Guide de restauration des tourbières

Récolte du matériel végétal et gestion des sites donneurs

François Quinty, Marie-Claire LeBlanc et Line Rochefort

Octobre 2019

Publié en partenariat par

Avec la participation financière de

Développement économique Canada pour les régions du Québec

Canada Economic Development for Quebec Regions

Crédits photos

Sun Gro Horticulture: couverture, Fig. 1 ;
Premier Tech Horticulture : Fig. 2 ;
GRET/PERG : p. 6, Fig 3, Fig. 6, couverture arrière ;
F. Quinty : Fig. 4, Fig. 7, Fig. 8.

Ce document devrait être cité comme suit

Quinty, F., M.C. LeBlanc et L. Rochefort. 2019. Guide de restauration des tourbières - Récolte du matériel végétal et gestion des sites donneurs. GRET, CSPMA et APTHQ. Québec, Québec.

TABLE DES MATIÈRES

Introduction 3

Méthode de transfert de la couche muscinale 4

Choix du site donneur 5

- Communautés végétales 5
- Dimensions du site donneur 8
- Types de sites donneurs 9
- Aménagement d'un site donneur 11

Récolte du matériel végétal 12

- Procédure générale pour la récolte du matériel végétal 12
- Profondeur de la récolte 14
- Récolte du matériel végétal sur sol gelé 15

Entreposage du matériel végétal 19

Ressources, temps et coûts 19

Régénération des sites donneurs 20

Restauration de fen 21

Résumé 22

INTRODUCTION

Le présent fascicule a été préparé afin de rendre disponibles les connaissances acquises sur la gestion des sites donneurs et la récolte du matériel végétal depuis la parution du *Guide de restauration des tourbières, 2e édition* en 2003[1]. Il s'adresse principalement à l'industrie de la tourbe horticole, incluant les producteurs qui ont la certification[2] *Veriflora*® et qui doivent prendre certaines mesures quant aux sites donneurs. Il constitue une mise à jour et remplace la section du guide paru en 2003 qui portait sur la récolte des plantes (p. 39 à 48 dans la version française), et il met l'accent sur la sélection et la gestion des sites donneurs. Les nombreux travaux de restauration réalisés depuis 2003 ont révélé l'importance de ces éléments pour le succès de la restauration.

[1] Quinty, F. et L. Rochefort. 2003. Guide de restauration des tourbières, deuxième édition. Association canadienne de mousse de sphaigne et ministère des Ressources naturelles du Nouveau-Brunswick. Québec, Québec.

[2] Les mots soulignés réfèrent à un encadré.

Le fascicule débute par un court rappel de la méthode de transfert de la couche muscinale, puis il propose des recommandations pour choisir un site donneur. Il décrit ensuite la façon de récolter le matériel végétal puis le temps et les ressources nécessaires pour mener cette opération.

Le fascicule s'applique avant tout à la restauration des tourbières dominées par les sphaignes (bogs et fens pauvres). Cependant, des informations concernant la restauration de fens (tourbières dominées par les carex et les mousses de fen) sont mentionnées à la fin du document.

CERTIFICATION

La certification *Veriflora® Gestion responsable des tourbières* comporte des obligations quant aux sites donneurs et à leur gestion. Un producteur de tourbe horticole certifié doit, entre autres, démontrer qu'il a identifié un ou des sites donneurs représentant au moins 10 % de la surface en production. Dans les cas où le ou les sites donneurs représentent moins de 10 % des zones en production, le producteur doit fournir une justification démontrant qu'il y a suffisamment de diaspores pour la restauration, par exemple par l'utilisation du matériel végétal de secteurs qui seront ouverts, ou par l'utilisation répétée d'un site donneur.

Les sites donneurs doivent avoir les caractéristiques suivantes :

- ne pas être situés dans une zone à grande valeur écologique ;
- peuvent inclure des sites donneurs déjà utilisés ou des sites de culture de sphaigne ;
- peuvent être inclus dans les zones tampons ;
- doivent présenter une composition en espèces propice aux objectifs de restauration ;
- doivent fournir des diaspores en quantité et en qualité (viabilité) suffisantes.

