producteurs de canneberges, elle a établi des corrélations entre différentes données. Selon son interprétation de ses données, elle

suggère que l'utilisation de colonies d'abeilles est non bénéfique lorsque 41,6% de la région se trouvant dans un rayon de 1 km à partir du centre de la cannebergère est composée de boisés.

Lorsque la région boisée dans le rayon de 1 km passe sous les 41,6%, elle estime le gain de récolte à 1 098 kg (2 420 lb) par colonie utilisée et qu'un gain significatif de la récolte est obtenu à partir de 1,7 colonie/acre. Ses données lui suggèrent une relation linéaire entre le nombre de colonies utilisées et les rendements de récolte de 0 colonie/acre jusqu'à 7,6 colonies/acre. Elle n'a pas obtenu de donnée avec des concentration en colonies supérieure à 7,6/acre mais croit que les rendements peuvent être encore augmentés en utilisant plus de colonies. Elle rappelle que ces données sont des corrélations et ne tiennent pas compte des pratiques agricoles (fertilisation, irrigation et autre) des différents producteurs. Elle suggère la réalisation d'études à plus petite échelle pour confirmer ces corrélations et déterminer l'impact de plus de 7,6 colonies/acre.

La présente étude a été effectuée dans la perspective de déterminer s'il existe un déficit de pollinisation au Québec et si une augmentation de la densité de ruches permet de meilleurs rendements qui se traduisent en poids et nombre de fruits.

Méthodologie

Nous avons sélectionné 5 fermes en production conventionnelle de canneberges utilisant une concentration de 2 ruches/acre pour la pollinisation. Sur chacune de ces fermes, nous avons identifié 3 champs de la variété Stevens et espacés de 750m. Pour que ces champs aient une densité et un potentiel de rendement similaire, ils ont été sélectionnés suite aux recommandations des producteurs et des conseillers en fertilisation de chacune des fermes. Un lot de 2, 4 ou 8 ruches a été placé à l'extrémité des champs à raison d'un lot par champ. Les 3 formats de lot étaient présents sur toutes les fermes. Cinq placettes étaient identifiées le long d'un transect traversant le champ à 50 m des ruches.

Afin de déterminer le maximum de pollinisation possible, nous avons confiné une ruche de bourdons dans une cage de 2' x 3' pour toute la durée de la floraison. Il y avait une cage par ferme et celle-ci était située dans le champ à proximité du lot de 8 ruches. Il y avait une placette identifiée à l'intérieur de la cage. En 2016, la cage avec bourdons a été remplacée par un lot de ruche. Un 4^e champ a été identifié et un lot de 40 à 60 ruches était situé à son extrémité. Sur un transect à 50m du lot, 5 placettes ont été identifiées. En 2017, nous avons également ajouté une 6^e ferme où la densité était de 6 ruches/acre et réparties uniformément sur la ferme. Nous y avons collecté 5 placettes dans un champ.

Pour chaque placette identifiée, 20 tiges productives avec un potentiel fructifère minimal de 4 fruits ont été récoltées. La finalité de chaque fleur a été notée en fonction de leur ordre de floraison selon les catégories : pédoncule, fleur séchée, fruit avorté et fruit sain. Les fruits sains étaient pesés. Une parcelle de 1 pied carré a été identifiée pour chaque placette dont tous les fruits sains furent récoltés, pesés et dénombrés.

2016 : 5 fermes x 3 lots de ruches x 5 placettes + 1 bourdons x 1 placette

2017 : 5 fermes x 4 lots de ruches x 5 placettes + 1 ferme x 5 placettes

En 2016, une évaluation de l'activité des insectes butineurs a été effectuée dans tous les champs. Cette évaluation a eu lieu lors de la même journée pour tous les sites entre 10h et 15h. Une parcelle de 1m carré était délimitée dans le champ et le nombre de pollinisateurs observés pendant 10 minutes y était noté. Les pollinisateurs étaient divisés en 4 catégories : abeilles, bourdons, syrphes et autres.

Résultats

2016

Activité de butinage

Suite à l'analyse du nombre de visite de différents pollinisateurs dans les parcelles des traitements (2 ruches, 4 ruches, 8 ruches) aucune différence significative n'a été trouvée entre le nombre de visites des pollinisateurs sur les fleurs des parcelles de ces différents traitements. Malgré une différence apparente sur la figure 1, le nombre de visites observées était significativement similaire pour les abeilles ($F=0,047$; $P=0,625$), les bourdons ($F=0,5$; $P=0,6$) et les syrphes ($F=4,34$; $P\leq 0,05$). Une augmentation significative ($F=4,34$; $P=0,0147$) de pollinisateurs désignés comme « autres » a été observé dans le traitement 8 ruches. Ainsi, malgré l'augmentation du nombre de ruches dans les blocs de traitements 8 ruches, nous n'avons pas pu observer un plus grand nombre d'abeilles sur les fleurs (par 10 minutes) aux heures où les observations ont été réalisées (Figure 1).

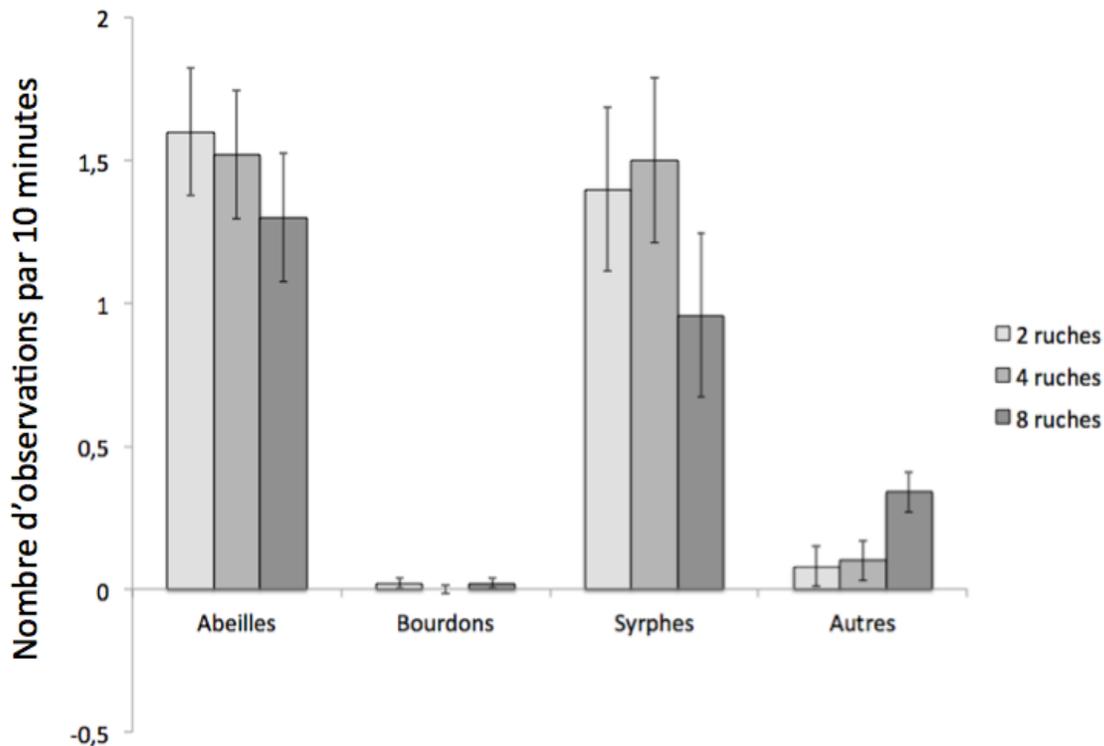


Figure 1 : Nombre moyen de visite (\pm erreur-type) d'un pollinisateur observé pendant 10 minutes, pour chaque catégorie de pollinisateur (abeille, bourdon, syrphe, autres) selon les traitements (2 ruches, 4 ruches ou 8 ruches)

