Rapport d'activités 2003-2008

Site expérimental de culture de sphaigne
Shippagan, Nouveau-Brunswick

Avril 2009

Chaire de recherche
industrielle du CRSNG en
aménagement des tourbières

gret perg
Groupe de recherche en écologie des tourbières
Peatland Ecology Research Group

CHAIRE DE RECHERCHE INDUSTRIELLE DU CRSNG EN AMÉNAGEMENT DES TOURBIÈRES

Site expérimental de culture de sphaigne Shippagan, Nouveau-Brunswick

Rapport d'activités 2003-2008

Préparé par :

Josée Landry, professionnelle de recherche
et
Line Rochefort, titulaire de la chaire

Révisé par :

Claire Boismenu, professionnelle de recherche

Groupe de recherche en écologie des tourbières
Université Laval

Avril 2009

Table des matières

1. Description générale du projet 1

2. Site expérimental 3

3. Aménagement de la tourbière pour la culture de sphaigne 4

3.1. Méthode de préparation du terrain 4

Aménagement permettant l'accès au site 4

Débroussaillage 6

Préparation des bassins de culture 6

Récolte du matériel de réintroduction 8

Réintroduction de la sphaigne dans les bassins 8

Protection de la sphaigne 9

Contrôle hydrologique 9

Suivi hydrologique 11

3.2 Prévision pour l'agrandissement de la station de culture de sphaigne 12

4. Détermination de la périodicité des cycles de production de biomasse de sphaigne 13

4.1. Établissement de la végétation (pourcentage de recouvrement) 17

4.2. Accumulation de biomasse 18

4.3. Productivité du tapis de sphaigne 20

4.4. Taux de décomposition 20

5. Utilisation de la fibre de sphaigne dans les substrats de croissance 21

6. Effet de la fertilisation sur l'établissement des bryophytes 22

7. Détermination du cycle de production des sphaignes cultivées comme matériel de réintroduction pour la restauration des tourbières abandonnées 24

8. Effet des plantes vasculaires et des structures sur la croissance verticale des sphaignes .. 25

9. Croissance de sphaignes des sections taxonomiques *Acutifolia* et *Sphagnum* introduites en présence de structures artificielles et naturelles dans un contexte de production de biomasse 31

10. Culture de sphaignes de la section taxonomique *Sphagnum* selon différents conditionnements du substrat de croissance 34

11. Contrôle des plantes vasculaires 40

12. Planification des nouvelles activités de recherche pour 2009 42

12.1. Productivité des sphaignes cultivées en comparaison avec un écosystème de référence .. 42

12.2. Aménagement du chemin d'accès 42

12.3. Mesure automatique et en continu de la nappe phréatique 42

12.4. Culture de la sphaigne de la section taxonomique* Sphagnum *à grande échelle 43

13. Conclusion générale 44

14. Publications 45

Annexe 1 : Résumé des travaux à la station expérimentale de Shippagan 48

Annexe 2 : Contributions des compagnies et collaborateurs au projet de culture de sphaigne 49

Annexe 3 : Affiche présentée dans le cadre de l'*International Symposium on Growing Media* (Anger, France) à propos de l'utilisation de la fibre de sphaignes dans les substrats horticoles. 51

Liste des figures

Figure 1. Affiche de bienvenue située sur la tourbière et exemple d'un bassin spontanément recolonisé par des sphaignes et des éricacées après abandon 1

Figure 2. Vue aérienne de la tourbière de Shippagan, illustrant l'ensemble de la zone d'étude. 3

Figure 3. Localisation des secteurs de culture de sphaigne 5

Figure 4. Aménagement du site avant l'introduction de sphaigne pour la culture..... 7

Figure 5. Introduction et protection de la sphaigne..... 10

Figure 6. Contrôle et suivi hydrologique 11

Figure 7. Emplacement des expériences prenant place dans le secteur privé 15

Figure 8. Emplacement des expériences prenant place dans le secteur gouvernemental..... 16

Figure 9. Vitesse d'établissement des tapis de bryophytes pour les cycles de production de 2004 et 2006. 18

Figure 10. Biomasse de sphaigne pour les cycles de production de 2004 et 2006. 19

Figure 11. Contribution de chaque espèce de sphaigne à la productivité moyenne annuelle (262,6 g/m^2 par année) pour la 3^e année de croissance du cycle de production de 2004. 20

Figure 12. Pourcentage de recouvrement des sphaignes et des autres bryophytes trois années après leur réintroduction pour le cycle de production de 2004. 23

Figure 13. Croissance verticale des sphaignes pour les expériences sur le terrain et en serre..... 28

Figure 14. Biomasse de sphaigne accumulée sur neuf mois de croissance dans l'expérience en serre. 29

Figure 15. Expérience visant l'étude de la croissance de la sphaigne sous l'influence de structures 33

Figure 16. Recouvrement de *S. magellanicum* et *S. papillosum* selon différents types de conditionnement du substrat après six mois de croissance en serre. 38

Figure 17. Recouvrement de *S. magellanicum* et *S. papillosum* selon différents types de conditionnement du substrat après une saison de croissance sur le terrain 38

Figure 18. Exemples de traitements de conditionnement du substrat pour la croissance de sphaignes de la section taxonomique *Sphagnum* 39

Liste des tableaux

Tableau 1. Paramètres de suivi pour la détermination de la périodicité des cycles de production de biomasse de sphaigne..... 14

Tableau 2. Biomasse accumulée des groupes de végétaux autres que la sphaigne, pour les cycles de production de 2004 et 2006 19

1. Description générale du projet

Le Groupe de recherche en écologie des tourbières (GRET) et ses partenaires de l'industrie de la tourbe ont convenu de mettre de l'avant un projet de production de biomasse de sphaigne dans le cadre de la Chaire de recherche industrielle du CRSNG en aménagement des tourbières. Plus spécifiquement, le but du projet de culture de sphaigne est de produire rapidement une biomasse renouvelable de fibres de sphaigne pour : 1) développer éventuellement de nouveaux substrats de croissance, 2) produire de la mousse florale, 3) fabriquer des produits dont la fibre de sphaigne est la matière première et 4) servir de site d'approvisionnement en diaspores de sphaigne pour la restauration des tourbières après récolte de la tourbe.

Dans cette perspective, la tourbière de Shippagan, abandonnée à la suite de la récolte de tourbe par blocs, offre une topographie de terre-pleins et de bassins qui est idéale pour favoriser une croissance rapide de la sphaigne sans modifier de façon intensive le terrain (Figure 1; Price et al., 2002; Campeau et al., 2004). Les bassins résiduels (anciennes tranchées de récolte manuelle) ont été sélectionnés en raison de l'accessibilité, du couvert végétal dominé par les sphaignes, ainsi que des conditions hydrologiques propices au remouillage du site. En fait, les bassins créent des microclimats plus humides, favorisant la croissance des sphaignes.

Figure 1. Affiche de bienvenue située sur la tourbière et exemple d'un bassin spontanément recolonisé par des sphaignes et des éricacées après abandon des activités de récolte de tourbe vers 1970.

L'objectif général du projet est de mettre en place une station expérimentale dédiée à la recherche sur la production renouvelable de biomasse de sphaigne dans une tourbière abandonnée à la suite de la récolte de la tourbe par blocs. La culture de sphaigne était un objectif poursuivi par la Chaire de recherche industrielle du CRSNG en aménagement des tourbières au cours de son premier mandat (2003-2008) et son renouvellement (2008-2013) permet la continuité des activités de recherche.

2. Site expérimental

La tourbière de Shippagan est située dans la péninsule acadienne dans le nord-est du Nouveau-Brunswick (47°40' N, 64°43' W; Figure 2). Dans la base de données du Ministère des Ressources naturelles du Nouveau-Brunswick, la tourbière de Shippagan porte le numéro de référence 527.

Figure 2. Vue aérienne de la tourbière de Shippagan, illustrant l'ensemble de la zone d'étude.

3. Aménagement de la tourbière pour la culture de sphaigne

Le secteur privé de la tourbière de Shippagan, propriété de Sun Gro Horticulture (aussi nommé secteur 3 dans les rapports antérieurs), et le secteur gouvernemental, propriété des terres de la Couronne (aussi nommé secteur 1 dans les rapports antérieurs), ont été sélectionnés comme ceux présentant les meilleures conditions de croissance pour les sphaignes (Figure 3). Les données sont compilées dans un rapport intitulé *« Caractérisation du site expérimental de Shippagan et techniques suggérées dans un but de recherche sur la production de fibre de sphaigne »*. Ce rapport est disponible sur le site Internet du Groupe de recherche en écologie des tourbières (http://www.gret-perg.ulaval.ca/). De plus, un résumé des activités de recherche et une description des travaux réalisés par les différentes compagnies de tourbe sont présentés respectivement dans les Annexes 1 et 2.

Un premier cycle de production a débuté en 2004 dans le secteur privé. Dans ce secteur, huit bassins de 15 m x 15 m ont été mis en place, dont six bassins avec introduction de sphaigne et deux bassins témoins sans végétation (pour évaluer la colonisation spontanée des sphaignes dans les bassins). Un deuxième cycle de productivité a été complété en 2006 dans le secteur gouvernemental. Celui-ci comprend six bassins de 15 m x 90 m, tous avec de la sphaigne introduite. Le plus récent cycle de production, qui a commencé en 2008 dans le secteur gouvernemental, consiste en un bassin de 15 m x 100 m.

3.1. Méthode de préparation du terrain

Aménagement permettant l'accès au site

Assurer l'accessibilité au site de culture fut une première étape importante. En mai 2004, l'aménagement du chemin d'accès et la mise en place de ponceaux pour accéder à la tourbière ont été réalisés à l'aide d'une excavatrice sur chenilles modifiées. Cette même excavatrice munie d'une pelle en forme de lame a permis de creuser les canaux de drainage (Figure 4a) afin d'abaisser la nappe phréatique et fournir une surface de travail plus stable pour la machinerie. La portion du chemin d'accès entre le secteur privé et le secteur gouvernemental a été aménagée et

solidifiée de septembre à décembre 2005 en épandant une grande quantité de résidus de racines à l'aide d'un tracteur muni d'une pelle et d'un rotoculteur. Durant cette même période, afin de faciliter le passage de la machinerie dans le secteur gouvernemental, des ponceaux ont été installés (Figure 4b), les canaux longeant le chemin ont été nettoyés et le chemin a été élargi.

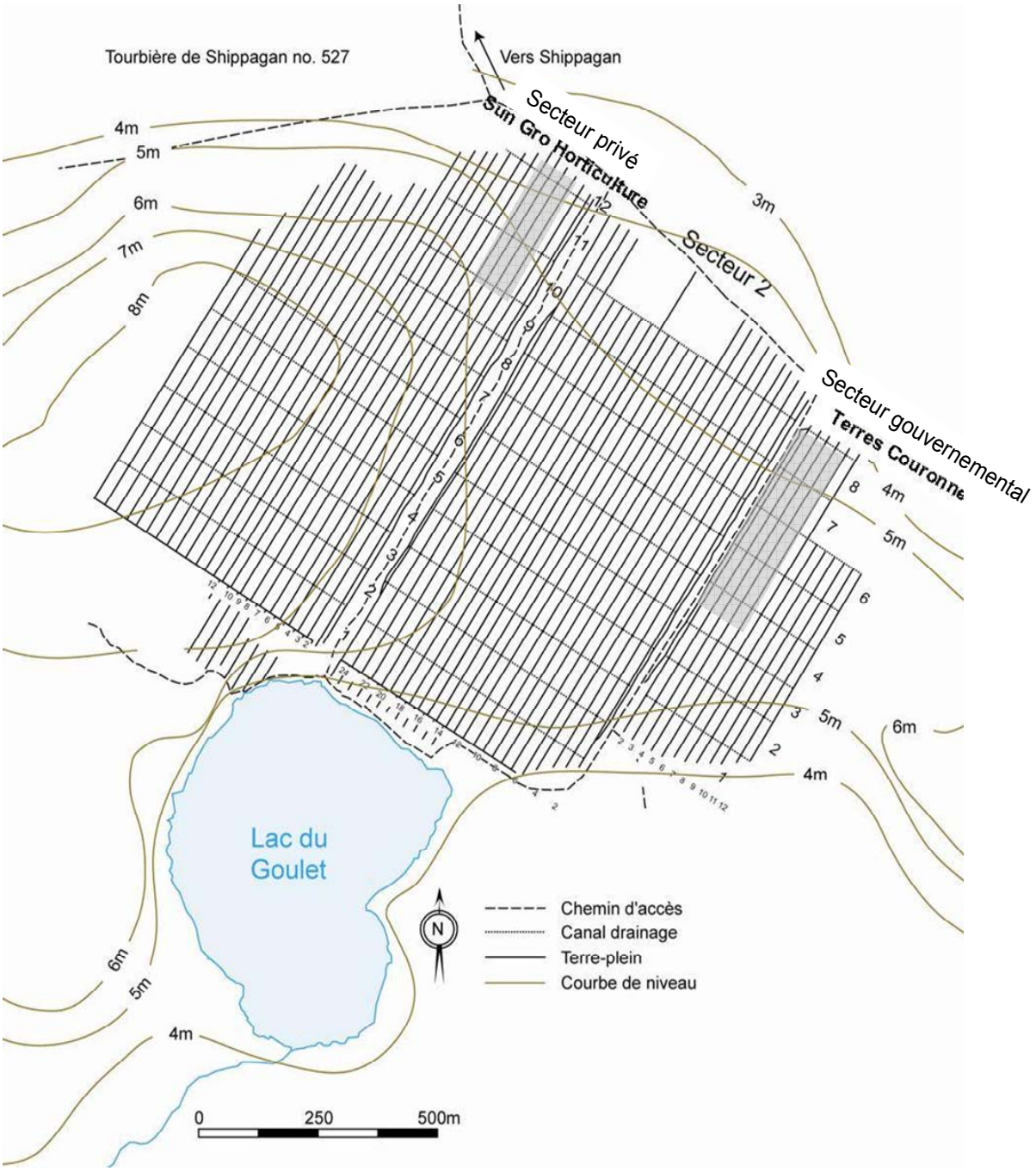

Figure 3. Localisation des secteurs de culture de sphaigne (zones grises).