Concernant ce dernier point, le producteur est tenu d'évaluer la quantité et la qualité des diaspores du site donneur de façon régulière. Si l'évaluation révèle que la quantité ou la qualité est insuffisante, le producteur doit prendre des mesures pour agrandir le site donneur ou sélectionner d'autres sites.

À l'exception des cas où le matériel végétal est prélevé d'un secteur en cours d'ouverture, le producteur doit gérer les sites donneurs de manière à assurer la viabilité continue de la végétation et de la composition en espèces du site.

MÉTHODE DE TRANSFERT DE LA COUCHE MUSCINALE

La méthode de transfert de la couche muscinale (MTCM) développée par le Groupe de recherche en écologie des tourbières (GRET) se base sur la réintroduction active d'espèces végétales de tourbières et la gestion hydrologique. La méthode a été utilisée dans plus d'une centaine de projets de restauration au Canada ainsi que dans plusieurs autres pays. Selon une récente étude[3], elle permet le retour de plus de 80 % des espèces qui forment le matériel végétal et limite à seulement 3 % à 6 % le recouvrement en espèces non associées aux tourbières sur les sites restaurés. De plus, le suivi de la végétation à long terme (> 10 ans)

[3] GRET, manuscrit soumis.

montre une diminution de ces espèces avec le développement du tapis muscinal. Le succès de la méthode de transfert de la couche muscinale est largement lié à la qualité des opérations de restauration, ainsi qu'aux conditions météorologiques et hydrologiques dans lesquelles elle est appliquée. Elle inclut les opérations suivantes :

- Planification ;
- Préparation du site (nettoyage des surfaces, bris de la croûte biologique, nivellement, formation de terrasses pour un remouillage uniforme, création de mares, etc.);
- Récolte de matériel végétal sur un site donneur ;
- Épandage du matériel végétal et des diaspores ;
- Épandage d'un paillis ;
- Fertilisation ;
- Remouillage par le blocage du système de drainage ;
- Suivi des sites restaurés.

Le présent fascicule se concentre sur l'étape de la récolte des plantes sur un site donneur.

MATÉRIEL VÉGÉTAL ET DIASPORES

La méthode proposée pour la récolte des plantes entraîne le prélèvement de tout le tapis de mousse qui forme la surface d'un site donneur. Ce mélange, qui comprend tout ce qui se trouve à la surface, est appelé « matériel végétal » et contient des diaspores de plantes.

Les diaspores sont toutes les parties d'une plante qui peuvent donner un nouvel individu. Elles comprennent les graines et les spores (les « graines » des mousses), mais aussi les racines, les tiges, les feuilles, les branches, etc.

CHOIX DU SITE DONNEUR

La première étape de la récolte des plantes consiste à trouver un site donneur de dimensions appropriées qui renferme les communautés végétales recherchées. En effet, les deux facteurs qui ont une importance capitale lorsque vient le temps de choisir un site donneur sont **la composition des communautés végétales** présentes sur le site donneur et ses **dimensions**. On doit aussi considérer l'accès au site surtout si on prévoit y **récolter des diaspores à plus d'une reprise**.

Communautés végétales

La composition des communautés végétales du site donneur joue un rôle primordial dans le succès de la restauration. Si la végétation d'une tourbière semble, à première vue, composée d'un couvert de mousses plus ou moins homogène, elle est en réalité très diversifiée. Pour les besoins de la restauration, les sphaignes doivent être l'élément dominant de la végétation du site donneur parce qu'elles sont largement responsables des particularités uniques de ces écosystèmes et de l'accumulation de la tourbe. Ce ne sont toutefois pas toutes les espèces de sphaignes qui sont utiles à cette fin. Les espèces qui forment les buttes et les platières, telles que *Sphagnum fuscum*, une petite espèce brune, et *Sphagnum rubellum*, de

