

Évaluation des impacts de différents paillis sur l'implantation d'aronia



Rapport final

Février 2020

Agriculture, Pêcheries
et Alimentation

Québec



CULTUR'
INNOV

[CULTIVONS L'INNOVATION]



Crédits

Rédaction

Kévin Lanoue-Piché, technologue agricole, Cultur'Innov

Soutien à la rédaction

Stéphane Demers, biologiste M. Sc., Cultur'Innov

Coordination du projet

Caroline Turcotte, agronome, Conseillère en horticulture fruitière, MAPAQ Estrie

Kévin Lanoue-Piché, technologue agricole, Cultur'Innov

Stéphane Demers, biologiste M. Sc., Cultur'Innov

Analyse statistique

Stéphane Demers, biologiste M. Sc., Cultur'Innov

Photographies

Kévin Lanoue-Piché, technologue agricole, Cultur'Innov

Ce projet a été réalisé grâce à une participation financière du programme d'appui au développement de l'agriculture et de l'agroalimentaire en région du MAPAQ :

**Agriculture, Pêcheries
et Alimentation**

Québec 



Table des matières

1.	Introduction.....	5
1.1	Description détaillée du projet.....	5
2.	Protocole expérimental.....	7
2.1	Site :.....	7
2.2	Traitements expérimentaux.....	8
2.2.1	Paillis de plastique noir:.....	8
2.2.2	Copeaux de bois :	9
2.2.3	BRF (Bois raméal fragmenté) :.....	9
2.2.4	Engrais vert :.....	10
2.2.5	Copeaux de bois inoculés de mycélium de Strophaire rouge-vin	11
2.2.6	BRF inoculé de mycélium de Strophaire rouge-vin	12
2.3	Dispositif expérimental :.....	12
2.4	Prise de données	13
2.4.1	Évaluation des adventices	13
2.4.2	Évaluation de la vigueur des plants d'aronia.....	13
3.	Résultats.....	14
3.1	Évaluation du mycélium à l'automne 2018.....	14
3.2	Récoltes de strophaires rouge-vin en 2019.....	14
3.3	Évaluation des adventices	15
3.3.1	Dénombrement des annuelles	15
3.3.2	Dénombrement des vivaces	16
3.3.3	Dénombrement total d'adventices (annuelles + vivaces).....	17
3.4	Mesures et rendements	17
3.4.1	2018.....	17
3.4.2	2019.....	20
3.5	Analyse technico-économique	24
3.5.1	Paillis de plastique	26
3.5.2	Copeaux de bois	26
3.5.3	Bois raméal fragmenté (BRF).....	26
3.5.4	BRF et copeaux avec strophaires rouge-vin	27
3.5.5	Engrais vert.....	28
4.	Discussion.....	28

5. Conclusion	32
6. Références.....	32
7. Annexe.....	34

1. Introduction

L'implantation d'une culture fruitière nécessite plusieurs étapes cruciales pour optimiser l'établissement des jeunes plants. Il est connu qu'une bonne préparation de sol avant l'implantation augmentera les chances de réussite en agissant sur plusieurs facteurs dont la présence d'adventices (Barriault, 2016). Le cas est aussi valable pour la culture de l'aronia. Outre la préparation de sol, l'utilisation d'un paillis sur le rang est nécessaire afin de diminuer la compétition des adventices autour des plants. La forte présence d'adventices met en péril le bon développement des jeunes plants en réduisant les ressources (soleil, eau, nutriments) et par conséquent la santé et la rentabilité à long terme du verger.

Les vergers d'aronia souffrants d'une forte compétition des adventices ont des plants à croissance réduite, à faibles rendements et ils sont plus susceptibles aux maladies. De plus, il est quasi impossible de fertiliser la culture sans que les adventices n'absorbent une grande partie des fertilisants appliqués. Les herbicides sont difficiles à utiliser dans de tels cas, puisque les risques de dérive sur les plants sont élevés. Aussi, très peu de produits sont homologués, particulièrement dans les cultures émergentes. En outre, les producteurs en régie biologique n'ont pas la possibilité d'utiliser des herbicides de synthèse et doivent utiliser des méthodes de lutte alternatives contre les adventices.

Certains producteurs sont de plus en plus réticents à utiliser les paillis de plastique pour des raisons environnementales. Les paillis organiques de type BRF et copeaux de bois quant à eux nécessitent un entretien plus régulier que le paillis de plastique conventionnel. En effet, dû à leur décomposition, les producteurs doivent ajouter des copeaux ou du BRF lorsque celui-ci s'affaisse et perd son efficacité. D'autres suggèrent d'utiliser des disques de cocos autour des jeunes plants ainsi qu'un engrais vert sur le rang. Est-ce que d'un point de vue agronomique et économique, un de ces types de paillis convient à la culture d'aronia? Est-ce que les coûts engendrés par ces opérations supplémentaires peuvent être rentabilisés par la culture de champignons comestibles sur paillis de copeaux de bois et de BRF si aucun traitement phytosanitaire est fait sur les plants pour assurer l'innocuité des champignons?

1.1 Description détaillée du projet

Le paillis de plastique noir est le plus utilisé et le plus recommandé pour l'implantation d'une culture fruitière. Il bloque la lumière, empêchant ainsi la germination et la croissance des adventices sur le rang. Le plastique noir peut réchauffer le sol, pouvant être bénéfique à la croissance des plants. Le plastique ne laissant pas passer l'eau, il est recommandé d'installer un système d'irrigation goutte-à-goutte sous le paillis, au moment de l'implantation. Après quelques années, le plastique s'abîme et laisse passer les adventices par les trous créés de différentes façons (ex.: fauchage de l'entre-rang, piétinement, etc.). Le paillis de plastique pose problèmes pour le recyclage et sa production représente une grande demande en énergie et en pétrole. De plus, certains organismes de certifications biologiques n'autorisent son utilisation que pour un certain nombre d'années après lesquelles il faut le retirer avant qu'il ne commence à se dégrader ce qui engendre des coûts.

Les paillis organiques tels que les copeaux de bois semblent constituer un choix alternatif pour bloquer et restreindre la croissance et la germination des adventices et ce, même s'il faut en remettre avec le temps. Ce sont des paillis qui permettent la pénétration de l'eau et de l'air dans le sol. Leur décomposition à long terme peut augmenter la teneur en matière organique du sol, accroître la capacité de rétention d'eau et améliorer l'activité microbienne du sol. La température du sol subit moins de variations qu'avec un paillis de plastique, réduisant l'impact des périodes froides mais aussi des périodes chaudes. Toutefois, pour être efficace, il doit y avoir une épaisseur minimale de 15 cm afin que les adventices vivaces ne parviennent à le traverser. De plus, sa décomposition occasionne un affaissement auquel il faut palier en ajoutant une nouvelle couche après un certain temps. Les paillis organiques peuvent aussi abriter certains pathogènes et les transmettre au sol et aux plants. Il est important de dégager le tour du plant afin d'éviter de conserver l'humidité au niveau du collet. Les copeaux de bois sont utilisés par plusieurs producteurs pour contrer les adventices.

Le BRF (bois raméal fragmenté) est un mélange de copeaux issus de la fragmentation de rameaux de moins de 7cm de diamètre. Une mince couche de BRF appliquée au sol puis légèrement incorporée stimule la vie microbienne du sol et augmente le taux de matière organique (humus). Une application d'azote est recommandée lors de l'incorporation pour éviter que les microorganismes n'utilisent l'azote du sol pour dégrader le bois, la rendant moins disponible temporairement pour les plantes (soif azotée). Cette soif azotée est moins notable lorsque le BRF ou les copeaux de bois est utilisé à titre de paillis non incorporé et plus épais, tel qu'utilisé dans cet essai.

La culture de certains champignons comestibles est possible sur des copeaux de bois. Selon le site Violon et Champignon, le Strophaire rouge-vin cultivé sur copeaux de bois ou BRF empêche la consommation d'azote du sol par les bactéries et par conséquent, réduit le phénomène de soif azotée. Le champignon se cultive préférentiellement sur des copeaux de feuillus dans un endroit ombragé et humide. La parcelle doit nécessairement être irriguée afin de maintenir un niveau d'humidité idéal dans le paillis et dans le sol. En plus de réduire la soif azotée, la culture de strophaire rouge-vin serait une valeur ajoutée à toute culture ayant comme paillis des copeaux de feuillus. Le mycélium de strophaire colonise bien les copeaux de bois suivant l'inoculation. Toutefois, lorsqu'il est inoculé dans un matériau plus fin comme la paille, le mycélium se développe beaucoup plus rapidement et la production de carpophores est devancée. Comme la paille ne peut agir seule comme paillis dans les cultures fruitières pérennes, un mélange de copeaux de bois et de paille pourrait être avantageux pour la culture de champignon. La paille doit préalablement être traitée à l'eau chaude ou à la vapeur afin de détruire les microorganismes et les graines d'adventices. L'utilisation de produits phytosanitaires ne doit pas être faite dans les parcelles car les champignons vont absorber ces substances et deviendraient impropres à la consommation. En effet, les champignons sont des agents dépollueurs et ils sont utilisés en bioremédiation, nommée la mycoremédiation (décontamination planifiée d'un milieu par l'action des champignons). Les champignons sont plus tolérants que les bactéries à supporter des niveaux élevés de toxicité. Par exemple, le pleurote huître, comestible apprécié, sépare les molécules d'hydrocarbures en dioxyde de carbone et en oxygène. Plusieurs autres espèces dégradent la lignine ainsi que divers contaminants dangereux tels que les PBC, les HAP et les

dioxynes. Cependant, les métaux lourds ne disparaissent pas, ils sont seulement prélevés par les champignons et stockés à l'intérieur de ceux-ci (Mycoboutique, 2015).

Une bonne préparation de sol nécessite une succession d'engrais verts jusqu'à la plantation. Un des nombreux avantages de l'engrais vert est de compétitionner les adventices avant la plantation. Est-ce possible de semer un engrais vert d'avoine entre les plants sur le rang et d'insérer autour du plant un disque de noix de coco? Pour une première année, l'avoine pourrait être utilisée comme engrais vert et serait peu compétitive tout en couvrant bien la surface jusqu'à l'hiver puis serait ensuite détruite par le gel. L'année suivante, d'autres engrais verts tels que le sarrasin pourraient être implantés afin de poursuivre l'objectif. La protection contre les adventices pour les années subséquentes pourrait être assurée mécaniquement par un outil rotatif tel que les outils Intercepts de Boisselet ou le LPO-400H d'Ostraticky.

L'objectif principal du projet est de déterminer quel type de paillis semble le plus convenable agronomiquement et économiquement pour l'implantation d'une culture fruitière comme l'aronia.