Débroussaillage

La superficie de tourbière utilisée pour la culture de sphaigne, incluant les tranchées et les terre-pleins, a ensuite dû être débroussaillée pour permettre une meilleure circulation sur le site. Le débroussaillage a été effectué manuellement, à l'aide d'une débroussailleuse manuelle ou d'une scie mécanique pour tous les cycles de production (2004, 2006, 2008).

Préparation des bassins de culture

Dans le but d'introduire de la sphaigne pour sa culture, il fallait retirer complètement la végétation préétablie dans les bassins. Pour le cycle de production de 2004, la végétation retirée (voir section suivante pour les techniques) a été conservée en partie sur les terre-pleins et réintroduite dans les bassins à la fin de la préparation de ceux-ci. Pour le cycle de production de 2006, la végétation de surface a été retirée des bassins de septembre à novembre 2005 à l'aide d'une excavatrice (Figure 4c). Au mois de décembre 2005, ce matériel végétal a été transporté dans la tourbière no. 530 à Shippagan afin de servir de matériel de réintroduction pour la restauration.

À la suite du retrait complet de la végétation dans les bassins (Figure 4d), la surface résiduelle a été égalisée afin de favoriser un bon contact des diaspores de sphaignes avec le sol). Pour le cycle de production de 2004, l'aplanissement de la surface a été fait manuellement à l'aide d'un rouleau compresseur (Figure 4e). Pour le cycle de production de 2006 (printemps 2006), la préparation des bassins a impliqué le passage d'un rotoculteur afin d'homogénéiser la surface de tourbe nue. La tourbe était dégelée sur une profondeur de 30 cm, ce qui a permis le passage de la machinerie. Par la suite, la topographie des bassins a été aplanie à l'aide d'un poteau de bois tiré par deux tracteurs (Figure 4f), circulant sur les terre-pleins longeant les bassins. En ce qui concerne le cycle de production de 2008, l'aplanissement ne s'est pas avéré nécessaire.

4a. Creusage et nettoyage des canaux.

4b. Aménagement de ponceaux.

4c. Retrait de la végétation de surface.

4d. Bassin dont la végétation a été complètement retirée.

4e. Aplanissement des bassins par travail manuel.

4f. Aplanissement des bassins à l'aide de deux tracteurs et d'un poteau de bois

Figure 4. Aménagement du site avant l'introduction de sphaigne pour la culture.

Récolte du matériel de réintroduction

Différentes méthodes de récolte de la sphaigne ont été testées. Dans le cycle de production de 2004, il était important de trouver une technique qui garantirais : 1) des fragments de sphaignes d'une grosseur convenable et 2) le moins de dommage possible à la structure du sol, puisque l'endroit de la récolte était également l'endroit de réintroduction. La profondeur visée pour la récolte était de 30 cm. Nous avons déterminé que la technique de récolte à l'aide d'une excavatrice sur chenilles équipée d'une fourche mécanisée (Figure 5a) était la plus efficace dans les bassins et la moins dommageable pour le terrain. Ce type d'appareil nécessite un seul passage sur le site et prélève facilement la sphaigne de façon laminaire. De plus, la fibre demeure entière et est idéale pour la manipulation et la transformation. À l'opposé, la fraiseuse nécessite deux passages sur une même surface, ce qui fragilise la structure de support pour la machinerie. Il est aussi difficile d'ajuster la profondeur de l'appareil pour obtenir une surface de tourbe nue uniforme. En ce qui a trait à la récolte manuelle à l'aide de pelles et de fourches, elle nécessite trop de temps et n'est pas applicable à grande échelle (Miousse, 2005). Pour les cycles de production de 2006 et 2008 (secteur gouvernemental), le matériel de réintroduction a été récolté à proximité des bassins, dans des zones où la végétation était similaire à celle qui recouvrait les bassins auparavant. La végétation a été retirée, sur une profondeur approximative de 10 cm, à l'aide d'un rotoculteur et d'une excavatrice (Figure 5b).

Réintroduction de la sphaigne dans les bassins

Les sphaignes réintroduites dans tous les cycles de production sont principalement *Sphagnum fuscum, Sphagnum rubellum, Sphagnum flavicomans* et *Sphagnum magellanicum*. La réintroduction du cycle de production de 2004 a été effectuée manuellement (Figure 5c) dans un ratio de 1:10. Pour les cycles de production de 2006 et 2008, qui sont à plus grande échelle, l'introduction du matériel s'est faite à l'aide d'un épandeur à fumier latéral (Figure 5d) qui circule sur les terre-pleins de chaque côté de la tranchée visée. Comme l'utilisation d'un épandeur à fumier latéral est peu commune pour l'ensemencement lors de la restauration des tourbières, nous avons dû procéder à plusieurs ajustements. Les principaux problèmes concernaient le déchiquetage du matériel, afin d'obtenir des fragments de grosseur optimale, et le blocage de la sortie de l'épandeur en raison de la présence de racines. Pour permettre l'introduction de

sphaigne dans les bassins, le matériel végétal devait être presque exclusivement composé de sphaignes et inclure une très faible quantité de racines. La présence de racines qui bloquaient la sortie de l'épandeur à fumier modifiait la taille des fragments de sphaigne et la distance à laquelle les fragments étaient projetés dans les bassins. Il était donc difficile d'épandre uniformément la sphaigne dans les bassins. De plus, l'épandeur ne devait pas être rempli à pleine capacité afin d'éviter de compacter le matériel végétal et de bloquer la sortie de l'épandeur. Malgré ces quelques ajustements, l'ensemencement des sphaignes a été effectué avec succès (St-Arnaud, 2006a, 2006b).

Protection de la sphaigne

Afin de protéger les sphaignes de la sécheresse, celles-ci ont été recouvertes d'un paillis de paille. La paille est appliquée selon les recommandations de Quinty et Rochefort (2003), c'est-à-dire 3 000 kg/hectare. Dans le cycle de production de 2004, la paille a été épandue à la main. Dans les cycles de production de 2006 et 2008, la paille a été épandue grâce à une pailleuse à soufflement latéral qui circulait sur les terre-pleins adjacents aux bassins (Figure 5e).

Contrôle hydrologique

Des barrages ont été installés dans les deux secteurs pour contrôler le niveau de l'eau (Figure 6a). Un système de contrôle du niveau de l'eau a été installé dans le secteur privé et six autres ont été installés dans le secteur gouvernemental. Ces systèmes permettent d'évacuer les surplus d'eau au printemps et d'éviter les pertes d'eau à l'automne lors des périodes de sécheresse.

5a. Retrait de la végétation à l'aide d'une excavatrice équipée d'une fourche mécanisée.

5b. Collecte du matériel végétal à l'aide d'un rotoculteur.

5c. Introduction manuelle de la sphaigne dans les tranchées.

5d. Introduction de la sphaigne à l'aide d'un épandeur à fumier latéral.

5e. Épandage de la paille à l'aide d'une pailleuse à soufflement latéral.

5f. Exemple d'un bassin trois ans après l'introduction de la sphaigne.

Figure 5. Introduction et protection de la sphaigne.

Suivi hydrologique

À la suite de la création de nouveaux cycles de production, des puits sont installés dans les bassins afin de mesurer la profondeur de la nappe phréatique. Ces mesures nous permettent de mieux caractériser les conditions de croissance des sphaignes. À l'été 2007, 24 puits ont été installés dans le secteur privé (cycle de production de 2004) et 30 puits ont été installés dans le secteur gouvernemental (cycle de production de 2006). Au printemps 2008, quatre puits ont été ajoutés dans le secteur gouvernemental et deux dans le secteur privé. Les puits (Figure 6b) sont répartis dans les bassins de culture de sphaigne et dans les anciennes tranchées de récolte entourant les bassins de culture. La hauteur de la nappe phréatique est mesurée une fois par semaine, lorsque l'équipe de terrain est présente à Shippagan. En 2007 et 2008, le niveau d'eau des zones présentant une bonne croissance des sphaignes était de 10 ± 8 cm sous la surface de la tourbe. En général, les bassins de culture de sphaigne ont une nappe phréatique plus élevée que les anciennes tranchées environnantes (environ 13 cm plus haut dans les bassins de culture).

6a. Contrôle de niveau d'eau (barrage)

6b. Suivi du niveau d'eau (puits)

Figure 6. Contrôle et suivi hydrologique.

3.2. Prévision pour l'agrandissement de la station de culture de sphaigne

Afin de mieux définir les étapes et les ressources nécessaires pour la culture de sphaigne et dans le but d'améliorer les techniques et la série d'opérations mécanisées utilisées jusqu'à maintenant, nous prévoyons aménager un ou deux nouveaux bassins de culture de sphaignes à chaque année de 2009 à 2012. Les travaux auront lieu dans le secteur gouvernemental dans les limites définies par le permis d'occupation octroyé par le gouvernement du Nouveau-Brunswick. Dans la mesure du possible, le matériel de surface qui sera retiré sera utilisé pour d'autres projets de restauration. L'ensemble des travaux et la machinerie utilisée seront similaires à ceux décrits à la section 3.1 (Méthode de préparation du terrain). La mise en place annuelle de nouveaux cycles de production nous permettra également de définir l'influence des facteurs abiotiques, comme le climat, sur le succès des cycles de production de biomasse.

4. Détermination de la périodicité des cycles de production de biomasse de sphaigne

Le suivi annuel des cycles de production de biomasse de sphaigne est une étape importante qui vise à déterminer la durée de culture optimale permettant d'obtenir de la biomasse de sphaigne sur une base renouvelable. L'évaluation de l'établissement de la végétation (voir section *4.1*) permet d'estimer le laps de temps nécessaire avant un recouvrement complet des bassins par la sphaigne. Cette mesure nous permet également de suivre l'évolution des plantes vasculaires et des autres bryophytes dans les bassins. La récolte et le tri d'échantillons de biomasse (section *4.2*) provenant des bassins de culture nous permettent de savoir exactement la contribution de chaque type de plante (sphaignes, autres bryophytes, éricacées, autres vasculaires) à l'accumulation de biomasse. En mesurant la productivité (section *4.3*) et la décomposition (section *4.4*) de la sphaigne dans les bassins, nous devrions trouver le nombre d'années après introduction où le taux de décomposition demeure faible et le taux de productivité élevé, signes d'une accumulation de biomasse optimale. Le suivi de ces paramètres (Tableau 1) est effectué dans les cycles de production de 2004 (Figure 7) et de 2006 (Figure 8). Le suivi du cycle de production de 2008 débutera en juin 2009.

Tableau 1. Paramètres de suivi pour la détermination de la périodicité des cycles de production de biomasse de sphaigne. (Le cycle de production de 2004 est situé dans le secteur privé et le cycle de production de 2006 se trouve dans le secteur gouvernemental.)

Paramètres de suivi	Mesures effectuées	Localisation	Dates de mesure	Durée de l'expérience	Effort d'échantillonnage	Distribution de l'échantillonnage
4.1. Établissement de la végétation	Pourcentage de couvert (%)	Cycle de 2004	Sept. 2005 Oct. 2006 Août 2007	2005 à 2007	144[1] (25 cm x 25 cm)	Systématique (5 bassins)
4.2. Accumulation de biomasse	Biomasse sèche (g/m^2)	Cycle de 2006	Août 2007 Juin 2008	2007 à 2012	336 (25 cm x 25 cm)	Systématique (6 bassins)
		Cycle de 2004	Juin 2007 Juin 2008	2007 à 2012	20 (25 cm x 25 cm)	Aléatoire (5 bassins)
4.3. Productivité du tapis de sphaigne	Élongation des sphaignes[2] (cm/année)	Cycle de 2006	Juin 2007 Juin 2008	2007 à 2012	24 (25 cm x 25 cm)	Systématique (6 bassins)
		Cycle de 2004	Juin 2007 Juin 2008	2007 à 2012	30 nids (1 nid ~ 30 tiges de sphaigne)	Aléatoire (5 bassins)
	Biomasse sèche (g/cm de tige)	Cycle de 2004	Juin 2008	2007 à 2012	30 ($15\ cm^2$)	Aléatoire (5 bassins)
4.4. Taux de décomposition	Densité du tapis de sphaigne (nb capitules/m^2)	Cycle de 2004	Juin 2008	2007 à 2012	30 ($15\ cm^2$)	Aléatoire (5 bassins)
	Pourcentage de décomposition[3] (%)	Cycle de 2004	Juin 2007 Juin 2008	2007 à 2009	30 nids (1 nid = 11 sacs à décomposition)	Aléatoire (5 bassins)

[1] Nombre de quadrats (grandeur du quadrat).