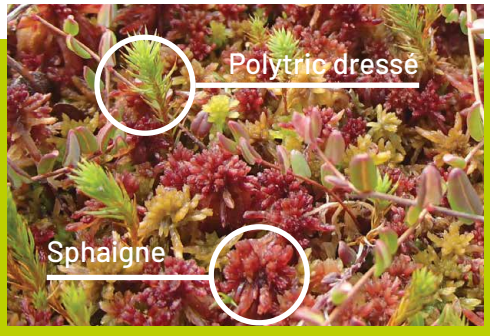
couleur rouge, sont celles qui offrent le meilleur potentiel pour l'établissement du tapis muscinal. À l'inverse, les sphaignes vertes et allongées sont souvent associées aux milieux plus humides ou franchement aquatiques et sont à éviter.

En plus des sphaignes, le matériel végétal doit aussi contenir des espèces de plantes pionnières telles que le polytric. Même si cette mousse ne se trouve qu'en faible quantité, sa présence est importante parce que quelques plants suffisent à produire une multitude de spores qui sont conservées dans le tapis de mousse et qui vont germer lors de la restauration. La présence d'arbustes du groupe des éricacées, de conifères ou d'autres plantes vasculaires importe peu pourvu que la composition du tapis de mousse soit adéquate.

L'utilisation d'un site donneur de mauvaise qualité, c'est-à-dire ne comprenant pas les communautés de mousses appropriées, aura un impact direct sur les résultats de la restauration et, par conséquent, pourra ralentir le processus de restauration, voire entrainer une perte d'argent et d'effort.

SPHAIGNES

Les sphaignes sont des plantes invasculaires de la famille des mousses. Elles ont la particularité d'être des « espèces ingénieures », c'est-à-dire qu'elles contribuent à modifier leur environnement de façon à créer elles-mêmes les conditions dont elles ont besoin. Elles ont, par exemple, la capacité de retenir des quantités phénoménales d'eau comparativement à leur poids ainsi que d'acidifier le substrat, ce qui permet la mise en place d'un milieu humide et acide où les autres espèces s'établissent difficilement et où la décomposition est ralentie. C'est d'ailleurs cette capacité à résister à la décomposition qui en fait une plante particulière. Dans les tourbières boréales, l'accumulation de matière organique composée en grande partie des sphaignes forme la tourbe, un substrat unique autant du point de vue écologique qu'en tant que matière première pour la préparation de substrats de culture.



POLYTRIC

Le polytric dressé *(Polytrichum strictum)* est une mousse pionnière qui joue un rôle particulièrement important dans la restauration des tourbières, puisqu'il a la capacité de stabiliser la surface de tourbe et d'y créer des conditions microclimatiques favorables à l'établissement de la sphaigne. Il se propage rapidement lorsque fertilisé avec du phosphore et il tolère les périodes de sécheresse. Il est considéré comme une espèce-compagne car il supporte et permet la croissance d'autres végétaux. Il est fortement recommandé de choisir des sites donneurs qui en contiennent, ou encore, d'en incorporer au matériel végétal.

Les communautés végétales recherchées doivent recouvrir la surface entière du site donneur. Le fait d'introduire des espèces de sphaignes et de mousses inappropriées, ou pas de mousses du tout, peut occasionner l'échec de la restauration. Pour s'assurer que le site donneur soit occupé par les bonnes communautés végétales, on peut utiliser le *Guide pratique d'identification des plantes de tourbières ombrotrophes du Québec*[4] pour identifier les espèces indicatrices (tableau 1). Il peut s'avérer utile de recourir aux services d'un spécialiste (botaniste, biologiste ou autre) pour identifier et délimiter les sites donneurs potentiels pour une tourbière donnée.