Mise à fruit

Sans tenir compte de la position du fruit sur la tige et de la ferme sur laquelle les données ont été prises, il a été recensé une proportion plus élevée de fruits sains par tige dans les traitements « 4 ruches » et « 8 ruches » que dans les traitements « 2 ruches » ($n=13045$; $d.l.=8$; $\text{Khi deux}=52,401$; $P<0,0001$) (Figure 2). La proportion de fruits avortés était similaire, peu importe le traitement. Une plus grande proportion de pédoncules a été retrouvée dans le traitement « 8 ruches », ce qui laisse supposer qu'un plus grand nombre de fruits sains aurait pu être retrouvé sur les tiges prélevées dans ce traitement. En effet, lorsqu'un pédoncule seul est retrouvé, il y a fort probablement eu un fruit sain et lourd qui se serait détaché.

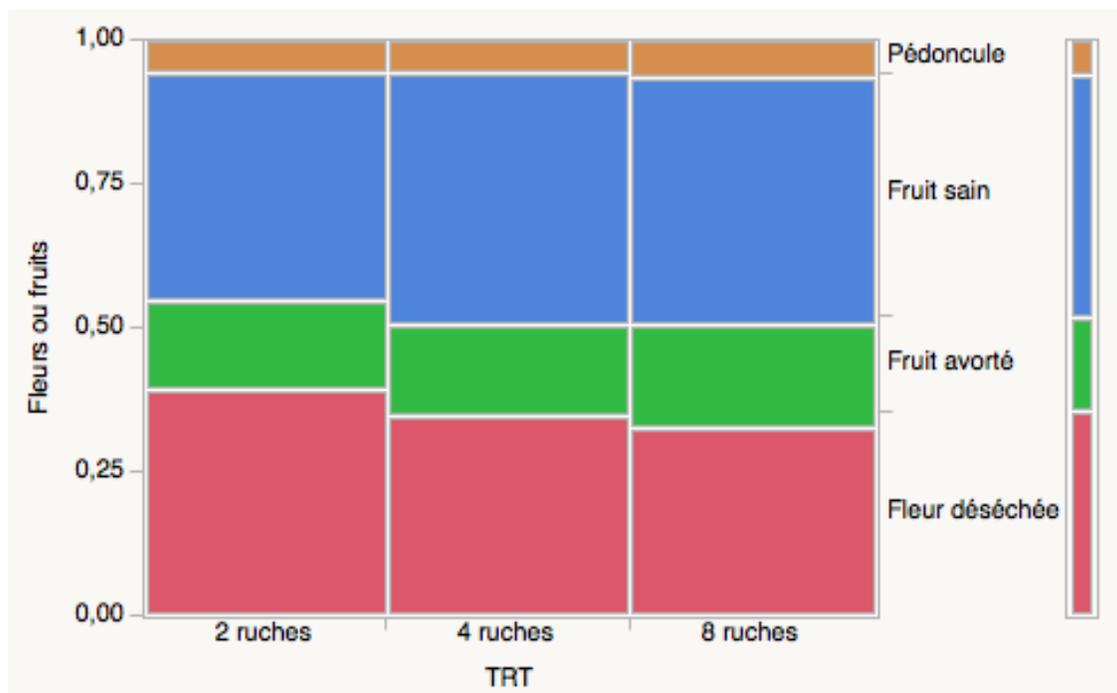


Figure 2 : Proportion de fleurs desséchées, de fruits avortés, de fruits sains et de pédoncules sur l'ensemble des tiges récoltées dans les cinq fermes expérimentales

Sur l'ensemble des tiges de tous les traitements, nous avons trouvé qu'une plus forte proportion de fruits sains se retrouvait dans les trois premières positions sur la tige (du bas vers le haut). À partir de la position trois de la fleur sur la tige, la proportion de fleurs desséchées est plus grande (Figure 3).

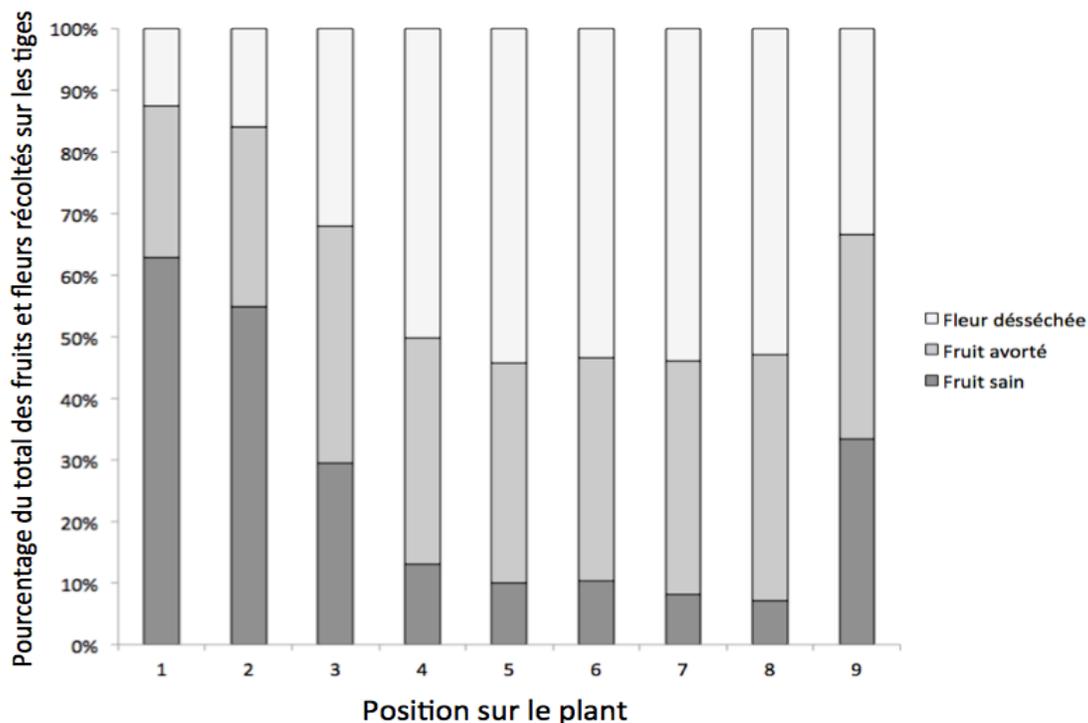


Figure 3 : Pourcentage de fleurs desséchées, de fruits avortés, de fruits sains et de pédoncules en relation avec leur position sur la tige.

Poids des fruits

Le poids moyen des fruits était significativement plus élevé dans les parcelles du traitement « 8 ruches » ($n=5484$; $t=1,96$; $\alpha=0,05$; $P<0,0001$) (tableau 1).

Tableau 1 : Poids moyen de tous les fruits de canneberges pesés, selon le traitement (nombre de ruches).