[2] Les mesures d'élongation sont prises à l'aide d'une technique de marquage. À l'intérieur des nids, une trentaine de tiges d'espèces de sphaigne différentes sont marquées en juin avec une peinture permanente. En juin de l'année suivante, les tiges marquées l'année précédente sont retirées et mesurées pour évaluer leur élongation.

[3] La décomposition est évaluée à l'aide de la technique des sacs de décomposition qui sont de petits sacs en filet contenant une quantité pré-pesée des plantes ciblées (c.-à-d. la sphaigne). Chaque nid comprend 11 sacs : deux contenant *S. rubellum*, deux *S. fuscum*, deux *S. magellanicum*, deux *S. flavicomans*, deux des disques de cellulose et un *S. rubellum* issu de la culture de sphaigne. Les disques de cellulose permettent d'éliminer l'influence des propriétés intrinsèques reliées au choix des espèces de sphaigne.

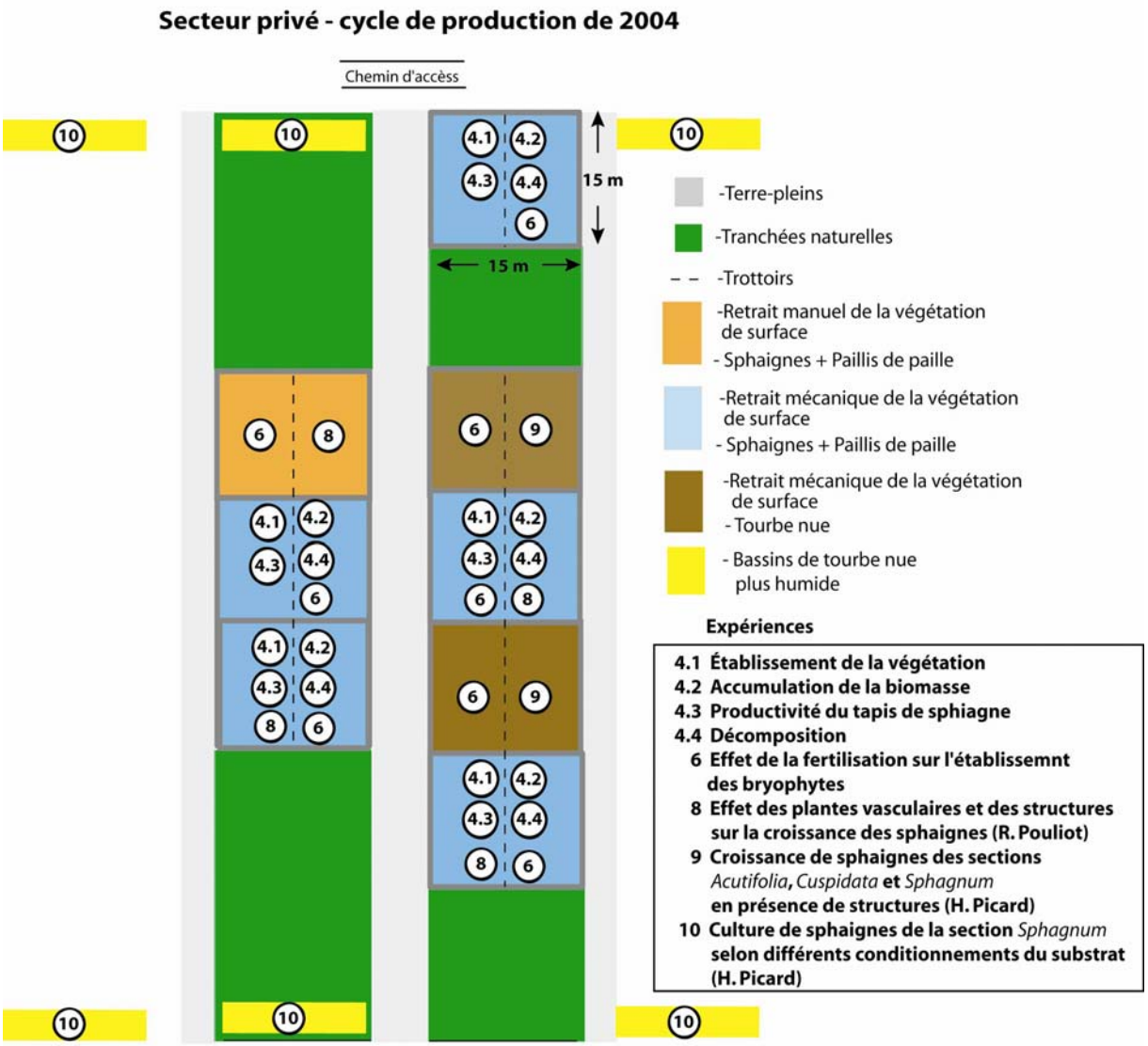

Figure 7. Emplacement des expériences prenant place dans le secteur privé de la station expérimentale de culture de sphaigne

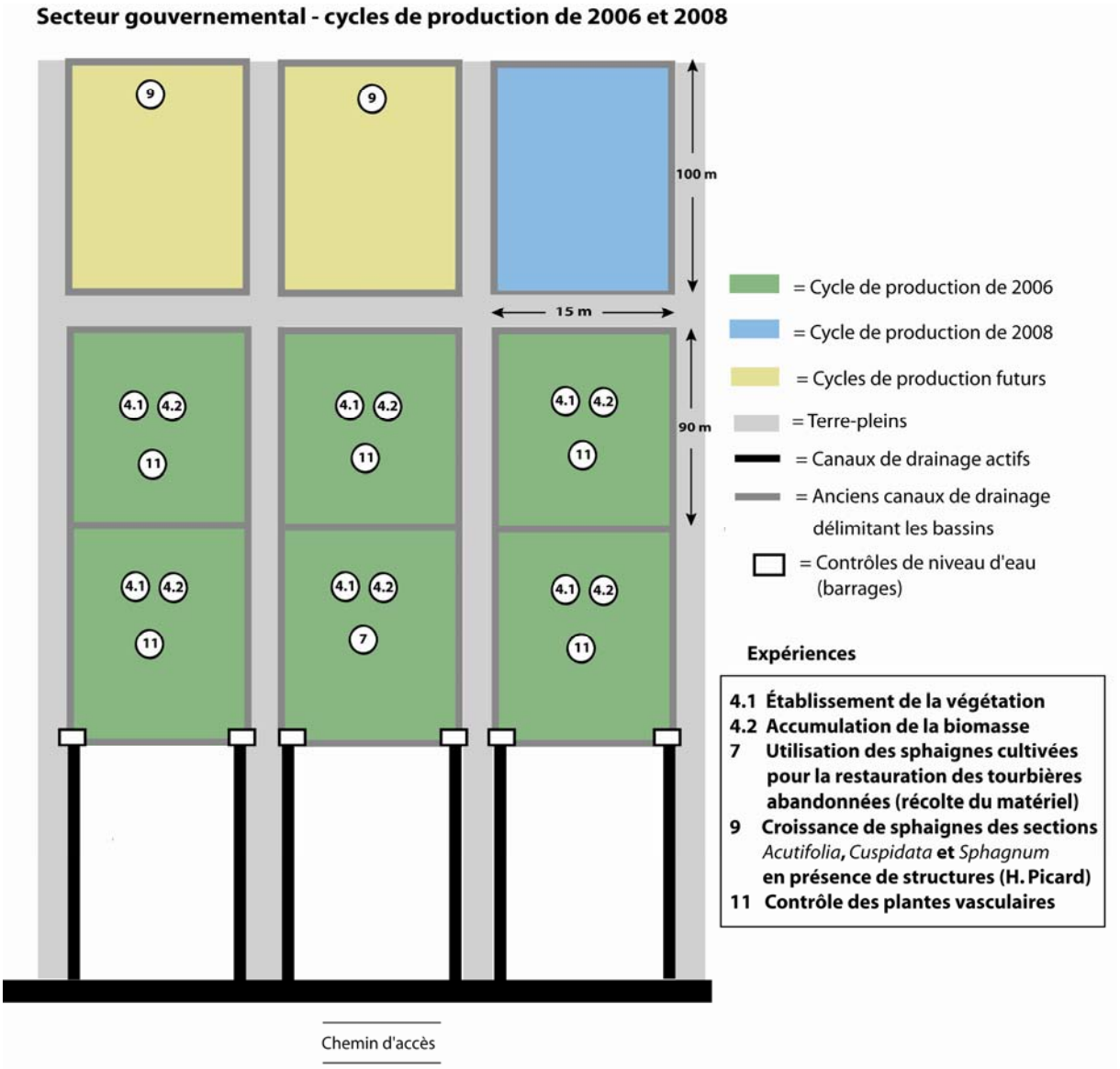

Figure 8. Emplacement des expériences prenant place dans le secteur gouvernemental de la station expérimentale de culture de sphaigne

4.1. Établissement de la végétation (pourcentage de recouvrement)

Pour le cycle de production de 2004, on note que, trois ans après l'introduction, le tapis composé principalement de sphaigne atteint un recouvrement de près de 100 % (Figure 9). Environ 53 % du tapis de sphaignes est composé de sphaignes de la section *Acutifolia* (principalement *Sphagnum rubellum)*, 30 % de la section *Sphagnum* (*Sphagnum magellanicum)* et 5 % de la section *Cuspidata*.

Le développement du tapis de sphaigne se fait cependant moins rapidement dans le cycle de production de 2006, puisque deux ans après l'introduction le couvert de sphaigne était de 25 ± 3 % alors que dans le cycle de production de 2004, le couvert après deux ans atteignait déjà 75 ± 2 % (Figure 9). Cette évolution plus lente de l'établissement du tapis de sphaigne dans le cycle de production de 2006 peut être due en partie au climat difficile peu après l'introduction de la sphaigne dans les bassins. Lors de la première année d'établissement, des épisodes de pluie intense ont entraîné l'accumulation d'eau dans les zones les plus humides des bassins (jusqu'à 2 pieds d'eau), ce qui a eu pour effet de déplacer le matériel réintroduit qui n'était pas encore ancré au sol, ainsi que d'accentuer les processus de sédimentation de particules fines de tourbe sur les fragments de mousse en régénération. La technique d'introduction de la sphaigne dans les bassins a sûrement aussi une influence. En effet, pour le cycle de production de 2004, le matériel végétal a été introduit manuellement; il a donc été réparti très uniformément dans les bassins et les fragments de sphaigne ont subi peu de stress comparativement à une introduction à plus grande échelle avec un épandeur à fumier (cycle de production de 2006) qui déchire les fragments en plus petits morceaux. Le cycle de production de 2006 devrait donc prendre un peu plus de temps que le cycle de production de 2004 avant d'atteindre un couvert complet de sphaigne.

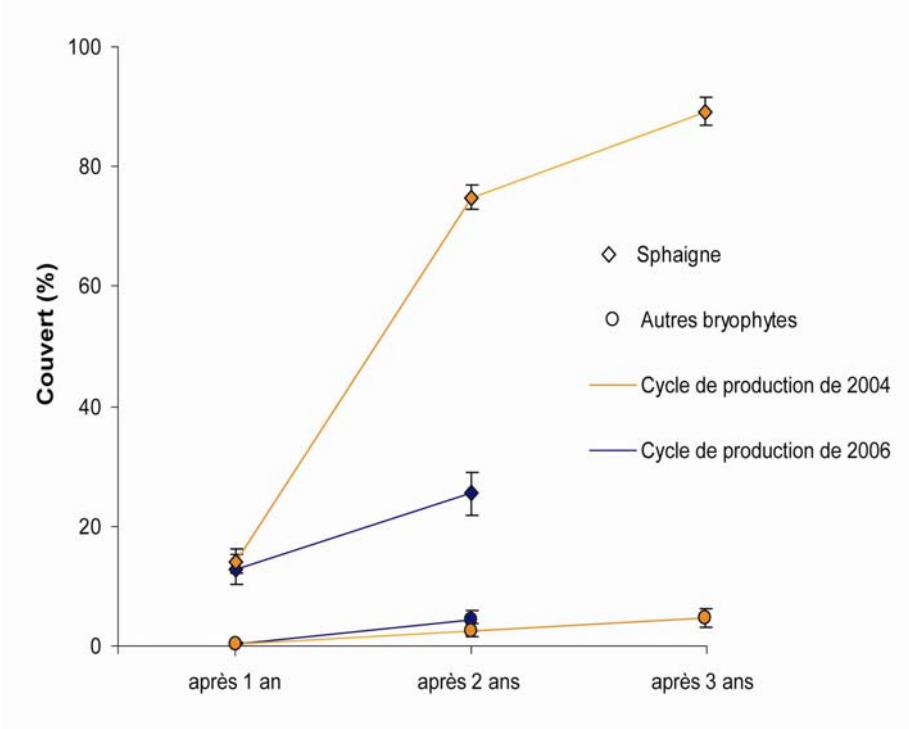

Figure 9. Vitesse d'établissement des tapis de bryophytes pour les cycles de production de 2004 et 2006 (moyenne ± erreur type).