2. Protocole expérimental

2.1 Site :

L'essai se déroule au centre d'innovation des cultures émergentes (CICÉ) de Cultur'Innov à St-Camille (Figure 1). Le site est situé dans la zone de rusticité des plantes 4b. Les plants d'aronia sont implantés dans un loam bien drainé, des séries Magog (50%), Sherbrooke (30%) et Terrain Camille (20%). Toutes les rangées à l'essai ont été décompactées avec une sous-soleuse, ont reçu une dose d'environ 1 pied cube de compost par mètre linéaire puis ont été rotocultées à deux reprises à trois semaines d'intervalle. Le verger avoisine des grandes cultures annuelles (maïs et soya) séparées par un cours d'eau et une bande riveraine arborescente, une bande forestière ainsi qu'une culture maraîchère diversifiée (certifiée biologique). La pente du terrain dans la section des plants d'aronia est de 0,8% mais la pente globale du terrain est de 2.5%. L'espacement entre les rangées est de 4,5 mètres et entre les plants de 1 mètre. Les opérations du CICÉ respectent les normes culturelles de l'agriculture biologique (une pré-certification avec Éco-Cert en 2019). La fertilisation et l'irrigation est distribuée uniformément entre les parcelles selon les recommandations de l'agronome.



Figure 1. Vue d'ensemble du dispositif expérimental en 2018.

2.2 Traitements expérimentaux

Le cultivar utilisé pour l'ensemble des traitements est Viking. La plantation a été effectuée au printemps 2018

2.2.1 Paillis de plastique noir:

À titre de témoin, le plastique noir embossé pour arbres (2.3mil x 5 pieds) est installé avec le système d'irrigation goutte-à-goutte (BlueLine 0,26 gph, trous aux 18 pouces) à l'aide d'une dérouleuse conventionnelle, avant la plantation (Figure 2)(Figure 28). La durée de vie du plastique est de 5 ans minimum selon le fournisseur.



Figure 2. Parcelle avec paillis de plastique noir en 2018.

2.2.2 Copeaux de bois :

Les copeaux sont composés de chêne rouge (100%) provenant de la scierie GVL à Wotton (Figure 3)(Figure 30). Ils sont appliqués immédiatement après la plantation à une épaisseur de 15 cm. Un tuyau goutte-à-goutte (BlueLine 0,26 gph, trous aux 18 pouces) est déroulé le long du rang avant d'appliquer les copeaux. Le collet des plants est dégagé suite à l'application des copeaux



Figure 3. Parcelle avec paillis de copeaux en 2018. La base des plants n'avait pas encore été dégagée.

2.2.3 BRF (Bois raméal fragmenté) :

Le BRF certifié est composé de saule (100%) provenant de chez Agroénergie à St-Roch de l'Achigan (Figure 4)(Figure 29). Appliqué immédiatement après la plantation à une épaisseur de 15 cm. Un tuyau goutte-à-goutte (BlueLine 0,26 gph, trous aux 18 pouces) est déroulé le long du rang avant d'appliquer le BRF. Le collet est dégagé après l'application du BRF.



Figure 4. Parcelle avec paillis de BRF en 2018. La base des plants n'avait pas encore été dégagée.

2.2.4 Engrais vert :

L'engrais vert est semé à la volée après la plantation, mais auparavant, un disque de noix de coco est placé à la base du plant (Figure 5). Un tuyau goutte-à-goutte (BlueLine 0,26 gph, trous aux 18 pouces) est déroulé le long du rang. L'engrais vert utilisé en 2018 est l'avoine et le sarrasin en 2019 (Figure 6)(Figure 31).



Figure 5. Semis d'engrais vert semée en avoine (gauche) et sa croissance (droite) en 2018.



Figure 6. Parcelle d'engrais vert semée en sarrasin en 2019.

2.2.5 Copeaux de bois inoculés de mycélium de Strophaire rouge-vin

Les copeaux ont été inoculés avec deux souches de mycélium de Strophaire rouge-vin (*Stropharia rugosoannulata*) (SF et ST) au taux de 1 sac pour 1 mètre cube de copeaux (Figure 7). Les copeaux sont composés de chêne rouge (100%) provenant de la scierie GVL à Wotton. Les copeaux ont été inoculés dans une brouette afin de mesurer la quantité pour ensuite être appliqués sur le rang. Le mycélium de Strophaire rouge-vin provient de chez Violon et Champignon, à Sainte-Lucie-des-Laurentides. Trois tuyaux goutte-à-goutte (BlueLine 0,26 gph, trous aux 18 pouces) ont été déroulés sur les copeaux le long du rang afin de les humidifier pour permettre la croissance des champignons ainsi que pour irriguer les plants d'aronia. Des cartons ont été placés sur les parcelles afin de conserver l'humidité.



Figure 7. Parcelle de copeaux inoculée de strophaire rouge-vin en 2018 (SF ou ST).

2.2.6 BRF inoculé de mycélium de Strophaire rouge-vin

Le BRF a été inoculé et traité de la même façon que les copeaux de bois au point 2.2.5. Le BRF est composé de saule (100%) provenant de chez Agroénergie à St-Roch de l'Achigan (Figure 8).



Figure 8. Parcelle de BRF inoculée de strophaire rouge-vin en 2018 (à gauche) et poussée de strophaires en 2019 (à droite).

2.3 Dispositif expérimental :

Le dispositif expérimental contient 2 sections (Figure 9):

- Parcelles non-inoculées par le strophaire rouge-vin
 - 4 traitements : Plastique, copeaux, BRF et engrais vert

- 3 répétitions par traitement
- 22 plants par répétition
- Parcelles inoculées par le strophaire rouge-vin
 - 2 traitements : copeaux et BRF. Deux souches de strophaire rouge-vin sont intégrée à ces traitements.
 - 2 répétitions par traitement
 - 15 plants par répétition

BRF Strophaire ST	Copeaux Strophaire ST	BRF Strophaire SF	Copeaux Strophaire SF	Rg 22
Plastique	BRF	Copeaux		Rg 18
Engrais vert	Copeaux	BRF		Rg 17
Copeaux	Plastique	Engrais vert		Rg 16
BRF	Engrais vert	Plastique		Rg 15

Figure 9. Disposition des traitements expérimentaux.

2.4 Prise de données

2.4.1 Évaluation des adventices

- Sur trois quadras de 1 mètre carré par parcelle, aléatoirement placés.
 - Identifier et dénombrer les adventices à l'intérieur d'un quadrat.
 - Évaluer le taux (%) de recouvrement des adventices de chaque parcelle et de chaque quadrat.
 - Désherbage des parcelles suite à la prise des données
- Évaluation effectuée à trois reprises durant la saison.

2.4.2 Évaluation de la vigueur des plants d'aronia

2.4.2.1 Année 1

- Mesurer la longueur de 60 nouvelles pousses par traitement (automne)

2.4.2.2 Année 2

- Évaluation des dommages de gel hivernal (printemps). Lorsqu'une branche et plus sont gelées, le plant est considéré comme ayant subi du gel
- Mesurer la hauteur et largeur des plants selon le traitement (automne)
- Mesurer une pousse de l'année 1 puis de l'année 2 sur 60 plants par traitement (automne)
- Mesurer la longueur des 2 plus longues nouvelles pousses de l'année sur 60 plants par traitement (automne)
- Mesurer le diamètre à la base de 60 plants par traitement (automne)

- Dénombrer les nouvelles pousses qui émergent de la base (30 plants par traitement) (automne)

2.4.2.3 Année 3

- Évaluation des dommages de gel hivernal (printemps). Lorsqu'une branche et plus sont gelées, le plant est considéré comme ayant subi du gel
- Récolte des fruits (automne) : Prise du poids récolté par plant
- Mesurer la hauteur, largeur et profondeur des plants pour 3 plants par traitement (automne)
- Mesurer la longueur des 3 plus longues nouvelles tiges de l'année sur 30 plants par traitement (automne)
- Mesurer le diamètre des mêmes 3 plus longues tiges de l'année sur 30 plants par traitement (automne)

2.4.2.4 Récolte des strophaires rouge-vin

- Récolte des champignons au stade chapeau fermé. Mesure du poids de chaque champignon.

3. Résultats

3.1 Évaluation du mycélium à l'automne 2018

Les cartons ont été retirés trop tard en saison. Les champignons avaient commencé à sortir sur les bords par endroits. Distribution des strophaires concentrée dans la parcelle BRF avec souche ST. Les copeaux retiennent moins bien l'humidité que le BRF selon nos observations hebdomadaires. Faute de faible abondance de boîtes de cartons, quelques cartons étaient cirés alors que la majorité ne l'étaient pas. Les cartons s'imbibaient lors de journées pluvieuses, ce qui maintenait une plus grande humidité en dessous. Toutefois, les cartons cirés ne permettaient pas cet avantage pour le mycélium en dessous. L'évaluation de la colonisation du mycélium a été effectuée en creusant dans le substrat afin de noter la présence (nulle, faible, moyenne ou forte) de mycélium.

- Copeaux avec souche SF : Aucun strophaire récolté. Faible présence de mycélium, presque nulle.
- BRF avec souche SF : 3 strophaires récoltés. Forte présence de mycélium.
- Copeaux avec souche ST : Aucun strophaire récolté. Faible présence de mycélium, presque nulle.
- BRF avec souche ST: 56 strophaires récoltés.

3.2 Récoltes de strophaires rouge-vin en 2019

En 2019, plusieurs récoltes de champignons ont été faites durant la saison. Seuls les traitements avec BRF ont produit alors qu'aucun champignon n'est sorti des traitements copeaux. La Figure 10 démontre le nombre cumulatif de champignons récoltés dans les parcelles BRF selon les souches de mycéliums SF et ST. La Figure 11 représente le poids cumulatif de la récolte des strophaires rouge-vin au fil de la saison. Ces données représentent les récoltes totales sur une superficie de 32m linéaire par souche (une ligne de 65m linéaire X 1m de largeur contenait les deux souches séparées en parts égales).

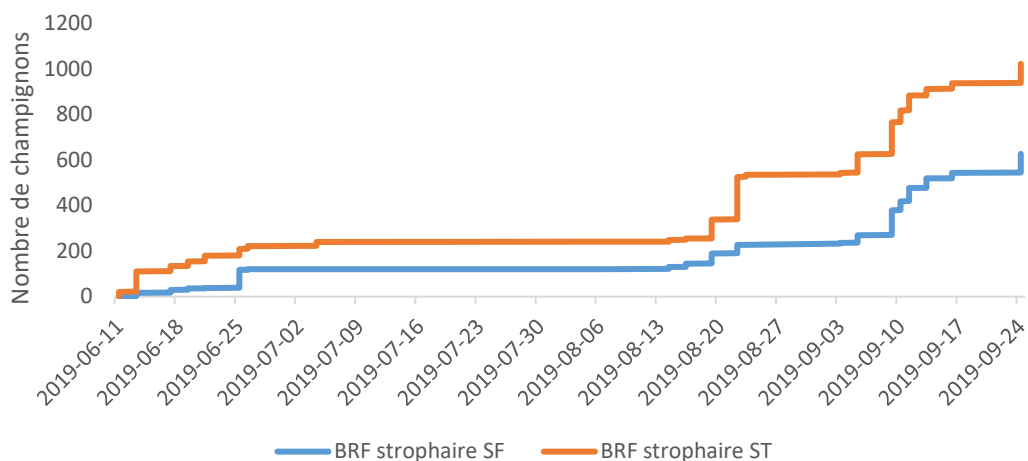


Figure 10. Nombre cumulé de strobilaire rouge-vin récoltés en 2019 en fonction des dates, selon des souches SF et ST.

