

**Effet du gluten de maïs, un fertilisant biologique azoté (9-0-0), sur
les mauvaises herbes dans les cannebergières en implantation
10-INNO3-03**

RAPPORT FINAL

Préparé par

Le Club environnemental et technique atocas Québec (CETAQ)

Responsables du projet :

Isabelle Drolet, agr., CETAQ (info@cetaq.qc.ca)

En collaboration avec

Jean-Pierre Deland, agr. M. Sc., CETAQ

Jacques Painchaud, agr. M. Sc., MAPAQ

Présenté au

Secrétariat du programme Innovbio

Direction du développement et de l'innovation

200, chemin Sainte-Foy, 10^e étage Québec (Québec) G1R 4X6

Date de fin du projet : 15 Novembre 2010



Sommaire

| | |
|------------------------------------|----|
| 1. Description du projet | 3 |
| 1.1. Objectifs | 3 |
| Objectifs spécifiques | 3 |
| 1.2. Dispositif expérimentaux..... | 4 |
| 2. Déroulement des travaux | 4 |
| 2.1. Méthodologie..... | 4 |
| 3. Résultats obtenus..... | 6 |
| 4. Biens livrés..... | 9 |
| 5. Difficultés rencontrées..... | 10 |

Liste des tableaux

Tableau 1 : Résultats combinés des deux sites expérimentaux de la densité moyenne de mauvaises herbes (nb/pied²) pour chacun des traitements avant et après les applications de gluten de maïs.

Tableau 2 : Coûts d'achat du gluten de maïs chez McGeary Organics, en Pennsylvanie.

Tableau 3 : Pourcentage de recouvrement de la canneberge et des mauvaises herbes sur les deux sites expérimentaux en début et en fin de projet.

Liste des figures

Figure 1 : Nombre total de mauvaises herbes obtenu à chaque échantillonnage pour le témoin, pour chacun des traitements au gluten de maïs pour le désherbage manuel sur le site #1.

Figure 2 : Nombre total de mauvaises herbes obtenu à chaque échantillonnage pour le témoin, pour chacun des traitements au gluten de maïs pour le désherbage manuel sur le site #2.

Liste des annexes

Annexe 1 : Gabarit d'évaluation du pourcentage de recouvrement (%)

Annexe 2 : Charte de phytotoxicité

Annexe 3 : Données générales - Projet Gluten de maïs – Site #1

Annexe 4 : Données générales - Projet Gluten de maïs – Site #2

Annexe 5 : Liste des espèces identifiées lors du dernier compte – Site #1

Annexe 6 : Liste des espèces identifiées lors du dernier compte – Site #2



1. Description du projet

Au Québec, la canneberge biologique est produite principalement au Centre-du-Québec, suivi du Saguenay Lac-St-Jean, de la Côte-Nord et enfin de l'Outaouais. Initialement, à la fin des années 90, ce sont des entreprises conventionnelles déjà établies qui ont pris le «virage bio» afin de répondre à la demande croissante de produits issus de l'agriculture biologique. Les premières années, les fermes certifiées du Centre-du-Québec produisaient sur 272 acres (110 ha) de champs en production. L'engouement pour la canneberge biologique au cours des dernières années a occasionné une croissance importante dans ce secteur. Par conséquent, il s'ensuit un développement de nouvelles fermes et de nouvelles superficies. Actuellement, le Centre-du-Québec atteint des superficies de culture sous régie biologique de près de 900 acres (365 ha).

En production de canneberges, la gestion des plantes nuisibles est particulièrement importante durant les deux premières années d'implantation. Avant que la culture n'ait atteint un bon couvert végétal, plusieurs endroits aux champs sont dénudés ce qui favorise l'émergence de mauvaises herbes et d'importantes infestations peuvent survenir. Or, suite au développement de nouvelles plantations biologiques, la gestion des mauvaises herbes est une problématique très récente, et représente un défi de taille.

Outre les pratiques de prévention, les producteurs de canneberges biologiques ont très peu de moyens de lutte pour le contrôle des mauvaises herbes. D'une part, aucun herbicide biologique n'est actuellement homologué pour la production de canneberges. D'autre part, les pratiques culturales pour le contrôle des mauvaises herbes sont limitées. Par exemple, le contexte d'aménagement unique à la canneberge, ne permet pas d'envisager des systèmes de rotations pour le contrôle des mauvaises herbes ni d'utiliser des techniques couramment en usage dans différentes productions biologiques horticoles et maraîchères tels que, les barrières physiques (paillis végétal, paillis de plastique), l'engrais vert, la lutte thermique et les sarclours. Bref, les techniques de contrôle en régie biologique de la canneberge se résument principalement au sarclage manuel.

Le gluten de maïs, un fertilisant biologique azoté (9-0-0) est reconnu comme un herbicide naturel de pré-émergence. Il est principalement utilisé comme répresseur de plusieurs mauvaises herbes graminées et à feuilles larges dans les gazons (Christians N., 2010). Le gluten a aussi l'avantage de fournir de l'azote à la culture sur laquelle on l'applique. La première année de sa croissance, la canneberge nécessite de l'azote en quantité 2 à 2,5 fois plus importante que durant ses années de production de fruits. La fertilisation azotée peut atteindre 100 livres à l'acre ou 89 kg/ha. Il est donc possible de tirer profit des deux attributs du produit, soit son impact sur le processus de germination ainsi que son apport d'azote.

1.1. Objectifs

Objectif général

Évaluer l'effet du gluten de maïs, un fertilisant biologique azoté (9-0-0), sur la germination des mauvaises herbes lors de la première année d'implantation de la canneberge.