4.2. Accumulation de biomasse

L'accumulation de biomasse de sphaigne (Figure 10) est beaucoup plus grande que l'accumulation de biomasse des autres types de plantes (Tableau 2), et ce, pour les deux cycles de production (2004 et 2006). L'accumulation de biomasse évolue rapidement dans le cycle de production de 2004 et devrait faire de même d'ici quelques années dans le cycle de production de 2006 (Figure 10. Biomasse de sphaigne (poids sec en g/m^2) pour les cycles de production de 2004 et de 2006 (moyenne ± erreur type).

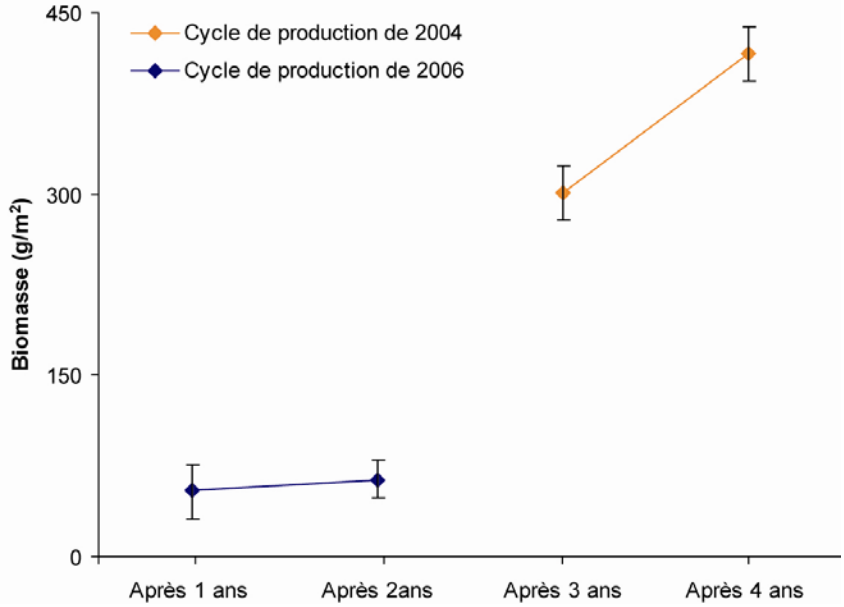

Figure 10. Biomasse de sphaigne (poids sec en g/m^2) pour les cycles de production de 2004 et de 2006 (moyenne ± erreur type).

Tableau 2. Biomasse accumulée (poids sec en g/m^2) des groupes de végétaux autres que la sphaigne, pour les cycles de production de 2004 et de 2006 (moyenne ± erreur type).

	Biomasse accumulée en g/m^2			
	Après 1 an Cycle 2006	Après 2 ans Cycle 2006	Après 3 ans Cycle 2004	Après 4ans Cycle 2004
Autres bryophytes	1 (0)	3 (1)	13 (9)	97 (46)
Éricacées	12 (4)	3 (1)	23 (7)	38 (16)
Autres plantes vasculaires	3 (1)	7 (4)	7 (3)	97 (43)

4.3. Productivité du tapis de sphaigne

La productivité moyenne du tapis de sphaigne de la 3^{e} année de croissance du cycle de production de 2004 est estimée à 262,6 g/m^{2} par année. *Sphagnum rubellum* et *Sphagnum magellanicum* contribuent à plus de 85 % de cette productivité moyenne annuelle (Figure 11).

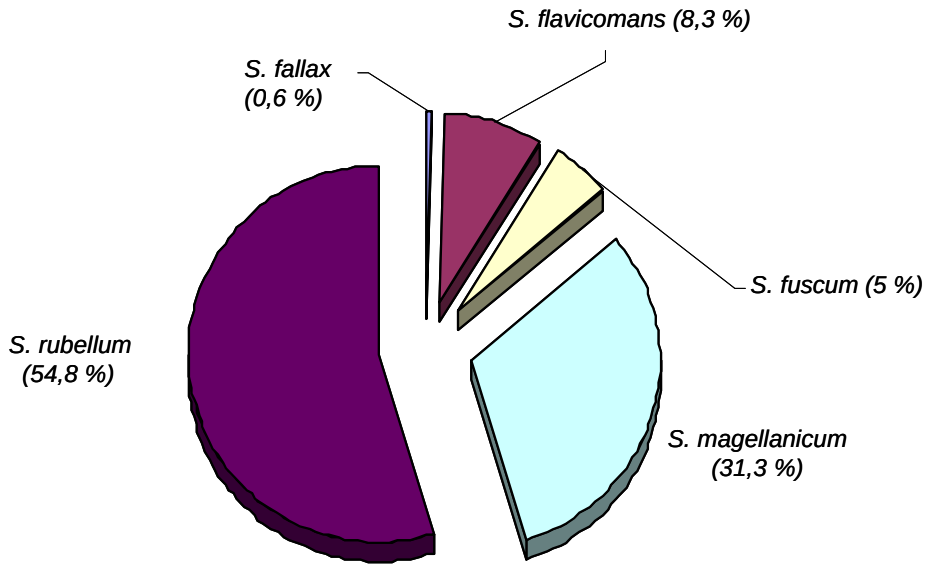

Figure 11. Contribution de chaque espèce de sphaigne à la productivité moyenne annuelle (262,6 g/m^{2} par année) pour la 3^{e} année de croissance du cycle de production de 2004.

4.4. Taux de décomposition

La moitié des sacs qui avaient été insérés dans le tapis de sphaigne en juin 2007 (un sac de chaque espèce de sphaigne) en plus du sac de *Sphagnum rubellum* provenant de la station expérimentale de culture de sphaigne ont été retirés en juin 2008, après une année de décomposition. Les sacs restants seront retirés en juin 2009 après deux années de décomposition. Les résultats seront compilés en 2009.

5. Utilisation de la fibre de sphaigne dans les substrats de croissance

Objectifs

1) Évaluer si l'ajout de fibres de sphaigne augmente le potentiel de la tourbe de moins bonne qualité (tourbe de sphaigne brune, H5 sur l'échelle de von Post).

2) Déterminer si la fibre de sphaigne pourrait remplacer la perlite dans les substrats de croissance commerciaux.

Localisation

Serres de l'Université Laval.

Durée de l'expérience

De 2004 à 2005.

Méthode

La mise en place de l'expérience a été réalisée en janvier 2004. L'expérience testait neuf niveaux de substrat (von Post H3 à H5 avec ajout de sphaigne à différents niveaux). Les traitements ont été répétés six fois et ont été disposés de façon complètement aléatoire.

Résultats

Les résultats les plus prometteurs ont été observés dans le mélange où les particules fines de tourbe de sphaigne brune ont été retirées et où il y a eu ajout de 30 % de fibres de sphaigne. De plus, nos résultats démontrent que la fibre de sphaigne peut, en partie ou complètement, remplacer la perlite dans les substrats horticoles. Tous les résultats de cette expérience sont présentés à l'Annexe 3.

6. Effet de la fertilisation sur l'établissement des bryophytes

Objectif

Déterminer si l'ajout de fertilisant améliore la vitesse d'établissement du tapis de sphaigne.

Localisation

Secteur privé de la tourbière de Shippagan (Figure 7).

Durée de l'expérience

De 2005 à 2007.

Méthode

En septembre 2005, les moitiés des six bassins (15 m x 15 m) de culture de sphaigne de même que les deux bassins (15 m x 15 m) sans végétation ont été fertilisés. Le fertilisant utilisé, de la roche phosphatée 0-13-0[1], a été appliqué à raison de 15 kg/ha.

Résultats

L'ajout de fertilisant ne favorise pas l'établissement des sphaignes. Par contre, la fertilisation semble augmenter légèrement l'établissement des autres bryophytes, tels que *Polytricum strictum* et *Dicranella cerviculata* (Figure 12). Par ailleurs, nous avons noté que certaines plantes vasculaires présentes naturellement autour de la zone d'étude, telles l'*Eriophorum vaginatum* et le *Chamaedaphne calyculata,* recolonisent progressivement les bassins. Leur couvert est toutefois relativement faible (5 %) et n'est pas influencé par la fertilisation.

[1] N-P-K

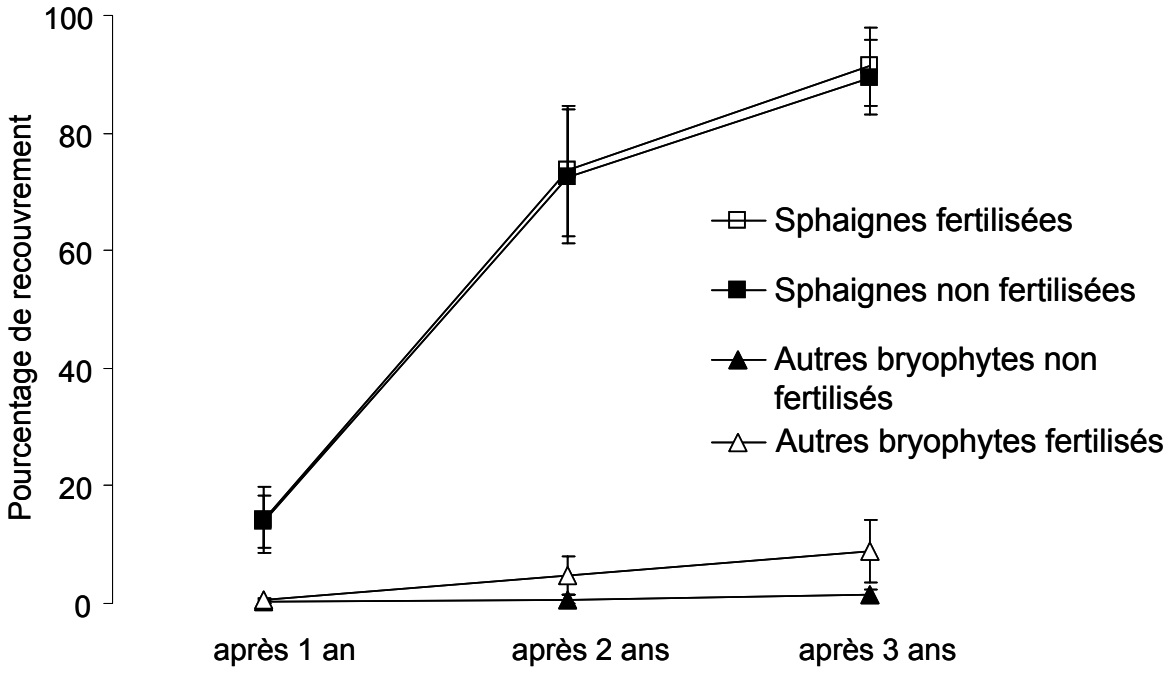

Figure 12. Pourcentage de recouvrement des sphaignes et des autres bryophytes trois années après leur réintroduction pour le cycle de production de 2004 (moyenne ± erreur type).

7. Détermination du cycle de production des sphaignes cultivées comme matériel de réintroduction pour la restauration des tourbières abandonnées

Un des objectifs de la culture de sphaigne étant de fournir une source de matériel pour la restauration des tourbières abandonnées à la suite de la récolte de tourbe par aspiration, une expérience cherchant à évaluer le potentiel des sphaignes cultivées pour la restauration est en cours. Cette expérience a débuté en 2007 et sera répétée annuellement jusqu'en 2012. Elle comprend un volet sur le terrain dans un secteur abandonné à la suite de la récolte de la tourbe par aspiration à la tourbière no. 580 située à Lamèque-Portage et un volet en serre dans les serres de l'Université Laval. Cette expérience compare deux sources de sphaignes, soit des sphaignes d'une zone naturelle et des sphaignes cultivées à la station expérimentale prélevées dans un bassin du secteur gouvernemental (Figure 8). Cette expérience nous permettra d'évaluer le nombre d'années nécessaire pour que la sphaigne cultivée atteigne ou surpasse le potentiel de restauration de la sphaigne trouvée en tourbière naturelle*.

***Les résultats et les détails de cette expérience sont présentés dans le rapport d'activités du Groupe de recherche en écologie des tourbières (Boudreau et Rochefort, 2009).**

8. Effet des plantes vasculaires et des structures sur la croissance verticale des sphaignes

Voici la description d'une partie du projet mené par **Rémy Pouliot**, étudiant au doctorat sous la supervision de Line Rochefort, en lien avec la station de culture de sphaigne.

Problématique

Plusieurs hypothèses ont été émises pour expliquer la formation de la microtopographie des tourbières. Il semble que les patrons de surface à petite échelle, comme le gradient de buttes et de dépressions, pourraient s'initier à partir des propriétés intrinsèques des espèces présentes, et ce, en quelques années ou décennies seulement. Cependant, la formation de ce gradient a été très peu étudiée même si plusieurs idées ont été lancées pour expliquer la formation des buttes de sphaignes. Par exemple, les interactions entres les plantes vasculaires et les sphaignes sont peut-être essentielles à la formation des buttes. Par leurs structures physiques ou par leurs échanges avec l'environnement, les plantes vasculaires pourraient favoriser l'apparition et la croissance verticale des espèces de sphaignes typiques des buttes. En fait, il est possible que les tiges des plantes vasculaires fournissent un support physique aux sphaignes pour croître, favorisant ainsi le développement du tapis muscinal. Dans le cadre du projet de culture de sphaigne, cette étude permettra de déterminer si la présence de plantes vasculaires favorise une accumulation plus rapide de biomasse de sphaigne.