Tableau 1. Espèces indicatrices pour la restauration de tourbières à sphaignes

ESPÈCES INDICATRICES D'UN SITE DONNEUR ADÉQUAT	ESPÈCES INDICATRICES D'UN MAUVAIS SITE DONNEUR
Les sphaignes	
Dominance des espèces croissant sur les buttes ou platières : *Sphagnum angustifolium* *Sphagnum capillifolium* *Sphagnum flavicomans* (provinces maritimes) *Sphagnum fuscum* *Sphagnum magellanicum* *Sphagnum rubellum* *Sphagnum warnstorfii* (ouest du Canada)	**Dominance des espèces croissant dans les zones mouillées ou aquatiques (sphaignes souvent vertes ou jaunâtres) :** *Sphagnum fallax* *Sphagnum cuspidatum* *Sphagnum papillosum*
Les autres mousses et lichens	
Polytrichum strictum	**Espèces forestières ou de milieux secs dont :** *Pleurozium schreberi* *Hylocomnium splendens* Lichens
Les arbres et arbustes	
Picea mariana (petites épinettes noires) *Chamaedaphne calyculata*	*Andromeda polifolia*
Autres éléments	
Dominance de buttes et de platières de sphaignes avec ou sans arbres Tapis de mousses continu	Dominance de plantes graminoïdes Couvert d'éricacées dense et haut (> 50 cm) avec un sol couvert de litière (feuilles mortes) et peu de mousses

[4] Hähni, M. et R. Pouliot. 2011. Guide pratique d'identification des plantes de tourbières ombrotrophes du Québec. APTHQ. Rivière-du-Loup, Canada.

Dans l'est du Canada, les sites donneurs qui répondent aux caractéristiques énumérées précédemment sont généralement dénudés d'arbres, ce qui facilite les opérations et la circulation de la machinerie. Dans les provinces des Prairies, les tourbières peuvent comporter un couvert d'épinette noire relativement dense et les techniques de récolte de diaspores doivent être adaptées afin de pallier les difficultés que la présence d'arbres peut causer.

Il est préférable de favoriser les sites donneurs situés le plus près possible (et même adjacents) des sites à restaurer, ce qui réduit la distance de transport et de dégagement d'un chemin d'accès pour la machinerie. De la même façon, choisir de récolter les diaspores dans plusieurs secteurs de plus petite taille au couvert arboré clairsemé plutôt que dans un seul site densément boisé peut simplifier la récolte, mais augmenter considérablement le temps de transport et de déplacement.

Dans certains cas, les arbres peuvent être récoltés et transportés hors du site donneur préalablement ou en même temps que la collecte de diaspores. Selon la densité, ils peuvent être coupés en utilisant de l'équipement spécialisé ou encore retirés à l'aide d'excavatrices lors de la collecte de la couche muscinale. Les arbres n'ont généralement pas de valeur commerciale compte tenu de leur petite taille, mais ils peuvent être utilisés pour la construction de chemins ou de ponceaux.

Dans certains cas, les arbres ont été déchiquetés et incorporés au matériel végétal, ce qui a donné des résultats satisfaisants. Ces travaux ont été effectués sur sol gelé et un broyeur (« *mulcher* ») monté sur un tracteur a été utilisé pour hacher sans distinction les arbres et le tapis végétal. Le matériel issu de cette opération est toutefois différent de celui normalement utilisé puisqu'il comprend une large part de copeaux de bois. Il s'agit d'une méthode rapide et efficace du point de vue des opérations pour les tourbières plus boisées de l'intérieur du continent.

Dimensions du site donneur

La taille de la zone de récolte est très importante puisqu'elle détermine la quantité de matériel végétal disponible pour la restauration. Le GRET a mené plusieurs expériences pour déterminer la bonne quantité de matériel végétal à réintroduire. Cette quantité doit être suffisante pour favoriser la formation rapide d'un nouveau tapis muscinal tout en limitant la surface de récolte, surtout que les sites donneurs occupent souvent une superficie réduite au sein d'une tourbière en production. Minimiser la superficie du site donneur contribue également à diminuer la quantité de matériel végétal à transporter ce qui limite les coûts, et à réduire l'impact sur les sites naturels.

La méthode qui a été développée pour évaluer la quantité de matériel végétal requise consiste à faire le rapport entre la surface de la zone de récolte et la surface du site à restaurer. En théorie, un rapport de 1:15 est approprié, mais en réalité on utilise plutôt des rapports de 1:10 à 1:12 pour compenser les pertes de matériel végétal, la difficulté de le ramasser et la présence d'arbres. Dans le cas des sites donneurs boisés, on devra compenser la perte de superficie associée à la base des arbres qui est fréquemment dénuée de mousses ou qui aura été perturbée par l'enlèvement des arbres.