Objectifs spécifiques

- Comparer l'effet du gluten de maïs sur les deux principaux types de sol où se cultive la canneberge au Québec, c'est-à-dire sur sable et sur mousse de tourbe recouverte de sable;
- Évaluer la dose minimale de gluten de maïs requise afin d'obtenir un bon contrôle des mauvaises herbes;
- Évaluer le nombre d'application optimal de gluten de maïs pour obtenir une meilleure efficacité à long terme;
- Évaluer les risques de phytotoxicité de l'application du produit azoté sur la canneberge.



1.2. Dispositif expérimentaux

Deux (2) essais d'efficacité du gluten de maïs ont été réalisés sur 2 sites expérimentaux distincts situés sur deux fermes de canneberges du Centre-du-Québec. Le premier site se trouvait sur la ferme Canneberge du Roy dans un champ sur sable et le second était sur la ferme Canneberge Smith dans un champ sur terre noire recouverte de 12 pouces (30 cm) de sable.

Le dispositif expérimental qui a été utilisé est un plan en blocs complets. Le projet comprenait 8 traitements et 4 répétitions pour un total de 32 parcelles de 3 m x 4 m (12 m²) par site. Les 8 traitements ont été répartis aléatoirement à l'intérieur de chaque bloc. Les traitements se définissent comme suit :

Traitement #1 : témoin non désherbé

Traitement #2 : 373 kg/ha (333 lb/acre), 1 application

Traitement #3 : 373 kg/ha (333 lb/acre), 2 applications

Traitement #4 : 373 kg/ha (333 lb/acre), 3 applications

Traitement #5 : 560 kg/ha (500 lb/acre), 1 application

Traitement #6 : 560 kg/ha (500 lb/acre), 2 applications

Traitement #7 : 1120 kg/ha (1000 lb/acre), 1 application

Traitement #8 : désherbage manuel (traitement standard fait à la ferme)

Il est reconnu que le travail des drains peut avoir une grande influence sur le développement de mauvaises herbes. Ainsi, à chacun des deux sites expérimentaux, les blocs ont été positionnés selon un gradient potentiel causé par la position des drains.

Les données ont été analysées à l'aide du logiciel statistique SAS, version 9.2 (SAS Institute, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.) en utilisant la procédure mixed. Le modèle a été développé selon un plan en tiroirs afin de combiner les deux sites à l'étude, les sites étant considérés en parcelles principales et les traitements en sous-parcelles. Les différences significatives entre les sites, les traitements et l'interaction site*traitements ont été déterminées à une $p < 0,05$. Les moyennes ont été séparées par un test de moyennes des moindres carrés (lsmeans) correspondant à une comparaison multiple de type LSD (Least Significant Difference) avec protection de Fisher.

2. Déroulement des travaux

2.1. Méthodologie

Moment d'intervention

La première application était prévue 3 semaines après l'implantation des boutures de canneberges sauf si la germination des mauvaises herbes devenait trop importante avant. Il était préférable que la bouture de canneberges ait débuté son enracinement avant d'appliquer le gluten de maïs afin de minimiser les risques de phytotoxicité.

Sur le site #1 (sable), la plantation a eu lieu le 17 mai 2010. La première application des différentes doses de gluten de maïs a été effectuée le 11 juin, soit 3 ½ semaines (25 jours) suivant la plantation.

Sur le site #2 (terre noire sur sable), la plantation a eu lieu le 5 juin 2010. La première application de gluten a eu lieu le 2 juillet, soit près de 4 semaines (27 jours) suivant la plantation.

Pour les deux sites, les deuxièmes et troisièmes applications ont été planifiées à des intervalles de 14 jours. La troisième application pour le site #1 a été retardée de 5 jours



puisque le sol était trop humide (averse et irrigation) pour accéder au champ. La deuxième application pour le site #2 a été retardée de 4 jours, situation due à des risques d'orage importants et des journées trop venteuses.

Mode d'application

Les applications ont été effectuées à la volée.

Désherbage manuel des parcelles du traitement #8

Ce traitement consistait à désherber manuellement l'ensemble de la superficie (12 m²) des parcelles du traitement #8 de chacun des deux sites. Ce traitement a été fait au même moment que le désherbage standard pratiqué à la ferme. Un seul passage a eu lieu en cours de saison. Le désherbage manuel a été effectué les 26 et 27 juillet sur les sites #1 et #2 respectivement. Le temps requis pour deux personnes pour cette tâche a été de 3,5 heures pour les quatre parcelles du site #1 et de 1 heure pour le site #2.

Méthodologie d'échantillonnage

L'évaluation visuelle du % de recouvrement a été effectuée une fois avant la première application des différents traitements et une fois en fin de saison. Cette observation consistait à évaluer la couverture de chaque parcelle, par la canneberge puis par les mauvaises herbes, selon une charte de recouvrement prédéfini (annexe 1)

L'évaluation quantitative de la présence de mauvaises herbes a permis de mesurer la densité des mauvaises herbes (nb/pied²) pour chacune des parcelles. Cette prise de données a été effectuée une fois en début de projet afin d'évaluer le taux de germination réel avant la première application. Ensuite, deux prélèvements ont été effectués à des intervalles de 2 semaines suivi d'un comptage final qui a eu lieu en fin de projet soit 1 mois et 1 ½ mois après la troisième et dernière application du traitement #4 pour les sites #1 et #2 respectivement. Cette prise de données a été effectuée à l'aide de 4 quadrats de 1 pied² dans lesquels le nombre de plantule a été compté. Les quadrats ont été distribués aléatoirement à l'intérieur de chacune des parcelles en respectant une bande tampon de 1 mètre en périphérie des parcelles.

