

-INNOVBIO-

Projet 09-INNO1-24

Évaluation du sablage pour le contrôle de différentes espèces de mauvaises herbes dans la canneberge biologique

**Réalisé par Sam Chauvette, agronome
Jean-Pierre Deland, M.Sc., agronome
et Maya Boivin Lalonde, agronome**

**Avec la supervision scientifique de Gilles Leroux, Ph.D., agronome,
Romain Néron, agronome et Jacques Painchaud, M.Sc., agronome**

**Pour le compte du
CLUB ENVIRONNEMENTAL ET TECHNIQUE ATOCAS QUÉBEC (CETAQ)**

**Le 28 mars 2013
Rapport final**

Description brève du projet

L'application de sable fut une des premières pratiques horticoles effectuées dans la culture de canneberge. D'abord utilisé pour stimuler l'enracinement des vignes de canneberges, il a été ensuite mis de l'avant pour diminuer la pression de certaines maladies fongiques et de certains insectes ravageurs. Très peu d'études ne s'étaient penchées sur l'impact de l'application de sable sur les populations de plantes nuisibles dans la production de canneberges avant le présent ouvrage. Le projet s'est voulu un exercice de vérification de plusieurs questions soulevées par l'application de sable : Quel est son effet sur les populations de plantes nuisibles et sur la canneberge en champ, le sable est-il vecteur de plantes nuisibles, quel est l'homogénéité du sable sur le sol à la suite d'une application sur la glace.

Deux hypothèses de ce projet de recherche se sont avérées partiellement confirmées et une a été entièrement confirmée. L'application de sable a permis de contrôler certaines plantes nuisibles dans les champs à faible recouvrement de canneberges. Ce projet a permis de cibler les plantes sensibles ainsi que le type de site qui permet de mettre en valeur cet outil de répression des mauvaises herbes à faibles impacts environnementaux. La présence de plantes nuisibles a parfois causé des pertes de rendements significatives, mais seulement lorsque leur couverture était de plus de 10 % durant 2 ans. Les sables utilisés par les producteurs du Centre-du-Québec se sont révélés très peu contaminés en semences ou en fragments de plantes nuisibles. Les producteurs ont donc une bonne gestion de leurs amas de sable.

L'application de deux épaisseurs de sable a été évaluée, 1,9 cm et 3,8 cm. Bien que le traitement de 3,8 cm de sable a parfois permis une répression efficace des mauvaises herbes, son application a endommagé la canopée de canneberges dans la majorité des cas. Dans l'optique d'une utilisation commerciale de cette technique, la répression directe ou indirecte des plantes indésirables doit se faire sans endommager la canneberge. On doit rechercher une répression directe des plantes nuisibles par un effet de paillis et/ou un effet indirect par la stimulation de la croissance des plants de canneberges et l'obtention d'un bon recouvrement des champs. De plus, l'application de sable semble pouvoir faire augmenter la synchronicité de l'émergence des mauvaises herbes au printemps, augmentant l'efficacité d'une fauche de la partie supérieure des mauvaises herbes.

Ce projet a démontré que l'application d'une mince couche de sable (1,9 cm), parfois en synergie avec une tonte des plantes adventices, peut réprimer adéquatement certaines mauvaises herbes lorsqu'elle est réalisée sur des sites à faible recouvrement de canneberges (<60 %). De façon générale, les plantes les plus affectées par le sablage furent l'agrostide scabre et la digitale sanguine. Ces dernières sont deux graminées; une vivace de courte durée et une annuelle. Celles-ci sont retrouvées en grandes quantités dans les jeunes champs de canneberges biologiques, mais tendent à disparaître dans les sites bien établis. Il faut donc utiliser le sable comme instrument pour aider certains champs à faible recouvrement de canneberges en stimulant l'établissement des canneberges tout en réprimant les espèces de plantes nuisibles susceptibles au sablage.

Nos essais ont démontré que l'épandage d'une épaisseur 3,8 cm (ou plus) de sable s'est révélée une pratique peu recommandable étant donnée la variabilité dans les résultats agronomiques observés aux champs. Bien qu'un des sites (A) ait bien réagit, la majorité des sites n'ont pas connus d'amélioration avec l'application d'une aussi forte dose de sable. Avec cette épaisseur, les risques de dommages à la culture tels l'écrasement ou l'ensevelissement des plants sont alors trop élevés. La répétition d'une deuxième année de sablage à 3,8 cm a eu tendance à amplifier les dommages et à entraîner une diminution du recouvrement par les plants de canneberges et une diminution de rendement.

Finalement, même si la majorité des plantes nuisibles ne sont pas directement affectées par l'application de sable, l'application de 1,9 cm demeure recommandable dans les champs avec faibles recouvrements de canneberges et fortes infestations de mauvaises herbes. Cette pratique réprime significativement au moins deux plantes nuisibles importantes et favorise la compétition de la canneberge sur plusieurs mauvaises herbes. Dans ce même type de sites, une application de 1,9 cm de sable une deuxième année a parfois présenté des effets positifs supplémentaires comparativement à une seule application. La justification agronomique de l'application de sable devrait être étudiée dans une optique de développement durable tenant compte de d'autres aspects liés à la phytoprotection (réduction de la pression de certains insectes et pathogènes) non traités dans cette expérience et de ses effets bénéfiques quant à sa capacité de soutenir la vigueur de la canneberge en stimulant l'enracinement des stolons et dans certains cas en améliorant l'aération et le drainage de surface des champs.

Remerciements

Nous tenons à remercier les producteurs de canneberges, les familles Bédard, Pilote, Ouellet, Riendeau, Montreuil, Gagnon, Roy, Lemoine, Carrier et Asselin qui, en plus d'accueillir l'expérience sur leur ferme, ont parfois prêté du matériel et pris le temps de jaser de sable et de mauvaises herbes! Finalement, je me dois aussi de remercier la COOP des Bois-Francis pour le soutien dans l'achat du matériel utilisé pour appliquer le sable.

Ce projet a été rendu possible grâce à l'aide financière du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ) dans le cadre du programme INNOVBIO.

Table des matières

1. Introduction	11
1.1 Problématique	11
1.2 Revue de littérature	12
1.2.1 Les plantes nuisibles et la culture de canneberges	12
1.2.2 Effets du sable sur la culture de canneberges	17
1.3 Hypothèses de travail	22
1.4 Objectifs de la recherche	22
2. Méthodologie	23
2.1 Expérience en serre	23
2.1.1 Dispositif expérimental	23
2.1.2 Analyse statistique	24
2.2 Expérience en champs	25
2.2.1 Sites expérimentaux	25
2.2.2 Dispositifs expérimentaux pour l'expérience en champs	31
2.2.3 Application des traitements, matériel expérimental et ajustements de la méthodologie pour l'expérience en champs	32
2.2.4 Mesures effectuées	33
2.2.5 Analyses statistiques	34
2.3 Évaluation de l'homogénéité de l'application commerciale de sable	35
3 Résultats et discussion	37
3.1 Expérimentation en serre	37
3.2 Expérimentation en champs : résultats	38
3.2.1 Recouvrement de plantes nuisibles	39
3.2.2 Recouvrement de canneberges	52
3.2.3 Rendements en fruits	58
3.2.4 Effets des traitements sur la densité et le type de tiges de canneberges	63
3.3 Expérimentation en champs : discussion	78
3.3.1 Effet du sable sur les plantes nuisibles	78
3.3.2 Transférabilité à la culture de canneberge	84
3.4 Évaluation de l'homogénéité de l'application commerciale de sable	89
4 Biens livrés	92

5	Difficultés rencontrées	93
6	Conclusions.....	94
7	Références.....	96
8	Annexes.....	100

Liste des tableaux

TABLEAU 1 : DESCRIPTION DES TRAITEMENTS RÉALISÉS POUR L'EXPÉRIENCE EN SERRE	24
TABLEAU 2 : DESCRIPTION DES TRAITEMENTS.....	31
TABLEAU 3 : NOMBRE DE PLANTULES AYANT GERMÉ EN FONCTION DES TRAITEMENTS	37
TABLEAU 4 : RÉSULTATS DE L'ANOVA POUR LE RECOUVREMENT DE PLANTES NUISIBLES DANS LE SITE A.....	39
TABLEAU 5 : RECOUVREMENTS DE PLANTES NUISIBLES DANS LE SITE A POUR 2010, 2011, 2012 ET POUR L'EFFET GLOBAL	39
TABLEAU 6 : RÉSULTAT DE L'ANOVA POUR LE RECOUVREMENT D'AGROSTIDE SCABRE DANS LE SITE A.....	40
TABLEAU 7 : RECOUVREMENTS D'AGROSTIDE SCABRE DANS LE SITE A POUR 2010, 2011 2012, LA MOYENNE GLOBALE, JUILLET 2012 ET LES MOIS D'AOÛT 2010 À 2012	40
TABLEAU 8 : RÉSULTATS DE L'ANOVA POUR LE RECOUVREMENT DE PLANTES NUISIBLES DANS LE SITE C.....	41
TABLEAU 9 : RECOUVREMENT DE PLANTES NUISIBLES DANS LE SITE C POUR 2010, 2011, 2012 ET POUR L'EFFET GLOBAL	41
TABLEAU 10 : RÉSULTATS DE L'ANOVA POUR LE RECOUVREMENT D'AGROSTIDE SCABRE DANS LE SITE C.....	42
TABLEAU 11 : RECOUVREMENT D'AGROSTIDE SCABRE DANS LE SITE C POUR 2010, 2011 ET 2012, LA MOYENNE GLOBALE, JUILLET 2012 ET LES MOIS D'AOÛT 2010 À 2012	42
TABLEAU 12 : RÉSULTATS DE L'ANOVA POUR LE RECOUVREMENT DE L'ÉCHINOCHLOA PIED DE COQ DANS LE SITE C POUR 2010	43
TABLEAU 13 : RECOUVREMENT DE L'ÉCHINOCHLOA PIED DE COQ DANS LE SITE C POUR 2010	43
TABLEAU 14 : RÉSULTATS DE L'ANOVA POUR LE RECOUVREMENT DE DIGITAIRE ASTRINGENTE DANS LE SITE C.....	44
TABLEAU 15 : RECOUVREMENT DE DIGITAIRE ASTRINGENTE DANS LE SITE C POUR LA MOYENNE GLOBALE.....	44
TABLEAU 16 : RÉSULTATS DE L'ANOVA POUR LE RECOUVREMENT DE PLANTES NUISIBLES DANS LE SITE E.....	45
TABLEAU 17 : RECOUVREMENT DE PLANTES NUISIBLES DANS LE SITE E POUR 2010, 2011, 2012 ET POUR L'EFFET GLOBAL	45
TABLEAU 18 : RÉSULTATS DE L'ANOVA POUR LE RECOUVREMENT DE PLANTES NUISIBLES DANS LE SITE G.....	46
TABLEAU 19 : RECOUVREMENTS DE PLANTES NUISIBLES DANS LE SITE G POUR 2011, 2012 ET POUR L'EFFET GLOBAL.....	46
TABLEAU 20 : RÉSULTATS DE L'ANOVA POUR LE RECOUVREMENT DE PLANTES NUISIBLES DANS LE SITE H	47
TABLEAU 21 : RECOUVREMENT DE PLANTES NUISIBLES DANS LE SITE H POUR 2011, 2012 ET POUR L'EFFET GLOBAL.....	47
TABLEAU 22 : RÉSULTATS DE L'ANOVA POUR LE RECOUVREMENT D'AGROSTIDE SCABRE DANS LE SITE H.....	48

TABLEAU 23 : RECOUVREMENT D'AGROSTIDE SCABRE DANS LE SITE H POUR 2011, 2012 ET POUR LA MOYENNE GLOBALE	48
TABLEAU 24 : RÉSULTAT DE L'ANOVA POUR LE RECOUVREMENT DE DIGITAIRE SANGUINE DANS LE SITE H	49
TABLEAU 25 : RECOUVREMENT DE DIGITAIRE SANGUINE DANS LE SITE H POUR 2011, 2012 ET LA MOYENNE GLOBALE	49
TABLEAU 26 : RÉSULTAT DE L'ANOVA POUR LE RECOUVREMENT DE L'ÉCHINOCHLOA PIED DE COQ DANS LE SITE H	50
TABLEAU 27 : RECOUVREMENT DE L'ÉCHINOCHLOA PIED DE COQ DANS LE SITE H POUR 2011, 2012 ET POUR LA MOYENNE GLOBALE	50
TABLEAU 28 : RÉSULTATS DE L'ANOVA POUR RECOUVREMENT DE PLANTES NUISIBLES DANS LE SITE I	51
TABLEAU 29 : RECOUVREMENT DE PLANTES NUISIBLES DANS LE SITE I POUR 2011, 2012 ET POUR L'EFFET GLOBAL	51
TABLEAU 30 : RÉSULTATS DE L'ANOVA POUR LE RECOUVREMENT DE CANNEBERGES DANS LE SITE A DE 2010 À 2012	52
TABLEAU 31 : RECOUVREMENTS DE CANNEBERGES DANS LE SITE A POUR 2010, 2011 ET 2012 ET POUR L'EFFET GLOBAL	52
TABLEAU 32 : RÉSULTATS DE L'ANOVA POUR LE RECOUVREMENT DE CANNEBERGES DANS LE SITE C	53
TABLEAU 33 : RECOUVREMENT DE CANNEBERGES DANS LE SITE C POUR L'ANNÉE 2010, 2011, 2012 ET POUR L'EFFET GLOBAL	53
TABLEAU 34 : RÉSULTATS DE L'ANOVA SUR LE RECOUVREMENT DE CANNEBERGES DANS LE SITE E	54
TABLEAU 35 : RECOUVREMENT DE CANNEBERGES POUR LE SITE E POUR L'ANNÉE 2010, 2011, 2012 ET POUR L'EFFET GLOBAL	54
TABLEAU 36 : RÉSULTATS DE L'ANOVA POUR LE RECOUVREMENT DE CANNEBERGES DANS LE SITE G	55
TABLEAU 37 : RECOUVREMENT DE CANNEBERGES POUR LE SITE G POUR L'ANNÉE 2011, 2012 ET POUR L'EFFET GLOBAL	55
TABLEAU 38 : RÉSULTATS DE L'ANOVA POUR LE RECOUVREMENT DE CANNEBERGES DANS LE SITE H	56
TABLEAU 39 : RECOUVREMENT DE CANNEBERGES POUR LE SITE H POUR L'ANNÉE 2011, 2012 ET POUR L'EFFET GLOBAL	56
TABLEAU 40 : RÉSULTATS DE L'ANOVA POUR LE RECOUVREMENT DE CANNEBERGES DANS LE SITE I	57
TABLEAU 41 : RECOUVREMENT DE CANNEBERGES POUR LE SITE I POUR L'ANNÉE 2011, 2012 ET POUR L'EFFET GLOBAL	57
TABLEAU 42 : RÉSULTATS DE L'ANOVA POUR LES RENDEMENTS DANS LE SITE A	58
TABLEAU 43 : RENDEMENTS DANS LE SITE A POUR 2011, 2012 ET POUR LA MOYENNE GLOBALE	58
TABLEAU 44 : RÉSULTATS DE L'ANOVA POUR LES RENDEMENTS DANS LE SITE C	59
TABLEAU 45 : RENDEMENTS DANS LE SITE C POUR 2011, 2012 ET POUR LA MOYENNE GLOBALE	59
TABLEAU 46 : RÉSULTATS DE L'ANOVA POUR LES RENDEMENTS DANS LE SITE E	60
TABLEAU 47 : RENDEMENTS DANS LE SITE E POUR 2010, 2011, 2012 ET POUR LA MOYENNE GLOBALE	60
TABLEAU 48 : RÉSULTATS DE L'ANOVA POUR LES RENDEMENTS DANS LE SITE G	61
TABLEAU 49 : RENDEMENTS DANS LE SITE G POUR 2011, 2012 ET POUR LA MOYENNE GLOBALE	61
TABLEAU 50 : RÉSULTATS DE L'ANOVA POUR LES RENDEMENTS DANS LE SITE I	62
TABLEAU 51 : RENDEMENTS DANS LE SITE I POUR 2011, 2012 ET LA MOYENNE GLOBALE	62
TABLEAU 52 : RÉSULTATS DE L'ANOVA POUR LA DENSITÉ DE TIGES AU SITE A	63
TABLEAU 53 : DENSITÉ DE TIGES DANS LE SITE A POUR 2010, 2011 ET LA MOYENNE	63
TABLEAU 54 : RÉSULTATS DE L'ANOVA POUR LE POURCENTAGE DE TIGES FLORIFÈRES DANS LE SITE A	64
TABLEAU 55 : POURCENTAGE DE TIGES FLORIFÈRES DANS LE SITE A POUR 2010 ET 2011	64
TABLEAU 56 : RÉSULTATS DE L'ANOVA POUR LE POURCENTAGE DES TIGES VÉGÉTATIVES QUI SONT STOLONIFÈRES DANS LE SITE A	65

TABLEAU 57 : POURCENTAGE DES TIGES VÉGÉTATIVES QUI SONT STOLONIFÈRES DANS LE SITE A.....	65
TABLEAU 58 : RÉSULTATS DE L'ANOVA POUR LA DENSITÉ DE TIGES DANS LE SITE C.....	66
TABLEAU 59 : DENSITÉ DE TIGES DANS LE SITE C.....	66
TABLEAU 60 : RÉSULTATS DE L'ANOVA POUR LE POURCENTAGE DE TIGES FLORIFÈRES DANS LE SITE C.....	67
TABLEAU 61 : POURCENTAGE DE TIGES FLORIFÈRES DANS LE SITE C.....	67
TABLEAU 62 : RÉSULTATS DE L'ANOVA POUR LE POURCENTAGE DES TIGES VÉGÉTATIVES QUI SONT STOLONIFÈRES DANS LE SITE C.....	68
TABLEAU 63 : POURCENTAGE DES TIGES VÉGÉTATIVES QUI SONT STOLONIFÈRES DANS LE SITE C.....	68
TABLEAU 64 : RÉSULTATS DE L'ANOVA POUR LA DENSITÉ DE TIGES DANS LE SITE E.....	69
TABLEAU 65 : DENSITÉ DE TIGES DANS LE SITE E.....	69
TABLEAU 66: RÉSULTAT DE L'ANOVA POUR LE POURCENTAGE DE TIGES FLORIFÈRES DANS LE SITE E.....	70
TABLEAU 67 : POURCENTAGE DE TIGES FLORIFÈRES DANS LE SITE E.....	70
TABLEAU 68 : RÉSULTATS DE L'ANOVA POUR LE POURCENTAGE DES TIGES VÉGÉTATIVES QUI SONT STOLONIFÈRES DANS LE SITE E.....	71
TABLEAU 69 : POURCENTAGE DES TIGES VÉGÉTATIVES QUI SONT STOLONIFÈRES DANS LE SITE E.....	71
TABLEAU 70 :RÉSULTATS DE L'ANOVA POUR LA DENSITÉ DE TIGES DANS LE SITE G.....	72
TABLEAU 71 : DENSITÉ DE TIGES PAR DANS LE SITE G.....	72
TABLEAU 72 : RÉSULTATS DE L'ANOVA POUR LE POURCENTAGE DE TIGES FLORIFÈRES DANS LE SITE G.....	73
TABLEAU 73 : POURCENTAGE DE TIGES FLORIFÈRES DANS LE SITE G.....	73
TABLEAU 74 : RÉSULTATS DE L'ANOVA POUR LE POURCENTAGE DES TIGES VÉGÉTATIVES QUI SONT STOLONIFÈRES DANS LE SITE G.....	74
TABLEAU 75 : POURCENTAGE DES TIGES VÉGÉTATIVES QUI SONT STOLONIFÈRES DANS LE SITE G.....	74
TABLEAU 76 RÉSULTATS DE L'ANOVA POUR LA DENSITÉ DE TIGES DANS LE SITE I.....	75
TABLEAU 77 : DENSITÉ DE TIGES DANS LE SITE I.....	75
TABLEAU 78 : RÉSULTATS DE L'ANOVA POUR LE POURCENTAGE DE TIGES FLORIFÈRES DANS LE SITE I.....	76
TABLEAU 79 : POURCENTAGE DE TIGES FLORIFÈRES DANS LE SITE I.....	76
TABLEAU 80: RÉSULTATS DE L'ANOVA POUR LE POURCENTAGE DES TIGES VÉGÉTATIVES QUI SONT STOLONIFÈRES DANS LE SITE I.....	77
TABLEAU 81 : POURCENTAGE DES TIGES VÉGÉTATIVES QUI SONT STOLONIFÈRES DANS LE SITE I.....	77
TABLEAU 82 : REGROUPEMENT DE SITES PAR POURCENTAGE DE RECOUVREMENT DE CANNEBERGES (%CAN) AU MOIS DE JUIN DE CHAQUE ANNÉE.....	79
TABLEAU 83 : HOMOGENÉITÉ DE L'ÉPAISSEUR DE SABLE APPLIQUÉ COMMERCIALEMENT DANS 16 CHAMPS CHEZ 7 PRODUCTEURS DE CANNEBERGES.....	91
TABLEAU 84 : DÉCOMPOSITION DES DEGRÉS DE LIBERTÉ POUR LES SITES SUIVIS DURANT UN AN.....	100
TABLEAU 85 : DÉCOMPOSITION DES DEGRÉS DE LIBERTÉ POUR LES SITES SUIVIS DURANT 2 ANS.....	100
TABLEAU 86 : EXEMPLE DE RÉPARTITION ALÉATOIRE DES PARCELLES DANS CHACUN DES BLOCS AU CHAMP (SITE A).....	101
TABLEAU 87 : DÉCOMPOSITION DES DEGRÉS DE LIBERTÉ POUR L'EXPÉRIENCE EN SERRE.....	101
TABLEAU 88 : ÉCHÉANCIER DE RÉALISATION DU PROJET.....	103
TABLEAU 89 : GRANULOMÉTRIE ET %M.O. DES SABLES UTILISÉS.....	104

TABLEAU 90 : GRANULOMÉTRIE ET %M.O. DES SOLS DES SITES EXPÉRIMENTAUX	104
TABLEAU 91 : RÉSULTATS DE L'ANOVA POUR LE RECOUVREMENT DE PLANTES NUISIBLES DANS LE SITE B.....	107
TABLEAU 92 : RECOUVREMENT DE PLANTES NUISIBLES DANS LE SITE B POUR 2010.....	107
TABLEAU 93 : RÉSULTATS DE L'ANOVA POUR LE RECOUVREMENT DE PLANTES NUISIBLES DANS LE SITE D	108
TABLEAU 94 : RECOUVREMENT MOYEN DE PLANTES NUISIBLES EN FONCTION DES TRAITEMENTS DANS LE SITE D EN 2010	108
TABLEAU 95 : RÉSULTATS DE L'ANOVA POUR LE RECOUVREMENT DE PLANTES NUISIBLES DANS LE SITE F.....	109
TABLEAU 96 : RECOUVREMENT DE PLANTES NUISIBLES DANS LE SITE F POUR 2010	109
TABLEAU 97 : RÉSULTATS DE L'ANOVA POUR LE RECOUVREMENT DE PLANTES NUISIBLES DANS LE SITE J	110
TABLEAU 98 : RECOUVREMENT DE PLANTES NUISIBLES DANS LE SITE J POUR 2011, 2012 ET POUR L'EFFET GLOBAL.....	110
TABLEAU 99 : RÉSULTATS DE L'ANOVA POUR LE RECOUVREMENT DE PLANTES NUISIBLES DANS LE SITE K.....	111
TABLEAU 100 : RECOUVREMENT DE PLANTES NUISIBLES DANS LE SITE K POUR 2011	111
TABLEAU 101: RÉSULTATS DE L'ANOVA POUR LE RECOUVREMENT DE PLANTES NUISIBLES DANS LE SITE L.....	112
TABLEAU 102 : RECOUVREMENT DE PLANTES NUISIBLES DANS LE SITE L POUR 2011	112
TABLEAU 103 : RÉSULTATS DE L'ANOVA POUR LE RECOUVREMENT DE PLANTES NUISIBLES DANS LE SITE M.....	113
TABLEAU 104 : RECOUVREMENT DE PLANTES NUISIBLES DANS LE SITE M POUR 2011, 2012 ET POUR L'EFFET GLOBAL .	113
TABLEAU 105 : RÉSULTAT DE L'ANOVA POUR LE RECOUVREMENT DE CANNEBERGES DANS LE SITE B POUR LA SAISON 2010	114
TABLEAU 106: POURCENTAGE DE RECOUVREMENT DE CANNEBERGES DANS LE SITE B POUR LES MOIS DE JUIN ET JUILLET ET POUR LA MOYENNE DE LA SAISON 2010.....	114
TABLEAU 107 : RÉSULTATS DE L'ANOVA POUR LE RECOUVREMENT DE CANNEBERGES DANS LE SITE D.....	115
TABLEAU 108 : RECOUVREMENT DE CANNEBERGES DANS LE SITE D EN 2010	115
TABLEAU 109 : RÉSULTATS DE L'ANOVA POUR LE RECOUVREMENT DE CANNEBERGES DANS LE SITE F.....	116
TABLEAU 110 : RECOUVREMENT DE CANNEBERGES DANS LE SITE F POUR 2010.....	116
TABLEAU 111 : RÉSULTATS DE L'ANOVA POUR LE RECOUVREMENT DE CANNEBERGES DANS LE SITE J.....	117
TABLEAU 112 : RECOUVREMENT DE CANNEBERGES DANS LE SITE J POUR L'ANNÉE 2011, 2012 ET POUR L'EFFET GLOBAL	117
TABLEAU 113 : RÉSULTATS DE L'ANOVA POUR LE RECOUVREMENT DE CANNEBERGES DANS LE SITE K.....	118
TABLEAU 114 : RECOUVREMENT DE CANNEBERGES POUR LE SITE K POUR LA SAISON 2011	118
TABLEAU 115 : RÉSULTATS DE L'ANOVA POUR LE RECOUVREMENT DE CANNEBERGES DANS LE SITE L.....	119
TABLEAU 116 : RECOUVREMENT DE CANNEBERGES DANS LE SITE L POUR LA SAISON 2011.....	119
TABLEAU 117 : RÉSULTATS DE L'ANOVA POUR LE RECOUVREMENT DE CANNEBERGES DANS LE SITE M	120
TABLEAU 118 : RECOUVREMENT DE CANNEBERGES DANS LE SITE M POUR L'ANNÉE 2011, 2012 ET POUR L'EFFET GLOBAL	120
TABLEAU 119 :RÉSULTATS DE L'ANOVA POUR LES RENDEMENTS DANS LE SITE J.....	121
TABLEAU 120 : RENDEMENTS DANS LE SITE J POUR 2011, 2012 ET LA MOYENNE GLOBALE.....	121
TABLEAU 121 : RÉSULTATS DE L'ANOVA POUR LES RENDEMENTS DANS LE SITE M.....	122
TABLEAU 122 : RENDEMENTS DANS LE SITE M POUR 2011, 2012 ET LA MOYENNE GLOBALE	122
TABLEAU 123: RÉSULTATS DE L'ANOVA POUR LA DENSITÉ DE TIGES DANS LE SITE J.....	123