Types de sites donneurs

En général, trois situations s'offrent en ce qui concerne le type de sites donneurs. On peut :

1. utiliser des secteurs de tourbière qui seront développés à plus ou moins brève échéance ;
2. utiliser des sites dédiés à cette fin qui pourront servir une fois ou plus ;
3. obtenir des diaspores provenant d'un site de culture de sphaigne.

1. Secteurs qui seront développés

Il est possible de prélever des plantes dans des secteurs en voie d'être préparés pour la récolte de tourbe ou qui le seront éventuellement. Cette option peut faciliter les travaux, notamment par un meilleur accès au site donneur, et minimiser les dommages causés aux tourbières naturelles. Elle permet de réduire les coûts en faisant d'une pierre deux coups puisque la végétation de surface doit être déchiquetée préalablement à la récolte de tourbe.

Comme il s'agit d'une future zone de récolte, il y a de bonnes chances qu'on y trouve les espèces de plantes recherchées en restauration, notamment un tapis de mousse presque complet composé des espèces de sphaignes de buttes et platières, et du polytric. Mais même dans cette situation, il demeure primordial de s'assurer que les espèces de plantes prélevées soient appropriées pour la restauration (tableau 1) et qu'elles soient encore bien vivantes. C'est particulièrement le cas des sites donneurs situés à proximité des planches utilisées pour la récolte de tourbe où les sphaignes pourraient être affectées par le drainage.

Il faut faire attention lorsqu'on récolte le matériel végétal sur des planches en ouverture qui ont déjà été drainées. L'utilisation d'une draineuse en « V » entraine l'expulsion et le rejet de tourbe sur le tapis de sphaignes jusqu'à quelques mètres de part et d'autre du fossé. Cette tourbe recouvre le tapis de sphaignes et peut réduire son potentiel de régénération, surtout si le drainage a été effectué depuis un certain temps. De plus, la récolte de cette tourbe, qui n'a aucune capacité de régénération, aura pour effet de diluer le matériel végétal et augmentera inutilement le volume de matériel à transporter et manipuler. Les sphaignes peuvent aussi être affectées par la baisse de la nappe phréatique causée par un fossé de drainage. Il est donc préférable de procéder à la récolte des plantes avant le drainage de nouvelles planches si les conditions le permettent, ou de limiter la récolte de matériel végétal à la partie centrale des planches après le creusage des fossés.

Par ailleurs, le drainage des fossés expose parfois les dépôts minéraux sous-jacents à la tourbe, ce qui peut entrainer l'établissement de plantes rudérales ou envahissantes. Lorsque ces espèces colonisent les planches adjacentes, elles diminuent la qualité du matériel végétal à récolter et augmentent le risque de transporter ces espèces sur les sites en restauration.

Il est aussi possible que des projets de développement locaux ou régionaux impliquent des travaux dans des tourbières qui comportent la destruction du couvert végétal. Une collaboration avec les autorités concernées pourrait permettre de récupérer les plantes si elles sont appropriées pour la restauration. De telles occasions permettent de diminuer les dépenses liées à la restauration et de limiter l'impact sur des tourbières naturelles.

2. Sites donneurs dédiés

Certains projets de restauration, notamment ceux de Bois-des-Bel au Québec et de Seba Beach en Alberta, ont démontré la possibilité de récolter du matériel végétal plus d'une fois sur un même site donneur. Lorsque les conditions le permettent, la végétation d'un site donneur se rétablit au point de reformer un tapis végétal complet et suffisamment épais après une période de 5 à 10 ans. Cette situation ouvre la porte à l'aménagement de sites donneurs dédiés qui pourront servir plus d'une fois durant la période que durera la récolte de tourbe sur une tourbière.

L'aménagement de sites donneurs dédiés comporte plusieurs avantages pour les producteurs de tourbe puisqu'il :

- assure une source de matériel végétal de qualité ;
- facilite les travaux de récolte des plantes ;
- réduit les coûts ;
- permet une meilleure planification de la restauration.