Objectif

1) Déterminer l'effet des plantes vasculaires vivantes sur la croissance verticale des sphaignes.

2) Déterminer l'effet des structures inertes imitant les plantes vasculaires sur la croissance verticale des sphaignes.

Localisation

Serres de l'Université Laval et secteur privé de la tourbière de Shippagan (Figure 7).

Durée de l'expérience

De mai 2006 à mai 2010.

Matériel et méthode

Trois expériences ont été mises en place. Une expérience a été menée sur le terrain dans le secteur privé de la tourbière de Shippagan (juillet 2006 à juillet 2008) et deux expériences se sont déroulées en serre à l'Université Laval (juillet 2007 à avril 2008 et mai 2008 à février 2009).

Pour l'expérience sur le terrain et l'expérience en serre (juillet 2007 à avril 2008), il y avait six blocs et six traitements. Ceux-ci ont été appliqués sur un tapis de sphaignes sans topographie. Pour recréer un tapis de sphaignes en serre, nous avons récolté les premiers trois centimètres de matériel végétal à la surface d'une tourbière naturelle. La matériel végétal a été trié pour enlever les plantes vasculaires et pour conserver uniquement des *Sphagnum rubellum*. Le matériel a ensuite été introduit dans des bacs de culture selon un ratio de 1:3. Les bacs étaient préalablement remplis de tourbe blonde peu décomposée. Les traitements selectionnés pour ces deux expériences sont les suivants : 1) *Chamaedaphne calyculata* vivant, 2) *Eriophorum vaginatum* var. *spissum* vivant, 3) *Eriophorum angustifolium* vivant, 4) structure d'éricacées mortes, 5) piquets de bois verticaux (imitation de troncs de ½ pouce de diamètre) et 6) témoin. Ces six traitements ont été répartis aléatoirement dans des bacs de culture (0,52 m x 0,34 m = 0,177m^2) et répétés dans quatres blocs en serres. Sur le terrain, les traitements étaient répartis aléatoirement dans des parcelles de 1,5 m x 1,5 m et répétés dans six blocs du secteur privé de la tourbière de Shippagan (Figure 7).

Sur le terrain, deux séries de mesures ont été prises, en juillet 2007 et juillet 2008. La hauteur des sphaignes depuis leur réintroduction a été mesurée (40 sphaignes par parcelle). Pour l'expérience en serre, la même mesure a été prise, mais à des intervales plus courts (une fois par mois entre septembre 2007 et avril 2008). Dans ce cas, les mesures de hauteur ont été prises entre des points fixes placés au-dessus du tapis de sphaignes et la surface du tapis (cinq fils tendus sous lesquels dix hauteurs ont été prises au même endroit périodiquement). La différence dans les mesures de hauteur entre deux périodes de temps correspondait à la croissance verticale durant cette période. Des mesures de biomasse ont aussi été prises à la fin des expériences. Pour ce faire, la biomasse

de sphaigne formée depuis le début de l'expérience a été recoltée, les plantes vasculaires ont été enlevées et la biomasse a été séchée puis pesée.

L'expérience en serre (mai 2008 à février 2009) comprennait également quatre blocs, mais cette fois, neuf traitements ont été testés. En plus des traitements retrouvés dans les deux autres expériences, trois nouveaux traitements ont été appliqués pour vérifier de façon plus poussée l'effet des structures verticales inertes, soit : 7) piquets de bois verticaux (1 pouce de diamètre), 8) piquets de bois verticaux (¼ pouce de diamètre) et 9) pailles en plastique (¼ pouce de diamètre).

Les mêmes mesures de croissance que pour la première expérience en serres ont été prises, une fois par mois entre août 2008 et février 2009, en plus de la mesure de biomasse finale.

Résultats préliminaires

Les résultats de l'étude sur le terrain montrent que les traitements avec les plantes vasculaires vivantes ont permis une meilleure croissance verticale des sphaignes (Figure 13). En effet, la croissance des sphaignes a été favorisée, en ordre décroissant d'importance, par la présence d'*Eriophorum vaginatum*, d'*Eriophorum angustifolium* et de *Chamaedaphne calyculata.*

La situation s'est avérée quelque peu différente lors de l'expérience en serre entre juillet 2007 et avril 2008 (Figure 14). Dans ce cas, l'*Eriophorum angustifolium* n'a pas favorisé l'élongation verticale des sphaignes. Cette fois, la croissance des sphaignes a été d'abord favorisée par la présence de *Chamaedaphne calyculata*, puis par les piquets de bois verticaux et par l'*Eriophorum vaginatum*.

Une des raisons pouvant expliquer une si grande différence entre les traitements impliquant *Eriophorum angustifolium* est l'abondance de ceux-ci en serre et sur le terrain. En effet, en serre, *Eriophorum* présentait un couvert de 100 % très dense, alors que sur le terrain, son couvert était d'environ 90 % et il était peu dense. En serre, la compétition des sphaignes pour la lumière avec les plantes vasculaires de type *Eriophorum* était probablement trop élevée pour favoriser une bonne croissance.

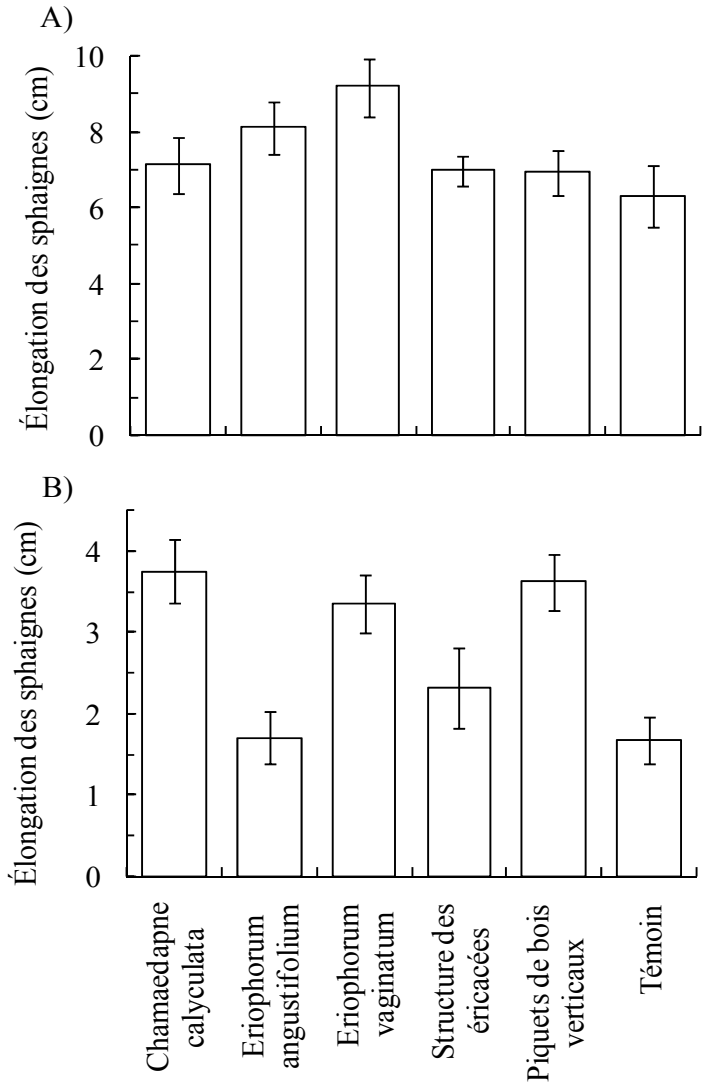

Figure 13. A) Croissance verticale des sphaignes (moyenne ± écart type) pour l'expérience 1 (sur le terrain). La croissance correspond à l'élongation depuis la réintroduction des sphaignes faite en 2004 (donc après quatre ans). Les traitements ont été appliqués en juillet 2006. B) Croissance verticale des sphaignes (moyenne ± écart type) pour l'expérience 2 (en serre). La croissance correspond à l'élongation depuis la première période de mesures qui est le point zéro de l'expérience.

Par contre, le traitement avec des éricacées vivantes (*Chamaedaphne calyculata*) a permis une bonne croissance des sphaignes en serre, probablement parce qu'il y avait davantage de structures disponibles pour leur développement. De plus, celles-ci ont pu profiter d'un microclimat plus humide et plus constant dans le temps. Les éricacées possèdent également une structure en trois dimensions, ce qui a offert plus de points de support pour la croissance verticale des sphaignes que la structure en deux dimensions des herbacées. Par ailleurs, lorsque les sphaignes

réussissaient à avoir un accès suffisant à la lumière, les touradons d'*Eriophorum vaginatum* offraient une meilleure structure de croissance que les tiges cylindriques d'*Eriophorum angustifolium*. Finalement, la présence de piquets de bois verticaux a permis une étonnante croissance des sphaignes en serre. En effet, la rugosité des piquets leur a fourni des points d'ancrage, et ce, malgré une structure en trois dimensions inexistante.

Concernant la biomasse à la fin de l'expérience en serre entre juillet 2007 et avril 2008, les traitements avec les structures inertes (piquets verticaux et structures des éricacées) et le témoin ont permis une meilleure accumulation de sphaigne (Figure 14). La biomasse de sphaigne des bacs témoins était 81 % plus grande que sous le traitement d'*Eriophorum vaginatum*, qui ne favorise pas l'accumulation de biomasse de sphaigne. Le traitement le plus efficace pour favoriser à la fois une bonne croissance et une bonne accumulation de biomasse a donc été le celui avec les piquets de bois verticaux.

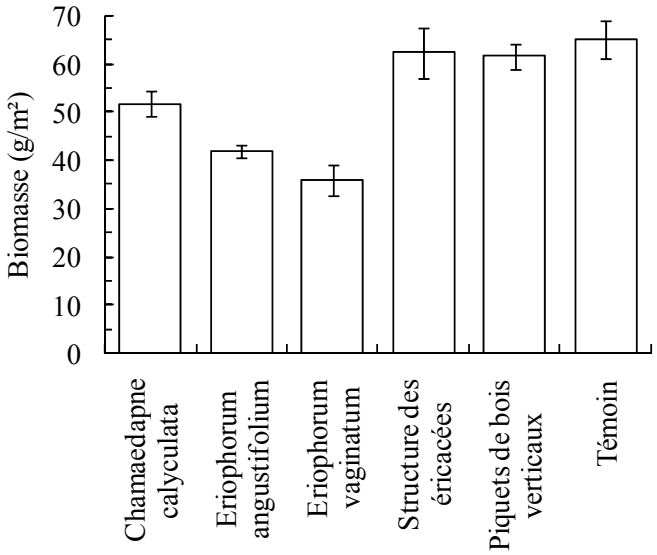

Figure 14. Biomasse de sphaigne (moyenne ± écart type) accumulée sur neuf mois de croissance dans l'expérience en serre.

Puisque les résultats avec des piquets de bois verticaux semblent très prometteurs, trois nouveaux traitements ont été appliqués pour l'autre expérience menée en serre de mai 2008 à février 2009, tous avec des structures verticales. Les résultats de cette expérience seront traités dans les prochains mois.

Il semble que les plantes vasculaires favorisent la croissance des sphaignes. Cependant, dans un contexte de culture de sphaignes, il n'est peut-être pas souhaitable d'avoir des racines ou d'autres parties de plantes vasculaires dans la fibre de sphaignes. Dans ce cas, il serait intéressant d'inclure certaines structures inertes imitant les plantes vasculaires dans les tapis de sphaignes, comme des piquets de bois verticaux. D'un autre côté, si la présence des plantes vasculaires importe peu, par exemple si la culture des sphaignes sert à produire du matériel pour restaurer un site, la présence des plantes vasculaires vivantes (surtout des éricacées) serait un atout pour favoriser la croissance verticale et la densification du tapis muscinal, en plus de fournir une banque de graines.

9. Croissance de sphaignes des sections taxonomiques *Acutifolia* et *Sphagnum* introduites en présence de structures artificielles et naturelles dans un contexte de production de biomasse

Voici un projet mené par **Hélène Picard**, étudiante à la maîtrise sous la supervision de Line Rochefort, en lien avec la station de culture de sphaigne.

Problématique

D'après les résultats préliminaires de Rémy Pouliot (voir section 8 : L'effet des plantes vasculaires et des structures sur la croissance des sphaignes), la croissance des sphaignes de la section *Acutifolia* serait favorisée par la présence de plantes vasculaires (éricacées vivantes et mortes) ou de structures artificielles imitant le tronc de petits arbustes. Est-ce la même tendance pour les sphaignes des autres sections taxonomiques?

Objectifs

1) Comparer les taux d'établissement et de croissance des sphaignes des sections *Sphagnum* (introduites avec *S. fallax*) et *Acutifolia* en présence ou en l'absence de structures naturelles ou artificielles.

2) Déterminer quel type de traitement (avec ou sans structure) facilite l'établissement et la croissance des sphaignes des sections *Sphagnum* (introduites avec *S. fallax*) et *Acutifolia.*

3) Déterminer les espèces de sphaignes à promouvoir dans une culture de sphaignes à grande échelle afin d'obtenir des taux d'établissement et de production élevés.

Localisation

Secteur privé (Figure 7) et secteur gouvernemental (Figure 8) de la tourbière de Shippagan.