TABLEAU 124 : DENSITÉ DE TIGES DANS LE SITE J POUR 2011, 2012 ET LA MOYENNE.....	123
TABLEAU 125 : RÉSULTATS DE L'ANOVA POUR LE POURCENTAGE DE TIGES FLORIFÈRES DANS LE SITE J	124
TABLEAU 126 : POURCENTAGE DE TIGES FLORIFÈRES DANS LE SITE J.....	124
TABLEAU 127 : RÉSULTATS DE L'ANOVA POUR LE POURCENTAGE DES TIGES VÉGÉTATIVES QUI SONT STOLONIFÈRES DANS LE SITE J.....	125
TABLEAU 128 : POURCENTAGE DE TIGES VÉGÉTATIVES QUI SONT STOLONIFÈRES DANS LE SITE J	125
TABLEAU 129:RÉSULTATS DE L'ANOVA POUR LA DENSITÉ DE TIGES DANS LE SITE M.....	126
TABLEAU 130 : DENSITÉ DE TIGES DANS LE SITE M POUR 2011, 2012 ET LA MOYENNE	126
TABLEAU 131 : RÉSULTATS DE L'ANOVA POUR LE POURCENTAGE DE TIGES FLORIFÈRES DANS LE SITE M.....	127
TABLEAU 132 :POURCENTAGE DE TIGES FLORIFÈRES DANS LE SITE M	127
TABLEAU 133 : RÉSULTATS DE L'ANOVA POUR LE POURCENTAGE DES TIGES VÉGÉTATIVES QUI SONT STOLONIFÈRES DANS LE SITE M.....	128
TABLEAU 134 : POURCENTAGE DE TIGES VÉGÉTATIVES QUI SONT STOLONIFÈRES DANS LE SITE M.....	128

Liste des figures :

FIGURE 1 : LOCALISATION GÉOGRAPHIQUE DES SITES EXPÉRIMENTAUX.....	26
FIGURE 2 : SITE C LORS DE LA TONTE AU MOIS D'AOÛT 2010.....	27
FIGURE 3 : SITE E DURANT LE MOIS DE SEPTEMBRE 2010	28
FIGURE 4 : BORDURE DU CHAMP SUR LE SITE H	29
FIGURE 5 : INFESTATION DE DIGITAIRES SANGUINES AU SITE H À L'AUTOMNE 2010.....	30
FIGURE 6: SITE I AU MOMENT DE LA SÉLECTION DE L'EMPLACEMENT EN AOÛT 2010	31
FIGURE 7 : MACHINERIE UTILISÉE POUR L'APPLICATION DE SABLE CHEZ LE PRODUCTEUR A ET VIS D'ARCHIMÈDE À L'INTÉRIEUR DE LA BENNE DU CAMION.....	35
FIGURE 8 : ÉPANDEUR TEBBE UTILISÉ PAR LE PRODUCTEUR G.....	36
FIGURE 9 : TIGES DE CANNEBERGES (GAUCHE) ET DE MILLEPERTUIS ELLIPTIQUE (DROITE) DANS UNE PARCELLE AYANT REÇU 3,8 CM DE SABLE.....	82
FIGURE 10 : SEMENCES DE TAILLE MOYENNE (GAUCHE) ET DE PETITE TAILLES (DROITE) RÉCOLTÉES DURANT LA FAUCHE D'AOÛT 2010 AU SITE C.....	84
FIGURE 11 : DOMMAGES AUX APEX DE PLANTS DE CANNEBERGES CAUSÉS PAR LA CHALEUR DU SABLE DANS LES PARCELLES AYANT REÇUES LE TRT S3,8.....	88

1. Introduction

1.1 Problématique

Les producteurs de canneberges (*Vaccinium macrocarpon*) biologiques doivent déployer beaucoup d'efforts pour la répression des plantes nuisibles. Ceux-ci ne disposent que de peu de moyens de lutte efficaces contre ces dernières. La gestion des plantes nuisibles dans ces fermes est effectuée soit par l'arrachage manuel ou soit par la fauche de mauvaises herbes au-dessus du couvert de canneberges. Bien qu'aucune étude portant sur les coûts de production de la canneberge sous régie biologique n'ait été réalisée, la gestion des plantes nuisibles y est généralement considérée comme un des principaux coûts de production (J.-P. Deland, communication personnelle, 2011). Comme pour la majorité des cultures agricoles, il a été démontré que les plantes nuisibles ont le potentiel de causer des pertes économiques considérables dans la culture de canneberges (Swanton et coll., 1993). Les producteurs doivent donc consacrer d'importantes sommes pour la répression de ces plantes indésirables. L'efficacité limitée des méthodes mécaniques et l'importance des investissements nécessaires pour l'obtention d'une répression efficace des plantes adventices par le sarclage obligent les producteurs biologiques à adopter une approche intégrée pour parvenir à leurs fins. Cette approche repose principalement sur la prévention (qualité du site et de sa préparation, qualité des boutures, etc.) et la régie serrée de la culture (stratégie d'intervention avec les plantes problématiques, récolte des semences de plantes nuisibles avant la récolte des canneberges et bien d'autres (Sandler et coll., 2008 et R. Pilote, communication personnelle, 2011)).

À l'échelle mondiale, le Québec est le plus important territoire de production de canneberges biologiques. À cet effet, tout gain d'efficacité réalisé pour la gestion des plantes nuisibles pourrait avoir des retombées positives sur cette filière montante de l'agriculture au Québec. À la suite d'expériences personnelles, des producteurs de canneberges biologiques du Québec aux prises avec d'importants problèmes de plantes nuisibles ont avancé que l'application répétée de sable combinée avec des tontes par-dessus le couvert de canneberges peut permettre une répression significative des plantes nuisibles (D. Ouellet, communication personnelle, 2010). De façon complémentaire, une étude réalisée en serre au Massachusetts (Sandler et coll., 1997) a mis en évidence le potentiel de contrôle d'une plante nuisible, la cuscute des marais (*Cuscuta gronovii*), par une application d'au moins 2,5 cm de sable. Cette information est intéressante à intégrer au contexte de la production québécoise de canneberges; l'application de sable à des fins horticoles y est déjà une

pratique commune pour favoriser l'enracinement des plants de canneberges. Aucune expérimentation scientifique n'a été réalisée au champ pour mesurer l'impact réel du sablage sur les plantes nuisibles, ce projet est ainsi la première initiative du genre au Québec.

1.2 Revue de littérature

1.2.1 Les plantes nuisibles et la culture de canneberges

Bien que la canneberge pousse dans des milieux naturels, sa culture commerciale se qualifie d'intensive en raison des importantes modifications apportées au milieu au moment de l'implantation pour assurer l'obtention de conditions de croissance optimale pour les plants et de rendements intéressants. Tous ces facteurs environnementaux amènent le développement d'une flore unique composée d'espèces présentes dans les tourbières et les milieux humides et de quelques graminées de grandes cultures. Celles-ci deviennent particulièrement compétitives lorsque le milieu de culture est plus favorable à ces dernières qu'à la culture implantée.

La cannebergière : un milieu modifié sur mesure

Les différentes étapes impliquées dans la préparation d'un champ de canneberges comprennent généralement l'excavation du sol de surface, l'installation d'un système de drainage, dans bien des cas l'application de 20 à 30 cm de sable, le nivellement de la surface du champ et l'installation d'un système d'irrigation. Certains sites ne requièrent pas de système de drainage ni d'ajout de sable puisqu'ils sont directement situés sur un sol sableux. L'important pour ces nouveaux champs est d'avoir la capacité d'évacuer rapidement les importants apports d'eau amenés par la pluie ou par l'irrigation visant à protéger les plants contre le gel, sinon la culture pourra difficilement s'implanter et faire compétition aux plantes nuisibles. Un second aspect de la modification du milieu pour ce type de culture est l'acidification du sol. La culture de canneberges est plus adaptée à des sols acides (pH 4 à 5) et bien drainés (Eck, 1990). Dans les cannebergières en production, les vignes recouvrent plus de 95 % de la surface des champs. Bien que certains producteurs agricoles possèdent une plus grande tolérance pour la présence de plantes nuisibles, tous cherchent l'obtention d'un tapis de vignes de canneberges le plus uniforme possible pour faciliter et optimiser la production (R. Pilotte, communication personnelle 2011). Les premières années sont décisives pour l'implantation et il est préférable d'obtenir un

recouvrement rapide du sol par les plants de canneberges. Pour un producteur de canneberges biologiques, les premières années d'un champ représentent la période qui nécessite le plus grand investissement en temps et en argent pour réussir à maîtriser le développement des plantes adventices (J. Painchaud, communication personnelle, 2011). L'atteinte de la fermeture du couvert permet normalement d'inhiber la croissance des mauvaises herbes annuelles par la suite. Généralement, et particulièrement dans la production biologique, une grande diversité de plantes est présente à l'implantation et durant les années suivantes. L'intense perturbation du sol au moment de l'implantation et le temps nécessaire à la canneberge pour fermer le couvert végétal permet à une flore pionnière de coloniser les champs au détriment de la canneberge.

La flore de plantes nuisibles dans la production de canneberges biologiques

Les milieux humides généralement adjacents aux champs de canneberges présentent une flore diversifiée apte à occuper des sols acides. Si de surcroît, les sols présentent un environnement à tendance anaérobie en raison de l'eau, ces plantes croissent alors dans un milieu qui leur est plus favorable qu'à la canneberge (Sandler, 2004). Des relevés botaniques effectués dans les années 80 avaient révélé la présence de plus de 80 espèces végétales dans les cannebergières du Massachusetts (Demoranville 1984 et 1986). Demoranville dénotait entre autres la présence de plusieurs graminées annuelles et vivaces, de joncs, de scirpes, de carex, de composées dont plusieurs à rhizomes, d'arbustes tels les spirées, de millepertuis, de renouées, de ronces, de fougères et de la cuscute des marais. La plupart des plantes mentionnées dans ces ouvrages sont aussi présentes au Québec sauf la cuscute des marais qui, à l'exception d'apparitions sporadiques, est considérée absente de notre territoire.

La perturbation du milieu lors de l'implantation donne lieu à une succession végétale commençant par des plantes colonisatrices pour normalement arriver à une relative monoculture de canneberge. Ainsi, lors de la formation de nouveaux champs, la flore colonisatrice comprend en autres des graminées annuelles : la digitale sanguine (*Digitaria sanguinalis*), la digitale astringente (*Digitaria ischaemum*), l'échinochloa pied-de-coq (*Echinochloa crusgalli*), le panic capillaire (*Panicum capillare*); des graminées vivaces : l'agrostide scabre (*Agrostis scabra*), l'agrostide blanche (*Agrostis alba*), la mulhenbergie feuillée (*Mulhenbergia frondosa*), la léersie faux-riz (*Leersia oryzoides*); des joncs : le jonc épars (*Juncus effusus*), le jonc brévidaucée (*J. brevicaudatus*), le jonc grêle (*J. tenuis*), le jonc des crapauds (*J. bufonius*); des scirpes : le scirpe souchet (*Scirpus cyperinus*), le scirpe

à ceinture noire (*S. atrocinctus.*); des carex : le carex à balais (*Carex. Scoparia*), le carex de Crawford (*C. crawfordii*), le carex blanchâtre (*C. canescens*); des plantes à feuilles larges : la verge d'or à feuilles de graminée (*Euthamia graminifolia*=*Solidago graminifolia*), la verge d'or du Canada (*Solidago canadensis*), le millepertuis elliptique (*Hypericum ellipticum*) et une fougère: l'onoclée sensible (*Onoclea sensibilis*). Certains champs, particulièrement ceux en bordure des fermes peuvent avoir de fortes infestations de jeunes arbres et arbustes durant les années d'implantation tels le bouleau blanc (*Betula papyrifera*), le peuplier baumier (*Populus balsamifera*), l'érable rouge (*Acer rubrum*) et les saules (*Salix spp.*). Plusieurs espèces vivaces sont présentes dans les champs juvéniles; celles ayant un système racinaire à rhizomes ont une plus grande résistance aux méthodes de lutte habituelles en culture biologique telles que l'arrachage manuel et la tonte. Ces dernières peuvent être des plantes à feuilles larges : la verge d'or à feuilles de graminée, le millepertuis elliptique, l'onoclée sensible (une fougère) ou des graminées vivaces comme la mulhenbergie feuillée, la léerzie faux-riz. Les espèces à rhizomes deviennent souvent le type de plantes nuisibles principal dans les champs biologiques en production. Dans les champs où l'implantation est réussie, la flore pionnière principalement composée d'annuelles et de joncs de petite taille disparaît rapidement dans les premières années à la suite de la fermeture du couvert de canneberges (R. Néron, communication personnelle, 2011). Les mauvaises herbes font compétition à la canneberge pour la lumière, mais aussi pour les éléments nutritifs plus généreusement appliqués à l'implantation pour accélérer la fermeture du couvert par les canneberges. À l'implantation les champs peuvent recevoir jusqu'à 90 kg d'azote/ha (Marchand, 2010) comparativement à un maximum de 65 kg/ha pour un champ en production (Parent et Gagné, 2010).

Sullivan (2003) affirme que les infestations de plantes nuisibles en agriculture sont les symptômes des modes de production. La canneberge ne fait pas exception à cette règle générale; des champs dont les sols sont compactés ou gorgés d'eau peuvent ressembler à des champs en implantation durant des années et peuvent même devoir être rénovés pour permettre une production efficace de fruits (J. Painchaud, communication personnelle, 2011). Sandler et coll (2007) ont démontré que malgré une plus haute concentration en éléments nutritifs, les cannebergeraies commerciales (milieu agricole reconstitué) n'avaient pas un plus fort taux de recouvrement ou une plus grande diversité de plantes nuisibles que les tourbières environnantes (milieux naturels). Dans cette même étude, le recouvrement et la diversité de plantes nuisibles furent comparés entre l'intérieur et la bordure pour une tourbière, mais aussi pour un champ de canneberges. Tant la cannebergeraie que la tourbière révélèrent des différences de recouvrement et de diversité entre leurs bordures

extérieures et intérieures respectives. Cette différence fut observée dans les deux types d'environnement et ce, malgré que seule la tourbière présentait des différences dans la disponibilité des ressources minérale et hydrique entre sa bordure et son intérieur. Finalement, les résultats de cette étude suggèrent que le maintien d'un couvert de culture dense et le contrôle des plantes nuisibles en bordure des champs sont des voies à privilégier pour limiter l'envahissement des cultures par des plantes nuisibles.

Effet des plantes nuisibles sur la culture de canneberges

Si l'on regarde le phénomène des plantes nuisibles dans la culture de canneberges du point de vue de l'écologie des communautés; les plantes nuisibles les plus compétitives sont par définition celles qui occupent la même niche écologique que la canneberge, en occupant le même espace physique et en prélevant les mêmes nutriments (Campbell et Reece, 2004). Cette compétition peut s'exercer par des plantes de dimensions semblables à la canneberge (ex : le millepertuis elliptique) ou par des plantes occupant l'espace au-dessus de la canneberge et qui diminuent la photosynthèse de la culture (ex : les scirpes). Le caractère frugal de la canneberge la rend sensible à un apport d'azote à un moment phénologique trop hâtif en saison; la fixation d'azote créée par une légumineuse telle la vesce jargeau (*Vicia cracca*) produit une croissance végétative vigoureuse de la vigne de canneberges, réduisant du coup l'allocation d'énergie pour la production de fruits, ce qui tend à réduire les rendements dans les zones d'infestation (communication personnelle, J.-P. Deland, 2011).

Selon un sondage économique réalisé en 1993 (Swanton et coll.), les plantes nuisibles ont été responsables de 25 % de perte de rendement dans la canneberge en Nouvelle-Écosse (Canada) entre 1985 et 1989. Une seconde étude réalisée en Nouvelle-Écosse (Hicks et coll., 1968) s'est intéressée au comportement de la vigne de canneberges en absence ainsi qu'en forte présence de plantes nuisibles. Les auteurs ont démontré que des infestations de scirpes à nœuds rouges (*Scirpus rubrotinctus*) et de calamagrostides du Canada (*Calamagrostis canadensis*) peuvent réduire de façon linéaire le nombre de fleurs par tige ainsi que le taux de floraison en fonction de l'intensité des infestations. Ils avançaient que la diminution de l'activité photosynthétique chez la canneberge était l'aspect le plus dommageable de cette compétition interspécifique. Des essais réalisés au Wisconsin (Roper et coll., 1995) ont eu pour objectif de vérifier l'effet de l'ombrage sur les rendements en fruits en simulant l'effet de 72 et 93 % d'ombrage causé par des plantes nuisibles. Durant cette étude de trois ans, les rendements furent diminués significativement deux années sur trois avec un mois d'ombrage lorsque le traitement était appliqué à la suite de la floraison.

L'ombrage durant le mois précédent la récolte n'a eu aucun impact significatif. En regroupant les différentes dates de lectures et les traitements d'ombrage, ils ont observé une diminution de près de 50 % des glucides non structuraux dans les plants de canneberges dans les parcelles ayant eu des traitements d'ombrage comparativement aux témoins. Ces mêmes taux de glucides non structuraux ont retrouvé leur concentration normale quatre à huit semaines à la suite du retrait de l'ombrage. Le retrait des mauvaises herbes avant la fin de la saison est donc important pour s'assurer que la culture a suffisamment de réserve en glucide pour hiverner avec succès et l'est également pour faciliter la récolte. À la suite d'essais terrain, Patten et Wang (1994) affirmaient que plus un champ de canneberges a un potentiel de rendement élevé, plus la présence de mauvaises herbes peut influencer celui-ci négativement. Dans la même étude, ceux-ci ont démontré que le facteur le plus influent pour la réduction de rendement par rapport à la présence de plantes nuisibles est la compétition pour la lumière. Il fut aussi démontré que les plantes nuisibles ont plus d'impact sur le rendement en fruits produits que sur la grosseur et la couleur de ces derniers. De fait, en combinant les données récoltées sur deux ans avec les différents cultivars de canneberges et espèces de plantes nuisibles, les auteurs démontrent une diminution linéaire des rendements en fonction de l'augmentation de l'absorption des radiations solaires par les plantes nuisibles. Les auteurs s'entendent pour avancer l'hypothèse que l'effet négatif des plantes nuisibles est associé à l'obstruction lors de la pollinisation et à l'avortement des fruits en début de saison.

Du côté technique, lorsque les plantes nuisibles sont volumineuses et nombreuses, elles peuvent interférer avec l'équipement de récolte. En effet, la batteuse doit être capable d'atteindre les fruits pour les décrocher. De fortes infestations de graminées ou de scirpes peuvent rendre difficile cette opération de récolte. Certains producteurs biologiques doivent donc consacrer plusieurs jours de travail avant la récolte pour nettoyer l'espace au dessus du couvert de canneberges pour que la récolte s'effectue sans trop de problèmes (R. Pilote, communication personnelle, 2011).

Étant donné que la prévention est l'une des principales stratégies pour la lutte aux plantes nuisibles, la rapidité de fermeture du couvert de canneberges après l'implantation est l'une des priorités pour chaque producteur de canneberges. Une couverture complète et rapide est synonyme d'une implantation réussie. Des essais aux champs ont été réalisés au Centre-du-Québec afin de connaître l'effet de l'augmentation de la densité de bouture sur la qualité et la vitesse de l'implantation de la culture (Tremblay, 2011). La densité normale de plantation est de 4 t/ha de bouture de canneberges. La densité et la qualité de l'implantation

de la canneberge a semblé s'améliorer jusqu'à hauteur de 9 t/ha de boutures. Les résultats de cette même expérience furent assez éloquentes quant au fait que les boutures de vignes sont l'une des principales sources de contamination des champs implantés en production biologique. Ainsi, leur contamination en plantes nuisibles, par les semences de mauvaises herbes ou leurs organes de propagation végétatives, est un facteur important à considérer pour une implantation réussie. Des relevés botaniques réalisés au sein de cannebergeries dans l'État de Washington conduisent aussi dans cette direction (Zika, 2003). Ces relevés effectués sur des cannebergeries de la côte Ouest ont permis d'identifier une série de 22 plantes indigènes typiques de cannebergeries de la côte Est. Les boutures avaient été importées de fermes de la côte Est. Ces plantes nuisibles étaient retrouvées pour la première fois sur la côte Ouest lors de ces relevés.

1.2.2 Effets du sable sur la culture de canneberges

L'application de sable à des fins horticoles est pratiquée depuis environ deux cents ans dans la production de canneberges en Amérique du Nord. Différentes épaisseurs de sable peuvent être appliquées, mais elles varient généralement de 0,5 à 2,5 cm (Eck, 1990). Le sable peut être épandu à l'aide de camion-benne circulant sur la glace faite au-dessus des champs au début de l'hiver pour assurer une certaine protection des plants contre le froid, cependant, il existe au moins deux autres méthodes d'application utilisées aux États-Unis; l'épandage à sec en été en circulant directement sur les plants avec l'équipement ainsi que la méthode d'application en barges flottantes. Ces deux méthodes ne sont pas utilisées au Québec puisque ces dernières ont des désavantages sérieux tels que les dommages occasionnés aux plants de canneberges pour la méthode à sec et la très importante imprécision de l'application à l'aide de barges flottantes. Dès qu'une région est suffisamment froide pour que les producteurs soient en mesure de faire une glace assez épaisse pour supporter le poids d'un camion-benne, la méthode d'application sur glace est alors de loin la plus recommandée (Sandler et coll., 2008; J.F. Pelletier, communication personnelle, 2011). En plus des raisons horticoles présentées ci-dessous, l'application de sable sur des champs en terre noire peut permettre d'augmenter la solidité de la structure du sol (portance) à fin de permettre le passage des équipements. Lorsqu'un producteur applique du sable sur un champs, il est conseillé de maintenir le champ inondé durant quelques semaines après la fonte de la glace pour aider à la descente du sable dans le couvert grâce au mouvement de l'eau. Certains se promènent dans les champs pour bouger l'eau et le sable à l'aide de râtaux aux endroits où il y a des accumulations sur le couvert de canneberges (S. Bélanger, communication personnelle, 2011). D'autres producteurs utilisent aussi des souffleurs à

feuilles après le retrait de l'eau pour disperser le sable dans les zones d'accumulation (P.-L. Montreuil, communication personnelle, 2011).

Effet du sable sur les vignes et sur les rendements en fruits

Sur le plan cultural, l'application de sable permet d'ancrer les stolons, de stimuler leur enracinement et la production de nouvelles tiges érigées à partir de bourgeons adventifs présents sur les stolons (Eck, 1990). Le sablage et la taille sont considérés comme étant les deux meilleures pratiques culturales pour la gestion de la canopée des champs de canneberges (Roper et Vorsa, 1997). Roper (1994) comparait aussi l'effet de l'application de sable dans la canneberge à celle d'une opération de tonte, voire de brûlage tel qu'utilisé dans la production de bleuets pour éliminer des sections végétatives, mortes ou simplement improductives. Des comparaisons entre les méthodes de la taille et de l'application de sable ont été faites pour mesurer leurs effets respectifs sur le rendement (Suhayda et coll., 2009). La conclusion de ces études est qu'un sablage léger (1,3 cm) ou une taille légère a un effet positif semblable sur les rendements, mais aussi sur l'assèchement de la canopée. Ces deux méthodes créent une ouverture de la canopée qui aide à son aération, ce qui est un gain dans le contrôle de la pourriture du fruit (DeMoranville et Sandler, 2000 et 2010).

Le sablage est une pratique reconnue pour faire diminuer les rendements de façon comparable à la taille de la vigne durant l'année de son application. Ces diminutions sont généralement compensées par des augmentations de rendements l'année suivante (Roper et Vorsa, 1997). Des essais réalisés par Strik et Poole (1995) démontrent des rendements cumulatifs (moyenne de trois ans) variables en fonction de l'épaisseur de sable appliqué sur deux sites. Ainsi, pour leurs trois années de données cumulées, le traitement de 1,3 cm procura un gain de 4 % de rendement au site 1 et de 0 % (nul) au site 2 en le comparant au traitement témoin (sans sablage). Le traitement de 2,5 cm a eu comme effet cumulatif une réduction de 6 % de rendement au site 1 et de 14 % au site 2 comparativement au traitement témoin. Il semble toutefois y avoir un effet «site» marqué dans cette expérience puisque lors de la première année, le traitement de 2,5 cm n'a eu aucun effet sur le rendement au site 1 (âgé de 24 ans), mais l'a réduit de 50 % au site 2 (âgé de 7 ans). À noter que dans cette étude, le sable a été déposé à la main au printemps et cela pourrait avoir aidé l'incorporation du sable comparativement à de l'application sur glace. Lampinen et DeMoranville (2003) ont observé des effets négatifs sur le rendement pour des applications de sable supérieures ou égales à 2,5 cm de sable. Ces derniers obtinrent des rendements plus élevés dans les parcelles ayant reçu un sablage léger (1,3 cm) que dans les parcelles non sablées. D'autres

essais ont démontré l'effet négatif sur les rendements d'une application de 2,5 cm de sable ainsi qu'un effet nul pour une application de 1,3 cm de sable (Davenport et Shiffhauer, 2000), cette fois avec de l'application en barge.

Les tiges (vignes) de canneberges peuvent être séparées en trois catégories; les tiges fructifères (munies de fleurs/productrices de fruits), les tiges végétatives érigées et les tiges végétatives stolonifères. Les tiges stolonifères colonisent le terrain. De celles-ci émergent principalement des tiges végétatives érigées. Celles-ci deviennent normalement des tiges florifères l'année suivante. Les tiges érigées de la majorité des variétés commerciales de canneberges sont reconnues pour avoir tendance à alterner entre le type florifère et végétatif. C'est d'ailleurs le cas pour le cultivar présent dans la majorité des sites du présent projet de recherche, le cv. *Stevens* (Roper et Vorsa, 1997). Ainsi le caractère cyclique de la physiologie de la canneberge est un facteur important à prendre en compte lorsqu'on évalue les effets de l'application de sable. Le caractère vivace de la canneberge et ce cycle de production biennal suggèrent qu'il est préférable d'évaluer l'effet du sable sur les rendements sur un minimum de deux ans (Demoranville, 1989). L'étude de Strik et Poole (1995) observait aussi l'effet de l'application du sable sur la variation de type de tiges. L'application de sable n'avait eu aucun effet significatif pour la majorité des cas sauf pour un site. À une occasion, l'application de 2,5 cm de sable a fait augmenter le taux de tiges florifères sans pour autant faire augmenter le rendement et à une seconde occasion, la densité de tiges érigées a augmenté trois ans après l'application de 2,5 cm de sable. Dans l'étude de Davenport et Shiffhauer (2000), l'application de 2,5 cm de sable a augmenté la densité des tiges végétatives érigées dans la première année d'expérience et l'a diminuée la troisième année de l'expérience pour les deux sites. Pour un des deux sites, une baisse du nombre de tiges fructifères a été observée la troisième année. Les traitements de 1,3 cm ne se sont jamais différenciés du témoin non sablé pour les variables reliées au type de tiges pour les deux dernières études citées. Finalement, les deux études concluent que le traitement de 1,3 cm est préférable à 2,5 cm, voire de ne pas dépasser 1,3 cm pour ne pas causer de perte de rendement.

Effet du sable sur les ravageurs de la canneberge autres que les plantes nuisibles

L'effet répressif du sable sur les ravageurs de la canneberge est principalement associé à l'enfouissement d'inoculum de maladies ou d'œufs et de pupes d'insectes. Ainsi, l'application de sable est recommandée comme méthode de lutte intégrée (IPM) pour réprimer l'anneleur

de la canneberge (*Chrysoteuchia topiaria*) et la cécidomyie des atocas (*Dasineura oxycoccana*), particulièrement dans les entreprises biologiques (Sandler et coll., 2010; Roper, 1994; Le Duc et coll., 2010). Cette opération culturale est reconnue depuis longtemps pour abaisser la pression de certains ravageurs; le premier article sur le sujet datant du début du siècle dernier (Sandler et coll. 2008). Cependant, peu de travaux se sont penchés jusqu'à maintenant sur le potentiel du sable pour réduire la pression des maladies fongiques dans la canneberge. Certains avancent qu'une diminution de la maladie pourrait survenir en raison du regain de vigueur amené à la canneberge par l'augmentation de l'enracinement et du drainage de surface (DeMoranville et Sandler, 2000) tandis que d'autres avancent l'hypothèse que ce serait par l'ensevelissement de l'inoculum de champignons (Ouderman et coll., 1998).

Effets du sable sur les plantes nuisibles de la culture de canneberges

Paul Eck (1990) avait un avis partagé à propos de l'impact de cette pratique sur les plantes nuisibles. Ce dernier n'attribuait pas au sable de capacité «*antigerminative*» chez les plantes nuisibles, mais il lui allouait tout de même des propriétés de contrôle indirect par la stimulation de la vigueur de la canneberge. De leur côté, Binet et coll. (1997) avançaient que l'application de sable ne procure qu'un contrôle limité sur les plantes nuisibles annuelles, mais encouragerait, au même titre que pour la canneberge, la croissance des plantes vivaces.

