

**IMPACT D'AMENDMENT VÉGÉTAL DANS LA CULTURE DE L'AIL POUR RÉDUIRE L'ÉROSION ET
AMÉLIORER LA STRUCTURE DES SOLS.**

CRAM-16 SCS-01

DURÉE DU PROJET : MAI 2017 / MARS 2020

RAPPORT FINAL

Réalisé par : Manon Laroche agr. et Caroline Provost, Ph.D.



1^{er} février 2020

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

IMPACT D'AMENDEMENT VÉGÉTAL DANS LA CULTURE DE L'AIL POUR RÉDUIRE L'ÉROSION ET AMÉLIORER LA STRUCTURE DES SOLS.

CRAM-16-SCS-01

RÉSUMÉ DU PROJET

Les rendements de la culture de l'ail dépendent en grande partie de la qualité du sol, de l'efficacité de la lutte aux mauvaises herbes et de la survie des semences à l'hiver. L'utilisation d'amendements organiques apporte de nombreux avantages environnementaux, dont la réduction de l'érosion du sol, l'amélioration de sa structure, une modification des propriétés physico-chimiques et une augmentation de l'activité microbienne du sol. Dans la culture d'ail, la paille est le paillis végétal le plus souvent utilisé pour protéger les semis (cayeux) du froid pendant l'hiver et certains peuvent la laisser pendant toute la saison végétative pour lutter contre les mauvaises herbes. Dans le cadre de ce projet, nous avons évalué divers types de paillis végétaux (couvertures de sol) et plastique afin de vérifier leurs effets sur la production d'ail, la répression des mauvaises herbes et la protection hivernale. Les couvertures de sol comme la paille, le bois raméal fragmenté (BRF) et le plastique noir se sont montrées supérieures pour la lutte aux mauvaises herbes pendant la saison de croissance. La hauteur des plants et le poids des bulbes étaient supérieurs pour le plastique noir par rapport aux autres traitements. Les traitements paille et BRF ont démontré un nombre de caïeux par bulbe inférieur à tous les autres traitements. Cependant, le nombre de caïeux a augmenté pour tous les traitements pour la deuxième année du projet, ce qui pourrait être relié aux températures plus froides lors de la période entre la plantation et la levée des plants, le froid étant nécessaire pour la division des caïeux. Les conditions hivernales rigoureuses (couverture de neige déficiente, pluie abondante pendant la saison froide) comme celles de la deuxième année du projet (2018-2019) ont permis d'établir que l'utilisation de la paille comme couverture de sol permet d'obtenir une meilleure protection contre les températures froides hivernales et d'augmenter la survie des plants. Le suivi des températures de sol durant toute la période de production a permis de vérifier l'effet des différents paillis pour l'atténuation des températures froides pendant l'hiver et le ralentissement du réchauffement du sol pendant la saison de croissance, retardant ainsi la levée des plants et leur maturité. L'effet sur le sol des différents paillis n'a pu être démontré à court terme sur les deux années du projet. L'étude économique de ce projet permet d'identifier le traitement paille comme ayant la meilleure rentabilité due à son taux de survie supérieur dans la deuxième année du projet.

OBJECTIFS ET APERÇU DE LA MÉTHODOLOGIE

L'objectif principal du projet était d'évaluer l'efficacité de différents paillis pour la culture de l'ail au Québec de façon à améliorer la santé du sol, à optimiser la rentabilité de la production et augmenter la survie à l'hiver. Les objectifs spécifiques étaient: 1) déterminer l'impact des paillis sur les propriétés du sol; 2) caractériser l'effet des paillis sur le microbiome du sol; 3) évaluer l'effet des paillis sur la répression des mauvaises herbes; 4) évaluer les rendements de l'ail ainsi que le temps de maturité; 5) déterminer l'impact sur les maladies et les ravageurs; 6) déterminer le taux de survie à l'hiver; et 7) réaliser une analyse économique afin d'établir la rentabilité des diverses pratiques.

Les essais de 2017-2018 et 2018-2019 ont été réalisés sur deux différentes portions des terres (loam graveleux) situées à l'Abbaye d'Oka avec la variété d'ail Music. Six traitements ont été comparés dont quatre types de paillis: 1) paille (15 cm), 2) bois raméal fragmenté (BRF-différentes essences d'arbres à bois dur) (15 cm), 3) 1^{er} semis d'avoine (1^{er} août 2017, 15 août 2018), 4) 2^{ème} semis avoine (15 août 2017, 29 août 2018), 5) plastique noir, et 6) sol nu (témoin). Le dispositif comprenait quatre blocs et les traitements étaient mis en place selon une distribution en bloc aléatoire complet. Chaque parcelle de traitement était composée d'une planche de 3 rangs d'ail distancés de 45 centimètres et de 30 plants par rang distancé de 15 centimètres. Les données de rendements ont été prises sur le rang du centre de chaque parcelle.

Les traitements avec semis d'avoine ont été réalisés le 1^{er} août et le 15 août en 2017 et une rectification pour retarder de deux semaines a été faite l'année suivante soit le 15 août et le 29 août 2018 afin d'obtenir deux hauteurs de paillis différentes avant la plantation de l'ail. Pour les autres traitements, un semis de moutarde et un travail de sol d'enfouissement ont été effectués afin de préparer le terrain avant la plantation d'automne. Le paillis de plastique et le système d'irrigation gouttes à gouttes ont été installés quelques jours avant la plantation d'ail qui a eu lieu le 20 octobre 2017 et le 19 octobre 2018. Un suivi des températures de sol a été fait avec des sondes Hobo (Onset company) qui ont été placées près des semis d'ail (caïeux) au moment de la plantation et qui ont été retirées quelques jours avant la récolte. La paille et le BRF ont été épandus au sol tout juste avant les premiers gels (9 novembre 2017, 24 octobre 2018). Pendant la saison de croissance, des mesures ont été prises toutes les deux semaines pour évaluer la hauteur des plants sur vingt plants pris de façon aléatoire et pour déterminer la quantité de mauvaises herbes en pesant les mauvaises herbes échantillonnées dans deux quadrats de vingt centimètres pour chacune des parcelles. Deux désherbages manuels ont été nécessaires dans la deuxième année du projet pour les parcelles témoin et les traitements avec l'avoine le 19 juin et le 10 juillet 2019. Un désherbage rapide a été nécessaire dans deux parcelles avec le traitement BRF. La récolte s'est effectuée en deux dates différentes pour les deux années du projet, les traitements sol nu (témoin), avoine 1^{er} semis et avoine 2^{ème} semis ont été récoltés le 19 juillet 2018 et le 29 juillet 2019 tandis que les traitements avec paille et BRF ont été récoltés le 30 juillet 2018 et le 6 août 2019. Suite à la récolte, les plants ont été

soumis à un séchage, puis les bulbes ont été pesés et le nombre de caïeux a été dénombré. Des échantillons de sol ont été collectés à divers moments pour établir les propriétés physicochimiques du sol (analyses complètes du sol, agrégats et masse volumique apparente) ainsi que le microbiome du sol (récolte 2019). Des analyses en modèles généralisés mixtes (GLM) ont été effectuées afin d'évaluer l'effet des différents traitements sur les paramètres observés, soit les propriétés du sol, le microbiome du sol, les mauvaises herbes, le rendement (la hauteur des plants, le poids des bulbes, le nombre de caïeux par bulbe), la survie à l'hiver, les températures du sol. Une analyse économique succincte a aussi été réalisée afin de comparer les coûts des divers traitements en lien avec les rendements obtenus.