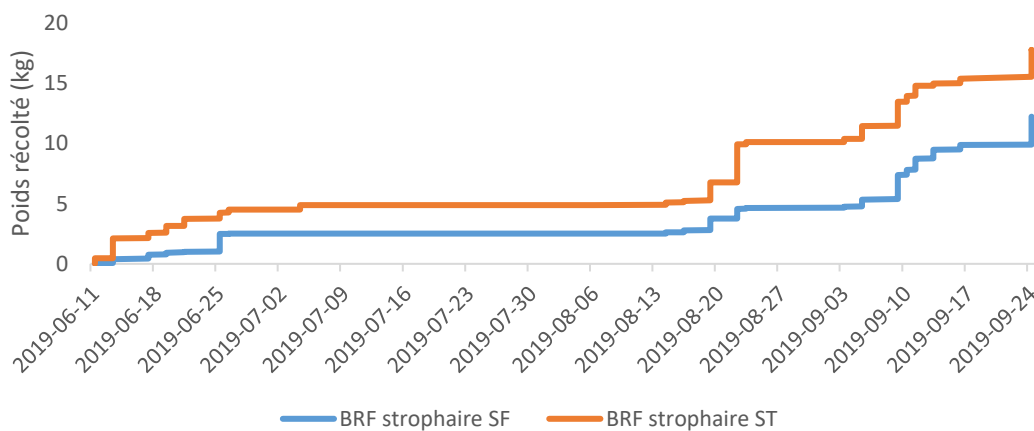


Figure 11. Poids cumulé de strobilaire rouge-vin récoltés en 2019 en fonction des dates, selon les souches SF et ST.

3.3 Évaluation des adventices

3.3.1 Dénombrement des annuelles

Le nombre d'adventices annuelles était significativement plus élevé dans les parcelles d'engrais vert que dans celles avec des copeaux, du BRF et avec plastique. (Figure 12, $F(3, 104)=75,345$, $p<0.001$).

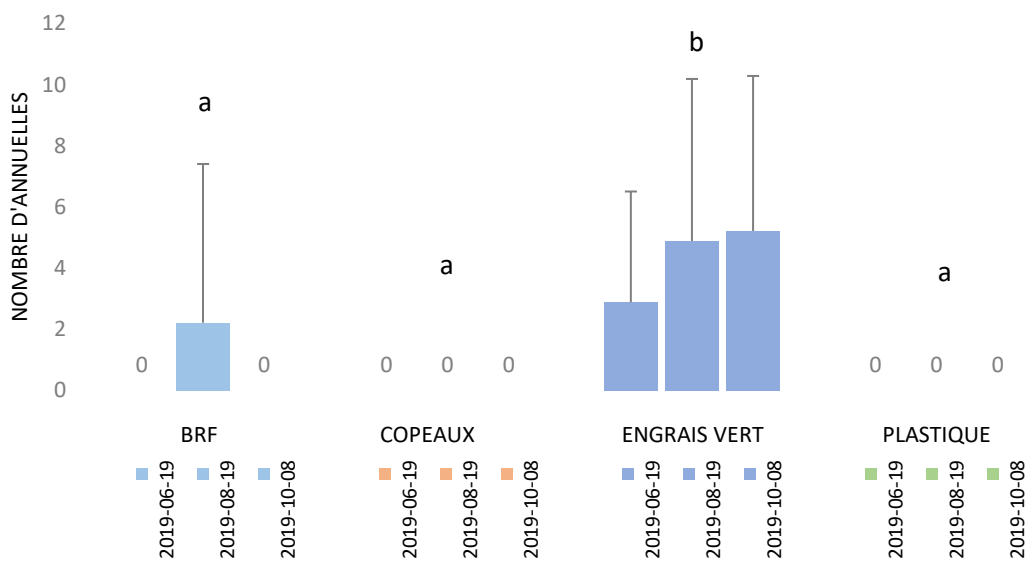


Figure 12. Comparaison du nombre d'adventices annuelles selon les dates de mesures, selon les traitements en 2019.

3.3.2 Dénombrement des vivaces

Le nombre d'adventices vivaces était significativement plus élevé dans les parcelles d'engrais vert que dans celles avec des copeau, BRF et avec plastique (Figure 13, $F(3, 104) = 14,832$, $p < 0.001$).

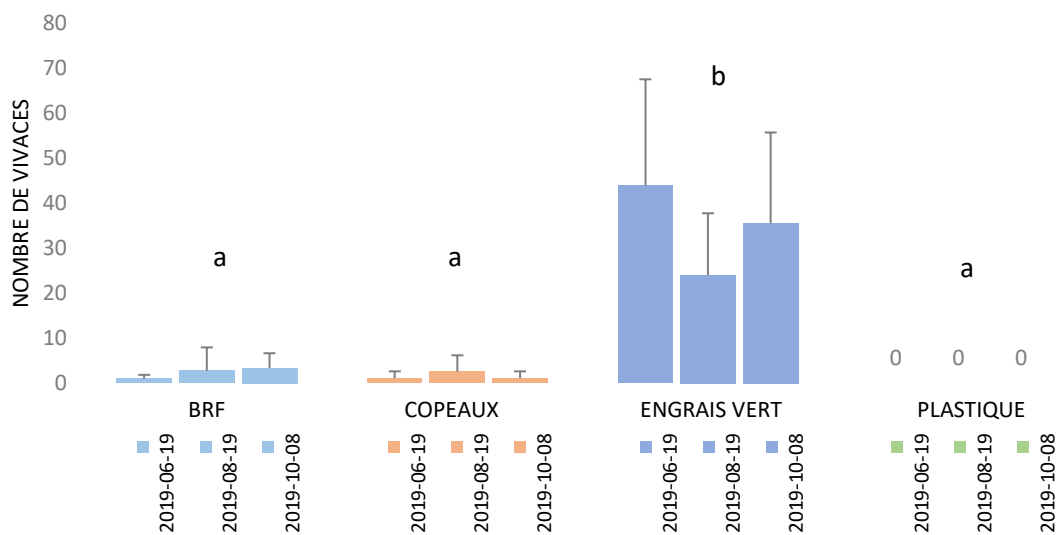


Figure 13. Comparaison du nombre d'adventices vivaces selon les dates de mesures, selon les traitements en 2019.

3.3.3 Dénombrement total d'adventices (annuelles + vivaces)

Il y avait significativement moins d'adventices dans les parcelles avec paillis de plastique, de copeaux et de BRF que dans les parcelles avec engrais vert (Figure 14, $F(3, 104)= 75,345, p<0.001$).

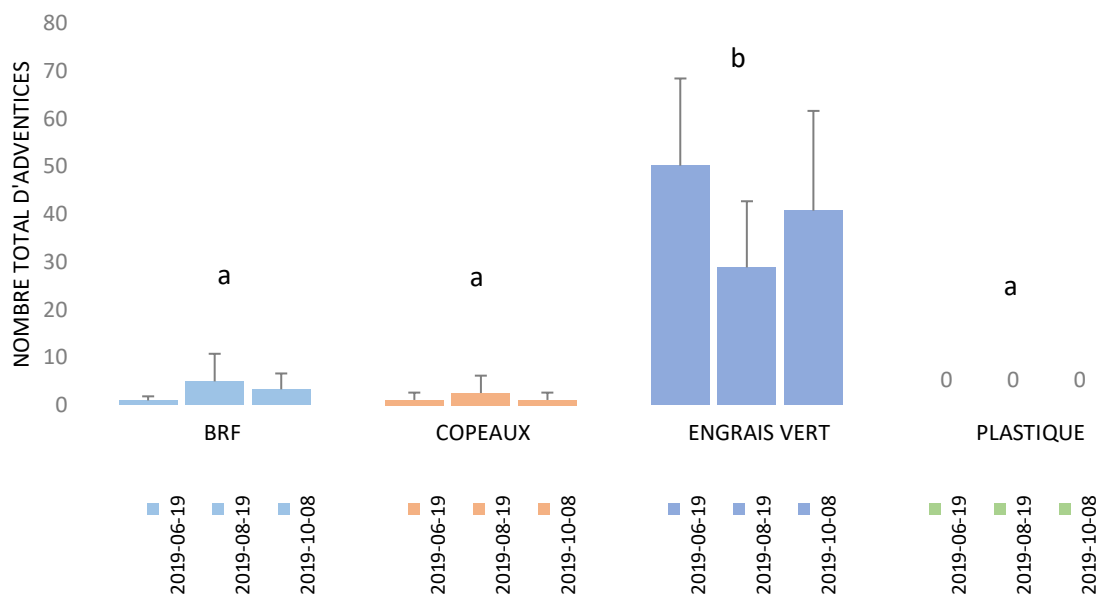


Figure 14. Comparaison du nombre total d'adventices selon les dates de mesures, selon les traitements en 2019.

3.4 Mesures et rendements

3.4.1 2018

3.4.1.1 Hauteur moyenne des plants

L'analyse démontre des différences significatives pour la hauteur des plants entre les traitements en 2018. Les plants sur paillis de BRF avec strophaire, copeau avec strophaire et plastique sont significativement plus grands que ceux sur BRF ou engrais vert (Figure 15, $F(5,140)=8.309, p<0.001$).

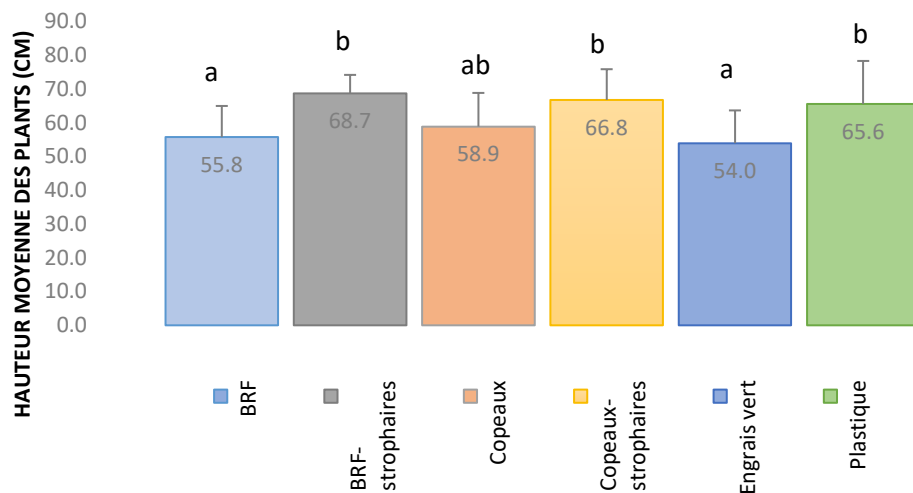


Figure 15. Comparaison de la hauteur moyenne des plants selon les traitements, en 2018.