Par ailleurs, Sandler et coll. (1997) ont rapporté qu'une application uniforme de 2,5 cm de sable pouvait réduire la germination de la cuscute des marais, une plante parasite très problématique au Massachusetts. Des études évaluant l'homogénéité de la déposition du sable lors de sablages commerciaux ont mis en évidence la grande variation dans l'épaisseur retrouvée au champ. Ainsi, Hunsberger et coll. (2006) ont vérifié l'uniformité du sablage effectué sur 24 fermes, dont 9 avec la méthode d'application sur glace telle que pratiquée au Québec. Des écarts importants d'épaisseurs de sable ont été observés lorsque de grandes quantités de sable ont été appliquées. Lorsqu'une application de plus de 2,0 cm de sable au sol était prévue, l'épaisseur mesurée variait d'un intervalle de ± 38 à 56 % de la valeur visée par le producteur. Les meilleurs résultats furent obtenus lorsque des épaisseurs de 1,3 à 1,6 cm ont été recherchées, alors que trois fermes sur quatre obtenaient des épaisseurs de sable dans un intervalle de ± 10 % de la valeur attendue. Il semble donc difficile d'obtenir un dépôt de sable d'une épaisseur uniforme lorsqu'une application de plus de 2 cm est recherchée. Hunsberger et coll. (2006) ont conclu que la méthode de sablage

sur glace ne semblait pas être efficace pour réprimer la cuscute des marais en raison de la variation dans l'épaisseur de sable retrouvée au sol. Des recherches sont nécessaires pour identifier des méthodes procurant une meilleure uniformité pour la déposition du sable.

Les études sur l'effet du sablage sur la cuscute des marais (Hunsberger et coll., 2006 et Sandler, 1997) ne portaient que sur l'épaisseur de sable requise pour sa répression. Sachant que l'influence de la profondeur d'enfouissement sur la germination des plantes est spécifique (Allessio Leck et coll., 1989), il serait intéressant de vérifier l'effet de l'application de différentes épaisseurs de sable sur la germination et la survie d'autres espèces de mauvaises herbes. À titre comparatif, une étude a révélé que la majorité des espèces de la flore méditerranéenne ne peuvent germer si elles se situent sous plus d'un centimètre de sol (Traban et coll., 2004). D'un autre côté, une étude réalisée sur quatre espèces de plantes associées aux dunes de sable a révélé que la germination d'une seule espèce était affectée par la profondeur d'ensevelissement, et ce, jusqu'à 12 cm (Maun et Lapierre 1986). Les espèces végétales semblent donc être affectées différemment par différentes profondeurs d'enfouissement. Cette différence de sensibilité peut en partie être expliquée par la grosseur de la semence (Benvenuti et coll., 2001) et le type de milieu dans lequel la semence se situe (Taylorson, 1970).

Il est pertinent de mentionner que le sable, en tant que substrat de culture pour le fond du bassin ou comme amendement de surface, peut être vecteur de semences de plantes nuisibles. Il est connu que tous les sols possèdent une banque de semences qui peut varier considérablement selon leur provenance, leur entreposage (historique écologique) et la profondeur à laquelle ils ont été puisés (Allessio Leck et coll., 1989). Peu de travaux ont été réalisés sur le contenu en semences de mauvaises herbes ou d'organes de propagation végétative dans le sable utilisé dans la production de canneberges. Il semble n'exister qu'une seule publication scientifique portant sur l'apport de mauvaises herbes par l'application de sable dans les cannebergeraies. Les auteurs (Mason et coll, 2006) ont utilisé des échantillons de sable provenant de quatre États américains. L'étude démontre l'importante variation dans la composition et la fréquence des espèces végétales présentes selon les différentes profondeurs de récolte du sable et les différents États. Les échantillons provenant de l'État de Washington ont produit le plus grand nombre de plantules totalisant 718 plants/m². Le Massachusetts, le New Jersey et le Wisconsin suivaient avec respectivement 173, 147 et 41 plants/m². La majorité des espèces retrouvées étaient considérées par les intervenants de chaque État comme des espèces nuisibles pour la production de canneberges. Les échantillons provenant de la surface des amas contenaient

significativement plus de semences viables que ceux provenant de l'intérieur. La grande variabilité des résultats obtenus a amené les auteurs à conclure que les producteurs et les conseillers agricoles devraient évaluer les banques de semences dans les amas de sable avant leur épandage dans les champs de canneberges. Au Québec, les producteurs entreposent généralement leur sable en monticule de façon à permettre son égouttement, ce qui facilite l'épandage durant l'hiver (Ouellet, 2010). Cependant, cette façon de faire pourrait favoriser la contamination à moyen terme par les graines de mauvaises herbes, particulièrement celles transportées par le vent (R. Néron, communication personnelle, 2011).

1.3 Hypothèses de travail

1. L'application de sable procure une maîtrise adéquate de certaines mauvaises herbes dans la production de canneberges biologiques.
2. Les plantes nuisibles ont un impact négatif sur les rendements de canneberges.
3. Le sable prélevé en profondeur des amas est un agent négligeable d'apport de mauvaises herbes.

1.4 Objectifs de la recherche

1. Déterminer si l'application de sable a un effet positif sur la gestion des plantes nuisibles dans le cadre d'une régie biologique ainsi que dans une perspective de développement durable.
2. Identifier les espèces de plantes nuisibles affectées par le sablage.
3. Vérifier si le sable est un facteur à inclure dans la régie globale pour limiter l'introduction de nouvelles plantes nuisibles;
4. Évaluer l'homogénéité de l'application « commerciale » de sable.

2. Méthodologie

2.1 Expérience en serre

2.1.1 Dispositif expérimental

En collaboration avec Marie-Josée Simard d'Agriculture et Agroalimentaire Canada, des essais ont été réalisés afin de vérifier l'importance de la contamination en mauvaises herbes des sables utilisés sur les huit fermes participant à la présente expérience. Le prélèvement des échantillons a été réalisé en tenant compte de la profondeur dans l'amas de sable et de l'orientation face au vent dominant. Pour la profondeur, un premier échantillon a été récolté au sein des 10 premiers centimètres et un second échantillon à une profondeur de 70 cm. La profondeur est ici considérée comme un traitement puisqu'il y a normalement une différence de composition floristique entre les deux (Mason et coll., 2006). Même si l'étude de Mason et coll (2006) n'a pas permis de retrouver majoritairement des espèces ayant une propagation aérienne, la variabilité observée dans cette dernière étude nous encourage à évaluer s'il y a une différence entre le côté exposé au vent dominant (ouest) ou le côté opposé (est) pour les échantillons prélevés en surface. Nous n'avons pris qu'un échantillon par amas à 70 cm de profondeur. Les sables ont été entreposés à 4 °C durant trois mois pour effectuer une stratification des semences potentiellement présentes. Cette opération permet d'augmenter la réponse germinative en provoquant la maturation des semences (Allessio Leck et coll., 1989). Ensuite, le sable a été mélangé dans une proportion de 1/1 avec un terreau pasteurisé. Le tout a été divisé en deux et chaque partie a été étendue dans un plateau et amenée en serre pour procéder au test de germination. Une régie de serre visant à stimuler au maximum les semences présentes a été utilisée (Rouane, 2009). Des cycles de germinations ont été effectués en alternant des conditions optimales et des périodes fraîches. Les plateaux ont ainsi été mis en serres avec une photopériode d'environ 15 hr/jour et une température de 25 °C le jour et de 15 °C la nuit.

Des comptes de densité ont été effectués à trois reprises après des périodes de six à neuf semaines. Après la première lecture, le contenu des plateaux a été mélangé à nouveau pour essayer de stimuler la germination de semences potentiellement présentes. Les plantes nuisibles ont été dénombrées dès le stade cotylédon, les inconnus ont été transférés au besoin dans un autre plateau pour les faire croître.

La variable dépendante mesurée était le nombre de plantules produites par litre de sable échantillonné. Les unités d'échantillonnage (UE) étaient composées de 10 tasses de sable récoltées à une profondeur ainsi qu'à une orientation déterminée sur chacun des huit amas de sable utilisés durant le projet. Ces sous-échantillons ont été mélangés pour produire une UE représentative de la profondeur et de l'orientation. L'effet orientation ne pouvant être possible en profondeur des amas, nous ne sommes en présence que de trois traitements.

2.1.2 Analyse statistique

Le Tableau 1 ci-dessous, présente les différents traitements réalisés en serre. Le Tableau 87 (en annexe) décrit la décomposition des degrés de liberté par la méthode de l'ANOVA. Pour l'analyse statistique, le demi-plateau est interprété comme un échantillon pris au sein d'une UE permettant de raffiner la puissance statistique de l'expérience. Des comparaisons multiples devaient être réalisées sur les données, cependant le grand nombre de 0 (absence de plantules) a empêché de pouvoir respecter les postulats de l'ANOVA; seules des moyennes et des tendances sont présentées dans la section résultats.

Tableau 1 : Description des traitements réalisés pour l'expérience en serre

No	Traitements
1	Orientation est/ en surface
2	Orientation ouest/ en surface
3	En profondeur

2.2 Expérience en champs

2.2.1 Sites expérimentaux

Durant l'année 2010, six sites avec des infestations majoritairement mixtes en termes d'espèces nuisibles, ont été sélectionnés dans la région du Centre-du-Québec pour répondre aux hypothèses 1 et 2. L'analyse des données recueillies durant cette première année a permis de dégager des tendances, c'est-à-dire d'identifier des plantes nuisibles qui semblaient être affectées, et pour certaines, significativement réprimées par l'application de sable. La sélection des sept sites pour la deuxième année (2011) a été réalisée principalement de façon à permettre de préciser l'effet du sablage sur les espèces qui semblaient être sensibles à cette technique. Un site fut choisi pour confirmer l'inefficacité sur certaines cypéracées. Les sites de 2011 ont de plus été sélectionnés avec un souci d'uniformité (homogénéité) dans la distribution des espèces de plantes nuisibles pour permettre l'expression d'une différence entre les traitements. Ainsi, il y eut un total de 13 sites répartis chez 8 producteurs biologiques du Centre-du-Québec. Des treize sites expérimentaux, six ont été choisis pour être présentés dans le cadre de ce rapport final notamment en raison de l'éloquence des résultats obtenus, de leur représentativité ou de l'homogénéité de la répartition de plantes nuisibles. Les résultats d'analyses granulométriques et du % M.O. des sols des sites sont présentés à l'Annexe 5 : La localisation géographique des fermes est illustrée à la Figure 1. Les résultats provenant des autres sites sont présentés aux Annexes 6 à 10.

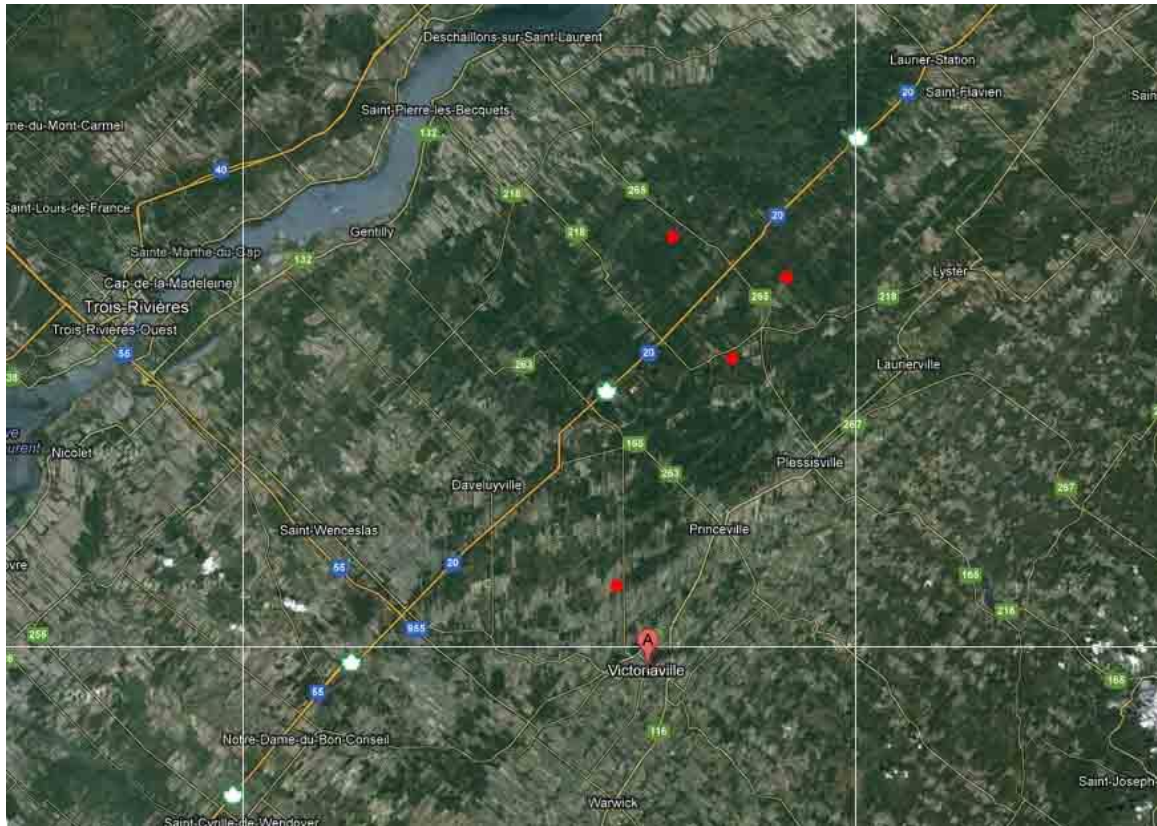


Figure 1 : Localisation géographique des sites expérimentaux

Site A

Le champ du site A fut implanté en 2008 sur un sol minéral. Les plantes nuisibles ont été très présentes durant les premières années d'implantation. Ce site expérimental fut mis en place à l'hiver 2010 et fut suivi durant les étés 2010, 2011 et 2012. Au moment de la sélection du site, une flore diversifiée était présente; soit des joncs (le jonc brévidaudée et le jonc grêle), de l'agrostide scabre, du millepertuis elliptique, de l'épilobe glanduleux (*Epilobium ciliatum* ssp. *glandulosum*) et de la verge d'or à feuilles de graminée. Au début de l'expérience, les parcelles témoins non sablées non désherbées avaient des taux moyens de recouvrement en canneberges de 69 %. Sur ce site les plantes nuisibles ont été fauchées au-dessus du couvert de canneberges à l'été 2010.

Site C

Le champ du site C fut implanté en 2008 sur un sol organique à la surface duquel on a appliqué une couche importante de sable. Ce site expérimental fut mis en place à l'hiver 2010 et fut suivi durant les étés 2010, 2011 et 2012. Au moment de la sélection du site, l'échinochloa pied-de-coq était la plante nuisible dominante, accompagné de digitaires astringentes et de joncs épars. La canneberge a eu de la difficulté à s'implanter dans ce champ en raison d'une nappe phréatique haute et d'une forte pression de plantes nuisibles. Au début de l'expérience, le recouvrement de canneberges était de 22 %, ce qui est très faible. Sur ce site, les plantes nuisibles ont été fauchées au-dessus du couvert de canneberges au début d'août 2010.



Figure 2 : Site C lors de la tonte au mois d'août 2010

Site E

Le champ du site E fut implanté en 2000 sur un site situé à la limite d'une tourbière, dans un sol organique. Ce site expérimental fut mis en place à l'hiver 2010 et fut suivi durant l'été 2010, 2011 et 2012. Au début de l'expérience, le site présentait en moyenne 97 % de recouvrement de canneberges. Le site était peuplé d'une flore typique des champs de canneberges âgés et implantés sur terre noire. On y dénotait la présence de scirpes souchets, de léersies faux-riz, de mulhenbergie feuillée et d'onoclée sensible. Ces trois dernières espèces qui étaient les plus présentes ont aussi la caractéristique d'être des vivaces vigoureuses munies de rhizomes (Figure 3).



Figure 3 : Site E durant le mois de septembre 2010

Site G

Le champ du site G fut implanté en 2010 sur un sol minéral. Ce site expérimental fut mis en place à l'hiver 2011 et fut suivi durant les étés 2011 et 2012. Ce site fut implanté pour confirmer l'inefficacité de la méthode sur les cypéracées. Lors de la sélection du site à l'automne 2010, les principales plantes nuisibles étaient le carex à balais et le scirpe souchet, deux cypéracées vivaces à racines fasciculées. Sur ce site, les plantes nuisibles ont été fauchées au-dessus du couvert de canneberges à l'été 2011.

Site H

Le champ du site H fut implanté en 2007 sur un sol minéral. Ce site expérimental fut mis en place à l'hiver 2011 et fut suivi durant les étés 2011 et 2012. Le producteur n'a pas apporté une épaisseur suffisante de sable au-dessus du sol au moment de la construction du champ; dans les fossés on peut voir que l'épaisseur de sable n'est que d'environ 10 cm (figure ci-dessous). Le site est mal drainé, entraînant la présence de périodes asphyxiantes pour les racines et retardant le développement des plants. Ce type de situation est malheureusement rencontré dans la plupart des fermes avec de fortes problématiques de plantes nuisibles.



Figure 4 : Bordure du champ sur le site H

En 2011, ce site était celui avec le plus haut pourcentage de recouvrement de plantes nuisibles avec une moyenne de 43,7 % pour le témoin non désherbé. Les plantes présentes étaient la digitale sanguine, la digitale astringente, l'échinochloa pied-de-coq, l'agrostide scabre, le millepertuis nain (*Hypericum mutilum*), le jonc grêle, le jonc brévicaudé, le scirpe souchet, le souchet hispide (*Cyperus strigosus*) ainsi que des saules. Lors de sa sélection à l'automne 2010, le site H était dominé principalement par la digitale sanguine et par l'échinochloa pied de coq (Figure 5). Au début de l'expérience, le recouvrement de canneberges était de 14 %, ce qui est extrêmement bas pour un site de quatre ans. Il faut toutefois mentionner que les répétitions étaient disposées spécifiquement dans les zones problématiques du champ afin d'obtenir une densité de digitales sanguines le plus homogène possible.



Figure 5 : Infestation de digitaires sanguines au site H à l'automne 2010

Site I

Le champ du site I fut implanté en 2008 sur un sol sableux. L'implantation de la canneberge fut réussie, mais une importante infestation d'agrostides scabres a été observée lors de la sélection du site en août 2010. C'est d'ailleurs l'intensité et l'homogénéité du recouvrement d'agrostide qui a conduit à la sélection de ce site. Au début de l'expérience, le recouvrement de canneberges était de 81,9 %, ce qui est excellent pour un site de deux ans. Ce site expérimental fut mis en place à l'hiver 2011 et fut suivi durant les étés 2011 et 2012. La figure ci-dessous illustre l'infestation importante d'agrostides scabres qui couvrait une bonne partie des plants de canneberges au mois d'août 2010. Au moment de l'installation du site expérimental, des plants de jonc brévicaudé et de scirpe souchet étaient présents, mais en moindre importance.



Figure 6: Site I au moment de la sélection de l'emplacement en août 2010

2.2.2 Dispositifs expérimentaux pour l'expérience en champs

Un total de six traitements a été effectué en s'inspirant des pratiques culturales recommandées (Sandler et coll., 2010). Ils constituaient une combinaison de traitements de sablage léger (1,9 cm), fort (3,8 cm) et de deux traitements témoins non sablés dont un n'était pas désherbé et le second était désherbé à la main (Tableau 2).

Tableau 2 : Description des traitements

Traitements	Applications	
	1 ^{ère} année	2 ^e année
Non sablé/non désherbé (NSND)	X	X
Non sablé/désherbé (NSD)	X	X
Sablé 1,9 cm / non désherbé (S1,9*1)	X	
Sablé 1,9 cm / non désherbé (S1,9*2)	X	X
Sablé 3,81 cm / non désherbé (S3,8*1)	X	
Sablé 3,81 cm / non désherbé (S3,8*2)	X	X

Pour les sites expérimentaux en implantation, toutes les parcelles ont été tondues avant que la majorité des semences des plantes nuisibles ne soit formée de manière comparable à ce qui est généralement effectué par les producteurs biologiques (dernières semaines de juillet ou début août, à environ 15 cm du sol). Sur les sites, la structure des traitements était en blocs complets aléatoires, avec quatre répétitions. La proximité avec les fossés ainsi que l'alignement longitudinal des drains le long des champs ont été des facteurs pris en compte afin d'affirmer la présence d'un gradient d'humidité dans le sens de la largeur des champs. Ce gradient d'humidité a été isolé de la variation en «bloquant» perpendiculairement, c'est-à-dire, dans le sens de la longueur des champs. Les parcelles ou unités expérimentales (U.E.) étaient des surfaces de champs de canneberges de 1,2 m de largeur par 2,4 m de longueur.

2.2.3 Application des traitements, matériel expérimental et ajustements de la méthodologie pour l'expérience en champs

Le sable fut appliqué et râtelé manuellement sur la glace à l'intérieur de cadres en bois utilisés pour délimiter les parcelles, de façon à en épandre une couche homogène. La quantité de sable appliquée fut mesurée à l'aide de chaudières remplies à un volume marqué : six chaudières pour le traitement de 1,9 cm et 12 chaudières pour le traitement de 3,8 cm

En 2010, les cadres d'une hauteur de 60 cm créait de l'ombrage et provoquait une fonte inégale de la glace. Ce phénomène a entraîné une plus grande hétérogénéité de l'épaisseur de sable sur les bordures des parcelles sablées durant la première année d'expérience. De façon à corriger cette situation en 2011, la hauteur des cadres a été diminuée à 15 cm. En 2011, dans les sites où l'eau provenant de la fonte de la glace au printemps n'a pas été maintenue assez longtemps dans le champ, le sable a parfois formé une couche au-dessus des plants. Dans ces parcelles, l'incorporation du sable dans le couvert des plants de canneberges a été effectuée par un arrosage et en remuant le couvert avec un râteau. Une attention particulière fut portée pour procéder à une incorporation équivalente dans chacun des blocs (répétitions). En 2012 l'incorporation du sable n'a été faite qu'à l'aide du râteau.

Au cours de l'automne de la deuxième année, il a été entrepris l'automne, puisque, l'effet sur les plantes nuisibles et la que l'application durant l'absence de neige devait simplifier. Finalement, pour la majorité des sites, l'humidité de l'automne de sécher suffisamment pour pouvoir être appliqué facilement

préparé. Seul le site A a reçu ses traitements à l'automne durant d'expérimentation. En 2012, le sable a été appliqué sur la glace utilisé lors de l'expérimentation fut le même que celui utilisé leur ferme respective. La granulométrie et la teneur en matière sables utilisés sont présentés à l'

Annexe 4.

2.2.4 Mesures effectuées

Pour vérifier les deux hypothèses de travail pour l'expérience en champs, quatre variables dépendantes ont été mesurées :

1. Le pourcentage de recouvrement de plantes nuisibles (%PN); lorsque le recouvrement de certaines espèces était homogène et important, les données ont été récoltées par espèces et analysées;
2. Le pourcentage de recouvrement de canneberges (%CAN);
3. Le rendement en fruits en kg/ha (RDT);
4. Le nombre et le type de tiges de canneberges.

Les unités d'échantillonnage pour les **variables 1, 2 et 3** étaient deux quadras de 50 cm par 50 cm répartis aléatoirement dans le centre de chaque parcelle. Ainsi les %PN et de %CAN ont été notés à trois reprises (juin, juillet, août) durant l'été 2010 et 2011 et une seule fois en 2012 (août). À noter que le désherbage dans les parcelles avec le traitement NSD était effectué une fois par mois à la suite de la lecture dans les quadras, ce qui explique les pourcentages de recouvrement de plantes nuisibles parfois relativement élevés dans les parcelles désherbées. Les données pour la **variable no 3** (rendement en fruits) sont le résultat de la pesée des fruits présents dans les deux quadras de 50 cm x 50 cm de chaque parcelle. Tous les fruits ont été cueillis avant la récolte commerciale par les producteurs vers la fin septembre. Les rendements sont exprimés pour les fruits vendables pour la transformation, c'est-à-dire sans pourriture, ni présence de dommages importants d'insectes et d'au moins 0,56 cm de diamètre. L'unité d'échantillonnage pour la variable no 4 est le décompte de tiges présentes à l'intérieur de 3 cerceaux de 81 cm² par quadra. Les tiges ont été classifiées selon les catégories suivantes : tige fructifère, tige végétative érigée ou tige végétative rampante (stolon).

2.2.5 Analyses statistiques

Le nombre de traitements comparés a été de six dans les différents sites. La décomposition des degrés de liberté par la méthode de l'ANOVA (analyse de la variance) pour les analyses est décrite à l'Annexe 1. Ainsi, lorsque l'effet global des traitements a été significatif selon l'ANOVA, des comparaisons multiples ont été réalisées pour déterminer quels traitements étaient significativement différents. Des lettres ont été attribuées par le test LSMEANS; les résultats des traitements suivis d'une même lettre ne sont pas significativement différents à un seuil de $P < 0,05$. L'analyse a été réalisée en collaboration avec le service de conseil statistique de l'Université Laval. La procédure mixte avec lectures répétées du logiciel SAS® a été utilisée. Pour certains sites, les données ont dû recevoir une transformation de type racine carrée afin de diminuer l'hétérogénéité de la variance, et parfois, quelques données aberrantes ont été retirées pour la même raison. Les analyses de la variance ont été effectuées sur les données des variables no 1, 2, 3 et 4.

Interprétation des interactions significatives pour les résultats de l'ANOVA

- ❖ **Traitements** = Les traitements ont eu un effet significatif pour la moyenne globale de l'expérience.
- ❖ **Années** = les recouvrements ont variés d'une année à l'autre.
- ❖ **Années*traitements** = l'effet des traitements a été différent au cours des années d'expérimentation.
- ❖ **Dates(années)** = L'effet à chaque temps d'observation a été différent au cours des années d'expérimentation. Étant donné que l'expérience est de type évolutif avec des traitements répétés seulement sur certaines parcelles en deuxième année, il est normal que cette interaction soit souvent significative.
- ❖ **Traitements*dates(années)** = L'effet des traitements a été différent au cours des différentes périodes d'observation. Il serait pertinent de regarder l'effet du traitement à toutes les dates de lecture pour bien le comprendre.

Puisque la première lecture faite sur un site a été effectuée avant le premier désherbage même dans les parcelles témoins désherbées, il est donc normal de voir une majorité de sites avec l'interaction **Traitements*dates(années)** significative. Pour cette raison, cette interaction ne sera généralement pas commentée, les résultats ne seront présentés sur une base de date de lecture seulement que lorsqu'une tendance particulière a été observée. Aussi, la signification des effets reliés aux dates de lectures dans une année (Dates(Années)) ne seront généralement pas commentées non plus, puisqu'il est attendu

que les taux de recouvrement évoluent d'une date de lecture à l'autre. Ainsi, seules les moyennes annuelles et les moyennes globales seront présentées pour la majorité des cas puisqu'elles reflètent correctement les effets observés.

2.3 Évaluation de l'homogénéité de l'application commerciale de sable

À l'hiver 2011 et 2012, nous avons évalué l'homogénéité de l'application commerciale de sable chez 7 producteurs de canneberges utilisant différents types d'épandeurs commerciaux de sable. Chez les producteurs A et B, l'application était faite à l'aide d'un camion à benne modifié, muni d'une cuvette à l'arrière, dans laquelle une vis d'Archimède faisait progresser le sable vers une ouverture réglable. La vis d'Archimède était actionnée par le système hydraulique du camion (voir Figure 7). Chez les producteurs C, D, E et F le système d'application utilisé était similaire à celui du producteur A à l'exception que la vis d'Archimède était actionnée par un système mécanique, relié à l'avancement du camion. Chez les producteurs C et F la cuvette était intégrée à la benne du camion alors que chez les producteurs D et E la cuvette était remorquée à l'arrière du camion. Le producteur G a utilisé un épandeur à fumier européen Tebbe. Dans ce type d'épandeur, le sable est amené à l'arrière par le mouvement d'une chaîne, le sable passe à travers deux batteurs verticaux, puis tombe sur deux assiettes distributrices tournant à grande vitesse (voir Figure 8)



Figure 7 : Machinerie utilisée pour l'application de sable chez le producteur A et vis d'Archimède à l'intérieur de la benne du camion.