L'évaluation de la sensibilité des plantes hôtes (phytotoxicité) soumises à chacun des traitements a été effectuée par un examen visuel basé sur une charte de 0 à 10 (Annexe 2). Cette prise de donnée a été effectuée 3 jours suivants la première intervention.

Une identification globale des principales espèces retrouvées sur chacun des sites expérimentaux a été effectuée le 26 juillet. Cette évaluation nécessitait un certain développement des mauvaises herbes afin de mieux reconnaître les caractéristiques distinctes propres à chacune des espèces. Puis, en fin de projet, l'espèce de chacun des plants du comptage final a été identifiée.

Enfin, une lecture de différents indicateurs ont permis de connaître les conditions environnementales au moment des applications :

- température minimum et maximum
- pluviométrie
- durée d'utilisation des gicleurs (irrigation)

Ces informations ont été recueillies deux jours avant et après chaque application et lors de la journée même de chacune des trois applications. Ces données sont présentées pour les deux sites aux annexes 3 et 4.



3. Résultats obtenus

Bien que les deux sites soient différents, l'un sur sable et l'autre sur terre noire recouverte de 12 pouces de sable, l'analyse statistique révèle que les différents traitements du projet ont le même effet peu importe le site. Le tableau 1 présente les résultats combinés des deux sites expérimentaux de la densité moyenne de mauvaises herbes (nb/pied²). En complément au tableau 1, les figures 1 et 2 présentent les résultats par site distinct du nombre de mauvaises herbes total obtenu à chaque échantillonnage au cours du projet.

Tableau 1 : Résultats combinés des deux sites expérimentaux de la densité moyenne de mauvaises herbes (nb/pied²) pour chacun des traitements avant et après les applications de gluten de maïs.

| Traitements | Moyenne du nombre de mauvaises herbes par pied carré | | | |
|-------------|--|------------|-------------|----------------|
| | Avant | 1er compte | 2ème compte | Dernier compte |
| 1 | 0,19a | 0,38a | 1,13a | 2,06b |
| 2 | 0,09a | 0,69a | 1,5a | 2,25b |
| 3 | 0,28a | 1,13a | 1,81a | 2,50b |
| 4 | 0,09a | 0,75a | 1,51a | 2,54b |
| 5 | 0,38a | 0,75a | 1,56a | 2,19b |
| 6 | 0,19a | 0,67a | 1,81a | 2,72b |
| 7 | 0,16a | 0,69a | 1,72a | 2,41b |
| 8 | 0,22a | 0,78a | 1,22a | 1,19a |

† Les données qui sont suivies d'une même lettre ne diffèrent pas significativement l'une de l'autre au seuil de 5%.

Avant la première application, aucune différence significative n'est observée entre les différents traitements. Cet échantillonnage indique un taux de germination relativement très faible avec une densité moyenne de 0,09 à 0,38 plants de mauvaises herbes par pied carré. Ceci signifie que le moment d'intervention pour la première application était optimal, et ce, pour les deux sites, puisque le gluten de maïs doit être appliqué avant la germination des mauvaises herbes. D'après la littérature, le mode d'action de ce produit est l'inhibition de la formation des racines lors de la germination. La semence initie son processus de germination au cours duquel il y a apparition de la jeune pousse aérienne (hypocotyle). Toutefois, au niveau du sol, le contact avec le gluten empêchera la formation des racines. Aux doses généralement recommandées, le gluten n'a pas d'impact sur les racines de plants matures ou de transplants. C'est un herbicide qui agit uniquement en préémergence, il n'a aucun effet en postémergence. En fait, il devient plutôt un fertilisant, une fois que les mauvaises herbes sont germées (Christians N., 2010).

Les dénombrements des mauvaises herbes lors des 1^{er}, 2^{ème} et dernier comptes indiquent qu'aucune différence n'est observée entre le témoin (traitement #1) et les traitements au gluten de maïs (traitements #2 à #7). Seulement le désherbage manuel (traitement #8), au dernier compte, offre une efficacité de 26 à 39% supérieure relativement aux autres traitements.

Les espèces majoritaires retrouvées sur les sites #1 et #2 sont :

Site 1 : cypéracées (principalement le scirpe souchet et le souchet hispide), joncs (principalement le jonc ténu), tussilage pas d'âne, pâturin comprimé, bouleau spp, panic capillaire, sabline spp, digitale astringente, gnaphale des vases et agrostis scabre (annexe 5).

Site 2 : cypéracées (principalement le scirpe souchet et le souchet hispide), jonc ténu et/ou jonc bréviaudé, épilobe glanduleux, saule spp et vergette du Canada (annexe 6).

Figure 1 : Nombre total de mauvaises herbes obtenu à chaque échantillonnage pour le témoin, pour chacun des traitements au gluten de maïs pour le désherbage manuel sur le site #1.