RÉSULTATS SIGNIFICATIFS OBTENUS (ANNEXE 1)

A) Effet sur les propriétés du sol

Analyses physicochimiques et masse volumique apparente (MVA)

Les différents paramètres sur les propriétés du sol ont été mesurés par l'analyse d'échantillons pris lors des périodes de plantation (27 octobre 2017 et 19 octobre 2018) et peu de temps après la dernière date de récolte (9 août 2018 et 31 juillet 2019). Les traitements n'ont pas influencé les paramètres standard du sol (pH, matière organique, CEC, saturation K+Mg+Ca) ($p > 0.05$). Les traitements de couvre-sol n'avaient aucun effet sur la densité du sol ($p = 0,52$) et aucune interaction n'était observée avec la profondeur ($p = 0,81$) (Fig. 1). Le sol était plus dense à une profondeur de 6 à 12 cm qu'à 0 à 6 cm ($p < 0,0001$).

Test des agrégats du sol (DASE): Au niveau de la différence de la taille des agrégats observée après et avant la culture de l'ail, les traitements de couvre-sols et le paillis plastique n'influençaient pas les agrégats comparativement au témoin sol nu (Fig. 2). Cependant, nous observons que seuls les deux traitements avec l'avoine apportent une diminution sur la grosseur moyenne des agrégats suite à la culture de l'ail (Fig. 2). Une différence significative sur le taux d'agrégats retenu par tamis, après et avant la culture, est observée entre le traitement BRF et le témoin, le BRF étant le seul à contenir moins d'agrégats (Fig. 3).

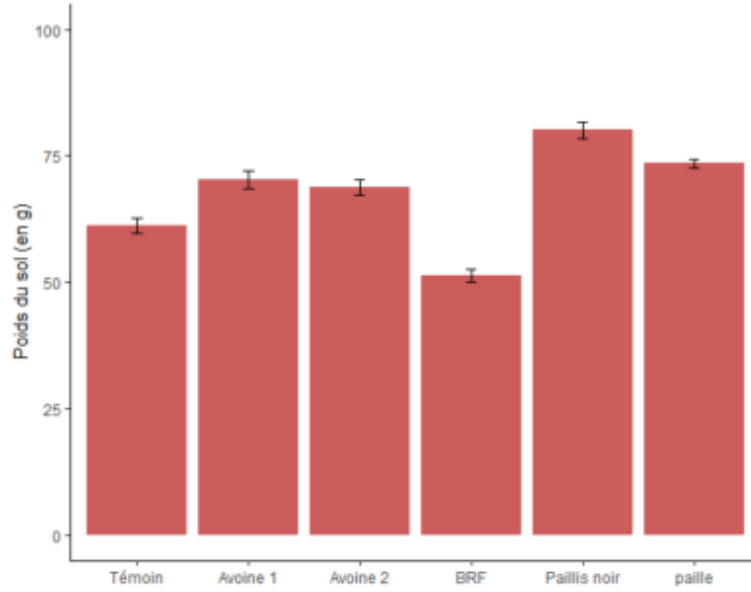


Figure 1 : Effet des traitements sur la masse volumique apparente (MVA) du sol pour les deux années combinées.

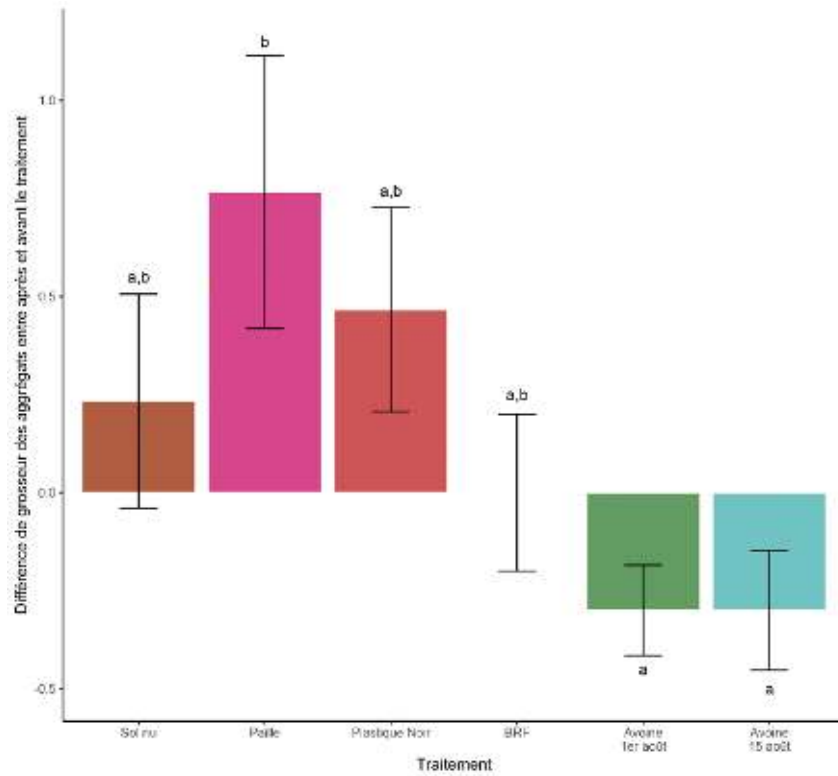


Figure 2 : Effet des traitements sur la grosseur des agrégats pour la 1^{ère} année.

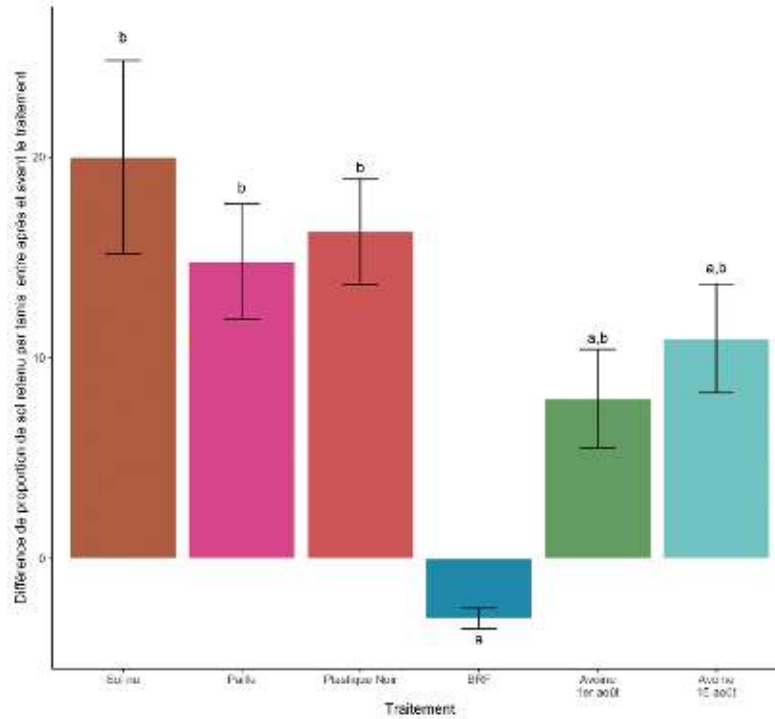


Figure 3 : Effet des traitements sur la quantité de sol retenu (agrégats) pour la 1^{ère} année.

B) Effet sur les mauvaises herbes

Les mauvaises herbes étaient plus abondantes dans les traitements témoin (sol nu) et avoine 1^{er} semis et 2^{ème} semis (aux deux années) que dans les traitements avec paillis noir et paille ($p < 0,0001$) (Fig. 4). Le traitement BRF avait un effet intermédiaire et contient moins de mauvaises herbes que le traitement témoin et avoine 2^{ème} semis. Il y avait 7 fois plus de mauvaises herbes dans le traitement avoine 2^{ème} semis que dans le traitement paillis noir (Fig. 4).