Dans un champ par producteur, l'épaisseur de sable appliqué a été mesurée à deux périodes, soit sur la glace, juste après l'application, et une deuxième fois au cours du mois de mai ou juin dans le champ après la fonte de la glace. Dans un deuxième champ chez chaque producteur l'épaisseur de sable appliqué a été mesurée seulement qu'une fois au printemps. À chaque période, nous avons planifié de mesurer l'épaisseur de sable à 50 endroits, soit 10 points sur chacune de 5 transects traversant le champ. Les points sur chaque transect étaient distants de 4 à 5 mètres. L'épaisseur de sable appliqué a été mesurée en prélevant une carotte de glace ou de terre à l'aide d'une sonde servant à échantillonner le sol et en mesurant l'épaisseur de sable à la surface. La localisation des points d'échantillonnage par GPS a été enregistrée, permettant de faire la deuxième lecture, au printemps, approximativement aux mêmes endroits. Dans certains champs, dû à une fonte partielle de la neige, de la glace ou dû à une accumulation d'eau, certains points d'échantillonnage n'ont pu être faits. Un minimum de 37 points d'échantillonnage a été réalisé par champ et par période. Chez le producteur A, dans le site 1, l'épaisseur de sable appliquée sur les bords du champ a été volontairement diminuée puisque les bords du champ ont dû être replantés. Seules les épaisseurs de sable mesurées dans le centre du champ ont été considérées chez ce producteur.



Figure 8 : Épandeur Tebbe utilisé par le producteur G

3 Résultats et discussion

3.1 Expérimentation en serre

Les résultats ont démontré que les sables utilisés par les producteurs participant à notre projet, de la région du Centre-du-Québec, ne sont que très peu contaminés en plantes nuisibles. La majorité des observations ont révélé l'absence de germination. Le trop grand nombre de valeurs nulles (0) dans les données ont empêché que l'on puisse faire une analyse de la variance qui respecte les postulats de l'ANOVA. En effet, moins de 0,65 plantules ont germé par litre de sable pour la moyenne de tous les amas prélevés en cumulant toutes les dates de lecture et toutes les espèces. De plus, la plante qui a germé en plus grande proportion, la spergulaire du Canada (*Spergularia canadensis* var. *Canadensis* = *Tissa canadensis*) est une plante minuscule qui ne risque pas de faire compétition à la canneberge et qui fut pratiquement la seule à germer au cours des deux dernières lectures. En enlevant cette espèce et en ne considérant que la première lecture, la moyenne diminue à 0,167 plantule par litre de sable. Les principales espèces retrouvées à cette lecture étaient le scirpe souchet, l'agrostide scabre, le panic capillaire, le jonc grêle et la gnaphale des vases (*Gnaphalium uliginosum*). La provenance du sable utilisé et le souci des producteurs de ne pas utiliser le sol de surface lors de la fabrication de leurs amas, sont parmi les hypothèses permettant d'expliquer cette faible contamination. En effet, le sable utilisé provient de sous-sol forestier pour la plupart et en retirant le sol de surface, les producteurs éliminent ainsi la partie la plus contaminée en semences viables, (Bonis et Lepart, 1994).

Tableau 3 : Nombre de plantules ayant germé en fonction des traitements

Traitements	Plantules/l			
	Temps 1	Temps 2	Temps 3	Total des trois périodes
En surface / orientation est	0,188	0,188	0,188	0,563
En surface / orientation ouest	0,188	0,313	0,125	0,625
En profondeur	0,125	0,313	0,281	0,719
Moyenne provenance de sable	0,167	0,271	0,198	0,635
Témoin silicate	0,0	0,0	0,0	0,000
Témoin terre pasteurisé	0,250	0,0	0,0	0,250

L'hypothèse 3, quant à l'absence relative de contamination en provenance du sable, s'est avérée. En effet, les essais menés en serre ont démontré que le sable utilisé chez les producteurs de canneberges participant à notre projet s'est révélé très peu contaminé par des plantes nuisibles. Les sables testés ont produit moins de 0,2 plantules de plantes nuisibles (telles les scirpes et la rorripe) par litres de sable et moins de 0,6 plantules par litre de sable en incluant les minuscules plantes de spergulaire du Canada. Ces valeurs sont bien en dessous de celles qui avaient été observées au cours d'études semblables effectuées aux États-Unis où certains chercheurs avaient obtenu des valeurs variant de 41 à 718 plantes par m² de sable (Mason et coll, 2006).

3.2 Expérimentation en champs : résultats

Pour l'expérience en champs, les données et les analyses statistiques seront présentées par sujet ou variable observé pour chacun des sites. L'analyse de la variance (ANOVA) est présentée en premier pour chaque site. L'ANOVA permet de déterminer quelles moyennes peuvent être analysées avec des comparaisons multiples; des lettres apparaissent alors dans les tableaux pour identifier la différenciation. Les variables présentées sont les moyennes pour le pourcentage de recouvrement général ou par espèce de plantes nuisibles (%PN), le recouvrement de canneberges (%CAN), les rendements, la densité de tiges, le pourcentage de tiges florifères et le pourcentage des tiges végétatives qui sont stolonifères.

Pour alléger la lecture, les traitements seront généralement décrits avec des abréviations :

Traitement 1= Non sablé/non désherbé = **NSND**

Traitement 2= Non sablé/désherbé = **NSD**

Traitement 3= Sablé 1,9 cm*1 an/non désherbé = **S1,9*1**

Traitement 4= Sablé 1,9 cm*2 ans/non désherbé = **S1,9*2**

Traitement 5= Sablé 3,8 cm*1 an/non désherbé = **S3,8*1**

Traitement 6= Sablé 3,8 cm*2 ans/non désherbé = **S3,8*1**

Note : Dans la présentation des résultats, s'il n'y a pas de *1 ou *2 à la fin de l'abréviation, c'est que la donnée représente une moyenne des deux traitements qui ont reçu la même quantité de sable. Aussi, il est important de noter que pour la première année d'expérimentation, les deux traitements de 1,9 cm (#3 et 4) sont regroupés sous l'abréviation **S1,9**. De façon similaire, les deux traitements de 3,8 cm, (#5 et 6) sont regroupés sous l'abréviation **S3,8**. Le mot traitement est aussi souvent abrégé par **trt**.

3.2.1 Recouvrement de plantes nuisibles

Site A

Tableau 4 : Résultats de l'ANOVA pour le recouvrement de plantes nuisibles dans le site A

Variables	D.L.	Valeur F	Pr > F
Traitements	5	8,97	0,0001
Années	2	38,41	<,0001
Traitements* Années	10	1,26	0,2688
Dates(Années)	4	53,66	<,0001
Traitements*Dates(Années)	20	2,49	0,0014

Le recouvrement de plantes nuisibles dans le site A a été affecté significativement par les traitements et les années.

Tableau 5 : Recouvrements de plantes nuisibles dans le site A pour 2010, 2011, 2012 et pour l'effet global

Traitements	2010 (%)	2011 (%)	2012 (%)	Global (%)
Non sablé/non désherbé	35,5 A	13,8 AB	28,6 A	26,0 A
Non sablé/ désherbé	11,0 C	5,3 C	4,9 C	7,1 C
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 1 an	36,6 A	16,8 A	20,8 AB	24,7 A
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 2 ans	37,2 A	14,0 AB	22,9 A	24,7 A
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 1 an	20,0 BC	9,7 BC	12,4 BC	14,0 B
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 2 ans	27,8 AB	13,2 AB	22,0 AB	21,0 AB

Les traitements de 1,9 cm de sable ne se sont pas différenciés du témoin non désherbé pour la moyenne de saison et la moyenne globale. Pour les traitements sablés, seul le traitement S3,8*1 s'est différencié en permanence du témoin non désherbé. Un effet semblable aurait pu être attendu pour le traitement S3,8*2, mais il semble qu'il y eut davantage de millepertuis elliptique dans ces parcelles et que cette plante s'est révélée très résiliente face à l'application de sable. Le témoin désherbé a eu un pourcentage de recouvrement de mauvaises herbes inférieur à chaque année et au global. Étant donné la présence importante d'agrostides scabres sur ce site, une analyse séparée a été réalisée pour cette mauvaise herbe.

Site A/Agrostide scabre

Tableau 6 : Résultat de l'ANOVA pour le recouvrement d'agrostide scabre dans le site A

Variables	D.L.	Valeur F	Pr > F
Traitements	5	6.76	0.0002
Années	2	53.46	<.0001
Traitements* Années	10	4.56	<.0001
Dates(Années)	4	38.98	<.0001
Traitements*Dates(Années)	20	2.74	0.0005

Les traitements et les années ont eu des effets significatifs sur le recouvrement et l'interaction traitements * années a également été significatif.

Tableau 7 : Recouvrements d'agrostide scabre dans le site A pour 2010, 2011 2012, la moyenne globale, juillet 2012 et les mois d'août 2010 à 2012

Traitements	Estimé 2010	Estimé 2011	Estimé 2012	Estimé global	Juillet 2010 (%)	Août 2010 (%)	Août 2011 (%)	Août 2012 (%)
Non sablé/non désherbé	19,0 A	2,5 A	1,0 A	7,5 A	29,4 A	11,8 A	4,9 A	1 A
Non sablé/désherbé	5,2 BC	1,1 ABC	0,4 A	2,2 BC	8,5 B	4,5 AB	1,9 AB	0,4 A
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 1 an	15,1 AB	2,9 A	0,1 A	6,0 AB	25,5 AB	9,0 AB	4 A	0,1 A
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 2 ans	18,9 A	1,9 AB	0,9 A	7,2 A	31,9 A	14,5 A	3,3 A	0,9 A
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 1 an	0,7 D	0,4 BC	0,5 A	0,5 C	0,7 C	1,3 B	0,8 BC	0,5 A
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 2 ans	4,6 CD	0,2 C	0,4 A	1,7 C	8,6 BC	4,1 B	0,3 C	0,4 A

Seuls les traitements de 3,8 cm ont permis de faire diminuer le recouvrement d'agrostide durant les deux premières années d'expérience, particulièrement la première année. On peut remarquer la baisse de recouvrement entre juillet 2010 et août 2010, soit après la tonte du couvert de plantes nuisibles. La dernière année, l'agrostide avait pratiquement disparu.

Site C :

Tableau 8 : Résultats de l'ANOVA pour le recouvrement de plantes nuisibles dans le site C

Variables	D.L.	Valeur F	Pr > F
Traitements	5	3,37	0,0215
Années	2	70,85	<,0001
Traitements* Années	10	2,1	0,0353
Dates(Années)	4	20,11	<,0001
Traitements*Dates(Années)	20	3,05	<,0001

Les traitements et les années ont eu des effets significatifs sur la variation de recouvrement de plantes nuisibles dans le site C. L'interaction entre les traitements et les années a également été significatif.

Tableau 9 : Recouvrement de plantes nuisibles dans le site C pour 2010, 2011, 2012 et pour l'effet global

Traitements	2010 (%)	2011 (%)	2012 (%)	Global (%)
Non sablé/non désherbé	41,1 A	22,5 A	33,4 A	32,3 A
Non sablé/ désherbé	20,5 B	3,3 C	24,6 AB	16,2 C
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 1 an	36,8 A	7,3 BC	18,3 AB	20,8 ABC
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 2 ans	29,7 AB	7,3 BC	12,4 B	16,5 C
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 1 an	45,1 A	10,9 AB	33,4 A	29,8 AB
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 2 ans	25,5 AB	4,0 BC	29,3 A	19,6 BC

Pour les traitements sablés, seule la répétition des applications une deuxième année a permis de faire diminuer les recouvrements en plantes nuisibles pour la moyenne globale. En 2011, les deux traitements de 1,9 cm et le S3,8*2 ont permis de faire diminuer le recouvrement de plantes nuisibles. Pour l'année 2012, seul le traitement S1,9*2 a permis d'obtenir un recouvrement moindre de plantes nuisibles comparativement au témoin NSND. Beaucoup de variabilité a été présente dans les résultats du traitement S1,9*1 si l'on se fie à la moyenne globale. Le recouvrement moyen a chuté drastiquement entre 2010 et 2011. Si on observe le témoin désherbé, le mouvement du sol induit par le désherbage a semblé stimuler la germination de la banque de semences. Étant donné la présence importante

d'agrostides scabres sur ce site, une analyse séparée a été réalisée pour cette mauvaise herbe.

Site C / Agrostide scabre

Tableau 10 : résultats de l'ANOVA pour le recouvrement d'agrostide scabre dans le site C

Variables	D.L.	Valeur F	Pr > F
Traitements	5	4.60	0.0061
Années	2	39.96	<.0001
Traitements* Années	10	4.52	<.0001
Dates(Années)	4	7.10	<.0001
Traitements*Dates(Années)	20	1.33	0.1765

Les traitements et les années ont eu des effets significatifs sur le recouvrement d'agrostide scabre. L'interaction entre les traitements et les années a également été significatif.

Tableau 11 : Recouvrement d'agrostide scabre dans le site C pour 2010, 2011 et 2012, la moyenne globale, juillet 2012 et les mois d'août 2010 à 2012

Traitements	2010 (%)	2011 (%)	2012 (%)	Global (%)	Juillet 2010 (%)	Août 2010 (%)	Août 2011 (%)	Août 2012 (%)
Non sablé/non désherbé	18,1 A	11,0 A	10,8 AB	13,3 A	20,4 A	15,8 A	10,5 A	10,8 AB
Non sablé/désherbé	6,3 BC	0,2 CD	12,8 A	6,4 B	5,4 BC	2,1 B	0,0 C	12,8 A
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 1 an	8,8 BC	3,2 B	2,3 C	4,8 B	11,6 ABC	6,0 B	2,3 BC	2,3 C
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 2 ans	11,0 AB	0,7 BCD	0,5 C	4,1 B	16,4 AB	6,6 AB	1,0 BC	0,5 C
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 1 an	5,0 BC	3,0 BC	10,6 AB	6,2 B	7,0 BC	4,5 B	3,0 B	10,6 AB
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 2 ans	3,7 C	0,0 D	4,6 BC	2,8 B	4,3 C	3,3 B	0,0 BC	4,6 BC

Tous les traitements sablés ont fait diminuer significativement le recouvrement d'agrostides scabres pour la moyenne globale, cet effet a été observé à la majorité des dates

d'observation. On peut remarquer la baisse de recouvrement entre juillet 2010 et août 2010 dans les traitements sablés 1,9 cm et que cette faible présence d'agrostide scabre se maintient par la suite.

Site C / Échinochloa pied de coq

L'année 2011 a été retirée de l'analyse puisque les données présentaient trop de 0 pour être analysées statistiquement.

Tableau 12 : Résultats de l'ANOVA pour le recouvrement de l'échinochloa pied de coq dans le site C pour 2010

Variables	D.L.	Valeur F	Pr > F
Traitements	5	4,8	0,0015
Années	1	4,44	0,041
Traitements* Années	5	4,83	0,0014
Dates(Années)	1	1,36	0,2505
Traitements*Dates(Années)	5	0,59	0,7094

Les traitements et les années ont eu des effets significatifs sur le recouvrement de l'échinochloa pied de coq. L'interaction entre les traitements et les années a également été significative.

Tableau 13 : Recouvrement de l'échinochloa pied de coq dans le site C pour 2010

Traitements	2010 (%)
Non sablé/non désherbé	0,2 C
Non sablé/ désherbé	0,6 C
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 1 an	1,8 BC
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 2 ans	1,3 BC
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 1 an	6,3 A
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 2 ans	5,6 AB

Les traitements S3,8 ont eu tendance à maintenir un recouvrement d'échinochloa pied de coq supérieur aux témoins. Étant donné la faible amplitude des recouvrements observés, il est avisé de parler de tendance.

Site C / Digitale astringente

Tableau 14 : Résultats de l'ANOVA pour le recouvrement de digitale astringente dans le site C

Variables	D.L.	Valeur F	Pr > F
Traitements	5	0,78	0,5771
Années	1	4,9	0,032
Traitements* Années	5	1,56	0,1909
Dates(Années)	2	2,96	0,0631
Traitements*Dates(Années)	10	1,27	0,2702

Les traitements n'ont pas eu d'effet significatif sur le recouvrement de la digitale astringente.

Tableau 15 : Recouvrement de digitale astringente dans le site C pour la moyenne globale

Traitements	Global (%)
Non sablé/non désherbé	7,2
Non sablé/ désherbé	6,25
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 1 an	9,1
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 2 ans	3,0
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 1 an	4,5
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 2 ans	6,5

Même si le traitement S1,9*2 a eu un pourcentage de recouvrement inférieur aux autres traitements, cette différence n'était pas significative.

Site E

Tableau 16 : Résultats de l'ANOVA pour le recouvrement de plantes nuisibles dans le site E

Variables	D.L.	Valeur F	Pr > F
Traitements	5	3,17	0,0374
Années	2	21,96	<,0001
Traitements* Années	10	0,5	0,8838
Dates(Années)	4	14,84	<,0001
Traitements*Dates(Années)	20	1,68	0,0445

Les traitements et les années ont eu des effets significatifs sur le recouvrement des plantes nuisibles.

Tableau 17 : Recouvrement de plantes nuisibles dans le site E pour 2010, 2011, 2012 et pour l'effet global

Traitements	2010 (%)	2011 (%)	2012 (%)	Global (%)
Non sablé/non désherbé	4,3	6,3	8,9	6,5 BC
Non sablé/ désherbé	2,7	3,3	5,5	3,8 C
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 1 an	5,3	8,2	9,0	7,5 ABC
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 2 ans	13,0	12,3	14,6	13,3 A
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 1 an	8,1	11,0	13,4	10,8 AB
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 2 ans	4,9	7,4	11,0	7,8 ABC

La majorité des traitements sablés ont eu un recouvrement semblable au témoin NSND. Le traitement de 1,9 cm répété deux fois a quant à lui, eu significativement plus de recouvrement de plantes nuisibles. Fait intéressant, le témoin désherbé ne se différencie pas du témoin non désherbé pour la moyenne globale. Cela est représentatif du défi de désherber des plantes nuisibles vivaces à rhizomes, la balance entre bien désherber et ne pas trop endommager la canneberge est difficile à cerner.

Site G :

Tableau 18 : Résultats de l'ANOVA pour le recouvrement de plantes nuisibles dans le site G

Variables	D.L.	Valeur F	Pr > F
Traitements	5	22,47	<,0001
Années	1	12,52	0,001
Traitements* Années	5	6,04	0,0002
Dates(Années)	3	96,1	<,0001
Traitements*Dates(Années)	15	7,41	<,0001

Les traitements et les années ont eu des effets significatifs sur le recouvrement de plantes nuisibles. L'interaction entre les traitements et les années a également été significative.

Tableau 19 : Recouvrements de plantes nuisibles dans le site G pour 2011, 2012 et pour l'effet global

Traitements	2011 (%)	2012 (%)	Global (%)
Non sablé/non désherbé	10,8 A	12,9 B	11,8 B
Non sablé/ désherbé	4,9 B	1,4 C	3,1 C
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 1 an	13,3 A	16,9 AB	15,1 AB
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 2 ans	14,5 A	21,8 A	18,2 A
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 1 an	11,2 A	18,8 AB	15,0 AB
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 2 ans	15,8 A	22,1 A	18,9 A

Les traitements sablés n'ont pas diminué le recouvrement de plantes nuisibles par rapport au traitement NSND. Dans certains cas, leur recouvrement était supérieur dans les parcelles sablées. Ce constat est le même, que ce soit pour la population générale des mauvaises herbes ou pour les principales espèces constituantes, le scirpe souchet et le carex à balais analysées individuellement (données non présentées).

Site H

Tableau 20 : Résultats de l'ANOVA pour le recouvrement de plantes nuisibles dans le site H

Variables	D.L.	Valeur F	Pr > F
Traitements	5	5,01	0,0008
Années	1	8,36	0,0052
Traitements* Années	5	6,53	<,0001
Dates(Années)	3	127,82	<,0001
Traitements*Dates(Années)	15	4,7	<,0001

Les traitements et les années ont eu des effets significatifs sur le recouvrement de plantes nuisibles. L'interaction entre les traitements et les années a également été significative.

Tableau 21 : Recouvrement de plantes nuisibles dans le site H pour 2011, 2012 et pour l'effet global

Traitements	2011(%)	2012 (%)	Global (%)
Non sablé / non désherbé	48,0 A	52,8 AB	50,4 A
Non sablé / désherbé	28,1 B	37,2 BC	32,7 BC
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 1 an	38,1 AB	53,6 A	45,8 A
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 2 ans	35,9 B	31,5 CD	33,7 C
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 1 an	31,5 B	58,1 A	44,8 AB
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 2 ans	40,3 AB	23,2 D	31,7 C

Pour la première année, peu de différences sont présentes alors que pour la deuxième année et la moyenne globale, les tendances se sont plus clairement définies. La deuxième application de sable pour les deux épaisseurs testées a permis de faire diminuer significativement le recouvrement de plantes nuisibles contrairement aux applications simples qui n'ont pas eu d'effet.

Site H/Agrostide scabre

Tableau 22 : Résultats de l'ANOVA pour le recouvrement d'agrostide scabre dans le site H

Variables	D.L.	Valeur F	Pr > F
Traitements	5	6,06	0,0017
Années	1	12,32	0,0012
Traitements* Années	5	4,32	0,0032
Dates(Années)	3	25,47	<,0001
Traitements*Dates(Années)	15	3,77	<,0001

Les traitements et les années ont eu des effets significatifs sur le recouvrement d'agrostide scabre dans le site H. L'interaction entre les traitements et les années a également été significative.

Tableau 23 : recouvrement d'agrostide scabre dans le site H pour 2011, 2012 et pour la moyenne globale

Traitements	2011 (%)	2012 (%)	Global (%)
Non sablé/non désherbé	8,8 A	11,6 AB	10,2 A
Non sablé/ désherbé	6,2 AB	5,3 BC	5,7 AB
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 1 an	5,9 AB	14,6 A	10,3 A
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 2 ans	2,8 BC	3,2 CD	3,0 BC
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 1 an	1,4 C	13,1 ABC	7,3 BC
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 2 ans	1,3 C	0,6 D	0,9 C

Les traitements S1,9*2, S3,8*1 et S3,8*2 ont permis de faire diminuer significativement le recouvrement d'agrostide scabre durant la majorité du temps de l'expérience.

Site H/Digitaire sanguine

Tableau 24 : Résultat de l'ANOVA pour le recouvrement de digitaire sanguine dans le site H

Variables	D.L.	Valeur F	Pr > F
Traitements	5	4,98	0,0082
Années	1	41,23	<,0001
Traitements* Années	5	3,56	0,0082
Dates(Années)	1	0,74	0,3953
Traitements*Dates(Années)	5	9,31	<,0001

Les traitements et les années ont eu des effets significatifs sur le recouvrement de digitaire sanguine. L'interaction entre les traitements et les années a également été significatif. Pour permettre l'analyse en respectant les postulats de l'ANOVA, les mois de juin ont dû être retirés en raison des recouvrements trop faibles (trop de 0).

Tableau 25 : Recouvrement de digitaire sanguine dans le site H pour 2011, 2012 et la moyenne globale

Traitements	2011 (%)	2012 (%)	Global (%)
Non sablé/non désherbé	25,6 A	2,3 B	13,9 AB
Non sablé/ désherbé	18,7 A	9,8 A	14,2 A
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 1 an	7,9 B	5,3 AB	6,6 BC
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 2 ans	8,7 B	1,5 B	5,1 C
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 1 an	6,8 B	3,8 B	5,3 C
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 2 ans	6,9 B	1,3 B	4,1 C

Tous les traitements sablés ont permis de faire diminuer significativement le recouvrement de digitaire sanguine la première année (2011). Pour la deuxième année et la moyenne globale, le traitement S1,9*1 ne s'est pas différencié du témoin NSND. À noter que le désherbage n'a pas permis de faire diminuer le recouvrement en général et l'a fait augmenter en 2012 comparativement au témoin non désherbé.

Site H/ Échinochloa pied de coq

Tableau 26 : résultat de l'ANOVA pour le recouvrement de l'échinochloa pied de coq dans le site H

Variables	D.L.	Valeur F	Pr > F
Traitements	5	3,01	0,0222
Années	1	98,29	<,0001
Traitements* Années	5	4,15	0,0036
Dates(Années)	2	23,16	<,0001
Traitements*Dates(Années)	10	3,46	0,0013

Les traitements et les années ont eu des effets significatifs sur le recouvrement de l'échinochloa pied de coq. L'interaction entre les traitements et les années a également été significative.

Tableau 27 : Recouvrement de l'échinochloa pied de coq dans le site H pour 2011, 2012 et pour la moyenne globale

Traitements	2011 (%)	2012 (%)	Global (%)
Non sablé/non désherbé	4,6 BC	0,6 AB	2,6 BC
Non sablé/ désherbé	3,7 C	0,4 AB	2,0 C
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 1 an	16,6 A	0,0 B	8,3 AB
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 2 ans	20,3 A	0,1 B	10,2 A
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 1 an	11,7 AB	0,0 B	5,8 ABC
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 2 ans	15,5 AB	1,0 A	8,3 AB

Les traitements sablés avec 1,9 cm ont fait augmenter significativement le recouvrement de l'échinochloa pied de coq l'année de la première application (2011). Les traitements de 3,8 cm ont eu tendance à faire augmenter le recouvrement sans que la différence ne soit significative. Pour 2012, aucun traitement sablé ne se différencie des témoins et d'un point de vue pratique, les pourcentages observés sont négligeables.

Site I

Tableau 28 : Résultats de l'ANOVA pour recouvrement de plantes nuisibles dans le site I

Variables	D.L.	Valeur F	Pr > F
Traitements	5	4,5	0,0102
Années	1	36,66	<,0001
Traitements* Années	5	0,47	0,7998
Dates(Années)	3	80,64	<,0001
Traitements*Dates(Années)	15	7,21	<,0001

Les traitements et les années ont eu des effets significatifs sur le recouvrement de plantes nuisibles.

Tableau 29 : Recouvrement de plantes nuisibles dans le site I pour 2011, 2012 et pour l'effet global

Traitements	2011(%)	2012 (%)	Global (%)
Non sablé/non désherbé	16,0 AB	12,3 A	14,2 A
Non sablé/ désherbé	10,4 B	5,1 B	7,8 B
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 1 an	18,3 A	13,7 A	16,0 A
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 2 ans	20,2 A	15,9 A	18,0 A
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 1 an	20,0 A	12,8 A	16,4 A
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 2 ans	20,5 A	14,3 A	17,4 A

Seul le traitement témoin désherbé s'est différencié du témoin non désherbé. Tous les traitements sablés ont eu des recouvrements de plantes nuisibles semblables au témoin non désherbé.

3.2.2 Recouvrement de canneberges

Site A

Tableau 30 : Résultats de l'ANOVA pour le recouvrement de canneberges dans le site A de 2010 à 2012

Effets fixes	D.L.	Valeur F	Pr > F
Traitements	5	10.00	<.0001
Années	2	47.22	<.0001
Traitements* Années	10	2.42	0.0154
Dates*Années	4	38.34	<.0001
Traitements*Dates(Années)	20	1.10	0.3614

Les traitements et les années ont eu des effets significatifs sur le recouvrement de la canneberge. L'interaction entre les traitements et les années a également été significative.