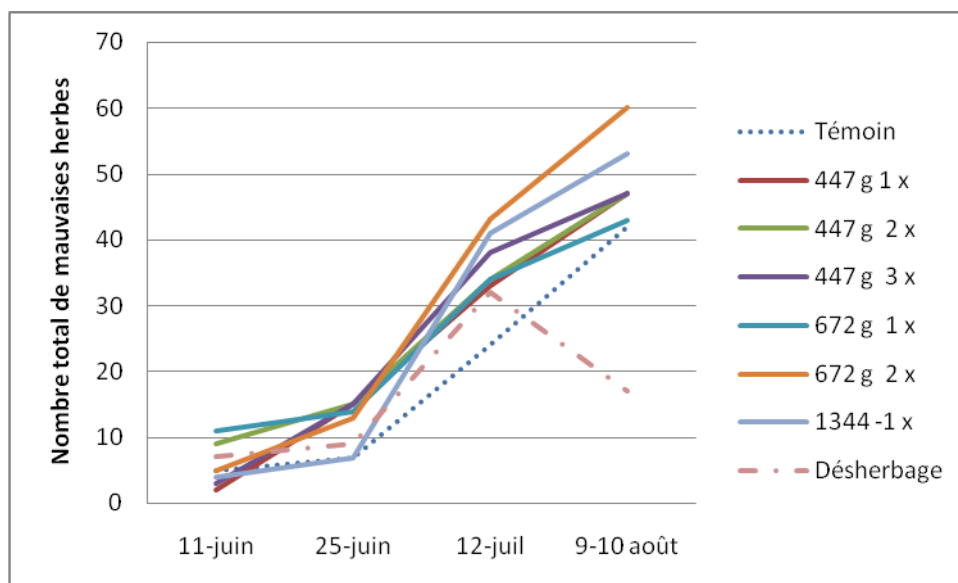
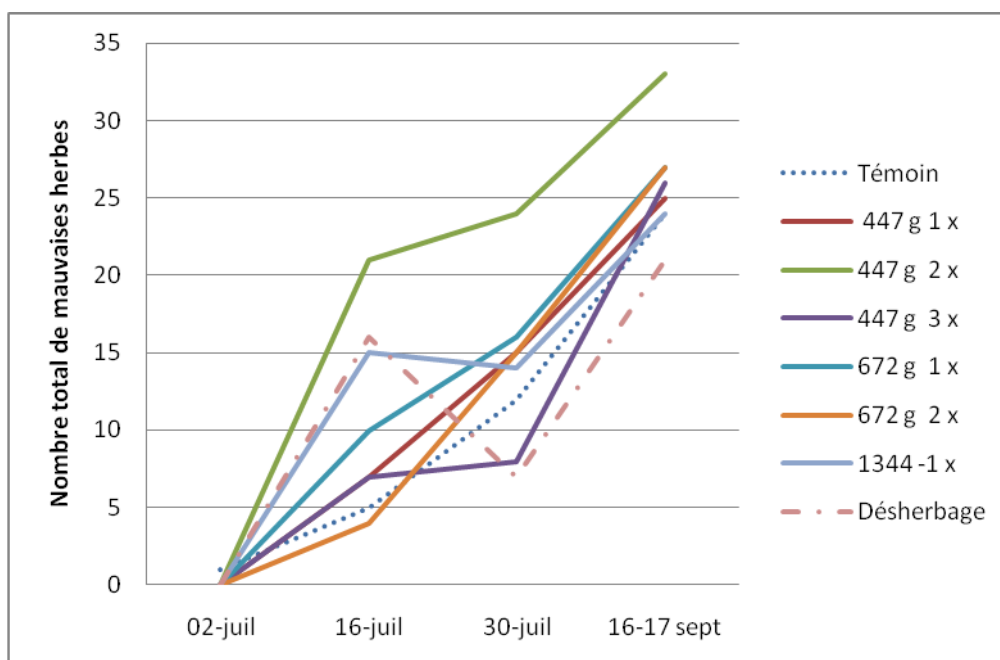


Figure 2 : Nombre total de mauvaises herbes obtenu à chaque échantillonnage pour le témoin, pour chacun des traitements au gluten de maïs pour le désherbage manuel sur le site #2.





Analyse des résultats

D'après le Dr. Christians de l'université de l'Iowa, les doses d'application du gluten de maïs peuvent varier selon la culture et les espèces de mauvaises herbes visées. Les recherches américaines actuelles proposent une dose minimale de 10 lb/1000 pied² (450 lbs/acre), une dose standard généralement recommandée de 20 lbs/1000 pieds² (900 lbs/acre) et enfin une dose maximale de 80 lbs/1000 pieds² (3500 lbs/acre). Dans le cadre d'une étude réalisée par McDade M. C. (1999), visant à vérifier l'efficacité de 5 doses de gluten de maïs (0, 900, 1800, 2700 et 3600 lbs/acre), l'ensemble des traitements ont eu un impact positif respectif de 53, 76, 85 et de 83% sur l'émergence de mauvaises herbes comparativement au témoin. Selon cet essai, la dose optimale est de 1800 lbs/acre. Cette dose offre un contrôle significativement supérieur à la dose de 900 lbs/acre et offre des résultats statistiquement similaires aux doses plus de 2700 et 3600 lbs/acre.

Les besoins en azote d'une plantation de canneberges de première année sont de 100 unités. Le choix de la dose maximale du présent projet (1000 lbs/acre) a été essentiellement établi pour ne pas excéder cet apport en azote par l'application de gluten de maïs (9-0-0). Comparativement aux essais cités ci-haut, les doses de 333, de 500 et de 1000 lbs/acre étaient relativement trop faibles pour permettre un certain contrôle de mauvaises herbes. Une dose supérieure, de l'ordre de 1400 à 1500 lbs/acre, pourrait être testée. Cette dose ne surpasserait pas la dose combinée d'azote qui est appliquée sur les 2 années d'implantation de la canneberge. Il faudrait cependant n'employer aucun engrais azoté supplémentaire ni en première ni en deuxième année de production. Il faut quand même considérer que le coût de l'intrant peut être prohibitif pour les producteurs biologiques. Ce produit est en effet très coûteux et les frais de transport et de douanes sont importants. Les frais encourus pour le produit provenant de chez McGeary Organics aux États-Unis sont détaillés au tableau 2. Ainsi, un traitement de 1400 à 1500 lbs de gluten de maïs coûterait 730 à 780\$ l'acre, ce qui est exorbitant et inapplicabile.