Durée de l'expérience

De mai 2008 à …

Matériel et méthode

Le succès d'établissement et la croissance de quatre espèces de sphaignes sur quatre types de structuration du substrat de croissance (expérience factorielle à deux facteurs) ont été testés selon un dispositif expérimental de plan en blocs complets. Les cinq blocs contiennent chacun seize parcelles de 0.75 m x 1 m dans lesquelles sont distribués aléatoirement les traitements issus de la combinaison des facteurs (Figure 15a).

Les quatre structures testées sont : 1) piquets de bois, 2) tiges vivantes de *Chamaedaphne calyculata*, 3) tiges mortes de *Chamaedaphne calyculata* (Figure 15b) et 4) aucune structure (témoin). Les espèces de sphaignes testées sont : 1) *Sphagnum fuscum*, 2) *S. rubellum*, 3) *S. magellanicum* + *S. fallax* (mélange 50:50) et 4) *S. papillosum* + *S. fallax* (mélange 50:50).

La récolte du matériel et l'introduction (plantes vasculaires et sphaignes) ont été effectués en mai 2008. Le ratio d'ensemencement était de 1:10. Le matériel a été récolté dans les secteurs naturels de la tourbière de Shippagan, ainsi que dans une partie naturelle de la tourbière no. 580 située à Lamèque-Portage.

Dans chaque parcelle, 18 structures ont été plantées avant l'introduction des fragments de sphaignes. Les fragments ont ensuite été recouverts d'un paillis de paille afin d'améliorer les conditions d'humidité. Par la suite, un filet a été ajouté afin d'éviter la dispersion par le vent et par l'eau.

Le pourcentage de recouvrement a été estimé pour chaque espèce à l'aide de trois quadrats de 25 cm x 25 cm disposés systématiquement dans les parcelles. Cette mesure a été effectuée à la fin de la première saison de croissance (octobre 2008) et une deuxième série de mesures sera effectuée en octobre 2009. Diverses données ont aussi été prises pour caractériser la tourbe, la hauteur de la nappe phréatique, l'humidité des substrats et le microclimat.

Résultats préliminaires

L'analyse préliminaire des résultats de la première année de croissance a montré peu de différences entre les traitements. Des différences devraient être observées après la 2^{e} saison de croissance. Les résultats qui seront obtenus à la suite de cette expérience permettront d'apporter

de nouvelles connaissances sur les associations végétales (vasculaires-sphaignes) à favoriser pour un établissement rapide d'un tapis de sphaignes et obtenir une production élevée par la suite.

15a. Bloc expérimental démontrant la dispersion d'espèces de sphaignes sous des structures artificielles ou naturelles (station expérimentale de Shippagan).

15b. Introduction de *Sphagnum magellanicum* et de *Sphagnum fallax* sous des tiges mortes de *Chamaedaphne calyculata* (station expérimentale de Shippagan).

Figure 15. Expérience visant l'étude de la croissance de la sphaigne sous l'influence de structures.

10. Culture de sphaignes de la section taxonomique *Sphagnum* selon différents conditionnements du substrat de croissance

Voici un projet mené par **Hélène Picard**, étudiante à la maîtrise sous la supervision de Line Rochefort, en lien avec la station de culture de sphaigne.

Problématique

Les sphaignes de la section taxonomique *Sphagnum* possèdent des caractéristiques intéressantes de porosité et d'absorption/rétention des liquides et constituent un type de fibre recherché par l'industrie horticole. Par contre, ces espèces ne s'établissent pas facilement lorsque réintroduites directement sur un substrat de tourbe nue.

Au contraire, les sphaignes de la section *Cuspidata*, comme *Sphagnum fallax*, croissent et se régénèrent rapidement sur la tourbe nue sous des conditions très humides. L'introduction de sphaignes de cette section permettrait de conditionner le substrat, ce qui le rendrait plus favorable pour les sphaignes de la section *Sphagnum*.

Au Chili, il est pratique courante d'ensemencer *Sphagnum magellanicum* (section *Sphagnum*) sur des tapis de sphaignes de la section *Cuspidata*. Ainsi, le réensemencement de sphaignes de la section *Sphagnum* sur des tapis bien établis de *Cuspidata* pourrait être pratiqué également en Amérique du Nord afin d'augmenter la rapidité d'établissement des espèces de la section *Sphagnum*.

Objectifs

1) Comparer les taux d'établissement et de production de biomasse de sphaignes de la section *Sphagnum* sur différents conditionnements du substrat et selon des introductions monospécifiques ou plurispécifiques.

2) Déterminer le ou les types de conditionnement facilitant l'établissement des sphaignes de la section *Sphagnum*.

3) Déterminer les espèces de sphaignes à promouvoir dans une culture de sphaignes à grande échelle afin d'obtenir des taux d'établissement et de biomasse élevés.

Localisation

Secteur privé de la tourbière de Shippagan (Figure 7) et serres de l'Université Laval.

Durée de l'expérience

De janvier 2008 à …

Matériel et méthode

Expérience en serre

Une expérience factorielle a été mise en place afin d'évaluer le succès d'établissement et la croissance de deux espèces de sphaignes de la section *Sphagnum* (premier facteur), soit *S. magellanicum* et *S. papillosum*. L'étude cherchait également à connaître l'effet d'un deuxième facteur, soit l'introduction des sphaignes de la section *Sphagnum* sur quatre types de conditionnement du substrat : 1) *S. fallax* déjà établi à densité forte, 2) *S. fallax* déjà établi à densité faible, 3) introduction simultanée de sphaignes de la section *Sphagnum* et de *S. fallax* sur tourbe nue et 4) aucun conditionnement (introduction des sphaignes de la section Sphagnum sur tourbe nue). Les traitements issus de ces combinaisons ont été répartis dans des bacs de culture de 0,71 m x 1,11 m préalablement remplis de tourbe (von Post H3) et divisés en deux selon un dispositif expérimental de plan en tiroirs répété six fois.

Les sphaignes utilisées pour l'expérience ont été récoltées à la tourbière de Saint-Charles-de-Bellechasse (6 novembre 2007) et ont été réfrigérées à une température de 4 °C pendant deux mois. Elles ont par la suite été congelées (-4 °C) jusqu'à une semaine avant l'ensemencement.

En mars 2008, nous avons procédé à l'introduction de *S. fallax* à des densités de 1:4 (faible) et de 1:2 (densité forte). Le niveau d'eau était maintenu à 5 cm sous la surface de la tourbe.

Lorsque les tapis de *S. fallax* furent bien établis (après trois mois de croissance), *S. magellanicum* et *S. papillosum* ont été introduits (densité d'environ 1:2). Il est à noter que l'introduction

simultanée de *S. fallax* à faible densité avec l'une ou l'autre des deux espèces de la section *Sphagnum* s'est effectuée au même moment. Le niveau d'eau était alors maintenu à 10 cm sous la surface de la tourbe.

Diverses données ont été prises au cours ou à la fin de l'expérience :

- Estimation du pourcentage de recouvrement et dénombrement des capitules de chaque espèce à l'aide deux quadrats de 15 cm x 15 cm par sous-parcelle (moitié de bac). Les mesures ont été effectuées une fois à toutes les trois semaines au début de l'expérience puis une fois par mois à partir de juillet 2008. La densité a été mesurée jusqu'au mois de juin 2008 seulement.

- Afin de déterminer la biomasse finale pour chaque espèce de sphaignes, tout le matériel végétal a été récolté à la fin de l'expérience puis un échantillon de chaque sous-parcelle a été trié, séché et pesé.

- L'élongation des tiges de sphaigne a été évaluée à partir de trois échantillons d'une dizaine de tiges de sphaigne par sous-parcelle.

- Des mesures ont aussi été prises pour caractériser la tourbe, le climat et l'humidité des substrats.

Expérience sur le terrain

Le succès d'établissement et la croissance des sphaignes ont été évalués selon deux facteurs. Le premier facteur vérifie l'effet du type de conditionnement du substrat et comprend : 1) de la tourbe nue, 2) un tapis de sphaigne de la section *Cuspidata* établi depuis un an à un ratio initial de 1:10 et 3) du *S. fallax* (section *Cuspidata*) introduit (ratio de 1:10) en même temps que les sphaignes de la section *Sphagnum* (ratio de 1:10). Le deuxième facteur évalue les différentes performances de deux espèces de sphaigne de la section *Sphagnum*, soit : 1) de *S. magellanicum* et 2) de *S. papillosum*. Les traitements ont été distribués dans des parcelles de 1 m x 1 m selon un dispositif expérimental de plan en tiroirs répétés dans six blocs dispersés dans le secteur privé de la tourbière de Shippagan (Figure 2).

La récolte des sphaignes et l'introduction ont été effectuées en mai 2008. Le ratio d'ensemencement était de 1:10. Le matériel a été récolté dans les zones naturelles de la tourbière de Shippagan, ainsi que dans une partie naturelle de la tourbière no. 580 située à Lamèque-Portage. Les sphaignes fraîchement introduites ont été recouvertes d'un paillis de paille afin d'améliorer les conditions d'humidité et d'un filet pour éviter la dispersion par le vent et par l'eau.

Diverses mesures ont été prises au cours ou à la fin de l'expérience :

- Estimation du pourcentage de recouvrement de chaque espèce à l'aide de trois quadrats de 25 cm x 25 cm dans chaque sous-parcelle. Les mesures ont été effectuées à la fin de la première saison de croissance (octobre 2008) et une deuxième série de mesures sera effectuée en juillet 2009.

- Afin de déterminer la biomasse finale pour chaque espèce de sphaignes, des échantillons de biomasse seront pris à l'été 2009 dans chacun des traitements.

- Diverses mesures ont aussi été prises pour caractériser la tourbe, la hauteur de la nappe phréatique et l'humidité des substrats.

Résultats préliminaires

Les premières analyses des données obtenues en serre suggèrent que pendant les deux premiers mois suivant l'introduction, *S. magellanicum* présente les taux d'établissement les plus élevés lorsque introduit sur un tapis de *S. fallax* à faible densité ou simultanément avec *S. fallax*. À la fin de l'expérience, *S. magellanicum*, introduit seul ou simultanément avec *S. fallax,* démontre les taux de recouvrement les plus élevés (Figure 16). Tout au long de l'expérience, nous avons remarqué que *S. magellanicum* a un certain avantage sur *S. papillosum* quant à sa vitesse d'établissement et à sa croissance, peu importe le type de conditionnement effectué.

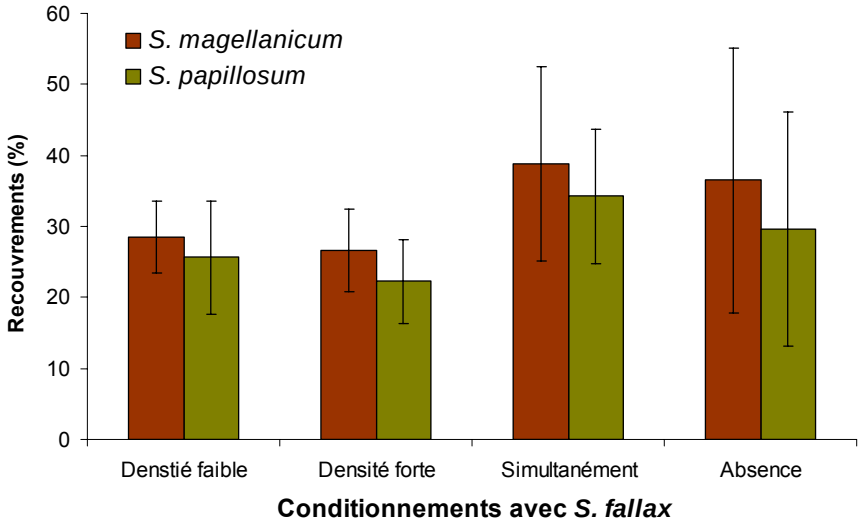

Figure 16. Recouvrement (%) de *S. magellanicum* et *S. papillosum* selon différents types de conditionnement du substrat après six mois de croissance en serre (moyenne ± écart type).

Les résultats préliminaires obtenus sur le terrain sont toutefois différents de ceux obtenus en serre. Les pourcentages de recouvrement les plus élevés à la fin de la première saison de croissance sont observés pour *S. magellanicum* et *S. papillosum* sans conditionnement du substrat de croissance (Figure 17).

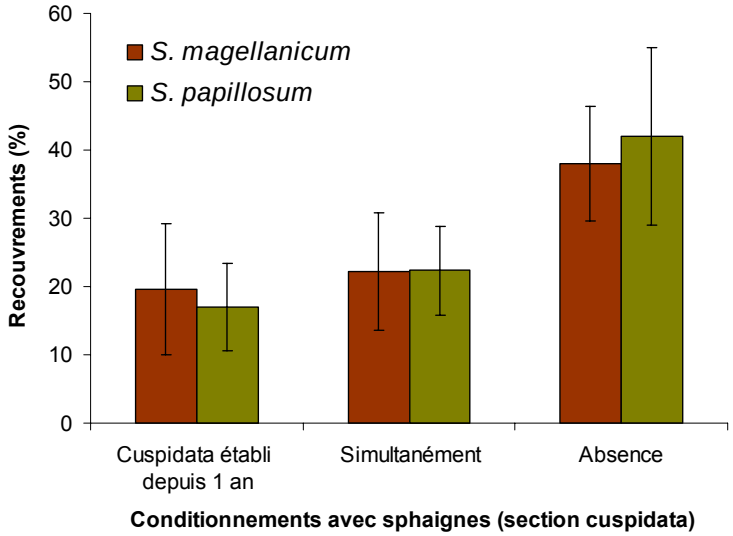

Figure 17. Recouvrement (%) de *S. magellanicum* et *S. papillosum* selon différents types de conditionnement du substrat après une saison de croissance sur le terrain. Les valeurs représentent les moyennes ± écart type.