Tableau 31 : Recouvrements de canneberges dans le site A pour 2010, 2011 et 2012 et pour l'effet global

Traitements	2010 (%)	2011 (%)	2012 (%)	Global (%)
Non sablé/non désherbé	60,1 B	84,8 AB	64,1 C	69,7 B
Non sablé/ désherbé	80,3 A	92,3 A	85,6 A	86,1 A
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 1 an	54,5 B	78,7 B	66,3 C	66,5 B
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 2 ans	55,0 B	82,1 B	68,7 BC	68,6 B
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 1 an	59,0 B	83,6 B	81,3 AB	74,6 B
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 2 ans	53,3 B	58,3 C	60,2 C	57,2 C

Le recouvrement de canneberges des traitements sablés a été comparable au témoin NSND pour la majorité des lectures. Cependant, le traitement S3,8*2 a significativement diminué le recouvrement de canneberges suite au deuxième apport de sable en 2011. Il est intéressant de noter qu'en 2012 le traitement S3,8*1 a eu un aussi bon recouvrement de canneberges que le témoin désherbé, soit deux ans après son application.

Site C :

Tableau 32 : Résultats de l'ANOVA pour le recouvrement de canneberges dans le site C

Variables	D.L.	Valeur F	Pr > F
Traitements	5	3.12	0,039
Années	2	50.52	<,0001
Traitements* Années	10	2.09	0,035
Dates(Années)	4	11.42	<,0001
Traitements*Dates(Années)	20	1.03	0,428

Les traitements et les années ont eu des effets significatifs sur le recouvrement de la canneberge. L'interaction entre les traitements et les années a également été significative.

Tableau 33 : recouvrement de canneberges dans le site C pour l'année 2010, 2011, 2012 et pour l'effet global

Traitements	2010 (%)	2011 (%)	2012 (%)	Global (%)
Non sablé/non désherbé	23,2 AB	51,5 A	49,0 ABC	41,2 AB
Non sablé/ désherbé	14,8 AB	37,2 A	30,6 BC	27,5 BC
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 1 an	21,5 AB	52,0 A	53,8 AB	42,4 AB
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 2 ans	36,1 A	58,1 A	75,6 A	56,6 A
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 1 an	9,1 B	34,4 AB	33,1 BC	25,5 BC
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 2 ans	14,6 B	17,9 B	30,6 C	21,0 C

Sur la moyenne globale, aucune différence significative n'a été observée entre les témoins NSND et NSD. Autrement, seul le traitement S3,8*2 a été significativement différent du traitement NSND, son recouvrement de canneberges était inférieur.

Site E

Tableau 34 : Résultats de l'ANOVA sur le recouvrement de canneberges dans le site E

Variables	D.L.	Valeur F	Pr > F
Traitements	5	3.65	0,020
Années	2	9.24	0,0002
Traitements* Années	10	0.93	0,511
Dates(Années)	4	9.27	<,0001
Traitements*Dates(Années)	20	1.92	0,0163

Les traitements et les années ont eu des effets significatifs sur le recouvrement de la canneberge.

Tableau 35 : Recouvrement de canneberges pour le site E pour l'année 2010, 2011, 2012 et pour l'effet global

Traitements	2010 (%)	2011 (%)	2012 (%)	Global (%)
Non sablé/non désherbé	95,1	92,5	90,5	92,7 AB
Non sablé/ désherbé	96,8	95,7	94,5	95,7 A
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 1 an	93,5	91,4	91,4	92,1 AB
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 2 ans	86,2	87,2	84,8	86,0 C
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 1 an	91,0	87,4	86,6	88,3 BC
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 2 ans	94,3	88,8	87,8	90,3 BC

Peu de différences ont été observées dans les recouvrements de canneberges; seul le traitement de 1,9 cm répété deux fois a eu un effet à la baisse comparé au traitement témoin NSND.

Site G :

Tableau 36 : Résultats de l'ANOVA pour le recouvrement de canneberges dans le site G

Variables	D.L.	Valeur F	Pr > F
Traitements	5	21,57	<,0001
Années	1	6,32	0,015
Traitements* Années	5	4,83	0,001
Dates(Années)	3	48,33	<,0001
Traitements*Dates(Années)	15	6,52	<,0001

Les traitements et les années ont eu des effets significatifs sur le recouvrement de canneberges. L'interaction entre les traitements et les années a également été significative.

Tableau 37 : Recouvrement de canneberges pour le site G pour l'année 2011, 2012 et pour l'effet global

Traitements	2011 (%)	2012 (%)	Global (%)
Non sablé/non désherbé	82,5 AB	80,4 AB	81,5 AB
Non sablé/ désherbé	88,1 A	92,2 A	90,1 A
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 1 an	74,8 B	71,7 BC	73,2 BC
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 2 ans	72,9 B	58,8 D	65,9 CD
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 1 an	55,3 C	61,2 CD	58,3 D
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 2 ans	53,8 C	36,9 E	45,3 E

Les traitements S1,9*2 et S3,8 ont fait diminuer significativement le recouvrement de canneberges. Ce fut particulièrement le cas pour le traitement S3,8*2 qui, au global, a fait diminuer le recouvrement de moitié comparativement au témoin désherbé.

Site H

Tableau 38 : Résultats de l'ANOVA pour le recouvrement de canneberges dans le site H

Variables	D.L.	Valeur F	Pr > F
Traitements	5	0,86	0,5278
Année	1	3,57	0,0679
Année*traitements	5	1,67	0,1690
Date(année)	3	2,87	0,0461
Temps*traitements(année)	15	0,87	0,6041

Ni les traitements ni les années ont eu un effet significatif sur le recouvrement en canneberges dans le site H.

Tableau 39 : Recouvrement de canneberges pour le site H pour l'année 2011, 2012 et pour l'effet global

Traitements	2011 (%)	2012 (%)	Global (%)
Non sablé/non désherbé	14,3	17,1	15,7
Non sablé/ désherbé	19,4	16,7	18,0
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 1 an	20,5	15,1	17,8
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 2 ans	28,7	20,0	24,4
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 1 an	18,0	13,6	15,8
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 2 ans	13,2	8,1	10,6

Le traitement S1,9*2 a eu tendance à stimuler les plants de canneberges, mais aucune différence significative n'a été observée entre les traitements quant au recouvrement de canneberge.

Site I

Tableau 40 : Résultats de l'ANOVA pour le recouvrement de canneberges dans le site I

Variables	D.L.	Valeur F	Pr > F
Traitements	5	3,49	0,0250
Années	1	3,98	0,0530
Traitements* Années	5	9,61	<,0001
Dates(Années)	3	7,9	0,0002
Traitements*Dates(Années)	15	2,02	0,0239

Les traitements ont eu un effet significatif sur le recouvrement de canneberges. L'interaction entre les traitements et les années a également été significative.

Tableau 41 : Recouvrement de canneberges pour le site I pour l'année 2011, 2012 et pour l'effet global

Traitements	2011 (%)	2012 (%)	Global (%)
Non sablé/non désherbé	72,9 A	75,2 A	74,0 A
Non sablé/ désherbé	75,8 A	82,1 A	78,9 A
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 1 an	74,1 A	74,1 A	74,1 A
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 2 ans	72,5 A	70,3 A	71,4 A
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 1 an	64,6 A	67,8 A	66,2 AB
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 2 ans	69,1 A	40,9 B	55,0 B

Seul le traitement S3,8*2 a eu un effet significatif à la baisse sur le recouvrement de canneberges dans le site I pour 2012 et pour la moyenne globale.

3.2.3 Rendements en fruits

Site A

Tableau 42 : Résultats de l'ANOVA pour les rendements dans le site A

Variabes	D.L.	Valeur F	Pr > F
Traitements	5	10,82	0,0001
Années	1	1009,91	<,0001
Traitements* Années	5	9,1	<,0001

Les traitements et les années ont eu des effets significatifs sur le rendement dans le site A. L'interaction entre les traitements et les années a également été significative.

Tableau 43 : Rendements dans le site A pour 2011, 2012 et pour la moyenne globale

Traitements	2011 (kg/ha)	2012 (kg/ha)	Global (kg/ha)
Non sablé/non désherbé	2658,55 B	17695 BC	10177 B
Non sablé/ désherbé	5168,75 A	25521 A	15345 A
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 1 an	1623,75 B	17094 BC	9358,87 B
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 2 ans	1678,35 B	14755 C	8216,67 BC
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 1 an	1595,1 B	21316 AB	11456 B
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 2 ans	1666,25 B	8299 D	4982,63 C

Tous les traitements sablés ont permis d'obtenir des rendements équivalents à ceux du témoin NSND à l'exception du traitement S'3,8*2 qui a provoqué une baisse significative. Le traitement désherbé a permis d'obtenir des rendements plus élevés pour chaque année avec récolte (aucune récolte en 2010 dans tout le champ).

Site C

Tableau 44 : Résultats de l'ANOVA pour les rendements dans le site C

Variabes	D.L.	Valeur F	Pr > F
Traitements	5	3,13	0,0395
Années	1	5,12	0,027
Traitements* Années	5	2,09	0,0777

Les traitements et les années ont eu des effets significatifs sur les rendements dans le site C.

Tableau 45 : Rendements dans le site C pour 2011, 2012 et pour la moyenne globale

Traitements	2011 (kg/ha)	2012 (kg/ha)	Global (kg/ha)
Non sablé/non désherbé	6149,45 A	6386 ABC	6267,73 AB
Non sablé/ désherbé	5493,65 A	3363 BC	4428,33 ABC
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 1 an	4994,75 AB	8268,5 AB	6631,63 AB
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 2 ans	5684,85 A	10347 A	8015,93 A
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 1 an	568,3 BC	4074 BC	2321,15 BC
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 2 ans	411,8 C	3182,5 C	1797,15 C

Les traitements de 3,8 cm de sable ont fait diminuer significativement les rendements comparativement aux traitements témoins durant la première année. Le désherbage n'a pas permis de faire augmenter le rendement. Bien que la différence ne soit pas significative, on peut remarquer que le traitement S1,9*2 a obtenu le rendement le plus élevé.

Site E

Tableau 46 : Résultats de l'ANOVA pour les rendements dans le site E

Variables	D.L.	Valeur F	Pr > F
Traitements	5	13,22	<,0001
Années	2	48,45	<,0001
Traitements* Années	10	4,84	<,0001

Les traitements et les années ont eu des effets significatifs sur les rendements dans le site E. L'interaction entre les traitements et les années a également été significative.

Tableau 47 : Rendements dans le site E pour 2010, 2011, 2012 et pour la moyenne globale

Traitements	2010 (kg/ha)	2011 (kg/ha)	2012 (kg/ha)	Global (%)
Non sablé/non désherbé	16391 A	19547 A	24187 AB	20042 A
Non sablé/ désherbé	16914 A	20122 A	24124 AB	20387 A
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 1 an	17467 A	16016 A	25897 A	19794 A
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 2 ans	14418 A	5392,75 C	19217 C	13010 BC
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 1 an	16139 A	11048 B	19763 BC	15650 B
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 2 ans	16801 A	4468,9 C	15492 C	12254 C

Les traitements n'ont pas eu d'effet sur le rendement la première année. Le désherbage n'a pas permis de faire augmenter le rendement pour l'ensemble de l'expérience au site E. Les traitements de S3,8*2 et S1,9*2 ont fait diminuer les rendements pour la récolte de 2011, 2012 et pour la moyenne globale alors que le traitement S3,8*1 a fait diminuer les rendements pour l'année 2011 et pour la moyenne globale. Les rendements les plus bas ont été observés avec les traitements qui recevaient une application de sable deux années de suite.

Site G

Tableau 48 : Résultats de l'ANOVA pour les rendements dans le site G

Variabes	D.L.	Valeur F	Pr > F
Traitements	5	37,42	<,0001
Années	1	329,6	<,0001
Traitements* Années	5	21,18	<,0001

Les traitements et les années ont eu des effets significatifs sur les rendements dans le site G. L'interaction entre les traitements et les années a également été significative.

Tableau 49 : Rendements dans le site G pour 2011, 2012 et pour la moyenne globale

Traitements	2011 (kg/ha)	2012 (kg/ha)	Global (kg/ha)
Non sablé/non désherbé	6274,8 A	26691 B	16483 B
Non sablé/ désherbé	6030 AB	32961 A	19495 A
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 1 an	4272,9 ABC	18396 C	11334 C
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 2 ans	3766,5 BC	13867 CD	8816,75 CD
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 1 an	2045,35 C	10838 D	6441,43 DE
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 2 ans	2756 C	5742,5 E	4249,25 E

Tous les traitements sablés ont fait diminuer les rendements comparativement au témoin NSND (à l'exception du traitement S1,9*1 pour l'année 2011). Ce fut particulièrement le cas pour les applications de 3,8 cm et pour les traitements avec deux années d'application de sable.

Site I

Tableau 50 : Résultats de l'ANOVA pour les rendements dans le site I

Variabes	D.L.	Valeur F	Pr > F
Traitements	5	12,27	0,0002
Années	1	154,84	<,0001
Traitements* Années	5	12,41	<,0001

Les traitements et les années ont eu des effets significatifs sur la variation des rendements dans le site I. L'interaction entre les traitements et les années a également été significative.

Tableau 51 : Rendements dans le site I pour 2011, 2012 et la moyenne globale

Traitements	2011 (kg/ha)	2012 (kg/ha)	Global (kg/ha)
Non sablé/non désherbé	4862,45 A	22126 A	13494 A
Non sablé/ désherbé	5029,1 A	22089 A	13559 A
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 1 an	5845,75 A	16510 B	11178 AB
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 2 ans	3120,85 A	12581 B	7850,93 BC
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 1 an	2248,3 A	6871,5 C	4559,9 CD
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 2 ans	3152,5 A	4339,5 C	3746 D

Aucune différence n'a été observée entre les traitements durant la première année. Pour la deuxième année d'essai au site I, tous les traitements sablés ont fait diminuer les rendements. Ce fut particulièrement le cas pour les applications de 3,8 cm. Cette tendance s'est répétée pour la moyenne globale avec davantage de diminution pour les traitements avec deux années d'application de sable.

3.2.4 Effets des traitements sur la densité et le type de tiges de canneberges

Site A

Effets des traitements sur la densité de tiges dans le site A

Tableau 52 : Résultats de l'ANOVA pour la densité de tiges au site A

Variables	D.L.	Valeur F	Pr > F
Traitements	5	2.10	0.1215
Années	1	17.36	<.0001
Traitements* Années	5	1.73	0.1406

Les traitements n'ont pas eu d'effet sur la densité de tiges dans le site A seules les années ont eu un effet significatif.

Tableau 53 : Densité de tiges dans le site A pour 2010, 2011 et la moyenne

Traitements	2010 (tige/m ²)	2011 (tige/m ²)	moyenne
Non sablé/non désherbé	2960.29	3710.64	3335.46
Non sablé/ désherbé	3684.94	3623.27	3654.11
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 1 an	2677.62	3119.61	2898.62
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 2 ans	2549.14	3792.87	3171.00
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 1 an	2595.39	3392.00	2993.69
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 2 ans	2579.97	2903.75	2741.86

Le traitement désherbé a obtenu la moyenne de densité la plus élevée et le S3,8*2 la plus basse, mais ces tendances ne sont pas confirmées statistiquement.

Effets des traitements sur le pourcentage de tiges florifères dans le site A

Tableau 54 : Résultats de l'ANOVA pour le pourcentage de tiges florifères dans le site A

Variables	D.L.	Valeur F	Pr > F
Traitements	5	1,08	0,4094

Les traitements n'ont pas eu d'effet significatif sur le pourcentage de tiges florifères dans le site A. À noter que les données de 2010 n'ont pas été incluses dans le modèle statistique étant donné le trop grand nombre de 0.

Tableau 55 : Pourcentage de tiges florifères dans le site A pour 2010 et 2011

Traitements	2010 (%)	2011 (%)
Non sablé/non désherbé	0,0	4,5
Non sablé/ désherbé	0,0	5,4
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 1 an	0,0	4,3
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 2 ans	0,0	2,5
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 1 an	0,0	2,2
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 2 ans	0,0	4,5

Aucune tendance claire n'a été observée pour cette variable dans le site A

Effets des traitements sur le pourcentage des tiges végétatives qui sont stolonifères dans le site A

Tableau 56 : Résultats de l'ANOVA pour le pourcentage des tiges végétatives qui sont stolonifères dans le site A

Variables	D.L.	Valeur F	Pr > F
Traitements	5	1,61	0,2183
Années	1	246,28	<,0001
Traitements* Années	5	1,82	0,1293

Les traitements n'ont pas eu d'effet significatif sur le pourcentage de tiges végétatives qui sont stolonifères dans le site A.

Tableau 57 : Pourcentage des tiges végétatives qui sont stolonifères dans le site A

Traitements	2010 (%)	2011 (%)	Moyenne (%)
Non sablé/non désherbé	45,6	15,4	30,5
Non sablé/ désherbé	41,8	22,4	32,1
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 1 an	47,9	16,4	32,2
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 2 ans	47,5	18,8	33,1
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 1 an	53,1	17,9	35,5
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 2 ans	54,5	30,5	42,5

Site C

Effets des traitements sur la densité de tiges dans le site C

Tableau 58 : Résultats de l'ANOVA pour la densité de tiges dans le site C

Variables	D.L.	Valeur F	Pr > F
Traitements	5	3,61	0,0243
Années	1	122,51	<,0001
Traitements* Années	5	1,28	0,2843

Les traitements et les années ont eu des effets significatifs sur la densité de tiges dans le site C.

Tableau 59 : Densité de tiges dans le site C

Traitements	2010 (tige /m2)	2011 (tige /m2)	Moyenne (%)
Non sablé/non désherbé	884	2302	1593 AB
Non sablé/ désherbé	529	1496	1012 BC
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 1 an	946	2446	1696 AB
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 2 ans	1244	3186	2215 A
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 1 an	385	1624	1005 BC
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 2 ans	447	1218	833 C

Le traitement S1,9*2 a eu tendance à faire augmenter la densité de tiges alors que le traitement S3,8*2 a quant à lui fait diminuer significativement la densité de tiges de canneberges.

Effets des traitements sur le pourcentage de tiges florifères dans le site C

Tableau 60 : Résultats de l'ANOVA pour le pourcentage de tiges florifères dans le site C

Variables	D.L.	Valeur F	Pr > F
Traitements	5	5,07	0,0045

Les traitements ont eu un effet significatif sur pourcentage de tiges florifères dans le site C.

Tableau 61 : Pourcentage de tiges florifères dans le site C

Traitements	2010 (%)	2011 (%)
Non sablé/non désherbé	0,0	11,3 A
Non sablé/ désherbé	0,0	13,5 A
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 1 an	0,0	7,1 AB
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 2 ans	0,0	7,0 AB
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 1 an	0,0	1,6 BC
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 2 ans	0,0	0,9 C

Les traitements de 3,8 cm de sable ont fait diminuer significativement le pourcentage de tiges florifères dans le site C en 2011. Ce fut particulièrement le cas pour le traitement avec deux applications de 3,8 cm.

Effets sur le pourcentage des tiges végétatives qui sont stolonifères dans le site C

Tableau 62 : Résultats de l'ANOVA pour le pourcentage des tiges végétatives qui sont stolonifères dans le site C

Variables	D.L.	Valeur F	Pr > F
Traitements	5	5,04	0,0005
Années	1	6,08	0,0158
Traitements* Années	5	0,45	0,8109

Les traitements et les années ont eu des effets significatifs sur le pourcentage des tiges végétatives qui sont stolonifères dans le site C.

Tableau 63 : Pourcentage des tiges végétatives qui sont stolonifères dans le site C

Traitements	2010 (%)	2011 (%)	Moyenne (%)
Non sablé/non désherbé	36,3	50,1	43,2 C
Non sablé/ désherbé	44,6	59,8	52,2 BC
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 1 an	50,2	53,3	51,8 BC
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 2 ans	50,8	51,1	50,9 C
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 1 an	59,9	73,4	66,6 AB
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 2 ans	66,5	83,3	74,9 A

Les deux traitements avec 3,8 cm ont augmenté significativement le taux de tiges stolonifères par rapport au témoin NSND.

Site E

Effets des traitements sur la densité de tiges dans le site E

Tableau 64 : Résultats de l'ANOVA pour la densité de tiges dans le site E

Variabes	D.L.	Valeur F	Pr > F
Traitements	5	0,41	0,8345
Années	1	11,29	0,0013
Traitements* Années	5	1,36	0,2504

Les traitements n'ont pas eu d'effet sur la densité de tiges dans le site E.

Tableau 65 : Densité de tiges dans le site E

Traitements	2010 (tige /m2)	2011 (tige /m2)	Moyenne (%)
Non sablé/non désherbé	6748	7663	7205
Non sablé/ désherbé	6630	6984	6807
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 1 an	7077	7868	7473
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 2 ans	6733	6897	6815
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 1 an	6959	7637	7298
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 2 ans	6029	8254	7141

Effets des traitements sur le pourcentage de tiges florifères dans le site E

Tableau 66: Résultat de l'ANOVA pour le pourcentage de tiges florifères dans le site E

Variables	D.L.	Valeur F	Pr > F
Traitements	5	7,58	<,0001
Années	1	49,89	<,0001
Traitements* Années	5	7,39	<,0001

Les traitements et les années ont eu des effets significatifs sur le pourcentage de tiges florifère dans le site E. L'interaction entre les traitements et les années a également été significative.

Tableau 67 : Pourcentage de tiges florifères dans le site E

Traitements	2010 (%)	2011 (%)	Moyenne (%)
Non sablé/non désherbé	17,8 A	20,5 A	19,1 A
Non sablé/ désherbé	19,9 A	19,8 A	19,9 A
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 1 an	23,0 A	13,3 B	18,2 A
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 2 ans	22,8 A	7,3 C	15,0 B
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 1 an	20,1 A	8,7 C	14,4 B
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 2 ans	20,2 A	6,6 C	13,4 B

Aucune différence significative n'a été observée en 2010. En 2011, tous les traitements sablés ont fait diminuer la proportion de tiges florifères. C'est particulièrement le cas pour les traitements S1,9*2, S3,8*1 et S3,8*2 qui ont eu des pourcentages moyens de tiges florifères différentes des témoins pour les années 2010 et 2011.

Effets des traitements sur le pourcentage des des tiges végétatives qui sont stolonifères dans le site E

Tableau 68 : Résultats de l'ANOVA pour le pourcentage des tiges végétatives qui sont stolonifères dans le site E

Variables	D.L.	Valeur F	Pr > F
Traitements	5	2,58	0,0398
Années	1	30,9	<,0001
Traitements* Années	5	1,53	0,1999

Les traitements et les années ont eu des effets significatifs le pourcentage de tiges végétatives qui sont stolonifères dans le site E.

Tableau 69 : Pourcentage des tiges végétatives qui sont stolonifères dans le site E

Traitements	2010 (%)	2011 (%)	Moyenne (%)
Non sablé/non désherbé	0,1	0,8	0,4 C
Non sablé/ désherbé	0,4	2,2	1,3 AB
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 1 an	0,3	0,7	0,5 BC
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 2 ans	0,5	1,7	1,1 ABC
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 1 an	1,1	1,9	1,5 A
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 2 ans	0,5	3,7	2,1 A

Les traitements avec 3,8 cm de sable et le témoin désherbé ont fait augmenter le pourcentage de tiges stolonifères par rapport au témoin NSND.

Site G

Effets des traitements sur la densité de tiges dans le site G

Tableau 70 : Résultats de l'ANOVA pour la densité de tiges dans le site G

Variables	D.L.	Valeur F	Pr > F
Traitements	5	13,16	<,0001
Années	1	122,61	<,0001
Traitements* Années	5	1,15	0,3425

Les traitements et les années ont eu des effets significatifs sur la densité de tiges dans le site G.

Tableau 71 : Densité de tiges par dans le site G

Traitements	2010 (tige /m2)	2011 (tige /m2)	Estimé global
Non sablé/non désherbé	3793	5366	4579 AB
Non sablé/désherbé	3865	6357	5111 A
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 1 an	3176	5391	4284 BC
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 2 ans	2965	4934	3950 CD
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 1 an	2559	4733	3646 D
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 2 ans	2431	3474	2953 E

Le traitement non sablé désherbé a obtenu la plus haute densité de tiges sans cependant se différencier du témoin non sablé/non désherbé. Les traitements S1,9*2 et S3,8 ont fait diminuer la densité de tiges, particulièrement le S3,8*2.

Effets des traitements sur le pourcentage de tiges florifères dans le site G

Tableau 72 : Résultats de l'ANOVA pour le pourcentage de tiges florifères dans le site G

Variables	D.L.	Valeur F	Pr > F
Traitements	5	7,95	<,0001
Années	1	86,22	<,0001
Traitements* Années	5	2,75	0,024

Les traitements et les années ont eu des effets significatifs sur le pourcentage de tiges florifères dans le site G. L'interaction entre les traitements et les années a également été significative.

Tableau 73 : Pourcentage de tiges florifères dans le site G

Traitements	2011 (%)	2012 (%)	Global (%)
Non sablé/non désherbé	10,6 A	22,2 A	16,4 A
Non sablé/ désherbé	7,9 AB	20,1 AB	14,0 AB
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 1 an	8,5 AB	14,7 CD	11,6 BC
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 2 ans	8,2 AB	17,0 BC	12,6 B
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 1 an	4,7 B	12,3 DE	8,5 D
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 2 ans	7,5 AB	10,1 E	8,8 CD

Peu de différences sont observées la première année. Pour 2012 et la moyenne des deux années, les traitements de 1,9 cm de sable ont fait diminuer légèrement le pourcentage de tiges florifères. Cet effet à la baisse était plus important pour les traitements avec 3,8 cm de sable.

Effets des traitements sur le pourcentage des tiges végétatives qui sont stolonifères dans le site G

Tableau 74 : Résultats de l'ANOVA pour le pourcentage des tiges végétatives qui sont stolonifères dans le site G

Variables	D.L.	Valeur F	Pr > F
Traitements	5	7,96	0,0005
Années	1	176,73	<,0001
Traitements* Années	5	0,45	0,8129

Les traitements et les années ont eu des effets significatifs sur le pourcentage de tiges végétatives qui sont stolonifères dans le site G.

Tableau 75 : Pourcentage des tiges végétatives qui sont stolonifères dans le site G

Traitements	2011 (%)	2012 (%)	Global (%)
Non sablé/non désherbé	26,8	7,1	16,9 C
Non sablé/ désherbé	31,0	8,6	19,8 BC
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 1 an	24,2	7,4	15,8 C
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 2 ans	29,5	6,8	18,1 C
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 1 an	35,4	11,5	23,4 AB
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 2 ans	37,7	17,6	27,7 A

Les traitements de 3,8 cm ont fait augmenter le pourcentage de tiges stolonifères comparativement au traitement NSND lorsque l'analyse est effectuée sur la moyenne globale.

Site I

Effets des traitements sur la densité de tiges dans le site I

Tableau 76 Résultats de l'ANOVA pour la densité de tiges dans le site I

Variabes	D.L.	Valeur F	Pr > F
Traitements	5	1,11	0,3602
Années	1	24,67	<,0001
Traitements* Années	5	1,26	0,2876

Les traitements n'ont pas eu d'effet sur la densité de tiges dans le site I.

Tableau 77 : Densité de tiges dans le site I

Traitements	Estimé 2011	Estimé 2012	Estimé global
Non sablé/non désherbé	3084	4127	3605
Non sablé/ désherbé	3325	4795	4060
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 1 an	3556	4610	4083
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 2 ans	3459	4785	4122
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 1 an	3109	4451	3780
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 2 ans	3546	3464	3505

Effets des traitements sur le pourcentage de tiges florifères dans le site I

Tableau 78 : Résultats de l'ANOVA pour le pourcentage de tiges florifères dans le site I

Variables	D.L.	Valeur F	Pr > F
Traitements	5	2,14	0,1164
Années	1	43,2	<,0001
Traitements* Années	5	5,83	0,0002

Les traitements n'ont pas eu d'effet sur le pourcentage de tiges florifères.