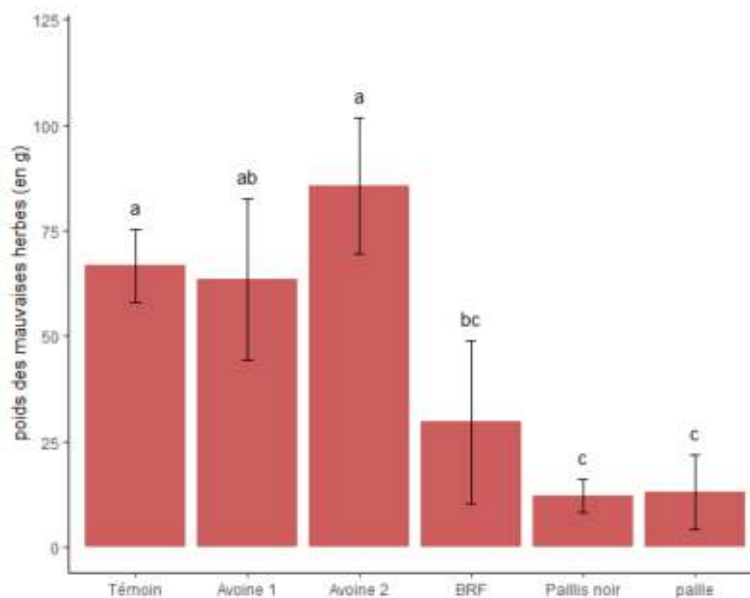


Figure 4 : Effet des traitements sur le poids des mauvaises herbes pour les deux années

C) Effet sur le rendement :

Hauteur des plants

Sur la moyenne des deux années, les plants étaient plus grands dans le traitement paillis de plastique noir que dans les autres traitements ($p < 0,0001$) (Fig. 5). La hauteur des plants était supérieure au témoin pour le traitement paille et les traitements avoine 1^{er} semis et 2^{ème} semis tandis que les plants étaient plus petits que tous les autres traitements dans le traitement BRF (Fig. 5). L'interaction significative entre la date et le traitement ($p < 0,0001$) indique que le taux de croissance des plants dépendait du traitement (Fig. 6). Le taux de croissance des plants était notamment plus élevé dans le traitement paille (Fig. 6).

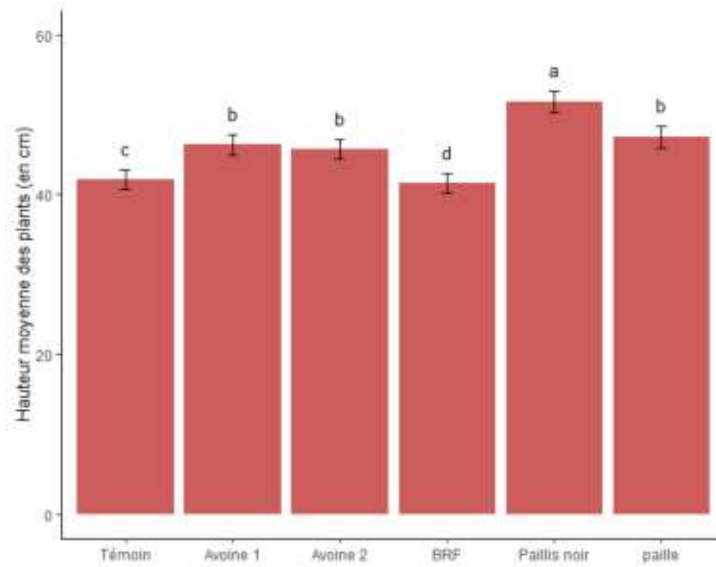


Figure 5 : Effet des traitements sur la hauteur des plants pour les deux années de production.

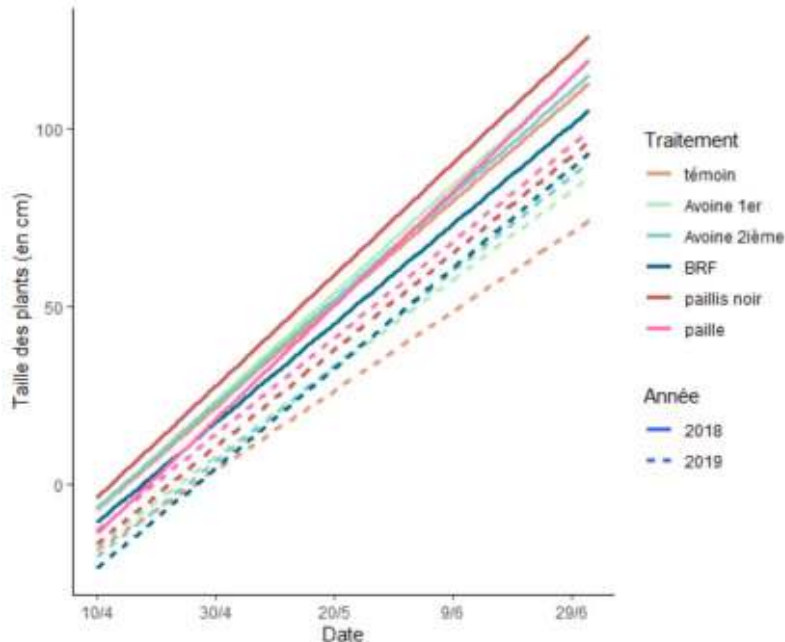


Figure 6 : Effet des traitements sur la hauteur des plants pour les deux années de production.

Poids des bulbes

Le poids des bulbes était supérieur dans le traitement avec le plastique noir comparativement aux autres traitements ($p < 0,0001$) (Fig. 7). Les traitements avoine 1^{er} et 2^{ème} semis et paille engendraient un poids supérieur des bulbes en comparaison aux traitements témoin et BRF. Le traitement BRF causait un poids des bulbes inférieur à tous les autres traitements (Fig. 7). Le poids des bulbes variait d'une année à l'autre ($p < 0,0001$), mais ce changement dépendait du traitement ($p < 0,0001$) (Fig. 8). Le poids des bulbes était inférieur en 2019 qu'en 2018 pour les traitements témoin, plastique noir et avoine 1^{er} et 2^{ème} semis (Fig. 8). La tendance inverse était observée pour les traitements BRF et paille (Fig. 8).

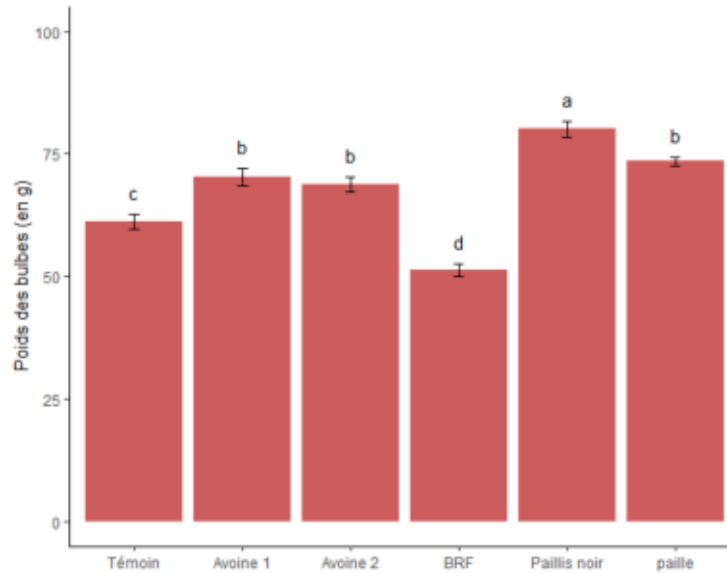


Figure 7 : Effet des traitements sur le poids des bulbes pour les deux années de production.

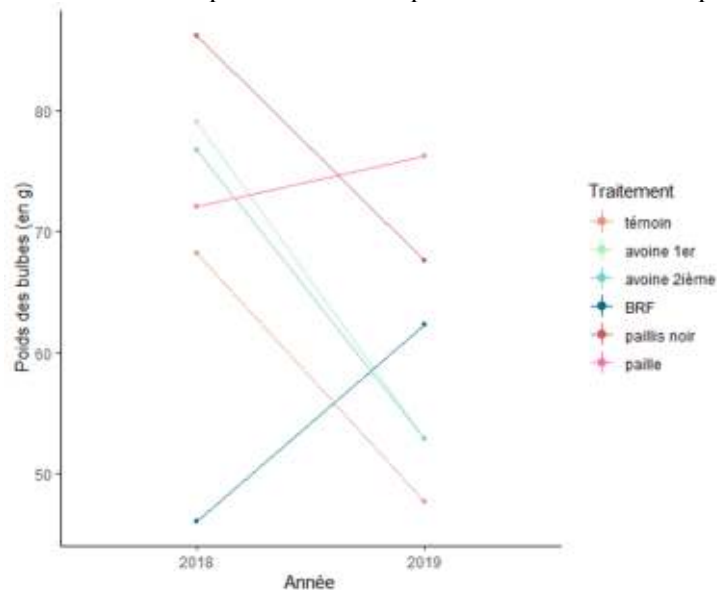


Figure 8 : Effet des traitements sur le poids des bulbes par année de production.