Des analyses de variance (ANOVA) qui seront effectuées dans les prochaines semaines permettront de déterminer s'il y a des différences significatives entre les traitements. Les résultats obtenus permettront d'apporter de nouvelles connaissances sur les associations (sphaignes-sphaignes; Figure 18) à favoriser pour un établissement rapide d'un tapis de sphaignes de la section *Sphagnum* et une biomasse élevée.

18a *S. papillosum* introduit simultanément avec *S. fallax*, après une saison de croissance sur le terrain.

18b *S. magellanicum* introduit sur un tapis de *S. fallax* à faible densité, après cinq mois de croissance en serre.

Figure 18. Exemples de traitements de conditionnement du substrat pour la croissance de sphaignes de la section taxonomique *Sphagnum*.

11. Contrôle des plantes vasculaires

Objectif

Advenant un envahissement majeur par des plantes vasculaires dans un site de culture de sphaignes, nous tentons de trouver des techniques simples et efficaces pour contrer ce problème.

Localisation

Secteur gouvernemental de la tourbière de Shippagan (Figure 8).

Durée de l'expérience

De 2008 à 2012.

Méthode

Cette expérience a été mise en place en juin 2008. Quatre traitements sont appliqués sur les plantes vasculaires : 1) coupées à l'aide d'un coupe-bordure, 2) recouvertes d'une deuxième couche de paille, 3) contrôlées au moyen d'un herbicide domestique et 4) aucun traitement. Ces traitements sont répétés dans cinq blocs situés dans les bassins du secteur gouvernemental et sont distribués aléatoirement dans des parcelles de 8 m x 3 m. L'herbicide domestique utilisé pour le traitement 3 est le Roundup. L'application a été effectuée sur les plantes vasculaires seulement, en prenant soin de ne pas toucher les sphaignes. Toutes les recommandations relatives à l'utilisation de ce produit ont été respectées.

Les traitements seront appliqués à tous les ans, mais les pourcentages de recouvrement seront évalués à tous les deux ans afin de limiter le piétinement. Le pourcentage de recouvrement des plantes vasculaires et invasculaires a été effectué avant le traitement (juin 2008) et après le traitement (août 2008).

Résultats

Dans l'optique d'une production de mousse florale ou d'une production de substrat de culture de haute qualité, un moyen de contrôle simple et efficace des plantes vasculaires serait un outil avantageux afin de ne pas nuire à une production monospécifique de sphaignes. Après une

première année d'essai, il n'y pas vraiment de traitement qui se soit démarqué comme étant plus efficace. Quelques années de mesures seront nécessaires pour classer les traitements en termes d'efficacité.

12. Planification des nouvelles activités de recherche pour 2009

Les activités suivantes seront réalisées entre le 1er mai et le 1er novembre 2009. Le résumé de l'ensemble des travaux de recherche pour l'année 2009 est présenté à l'Annexe 1.

12.1. Productivité des sphaignes cultivées en comparaison avec un écosystème de référence

Afin de mieux apprécier la performance de la station expérimentale, nous prévoyons ajouter un écosystème de référence. Cet écosystème de référence, une tourbière naturelle située dans la Péninsule Acadienne (endroit à déterminer), nous permettra d'avoir une valeur de base avec laquelle comparer la productivité de la station expérimentale de culture de sphaigne.

12.2. Aménagement du chemin d'accès

Puisque la portion du chemin d'accès entre le secteur gouvernemental et le secteur privé se dégrade de plus en plus, nous procéderons à des travaux de réparation au printemps 2009. Pour ce faire, il est possible que nous ajoutions des résidus de racines et du gravier sur le chemin. Des nouveaux ponceaux et des trottoirs de bois pourraient également être construits au besoin en 2009.

12.3. Mesure automatique et en continu de la nappe phréatique

Au printemps 2009, nous prévoyons installer un lecteur de nappe phréatique automatique dans les deux secteurs de la station de culture de sphaigne (secteurs privé et gouvernemental). Ces installations nous permettront d'avoir un meilleur suivi de l'hydrologie des deux secteurs en continu et pendant des périodes où nous ne sommes pas sur le terrain. Nous continuerons tout de même à mesurer manuellement les profondeurs de la nappe phréatique à chaque visite puisque

des puits couvrent l'ensemble des deux secteurs et nous permettent d'évaluer les différences entre les bassins.

12.4. Culture de la sphaigne de la section taxonomique **Sphagnum** *à grande échelle*

En 2009, si le temps et la main d'œuvre le permettent, nous ferons un essai de culture de sphaigne de la section taxonomique *Sphagnum* à moyenne ou grande échelle. Pour ce faire, nous aimerions aménager le quart ou le tiers d'une tranchée afin d'y ensemencer des sphaignes de la section *Sphagnum*.

13. Conclusion générale

À l'heure actuelle, la culture de sphaigne dans les tourbières abandonnées à la suite de la récolte de la tourbe est une option de plus en plus convoitée. Le développement rapide d'une biomasse renouvelable de sphaignes permettrait une nouvelle avenue de revalorisation des tourbières abandonnées, tout en fournissant un matériel de qualité pour la restauration des tourbières et la production de substrats horticoles. Dans certains pays européens où la majeure partie des tourbières naturelles ont disparues, l'accès à une biomasse de sphaigne faciliterait grandement la restauration des tourbières.

Les recherches sur la culture de sphaigne sont encore peu nombreuses et la station expérimentale de Shippagan présente une opportunité exceptionnelle de développer une expertise dans ce domaine. Les recherches entreprises au cours des dernières années par le Groupe de recherche en écologie des tourbières (GRET) et ses partenaires de l'industrie de la tourbe permettront de développer des techniques de culture de la sphaigne et de mieux comprendre comment les facteurs environnementaux peuvent accélérer son cycle de production. La compréhension et la détermination du cycle optimal de production de sphaigne sur une base renouvelable permettra de proposer des scénarios de culture aux différents intervenants de l'industrie de la tourbe.

Les résultats recueillis depuis maintenant quatre ans sont très encourageants, les tapis de sphaignes se développent rapidement et sont productifs. C'est en identifiant les facteurs biotiques (p. ex. : la manipulation des fragments de sphaigne) et abiotiques (p. ex. : l'humidité) ayant le plus d'impact sur la production de la biomasse de sphaigne que la recherche contribuera à optimiser ces cycles de production, afin d'obtenir ultimement de la biomasse de sphaigne de meilleure qualité dans un délai convenable et de permettre une gestion production de biomasse renouvelable de sphaigne.

14. Publications

Publications et autres documents issus du projet de culture de sphaigne :

Boudreau, S. & L. Rochefort. 2009. Chaire de recherche industrielle du CRSNG en aménagement des tourbières. Rapport des activités 2008. Groupe de recherche en écologie des tourbières, Université Laval, Québec.

Campeau, S., L. Miousse & F. Quinty. 2004. Caractérisation du site expérimental de Shippagan et techniques suggérées dans un but de recherche sur la production de fibre de sphaigne. Bryophyta Technologie inc., Saint-Charles-de-Bellechasse, Québec.

Jobin, P., J. Caron, L. Rochefort & B. Dansereau. 2005. Developing new substrates with *Sphagnum* fibres. Affiche présentée dans le cadre de l'International Symposium on Growing Media. Angers, France, 4 au 10 septembre 2005.

Miousse, L. 2005. Site expérimental dédié à la culture de la sphaigne à Shippagan, Nouveau-Brunswick. Rapport d'activités 2003-2004. Groupe de recherche de écologie des tourbières, Université Laval, Québec.

St-Arnaud, C. 2006a. Volet 3 - Site expérimental dédié à la culture de la sphaigne à Shippagan, Nouveau-Brunswick. Rapport d'activités 2003-2006. Groupe de recherche de écologie des tourbières, Université Laval, Québec.

St-Arnaud, C. 2006b. L'utilisation adéquate de l'épandeur à fumier latéral dans le cadre du projet de culture de sphaigne. Rapport interne. Groupe de recherche de écologie des tourbières, Université Laval, Québec.

St-Arnaud, C. & L. Rochefort. 2007. Chaire de recherche industrielle du CRSNG en aménagement des tourbières. Volet 3 - Site expérimental dédié à la culture de la sphaigne à Shippagan, Nouveau-Brunswick. Rapport d'activités 2003-2007. Groupe de recherche en écologie des tourbières, Université Laval, Québec, Québec. 26 p.

St-Arnaud, C. & L. Rochefort. 2008. Chaire de recherche industrielle du CRSNG en aménagement des tourbières. Site expérimental dédié à la culture de la sphaigne à Shippagan, Nouveau-Brunswick. Rapport d'activités 2003-2008. Groupe de recherche de écologie des tourbières, Université Laval, Québec. 28 p.

Publications reliées à la culture de sphaigne en général :

Campeau, S. & L. Rochefort. 1996. *Sphagnum* regeneration on bare peat surfaces: field and greenhouse experiments. Journal of Applied Ecology 33: 599-608.

Campeau, S. & L. Rochefort. 2002. Possibilities and limits to *Sphagnum* farming. Pages 264-269 dans G. Schmilewski et L. Rochefort, éditeurs. Peat in horticulture – quality and environmental challenges. Proceeding of the 2002 International Peat Society Symposium, Pärnu, Estonia. International Peat Society, Jyväskylä, Finlande.

Campeau, S., L. Rochefort & J. S. Price. 2004. On the use of shallow bassins to restore cutover peatlands: Plant establishment. Restoration Ecology 12(4): 471-482.

Chirino, C., S. Campeau & L. Rochefort. 2006. *Sphagnum* establishment on bare peat: The importance of climatic variability and *Sphagnum* species richness. Applied Vegetation Science 9: 285-294.

Gaudig, G. 2005. *Sphagnum* farming - an international workshop in Germany. Peatlands International 1/2005: 15.

Gaudig, G. & H. Joosten. 2002. Peat moss (*Sphagnum*) as a renewable resource – an alternative to *Sphagnum* peat in horticulture? Pages 117-125 dans G. Schmilewski et L. Rochefort, éditeurs. Peat in horticulture – quality and environmental challenges. Proceeding of the 2002 International Peat Society Symposium, Pärnu, Estonia. International Peat Society, Jyväskylä, Finlande.

Joosten, H. 1998. Peat as a renewable resource: the road to paludiculture. Pages 56-63 dans T. Malterer, K. Johnson et J. Stewart, éditeurs. Peatland restoration and reclamation, techniques and regulatory considerations. Proceeding of the 1998 International Peat Symposium, Duluth, Minessota. International Peat Society, Jyväskylä, Finlande.

Joosten, H. 2000. Peat farming: The ultimate challenge for the peat "producers". Peatlands International 1/2000: 35-36.

Payette, S. & L. Rochefort (éditeurs). 2001. Écologie des tourbières du Québec-Labrador. Presses de l'Université Laval, Québec.

Poulin, M., L. Rochefort, F. Quinty & C. Lavoie. 2005. Spontaneous revegetation of mined peatlands in eastern Canada. Canadian Journal of Botany 83: 539-557.

Price, J. S., L. Rochefort & S. Campeau. 2002. Use of shallow bassins to restore cutover peatlands: Hydrology. Restoration Ecology 10: 259-266.

Quinty, F. & L. Rochefort. 2003. Guide de restauration des tourbières, 2e édition. Association canadienne de mousse de sphaigne et Ministère des Ressources naturelles du Nouveau-Brunswick. Québec, Québec.

Reinikainen, O. & M. Haukioja. 2005. *Sphagnum* cultivation - looking into the future. Peatlands International 1/2005: 16-19.

Robert, É. C. 1997. Régénération spontanée de deux tourbières ombrotrophes anciennement exploitées. Mémoire de maîtrise (M.Sc.), Université Laval, Sainte-Foy, Québec.

Robert, É. C. 2000. Régénération spontanée de deux tourbières ombrotrophes anciennement exploitées. Ministère des Ressources naturelles et de l'Énergie du Nouveau-Brunswick, Division des ressources minières et de l'énergie, Dossier public 2000-11. (#ISSN: 1205-7436; #ISBN: 1-55137-750-9). 83 p.

Robert, É. C., L. Rochefort & M. Garneau. 1999. Natural revegetation of two block-cutting post-mined peatlands in eastern Canada. Journal Canadien de Botanique 77: 447-459.

Rochefort, L., S. Campeau & J.-L. Bugnon. 2002. Does prolonged flooding prevent or enhance regeneration and growth of *Sphagnum*? Aquatic Botany 74: 327-341.