Tableau 79 : Pourcentage de tiges florifères dans le site I

Traitements	2011 (%)	2012 (%)	Global (%)
Non sablé/non désherbé	7,9 A	17,0 A	12,5
Non sablé/ désherbé	7,6 A	17,5 A	12,5
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 1 an	5,5 A	15,2 A	10,4
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 2 ans	5,0 A	11,8 AB	8,4
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 1 an	4,1 A	6,1 BC	5,1
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 2 ans	6,2 A	3,7 C	4,9

Aucun effet ne s'est avéré pour la première année. Durant la deuxième année, les traitements de 3,8 cm ont eu tendance à faire diminuer le taux de tiges florifères, particulièrement le traitement S3,8*2.

Effets des traitements sur le pourcentage des tiges végétatives qui sont stolonifères dans le site I

Tableau 80: Résultats de l'ANOVA pour le pourcentage des tiges végétatives qui sont stolonifères dans le site I

Variables	D.L.	Valeur F	Pr > F
Traitements	5	0,37	0,8651
Années	1	69,21	<,0001
Traitements* Années	5	2,26	0,066

Les traitements n'ont pas eu d'effet sur le pourcentage des tiges végétatives qui sont stolonifères dans le site I.

Tableau 81 : Pourcentage des tiges végétatives qui sont stolonifères dans le site I

Traitements	2011 (%)	2012 (%)	Global (%)
Non sablé/non désherbé	25,1	8,8	16,9
Non sablé/ désherbé	30,2	7,2	18,7
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 1 an	19,9	9,3	14,6
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 2 ans	20,0	10,4	15,2
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 1 an	27,2	14,3	20,8
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 2 ans	23,4	16,8	20,1

3.3 Expérimentation en champs : discussion

3.3.1 Effet du sable sur les plantes nuisibles

Les résultats de ces trois années d'expérience ne permettent que de partiellement confirmer l'hypothèse 1 : «**L'application de sable procure une maîtrise adéquate de certaines mauvaises herbes dans la production de canneberges biologiques**». Pour cinq (A-B-C-H-L) des treize sites, l'application de sable a permis de réduire significativement le recouvrement de certaines plantes nuisibles lorsque certaines conditions biologiques étaient présentes. Cependant, pour la majorité des cas, soit huit des treize sites, le sable appliqué n'a eu aucun effet ou a parfois stimulé la croissance de certaines plantes nuisibles. Les sites B et L n'ont pu être utilisés que pendant une année ce qui diminuait l'intérêt de les présenter dans le rapport. Les résultats de ces deux sites sont tout de même présentés en annexe (Annexes 6 à 9).

Effet en fonction de la caractérisation des sites et de la flore présente

Les deux principales caractéristiques des sites permettant d'expliquer les différences dans l'effet de l'application du sable sur les plantes nuisibles sont les espèces de plantes nuisibles présentes et le pourcentage de recouvrement de canneberges dans les parcelles témoins, tel qu'observé au mois de juin. L'importance du recouvrement en canneberges fut notée suite aux observations terrains, les mêmes traitements produisaient des résultats différents, voire opposés sur des plantes nuisibles spécifiques en fonction du recouvrement de canneberges. Une analyse statistique a été effectuée afin d'obtenir une ségrégation des sites en fonction de leur recouvrement de canneberges à la lecture de juin, dans les parcelles témoin non désherbées. Il s'agit d'une analyse de classification hiérarchique avec la méthode de Ward et les distances euclidiennes (Tableau 82). Deux groupes de sites ont été formés sur la base de leur pourcentage de recouvrement en canneberge. Dans le groupe 1, on retrouve les sites avec les plus hauts taux de recouvrement de canneberges; pour ces sites, le sablage ne permet pas de répression des plantes nuisibles sauf pour le site A. En effet, le site A est le seul site du groupe 1 dans lequel nous avons observé une diminution significative de recouvrement de plantes nuisibles avec un traitement d'application de sable ($S_{3,8*1}$). Mentionnons que le site A est l'un des deux sites du groupe 1 dans lequel les plantes nuisibles ont été fauchées au-dessus du couvert de canneberges au cours de la première année expérimentale. Dans le groupe 2 se retrouvent les sites avec de plus faibles recouvrements soit B, C, H et L. Pour ces sites, l'application de sable a eu un effet répressif

sur des plantes nuisibles. Ainsi, le sable a procuré une répression significative des plantes nuisibles pour trois des cinq sites présentés dans ce rapport.

Tableau 82 : Regroupement de sites par pourcentage de recouvrement de canneberges (%CAN) au mois de juin de chaque année

Groupe 1		Groupe 2	
Site_Année	%CAN_juin	Site_Année	%CAN_juin
A	68,8	B	4,6
D	81,9	C	22,1
E	96,8	H	14,1
F	92,1	L	12,5
G	85,0		
I	73,8		
J	96,3		
K	66,3		
M	82,5		

En plus d'avoir un faible recouvrement de canneberges (<60 %) la majorité des sites où un impact positif du sablage a été observé avait un fort recouvrement de plantes nuisibles (>40 %). Ces sites partageaient aussi des caractéristiques sur le plan des types de plantes nuisibles présentes. Durant la première année d'expérimentation, leur population était formée d'échinochloa pied de coq, de digitaires et d'agrostide scabre. La digitale sanguine et l'agrostide scabre ont été les plantes qui ont le plus réagi à l'application de sable, celles-ci eurent une réaction très différente face au sablage en fonction des sites. Une répression fut observée dans les sites avec un faible recouvrement de canneberges et un fort recouvrement de plantes nuisibles; un comportement opposé ou nul fut observé dans la majorité des sites ayant plus de 60%CAN au début de l'expérience. Lorsque le pourcentage de recouvrement de canneberges est élevé, les plants de canneberges semblent maintenir les inflorescences et les semences de plantes nuisibles dans la partie supérieure de la canopée, maintenant ainsi les semences à une profondeur adéquate pour leur germination après le sablage, au lieu qu'elles soient ensevelies tel que désiré. De son côté, le pied de coq s'est révélé insensible et souvent même stimulé par l'application de sable. Les semences de l'échinochloa pied de coq qui ont germé dans les sites ont produit des plants qui sont demeurés très petits (<5-10 cm) et l'effet du sable fut suffisamment répressif sur les autres espèces pour que l'effet de répression sur le recouvrement général de plantes nuisibles soit significatif dans ces sites. Notre hypothèse est que la grosseur de la semence de l'échinochloa pied de coq (long. 1.3-2.2 mm et larg. 1-1.8 mm) lui permet d'avoir suffisamment de réserve pour être apte à émerger sous d'importantes couches de sable comparativement à l'agrostide scabre (long. 0,9-1,4 mm, larg. 0,1-0,3 mm) et la digitale

sanguine (R. Néron, communication personnelle, 2011; Michael, 1983; Barkworth, 2007) qui sont plus sensibles à l'ensevelissement. Cette hypothèse s'appuie sur des observations terrains, mais aussi sur plusieurs articles scientifiques qui démontrent que plus une espèce possède une semence volumineuse, plus elle risque d'être apte à émerger d'une plus importante profondeur (Benvenuti et coll., 2001 et Grundy et coll., 2003. Cités dans Traban et coll., 2004). Les espèces comme l'agrostide scabre et la digitale sanguine ont des semences beaucoup plus petites ce qui pourrait expliquer en partie leur sensibilité à l'ensevelissement (Grundy et coll., 2003). De plus, les digitales, particulièrement la digitale sanguine ne germe que lorsque le sol est suffisamment réchauffé, ce qui la défavorise dans un milieu où le pourcentage de recouvrement est plus grand (R. Néron, communication personnelle, 2011).

Dans les sites en implantation à forte densité de mauvaises herbes, la tonte des mauvaises herbes au-dessus des plants de canneberges durant l'été et la récolte ainsi que la destruction de la partie fauchée semblent faciliter le recouvrement du champ par la canneberge (voir champ A et C). Cet effet peut être dû à l'augmentation de la lumière qui atteint la culture, aux dommages occasionnés aux plantes nuisibles et à l'élimination d'une quantité importante de semences de plantes nuisibles. La Figure 10 illustre un échantillon récolté dans les résidus de fauche. On peut y observer des semences de carex, d'échinochloa pied-de-coq, de joncs et d'agrostide scabre. Sur la Figure 10 à droite, on peut observer les semences de plus petites tailles (semences de jonc épars) qui se situaient dans le même échantillon, sous les autres résidus. Les producteurs qui utilisent le sablage dans leur stratégie de lutte aux plantes nuisibles font également la fauche des mauvaises herbes en cours d'été et évaluent que cette action est importante au succès de leurs interventions.

Les deux champs avec des taux de recouvrement en canneberges inférieurs à 25% qui ont été suivis pendant plus d'une année dans ce projet sont les champs C et H. Pour le site C, la grande diversité et la forte pression des plantes nuisibles y rendent l'interprétation complexe. L'importante diminution de recouvrement de plantes nuisibles observé de 2010 à 2011 (voir trt NSND au Tableau 8) peut être expliquée en partie par la tonte des plantes nuisibles au-dessus des plants de canneberges en fin 2010 et par l'évolution naturelle du site où la canneberge s'installe et ferme le couvert. Du côté des traitements sablés, seule la répétition des applications une deuxième année a permis de faire diminuer les recouvrements pour la moyenne globale. En 2011, les deux traitements de 1,9 cm et le S3,8*2 ont permis de faire diminuer le recouvrement de plantes nuisibles. Pour l'année 2012, seul le traitement S1,9*2 a permis d'obtenir un recouvrement moindre de plantes nuisibles comparativement au témoin NSND. Si on observe le témoin désherbé, le mouvement du sol induit par le

désherbage a semblé stimuler la germination de la banque de semences. Quelques plantes, telles la digitale astringente et l'échinochloa pied de coq, n'ont pas été réprimées directement par l'application de sable, mais leur population a diminué avec la maturation et l'amélioration du drainage du champ accueillant le site. L'agrostide scabre a été un peu réprimée en première année avec l'application de sable, mais l'a été davantage durant la deuxième année. Les meilleurs traitements contre l'agrostide scabre durant l'année 2012 au site C étaient les applications de 1,9 cm de sable. Pour la moyenne globale, tous les traitements sablés ont permis de faire diminuer le recouvrement d'agrostide scabre comparativement au témoin NSND.

Le site H, avec 14 % de recouvrement de canneberges à la lecture de juin 2011, a eu une baisse significative de son pourcentage de recouvrement de plantes nuisibles pour les traitements avec des applications répétées de sable (Tableau 20) sans qu'il n'y ait d'effet sur le pourcentage de recouvrement de canneberges (Tableau 39). Les plantes réprimées dans ce site furent la digitale sanguine et l'agrostide scabre. La germination et l'émergence de l'échinochloa pied de coq ont plutôt été stimulées par le sable appliqué (Tableau 27), cependant, étant donné une présence moindre et la petite taille de cette plante dans ce site comparativement aux plantes affectées (agrostide scabre et digitale sanguine), l'effet global du sablage fut une baisse significative du recouvrement de plantes nuisible. L'application de 1,9 cm de sable a aussi permis la répression du millepertuis nain au site H (données non présentées), une annuelle de petite taille et de moindre importance pour la culture.

Plusieurs cannebergeraies n'ont pas le profil type pour bénéficier de l'application de sable dans une optique de répression de plantes nuisibles. Un exemple est le site I qui avait une forte population d'agrostide scabre, une plante potentiellement susceptible d'être contrôlée par le sable, mais aussi un haut pourcentage de recouvrement de canneberges (74 % au mois de juin 2011). La canopée de canneberges a maintenu les inflorescences de l'agrostide scabre dans la partie supérieure du couvert. Les traitements sablés n'ont pas eu d'effet significatif sur le recouvrement de plantes nuisibles et ont eu une légère tendance à stimuler la germination de l'agrostide scabre dans le site I.

L'analyse du comportement des plantes nuisibles dans le site A est un peu ardue. Des différences dans l'efficacité des traitements sablés peuvent en partie être expliquées par des infestations localisées de certaines mauvaises herbes telles que le millepertuis elliptique. Cette mauvaise herbe se trouvait en quantité notable dans les parcelles ayant reçu les traitements S1,9*2 et S3,8*2 et absente des autres. Le millepertuis elliptique a toléré l'ensevelissement occasionné par l'application de 3,8 cm. Un exemple est illustré à la Figure

9 où on aperçoit une tige de canneberge (à gauche) accompagnée d'une tige de millepertuis elliptique (à droite). Dans le site A, seul le traitement S3,8*1 a amené une diminution significative du recouvrement de plantes nuisibles par rapport au témoin NSND (Tableau 5). Les résultats auraient pu être différents si l'infestation en mauvaises herbes avait été plus homogène. Notons que le recouvrement de l'agrostide scabre a diminué significativement dans les traitements S3,8*1 et S3,8*2 (Tableau 6) malgré un recouvrement des plants de canneberges de 68% au début de l'expérience.

Le haut pourcentage de recouvrement de canneberges des sites E et G ainsi que la présence d'une flore de plantes nuisibles vivaces expliquent l'inefficacité des apports de sable sur le contrôle des mauvaises herbes dans ces sites. Des vivaces telles l'onoclée sensible et le millepertuis elliptique de même que des carex et des scirpes sont demeurés insensibles, voire stimulés par l'application de sable. Ces plantes nuisibles ont parfois mieux tolérées l'effet du traitement S 3,8 cm que la culture.



Figure 9 : Tiges de canneberges (gauche) et de millepertuis elliptique (droite) dans une parcelle ayant reçu 3,8 cm de sable

Les jeunes champs représentent les endroits où l'application de sable a le meilleur potentiel de répression de plantes nuisibles. Ces champs contiennent généralement une flore moins robuste, donc plus susceptible d'être affectée par le sablage que celle des champs bien implantés. Les champs plus âgés sont généralement davantage colonisés par des plantes vivaces à rhizomes munies de tiges robustes et d'un système racinaire très puissant (R.

Néron, communication personnelle, 2011). Un autre facteur de sensibilité des plantes nuisibles à l'application de sable est la capacité physiologique de certaines d'entre elles de se régénérer à partir du collet et de créer un nouveau point de croissance (collet) à la surface du sol. Un site que nous avons décidé d'abandonner en 2010 en raison de son hétérogénéité nous a tout de même apporté des informations à cet effet. Nous avons pu y observer des plants de mulhenbergie feuillée qui survivaient aisément au traitement comparativement à l'agrostide scabre qui ne tolère pas bien l'enfouissement de la base de sa talle.

Une stratégie de gestion intéressante à tester dans les champs en implantation pourrait être un désherbage sélectif des espèces vivaces la première année suivi d'une application de sable à l'hiver et d'une ou deux fauches des plantes nuisibles au-dessus des canneberges en s'assurant de récolter la partie fauchée pour ne pas réensemencer le champ. Le recouvrement de plantes nuisibles a diminué dans les parcelles sablées dans les sites où la fauche a également été appliquée (sites A, B, C et L). Comme règle générale, il est proposé que si le couvert de canneberges est trop développé pour permettre le passage d'une faucheuse, le sablage ne devrait pas être utilisé dans l'optique de réprimer les plantes nuisibles. L'épaisseur de sable requise et le nombre d'applications nécessaires pour obtenir un résultat ont varié d'un site à l'autre, c'est pourquoi il faut s'assurer avant tout d'avoir une application qui bénéficie à la vigueur de la canneberge. Les plantes nuisibles qui sont réprimées avec l'application de sable dans les sites à faible recouvrement de canneberges ont tendance à disparaître dans les champs où la canneberge réussit à s'implanter et à fermer sa canopée. Généralement, l'application d'une mince couche (1,9 cm) de sable, stimule l'établissement de la canneberge et peut provoquer une synchronicité de la germination et de l'émergence des plantes nuisibles (Eck, 1990). Dans les champs où la fauche est possible, la synchronicité de l'émergence des plantes nuisibles peut améliorer son efficacité.

De façon générale, les plantes les plus affectées par le sablage furent l'agrostide scabre et la digitale sanguine. Ces dernières sont deux graminées; respectivement une vivace de courte durée et une annuelle. Elles sont retrouvées en grandes quantités dans les jeunes champs de canneberges biologiques. L'application 1,9 cm de sable a aussi permis la répression du millepertuis nain au site H (données non présentées), une annuelle de petite taille. Pour la majorité des autres espèces de plantes nuisibles observées dans ce projet, l'effet de répression directe semble presque nul, mis à part l'effet indirect de stimulation du couvert de

canneberges par l'application de 1,9 cm de sable dans les sites à faibles recouvrements de canneberges.



Figure 10 : Semences de taille moyenne (gauche) et de petite tailles (droite) récoltées durant la fauche d'août 2010 au site C

3.3.2 Transférabilité à la culture de canneberge

Effet des plantes nuisibles sur les rendements:

La deuxième hypothèse de ce projet était : «Les plantes nuisibles ont un impact négatif sur les rendements de canneberges». Les résultats obtenus suite aux trois années d'expérimentation ne permettent de confirmer que partiellement cette hypothèse. Les rendements n'ont été évalués que dans 7 sites expérimentaux. Dans trois de ces sites (E, J et M) le désherbage manuel n'a pas diminué significativement le recouvrement en mauvaises herbes. Il est possible que dans ces sites, le mouvement du sol amené par le désherbage ait favorisé la germination de graines de mauvaises herbes. Dans le site C, bien que le désherbage ait diminué le recouvrement en mauvaises herbes, il a également diminué le recouvrement en canneberges. L'arrachage des mauvaises herbes semble avoir nuit au développement de la canneberge. Dans ce site, aucune différence significative n'a été observée entre les rendements des parcelles témoins désherbées ou non désherbées. Dans le site I et G, le désherbage a diminué le recouvrement en mauvaises herbes mais n'a pas eu d'effet sur le recouvrement en canneberges. Dans le site I le désherbage n'a pas eu d'effet sur le rendement alors que dans le site G, en 2012, le désherbage a permis une augmentation significative de 23% de rendement (Tableau 48). Les recouvrements de plantes nuisibles observés dans les parcelles désherbées du site G étaient 6% moins élevés en 2011 et 12% en 2012 que ceux observés dans les parcelles NSND. Finalement dans le site A, le désherbage a diminué le recouvrement de mauvaises herbes, augmenté le

recouvrement en canneberges et augmenté les rendements. Dans le site A, le désherbage a permis une augmentation de 94 % de rendement en 2011 et de 44% en 2012. Ce site a été désherbé durant trois ans (2010 à 2012) et a été récolté pour la première fois en 2011. De 2010 à 2012, le recouvrement de plantes nuisibles moyen pour la saison a été de 23 %, 9% et 22% moins élevé dans les témoins désherbés en comparaison aux témoins non désherbés, respectivement.

L'effet du désherbage manuel sur le développement des plants de canneberges, qui semble dans certains cas avoir été négatif, vient compliquer l'interprétation des résultats. Nous pouvons tout de même conclure que lorsque la diminution du recouvrement en mauvaises herbes est accompagnée d'une augmentation du recouvrement en canneberges, les rendements ont de fortes chances d'augmenter.

Effet de l'application de sable sur les rendements

Pour le site A, tous les traitements sablés ont permis d'obtenir des rendements équivalents à ceux du témoin NSND à l'exception du traitement S3,8*2 qui a provoqué une baisse significative (Tableau 42). Pour le site C, les traitements de 3,8 cm de sable ont fait diminuer significativement les rendements comparativement aux traitements témoins en 2011 (deuxième année de l'essai). Pour la moyenne des années 2011, 2012, seul le traitement S3,8*2 a amené une diminution de rendement. Bien que la différence ne soit pas significative, on peut remarquer que le traitement S1,9*2 a obtenu le rendement le plus élevé au site C (Tableau 45). Pour le site E, les traitements de 3,8 cm et S1,9*2 ont fait diminuer les rendements pour la récolte de 2011 et pour la moyenne globale. Les rendements les plus bas ont été observés avec les traitements qui recevaient une application de sable deux années de suite (Tableau 47). Pour le site G, tous les traitements sablés ont fait diminuer les rendements. Ce fut particulièrement le cas pour les applications de 3,8 cm et pour les traitements avec deux années d'application de sable (Tableau 49). Pour le site I, il n'y eut aucun effet la première année, mais tous les traitements sablés ont fait diminuer les rendements la deuxième année d'essai. Ce fut particulièrement le cas pour les applications de 3,8 cm. Cette tendance s'est répétée pour la moyenne globale avec davantage de diminution pour tous les traitements avec deux années d'application de sable au site I (Tableau 51).

De façon générale, l'application répétée de 3,8 cm de sable a entraîné la plus grande diminution de rendement, suivie de l'application de 3,8 cm pendant une seule année et de l'application répétée de 1,9 cm. Pour les principaux sites expérimentaux de cet essai, les rendements des parcelles ayant reçu une seule application de 1,9 cm de sable n'ont pas été

statistiquement différents de celles non sablées non désherbées à l'exception du site G où ils étaient légèrement inférieurs. L'effet négatif sur les rendements observé dans ce projet avec des doses élevées de sable a été documenté dans d'autres essais. Davenport et Schiffhauer (2000) qui avaient effectué leur sablage avec barge et Strik et Poole (1995) qui avaient effectué leur sablage à sec avaient obtenu des baisses de rendements significatives avec l'application de 2,5 cm de sable. Ces deux mêmes études n'avaient pas observé de diminution de rendement avec l'application de 1,3 cm et remarquaient même parfois une tendance non significative à la hausse. Les essais de Suhayda et coll. (2009) n'avaient, pour leur part, pas démontré d'effet négatif sur les rendements pour des applications de 1,5 et 3,0 cm de sable, mais en avaient démontré pour des applications de 4,5 cm. Il est à noter que le sable, dans cette expérience, avait été appliqué à la main au printemps, ce qui permet de croire que le sable a pu être plus facilement incorporé au couvert de canneberges que lors d'applications mécanisées.

Une légère tendance à la diminution du poids moyen des fruits a été observée avec les traitements de 3,8 cm ou le traitement de 1,9 cm de sable répété deux fois, mais les variations de rendement ont été principalement reliées à une variation du nombre de fruits par surface (résultats non présentés).

Effet sur la physiologie des plants

L'effet principal du sablage sur la physiologie des plants évalué dans cette étude a été une diminution du pourcentage des tiges florales observées principalement dans les traitements ayant reçu une ou deux applications de 3,8 cm de sable. Cette diminution a été mesurée dans quatre des cinq sites principaux dans lesquels l'effet du sablage sur la physiologie des plants a été évalué. Les applications de 3,8 cm de sable ont également amené une augmentation du pourcentage des tiges végétatives qui sont stolonifères (dans 3 sites sur 5). Ces traitements ont donc favorisé le développement végétatif des plants, réaction physiologique qui a pu être amené par la diminution du pourcentage de recouvrement en canneberges généralement observée dans ces parcelles.

Un effet positif d'une application de 2,5 cm de sable sur la densité de tiges florifères a été observé par Strik et Poole (1995), sans que ce traitement ait d'effet sur les rendements. Dans un deuxième site, l'application de 2,5 cm de sable a fait augmenter la densité de tiges érigées trois ans après une l'application. Dans l'étude de Davenport et Shiffhauer (2000), une application de 2,5 cm de sable a augmenté la densité des tiges végétatives érigées durant l'été suivant l'application et l'a diminuée à la troisième année de l'expérience. Dans un

des deux sites de cet essai, une baisse de tiges fructifères a été observée en troisième année. Dans les deux études citées plus haut, les traitements incluant une application de 1,3 cm de sable ne se sont jamais différenciés du témoin non sablé pour les variables reliées au type de tiges. Ces deux études concluent que l'application de 1,3 cm de sable est préférable à une application de 2,5 cm

Épaisseur de sable appliquée

À la lumière des résultats obtenus dans cette recherche, l'application de 1,9 cm de sable semble être préférable à une application de 3,8 cm. Ce traitement a dans certains des cas démontré une aussi bonne efficacité à réprimer certaines plantes nuisibles tout en présentant moins de risque de dommage pour les plants de canneberges et en nécessitant deux fois moins de sable. La répétition du traitement de 1,9 cm de sable une deuxième année a présenté des effets positifs supplémentaires pour la répression des plantes nuisibles comparativement à une seule application pour les sites C et H. Ce traitement a, par contre, généralement un effet négatif plus important sur les rendements. Il peut donc être recommandé pour des sites avec de forts recouvrements de plantes nuisibles qui ne sont pas en production. Le traitement de 3,8 cm a parfois permis une répression plus marquée de certaines plantes nuisibles, mais a généralement eu un impact négatif sur le recouvrement, le pourcentage de tiges florales et le rendement de la canneberge. Dans les parcelles ayant reçu 3,8 cm de sable, les vignes de canneberges n'ont pas toujours réussi à « réémerger » à la suite de l'ensevelissement sous le sable, et ce, particulièrement lorsque l'application de sable a été réalisée durant deux années consécutives. Dans ces traitements, des brûlures aux jeunes repousses de plants de canneberges ensevelis ont été remarquées. Le soleil réchauffant le sable, a parfois occasionné des brûlures à répétition aux jeunes apex avant qu'ils réussissent à émerger (voir Figure 11).

L'application d'une plus grande épaisseur de sable (supérieure à 2,5 cm) nécessite généralement plus de travail manuel au printemps pour s'assurer d'une distribution homogène du sable et dégager les pousses ensevelies (M. Lemoine, communication personnelle, 2011; S. Bélanger, communication personnelle, 2011). Ce remaniement du sable risque de ramener des semences enfouies à la surface (Mutz et Sciffres 1975; van der Valk 1986; Facelli et Pickett 1991, cités dans Bonis et Lepart, 1994). Il est donc préférable, pour le contrôle des mauvaises herbes, d'appliquer une épaisseur de sable qui ne nécessitera pas d'intervention importante au printemps.



Figure 11 : Dommages aux apex de plants de canneberges causés par la chaleur du sable dans les parcelles ayant reçues le trt S3,8

Selon Strik et Poole (1995) des épaisseurs de plus de 2,5 cm, voire mêmes supérieures à 1,3 cm de sable, ne sont pas conseillées. Ils n'avaient cependant pas d'épaisseurs moyennes testées entre 1,3 et 2,5 cm. De leur côté, Suhayda et coll. (2009) recommandait une épaisseur de 1,5 cm comparativement aux autres épaisseurs testées (3,0 et 4,5 cm). Les parcelles avec le traitement faible avaient présenté de meilleurs rendements et ainsi de meilleurs retours sur investissement. Il est à noter que ces derniers concentraient leur évaluation sur le nombre et le type de tiges par superficie, les rendements et la pénétration de la lumière, mais qu'ils n'avaient pas inclus l'impact sur les plantes nuisibles. Hunsberger et coll. (2006) soulignaient que le contrôle de la cuscute des marais requiert 2,5 cm d'épaisseur de sable, mais que cette épaisseur endommagerait trop la culture pour être recommandable.

Nos résultats démontrent que l'application de sable en quantités faibles à moyennes (environ 1,9 cm) peut dans certains cas, présenter suffisamment d'avantages au niveau de la répression des plantes nuisibles sans endommager la culture, pour en faire la recommandation. Le maintien de l'eau élevée dans les champs sablés quelques semaines au printemps semble être important pour aider au sable à s'incorporer au travers du couvert de canneberges et diminuer le travail d'incorporation du sable.

Sable, drainage et aménagement de champs

Dans la majorité des cas les fortes infestations de mauvaises herbes ont été observées dans des champs humides. Un sol très humide ou à tendance anoxique nuit à la croissance de la canneberge et favorisent certaines plantes nuisibles mieux adaptées (Sandler, 2004). Certaines graminées telles que l'échinochloa pied de coq ont une bonne capacité de développement dans les endroits mal drainés des champs (Rumpho et Kennedy, 1981). Les joncs, les millepertuis, les carex et les scirpes sont aussi des plantes reconnues pour croître dans les milieux humides (Marie-Victorin, 2002). Leur forte présence dans un champ de canneberges est une indication d'un drainage insuffisant. Il est à noter que plusieurs semences de plantes nuisibles ont la capacité de flotter et peuvent se retrouver en grand nombre dans les zones d'accumulation d'eau dans les champs, ce qui ensemence des zones à faible recouvrement de canneberge. L'application de sable dans les zones plus basse d'un champ pourrait être une partie de la solution à ce genre de problématique.