3.4.1.2 Longueur moyenne des tiges

Les tiges des plants sur paillis de plastique et sur copeaux avec strophaire sont significativement plus longues que celles des plants avec les autres types de paillis (Figure 16, $F(5,288)=22.345$, $p<0.001$).

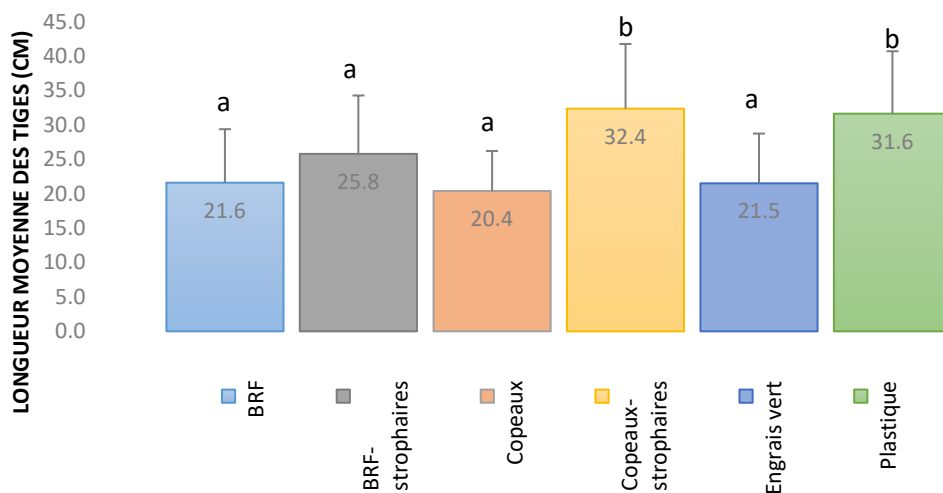


Figure 16. Comparaison de la longueur moyenne des tiges selon les traitements, en 2018.

3.4.1.3 Diamètre moyen à la base des plants

Selon l'analyse, le diamètre à la base des tiges des plants sur paillis plastique est significativement plus grand que celui des plants avec autres types de paillis (Figure 17, $F(5,141)=16,720$, $p<0.001$).

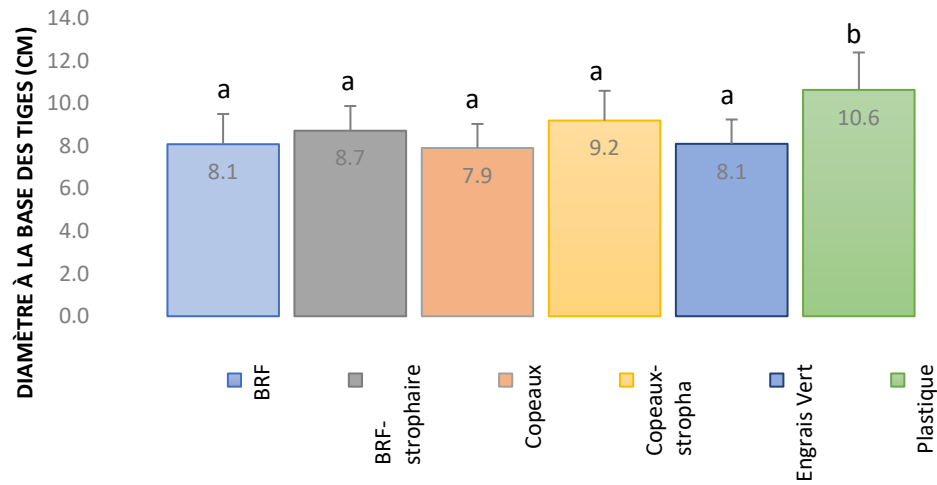


Figure 17. Comparaison du diamètre moyen à la base des plants entre les traitements, en 2018.

3.4.1.4 Nombre de tiges moyen à la base des plants

Les plants sur paillis plastique ont significativement plus de tiges que les plants sur copeaux, copeaux-strophaire et engrais vert (Figure 18, $F(5,140)=6,047$, $p<0.001$).

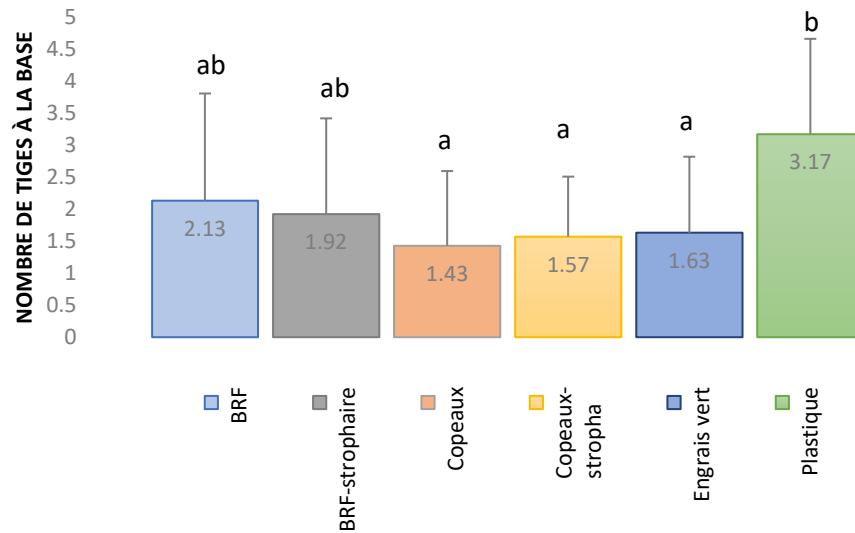


Figure 18. Comparaison du nombre de tiges moyen à la base des plants entre les traitements, en 2018.

3.4.2 2019

Pour 2019, nous avons tenu compte de la souche de strophaires (SF et ST) pour l'analyse des résultats afin d'observer s'il pouvait y avoir un effet.

3.4.2.1 Hauteur moyenne des plants

Les plants sur le paillis de plastique ou un paillis avec strophaire ont une hauteur significativement plus grande que celle des plants des autres paillis (Figure 19, $F(7,139)=33.247$, $p<0.001$).

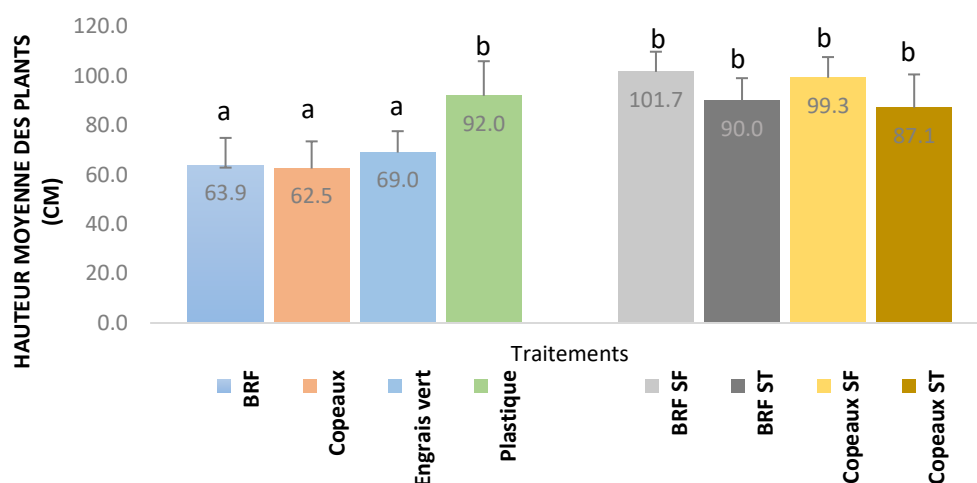


Figure 19. Comparaison de la hauteur moyenne des plants entre les traitements, en 2019

3.4.2.2 Croissance moyenne des plants

Les plants sur le paillis de plastique, BRF SF ou Copeaux SF (donc les paillis avec strophaire SF) ont eu une croissance en hauteur (différence entre la hauteur en 2019 et celle en 2018) significativement plus grande que celle des plants ayant un engrais vert, un paillis de BRF ou de copeaux. Les plants sur un paillis de copeaux ont eu la croissance en hauteur la plus faible en 2019 (Figure 20, $F(7,138)=16.809$, $p<0.001$).

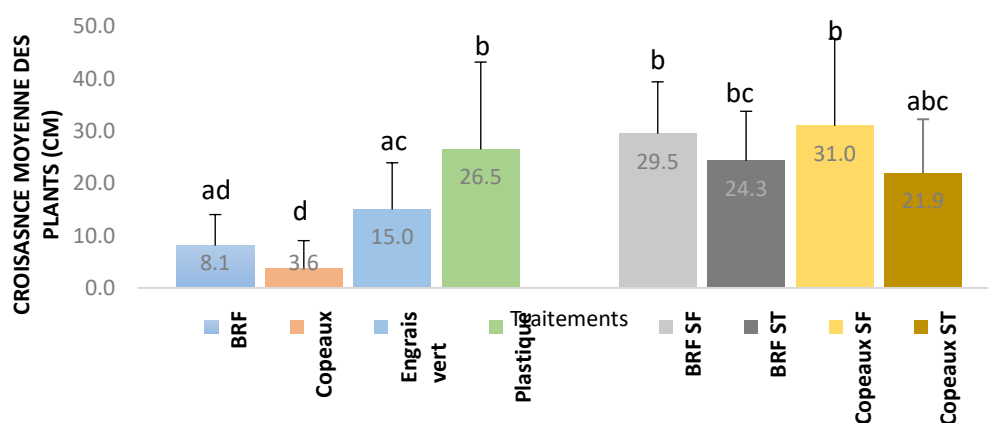


Figure 20. Comparaison de la croissance moyenne (différence entre la hauteur de 2019 et de 2018) entre les traitements.

3.4.2.3 Longueur moyenne des 3 tiges de l'année les plus vigoureuses

La plus faible croissance des tiges a été observée sur les plants ayant un paillis de copeaux, BRF et Engrais vert (Figure 21, $F(7,432)=107.866$, $p<0.001$).