Traitement	Nombre de fruits	Poids moyen (g)	Erreur type	
2 ruches	1719	1,45	0,0099	B
4 ruches	1891	1,44	0,0095	B
8 ruches	1872	1,52	0,0095	A

Le poids des fruits a été examiné selon leur position sur la tige (le plant). Parmi les quatre premiers fruits, il y avait une baisse significative de poids entre les fruits de chaque ordre de position, et ceci pour l'ensemble des fruits de tous les traitements combinés (Figure 4). Une tendance similaire a été retrouvée selon les traitements « 2 ruches » ($n=1719$; $F=155$; $P<0,0001$), « 4 ruches » ($n=1891$; $F=16,03$; $P<0,0001$) et « 8 ruches » ($n=1872$; $F=26,33$; $P<0,0001$).

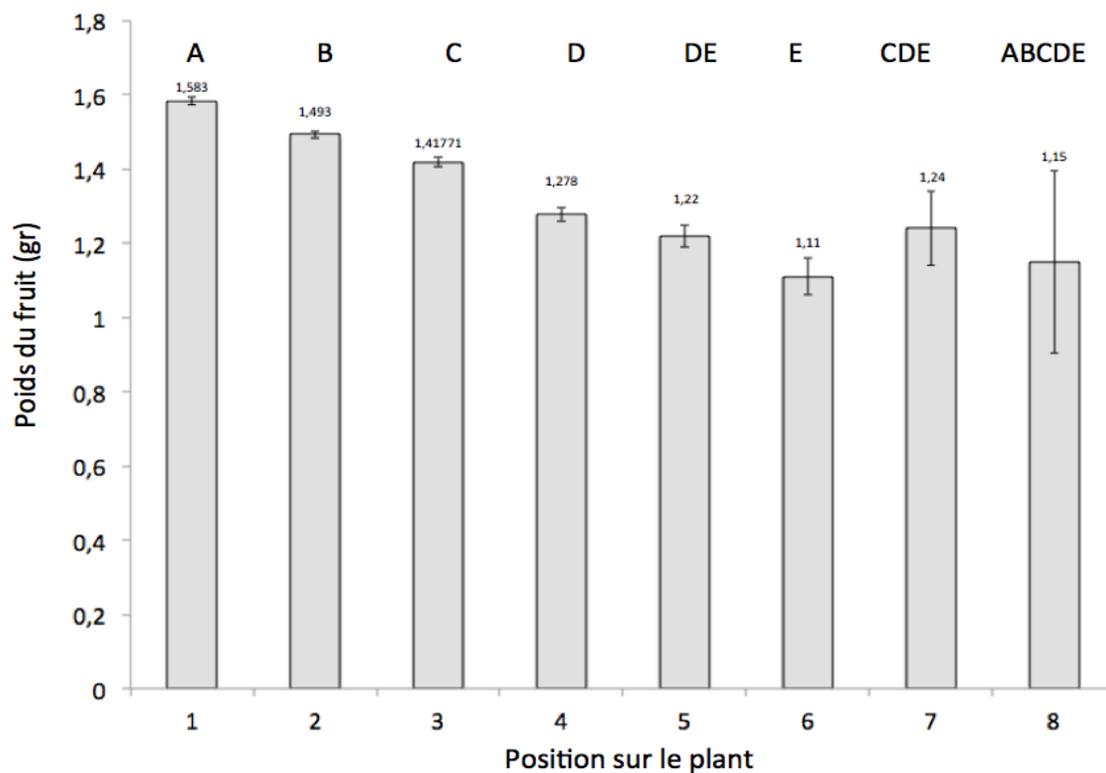


Figure 4 : Poids moyen (\pm erreur-type) des fruits (tous traitements inclus) selon leur position sur la tige.

Potentiel des tiges

Les quatre premiers fruits de la tige représentaient 94,5% de la récolte en nombre (tableau 2). Parmi les fruits occupant ces quatre premières positions, plus la position était élevée sur la tige, plus le pourcentage de fruits sains était faible ($n=10788$; d.l.=9 ; Khi deux 2414 ; $P<0,0001$) et plus la proportion de fleurs déchées était élevée (Figure 5). Un fait marquant est que le poids moyen de ces quatre premiers fruits était significativement plus élevé ($n=3336$; $F=7,14$; $P=0,0008$) dans le traitement « 8 ruches » (Figure 6)

Tableau 2 : Nombre de fruits et pourcentage de la récolte en fruits sains (tous traitements inclus) selon la position sur le plant.

Position sur la tige	Nombre de fruits	Pourcentage
1	1889	34,5
2	1773	32,3
3	1047	19,1
4	475	8,7
5	201	3,7
6	76	1,4
7	18	0,3
8	3	0,1

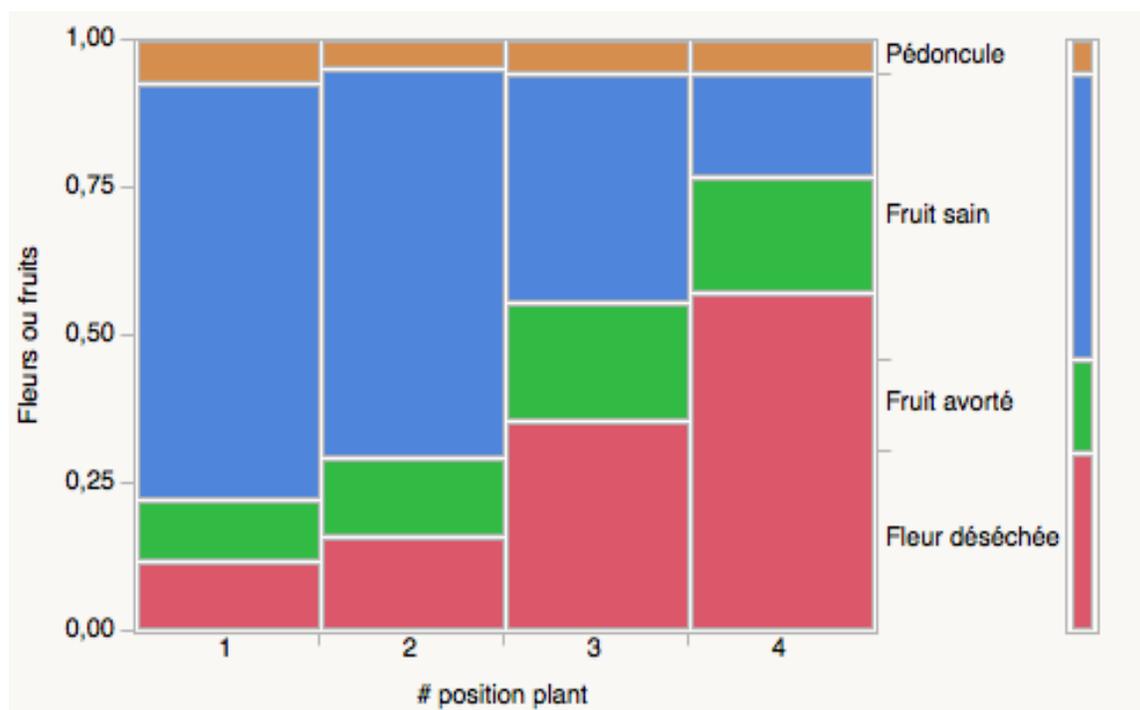


Figure 5 : Proportion de fleurs séchées, fruit avortés, fruits sains et pédoncules retrouvés parmi les quatre premières positions sur les tiges analysées (tous traitements inclus). Centre du Québec, 2016.