Nombre de caïeux

Le nombre de caïeux par bulbe était inférieur dans les traitements BRF et paille que dans les autres traitements ($p < 0,0001$) (Fig. 9). La différence est de l'ordre de 2,32 caïeux entre le plastique noir qui génère en moyenne plus de caïeux ($5,64 \pm 1,15$) et le traitement BRF qui en engendre le moins ($3,32 \pm 1,40$) (Fig. 9). De façon générale, il y avait plus de caïeux par bulbe en 2019 qu'en 2018 ($p < 0,0001$), mais certains traitements étaient plus sensibles aux variations annuelles que d'autres ($p = 0,03$) (Fig. 10). Les traitements BRF et paille répondaient notamment fortement aux variables annuelles (Fig. 10).

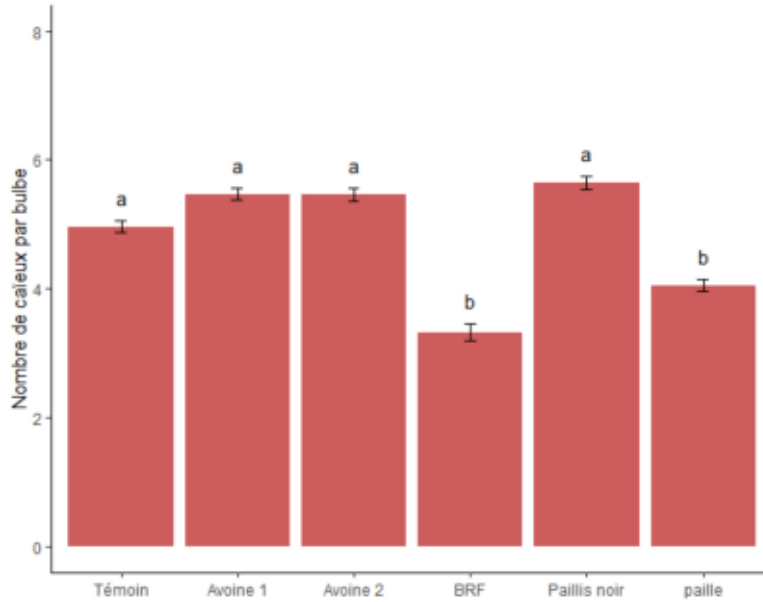


Figure 9 : Effet des traitements sur le nombre de caïeux par bulbe pour les deux années de production.

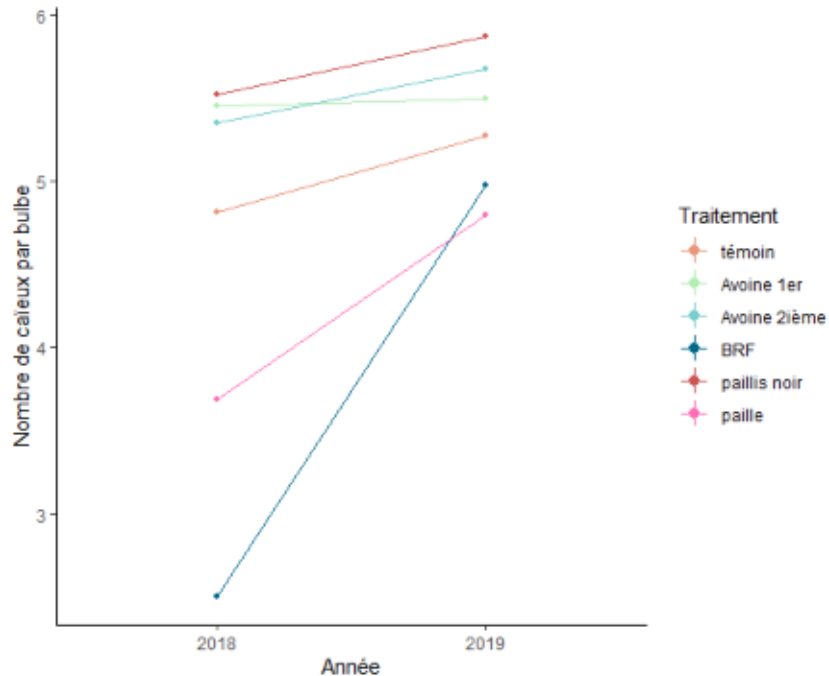


Figure 10 : Effet des traitements sur le nombre de caïeux par bulbe par année de production.

D) Effet sur la survie à l'hiver :

Sur la moyenne des deux années, la survie des plants était supérieure dans le traitement paille ($0,95 \pm 0,04$ é.t.) que dans le traitement témoin ($0,57 \pm 0,21$) et avoine 1^{er} semis ($0,62 \pm 0,20$) ($p = 0,004$) (Fig. 11). Tous les autres traitements ont un effet intermédiaire sur la survie des plants (Fig. 11). La survie des plants était inférieure en 2019 qu'en 2018 ($p = 0,004$) (Fig. 12).

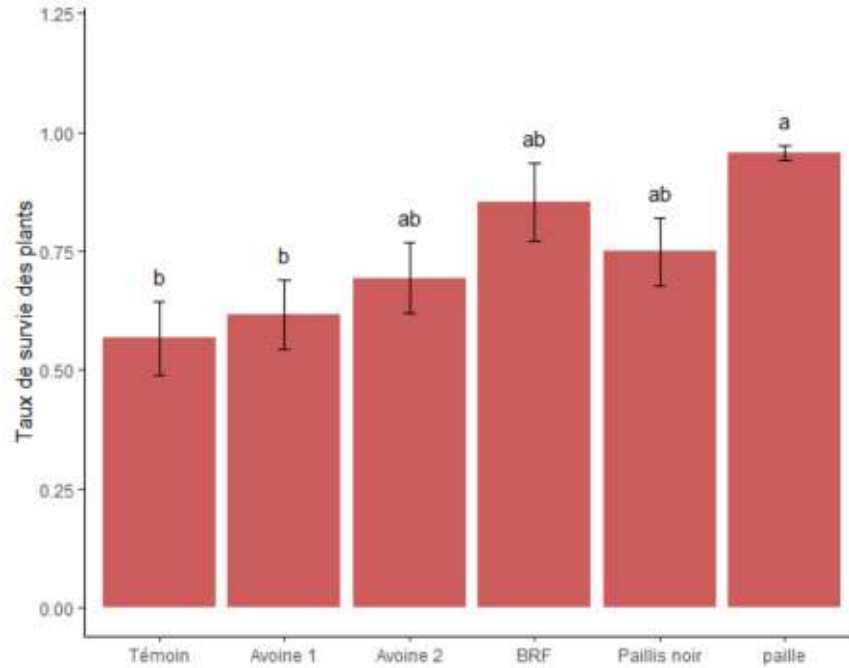


Figure 11 : Effet des traitements sur la survie des plants pour les deux années de production.