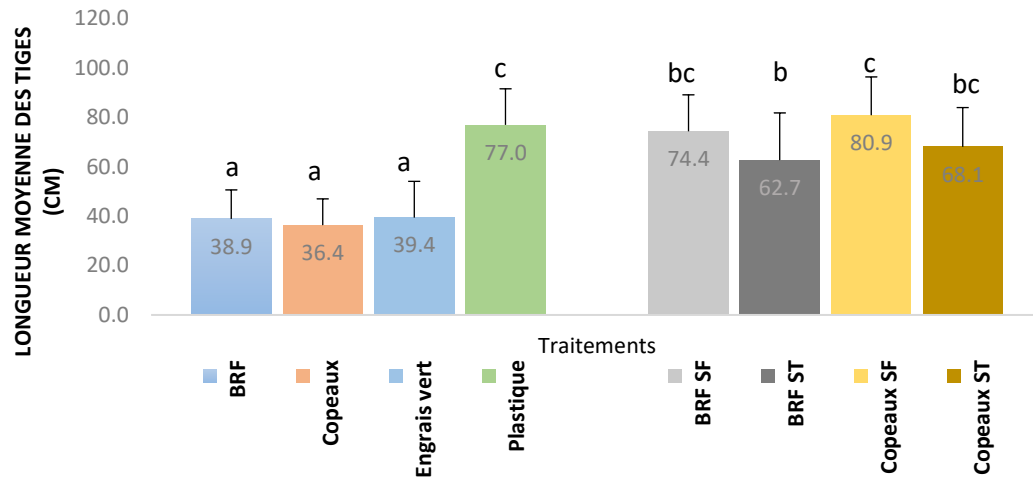


Figure 21. Comparaison de la longueur moyenne des 3 tiges de l'année les plus vigoureuses entre les traitements, en 2019

3.4.2.4 Diamètre moyen à la base des 3 tiges de l'année les plus vigoureuses

Le plus faible diamètre des tiges a été observé sur les plants ayant un paillis de copeaux, BRF et Engrais vert (Figure 22, $F(7,432)=67.986$, $p<0.001$).

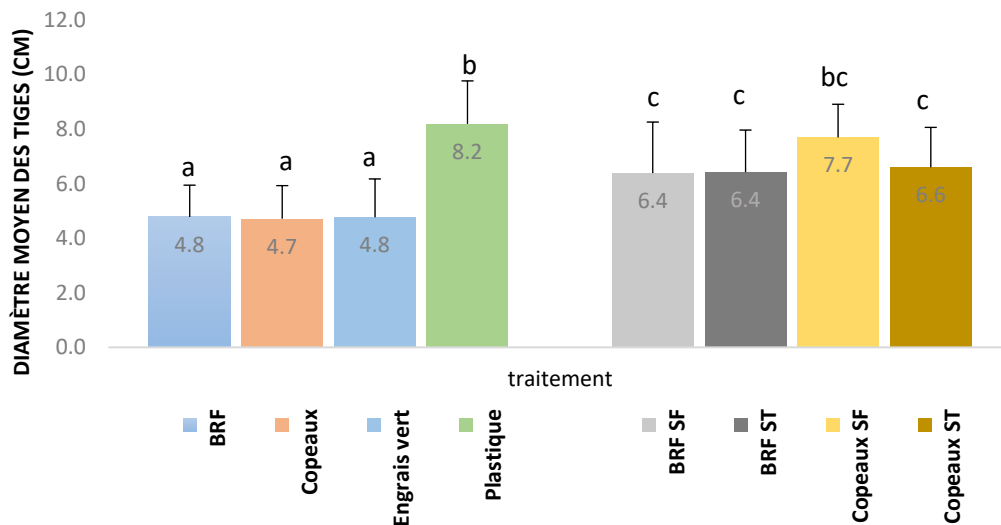


Figure 22. Comparaison du diamètre moyen à la base des 3 tiges de l'années les plus vigoureuses, en 2019.

3.4.2.4.1 Longueur et diamètre des tiges sur paillis de plastique, en fonction du gel subi

Il n'y a aucune différence significative au niveau de la longueur (Figure 23-a, $t=0,16$, $ddl= 87$, $p=0.987$) et le diamètre (Figure 23-b, $t=-0,048$, $ddl=87$, $p=0,962$) des tiges entre les plants gelés et ceux qui n'ont pas gelés sur paillis de plastique.

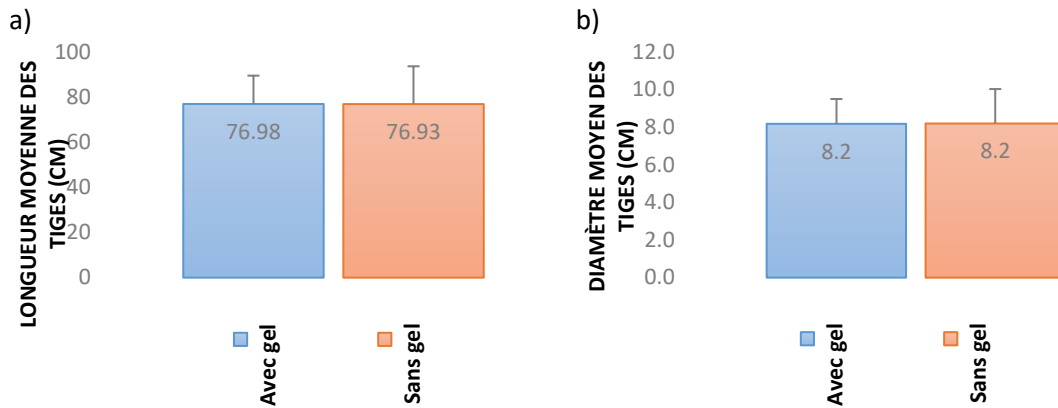


Figure 23. Comparaison a) de la longueur moyenne et b) du diamètre moyen à la base des 3 tiges de l'année les plus vigoureuses entre les plants ayant subi ou non du gel dans le traitement sur paillis de plastique, en 2019

3.4.2.5 Rendements de récolte

Au niveau du rendement de la récolte, les plants qui ont produit le plus étaient sur un paillis de BRF ST et Copeaux ST tandis que ceux qui ont produit le moins étaient sur un paillis plastique et engrais vert (Figure 24, $F(7,304)=26.167$, $p<0.001$).

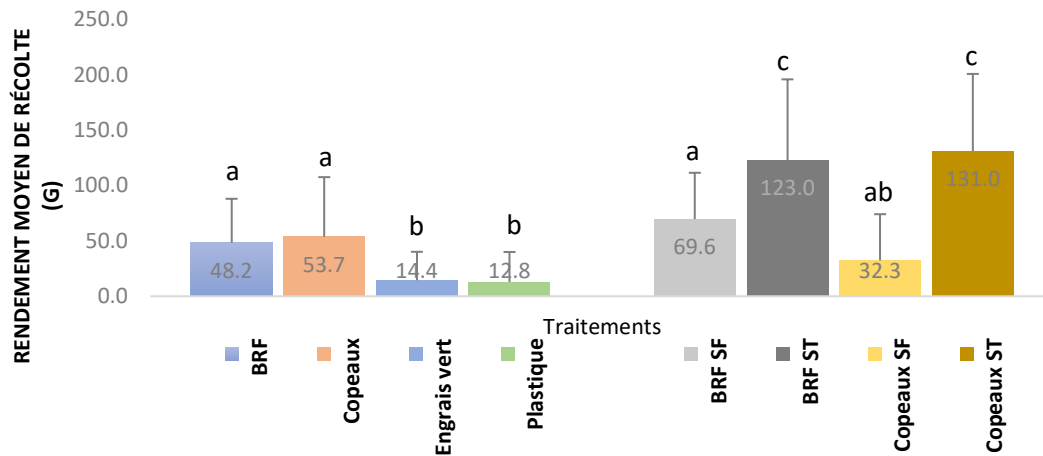


Figure 24. Comparaison des rendements moyens de fruits récoltés par plant selon le traitement, en 2019.

3.4.2.6 *Rendement de récolte pour le traitement paillis de plastique, en fonction des plants ayant subi du gel ou non.*

Seuls les plants avec un paillis plastique ont subi un gel. Les plants ayant gelé ont eu un rendement significativement plus faible que ceux n'ayant pas gelé (Figure 25, $t=-2,098$, $ddl=61$, $p=0,04$).

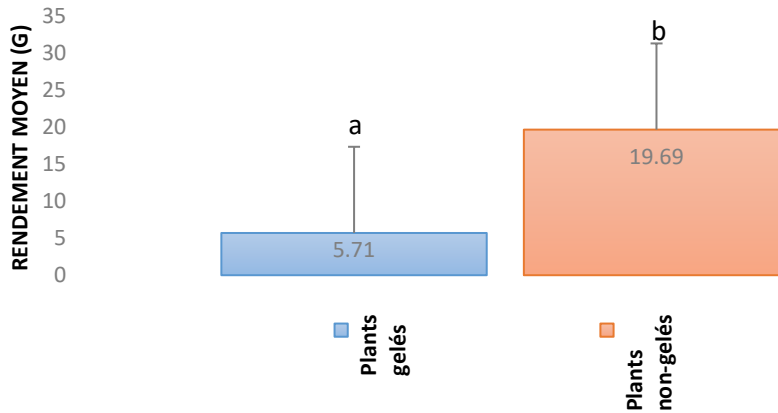


Figure 25. Comparaison des rendements moyens de récolte entre les plants ayant subi du gel ou non pour le traitement paillis de plastique seulement, en 2019.

3.4.2.7 *Rendement de récolte (sans les plants ayant subi du gel dans le traitement paillis de plastique)*

Lorsque nous enlevons de l'analyse statistique les plants ayant subi du gel, nous obtenons le même résultat : les plants sur paillis plastique et engrais verts ont eu un rendement significativement plus faible que les autres traitements sauf Copeaux SF (Figure 26, $F(3,215)=10,974$, $p<0.001$).

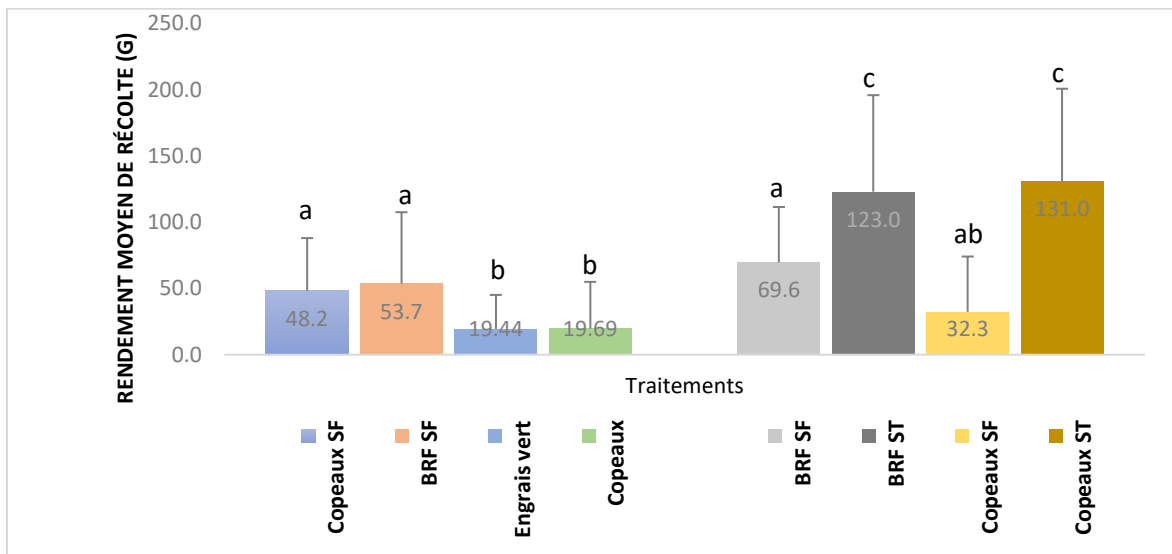


Figure 26. Comparaison des rendements moyens de fruits récoltés par plant selon le traitement (sans les plants ayant subi du gel dans le traitement paillis de plastique), en 2019.