Annexe 1 : Résumé des travaux à la station expérimentale de Shippagan

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Rapport Bryophyta							
Caractérisation du site et recommandation des zones d'études	X						
Méthode de préparation du terrain							
Aménagement permettant l'accès au site		X	X	X			X
Débroussaillage		X	X			X	X
Préparation des bassins / récolte du matériel / introduction de sphaigne dans les bassins / protection des sphaignes		X	X	X		X	X
Installation de contrôles hydrologiques		X		X			
Suivi hydrologique					X	X	X
Agrandissement de la station de culture de sphaigne		X		X		X	X
Détermination de la périodicité des cycles de production de sphaigne							
Établissement de la végétation			X	X	X	X	X
Accumulation de la biomasse					X	X	X
Productivité du tapis de sphaigne					X	X	X
Taux de décomposition					X	X	X
Expériences connexes							
Utilisation de la fibre de sphaigne dans les substrats de croissance		X	X				
Effet de la fertilisation sur la croissance des bryophytes			X	X	X		
Utilisation de la sphaigne cultivée pour la restauration de tourbières abandonnées					X	X	X
Effet des structures sur la croissance des sphaignes (R. Pouliot)					X	X	X
Effet des structures sur la croissance des sections *Sphagnum* et *Acutifolia* (H. Picard)						X	X
Croissance de la section *Sphagnum* selon différents conditionnement (H. Picard)						X	X
Contrôle des plantes vasculaires						X	X

Annexe 2 : Contributions des compagnies et collaborateurs au projet de culture de sphaigne

Compagnie de Tourbe FPM ltée

En 2004, 2005, 2006, 2007 et 2008 la compagnie a participé à la mise en place des expériences à la station expérimentale. Elle a fournit différents types de machinerie (tracteurs, camions, épandeur à fumier latéral, fraiseuse verticale, etc.) et exécuté une partie des travaux sur le terrain. Elle a également fourni des ballots de paille et des piquets. Elle a assuré le transport du matériel végétal qui recouvrait les bassins en dehors de la tourbière à l'automne 2005. Elle a construit des ponceaux et des trottoirs de bois et amélioré l'état du chemin d'accès en 2005 et 2006. En 2008, elle a assuré le transport de l'épandeur à fumier latéral de Pokeshaw à la station expérimentale.

Institut de recherche sur les zones côtières inc. (IRZC)

Une réunion stratégique a eu lieu le 7 juillet 2005 à l'Institut de recherche sur les zones côtières à Shippagan. Line Rochefort, Jonathan Price, Mike Waddington, Luc Miousse, Stéphanie Boudreau, Claudia St-Arnaud, Roxane Andersen et Rémy Pouliot (GRET), Jean-Yves Daigle (IRZC) ainsi que Markus Thormann, chercheur spécialiste en mycologie et en pathologie forestière (Ressources naturelles Canada) étaient présents. Au printemps 2005, Line Rochefort, Luc Miousse, Claudia St-Arnaud, Jean-Yves Daigle et Markus Thormann ont également participé à un atelier sur la culture de sphaigne à Bremen, en Allemagne. L'IRZC s'est de plus impliqué dans la planification de l'atelier de transfert technologique à Shippagan en 2007.

La Mousse acadienne ltée

Depuis 2004, la compagnie Mousse Acadienne s'implique chaque année dans la mise en place des expériences par le prêt de machinerie (excavatrice, tracteurs, charrette, etc.), la réalisation de travaux et l'amélioration du chemin d'accès. Elle a également fabriqué sept systèmes de contrôle du niveau d'eau et des ponceaux. De plus, elle a fournit des piquets et de l'équipement (raquettes, perceuse, etc.) à l'équipe de l'Université Laval.

Ministère des Ressources naturelles du Nouveau-Brunswick

Le Ministère des Ressources naturelles du Nouveau-Brunswick (MRN) a procédé en 2003 à des relevés topographiques sur la zone d'étude. En 2006, il a fourni deux panneaux indicatifs

expliquant les activités qui ont lieu à la station expérimentale. En 2007, un employé du MRN s'est joint à l'équipe pour aider aux travaux de recherche durant une période de dix jours.

Sun Gro Horticulture Inc.

La compagnie Sun Gro Horticulture Inc. a participé à l'installation des expériences de 2004 à 2008 en mettant à notre disposition de la machinerie (excavatrices, tracteurs, charrette, argo, véhicule tout terrain, épandeur à fumier latéral, etc.) et en réalisant plusieurs travaux sur le terrain. En 2005, elle a effectué des travaux d'amélioration du chemin d'accès et a procédé au retrait des arbres sur le secteur des terres de la Couronne. En 2006, elle a acheté et remplacé le tuyau reliant le secteur de Sun Gro Horticulture et le canal municipal. En 2007, elle a participé à la mise en place de l'expérience visant l'utilisation des sphaignes de la station expérimentale pour la restauration des tourbières abandonnées et en 2008 elle a également fourni du matériel (fertilisant, paille, etc.) pour cette expérience.

Premier Horticulture

La compagnie Premier Horticulture a prêté et transporté de la machinerie (herse) sur le site de Shippagan en 2003.

ASB Greenworld Ltd.

La compagnie ASB Greenworld Ltd. a acheté des matériaux lors de la mise en place des expériences de culture de sphaigne.

Utilisation de fibres de sphaigne dans les substrats de croissance

Les compagnies de tourbe se sont également impliquées dans les expériences qui ont eu lieu à l'Université Laval sur l'utilisation des sphaignes dans les substrats horticoles : **Sun Gro Horticulture Inc.** a effectué le séchage et la manutention des sphaignes, **Premier Horticulture** a donné de la tourbe et les **Tourbières Berger Inc.** ont fourni des sacs de chaux.

Annexe 3 : Affiche présentée dans le cadre de l'*International Symposium on Growing Media* (Anger, France) à propos de l'utilisation de la fibre de sphaignes dans les substrats horticoles.

Developing new substrates with Sphagnum fibres

Philippe Jobin[1], Jean Caron[2], Line Rochefort[1], Blanche Dansereau[1]

[1]Département de phytologie, Université Laval, Pavillon Comtois, Québec, Québec, G1K 7P4, Canada,
[2]Département des sols et génie agroalimentaire, Université Laval, Pavillon Envirotron, Québec, Québec, G1K 7P4, Canada

Introduction

New experiments are on going to commercially produce *Sphagnum* fibres. The fibres obtained possess very valuable properties and could be used to improve low quality peat and/or substitute mix components such as aggregates. The peat industry is seeking methods to valorise brown peat and sieving is already used by some companies. Valorisation of low quality peat would reduce the pressure on peatlands. Moreover, perlite is an expensive component that is widely used in commercial mixes. Its substitution by *Sphagnum* fibre, while maintaining the mixes quality, would participate to lower the production cost of peat companies.

Objectives

The objectives of this study were 1) to enhance the value of brown peat by adding Sphagnum fibres and/or removing fine particles and 2) to replace perlite by Sphagnum fibres in commercial mixes.

Material and methods

•Sphagnum fibre (SF) was obtained from a naturally restored bog in Shippagan, New Brunswick. The 15 cm top layer of *Sphagnum magellanicum* moss was manually collected and air-dried. The SF was then sieved to obtain particle size ranging from 1 to 5 mm of diameter.

•Brown sphagnum peat (BRSP) (H5 on the von Post scale) and blond sphagnum peat (BSP) (H3 on the von Post scale) from Premier Horticulture peatland (St-Henri de Lévis and Pointe-Lebel , Québec) were sieved to remove the particles over 5 mm. Half of that brown sphagnum peat stock was sieved (SBRSP) again to remove the fine particles below 1 mm.

•The following 9 substrates were then prepared:

1. 100% BRSP : 0% SF
2. 85% BRSP: 15% SF
3. 70% BRSP: 30% SF
4. 100% SBRSP: 0% SF
5. 85% SBRSP: 15% SF
6. 70% SBRSP: 30% SF
7. 70% BSP : 30% perlite
8. 70% BSP: 15% perlite and 15% SF
9. 70% BSP: 30% SF

•All substrates' pH were adjusted to 5.5 using limestone. A peat-light fertiliser was also added before plantation to avoid micronutrient deficiencies.

•In the spring 2004, *Pelargonium x hortorum* "Kim" and *Petunia x hybrida* "Wave" plants were grown into 15 cm pots and plug trays respectively in two separate experiments. Plants were given a constant liquid feed using a soluble fertilizer 15-15-18 (Plant-Prod Québec, Québec), providing 250 mg/L of N at each watering. At the end of the experiment, shoots and roots were harvested and dried at 70ºC to determine dry biomass.

•The following substrates' properties were measured at the begening and at the end of the experiment: Air-filled porosity (θ_a), easily available water (**EAW**), saturated hydraulic conductivity (K_s), pH and electrical conductivity (**EC**).

•The experimental designs were completely randomized with 6 repetitions for a total of 54 experimental units. Treatment effects were evaluated using an analysis of variance and a multiple comparison test (LSD 0.05) using the Statistical Analysis System (SAS Institute, Raleigh, NC).

Results and discussion

Impact of sieving and SF on physical properties

•SBRSP had a higher air-filled porosity and hydraulic conductivity but had a lower water retention compared to BRSP and BSP. These differences last throughout the cultivation period.

•When SF were added to peat, it increased water retention for all peat types. It also increased hydraulic conductivity of BRSP and SBRSP but had no effect on BSP. Moreover, SF had no impact on air-filled porosity of BRSP while reducing it for SBRSP and BSP.

•The effects of SF disappeared during the cultivation period, except for water retention which remained slightly higher in BRSP and SBRSP.

Crop yield and substrates

•The growth of *Pelargonium* was unaffected by SF addition, except for the top biomass which was slightly lower with 15% SF added to BRSP.

•*Petunia* top biomass was increased with 30% SF addition into SBRSP and root biomass was also increased with 30% SF addition to BRSP and SBRSP.

•Plant growth was better correlated with initial physical properties, i.e. EAW for *Pelargonium* top dry biomass and K_s for *Pelargonium* and *Petunia* root dry biomass.

Table 1 : Initial and final physical properties of substrates.

	Initial			Final		
Treatments	θ_a ($cm^3.cm^{-3}$)	EAW ($cm^3.cm^{-3}$)	K_s ($cm.s^{-1}$)	θ_a ($cm^3.cm^{-3}$)	EAW ($cm^3.cm^{-3}$)	K_s ($cm.s^{-1}$)
1	0.198^{cd}	0.309^{e}	0.104^{f}	0.242^{cd}	0.226^{cde}	0.362^{fg}
2	0.205^{c}	0.343^{d}	0.193^{e}	0.252^{bc}	0.250^{abcd}	0.397^{efg}
3	0.211^{c}	0.358^{cd}	0.306^{cd}	0.228^{cde}	0.278^{a}	0.334^{fg}
4	0.283^{a}	0.250^{f}	0.565^{b}	0.309^{a}	0.198^{e}	0.668^{cd}
5	0.247^{b}	0.292^{e}	0.528^{b}	0.277^{ab}	0.231^{cd}	0.571^{de}
6	0.277^{a}	0.315^{e}	0.950^{a}	0.284^{ab}	0.220^{de}	0.516^{def}
7	0.194^{cde}	0.375^{c}	0.224^{de}	0.188^{f}	0.252^{abc}	0.238^{g}
8	0.174^{de}	0.408^{b}	0.192^{e}	0.208^{def}	0.265^{ab}	0.262^{g}
9	0.139^{f}	0.453^{a}	0.221^{de}	0.199^{ef}	0.276^{a}	0.226^{g}
Probability	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001

Table 2 : Top and root dry biomass of Pelargonium x hortorum "Kim" and Petunia x hybrida "Wave".

	Pelargonium		Petunia	
Treatments	Top biomass (Grams)	Root biomass (Grams)	Top biomass (Grams)	Root biomass (Grams)
1	28.73^{ab}	2.67^{bc}	7.32^{abcd}	1.07^{d}
2	24.32^{c}	2.18^{c}	6.35^{d}	1.03^{d}
3	25.58^{bc}	2.90^{bc}	7.08^{bcd}	1.43^{bc}
4	26.29^{bc}	3.28^{ab}	6.92^{cd}	1.25^{cd}
5	26.18^{bc}	2.80^{bc}	7.20^{abcd}	1.14^{cd}
6	28.94^{ab}	3.09^{ab}	8.28^{a}	1.59^{ab}
7	30.81^{a}	2.53^{bc}	7.69^{abc}	1.09^{d}
8	28.03^{ab}	2.30^{c}	7.81^{abc}	1.01^{d}
9	28.57^{ab}	2.63^{bc}	8.18^{ab}	1.13^{cd}
Probability	0.013	0.01	0.027	0.001

Table 3 : Pearson's correlation coefficients between plant growth parameters and substrate physical properties.

	Initial properties			Final properties		
Variable	K_s	θ_a	EAW	K_s	θ_a	EAW
Pelargonium top dry biomass	-0.03	-0.21	**0.29**	-0.12	0.02	0.00
Pelargonium root dry biomass	**0.39**	0.28	-0.23	—	—	—
Petunia top dry biomass	0.15	-0.08	0.22	—	—	—
Petunia root dry biomass	**0.36**	0.11	-0.04	—	—	—

Note: The bolded values are significant to 0.05

Conclusions

•The best yields were obtained with SBRSP and 30% SF addition and with BSP with or without SF. Yields were best correlated to EAW.

•Removal of fine particles from BRSP seems very promising with 30% SF addition.

•SF can partially or completely replace perlite in BSP mixes.

Acknowledgements

The authors thank the Canadian Sphagnum Peat Moss Association (CSPMA) and the Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada (NSERC) for their financial support.