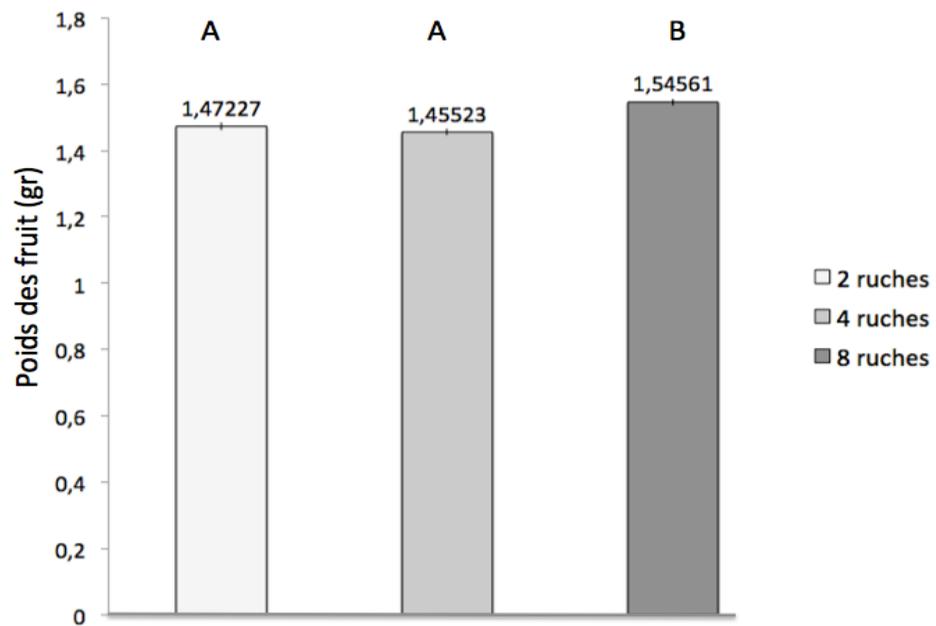


Figure 6 : Poids moyen (\pm erreur-type) des quatre premiers fruits de canneberge sur l'ensemble des tiges selon le nombre de ruches placées dans les parcelles expérimentales. Centre du Québec, 2016.

Déficit de pollinisation

Un plus grand nombre de fleurs desséchées ont été retrouvées sur les tiges récoltées dans le traitement « Bourdons » ($n=1765$; $d.l.=3$; $Khi\ deux=24,78$; $P<0,0057$) que dans le traitement « 8 ruches » (Figure 7). Le poids moyen de l'ensemble des fruits sains était aussi plus élevé dans le traitement « 8 ruches » que dans le traitement « Bourdons » ($n=750$; $F=7,34$; $P=0,00069$) (Figure 8).

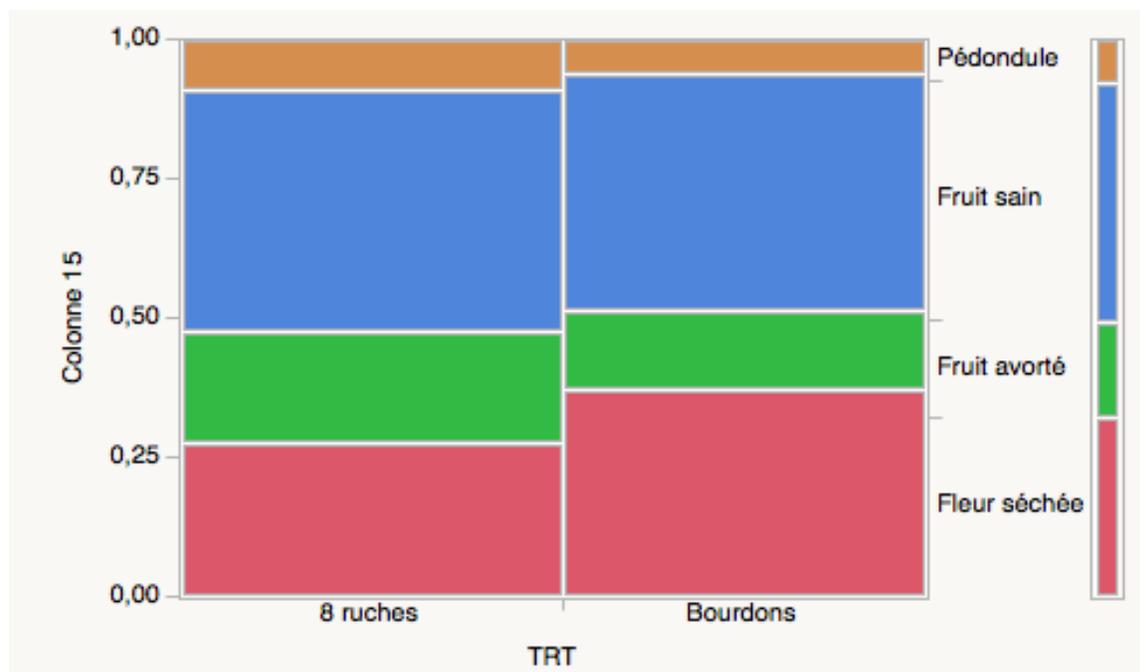


Figure 7: Proportion de fleurs séchées, fruit avortés, fruits sains et pédoncules dénombrés sur les tiges analysées selon les traitements « 8 ruches » et « Bourdons ». Centre du Québec, 2016.

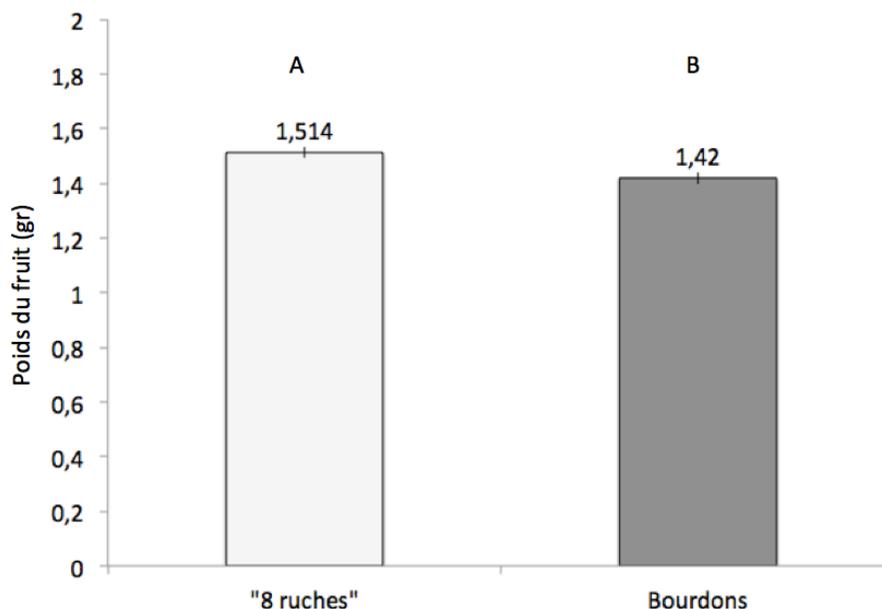


Figure 8 : Poids moyen des fruits sains récoltés dans les parcelles des traitements « Bourdons » et « 8 ruches ». Centre du Québec, 2016.