3.4 Évaluation de l'homogénéité de l'application commerciale de sable

Les résultats obtenus dans cet essai ne nous permettent pas d'affirmer qu'une des méthodes d'application testées est supérieure au niveau de l'homogénéité de l'épaisseur de sable appliqué. Les différences d'homogénéité observées chez différents producteurs utilisant la même méthode d'application ou chez le même producteur en différentes années, sont parfois supérieures à celles observées entre les méthodes. Pour évaluer l'homogénéité de l'application de sable obtenue avec différents équipements, nous avons calculé le pourcentage des mesures qui étaient à l'intérieur d'un intervalle de 10%, 20% et 30% de la moyenne dans chacun des champs. En moyenne, près de 80% des mesures d'épaisseurs de sable sur la glace était à l'intérieur d'un intervalle de 30% de la moyenne appliquée peu importe le type d'épandeur utilisé (Tableau 83). Le pourcentage moyen du nombre de mesures de sable sur la glace qui étaient à l'intérieur d'un intervalle de 10% de la moyenne appliquée variait entre 23 et 41% pour les différents types d'épandeur.

La fonte de la glace ne semble pas nuire à l'homogénéité du dépôt de sable, puisque les écarts types des mesures d'épaisseurs de sable prises dans les mêmes champs en mars et au printemps sont généralement similaires (Tableau 83). Une plus grande différence est observée dans le site 1 du producteur A. Celle-ci est probablement reliée au fait que le sable utilisé par ce producteur était sec et n'a pas été compacté avant que la mesure soit prise sur

la glace, suivant son application. La différence importante entre l'épaisseur moyenne de sable mesurée sur la glace (26,8 mm) et au printemps (19,8 mm) tend à confirmer cette hypothèse. Notons qu'au printemps, les mesures d'épaisseur de sable ont été prises après que les producteurs soient intervenus avec des râtaux ou des souffleurs pour répartir les amas de sable qui ont pu se former suite à la fonte de la glace. Ces interventions sont généralement mineures.

Chez certains producteurs, une plus grande homogénéité de l'épaisseur de sable a été observée au printemps. Cette amélioration de l'homogénéité pourrait être reliée à la période de temps pendant laquelle les champs ont été inondés tôt en saison. Tel que mentionné auparavant, le maintien de l'eau au printemps dans les champs sablés semble permettre au sable de s'incorporer au travers du couvert de canneberges et pourrait légèrement améliorer sa distribution. En moyenne, entre 75 et 89% des mesures d'épaisseurs de sable au printemps était à l'intérieur d'un intervalle de 30% de la moyenne appliquée peu importe le type d'épandeur utilisé.

Tableau 83 : Homogénéité de l'épaisseur de sable appliqué commercialement dans 16 champs chez 7 producteurs de canneberges.

Année	Producteur	Type d'épandeur	Site	Évaluation sur la glace (en mars)					Évaluation sur le sol (en mai)				
				Moyenne (mm)	Écart type (mm)	% des données, dans intervalle ± 10% de la moyenne	% des données, dans intervalle ± 20% de la moyenne	% des données, dans intervalle ± 30% de la moyenne	Moyenne (mm)	Écart type (mm)	% des données, dans intervalle ± 10% de la moyenne	% des données, dans intervalle ± 20% de la moyenne	% des données, dans intervalle ± 30% de la moyenne
2011	A	Vis hydr.	1	26,8	7,22	30	65	85	19,8	3,98	45	65	95
2011	A	Vis hydr.	2						20,95	3,75	50	80	95
2012	A	Vis hydr.	3	16,16	5,07	32	43	73	15,78	3,58	46	65	84
2012	A	Vis hydr.	4						15,18	4,7	38	46	78
2012	B	Vis hydr.	1	20,18	5,94	27	55	71	19,55	3,82	47	65	92
2012	B	Vis hydr.	2						19,52	3,81	40	74	88
Moyenne (3 sites : A1, A3, B1)		Vis hydr.		21,05		30	54	76	18,38		46	65	90
Moyenne (6 sites)		Vis hydr.							18,46		44	66	89
2011	C	Vis mécan.	1	15,8	4,72	23	45	77	14,43	4,92	20	45	68
2011	C	Vis mécan.	2						9,77	3,61	30	55	75
2011	D	Vis mécan.	1	18,22	3,21	66	78	88	19,12	3,76	58	84	90
2011	D	Vis mécan.	2						18,26	5,03	46	64	76
2012	E	Vis mécan.	1	16,29	5,62	29	57	80	15,22	5,34	27	51	71
2012	E	Vis mécan.	2						12,94	5,24	26	52	60
2012	F	Vis mécan.	1	14,9	3,37	44	72	84	15,24	3,41	46	64	80
2012	F	Vis mécan.	2						12,66	3,67	56	62	78
Moyenne (4sites, C1, D1, E1, F1)		Vis mécan.		16,3		41	63	82	16,0		38	61	77
Moyenne (8 sites)		Vis mécan.							14,71		39	60	75
2012	G	TeeBee	1	14,0	4,7	23	60	77	12,77	4,08	31	58	81
2012	G	TeeBee	2						12,48	3,35	38	68	76
Moyenne (2sites)		TeeBee							12,63	3,72	35	63	79

4 Biens livrés

- ❖ Rapports d'étape 2010, 2011 et rapport final en mars 2013.
- ❖ Conférence donnée à la journée INPACQ petits fruits, édition 2012 à Drummondville
- ❖ Journée de diffusion scientifique du CETAQ édition 2011
- ❖ Conférence au congrès annuel de l'APCQ, édition 2012 à Victoriaville
- ❖ Conférence donnée à l'assemblée générale annuelle du CETAQ 2013
- ❖ Présentation prévue à venir : NACREW 2013 à Québec

5 Difficultés rencontrées

- ❖ La gestion des cadres de bois pour faire les applications de sable a créé quelques défis sur le terrain. Nous avons dû passer plusieurs fois durant la fonte de la neige au printemps pour aller tailler la glace et permettre aux cadres de descendre droits. Aussi, le modèle de cadre utilisé la première année était trop haut et bloquait le soleil sur un côté. La deuxième année, nous avons réduit la hauteur des côtés des cadres par quatre fois, ce qui a permis de régler le problème d'ombrage.
- ❖ Pour la deuxième année d'expérience, l'eau dans les champs a été enlevée trop rapidement chez plusieurs producteurs. Le maintien de l'eau permet au sable de se placer par lui-même et de descendre au sol par le mouvement de l'eau au travers du couvert de canneberge. Le fait que cette eau ait été retirée plus rapidement nous a obligé à faire un brassage du sable à la surface accompagnée au même moment d'un arrosage pour aider à placer et à faire descendre le sable au sol.
- ❖ L'hétérogénéité de la distribution des espèces de plantes nuisibles dans quelques sites a rendu l'interprétation de certains résultats un peu plus ardue. Ces sites, choisis en première année, étaient un mal nécessaire pour faire un premier triage dans les espèces susceptibles et on tout de même fourni de l'information sur les tendances générales.

6 Conclusions

Deux hypothèses de ce projet de recherche se sont avérées partiellement confirmées et une a été confirmée. L'application de sable a permis de contrôler certaines plantes nuisibles dans les champs à faible recouvrement de canneberges. Ce projet a permis de cibler les plantes sensibles ainsi que le type de site qui permet de mettre en valeur cet outil de répression des mauvaises herbes à faibles impacts environnementaux. La présence de plantes nuisibles a parfois causé des pertes de rendements significatives, mais seulement lorsque leur couverture était de plus de 10 % durant deux ans. Les sables utilisés par les producteurs du Centre-du-Québec se sont révélés très peu contaminés en semences ou en fragments de plantes nuisibles. Les producteurs ont donc une bonne gestion de leurs amas de sable. Les différents épandeurs de sable commerciaux ont tous permis d'obtenir une relativement bonne homogénéité d'application. Dans tous les cas, près de 80% des mesures d'épaisseur de sable réalisées étaient à l'intérieur d'un intervalle de 30% de la moyenne.

Ce projet a démontré que l'application d'une mince couche de sable (1,9 cm), parfois en synergie avec une tonte plantes adventices, peut réprimer adéquatement certaines mauvaises herbes lorsqu'elle est réalisée sur des sites à faible recouvrement de canneberges (<60 %). De façon générale, les plantes les plus affectées par le sablage furent l'agrostide scabre et la digitale sanguine. Ces dernières sont deux graminées; une vivace de courte durée et une annuelle respectivement. Celles-ci sont retrouvées en grandes quantités dans les jeunes champs de canneberges biologiques, mais tendent à disparaître dans les sites bien établis. Il faut donc utiliser le sable comme instrument pour aider certains champs à faible recouvrement de canneberges en stimulant l'établissement des canneberges tout en réprimant les espèces de plantes nuisibles susceptibles au sablage.

Nos essais ont démontré que l'épandage d'une épaisseur 3,8 cm (ou plus) de sable s'est révélée une pratique peu recommandable étant donnée la variabilité dans les résultats agronomiques observés aux champs. Bien qu'un des sites (A) ait bien réagi, la majorité des sites n'ont pas connus d'amélioration avec l'application d'une aussi forte dose de sable. Avec cette épaisseur, le risque de dommages à la culture tel l'écrasement ou l'ensevelissement des plants est alors trop élevé. La répétition d'une deuxième année de sablage à 3,8 cm a eu tendance à amplifier les dommages et à entraîner une diminution du recouvrement par les plants de canneberges et une diminution de rendement. Dans l'optique d'une utilisation commerciale de cette technique, la répression directe ou indirecte des plantes indésirables doit se faire sans endommager la canneberge. On doit rechercher une répression directe des plantes nuisibles par un effet de paillis et/ou un effet indirect par la stimulation de la croissance des plants de canneberges et l'obtention

d'un bon recouvrement des champs. De plus, l'application de sable semble pouvoir faire augmenter la synchronicité de l'émergence des mauvaises herbes au printemps, augmentant l'efficacité d'une fauche de la partie supérieure des mauvaises herbes.

Finalement, même si la majorité des plantes nuisibles ne sont pas directement affectées par l'application de sable, l'application de 1,9 cm demeure recommandable dans les champs avec faibles recouvrements de canneberges et fortes infestations de mauvaises herbes puisque cette pratique réprime significativement un minimum de deux plantes nuisibles importantes. Dans ce même type de sites, une application de 1,9 cm de sable une deuxième année a parfois présenté des effets positifs supplémentaires comparativement à une seule application. La justification agronomique de l'application de sable devrait être étudiée dans une optique de développement durable tenant compte de d'autres aspects liés à la phytoprotection (réduction de la pression de certains insectes et pathogènes) non traités dans cette expérience et de ses effets bénéfiques quant à sa capacité de soutenir la vigueur de la canneberge en stimulant l'enracinement des stolons et dans certains cas en améliorant l'aération et le drainage de surface des champs.

7 Références

- Allessio-Leck, M., Parker, V.T., et Simpson, R.L. 1989.** Ecology of Soil Seed Bank. ACADEMIC PRESS, INC. Ca, USA.
- Barkworth, M.E., Capels, K.M., Long, S., Anderton, L.K. et Piep, M.B. 2007.** *Agrostis scabra* Willd., *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop. FNA. Volume 24. Adresse URL : <http://herbarium.usu.edu/webmanual>. Page visitée le 12 mai 2012.
- Benvenuti, S., Macchia, M. et Miele, S. 2001.** Quantitative analysis of emergence of seedlings from buried weed seeds with increasing soil depth. *Weed Science* 49 : 528–535.
- Binet, M., Laperrière, L., Asselin, R. et Painchaud, J. 1997.** Bulletin technique d'information sur la production écologique de la canneberge. Entente auxiliaire Canada-Québec pour un environnement durable en agriculture. p.45.
- Bonin, S. 2009.** Régie agroenvironnementale de l'irrigation dans la production de canneberges (*Vaccinium macrocarpon* Ait.). Université Laval. Québec.
- Bonis, A., et Lepart, J. 1994.** Vertical structure of seed banks and the impact of depth of burial on recruitment in two temporary marshes. *Vegetatio*. 112 : 127-139.
- Campbell, N.A. et Reece J.B. 2004.** Biologie. Édition du Renouveau Pédagogique. Montréal. Québec.
- Davenport, J.R. et Shiffhauer, D.E. 2000.** Cultivar Influences Cranberry Response to Surface Sanding. *HortScience*. 35(1):53-54.
- Demoranville, I.E. 1984.** Weeds of Massachussetts. Part I. Cooperative Extension Service. University of Massachussetts et USDA County Extension Services cooperating.
- Demoranville, I.E. 1986.** Weeds of Massachussetts. Part II. Cooperative Extension Service. University of Massachussetts et USDA County Extension Services cooperating.
- DeMoranville, C.J. 1989.** Cranberry nutrition and fertility: the need for multi-year experiments. *Acta Horticulturae*. 241:145–150.
- DeMoranville, C.J. et Sandler, H. 2000.** CRANBERRY PRODUCTION A Guide for Massachussetts. Cultural Practices in Cranberry Production : Sanding and Pruning, Sanding, University of Massachussetts, Cranberry Experiments Station. États-Unis.
- DeMoranville C.J., Sandler, H.A. 2010.** Sanding. Site Internet. U. of Mass. Consulté le 28/10/12. URL : http://www.umass.edu/cranberry/pubs/bmp_sanding.html
- Drolet, I. et Lavallée, S. 2007.** Expérimentation de l'utilisation du vinaigre pour lutter contre les mauvaises herbes dans la production biologique de la canneberge. CETAQ en collaboration avec Agrinova. Québec.

- Eck, P. 1990.** The American Cranberry. Rutgers University Press. É.-U.
- Google. 2011.** Système de cartographie sur Internet. Consulté le 12 décembre 2011.
URL : <http://maps.google.ca/?ie=UTF8&hl=fr>
- Grundy, A.C., Mead, A. et Burston, S. 2003.** Modelling the emergence response of weed seeds to burial depth: interactions with seed density, weight and shape. *Journal of Applied Ecology* 40 : 757–770.
- Harvey, M.J. 1983.** *Agrostis*, Barkworth et al. (eds.), *Flora of North America*, vol. 25, consulté à l'adresse URL : <http://herbarium.usu.edu/webmanual>, le 11 novembre 2012.
- Hicks, J.L., Hall, I.V. et Forsyth F.R. 1968.** Growth of cranberry plants in pure stands and in weedy areas under Nova Scotian conditions. *Hort Res.* 8:104–112.
- Hunsberger L.K., C.J. DeMoranville, W.R. Autio et H.A Sandler. 2006.** Uniformity of Sand Deposition on Cranberry Farms and Implication for Swamp Dodder Control. *Hort Technology.* 16(3) : 488-492.
- Kosola, K.R., Workmaster, B.A.A. et Spada, P.A. 2007.** Inoculation of cranberry (*Vaccinium macrocarpon*) with the ericoid mycorrhizal fungus *Rhizoscyphus ericae* increases nitrate influx. *New Phytologist.* 176 : 184–196.
- Lampinen, B.D, C.J. DeMoranville. 2003.** Effect of Irrigation and Sand Application on Cranberry Growth and Yield. *HortScience.* 38(3):493
- Le Duc, I., Roy, M., Deland J.-P. 2010.** Étude de l'impact de la cécidomyie des atocas et du sablage hivernal sur les plants et les rendements dans la culture de la canneberge biologique. CETAQ. Québec.
- Marchand, S. 2010.** Conférence présentée au Atlantic Cranberry Management Conference
URL : <http://www.atlanticcranberry.ca/Presentations/MARCHAND%20Fertilization%20Principle%20in%20Quebec.pdf>. Consulté le 12 octobre 2012.
- Marie-Victorin et coll. 2002.** Flore Laurentienne, 3e édition, Gaëtan Morin éditeur. Montréal, Québec.
- Mason, J., Sandler, H.A., Hunsberger, L.K. 2006.** Evaluation of Sand Stockpiles as Potential Sources of Cranberry Weeds. *Weed Technology.* 20(1) : 58-66.
- Maun, M. A. et J. Lapierre. 1986.** Effects of Burial by Sand on Seed Germination of for Dune Species. *Am.J. Bot.* 73(3):450-455.
- Michael, P.W. 1983.** *Echinochloa*, modifié par Barkworth à partir de Barkworth et al. (eds.), *Flora of North America* vol. 25, consulté à l'adresse URL : <http://herbarium.usu.edu/webmanual>, le 11 novembre 2012.

- Oudemans, P., Caruso, F., Stretch, A. 1998.** Cranberry fruit rot in the Northeast- a complex disease. *Plant Disease*. 82 (11) : 1176–84.
- Parent, L.-É. et Gagné, G. 2010.** Guide de référence en fertilisation. 2e édition. Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec. Québec.
- Patten K.M. et J. Wang. 1994.** Cranberry Yield and Fruit Quality Reduction Caused by Weed Competition. *HortScience*. 29(10):1127-1130.
- Polashock, J.J., Oudemans P.V., Harris J. P., Zhao, S. et Zhang, N. 2011.** Isolation and identification of mycorrhizae in cultivated cranberry. *NACREW 2011. Wisconsin Dells. É-U.*
- Roper, T.R. 1994.** Sanding: Our Current Understanding. Dept. of Horticulture. University of Wisconsin-Madison. É.-U.
- Roper, T.R., Klueh, J. et Hagidimitriou, M. 1995.** Shading Timing and Intensity Influences Fruits Set and Yield in Cranberry. *Hort. Science*. 30(3):525–527.
- Roper, T.R. et Vorsa. N. 1997.** Cranberry: Botany and horticulture. *Hort. Rev.* 21:215- 249.
- Roper, T. R., K. D. Patten, C. J. DeMoranville, J. R. Davenport, B. C. Strik, and A. P. Poole. 1993.** Fruiting of cranberry uprights reduces fruiting the following year. *HortScience* 28:228.
- Rouane, S. 2009.** Doses minimales biologiquement efficaces pour le désherbage dans la rotation de maïs-soya tolérants au glyphosate et au glufosinate. Université Laval. Québec.
- Rumpho, M.E. et Kennedy, R.A. 1981.** Anaerobic Metabolism in Germinating Seeds of *Echinochloa crus-galli* (Barnyard Grass). *PlantPhysiol*. 68:165-168.
- Sandler, H.A., Burton, E.N. et William, P.V. 2008.** Challenges in Integrated Pest Management for Massachusetts Cranberry Production- A Historical Perspective to Inform the Future. *Crop Protection Research Advances*. Nova Science Publisher. É-U.
- Sandler, H. A., C.J. DeMoranville et W. R. Autio. 2004.** Economic comparison of Initial Vine Density, Nitrogen Rate, and Weed Management Strategy in Commercial Cranberry. *Hort Technology*. 14(2) : 267-273.
- Sandler, H.A., Else, M.J. et Sutherland, M. 1997.** Application of Sand for Inhibition of Swamp Dodder (*Cuscuta gronovii*) Seedling Emergence and Survival on Cranberry (*Vaccinium macrocarpon*) Bogs. *Weed Technology*. 11(2) : 318-323.
- Sandler, H.A., Alpert, P., Shumaker D. 2007.** Invasion of natural and agricultural cranberry bogs by introduced and native plants. *Plant Ecol*. 190:219–231

Stiles C.M. et P. V. Oudemans, P.V. 1998. Distribution of Cranberry Fruit-Rotting Fungi in New Jersey and Evidence for Nonspecific Host Resistance. Rutgers University, Blueberry and Cranberry Research and Extension Center. NJ. É-U.

Strik B.C. et A.P. Poole. 1995. Does Sand Application to Soil Surface Benefit Cranberry production?. Hortscience. 30(1) : 47-49.

Suhayda, B., C. DeMoranville, H.A. Sandler, A.Wesley et J. Vanden Heuvel. 2009. Sanding and Pruning differentially Impact Cranberry Yield and Canopy Characteristics. Hort Technology. 19(1):796-802.

Swanton, C.J., Harker, K. N. et Anderson, R. L. 1993. Crop Losses Due to Weeds in Canada. Weed Technology. 7(2) : 537-542.

Traban, J., Azcárate F. M. et B. Peco. 2004. From what depth do seeds emerge? A soil seed bank experiment with Mediterranean grassland species. Seed Science Research. 14 : 297–303.

Tremblay F. 2011. Adaptation de l'aménagement et de l'implantation de cannebergières biologiques sur sable sous les conditions du Saguenay–Lac-Saint-Jean et du Centre-du-Québec. Agrinova. Québec.

Zika, P. F. 2003. Notes on the Provenance of Some Eastern Wetland Species Disjunct in Western North America. Journal of the Torrey Botanical Society, 130 (1) : 43-46

8 Annexes

Annexe 1 : Précisions statistiques

Tableau 84 : Décomposition des degrés de liberté pour les sites suivis durant un an

Facteurs (effets fixes)	D.L.	Totaux
Blocs	3	
Traitements	3	
Erreur 1	9	Total 1 :15
Dates	2	
Dates*Traitements	6	
Erreur 2	48	Total 2 : 71
Quadrats	1	
Erreur 3	71	Total 3 : 143

Tableau 85 : Décomposition des degrés de liberté pour les sites suivis durant 2 ans

Facteurs (effets fixes)	D.L.	Totaux
Blocs	3	
Traitements	5	
Erreur 1	15	Total 1 : 23
Années	1	
Années *TRT	5	
Erreur 2	18	Total 2 = 47
Dates	2	
Dates*TRT	10	
Dates*années	2	
Dates*année*TRT	10	
Erreur 3	72	Total 3 : 143
Quadrats	1	
Erreur 4	143	Total 4 : 287

Annexe 1 : précisions statistiques (suite)

Tableau 86 : Exemple de répartition aléatoire des parcelles dans chacun des blocs au champ (Site A)

Bloc 1	Bloc 2	Bloc 3	Bloc 4
Trt.1	Trt. 6	Trt. 3	Trt. 6
Trt. 4	Trt. 5	Trt. 6	Trt. 3
Trt. 2	Trt. 2	Trt. 4	Trt. 5
Trt. 5	Trt. 4	Trt. 1	Trt. 2
Trt. 6	Trt. 3	Trt. 2	Trt. 1
Trt. 3	Trt. 1	Trt. 5	Trt. 4

Tableau 87 : Décomposition des degrés de liberté pour l'expérience en serre

Sources de variation	Degrés de liberté
Amas de sable (rep)	7
Traitements (emplacement)	2
Erreur expérimentale	14
Erreur échantillonnage	24
Total	47

Annexe 2 : Table de fertilisation pour la canneberge (Parent et Gagné, 2010)

LES GRILLES DE RÉFÉRENCE

CANNEBERGE - 2005

pH adéquat : 4,0-5,0

AZOTE (N)	
Temps et mode d'apport	Recommandation ¹ (kg N/ha)
Dose répartie en 4 applications (au début floraison, à 50 % floraison, à 50 % nouaison, au grossissement du fruit)	20-65 ²

PHOSPHORE (P)		
Analyse ISP ₂ ³ (%)	Recommandation selon le P foliaire visé (kg P ₂ O ₅ /ha)	
	0,10 % ⁴	0,11 % ⁴
0-3,5	40	80
3,6-7,0	20	65
7,1-14,0 ⁵	0	0
14,1 et +	0	0

POTASSIUM (K)	
Analyse (kg K ₂ O/ha)	Recommandation ⁶ (kg K ₂ O/ha)
0-115	65-110
116-230	0-65
231 et +	0

1 Les concentrations foliaires visées en azote entre le 15 août et le 15 septembre varient de 0,90 à 1,10 %.

2 Dose annuelle totale.

3 $ISP_2 = [(P_{M-3} \text{ (mg/kg)} / 31) / ((Al_{M-3} \text{ (mg/kg)} / 27) + (Fe_{M-3} \text{ (mg/kg)} / 56))] \times 100$.

4 Résultats expérimentaux obtenus dans le Centre-du-Québec pour la variété « Stevens » sur des sols du groupe de texture G3. Le niveau de 0,10 % est généralement satisfaisant au Québec bien que des états américains recommandent d'atteindre 0,11 %.

5 Dans certains cas, les plants dans cette classe peuvent bénéficier d'une application allant jusqu'à 30 kg P₂O₅/ha. Vérifier la présence d'un horizon génétique induré près de la surface ou d'une abondance de concrétions ferrugineuses dans la couche arable. Les concrétions devraient être analysées séparément du sol et leur abondance annotée. Une extraction à l'oxalate acide d'ammonium peut être nécessaire pour établir si le pouvoir fixateur du sol envers les phosphates est plus élevé que la normale en raison d'une plus haute concentration en fer actif.

6 Les concentrations foliaires visées en potassium entre le 15 août et le 15 septembre varient de 0,40 à 0,75 %.

Annexe 3 : Échéancier de réalisation du projet

Tableau 88 : Échéancier de réalisation du projet

Étapes de réalisation			
No	Pédagogiques (M. Sc.)	Expérimentales	Déroulement
1.	Inscription à la maîtrise en biologie végétale; Dispositifs expérimentaux (BVG-7002) et Activité de recherche - mémoire 1(BVG-6801)	Premier sablage	Hiver 2010
2.	Activité de recherche - mémoire 2 (BVG-6802) Principes de luttes intégrés (BIO-3900)	Premier été terrain; lectures de densité et recouvrement des plantes nuisibles	Été 2010
3.	Réaction de défense des plantes (BVG-7044), Projet de recherche de maîtrise (BVG-6002), Activité de recherche - mémoire 3 (BVG-6803)	Première récolte de fruits et ratio de tiges; sélection, installation et sablage deuxième série de sites; Stratification des échantillons de sable	Automne 2010
4.	Rédaction scientifique (BVG-7041), Activité de recherche - mémoire 4 (BVG-6804), Sujets spéciaux (BVG-7043)	Germination en serre des échantillons de sable	Hiver 2011
5.	Activité de recherche - mémoire 2 (BVG-6802)	Deuxième été terrain; lecture du recouvrement des plantes nuisibles	Été 2011
6.	Rédaction du mémoire Séminaire de fin d'études (BVG-7041)	Deuxième récolte de fruits et ratio de tiges	Automne 2011
7.	Dépôt initial du mémoire	Germination en serre des échantillons de sable	Hiver 2012
8.	Correction du mémoire	Troisième été terrain; lecture du recouvrement des plantes nuisibles	Été 2012
9.	-	Troisième récolte de fruits et ratio de tiges; Compilation des données	Automne 2012
10.	Dépôt final du mémoire Graduation	Rédaction du rapport final	Hiver 2013

Annexe 4 : Granulométrie et pourcentage de matières organiques (%M.O.) des sables utilisés

Tableau 89 : Granulométrie et %M.O. des sables utilisés

Sites	%M.O.	% Argile	% limon	% Sable	Texture	pH (eau)
A	0,5	2,2	2	95,8	Sable	5,4
C	0,3	2,2	2	95,8	Sable	4,7
E	0,3	3,3	2	94,7	Sable	6,1
H	0,2	3,3	2	94,7	Sable	5,8
I	0,5	3,3	2	94,7	Sable	5,8

Annexe 5 : Granulométrie et pourcentage de matières organiques (%M.O.) des sols des sites expérimentaux

Tableau 90 : Granulométrie et %M.O. des sols des sites expérimentaux

Sites	%M.O.	% Argile	% limon	% Sable	Texture	pH (eau)
A	0,8	6,6	4	89,5	Sable	4,6
C	0,6	7,3	2	90,8	Sable	4,2
E	24,6	nd	nd	nd	Terre noire	5,1
H	0,2	2,6	2	95,4	Sable	5,1
I	0,5	7,6	9	83,4	Sable loameux	5,6

Annexe 6 : Description des sites non présentés dans le rapport :

Site B

Le champ du site B fut implanté en 2008 sur un sol minéral. Ce site expérimental fut mis en place à l'hiver 2010 et fut suivi durant l'été 2010. Au moment de la sélection du site, les plantes nuisibles présentes étaient principalement l'agrostide scabre, l'agrostide blanche et le jonc épars. Lors de la sélection de ce site à l'automne 2009, l'attention était davantage fixée sur la population d'adventices que sur l'abondance de canneberges. Au printemps suivant, il n'y avait toujours que peu de canneberges à cet emplacement et principalement des plantes nuisibles. Ce site n'a été observé qu'une année et n'a servi qu'à l'observation de tendances pour la sélection de plantes nuisibles sensibles (agrostide scabre) pour les sites à implanter en 2011.