Tableau 2 : Coûts d'achat du gluten de maïs chez McGeary Organics, en Pennsylvanie.

| Dépenses | Coûts (\$/lb) |
|----------------------------------|---------------|
| Produit (gluten de maïs) | 0,52 |
| Frais de transport et de douanes | 1,60 |
| Total | 2,12 |

Il y aurait aussi une possibilité d'essayer une forme de gluten de maïs plus soluble mais à quel prix? Il s'agit en fait de sous-produits du gluten de maïs obtenu par hydrolyse de ce dernier. Certaines recherches ont démontré un effet herbicide supérieur de ces sous-produits comparativement au gluten de maïs intégral (McDade M. C. 1999).

En plus de l'usage d'une dose évaluée adéquate selon le contexte de production, l'une des conditions obligatoires pour le bon fonctionnement de cet herbicide naturel est un faible taux d'humidité du sol au moment de la germination. Au début du processus de germination une période de sécheresse est essentielle pour tuer le plant germé, mais sans racine. Si les conditions sont trop humides durant la germination, les plants se rétabliront et formeront des racines. Pareillement à tout herbicide de préémergence, le moment d'intervention ainsi que les conditions d'humidité du sol sont deux facteurs d'importance.

L'irrigation des bassins de culture est une régie très importante en production de canneberge, tout particulièrement pour les champs en implantation où les besoins en eau sont quotidiens (pluie ou irrigation). Les données prises au niveau de la pluviométrie et des temps d'arrosage (annexes 3 et 4), nous confirment que la période de sécheresse requise au moment critique de la germination n'a pas pu être respectée. Par conséquent, ce contexte diminue drastiquement le potentiel herbicide du gluten de maïs.



Enfin, d'après les observations visuelles de phytotoxicité aucun signe de phytotoxicité n'a été signalé. Le tableau 3 compile l'évaluation qualitative des pourcentages de recouvrement de la canneberge et des mauvaises herbes.

Tableau 3 : Pourcentage de recouvrement de la canneberge et des mauvaises herbes sur les deux sites expérimentaux en début et en fin de projet.

| Période d'observation | Site 1 Sable | | Site 2 Terre noire recouverte de sable | |
|-----------------------|--|--|--|--|
| | Pourcentage de recouvrement de la canneberge | Pourcentage de recouvrement des mauvaises herbes | Pourcentage de recouvrement de la canneberge | Pourcentage de recouvrement des mauvaises herbes |
| Début du projet | 25 à 30% sur l'ensemble des parcelles | 0% globalement, 1 à 3% dans 5 parcelles | 10 à 20% sur l'ensemble des parcelles | 0% sur l'ensemble des parcelles |
| Fin du projet | 50 à 70% sur l'ensemble des parcelles | De 10 à 40% globalement, sauf pour les parcelles du traitement #8 où le recouvrement est de 0% | 10 à 20% sur l'ensemble des parcelles | De 20 à 30% globalement, sauf pour les parcelles du traitement #8 où le recouvrement est de 0% |

La densité de plantation du site #1 a été de 3,5 à 4 t/acre, tandis que celle pour le site #2 a été de 1,5 t/acre. Ceci se reflète dans le pourcentage de recouvrement de la canneberge en début de projet. En effet, la canneberge couvre de 25 à 30% des parcelles sur le site #1, tandis qu'elle ne couvre que de 10 à 20% des parcelles sur le site #2. En fin de projet, l'établissement de la canneberge a atteint une couverture intéressante de 50 à 70% sur le site #1 tandis que pour le site #2, les plants ne se sont pas développés. Ceci s'explique probablement par le surplus d'eau provenant d'un drainage plus difficile et d'une régie d'irrigation intensive. Globalement, le recouvrement par la mauvaise herbe était plus important sur le site #1 (de 10 à 40%) comparativement au site #2 (20 à 30%).

En conclusion, les différentes doses (333, 500 et de 1000 lbs/acre) de gluten de maïs telles qu'évaluées dans ce projet n'occasionnent pas de phytotoxicité sur les plants de canneberges. Cependant, l'efficacité du produit pour le contrôle des mauvaises herbes est nettement inadéquate dans les champs, sur sable et sur terre noire recouverte de sable, de première année d'implantation. L'essai de doses supérieures n'est pas une avenue envisagée compte tenu des coûts associés à l'achat du produit. De plus, la gestion adéquate de l'irrigation pour la bonne reprise des plants de canneberge semble difficile à faire coïncider avec les impératifs de sécheresse de sol nécessaires au bon fonctionnement du gluten de maïs en tant qu'herbicide.

4. Biens livrés

La réalisation de ce projet a permis de produire des données d'efficacité nécessaires à l'évaluation des performances du gluten de maïs comme herbicide en production de canneberges. Les retombées de ce projet pour l'industrie de la canneberge biologique sont malheureusement faibles puisque d'après les résultats de l'essai, ce moyen de lutte s'avère être inefficace.

Néanmoins, ce projet nous a permis de répondre à plusieurs questions préalablement posées au sujet du gluten de maïs :

- L'efficacité de doses économiquement plus acceptables pour les producteurs de canneberges biologiques;
- L'influence du type de sol (sable versus terre noire sur sable);



- L'influence des conditions édaphiques (sol humide/sol sec) sur les traitements;
- L'effet de phytotoxicité des traitements sur les plants de canneberges;

5. Difficultés rencontrées

L'une des principales difficultés rencontrées a été de se procurer du gluten de maïs sans OGM et certifié biologique. Chez la plupart des fournisseurs de gluten de maïs en Amérique du Nord, aucun contrôle de pureté n'est effectué puisqu'il n'est pas possible de connaître la provenance du maïs et de savoir s'il est transgénique ou non. Les différentes compagnies qui ont été contactées sont : Nuway, Nutrite, Fertichem/Enviro-sol, Environmental factor, Scotts Canada et AEF global. La seule compagnie où il a été possible de commander du gluten de maïs biologique, sans OGM est la compagnie McGearyOrganics en Pennsylvanie, USA.