Selon la position sur le plant, les deux premiers fruits sains avaient un poids plus élevé que les fruits des positions suivantes, autant dans le traitement « bourdons » que dans le traitement « 8 ruches ». Ces 2 premiers fruits du traitement « 8 ruches » étant significativement plus élevés ($n=474$; $F=7,8$; $P=0,0054$), avec une moyenne de $1,6 \pm 0,5$ grammes par fruit, comparativement aux fruits du traitement « bourdons » avec une moyenne de $1,48 \pm 0,4$ grammes par fruit. Toutefois, si nous comparons les poids des troisième et quatrième fruits de ces deux traitements, aucune différence significative n'est observable ($n=229$; $F=2,28$; $P=0,013$). Les fruits du traitement « 8 ruches » avaient un poids moyen de $1,42 \pm 0,4$ grammes alors que les fruits du traitement « bourdons » avaient un poids moyen de $1,34 \pm 0,38$ grammes.

Les rendements estimés en livres/acre proviennent du poids des fruits collectés dans la parcelle d'un pied carré. Pour l'ensemble des traitements, aucune différence significative n'a été observée ($n=80$; $F=2,0194$; $P=0,1183$) (tableau 3).

Tableau 3 : Moyenne des rendements (livres par acre) dans chacun des traitements en 2016

Traitement	Moyenne lb/ac
2	33 876
4	33 914
8	33 280
Bourdons	23 667

2017

Le traitement F (Forte concentration) représente un lot de 40 à 60 ruches et le traitement 6 ruches provient d'une 6^e ferme avec seulement 5 placettes comparativement à 25 pour les autres traitements.

Mise à fruit

Parmi les 9928 observations catégorisant des produits botaniques des fleurs originaires, seulement 4635 d'entre elles ont produit un fruit commercialisable, soit 46%. Une analyse de contingence démontre que la proportion des produits de la tige varie significativement selon les traitements (Khi deux=175,56 ; $P < 0,0001$). Une analyse de comparaison multiple montre que c'est le traitement « 8 ruches » qui a donné la plus grande proportion de fruits commercialisables parmi les produits de la tige (Figure 9).

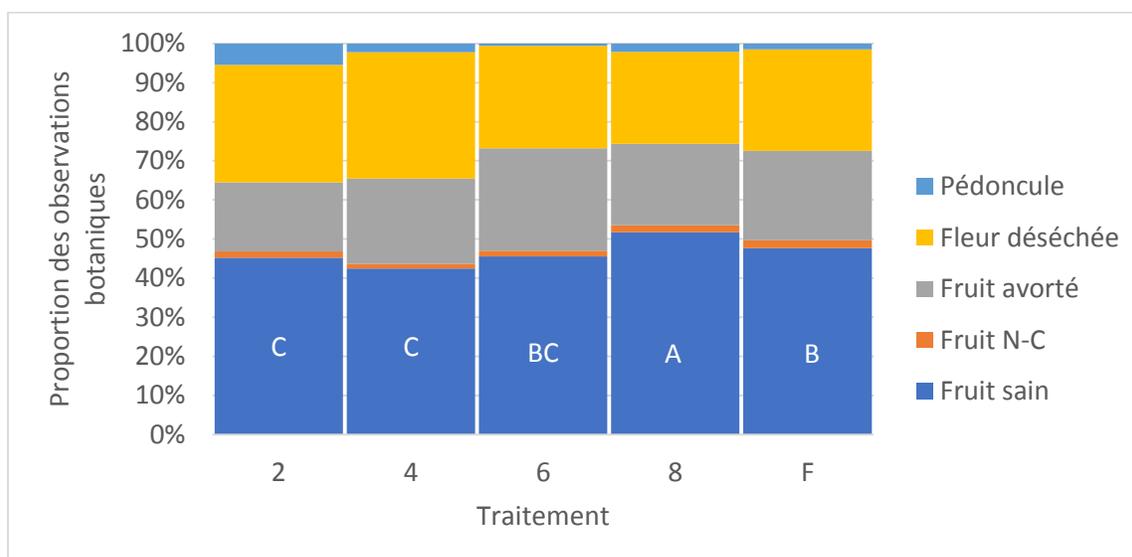


Figure 9 : Proportion de fleurs desséchées, de fruits avortés, de fruits sains, de fruits non-commercialisable (N-C) et de pédoncules sur l'ensemble des tiges récoltées selon les traitements (des lettres différentes indiquent des différences significatives pour le pourcentage de fruits sains).

Sur l'ensemble des tiges de tous les traitements, nous avons observé qu'une plus forte proportion de fruits sains se retrouvait dans les trois premières positions sur la tige (du bas vers le haut). À partir de la position trois de la fleur sur la tige, la proportion de fleurs desséchée est plus grande. Une analyse de comparaisons multiples montre que le taux de mise à fruit diminue avec chaque position subséquente sur la tige jusqu'à la position 5. (Figure 10)

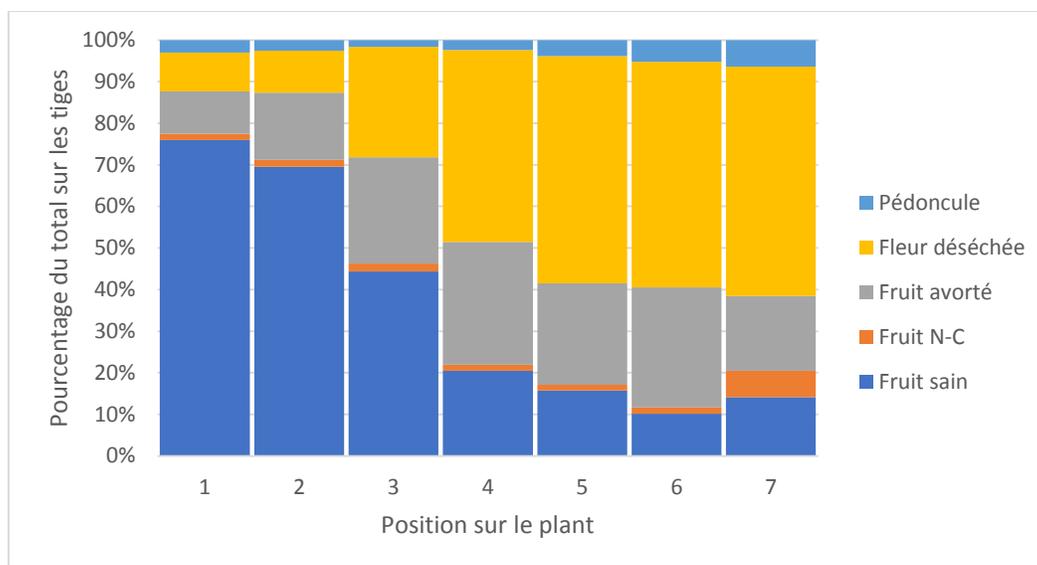


Figure 10 : Pourcentage de fleurs desséchées, de fruits avortés, de fruits sains, de fruits non-commercialisables (N-C) et de pédoncules en relation avec leur position sur la tige

Poids des fruits

Une analyse de la variance (ANOVA) a permis de déterminer que le poids moyen des fruits du traitement 8 ruche était plus élevé que le poids des fruits des autres traitements ($P < 0,0001$), sauf pour ceux du traitement 2 ruches. Pour ce dernier traitement, malgré un poids inférieur à ceux des fruits du traitement 8 ruches, cette différence n'était pas significative (Figure 11). Le traitement 8 ruches demeure celui qui a donné les poids les plus élevés.