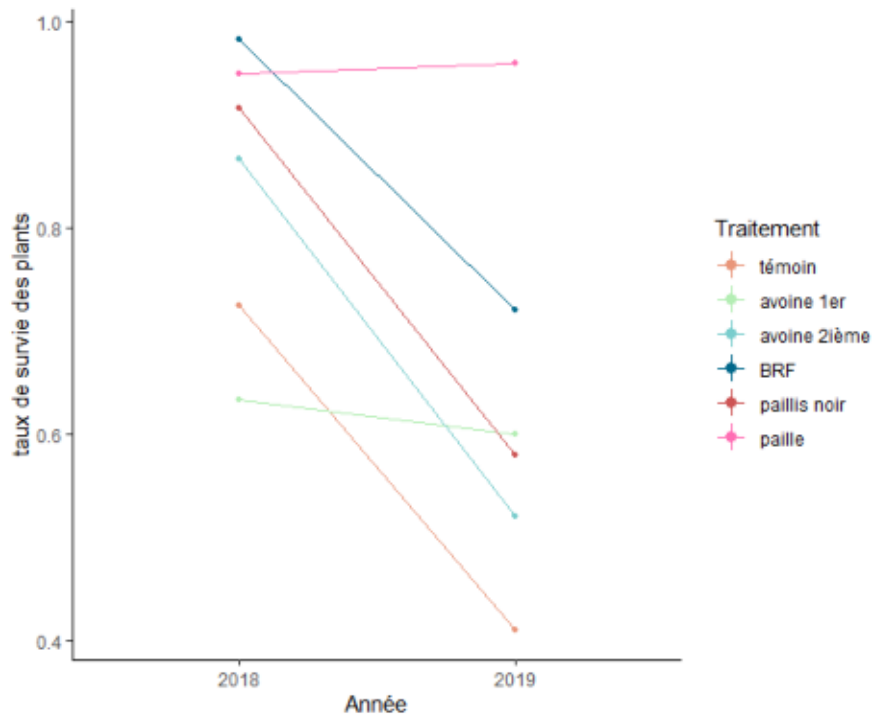


Figure 12 : Effet des traitements sur le taux de survie par année de production.

E) Effet sur les températures du sol

Les températures extrêmes minimales ont été aussi plus froides lors de la deuxième année du projet (Fig. 14) par rapport à la première année (Fig. 13). Elles ont approché et dépassé la température létale de $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$ pendant cette deuxième année. En 2018-2019, le traitement sol nu ou témoin a eu les températures extrêmes les plus froides avec -10.49°C . Le traitement avoine 1^{er} semis a atteint une température minimale de -7.92°C tandis que le traitement avoine 2^{ème} semis la température la plus froide était de -7.79°C . Le traitement plastique noir a frôlé le seuil avec -5.75°C . Seuls les traitements paille (-1.11°C) et BRF (-3.79°C) n'ont pas atteint le seuil léthal pour la production d'ail (Fig. 14).

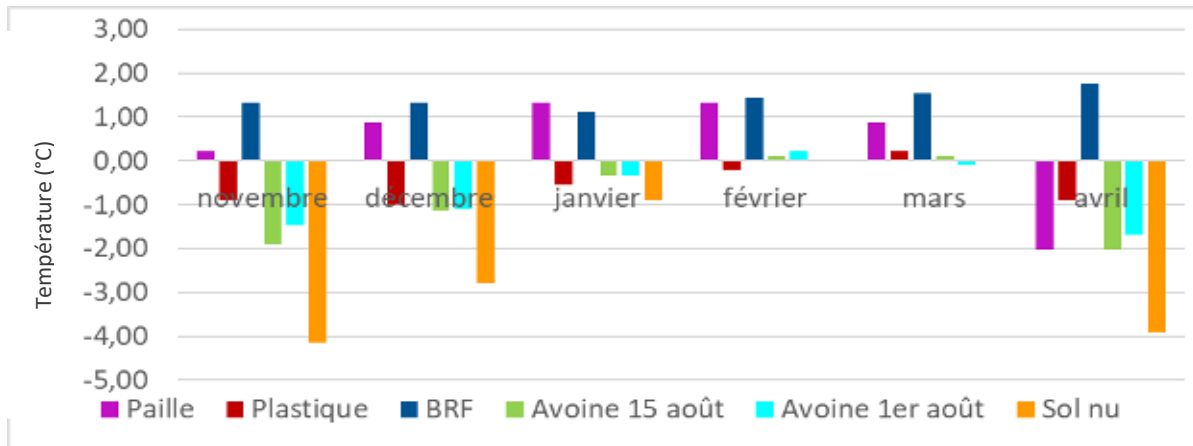


Figure 13 : Effet des traitements sur les températures extrêmes mensuelles pour l’hiver 2017-2018.

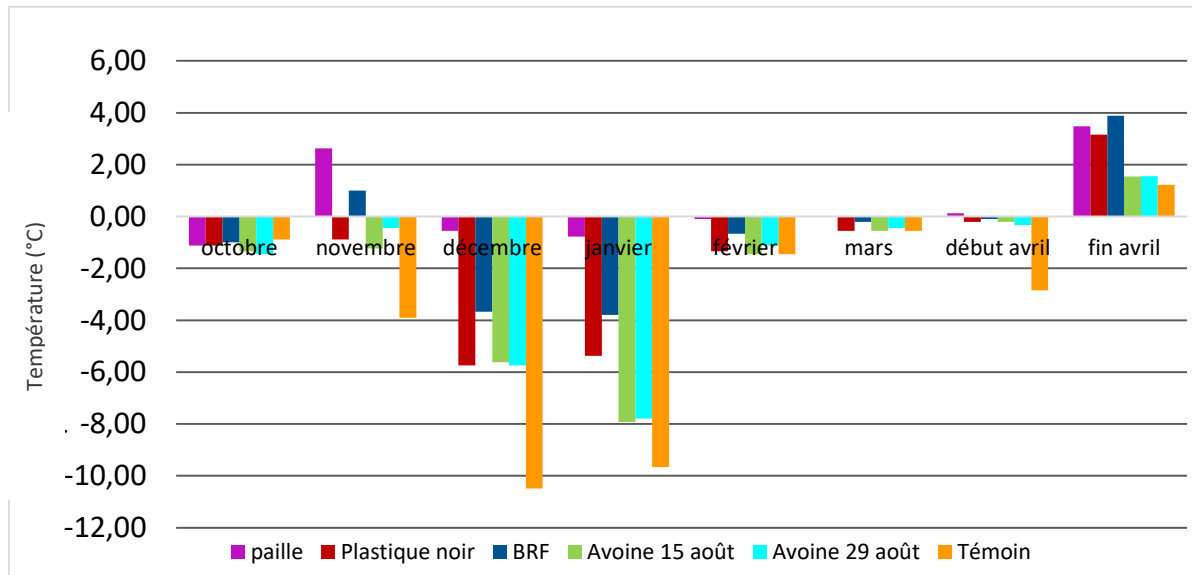


Figure 14 : Effet des traitements sur les températures extrêmes mensuelles pour l’hiver 2018-2019

Pour les températures moyennes minimales entre novembre et mars pour la deuxième année (2018-2019), elles ont été plus basses que pour la première année de l'essai (2017-2018) (Fig. 15-16). Pour les deux années, le traitement sol nu enregistre les températures minimales les plus basses tandis que les traitements paille et BRF ont les températures minimales les plus élevées pendant les mois froids. Cependant, le plastique noir et le BRF ont des températures minimales supérieures pendant les mois de croissance (avril à juin).