Dans le cadre de ce projet, il était prévu de prendre des mesures de l'humidité du sol. Toutefois, les premières données prises à l'aide du tensiomètre indiquaient des valeurs très variables et semblaient peu cohérentes. Le matériel utilisé a été jugé défectueux en cours de projet et les taux d'humidité obtenus lors des premiers échantillonnages n'ont pas été pris en compte. Puisque l'effet antigerminalif du gluten de maïs nécessite des conditions de sol sec, l'usage d'un tensiomètre adéquat serait fortement recommandé dans le cadre d'essais réalisés pour tester ce produit.

Références

Bernier D. 2010. Communications personnelles. MAPAQ-Direction de la Phytoprotection. Québec, Québec.

Christians N. consulté nov 2010. *Corn Gluten Meal Research Page*. <http://www.hort.iastate.edu/gluten/>

Environnement Canada. Juin-Juillet 2010. *Archives nationales d'information et de données climatologiques*. http://www.climat.meteo.gc.ca/climateData/dailydata_f.html?timeframe=2&Prov=CA&StationID=29714&Year=2010&Month=5&Day=9

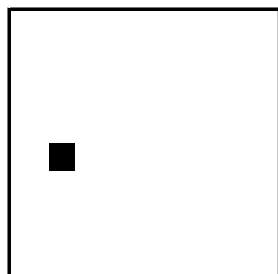
McDade M. C. 1999. *Corn gluten meal and corn gluten hydrolysate for weed control*. A thesis submitted to the graduate faculty of Iowa State University, Ames, Iowa.

McGearyOrganics inc. Consulté nov 2010. Lancaster, Pennsylvanie, USA. <http://mcgearyorganics.com/>

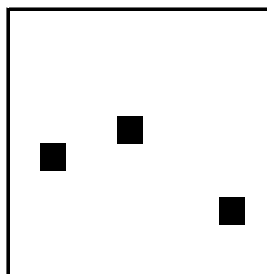
SAS Institute Inc. 1989. *SAS/STATS User Guide, Version 6, 4th Edition, Volume 2*. Cary, NC : SAS Institute Inc., 846pp.

Southern Weed Science Society. 1977. *Research Methods in Weed Science*. Second edition.

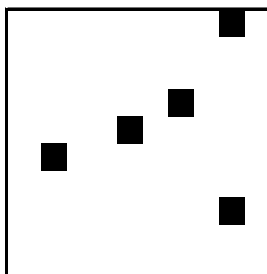
Annexe 1: Gabarit d'évaluation du pourcentage de recouvrement (%)