3.5 Analyse technico-économique

L'installation des différents types de paillis n'engendrent pas tous les mêmes coûts en termes de matériel et de main d'œuvre. Cette analyse est établie en fonction du temps des opérations spécifiques au projet et des prix des matériaux au moment de la mise en place du projet. L'analyse compare le temps des opérations et le coût des matériaux et du transport entre les différents paillis utilisés. Chaque traitement était divisé en trois parcelles d'environ 22 m² réparties sur 4 rangées, totalisant une surface de 65 m². Les opérations étaient effectuées en grande partie à la main (désherbage, application de copeaux, de BRF et semis d'engrais verts. Pour faciliter la compréhension, les données utilisées pour le budget ont été extrapolées à l'hectare. Il est évident que certains coûts obtenus dans ce projet ne peuvent pas être représentatifs en extrapolant à l'hectare puisqu'un producteur tendrait à mécaniser certaines opérations comme l'application de copeaux à l'aide d'un distributeur, le semis d'engrais vert à l'aide d'un semoir à la volée, un désherbeur mécanique de type Intercepts de Boisselet ou le LPO-400H d'Ostraticky ou encore un Weed Badger.

Le coût des matériaux utilisés peut aussi varier, particulièrement pour les copeaux et le BRF. Nous avons eu la chance d'obtenir des copeaux d'une scierie située à 10km du site expérimental, ce qui réduit les coûts de transport. Toutefois, comme le seul fournisseur de BRF trouvé au départ du projet était situé à plus de 200km du site expérimental, le coût de transport engendré est alors très élevé. Un producteur aura probablement tendance à obtenir un BRF provenant d'un élagueur ou d'un centre jardin à proximité. L'objectif d'obtenir un BRF de saule à 100% était de réduire les biais expérimentaux liés à l'hétérogénéité des BRF obtenus chez les entreprises d'élagage et les centres jardins.

Tableau 1 . Coûts à l'hectare de l'utilisation des différents types de paillis utilisés dans le projet.

/hectare	Plastique			Copeaux			BRF			Engrais vert			Copeaux-strophaires			BRF-strophaires		
	Unité	unitaire (\$)	Total (\$)	Unité	unitaire (\$)	Total (\$)	Unité	unitaire (\$)	Total (\$)	Unité	unitaire (\$)	Total (\$)	Unité	unitaire (\$)	Total (\$)	Unité	unitaire (\$)	Total (\$)
Main d'œuvre																		
Installation - année 1 (h)	34	15	513	427	15	6409	427	15	6409	103	15	1538	855	15	12818	855	15	12818
Entretien - année 2 (h)	14	15	205	205	15	3076	205	15	3076	316	15	4742	205	15	3076	205	15	3076
Total main d'œuvre			\$ 718			\$ 9,485			\$ 9,485			\$ 6,281			\$ 15,894			\$ 15,893.70
Matériel																		
Plastique (rouleau)	6	169	1029															
Dérouleuse à plastique (unité)	1	600	600															
Copeaux de chêne (pi3)				11792	0.55	6486							11792	0.55	6486			
BRF de saule (pi3)							11792	1.08	12735							11792	1.08	12735
Avoine (kg/ha)										200	0.65	130						
Sarrasin (kg/ha)										60	1.63	98						
Disque de coco (unité)										2222	2.19	4857						
Strophaires rouge-vin													2222	20	44434	2222	20	44434
Total matériel			\$ 1,629			\$ 6,486			\$ 12,735			\$ 5,085			\$ 50,920			\$ 57,169
Transport du matériel																		
Copeaux				23	\$ 75	\$ 1,755							23	75	1755			
BRF							5.5	\$ 950	\$ 5,186							5	950	5186
Plastique	1	\$ 80	\$ 80															
Dérouleuse à plastique	1	\$ 200	\$ 200															
Disques de coco										1	\$ 20	\$ 20						
Semences										1	\$ 20	\$ 20						
Strophaires rouge-vin													1	\$ 500	\$ 500	1	500	500
Total transport			\$ 280			\$ 1,755			\$ 5,186			\$ 40			\$ 2,255			\$ 5,686
Grand total			\$2,626			\$17,725			\$ 27,407			\$ 11,406.01			\$ 69,068			\$ 78,750

3.5.1 Paillis de plastique

Le paillis de plastique noir embossé pour arbres (2.3mil, 60po de largeur) se détail à 169\$ pour un rouleau de 365 mètres dont la durée de vie est de 5 ans minimum. Pour dérouler le plastique, une dérouleuse doit être tirée par un tracteur. Il existe quelques modèles de dérouleuses. Le modèle utilisé pour le projet est la Rainflo 345 serie au coût de 600\$/semaine en location. Le temps pour poser 65 m de paillis de plastique dans ce projet était d'environ 4 heures. Ce temps inclut :

- 2 personnes : une personne qui opère le tracteur et une personne qui effectue les manœuvres derrière la dérouleuse.
- L'attachement au tracteur et l'ajustement de la dérouleuse
- Se rendre aux parcelles et revenir
- L'application du plastique
- Le temps supplémentaire dû aux interruptions du déroulage pour mettre en place le dispositif expérimental (ex. : Étendre 22m de plastique, sortir du rang puisque les parcelles suivantes sont d'autres types de paillis, entrer dans le rang d'à-côté, etc.)
- L'égalisation de la terre aux pourtours du plastique
- Le perçage des trous pour les futurs plants.

3.5.2 Copeaux de bois

Les copeaux de chêne rouges acheté à la scierie GVL de Wotton se détaillent au coût de 0,55\$/pi³. Les copeaux sont acheminés au verger via un transporteur local, au coût de 70\$ par voyage de 504 pi³. Le temps d'application pour une rangée de 65m fut de 12,50 heures, incluant :

- Le déroulage du tuyau d'irrigation.
- Le voyage des copeaux avec la pelle du tracteur. Généralement, il y avait un conducteur qui remplissait de copeaux la pelle du tracteur et qui avançait très lentement pour que 2 autres personnes puissent pelleter les copeaux du tracteur et les étendre directement sur le rang.
 - Parfois le sol était trop détrempé et les passages répétés du tracteur sur le rang auraient été très dommageables pour le sol. Dans ce cas, les copeaux étaient transportés à l'aide d'une brouette remplie à partir d'une remorque préalablement chargée et transportée près du rang. Cette technique prenait un peu plus de temps pour mettre les copeaux en place mais permettait d'effectuer l'opération avant que les adventices ne repoussent durant les longues périodes où le sol était trop humide pour circuler en tracteur.
- Le dégagement du collet des plants.
- L'égalisation des copeaux sur le rang.

3.5.3 Bois raméal fragmenté (BRF)

Le BRF de saule provenant de chez Agroénergie se détaille au coût 1,09\$/pi³. C'est le seul produit de BRF pure et certifié qui était disponible au moment du projet. Cette compagnie se situe à St-Roch de l'Achigan, à plus de 200 km du site expérimental. Le coût du transport fut de 950\$ pour

livrer 2160 pi³ à Saint-Camille. Le temps d'application du BRF pour une rangée de 65m fut de 12,50 heures. Ce temps d'application inclut :

- Le déroulage du tuyau d'irrigation.
- Le voyage des copeaux avec la pelle du tracteur. Le même scénario que pour les copeaux se produisait en cas d'incapacité à circuler en tracteur par-dessus les rangs.
- Le dégagement du collet des plants.
- L'égalisation des copeaux sur le rang.

3.5.4 BRF et copeaux avec strophaires rouge-vin

Le mycélium de strophaire rouge-vin utilisé pour inoculer les traitements BRF-strophaire et copeaux-strophaire a été acheté chez l'entreprise Violon et Champignon au coût de 20\$/sac (prix réduit obtenu pour l'achat de plusieurs sacs sur une même facture). Pour l'inoculation des parcelles expérimentales, un sac de mycélium était nécessaire pour l'inoculation d'un mètre linéaire (0,15m³) dans la parcelle. Un total de 65 sacs de mycéliums a été utilisé pour les parcelles du projet, soit 1300\$, plus 315\$ de frais de transport. À ces frais viennent s'ajouter le coût des copeaux et du BRF, calculés aux points 4.4.2 et 4.4.3. Le temps nécessaire pour mettre en place ces parcelles fut de 25 heures. Ce temps d'application inclut :

- Le déroulage du tuyau d'irrigation.
- Le voyage des copeaux et du BRF avec la pelle du tracteur.
- Le chargement des copeaux ou le BRF dans une brouette afin de bien mélanger un sac de mycélium avec ces substrats, pour ensuite verser la brouette sur le rang afin de couvrir 1 mètre linéaire.
- L'égalisation des copeaux sur le rang.
- Le dégagement du collet des plants.
- La couverture du rang avec des cartons et des roches pour les tenir en place.

3.5.4.1 Revenus potentiels de récolte

La production de strophaires rouge-vin fût très intéressante dans les parcelles BRF alors qu'aucun champignon n'a poussé dans les parcelles copeaux. Il est possible que les copeaux étaient trop grossiers et trop peu frais lors de l'application pour maintenir un niveau d'humidité adéquat pour la propagation du mycélium et que ceux-ci auraient eu besoin d'une irrigation plus fréquente que pour le BRF?

Les rendements obtenus dans les parcelles BRF-strophaires pour chacune des souches sont :

- Souche ST : 12. 2kg pour 16 mètres linéaires en 2019. Un total de 627 champignons récoltés avec un poids moyen de 19,5 gr par champignon.
- Souche SF : 17,8 kg pour 15 mètres linéaires en 2019. Un total de 1022 champignons récoltés avec un poids moyen de 17,4 gr par champignon.