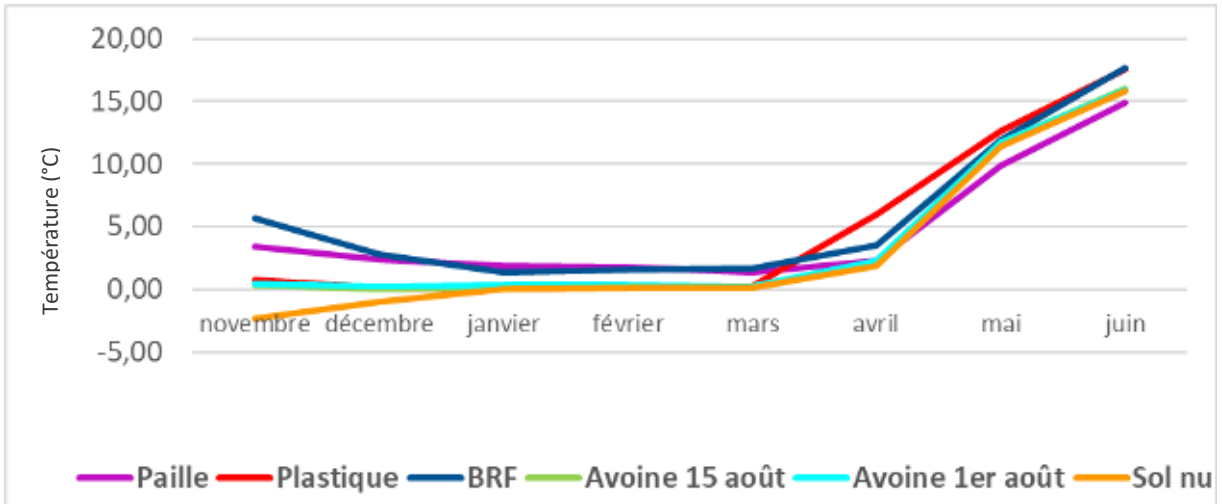


Figure 15 : Effet des traitements sur les températures moyennes minimales mensuelles 2017-2018

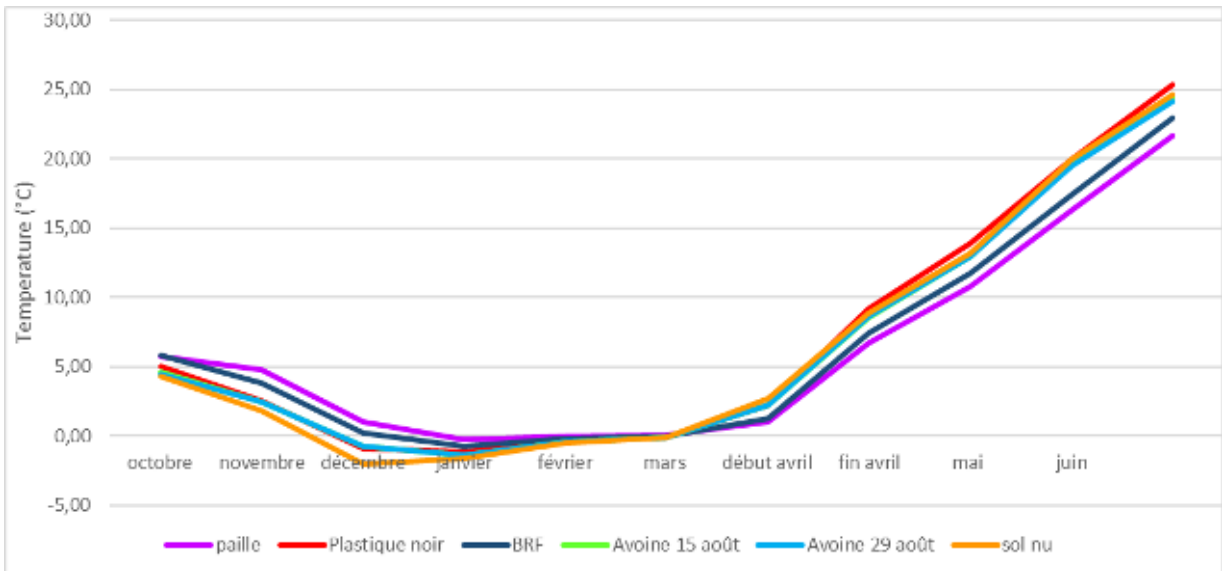


Figure 16 : Effet des traitements sur les températures moyennes minimales mensuelles 2018-2019

Pour les températures moyennes maximales durant les mois froids, les traitements paille et le BRF dans la première année du projet se sont démarqués par des températures plus élevés. Pendant la période de croissance (mars à juin), les traitements paille et le BRF ont les températures les plus basses tandis que le sol nu détient les températures les plus élevées (Fig. 17 et 18).

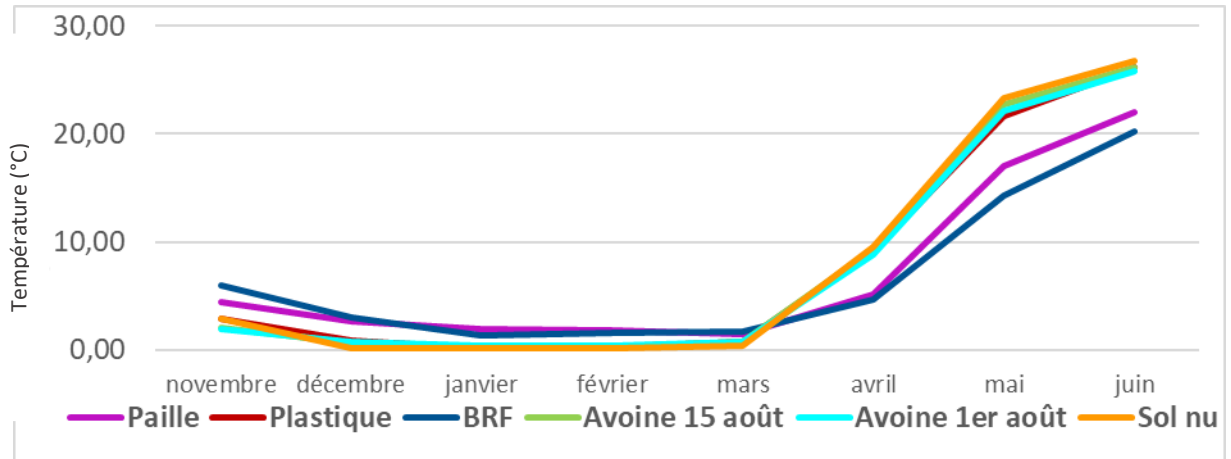


Figure 17 : Effet des traitements sur les températures moyennes maximales mensuelles 2017-2018

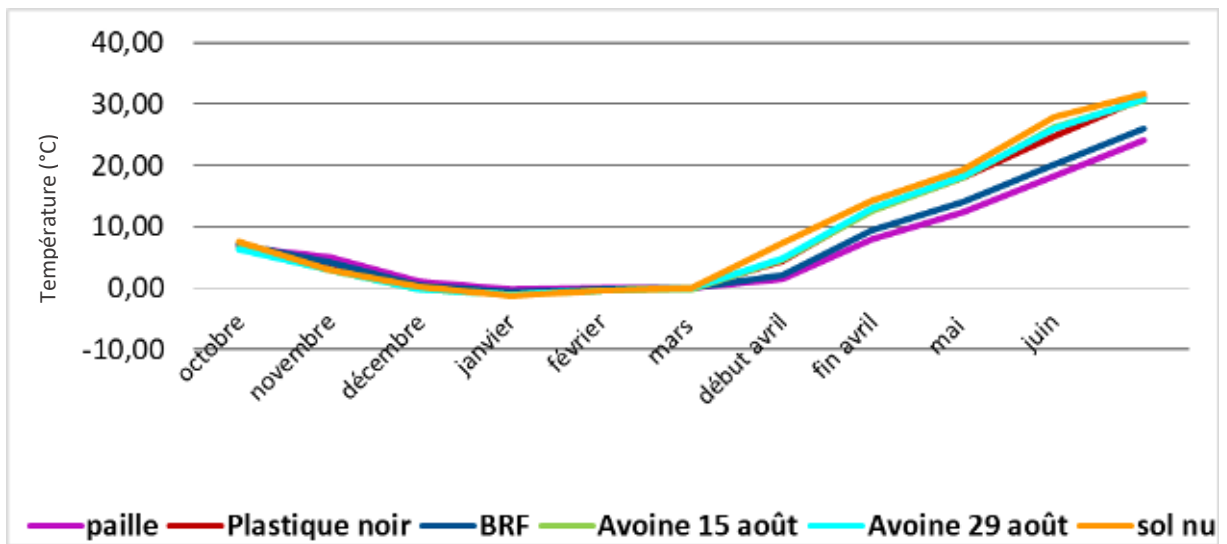


Figure 18 : Effet des traitements sur les températures moyennes maximales mensuelles 2018-2019

F) Effet sur les ravageurs et les maladies

Un dépistage des insectes ravageurs était réalisé chaque semaine lors de la prise des données. Durant les deux années d'essais, la teigne du poireau (*Acrolepiopsis assectella*) a été le principal ravageur qui a été observé. Aucune différence n'était observée entre les traitements de paillis. Afin de lutter contre ce ravageur et pour limiter les dégâts causés, des traitements avec un insecticide à base de *Bt* ont été appliqués lorsque le seuil était atteint. Durant la saison 2018, deux traitements à 10 jours d'intervalle ont été appliqués, le premier lors du début de la sortie des premières fleurs (11 juin) et le second lorsque toutes les fleurs étaient sorties (21 juin). Pour la saison 2019, aucun traitement n'a été nécessaire. Les traitements ont été commandés lorsque le dépistage permettait de voir 10% de dommage sur les fleurs ou les tiges.