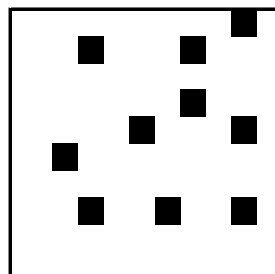
1



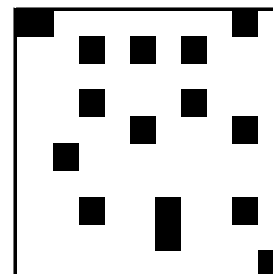
3



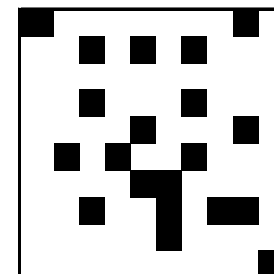
5



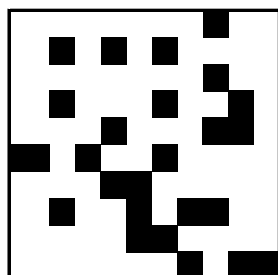
10



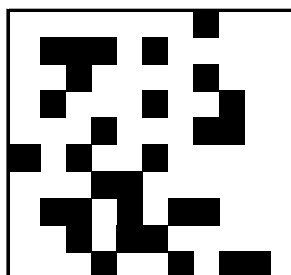
15



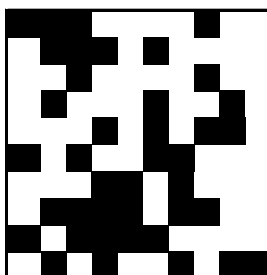
20



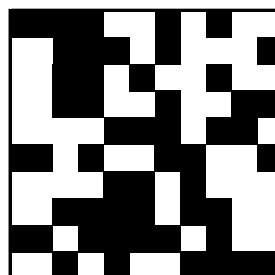
25



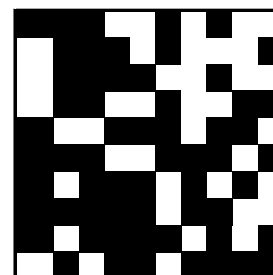
30



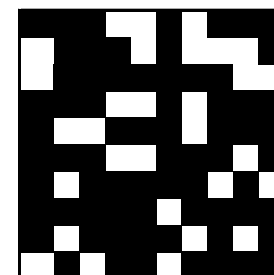
40



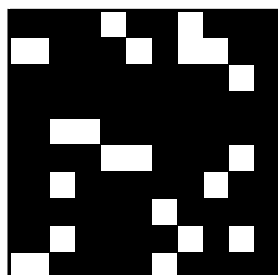
50



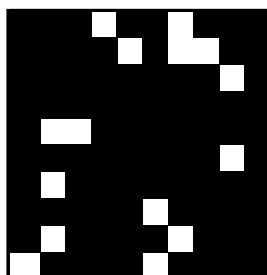
60



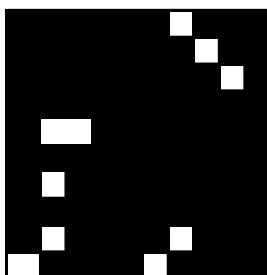
70



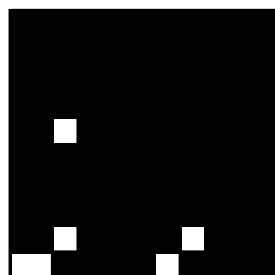
80



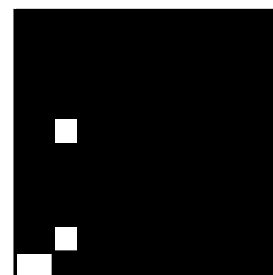
85



90



95



97



100

Annexe 2

Charte de phytotoxicité (Southern Weed Society, 1977)

| Échelle | Descriptions |
|---------|---|
| 0 | Pas de dommages à la culture |
| 1 | Légère décoloration ou retard, arrêt de croissance de la culture |
| 2 | Légère décoloration ou retard, arrêt de croissance de la culture ou perte de turgescence |
| 3 | Domage à la culture plus prononcé, mais ne perdure pas |
| 4 | Domage modéré, la culture normalement se rétablit |
| 5 | Domages qui perdurent, rétablissement douteux |
| 6 | Domages permanent à la culture, ne se rétablit pas |
| 7 | Domages sévère à la culture et perte de turgescence |
| 8 | La culture est pratiquement détruite, seulement quelques plants persistent |
| 9 | Seulement certains plants occasionnels de la culture persistent, mais la plupart sont morts |
| 10 | Destruction complète de la culture |

Dans le cas où des signes de phytotoxicité sont observés, une description détaillée des symptômes accompagne cette charte : perte de couleur (chlorose), jaunissement, dessiccation, brûlure, pertes foliaires, perte de turgescence (flétrissement), malformation de certaines parties des plantes, mort entière ou partielle, etc.).

Annexe 3: DONNÉES GÉNÉRALES - Projet Gluten de maïs
Site 1 - Canneberge du Roy

Dates des applications

| | |
|---------------|-----------------|
| Application 1 | 11 juin 2010 |
| Application 2 | 25 juin 2010 |
| Application 3 | 14 juillet 2010 |

Température (°C)

| Périodes | Appl. 1. | | Appl. 2 | | Appl. 3 | |
|--------------------------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | minimum | maximum | minimum | maximum | minimum | maximum |
| 2 jours avant | 5,2 | 23 | 17,6 | 25,5 | 15,4 | 30,3 |
| 1 jour avant | 9,8 | 19,6 | 10,2 | 23,7 | 19,2 | 26,6 |
| le jour de l'application | 3,8 | 22,9 | 7,7 | 22,9 | 16,6 | 29,4 |
| 1 jour après | 10,4 | 25 | 13,3 | 23,8 | 14,6 | 31 |
| 2 jours après | 9,4 | 25,8 | 13,7 | 25,3 | 21,7 | 26,6 |

Mesure de pluviométrie

| Périodes | Appl. 1 | Appl. 2 | Appl. 3 |
|--------------------------|---------|---------|---------|
| | mm | mm | mm |
| 2 jours avant | 0 | 0 | 0 |
| 1 jour avant | 0 | 40 | 11 |
| le jour de l'application | 0 | 0 | 0 |
| 1 jour après | 0 | 9,9 | 4 |
| 2 jours après | 0 | 1,1 | 0 |

Utilisation des gicleurs

| Périodes | Appl. 1 | | | Appl. 2 | | | Appl. 3 | | |
|--------------------------|---------|-----|-------------|---------|-----|-------------|---------|-----|-------------|
| | non | oui | durée (hrs) | non | oui | durée (hrs) | non | oui | durée (hrs) |
| 2 jours avant | √ | | 0 | √ | | 0 | | √ | 1 |
| 1 jour avant | √ | | 0 | √ | | 0 | | √ | 1,25 |
| le jour de l'application | | √ | 0,5 | √ | | 0 | √ | | 0 |
| 1 jour après | √ | | 0 | | √ | 0,5 | nd | nd | nd |
| 2 jours après | | √ | 0,5 | √ | | 0 | nd | nd | nd |

Annexe 4: DONNÉES GÉNÉRALES - Projet Gluten de maïs
Site 2 - Canneberge Smith

Dates des applications

| | |
|---------------|-----------------|
| Application 1 | 2 juillet 2010 |
| Application 2 | 20 juillet 2010 |
| Application 3 | 30 juillet 2010 |

Température (°C)

| Périodes | Appl. 1. | | Appl. 2 | | Appl. 3 | |
|--------------------------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | minimum | maximum | minimum | maximum | minimum | maximum |
| 2 jours avant | 5,9 | 18,4 | 16,7 | 25,4 | 18,6 | 28,9 |
| 1 jour avant | 4,7 | 18,4 | 13 | 22,7 | 7,8 | 21,3 |
| le jour de l'application | 4,8 | 25 | 11,7 | 26,6 | 6 | 19,2 |
| 1 jour après | 16,9 | 28,6 | 11,2 | 27,8 | 6,6 | 23,4 |
| 2 jours après | 20 | 27,7 | 11,2 | 28,2 | 6,5 | 27,2 |

Mesure de pluviométrie

| Périodes | Appl. 1 | Appl. 2 | Appl. 3 |
|--------------------------|---------|---------|---------|
| | mm | mm | mm |
| 2 jours avant | 2,3 | 2 | 0 |
| 1 jour avant | 0 | 13 | 1 |
| le jour de l'application | 0 | 0 | 0 |
| 1 jour après | 5 | 3 | 0 |
| 2 jours après | 2 | 0 | 0 |