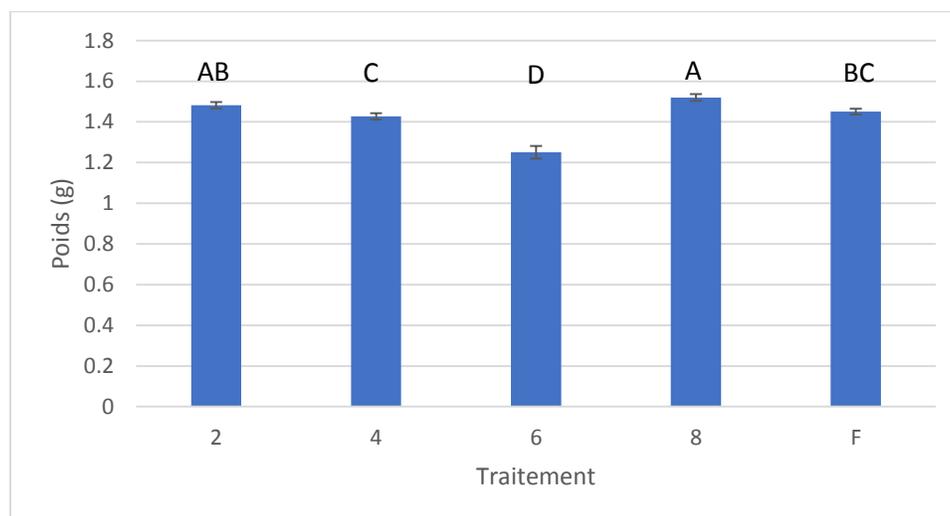


Figure 11 : Poids moyen (\pm erreur-type) des fruits de canneberge sur l'ensemble des tiges selon le nombre de ruches placées dans les parcelles expérimentales. Centre du Québec, 2017.

Suite à une ANOVA, la position sur la tige aurait une influence sur le poids du fruit. Plus la fleur est basse sur la tige (position 1), plus le poids de son fruit sera grand. (n=4798 ; F=57,87 ; P<0,0001) (Figure 12).

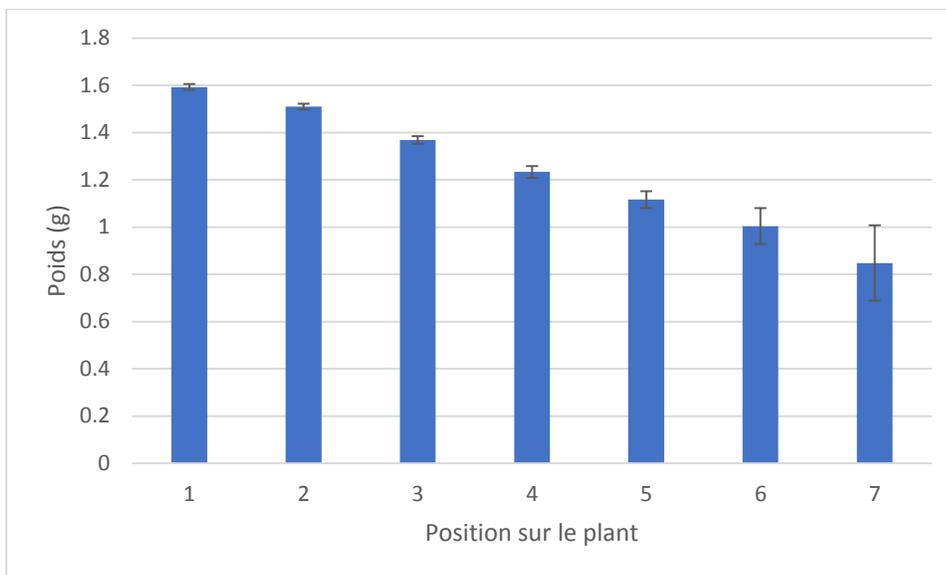


Figure 12 : Poids moyen (\pm erreur-type) des fruits (tous traitements inclus) selon leur position sur la tige.

Potentiel des tiges

Les deux premiers fruits sont les plus importants en termes de poids et représentent 65% de tous les fruits récoltés (Tableau 4). Une nouvelle ANOVA a été réalisée pour comparer les poids des deux premiers fruits selon les traitements. C'est toujours dans le traitement 8 ruches que les poids des fruits les plus élevés sont retrouvés (P<0,0001). Cette fois, ce traitement se distingue significativement du traitement 2 ruches suite à un test de comparaisons multiples (Figure 13).

Tableau 4 : Nombre de fruits et pourcentage de la récolte en fruits sains selon la position sur le plant.

Position sur la tige	Nombre de fruits	Pourcentage
1	1630	34,0
2	1494	31,1
3	969	20,2
4	453	9,4
5	197	4,1
6	38	0,8
7	16	0,3
8	2	0,0

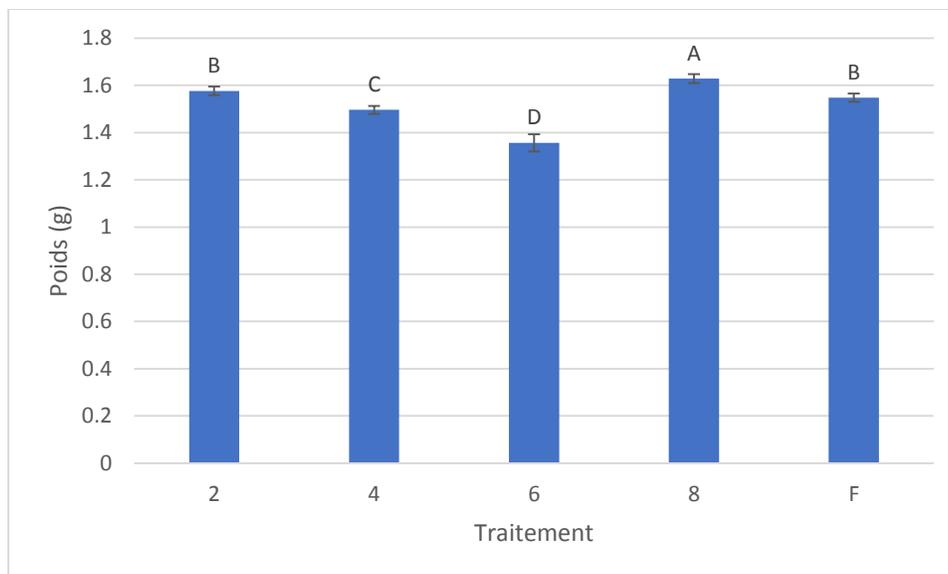


Figure 13 : Poids moyen (\pm erreur-type) des deux premiers fruits de canneberge sur l'ensemble des tiges selon le nombre de ruches placées dans les parcelles expérimentales. Centre du Québec, 2017.

Une analyse de la variance démontre que le taux de mise à fruit diminue avec l'augmentation du potentiel fructifère de la tige ($P < 0,0001$) (Figure 14).