Des larves de la noctuelle fiancée (*Noctua pronuba*) ont aussi été observées sur deux plants par parcelle durant la saison 2019, 2 plants avec larves dans les parcelles avec BRF et 1 plant avec larve dans une parcelle avec de la paille.

Pour les maladies, aucune maladie n'a été notée durant les deux saisons, les dommages engendrés aux plants en 2019 étaient causés par le gel. La plantation de l'ail dans des parcelles différentes (à des endroits différents) d'une année à l'autre prévient la présence des maladies, tout comme l'utilisation de caïeux provenant de plants sains pour la plantation. L'ail pour la plantation de la première année du projet provenait d'un producteur qui n'a jamais cultivé deux fois de l'ail ou autres alliés au même endroit et ce producteur utilise des engrais verts chaque année dans sa régie de sol, ainsi les semences utilisées au départ étaient saines.

G) Effet sur le microbiome du sol

L'ADN génomique total a été extrait d'échantillons de sol prélevés en juillet 2019. L'ADN extrait a été utilisé pour évaluer deux variables, soient l'abondance des bactéries dénitrifiantes et la structure taxonomique des communautés microbiennes. L'abondance des bactéries dénitrifiantes a été évaluée en quantifiant le nombre de copies du gène *nosZ* présent dans le sol. Ce gène code pour une sous unité structurale de l'oxyde nitreux réductase, l'enzyme qui convertit l'oxyde nitreux (NO) en protoxyde d'azote (N₂O; un gaz à effet de serre). Puisque les bactéries dénitrifiantes font partie de la biosphère rare du sol, il serait attendu qu'un changement de biodiversité microbienne induit par les paillis se traduirait par une altération du nombre de copies du gène *nosZ*. Une augmentation serait non désirable dans ce cas-ci puisque les sols deviendraient des sources de N₂O potentiellement plus élevées. Il s'est avéré que l'abondance des bactéries dénitrifiantes n'a pas été influencée par les traitements mis à l'essai dans cette étude (Kruskal-Wallis, $p = 0.73$), avec des abondances variant de 8.5×10^6 à 2.9×10^7 copies du gène *nosZ* par gramme de sol (Fig. 19). Ces observations suggèrent que la diversité microbienne des sols n'a pas été altérée par les traitements de couvre-sol. Ceci sera confirmé par la caractérisation de la structure taxonomique des communautés microbiennes du sol qui est actuellement en cours. Les échantillons d'ADN ont été acheminés chez Génome Québec qui sont responsables d'effectuer le séquençage en utilisant la plateforme Illumina MiSeq 250). Les séquences brutes qui seront obtenues seront analysées par P. Constant (INRS) en utilisant un protocole standard comprenant diverses étapes de contrôle de qualité, de classification des séquences en phylotypes qui seront ensuite assignés taxonomiquement.

Les paramètres de diversité alpha (*e.g.* nombre d'espèces de bactéries et de champignons) et bêta (*e.g.* distribution des espèces de bactéries et de champignons) seront calculés et comparés en fonction des traitements de couvre-sol.

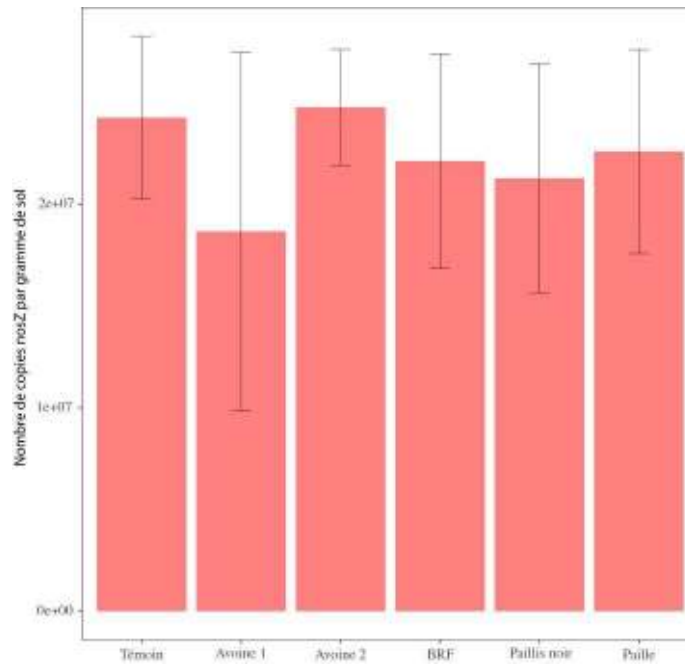


Figure 19 : Effet des traitements sur l'abondance des bactéries dénitrifiantes du sol.

H) Étude économique

La différence entre les coûts et la valeur des ventes est principalement reliée au coût en semences qui diffère selon le nombre de caïeux par bulbe qui s'avère différent selon les traitements (Tab. 1 et 2). Le coût des matériaux et des travaux représente peu par rapport au coût des semences (Tab. 1). Le rendement est en deuxième lieu le responsable de la différence entre les coûts et la valeur des ventes (Tableau 2), il est variable selon les traitements et est plus élevé pour le traitement paille.

Tableau 1 : Coûts de matériaux et travaux

Traitements	Matériaux	Coûts/ha
paille	4\$/balle x 500/ha	2 000 \$
plastique noir	1,59\$/m x 5,555m/ha	8 745 \$
BRF	39\$/t x 500t	19 500 \$
avoine 1er semis	17\$ /40 kg x 3,5 sacs/ha	60 \$
avoine 2eme semis	17\$ /40 kg x 3,5 sacs/ha	60 \$
sol nu	nil	0 \$
Traitements	Utilisation machinerie	Coûts/ha
paille	épailleur	50 \$
plastique noir	plastifieuse	120 \$
BRF	épendeur	50 \$
avoine 1er semis	semoir	50 \$
avoine 2eme semis	semoir	50 \$
sol nu	nil	0 \$
Traitements	Système d'irrigation	Coûts/ha
paille	nil	0 \$
plastique noir	goutte à goutte	4 500 \$
BRF	nil	0 \$
avoine 1er semis	goutte à goutte	0-4500\$
avoine 2eme semis	goutte à goutte	0-4500\$
sol nu	goutte à goutte	0-4500\$
Traitements	Travaux de désherbage	Coûts/ha
paille	nil	0 \$
plastique noir	nil	0 \$
BRF	1/2 fois	20 \$
avoine 1er semis	Hersage 3 fois x 40\$/ha	120 \$
avoine 2eme semis	Hersage 3 fois x 40\$/ha	120 \$
sol nu	Hersage 3 fois x 40\$/ha	120 \$