Utilisation des gicleurs

| Périodes | Appl. 1 | | | Appl. 2 | | | Appl. 3 | | |
|--------------------------|---------|-----|-------------|---------|-----|-------------|---------|-----|-------------|
| | non | oui | durée (hrs) | non | oui | durée (hrs) | non | oui | durée (hrs) |
| 2 jours avant | | √ | 2 | | √ | 4 | | √ | 1 |
| 1 jour avant | | √ | 2 | | √ | 4 | | √ | 1,5 |
| le jour de l'application | | √ | 2 | | √ | 4 | | √ | 1 |
| 1 jour après | | √ | 2 | | √ | 2 | √ | | 0 |
| 2 jours après | | √ | 1 | | √ | 4 | √ | | 0 |

Annexe 5 - Site #1 (sable)

Liste des espèces identifiées lors du dernier compte

| Nombre | Nom de l'espèce |
|--------|---|
| 1 | Ambrosie à feuille d'armoise (<i>Ambrosia artemisiifolia</i>) |
| 1 | Aster simplex |
| 1 | Chénopode blanc (<i>Chenopodium album</i>) |
| 1 | Éléocharide aciculaire (<i>Eleocharis acicularis</i>) |
| 1 | Épilobe glanduleux (<i>Epilobium glandulosum</i>) |
| 1 | Érable spp. (<i>Acer</i> spp.) |
| 1 | Lycope uniflore (<i>Lycopus uniflorus</i>) |
| 1 | Mollugo verticillié (<i>Mollugo verticillata</i>) |
| 1 | Plantain (<i>Plantago major</i>) |
| 1 | Potentille rampant (<i>Potentilla reptans</i>) |
| 1 | pourpier |
| 1 | Spargoute |
| 1 | Stellaire graminioïde (<i>Stellaria graminea</i>) |
| 1 | Stellaire moyenne (<i>Stellaria media</i>) |
| 1 | Vergerette du canada |
| 2 | Muhlenbergia spp. (<i>Muhlenbergia</i> spp.) |
| 2 | Peuplier (<i>Populus</i> spp.) |
| 2 | Renouée persicaire (<i>Polygonum Persicaria</i>) |
| 2 | Rorippa d'islande (<i>Rorippa islandica</i>) |
| 2 | Verge d'or du Canada (<i>Solidago canadensis</i>) |
| 2 | Verge d'or gaminifoliée (<i>Solidago gaminifolia</i>) |
| 3 | Échinochloa pied-de-coq (<i>Echinochloa crus-galli</i>) |
| 3 | Graminée inconnu |
| 3 | Millepertuis du Canada (<i>Hypericum canadense</i>) |
| 3 | Pâturin des prés (<i>Poa pratensis</i>) |
| 3 | Prêle des champs (<i>Equisetum arvense</i>) |
| 3 | Spirée tomenteuse (<i>Spiraea tomentosa</i>) |
| 5 | Léersie faux-riz (<i>Leersia oryzoides</i>) |
| 5 | Pissenlit (<i>Taraxacum officinale</i>) |
| 8 | Saule spp. (<i>Salix</i> spp.) |
| 10 | Feuille large inconnu |
| 9 | Jonc épars (<i>Juncus effusus</i>) |
| 10 | Agrostis scabre (<i>Agrostis scabra</i>) |
| 14 | Souchet hispide (<i>Cyperus strigosus</i>) |
| 15 | Gnaphale des vases (<i>Gnaphalium uliginosum</i>) |
| 17 | Digitaire astringente (<i>Digitaria Ischaemum</i>) |
| 18 | Sabline spp. (<i>Arenaria</i> spp.) |
| 22 | Panic capillaire (<i>Panicum capillare</i>) |
| 23 | Bouleau (<i>Betula</i> spp.) |
| 33 | Pâturin comprimé (<i>Poa compressa</i>) |
| 47 | Tussilage pas d'âne (<i>Tussilago Farfara</i>) |
| 49 | Jonc ténu (<i>Juncus tenuis</i>) |
| 72 | Scirpe souchet (<i>Scirpus cyperinus</i>) |

Annexe 6 - Site #2 (terre noire sur sable)

Liste des espèces identifiées lors du dernier compte

| Nombre | Nom de l'espèce |
|--------|--|
| 1 | Agrostis scabre (<i>Agrostis scabra</i>) |
| 1 | Bident feuillu (<i>Bidens frondosa</i>) |
| 1 | Bouleau (<i>Betula</i> spp.) |
| 1 | Érable spp. (<i>Acer</i> spp.) |
| 1 | Poa spp |
| 2 | Échinochloa pied-de-coq (<i>Echinochloa crus-galli</i>) |
| 3 | Tussilage pas d'âne (<i>Tussilago Farfara</i>) |
| 4 | Quenouille |
| 6 | Pissenlit (<i>Taraxacum officinale</i>) |
| 11 | Jonc ténu ou brévicaudé (<i>Juncus tenuis</i> ou <i>brevicaudatus</i>) |
| 11 | Peuplier spp (<i>Populus</i> spp) |
| 13 | Plantules inconnues |
| 20 | Épilobe glanduleux (<i>Epilobium glandulosum</i>) |
| 31 | Saule spp. (<i>Salix</i> spp.) |
| 33 | Vergerette du Canada - Érigéron du Canada (<i>Erigeron canadensis</i>) |
| 73 | Cyprus spp (<i>Cyprus cuperinus*</i> et <i>cyprus strigosus</i>) |

*Dans la grande majorité des cas, il est estimé que l'espèces dominante est le *Cyrpus cyperinus*