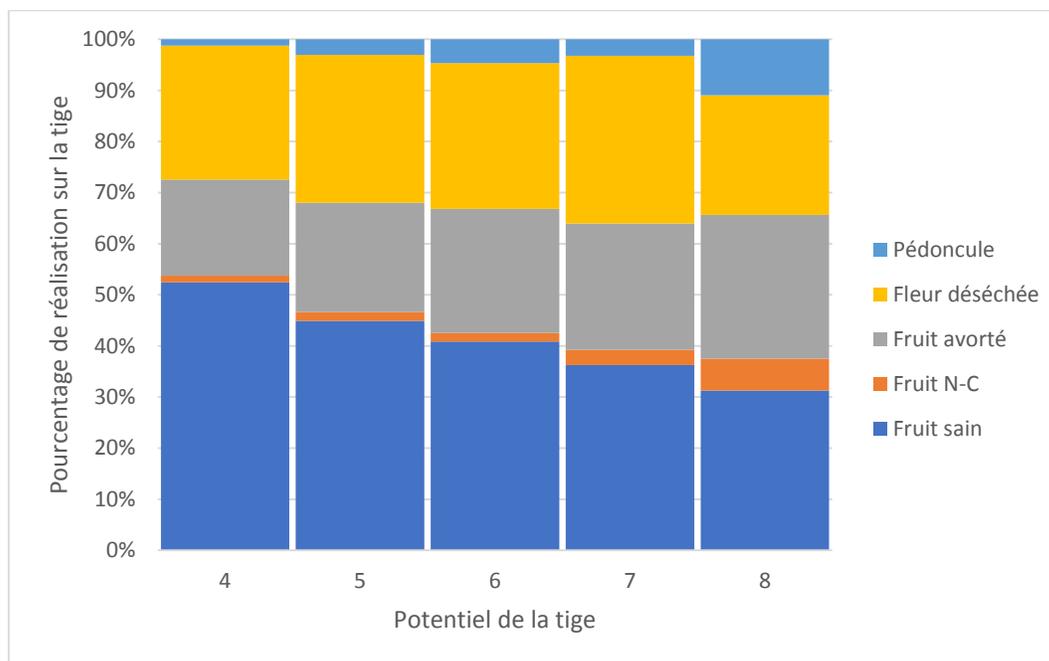


Figure 14 : Pourcentage de fleurs desséchées, de fruits avortés, de fruits sains, de fruits non-commercialisables (N-C) et de pédoncules en fonction du potentiel fructifère de la tige (tous traitements inclus).

Déficit de pollinisation

Les rendements estimés en livres/acre proviennent du poids des fruits collectés dans la parcelle d'un pied carré. Pour l'ensemble des traitements, aucune différence significative n'a été observée ($n=25$; $F=1,48$; $P=0,21$) (tableau 5).

Tableau 5 : Moyenne des rendements (livres par acre) dans chacun des traitements en 2017 et différences significatives

Traitement	Moyenne lb/ac
2	17 373
4	18 473
6	14 833
8	18 463
F	22 083

Discussion

Sur 4 des 5 fermes lors de l'été 2016, 40 tiges ont été collectées dans chaque placette plutôt que 20. Toutes les entrées ont été conservées pour les analyses. Cela n'affecte pas les comparaisons de moyennes, mais les « N » ne sont cependant pas comparables entre 2016 et 2017. L'été 2017 a également été exécrable pour la production de canneberge avec des rendements pratiquement à 50% de ceux de l'été 2016 pour de nombreux producteurs (communication personnelle avec Jacques Painchaud, agr. MAPAQ). Lors de l'été 2017, nous avons ajouté une 6^e ferme au projet. Cette ferme utilisait une concentration de 6 ruches/ac réparties uniformément sur la ferme. Nous y avons sélectionné un champ et prélevé un total de 5 placettes afin de voir si les résultats concorderaient avec nos autres données. Le producteur nous a confirmé qu'il s'agissait d'une année particulièrement mauvaise pour lui. Comme nous n'avons pas de données pour ce site en 2016, il est difficile de déterminer à quel point nous pouvons comparer ce site avec les autres.

Le traitement « bourdons » en 2016 devait servir à déterminer le rendement maximal possible. Si la mise à fruit était similaire au traitement « 8 ruches » (Figure 7), le poids moyen des canneberges était inférieur de 0,09g soit 6% (Figure 8). Nous pensons que la présence de la cage a nui à la photosynthèse des plants en bloquant une partie du rayonnement solaire et que les particules d'engrais auraient été déviées par celle-ci lors de l'application pendant la floraison. Ces facteurs auraient contribué au plus faible développement des fruits. Nous avons donc remplacé ce traitement par un lot de 40 à 60 ruches (identifié « F ») en 2017.

L'activité des pollinisateurs a été évaluée en 2016. L'objectif était de vérifier en champ que la présence d'un plus grand nombre de ruches se traduisait réellement par un plus grand nombre d'abeilles. Nos résultats n'ont montré aucune différence significative (Figure 1). Nos prises de données ont été effectuées lors de la période d'activité la plus élevée de la colonie soit entre 10h et 15h. Nous pensons cependant qu'il est probable que les abeilles aient butiné relativement tôt les fleurs à proximité des colonies pour par la suite s'éloigner progressivement. Puisque les abeilles sont des insectes sociaux communiquant entre elles, elles ne butineront pas une zone où

elles ont déjà épuisé les ressources. Il est également possible que le pollen/nectar de la fleur de canneberge soit plus disponible à une période spécifique de la journée et que les abeilles adaptent leur comportement de butinage selon l'activité de la fleur (Gary, 2015). Puisque la météo influence également le comportement de butinage des abeilles, il est difficile de comparer des résultats provenant de fermes différentes lors de journées différentes. Cela combiné à notre méconnaissance de la période de butinage la plus probable sur les fleurs de canneberges à proximité des ruches a fait en sorte que nous n'avons pas répété cette prise de donnée en 2017.

La mise à fruit est beaucoup plus importante pour les deux premières fleurs (Figure 3 et 10). Le fruit issu de la première fleur a un poids moyen de 1,6g et ce poids diminue d'environ 0,1g par position subséquente (Figures 4 et 12). Les deux premiers fruits représentent 65% des fruits récoltés et les quatre premiers 95% (Tableaux 2 et 4). Ce sont donc ces fruits qui constituent la plus grande partie de la récolte en canneberges, peu importe le potentiel florifère de la tige. Ces premiers fruits, issus des premières fleurs à ouvrir, sont donc les conséquences d'une pollinisation en début de floraison des cannebergières. Cela démontre que la date d'entrée des ruches est un facteur pouvant influencer grandement les rendements alors que l'impact de la date de sortie est probablement très faible. À la lueur de ces résultats, nous pensons qu'il serait intéressant de revoir la stratégie actuelle de retrait des ruches à la fin de la pollinisation. En effet, il y a souvent des conflits entre l'application d'insecticides et le retrait des ruches. Si un retrait plus hâtif n'affecte pas le rendement, il allouerait plus de latitude pour l'application des insecticides tout en protégeant les abeilles. Un meilleur contrôle des ravageurs de la canneberge aurait peut-être même un effet positif sur les rendements.

Nos résultats démontrent que ces premiers fruits sont significativement plus lourds (4,8% en 2016 et 3,2% en 2017) lorsque le nombre de ruches est augmenté à 8, offrant ainsi une meilleure pollinisation des premières fleurs qui sont les plus importantes (Figures 6 et 13). L'écart n'est pas aussi marqué si on tient compte de tous les fruits produits (Figure 11). Puisque ces premiers fruits représentent la majeure partie de la récolte, l'augmentation de leur poids avec le traitement 8 ruches prend beaucoup d'importance.