Le prix de vente approximatif des strophaires rouge-vin se situe entre 10\$ et 15\$/kg (en 2016). Le revenu potentiel de la culture de strophaire rouge-vin pour ce projet se situe entre 300\$ et 450\$ par ligne de 65m, selon le rendement sur 1 an et le prix. À l'hectare, cette fourchette de revenus potentiels est de 10 245\$ à 15 370\$. Ces montants n'incluent pas les frais liés à la main d'œuvre

pour la cueillette et l'emballage, à la commercialisation et au le transport. De plus, ce sont des rendements obtenus en 2019 pour une inoculation en 2018. Il est fort probable qu'une production puisse avoir eue lieu en 2018 si l'inoculation avait été effectuée au printemps au lieu de juillet et que les cartons puissent avoir été retirés plus tôt. Toutefois, il est possible que ce scénario puisse avoir eu un impact sur les rendements de strophaires en 2019. De plus, il est recommandé d'ajouter des copeaux sur les strophaires afin d'entretenir le mycélium à chaque année. Le coût total pour l'achat de mycélium (sans la main d'œuvre) mentionné au Tableau 1 est de 44 434\$, ce qui est supérieur au revenu potentiel. Pour un producteur qui aurait 1 hectare à couvrir, la meilleure façon de réduire les coûts est de produire soit même le mycélium et le multiplier. De plus, des méthodes d'application du mycélium pourraient être développées afin d'accélérer le processus.

3.5.5 Engrais vert

Un sac de semences d'avoine se détaillait 16,28\$ pour un 25kg au moment du projet alors qu'un sac de sarrasin était 40,75\$ pour un 25kg. Le taux de semis utilisé était d'environ 270 g/m², semées à la volée, tant pour l'avoine que le sarrasin. Le coût pour un semis d'avoine pour 65m fut de 11,39\$ puis de 28,50\$ pour le sarrasin. Un disque de coco de 60cm de diamètre à 2,29\$ était installé au pied de chaque plant pour un total de 65 disques par rangée, soit 142,09\$. La préparation de la parcelle pour le semis, le semis puis l'application des disques de coco a pris un total de 3 heures pour une seule personne. L'entretien quant à lui, consistait au fauchage de l'engrais vert précédent (avoine séchée de l'année dernière) puis au sarclage manuel des adventices à l'aide d'un sarcloir oscillant delta à 90\$. Un semis de sarrasin a ensuite été effectué puis fauché à deux reprises au courant de l'été lorsqu'il était en pleine floraison afin d'éviter sa propagation. Le temps pour effectuer le fauchage de l'avoine, le désherbage, le semis de sarrasin puis les 2 fauchages fut de 9.25 heures pour 65m.

4. Discussion

En fin de saison 2018, il était déjà possible de remarquer les différences de croissance des plants entre les traitements. En effet, dans les traitements de BRF et d'engrais vert d'avoine, les plants étaient plus petits que les plants des autres traitements. La longueur moyenne des tiges était plus grande chez les plants sur paillis de plastique et copeaux avec strophaires. Par contre, le diamètre à la base des nouvelles tiges était plus élevé seulement sur les plants du traitement plastique alors qu'il était similaire pour les autres traitements. Concernant le nombre de tiges, ce sont les traitements plastique, BRF et BRF avec strophaires qui ont obtenu le plus grand nombre. En somme, les plants du traitement paillis de plastique ont enregistré une croissance globale supérieure aux plants des autres traitements, suivis de près par les traitements avec strophaires rouge-vin. De plus, le paillis de plastique a nécessité moins de temps pour l'installation ainsi que pour l'entretien.

Au printemps 2019, des dommages de gels hivernaux notables ont affecté plusieurs plants du traitement sur paillis de plastique (Annexe, figures 34-35-36). Aucun autre traitement n'a vu ce type de dommage. Près de 50% des plants sur paillis de plastique avaient des dommages de gels, certains plus importants que d'autres. Il est possible que la forte croissance des plants en 2018 ait eu un impact négatif sur la qualité de l'aoûtement et que ceux-ci aient été plus vulnérables à l'hiver rigoureux de 2018-2019. Malgré ces dommages, en 2019, les plants sur paillis plastique ont

eu une croissance en hauteur, des longueurs de tiges et des diamètres de tiges significativement supérieurs à ceux des autres paillis sans strophaires tandis que la croissance en hauteur des plants sur copeaux en 2019 fut inférieure à tous les traitements sauf le BRF. Notons que la hauteur totale des plants en 2019 fut similaire entre les traitements copeaux, BRF et engrais vert alors que ceux-ci étaient inférieurs aux traitements avec plastique et ceux inoculés avec des strophaires rouge-vin. Toutefois, la hauteur moyenne des plants avec engrais verts est passée de la plus basse à la plus haute contre les copeaux et le BRF entre 2018 et 2019 et ce malgré la plus forte présence d'adventices parmi tous les traitements. Cela peut s'expliquer par la plus grande vulnérabilité d'un sol nu à l'évaporation de l'eau lors de journées chaudes que pour un sol couvert (Boivin, 2007). La présence d'adventices et de l'engrais vert augmente la consommation d'eau dans le sol, ce qui diminue les réserves pour les plants d'aronia. De plus, l'été 2018 fut l'été le plus chaud en 146 ans alors que 2019 a débuté sous la normale pour ensuite offrir un record de chaleur en en plus de 100 ans pour le mois de juillet (MELCC, 2020). Il est probable que l'évaporation de l'eau du sol était plus forte en 2018 qu'en 2019 à un moment où les plants étaient plus jeunes et plus vulnérables au manque d'eau.

La croissance supérieure des plants sur paillis de plastique noir s'explique par le gain de température du sol et autour des plants (MAAARO, 2013). En effet, il est connu que le paillis de plastique noir a le potentiel d'augmenter entre 2 et 4 degrés Celsius la température du sol à 2 pouces de profondeur par rapport au sol nu (MAAARO, 2016). Les paillis organiques tels que le BRF et les copeaux ont plutôt une capacité à tempérer le sol, soit un réchauffement plus lent au printemps et un refroidissement plus lent à l'automne (UMass extension), ce qui peut expliquer l'écart de croissance entre ces traitements (sans strophaires) et celui de plastique. Le traitement avec engrais vert offre possiblement une température du sol plus près de celle d'un sol à nu. Quant à la rétention d'eau, le plastique a la capacité de limiter l'évaporation de l'eau du sol, tout comme les paillis organiques. Par contre, lorsque les précipitations se font rares, le paillis de plastique réduit l'absorption des précieux coups d'eau contrairement aux paillis organiques, rendant ainsi le système d'irrigation très utile (MAAARO, 2013).

Il est possible que la croissance restreinte des plants sur paillis de BRF et de copeaux pourrait être due à un manque d'azote (soif azotée) (MAAARO, 2013) puisque ces mêmes matériaux ont permis d'obtenir une meilleure croissance et de meilleurs rendements lorsqu'ils furent inoculés par le strophaire rouge-vin. Toutefois, des analyses foliaires devraient être effectuées afin de vérifier l'hypothèse de la soif azotée (Brown, 2020). La soif azotée (parfois nommée faim azotée) est un concept bien connu lors de l'utilisation de matières ligneuses telles que le BRF et les copeaux en sols agricoles. Selon Larochelle (2004), il est possible de réduire l'impact de la soif azotée en ajoutant une dose d'azote ou par l'utilisation de morceaux plus grossiers dont la décomposition est plus lente. Le BRF utilisé contenait des fragments de tiges de saule d'une grande diversité de grosseur (allant de très fins à assez grossiers) comparativement aux copeaux de chêne qui étaient majoritairement assez grossiers. Nous nous serions donc attendu d'observer une croissance inférieure des plants sur BRF par rapport à ceux sur copeaux en raison de leur rapport granulométrie / soif azotée potentielle, ce qui n'était pas le cas. Il est probable que les bienfaits reliés à la stimulation de la vie microbienne du sol par les paillis ligneux se manifestent dans les prochaines années alors qu'ils ne se soient pas reflétés lors des années précédentes. En effet, le potentiel d'augmenter le taux de matière organique sous forme d'humus est d'environ 75kg

d'humus par mètre cube de BRF incorporé, après une période de 2 ans (Archambault, 2006). Toutefois, comme l'inoculation de strophaires rouge-vin a permis d'obtenir une plus forte croissance et de meilleurs rendements que dans les parcelles sans champignons, nous pouvons croire que cette intervention permet d'accélérer les processus biologiques positifs au niveau des micro-organismes du sol. Selon Leblanc (2016), l'inoculation de mycélium dans les copeaux a permis de réduire la soif azotée sur la croissance des plants d'ail en empêchant les bactéries d'avoir accès au carbone du paillis. La meilleure parcelle avec strophaires avait permis d'obtenir 7 kg de strophaires et 2,2 kg d'ail par mètre carrés alors que le témoin sans strophaire a obtenu un rendement de 1,1 kg d'ail par mètre carré et 0 kg de champignons. Il conclue que d'autres études lui permettraient de comprendre ce phénomène de mutualisme entre le strophaire et la culture d'ail. Il est donc possible que ce mutualisme puisse être bénéfique pour plusieurs cultures.

Les plants ont offert leur première petite production de fruits en 2019 (Annexe, Figure 33). Ces rendements sommaires ne sont en aucun cas représentatifs du potentiel futur des plants, ils sont seulement analysés à titre informatifs pour le projet et doivent être comparés avec les années à venir. Les rendements ont été mesurés pour chaque plant du projet. Parmi les traitements sans strophaire rouge-vin, les traitements BRF et copeaux ont obtenus les meilleurs rendements et ce malgré leur plus faible croissance en 2019. Les plants sur paillis de plastique et sur engrais vert ont obtenu des rendements inférieurs. Le gel ayant affecté plusieurs plants sur paillis de plastique a fait en sorte que ce fût le traitement le moins productif. Afin de vérifier si le faible rendement des plants sur plastique est uniquement dû aux plants ayant subi du gel hivernal, une analyse a été effectuée en retirant les plants gelés du traitement plastique pour le comparer (sans plants gelés) aux autres. Malgré cela, le rendement moyen des plants non-gelés sur paillis de plastique reste moins élevé que ceux sur BRF et copeaux et similaire aux plants sur engrais vert. Il est possible que des plants ayant subi des dommages de gel n'aient pas été notés comme ayant gelé puisque les dommages n'auraient pas été sous forme de tiges gelées qui ne débourrent pas mais plutôt sous forme plus subtile de bourgeons fruitiers morts qui n'auraient pas été observés. Est-ce que les plants sur plastique sont portés à avoir une croissance végétative importante au détriment de la production en fruits? Il serait pertinent de poursuivre le projet afin d'obtenir des données de croissance et de rendements sur plusieurs années afin de déterminer le potentiel réel de chaque traitement. En ce qui a trait des traitements avec strophaire rouge-vin, les rendements des traitements BRF et copeaux inoculés avec la souche SF furent statistiquement similaires à ceux des BRF et copeaux sans strophaires. Toutefois, la souche ST dans les copeaux et dans le BRF a permis d'obtenir des rendements supérieurs en fruits d'aronia à tous les autres traitements. Ce résultat est très intéressant et nous devons poursuivre l'étude de l'effet des strophaires rouge-vin sur les cultures fruitières afin de vérifier si le phénomène se répète à chaque année.