L'absence de sites donneurs représente un problème pour la restauration de plusieurs tourbières. C'est principalement le cas pour les tourbières qui ont été développées avant que la restauration entre dans les pratiques et que la réglementation des différentes provinces incite fortement ou oblige la restauration des tourbières. Identifier les sites donneurs avant l'ouverture d'une tourbière en faisant une caractérisation des communautés végétales représente une option avantageuse.

Les sites donneurs dédiés se localiseront généralement en bordure de la tourbière où la tourbe n'est pas assez épaisse pour permettre la récolte, ou dans des secteurs trop petits pour justifier l'ouverture de planches mais qui comportent les caractéristiques recherchées pour les sites donneurs. Dans ces cas, il est d'autant plus indispensable de s'assurer que la communauté végétale contienne les espèces recherchées en restauration (tableau 1) puisque le site est appelé à être utilisé plus d'une fois.

3. Diaspores provenant d'un site de culture de sphaignes

On peut également prévoir que des sites de culture de sphaignes puissent être utilisés lorsqu'ils parviendront à maturité, c'est-à-dire quand ils auront un couvert végétal suffisamment épais dominé par les sphaignes. En effet, une récente étude[5] a déterminé que le matériel végétal issu d'un tapis de sphaignes cultivées ayant une couverture complète en capitules de sphaigne et ayant atteint une épaisseur de 5 cm est aussi efficace pour la restauration que celui récolté dans des sites naturels. Avec un volume inférieur (un tapis de 5 cm d'épais comparativement à un tapis de 10 cm tel que recommandé ci-dessous), le matériel cultivé a procuré un recouvrement et une diversité d'espèces de plantes similaires à ceux de sites restaurés avec des diaspores provenant de tourbières naturelles.

Un tel tapis de sphaignes de 5 cm peut être généré en 3 à 4 ans si le site de culture est équipé d'un système d'irrigation et de drainage adéquat. Si la culture de la sphaigne vise spécifiquement l'approvisionnement de matériel végétal, il est recommandé de préparer le site en fonction des espèces recherchées pour la restauration (tableau 1).

[5] Hugron, S. et L. Rochefort (2018). *Sphagnum* mosses cultivated in outdoor nurseries yield efficient plant material for peatland restoration. Mires and Peat 20: 1-6.

Ce type de site donneur peut s'avérer fort avantageux si on se trouve dans une région où les tourbières ou fragments naturels sont plutôt rares ou protégés, ou pour les tourbières à restaurer éloignées des sites donneurs pour lesquelles les coûts de transport sont élevés.

Aménagement d'un site donneur

Il est profitable de réaliser certains aménagements sur un site donneur afin de faciliter les travaux et réduire les coûts de la restauration.

- **Déboisement :** Arracher ou couper au ras du sol les arbres, même petits, facilitera le travail et le déplacement de la machinerie. Par contre, cette mesure augmente les coûts reliés à l'étape de la récolte des plantes. Si on prévoit réutiliser le site, le déboisement pourra augmenter la surface utilisable si les mousses colonisent l'espace occupé par les arbres. L'utilisation d'un « *mulcher* » pour déchiqueter la surface (incluant des arbres), comme c'est couramment le cas en Alberta, permet aussi d'aménager des sites donneurs dédiés.
- **Aménager un accès :** Les sites propices à la récolte des plantes se situent fréquemment en bordure de la tourbière au-delà du fossé de drainage périphérique. Il peut être avantageux d'installer un ponceau permanent à un endroit stratégique donnant accès à un ou plusieurs sites donneurs. On peut aussi aménager une voie de circulation qui sera en mesure de supporter la machinerie en faisant un lit de branches ou de troncs d'arbres, préférablement en bordure d'un fossé où les conditions sont déjà plus sèches.
- **Éviter les dommages aux plantes et au sol :** Le matériel végétal, surtout lorsqu'il est gorgé d'eau, est lourd ce qui peut provoquer l'enlisement des remorques et endommager le sol en créant des trous, en plus de compliquer les opérations. Dans ces conditions, le réflexe consiste évidemment à contourner ce trou, quitte à en créer un second. Une telle situation affecte sévèrement le site donneur qui demeurera plus sensible à l'enlisement en raison des dommages aux racines des arbustes qui procurent le support pour la machinerie. Dans ces conditions, le couvert de végétation prendra plus de temps à se reformer, ce qui rendra le site donneur inutilisable pour une plus longue période. La récolte au printemps sur sol gelé permet de minimiser les dommages au sol et de préserver le système racinaire des arbustes (voir la section *Récolte des plantes au printemps sur sol gelé*).
- **Contrôler les conditions hydrologiques :** Les sites donneurs localisés en bordure des tourbières sont souvent affectés par le drainage, notamment par la présence d'un fossé principal périphérique. À mesure que les conditions s'assécheront sous l'effet du fossé de drainage, la communauté végétale perdra les propriétés qui en font un site favorable. Un meilleur contrôle de la nappe phréatique dans ces sites, par exemple en conservant une zone tampon entre le site donneur et le fossé de drainage, favoriserait le maintien des conditions recherchées.