Tableau 2 : Coût et valeur des ventes incluant les rendements

Traitements	nombre de caïeux/bulbe	Nombre de bulbes/ha pour semer*	Poids en semences kg/ha**	Coût en semences***
paille	4,25	34858,35	2710,24	63 691 \$
plastique noir	5,72	25922,66	2015,49	47 364 \$
BRF	3,76	39453,53	3067,51	72 087 \$
avoine 1er semis	5,43	27308,39	2123,23	49 896 \$
avoine 2eme semis	5,58	26549,82	2064,25	48 510 \$
sol nu	5,07	29249,36	2274,14	53 442 \$
Traitements	Coût total/ha	Coût avec système d'irrigation		
paille	65 741 \$			
plastique noir	60 729 \$	60 729 \$		
BRF	91 657 \$			
avoine 1er semis	50 126 \$	54 626 \$		
avoine 2eme semis	48 740 \$	53 240 \$		
sol nu	53 562 \$	58 062 \$		
Traitements	rendement moy kg/ ha	Valeur des ventes***		
paille	10500,36	246 758 \$		
plastique noir	8768,28	206 055 \$		
BRF	6668,33	156 706 \$		
avoine 1er semis	5948,85	139 798 \$		
avoine 2eme semis	7171,22	168 524 \$		
sol nu	5106,66	120 006 \$		
Traitements	Valeur des ventes	Coûts totaux	Différence vente-coûts	Différence avec système d'irrigation
paille	246 758 \$	65 741 \$	181 018 \$	
plastique noir	206 055 \$	60 729 \$	145 326 \$	145 326 \$
BRF	156 706 \$	91 657 \$	65 049 \$	
avoine 1er semis	139 798 \$	50 126 \$	89 672 \$	94 172 \$
avoine 2eme semis	168 524 \$	48 740 \$	119 784 \$	124 284 \$
sol nu	120 006 \$	53 562 \$	66 444 \$	70 944 \$
* Distance de plantation 15 x 45 cm donne 148,148 caïeux à planter par ha				
** Bulbe ayant en moyenne 77,75 g pour les semis de tous les traitements				
*** prix de 23,5\$/kg				

Discussion des résultats

Les couvertures de sol comme la paille, le bois raméal fragmenté (BRF) et le plastique noir se sont montrées supérieures pour la lutte aux mauvaises herbes pendant la saison de croissance. La hauteur des plants et le poids des bulbes étaient supérieurs pour le plastique noir par rapport aux autres traitements tandis que la paille a permis d'obtenir des bulbes plus gros que ceux du témoin et de l'avoine 1^{er} et 2^{ème} semis. Les traitements paille et BRF ont démontré un nombre de caïeux par bulbe inférieur à tous les autres traitements. Cependant, le nombre de caïeux a augmenté pour tous les traitements pour la deuxième année du projet, ce qui pourrait être relié aux températures plus froides lors de la période entre la plantation et la levée des plants, le froid étant nécessaire pour la division des caïeux. Les conditions hivernales rigoureuses (couverture de neige déficiente, pluie abondante pendant la saison froide) comme celles de la deuxième année du projet (2018-2019) ont permis d'établir que l'utilisation de la paille comme couverture de sol permet d'obtenir une meilleure protection contre les températures froides hivernales et d'augmenter la survie des plants, c'est le seul traitement ayant obtenu une survie supérieure pendant la deuxième année du projet par rapport à la première année. Mis à part les traitements paille et BRF, les autres traitements ont tous connu une baisse considérable de survie. Les températures critiques rencontrées en deuxième année du projet sont la cause de la baisse de la survie dans la majorité des traitements. La température létale de -6°C a été rencontrée pour les traitements témoin, avoine 1^{er} semis et avoine 2^{ème} semis et presque atteint pour le traitement de plastique noir. Le suivi des températures de sol durant toute la période de production a permis de vérifier l'effet des différents paillis pour l'atténuation des températures froides pendant les mois de températures plus froides et le ralentissement du réchauffement du sol pendant la saison de croissance, retardant ainsi la levée des plants et leur maturité. L'effet sur le sol des différents paillis n'a pu être démontré à court terme sur les deux années du projet. L'étude économique de ce projet permet d'identifier le traitement paille comme ayant la meilleure rentabilité due à son taux de survie supérieur dans la deuxième année du projet. Le nombre de caïeux s'avère être primordial pour diminuer les coûts de semences qui représentent 90% des dépenses annuelles de cette culture. L'utilisation d'un paillis ayant une couverture thermique efficace permet d'atténuer l'effet des températures froides hivernales et d'obtenir une meilleure performance pour la survie des caïeux mais engendre des bulbes avec moins de caïeux.

DIFFUSION DES RÉSULTATS

Les résultats du projet ont été présentés dans divers évènements:

- 1) Une conférence a été donnée lors du Colloque bio pour tous 2019.
Laroche, M. et C. Provost. 2019. Impact de différents paillis sur les rendements de l'ail. Colloque bio pour tous, 20-21 février 2019, Victoriaville.
- 2) Les résultats du projet seront présentés dans le cadre de la journée technique des Producteurs d'ail du Québec le 12 février 2020.
- 3) Le rapport final accepté sera envoyé aux Producteurs d'ail du Québec pour diffusion.
- 4) La fiche technique et le rapport final seront diffusés sur Agri-réseau et sur le site internet du CRAM suite à son approbation par le MAPAQ

APPLICATIONS POSSIBLES POUR L'INDUSTRIE

La culture de l'ail est une culture en émergence dont on produit moins de 5% de ce que l'on consomme. Une grande partie des producteurs sont en culture biologique. Il existe peu d'information au Québec pour aider les producteurs d'ail à optimiser la production. Ce projet a évalué l'utilisation de paillis végétaux afin d'aider les producteurs d'ail à faire un choix éclairé pour optimiser la santé de leur sol tout en diminuant les risques de perte, en augmentant les rendements et en optimisant les coûts de production. La paille et paillis de plastique noir sont les deux méthodes qui ont démontré le plus d'efficacité pour la lutte aux mauvaises herbes tout en offrant une protection hivernale pour la paille ainsi que des rendements intéressants. Un semis d'avoine a permis d'obtenir des rendements intéressants mais n'a pas apporté une protection contre les températures froides d'hiver ainsi qu'une compétition aux mauvaises herbes. Le BRF a permis de lutter contre les mauvaises herbes et les températures froides d'hiver, mais les rendements étaient plus faibles. Les paillis végétaux permettent à moyen et long terme d'améliorer la structure du sol et éviter l'érosion des sols par l'apport de matière organique qui a aussi un effet positif sur la microbiome du sol, ces effets n'ont pas été observé dans le cadre du projet qui était de courte durée. Une gestion optimale de la production d'ail avec des méthodes alternatives, telles que l'utilisation des paillis végétaux, permettra d'augmenter la marge de profit des producteurs par une réduction des pertes aux risques engendrés par les températures extrêmes, une augmentation des rendements par une meilleure gestion des mauvaises herbes et une réduction des coûts d'exploitation. L'optimisation de la culture d'ail permettra d'augmenter la rentabilité de la culture.

POINT DE CONTACT POUR INFORMATION

Dr. Caroline Provost, cprovost@cram-mirabel.com

450-434-8150 #5744

Manon Laroche, mlaroche@cram-mirabel.com

450-434-8150 #5768



9850, rue de Belle-Rivière, Mirabel, Québec, J7N 2X8
T 450 434-8150, p.5744 - F 450 258-4197
info@cram-mirabel.com - cram-mirabel.com

REMERCIEMENTS AUX PARTENAIRES FINANCIERS

Le CRAM souhaite remercier le support technique de Steve Lamothe, Stefano Campagnaro et les étudiants du CRAM dans le cadre de la réalisation des essais. Nous remercions aussi les Producteurs d'ail du Québec pour leur support dans le cadre du projet. Ce projet a été réalisé en vertu du volet 4 du programme Prime-Vert 2013-2018 et il a bénéficié d'une aide financière du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation par l'entremise de la Stratégie phytosanitaire québécoise en agriculture 2011-2021.

ANNEXE-PHOTOS



Paille



BRF



Avoine semée le 1er août



Avoine semée le 15 août



Paillis de plastique



Sol nu (témoin)