Les rendements de récolte de champignons furent intéressants au cours de l'année 2019. En effet, trois grandes phases de récoltes ont été observées pour les deux souches, soit entre le début juin et le début juillet, entre la mi-août et la fin août puis entre la mi-septembre et la fin septembre. La souche ST est celle qui a obtenu le plus de rendements avec 17,75 kg pour 1022 champignons récoltés contre 12,22 kg pour 627 champignons pour la souche SF 3.2. Tous les champignons ont été récoltés dans les parcelles avec BRF, aucun dans les copeaux. Quelques hypothèses surgissent pour répondre à l'absence de champignons dans les copeaux. L'humidité initiale des copeaux a évidemment un impact. Il faut s'assurer qu'ils sont bien humides. Dans le cas du BRF, il n'y avait pas de problème puisqu'il était fraîchement coupé à partir de tiges vertes printanières.

Cependant, les copeaux provenaient d'un moulin à scie. Celui-ci utilise que du chêne et il doit s'approvisionner de loin (Québec, Ontario, USA, etc.) pour obtenir le bois nécessaire à son fonctionnement. Ces arbres peuvent avoir été coupés à tout moment de l'année et nous ne pouvons pas savoir quand. Cependant, le délai entre la coupe de l'arbre, le transport au moulin à scie et le moment où il est scié est long et le billot sèche pendant ce temps. Les copeaux ont donc perdu une bonne partie de leur humidité (ce qui ne serait pas le cas lorsque nous coupons l'arbre à l'hiver et que nous faisons les copeaux au printemps). Ces copeaux auraient dû être trempés dans l'eau pendant 24 heures avant l'inoculation ou bien arrosés abondamment (bruine permettant que l'eau entre dans le copeau contrairement à une forte pluie où l'eau glisse sur le copeau) pendant quelques jours pour s'assurer que les copeaux au centre du tas le soient aussi. Nous n'avons toutefois effectué seulement un arrosage des copeaux et du BRF dans la pelle du tracteur juste avant l'inoculation, ce qui fut insuffisant pour les copeaux. De plus, comme il s'agit de copeaux plus grossiers que le BRF, le temps d'inoculation est plus long et nous avons pu voir à l'automne 2018 des filaments blancs sous la couche de copeaux, alors celui-ci n'est probablement pas mort (le mycélium avait toutefois réussi à coloniser l'entièreté de la couche de BRF). Cependant, les conditions plus difficiles pour coloniser le substrat (humidité initiale des copeaux, humidité du substrat suite à l'inoculation, grosseur des copeaux versus celui du BRF, etc.) explique certainement pourquoi aucun champignon n'est sorti des parcelles copeaux. La question est de savoir quelle est la raison principale?

Économiquement, le paillis de plastique est de loin le moins coûteux en matériel (plastique et location d'une dérouleuse) ainsi qu'en main d'œuvre (installation et entretien). En excluant les frais de transports qui sont très variables d'un site à l'autre, les coûts de matériaux et de main d'œuvre du paillis de plastique sont 4 fois plus faibles que ceux des copeaux, 7,8 fois plus faibles que ceux du BRF et 3 fois plus faibles que pour les engrais verts. De plus, tel qu'attendu, c'est aussi le paillis de plastique qui a eu le moins d'adventices et donc le moins d'entretien et de compétition avec les plants d'aronia. La durée de vie du paillis de plastique est de 5 ans minimum selon le fournisseur, après quoi il peut être plus fragile aux perforations et laisser ainsi passer les adventices. Celui-ci devra être remplacé par la suite, soit par un autre plastique (beaucoup plus laborieux à installer dans une culture établie), par un paillis organique (copeaux, BRF ou autre) ou par des opérations de désherbage mécanique. L'utilisation d'engrais vert semé sur le rang ne fut pas un traitement intéressant à court terme durant le projet. En effet, ce traitement a obtenu la quantité la plus élevée d'adventices, des rendements inférieurs à ceux obtenus par les copeaux et le BRF et ce malgré une croissance similaire à ces deux traitements. Toutefois, l'utilisation de disques de coco semble une bonne façon de contrôler les adventices au pied des plants sans toutefois offrir de bénéfices au niveau de la croissance. Les copeaux et BRF doivent quant à eux être rafraîchis d'une nouvelle couche à chaque année, ce qui continue d'accroître les coûts de matériaux et de main d'œuvres à chaque année. De plus, puisque certaines vivaces traversent les copeaux et le BRF, le désherbage est recommandé. L'inoculation de strophaire rouge-vin semble une avenue intéressante selon les données obtenues pour ce court projet. Les coûts d'installations très élevés peuvent être optimisés par des méthodes plus rapides en contexte de production et non de recherche. Ces coûts peuvent être absorbés par la vente des champignons et par la possible obtention de meilleurs rendements dans les plants d'aronia. Toutefois, plus de recherche doit être effectuée afin de pouvoir confirmer une telle hypothèse.

5. Conclusion

Le choix d'un type de paillis est une décision importante qui aura un impact sur la croissance des plants, la gestion des adventices, le temps d'entretien ainsi que les coûts des matériaux. L'objectif principal de ce projet était de déterminer quel type de paillis semble le plus convenable agronomiquement et économiquement pour l'implantation d'une culture fruitière comme l'aronia. Selon les résultats de cette étude, le paillis de plastique demeure le moins coûteux en termes de matériel et de main d'œuvre pour l'installation et le plus efficace contre les adventices. En ce qui a trait à la croissance et des rendements pour la durée de l'étude, il semble que le paillis de plastique ait rendu les plants plus vulnérables au gel hivernal alors qu'il enregistrait une forte croissance par rapport aux autres traitements sans champignons. En plus de la production de champignons, l'introduction de mycélium de strophaire rouge-vin aux parcelles semble offrir des effets bénéfiques pour les plants d'aronia, particulièrement la souche ST. Des résultats supplémentaires sont nécessaires afin de répondre aux hypothèses émergées dans ce projet pour ainsi offrir des recommandations adéquates aux producteurs.

6. Références

Archambault, Matthieu (2006). *Le « bois raméal fragmenté », un outil pour doper les sols en matières organiques*. Agriculture de conservation, TCS n°37 - Mars / avril / mai 2006. Consulté le 4 avril 2020. <https://agriculture-de-conservation.com/Le-bois-rameal-fragmente-un-outil.html>

Barriault (2016). *Planter une culture fruitière pérenne dans les règles de l'art...* Ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation du Québec. Consulté le 4 mars 2020. <https://www.agrireseau.net/petitsfruits/documents/93914/implanter-une-culture-fruitiere-perenne-dans-les-regles-de-l-art%E2%80%A6>

Brown, Laurie (2020). Communication personnelle. Cultur'Innov. 2 avril 2020.

Leblanc, Vincent (2016). *Compagnonnage des plantes et des champignons* Violon et Champignon. Consulté le 17 mars 2020. https://violonetchampignon.com/pages/polyculture-plantes-et-champignons?_pos=1&_sid=b7fa3d220&_ss=r

MAAARO (2013). *Barrières contre les mauvaises herbes dans la culture de plantes vivaces*. Ministère de l'agriculture, de l'alimentation et des affaires rurales de l'Ontario (MAAARO). Consulté le 9 mars 2020. <http://www.omafra.gov.on.ca/french/crops/organic/news/2013/2013-08a3.htm>

MAAARO (2016). *Techniques de prolongation de la saison des cultures de légumes*. Ministère de l'agriculture, de l'alimentation et des affaires rurales de l'Ontario (MAAARO). Consulté le 9 mars 2020. http://www.omafra.gov.on.ca/english/crops/hort/Season_Extension.htm

MELCC (2020). *Faits saillants*. Ministère de l'environnement lutte contre les changements climatiques du Québec. Consulté le 22 mars 2020. <http://www.environnement.gouv.qc.ca/climat/Faits-saillants/index.htm>

Micoboutique (2015). *Dépolluer avec des champignons*. Article publié le 4 février 2015. Consulté le 20 avril 2020. <http://www.mycoboutique.com/fr/blog/43/depolluer-avec-des-champignons-#.Xp8SB8hKjIU>

UMass. *Mulching tree fruit and small fruit*. UMass Extension Agriculture and Landscape Program 4/12. Consulté le 6 mars 2020.

https://ag.umass.edu/sites/ag.umass.edu/files/fact-sheets/pdf/mulching_fruit.pdf

Larochelle, Louis (2004). *L'impact du bois raméal fragmenté sur la dynamique de la mésofaune du sol*. Groupe de coordination sur les bois raméaux. Département des Sciences du Bois et de la Forêt de l'Université Laval. 65p. Consulté le 4 mars 2020.

http://archive.wikiwix.com/cache/?url=http%3A%2F%2Fwww.hydrogeochem.qc.ca%2Fpages%2Fpublications_gcbr%2Fdoc78.pdf

United States Department of Agriculture (USDA). *Tannins*. Consulté le 8 avril 2020.

<https://www.fs.fed.us/wildflowers/ethnobotany/tannins.shtml>

7. Annexe



Figure 27. Parcelles expérimentales en 2019.



Figure 28. Parcelle sur paillis de plastique en 2019.



Figure 29. Parcelle sur BRF en 2019.



Figure 30. Parcelle sur copeaux en 2019.



Figure 31. Parcelle sur engrais vert de sarrasin en 2019.



Figure 32. Parcelle d'engrais vert à l'automne 2019 (quelques semaines suite au fauchage du sarrasin).



Figure 33. Fruits d'aronia en 2019.



Figure 34. Photo de dommages de gel hivernal sur tige (débourrement inexistant ou tardif et feuilles malformées) en 2019.



Figure 35. Photo d'un plant taillé en raison d'une forte atteinte par le gel hivernal en 2019.

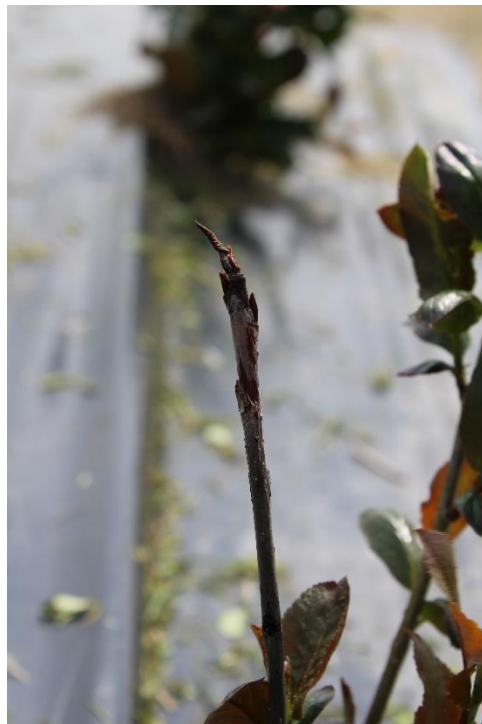


Figure 36. Photo d'une tige atteinte par le gel hivernal en 2019.



Figure 37. Photos de strophaires rouge-vin récoltés en 2019.