Site D :

Le champ du site D fut implanté en 1998 sur un sol organique à la surface duquel on a appliqué une couche importante de sable. Au moment de la sélection du site à l'automne 2009, les plantes nuisibles présentes étaient le millepertuis elliptique, la vesce jargeau et; l'onoclée sensible. Ce site expérimental fut mis en place à l'hiver 2010 et fut suivi durant l'été 2010. Nous avons dû l'abandonner après la première année expérimentale puisque le producteur a décidé de procéder à la rénovation du champ étant donné l'importante infestation d'onoclée sensible.

Site F

Le champ du site F fut implanté en 1998 sur un sol organique à la surface duquel on a appliqué une couche importante de sable. Au moment de la sélection du site à l'automne 2009, les principales plantes nuisibles étaient l'onoclée sensible et le roseau commun (*Phragmites communis*). Le roseau commun avait été fauché au moment de la sélection du site et semblait être en faible présence et répartie également. Ce site expérimental fut mis en place à l'hiver 2010 et fut suivi durant l'été 2010. Lors des lectures à l'été 2010, l'infestation de roseau commun s'est révélée plus importante que préalablement estimée et répartie de manière plus hétérogène. Ce site a été écarté pour ces raisons pour les années suivantes.

Site J

Le champ du site J fut implanté en 2008 sur un sol minéral à très forte capacité de drainage. Ce site expérimental fut mis en place à l'hiver 2011 et fut suivi durant les étés 2011 et 2012. Au moment de la sélection du site en août 2010, la principale plante nuisible sur le site était l'érechtite à feuilles d'épervière (*Erechtites hieracifolia*) soit une plante annuelle.

Site K

Le champ du site K fut implanté en 2009 sur un sol minéral. Ce site expérimental fut mis en place à l'hiver 2011 et fut suivi durant l'été 2011. Au moment de la sélection du site en septembre 2010, la seule plante nuisible présente sur le site était la digitale sanguine. Suite aux observations de l'été 2011, le site fut mis de côté puisqu'une certaine quantité de sable était amenée par érosion éolienne sur le site expérimentale. Ce sable venait modifier les traitements appliqués.

Site L

Le champ du site L fut implanté en 2009 sur un sol minéral présentant des lacunes de drainage. Ce site expérimental fut implanté à l'hiver 2011 et fut suivi durant l'été 2011. Au moment de la sélection du site en septembre 2010, les plantes nuisibles présentes étaient le scirpe souchet, le carex blanchâtre, le carex à balais, le carex de Crawford, l'épilobe glanduleux, le bouleau à feuille de peuplier (*Betula populifolia*), le saule discolore (*Salix discolor*), le peuplier faux-tremble (*Populus tremuloides*) et la digitale sanguine. Nous avons dû abandonner ce site à la demande du producteur.

Site M

Le champ du site M a été préparé en 2008 et les canneberges implantées en 2009 dans un sol minéral. Ce site expérimental fut implanté à l'hiver 2011 et fut suivi durant les étés 2011 et 2012. Au moment de la sélection du site en septembre 2010, les plantes nuisibles présentes étaient principalement de l'agrostide scabre. Sans être problématique comme le site L, le site M présentait un drainage faible qui semble avoir été causé par la présence de limon en profondeur et par sa situation dans une section basse de la ferme.

Annexe 7 : Recouvrements de plantes nuisibles non présentés dans le rapport :

Site B/Plantes nuisibles

Tableau 91 : Résultats de l'ANOVA pour le recouvrement de plantes nuisibles dans le site B

Variables	D.L.	Valeur F	Pr > F
Traitements	3	9,42	<,0001
Dates	2	13,99	<,0001
Traitements*Dates	6	13,81	<,0001

Toutes les variables et leurs interactions ont eu un effet significatif sur le recouvrement de plantes nuisibles dans le site B.

Tableau 92 : Recouvrement de plantes nuisibles dans le site B pour 2010

Traitements	Juin 2010 (%)	Juillet 2010 (%)	2010 (%)
Non sablé/non désherbé	64,4 A	61,3 A	65,0 A
Non sablé/ désherbé	11,9 B	3,0 B	24,8 C
Sablé 1,9 cm / non désherbé	68,6 A	62,5 A	64,1 A
Sablé 3,81 cm / non désherbé	57,8 A	47,2 A	47,2 B

Pour les traitements sablés, seules les parcelles ayant eu le traitement S3,8 ont affiché un recouvrement de plantes nuisibles moindre comparé au traitement NSND. Les données de mai ne sont pas présentées, cela explique la différence entre la moyenne attendue avec les valeurs mensuelles affichées et la moyenne de saison.

Site D/Plantes nuisibles

Tableau 93 : Résultats de l'ANOVA pour le recouvrement de plantes nuisibles dans le site D

Variables	D.L.	Valeur F	Pr > F
Traitements	3	2,75	0,054
Dates	3	24,89	<,0001
Traitements* Années	9	2,98	0,0045

Les traitements n'ont pas eu d'effet significatif sur le recouvrement de plantes nuisibles dans le site D.

Tableau 94 : Recouvrement moyen de plantes nuisibles en fonction des traitements dans le site D en 2010

Traitements	2010 (%)
Non sablé/non désherbé	12,6
Non sablé/ désherbé	5,9
Sablé 1,9 cm / non désherbé	18,7
Sablé 3,81 cm / non désherbé	15,9

Site F/Plantes nuisibles

Tableau 95 : Résultats de l'ANOVA pour le recouvrement de plantes nuisibles dans le site F

Variables	D.L.	Valeur F	Pr > F
Traitements	3	0,85	0,4804
Dates	2	0,55	0,5808
Traitements*Dates	6	4,51	0,0008

Les traitements n'ont pas eu d'effet significatif sur le recouvrement de plantes nuisibles dans le site F.

Tableau 96 : Recouvrement de plantes nuisibles dans le site F pour 2010

Traitement	juin 2010 (%)	Juillet 2010 (%)	2010 (%)
Non sablé/dés herbé	4,9	5,4	5,0
Non sablé/non dés herbé	1,0	0,7	1,6
Sablé 1,9 cm / non dés herbé	4,9	6,2	5,0
Sablé 3,81 cm / non dés herbé	4,4	5,4	4,3

Seul le traitement dés herbé a eu tendance à faire diminuer le recouvrement de plantes nuisible dans le site F.

Site J/Plantes nuisibles

Tableau 97 : Résultats de l'ANOVA pour le recouvrement de plantes nuisibles dans le site J

Variables	D.L.	Valeur F	Pr > F
Traitements	5	3,87	0,0057
Années	1	5,19	0,0271
Traitements* Années	5	2,27	0,0622
Dates(Années)	3	37,04	<,0001
Traitements*Dates(Années)	15	1,54	0,1112

Les traitements et les années ont eu des effets significatifs sur le recouvrement de plantes nuisibles.

Tableau 98 : Recouvrement de plantes nuisibles dans le site J pour 2011, 2012 et pour l'effet global

Traitements	2011(%)	2012 (%)	Global (%)
Non sablé/non désherbé	1,0 B	0,7 B	0,9 B
Non sablé/ désherbé	1,2 AB	1,0 B	1,1 B
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 1 an	2,6 AB	3,7 A	3,1 A
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 2 ans	3,1 A	3,9 A	3,5 A
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 1 an	1,6 AB	3,8 A	2,7 A
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 2 ans	1,3 AB	5,9 A	3,6 A

En 2011 et au global, les traitements sablés ont eu des recouvrements de plantes nuisibles supérieurs aux témoins.

Site K/Plantes nuisibles

Tableau 99 : Résultats de l'ANOVA pour le recouvrement de plantes nuisibles dans le site K

Variables	D.L.	Valeur F	Pr > F
Traitements	3	11,19	<,0001
Date	1	22,6	<,0001
Traitements*Date	3	0,42	0,7383

Les traitements ont eu un effet significatif sur le recouvrement de plantes nuisibles.

Tableau 100 : Recouvrement de plantes nuisibles dans le site K pour 2011

Traitements	2011 (%)
Non sablé/ non désherbé	1,59 B
Non sablé/ désherbé	1,35 B
Sablé 3,81 cm / non désherbé	21,12 A
Sablé 1,9 cm / non désherbé	19,33 A

Les traitements sablés ont eu des recouvrements de plantes nuisibles supérieurs aux témoins. L'application de sable semble avoir stimulé la germination des plantes nuisibles; celles-ci étant presque exclusivement de la digitale sanguine.

Site L/Plantes nuisibles

Tableau 101: Résultats de l'ANOVA pour le recouvrement de plantes nuisibles dans le site L

Variables	D.L.	Valeur F	Pr > F
Traitements	3	3,22	0,0376
Dates	2	95,53	<,0001
Dates* traitements	6	6,77	<,0001

Les traitements ont eu un effet significatif sur le recouvrement de plantes nuisibles.

Tableau 102 : Recouvrement de plantes nuisibles dans le site L pour 2011

Traitements	2011 (%)
Non sablé/non désherbé	55,6 A
Non sablé/désherbé	33,7 C
Sablé 1,9 cm / non désherbé	49,0 AB
Sablé 3,81 cm / non désherbé	41,0 BC

Seuls les traitements témoin NSND et sablés à 3,8 cm ont permis de faire diminuer significativement le recouvrement de plantes nuisibles. La légère baisse observée entre le traitement de 1,9 cm et le témoin NSND ne représente pas de différence significative.

Site M/Plantes nuisibles

Tableau 103 : Résultats de l'ANOVA pour le recouvrement de plantes nuisibles dans le site M

Variables	D.L.	Valeur F	Pr > F
Traitements	5	3,68	0,017
Années	1	12,38	0,0009
Traitements* Années	5	1,4	0,2384
Dates(Années)	3	96,9	<,0001
Traitements*Dates(Années)	15	6,69	<,0001

Les traitements et les années ont eu des effets significatifs sur le recouvrement de plantes nuisibles.

Tableau 104 : Recouvrement de plantes nuisibles dans le site M pour 2011, 2012 et pour l'effet global

Traitements	2011(%)	2012(%)	Global (%)
Non sablé/non désherbé	12,2	6,6	9,4 AB
Non sablé/ désherbé	7,0	4,7	5,8 B
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 1 an	12,8	9,6	11,2 A
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 2 ans	16,6	9,3	12,9 A
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 1 an	13,7	15,1	14,4 A
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 2 ans	13,7	13,3	13,5 A

Aucune différence significative n'a été observée entre les témoins NSND et NSD ou entre le témoin NSND et les traitements sablés.

Annexe 8 : Recouvrement de canneberges pour les sites non présentés dans le rapport

Site B/Canneberges

Tableau 105 : Résultat de l'ANOVA pour le recouvrement de canneberges dans le site B pour la saison 2010

Variables	D.L	Valeur F	Pr > F
Traitements	3	2,60	0,0774
Dates	2	2,65	0,0824
Traitements*Dates	6	2,45	0,0359

Les traitements n'ont pas eu d'effet significatif sur le recouvrement de canneberges. Dû au très faible recouvrement de canneberge, le site a été abandonné après la première saison.

Tableau 106: Pourcentage de recouvrement de canneberges dans le site B pour les mois de juin et juillet et pour la moyenne de la saison 2010

Traitements	juin 2010 (%)	juillet 2010 (%)	2010 (%)
Non sablé/non désherbé	2,0	2,0	3,7
Non sablé/ désherbé	2,6	0,6	1,8
Sablé 1,9 cm / non désherbé	1,8	1,0	1,6
Sablé 3,81 cm / non désherbé	0,3	0,3	0,3

Sans que la différence soit significative, le traitement de 3,8 cm a eu tendance à écraser la canneberge et à diminuer son pourcentage de recouvrement. Les légères différences de moyennes observées en comparant les moyennes mensuelles présentées et la moyenne de saison sont dues aux valeurs de la lecture de mai qui n'est pas présentée ici.

Site D/Canneberges

Tableau 107 : Résultats de l'ANOVA pour le recouvrement de canneberges dans le site D

Variables	D.L.	Valeur F	Pr > F
Traitements	3	4	0,0142
Dates	3	18,79	<,0001
Traitements* dates	9	1,69	0,1118

Les traitements et les années ont eu des effets significatifs sur le recouvrement de canneberges dans le site D.

Tableau 108 : Recouvrement de canneberges dans le site D en 2010

Traitements	2010 (%)
Non sablé/non désherbé	92,6 A
Non sablé/ désherbé	86,3 AB
Sablé 1,9 cm / non désherbé	82,7 BC
Sablé 3,81 cm / non désherbé	76,7 C

Les traitements sablés ont fait diminuer significativement le recouvrement de canneberges dans le site D.

Site F/Canneberges

Tableau 109 : Résultats de l'ANOVA pour le recouvrement de canneberges dans le site F

Variables	D.L.	Valeur F	Pr > F
Traitements	3	0,59	0,631
Dates	2	3,75	0,0304
Traitements*Dates	6	4	0,002

Les traitements n'ont pas eu d'effet significatif sur le recouvrement de canneberges dans le site F.

Tableau 110 : Recouvrement de canneberges dans le site F pour 2010

Traitements	2010 (%)
Non sablé/désherbé	96,4
Non sablé/non désherbé	93,8
Sablé 1,9 cm / non désherbé	93,6
Sablé 3,81 cm / non désherbé	92,7

Site J/Canneberges

Tableau 111 : Résultats de l'ANOVA pour le recouvrement de canneberges dans le site J

Variables	D.L.	Valeur F	Pr > F
Traitements	5	14,23	<,0001
Années	1	2,46	0,1243
Traitements* Années	5	1,76	0,1410
Dates(Années)	3	31,87	<,0001
Traitements*Dates(Années)	15	6,47	<,0001

Les traitements ont eu un effet significatif sur le recouvrement de canneberges dans le site J.

Tableau 112 : Recouvrement de canneberges dans le site J pour l'année 2011, 2012 et pour l'effet global

Traitements	2011 (%)	2012 (%)	Global (%)
Non sablé/non désherbé	97,4	94,1	95,8 A
Non sablé/ désherbé	95,9	92,3	94,1 A
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 1 an	91,7	88,6	90,1 A
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 2 ans	88,6	84,0	86,3 A
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 1 an	60,2	66,1	63,1 B
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 2 ans	57,0	54,6	55,8 B

Seuls les traitements de 3,8 cm ont fait diminuer significativement les recouvrements de canneberges dans le site J pour la moyenne globale.

Site K/Canneberges

Pour respecter les postulats de l'ANOVA, les données du mois de mai ont dû être enlevées étant donné le trop grand nombre de 0. Les données du quatrième bloc ont aussi dû être enlevées étant donné les trop grandes quantités de sable qui ont été transportées par le vent dans ces parcelles.

Tableau 113 : Résultats de l'ANOVA pour le recouvrement de canneberges dans le site K

Variable	D.L.	Valeur F	Pr > F
Traitements	3	9,43	0,0002
Date	1	7,02	0,0124
Traitements*Date	3	0,56	0,6437

Les traitements ont eu un effet significatif sur le recouvrement de canneberges dans le site K.

Tableau 114 : Recouvrement de canneberges pour le site K pour la saison 2011

Traitements	2011 (%)
Non sablé/non désherbé	78,33 A
Non sablé/désherbé	77,83 A
Sablé 1,9 cm / non désherbé	63,13 A
Sablé 3,81 cm / non désherbé	44,46 B

Seul le traitement d'application de 3,8 cm de sable a eu un effet significatif à la baisse sur le recouvrement de canneberges dans le site K.

Site L/Canneberges

Tableau 115 : Résultats de l'ANOVA pour le recouvrement de canneberges dans le site L

Variables	D.L.	Valeur F	Pr > F
Traitements	3	29,98	<,0001
Dates	2	4,1	0,0226
Dates* traitements	6	6,56	<,0001

Les traitements ont eu un effet significatif sur le recouvrement de canneberges dans le site K.

Tableau 116 : Recouvrement de canneberges dans le site L pour la saison 2011

Traitements	juin 2011 (%)	Juillet 2011 (%)	Août 2011 (%)	2011 (%)
Non sablé/non désherbé	11,9 A	13,0 A	9,6 B	10,2 B
Non sablé/désherbé	12,0 A	18,7 A	31,1 A	19,8 A
Sablé 1,9 cm / non désherbé	9,6 A	11,5 A	4,6 B	9,4 B
Sablé 3,81 cm / non désherbé	1,7 B	1,6 B	0,4 C	1,1 C

Seul le traitement d'application de 3,8 cm de sable a eu un effet significatif à la baisse sur le recouvrement de canneberges dans le site L.

Site M/Canneberges

Tableau 117 : Résultats de l'ANOVA pour le recouvrement de canneberges dans le site M

Variables	D.L.	Valeur F	Pr > F
Traitements	5	18,62	<,0001
Années	1	0,88	0,353
Traitements* Années	5	1,79	0,134
Dates(Années)	3	21,14	<,0001
Traitements*Dates(Années)	15	2,18	0,0135

Les traitements ont eu un effet significatif sur le recouvrement de canneberge dans le site M.

Tableau 118 : Recouvrement de canneberges dans le site M pour l'année 2011, 2012 et pour l'effet global

Traitements	2011 (%)	2012 (%)	Global (%)
Non sablé/non désherbé	84,5 AB	84,4 AB	84,4 AB
Non sablé/ désherbé	88,5 A	86,6 A	87,5 A
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 1 an	70,8 B	72,9 AB	71,9 B
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 2 ans	72,3 B	70,0 BC	71,2 B
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 1 an	38,1 C	55,6 C	46,8 C
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 2 ans	39,0 C	36,9 D	38,0 C

Seul les traitements d'application de 3,8 cm de sable ont eu un effet significatif à la baisse sur le recouvrement de canneberges dans le site M, particulièrement le traitement S3,8*2.

Annexe 9 : Rendements en fruits pour les sites non présentés dans le rapport

Site J/Rendements

Tableau 119 : Résultats de l'ANOVA pour les rendements dans le site J

Variables	D.L.	Valeur F	Pr > F
Traitements	5	38,13	<,0001
Années	1	38,51	<,0001
Traitements* Années	5	7,47	<,0001

Les traitements et les années ont eu des effets significatif sur le rendements dans le site J. L'interaction entre les traitements et les années a également été significative.

Tableau 120 : Rendements dans le site J pour 2011, 2012 et la moyenne globale

Traitements	2011 (kg/ha)	2012 (kg/ha)	Global (kg/ha)
Non sablé/non désherbé	17177 A	23594 A	20385 A
Non sablé/ désherbé	13915 AB	26767 A	20341 A
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 1 an	12294 B	17228 B	14761 B
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 2 ans	13346 AB	13685 B	13515 B
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 1 an	4232,08 C	5924,5 C	5078,29 C
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 2 ans	4539,4 C	5075,5 C	4807,45 C

Les traitements de 3,8 cm de sable ont fait diminuer significativement les rendements comparativement aux traitements témoins. Les traitements de 1,9 cm ont aussi fait diminuer les rendements, mais de manière moins importante.

Site M/Rendements

Tableau 121 : Résultats de l'ANOVA pour les rendements dans le site M

Variables	D.L.	Valeur F	Pr > F
Traitements	5	89,26	<,0001
Années	1	8,94	0,0063
Traitements* Années	5	7,45	0,001

Les traitements ont eu un effet significatif sur la variation de rendements dans le site J. L'interaction entre les traitements et les années a également été significative.

Tableau 122 : Rendements dans le site M pour 2011, 2012 et la moyenne globale

Traitements	2011 (kg/ha)	2012 (kg/ha)	Global (kg/ha)
Non sablé/non désherbé	11952 AB	18667 A	15310 A
Non sablé/ désherbé	15026 A	17790 A	16408 A
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 1 an	6870,1 CD	9533 B	8201,55 B
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 2 ans	9543,9 BC	10078 B	9811,2 B
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 1 an	1707,65 E	1708 C	1707,82 C
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 2 ans	3129,8 DE	2152,5 C	2641,15 C

Les traitements de 3,8 cm de sable ont fait diminuer significativement les rendements comparativement aux traitements témoins. Les traitements de 1,9 cm ont aussi fait diminuer les rendements, mais de manière moins importante.

Annexe 10 : Effets des traitements sur la densité et le type de tiges de canneberges pour les sites non présentés dans le rapport

Site J

Effets des traitements sur la densité de tiges dans le site J

Tableau 123: Résultats de l'ANOVA pour la densité de tiges dans le site J

Variables	D.L.	Valeur F	Pr > F
Traitements	5	3,22	0,031
Années	1	53	<,0001
Traitements* Années	5	0,19	0,9663

Les traitements et les années ont eu des effets significatifs sur la densité de tiges dans le site J.

Tableau 124 : Densité de tiges dans le site J pour 2011, 2012 et la moyenne

Traitements	Estimé 2011 (tiges/m ²)	Estimé 2012 (tiges/m ²)	Estimé global (tiges/m ²)
Non sablé/non désherbé	5658,5	7405,9	6532,2 AB
Non sablé/ désherbé	5607,1	7328,8	6467,9 AB
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 1 an	5766,4	7590,9	6678,6 A
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 2 ans	5406,6	6933,0	6169,8 AB
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 1 an	4008,7	6290,6	5149,7 BC
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 2 ans	3772,3	5416,9	4594,6 C

Seul le traitement S3,8*2 a fait diminuer significativement la densité de tiges dans le site J.

Effets des traitements sur le pourcentage de tiges florifères dans le site J

Tableau 125 : Résultats de l'ANOVA pour le pourcentage de tiges florifères dans le site J

Variables	D.L.	Valeur F	Pr > F
Traitements	5	8,3	0,0006
Années	1	2,23	0,1404
Traitements* Années	5	4,09	0,0027

Les traitements ont eu un effet significatif sur le pourcentage de tiges florifères. L'interaction entre les traitements et les années a également été significative.

Tableau 126 : Pourcentage de tiges florifères dans le site J

Traitements	2011 (%)	2012 (%)	Global (%)
Non sablé/non désherbé	9,9 A	11,9 A	10,9 A
Non sablé/ désherbé	6,9 AB	12,8 A	9,8 AB
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 1 an	6,4 AB	9,3 AB	7,9 AB
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 2 ans	9,7 A	5,4 BC	7,5 BC
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 1 an	5,5 BC	3,8 C	4,7 CD
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 2 ans	2,1 C	3,9 C	3,0 D

Les traitements S3,8*1 et S3,8*2 ont fait diminuer le taux de tiges florifères pour les années 2011 et 2012. En 2012, le traitement S1,9*2 a également fait diminuer le taux de tiges florifères. Pour la moyenne des deux années, le portait est le même qu'en 2012 sauf pour le traitement S3,8*2 qui a fait diminué le pourcentage de tiges florales à un niveau significativement plus bas que le traitement S1,9*2.

Effets des traitements sur le pourcentage des tiges végétatives qui sont stolonifères dans le site J

Tableau 127 : Résultats de l'AVONA pour le pourcentage des tiges végétatives qui sont stolonifères dans le site J

Variables	D.L.	Valeur F	Pr > F
Traitements	5	8,57	0,0002
Années	1	160,85	<,0001
Traitements* Années	5	1,29	0,286

Les traitements et les années ont eu des effets significatif sur le pourcentage de tiges végétatives qui sont stolonifères dans le site J

Tableau 128 : Pourcentage de tiges végétatives qui sont stolonifères dans le site J

Traitements	2011 (%)	2012 (%)	Global (%)
Non sablé/non désherbé	22,4	5,7	14,1 B
Non sablé/ désherbé	28,0	7,3	17,7 B
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 1 an	24,5	6,2	15,4 B
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 2 ans	25,6	8,1	16,9 B
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 1 an	42,0	15,5	28,8 A
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 2 ans	49,2	21,9	35,6 A

Les traitements S3,8*1 et S3,8*2 ont pour la moyenne des années 2011 et 2012, fait augmenter le pourcentage de tiges végétatives qui sont stolonifères dans le site J.

Site M

Effets destraitements sur la densité de tiges dans le site M

Tableau 129: Résultats de l'ANOVA pour la densité de tiges dans le site M

Variables	D.L.	Valeur F	Pr > F
Traitements	5	6,63	0,0019
Années	1	31,38	<,0001
Traitements* Années	5	1,27	0,2929

Les traitements et les années ont eu des effets significatifs sur la densité de tiges dans le site M.

Tableau 130 : Densité de tiges dans le site M pour 2011, 2012 et la moyenne

Traitements	Estimé 2011 (tiges/m ²)	Estimé 2012 (tiges/m ²)	Estimé global (tiges/m ²)
Non sablé/non désherbé	4055,0	4954,4	4504,7 A
Non sablé/ désherbé	3813,4	4558,6	4186,0 A
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 1 an	3762,0	4640,9	4201,5 A
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 2 ans	3926,5	4825,9	4376,2 A
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 1 an	2292,2	4060,1	3176,1 B
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 2 ans	2482,3	2857,5	2669,9 B

Les traitements S3,8*1 et S3,8*2 ont fait diminuer significativement la densité de tiges dans le site M.

Effets des traitements sur le pourcentage de tiges florifères dans le site M

Tableau 131 : Résultats de l'ANOVA pour le pourcentage de tiges florifères dans le site M

Variables	D.L.	Valeur F	Pr > F
Traitements	5	17,58	0,001
Années	1	5,27	0,0325
Traitements* Années	5	0,65	0,6676

Les traitements et les années ont eu des effets significatifs sur le pourcentage de tiges florifères dans le site M.

Tableau 132 : Pourcentage de tiges florifères dans le site M

Traitements	2011 (%)	2012 (%)	Global (%)
Non sablé/non désherbé	14,7	13,3	14,0 AB
Non sablé/ désherbé	18,1	18,5	18,3 A
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 1 an	9,2	6,6	7,9 CD
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 2 ans	14,7	9,1	11,9 BC
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 1 an	3,4	2,2	2,8 E
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 2 ans	5,9	2,1	4,0 DE

Les traitements S1,9*1, S3,8*1 et S3,8*2 ont fait diminuer la densité de tiges florifères comparativement au témoin NSND. La diminution a été plus grande pour les traitements S3,8*1 et S3,8*2.

Effets des traitements sur le pourcentage des tiges végétatives qui sont stolonifères dans le site M

Tableau 133 : Résultats de L'ANOVA pour le pourcentage des tiges végétatives qui sont stolonifères dans le site M

Variables	D.L.	Valeur F	Pr > F
Traitements	5	12,94	<,0001
Années	1	237,35	<,0001
Traitements* Années	5	3,41	0,0084

Les traitements et les années ont eu des effets significatif sur le pourcentage de tiges végétatives qui sont stolonifères dans le site M. L'interaction entre les traitements et les années a également été significative.

Tableau 134 : Pourcentage de tiges végétatives qui sont stolonifères dans le site M

Traitements	2011 (%)	2012 (%)	Global (%)
Non sablé/non désherbé	35,0 B	10,8 BC	22,9 B
Non sablé/ désherbé	34,6 B	12,2 BC	23,4 B
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 1 an	43,7 B	9,6 C	26,7 B
Sablé 1,9 cm / non désherbé / 2 ans	36,6 B	14,3 BC	25,4 B
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 1 an	65,0 A	21,7 B	43,3 A
Sablé 3,81 cm / non désherbé / 2 ans	61,1 A	35,8 A	48,5 A

De façon générale, les traitements S3,8*1 et S3,8*2 ont fait augmenter significativement le pourcentage de tiges végétatives qui sont stolonifères.