Le taux de mise à fruit est également plus important avec l'augmentation du nombre de ruches (Figures 2 et 9). Le taux maximum est atteint avec le lot de 4 ruches en 2016 et se maintient avec le lot de 8 ruches. L'augmentation est de 8% par rapport au lot de 2 ruches (40% vs 43%). En 2017, il est étrange de constater que le lot de 4 ruches a une mise à fruit inférieure au lot de 2 ruches et que le lot « F » est inférieur au lot de 8 ruches. Pour expliquer l'écart entre les lots de 8 ruches et « F », nous pensons qu'il est possible que les gros lots de ruches entraînent une trop forte compétition et que les abeilles cherchent à augmenter leur aire de dispersion car cela fait partie de leur comportement naturel (Gary, 2015). Par contre, les lots de 6, 8 et « F » ruches ont une mise à fruit supérieure au lot de 2 ruches et l'écart entre « 2 ruches » et « 8 ruches » est de 16% (45% vs 52%). Cela démontre que la quantité d'abeilles disponibles influence la mise à fruit et qu'il y a effectivement un déficit de pollinisation pour la variété Stevens en utilisant une concentration de 2 ruches/acre.

Une augmentation de la densité de ruches entraîne donc une augmentation de la mise à fruit, ainsi qu'une augmentation du poids des fruits issus des premières fleurs alors que ces fruits représentent la majeure partie de la récolte.

Les fruits collectés dans la surface d'un pied carré sont utilisés pour estimer le rendement du champ en livres/acre. En 2016, aucune différence significative n'est observée et la moyenne à près de 33 000 lb/ac (Tableau 3). En 2017, les rendements estimés sont beaucoup plus faibles à près de 17 000 lb/ac (Tableau 5) et il n'y a aucune différence significative entre les traitements. Ces estimés sont représentatifs des rendements de l'industrie en 2016 et 2017 (Jacques Painchaud, communication personnelle). Nous croyons que l'absence de différence significative entre les traitements pour les 2 années peut s'expliquer par l'écart du nombre de tiges productives. Même si les champs ont été sélectionnés pour être similaires, il y a assurément de la variation. Cela combiné à la petite surface échantillonnée peut donc causer la perte de l'effet significatif. Nous pensons que d'utiliser les fruits des tiges échantillonnées avec un potentiel minimal de 4 fruits est plus représentatif de l'impact des différents traitements sur les rendements.

En additionnant l'augmentation du poids et de la mise à fruit, le lot de 8 ruches permet un gain de rendement d'environ 13 à 18% par rapport au lot de 2 ruches. Si nous considérons ces nombres comme des ruches/acre, il faut donc augmenter de 6 ruches par acre pour obtenir le maximum. En utilisant le prix/lb estimé de 2017 pour un producteur conventionnel sans contrat garanti de 0,25\$/lb et la moyenne de production sur 5 ans de 24 000 lb/ac Au tarif actuel de 120\$ par colonies cela représente un investissement supplémentaire de 720\$ par acre pour obtenir un gain brut de 780\$ ($13\% \times 24\ 000\ \text{lb} \times 0,25\ \$/\text{lb}$). Le gain net est alors de 60\$/acre. Cela semble donc une stratégie risquée pour ce type de producteur. Ceux avec des prix garantis de 0,50\$/lb ou plus auraient cependant un gain considérable si ce déficit était uniforme sur l'ensemble de la ferme, ce dont nous doutons fortement avec la méthode de distribution des ruches par lots de 40 à 120 disséminés sur la ferme.

Notre design expérimental utilise de petits lots de ruches et les abeilles parcourent plusieurs kilomètres pour butiner. La taille de nos lots ne peut donc pas être directement interprétée en ruches/acre. Il faudrait faire de nouvelles expérimentations en utilisant différentes concentrations de ruches à l'échelle de la demi-ferme (surface de plusieurs kilomètres carrés) afin de déterminer la concentration réelle pour obtenir ce gain de 13 à 18%. Les colonies sont réparties en gros lots sur la ferme, il est donc possible que notre lot de 2 ruches représente une concentration inférieure à 2 ruches/acre. Des travaux pourraient donc être réalisés également sur la dispersion des colonies sur la ferme et l'impact sur les rendements.

Conclusion

Nos observations sur le terrain ne nous permettent pas de confirmer un plus grand nombre d'abeilles au champ dans les traitements à 8 ruches. Soit les abeilles auraient visité les fleurs hors de nos périodes d'observations ou que le grand nombre d'abeilles disponibles dans les parcelles à 8 ruches aurait causé une compétition intra spécifique forçant les pollinisateurs à butiner plus loin.

Les quatre premières fleurs des tiges représentent 95% de la récolte de canneberges. Cette proportion est de 65% lorsque seulement les deux premières fleurs sont comptabilisées, leur pollinisation est donc primordiale. Ainsi, les dernières fleurs ont un impact négligeable sur le

rendement, un retrait plus tôt des ruches permettrait plus de latitude sur les arrosages d'insecticides contre les ravageurs de la canneberge sans nuire à la production.

Nos résultats démontrent que le poids des fruits issus des premières fleurs est significativement plus élevé pour le traitement de 8 ruches. Ce traitement est également celui permettant d'obtenir le taux de mise à fruit le plus important.

Nous avons déterminé l'existence d'un déficit de pollinisation de 13 à 18% dans certains champs pour la variété Stevens lorsqu'une concentration de 2 ruches/acre est utilisée comparativement à 8 ruches/acre. Nos résultats ne nous permettent pas de conclure que ce déficit est présent sur l'ensemble de la production. La méthode de distribution actuelle des colonies (lots de 40 à 120 ruches disséminés sur la ferme) pourrait être un facteur important influençant le rendement. Des travaux à plus grande échelle sont nécessaires afin de déterminer la concentration réelle de ruches/acre nécessaire pour aller chercher ce gain et vérifier si l'investissement supplémentaire en service de pollinisation est rentable.

Bibliographie

Chagnon M (2007) Gestion et aménagement des pollinisateurs de la canneberge : vers un rendement accru. Rapport CDAQ projet 2216.

Deland J-P, agronome conseiller pour l'est du Canada pour Ocean Spray, communication par échange de courriels la semaine du 31 octobre 2013 et du 30 mars 2015

Delaplane KS, Mayer DF (2000) Crop pollination by bees. CABI Publishing, New York.

Eck P (1986) Cranberry. In: Monselise, SP (ed) CRC handbook of fruit set and development. CRC Press, Boca Raton, FL, pp 109-117.

Evans E C et Spivak M (2006) Effects of honey bee (Hymenoptera: Apidae) and bumble bee (Hymenoptera: Apidae) presence on cranberry (Ericales: Ericaceae) pollination. J. Econ. Entomol. 99(3): 614-620.

Farrar C L & Bain H F (1947) Honeybees as pollinators of the cranberry. Cranberries 11 (9): 6-7, 22-23.

Free JB (1993) Insect pollination of crops, 2nd ed. Academic Press Inc., London.

Gaines Day H R (2013) Do bees matter to cranberry? The effect of bees, landscape and local management on cranberry yield. (Doctoral dissertation) University of Wisconsin-Madison (publication No 3605939)

Gary N (2015) Activities and behavior of honey bees. In: Graham, J.M. (ed 2015) *The Hive and the Honey Bee*. Dadant & Sons; Hamilton, IL, USA. pp. 271-342.

Girard, M. 2008. La pollinisation de la canneberge par trois pollinisateurs : L'abeilles domestique, le bourdon fébrile et la mégachile de la luzerne. Mémoire présenté comme exigence partielle de la maîtrise en biologie. Éditeur: Montréal : Université du Québec à Montréal.

McGregor S E (1976) Insect pollination of cultivated crop plants. Agricultural handbook No 496 p.194-198.

Painchaud J, agronome conseiller en horticulture au centre de service de Drummondville (MAPAQ), communication personnelle le 24 janvier 2018.