RÉCOLTE DU MATÉRIEL VÉGÉTAL

Procédure générale pour la récolte du matériel végétal

La récolte du matériel végétal consiste simplement à prélever et amasser la couche supérieure (premiers 10 cm) du tapis végétal du site donneur (figures 1 à 4). Le matériel est parfois déchiqueté sur place à l'aide d'un rotoculteur ou encore d'un broyeur forestier (« *mulcher* »). Une autre stratégie consiste à amasser le matériel sans le fragmenter puis à l'empiler jusqu'à son utilisation finale. Certains équipements sont recommandés pour ces opérations, mais d'autres ne donnent pas d'aussi bons résultats comme l'illustre le tableau 2.

Le matériel végétal idéal est composé de fragments d'un à quelques centimètres de long, complètement détachés les uns des autres ou formant encore des petits morceaux du tapis muscinal. Les fragments bien détachés se répandent plus aisément et donnent de meilleurs résultats, plus uniformes, que des amas de mousses non déchiquetés. Cependant, il est important de ne pas briser les plantes en trop petits morceaux ou au point d'obtenir une bouillie ; la taille idéale des fragments se situe entre 1 et 3 cm. Si on déchiquette le matériel sur place, il faut ajuster la méthode de récolte selon les équipements utilisés pour obtenir le matériel désiré. Par exemple, le rotoculteur produira de trop grosses mottes si la vitesse de déplacement est trop élevée. Règle générale, les conditions qui prévalent (humidité, portance du sol, couvert d'arbres, distance à parcourir, saison de récolte) doivent être soigneusement évaluées afin d'utiliser les équipements les plus appropriés et de la bonne façon.

TAILLE DES FRAGMENTS

Toute partie de la portion supérieure (± 10 cm) d'une sphaigne peut former un nouvel individu. Des expériences effectuées en serre ont montré que même les fragments de 0,5 cm avaient le potentiel de former une nouvelle plante lorsque des conditions d'humidité optimales sont maintenues. Cependant, la végétation de surface ne devrait pas être coupée en de trop petits fragments afin de minimiser le stress occasionné aux plantes. Il ne faut pas oublier que le matériel végétal est constitué de matière organique vivante qui doit être manipulée avec soin.

Tableau 2. Liste des équipements utilisés en Amérique du Nord pour la récolte des plantes et leur efficacité.

DÉCHIQUETAGE DES PLANTES	
Rotoculteur *(rotovator)*	Donne de bons résultats, équipement recommandé.
Herse rotative « Frandent » *(rotary harrow)*	Donne de bons résultats, ne brise pas les plantes.
Hacheuse *(chopper)*	Brise les plantes en trop petits fragments à moins que le tracteur avance rapidement. À éviter.

Broyeur forestier *(mulcher)*	Déchiquette le tapis, les arbustes et même les arbres en petits fragments. Sa robustesse permet de l'utiliser sur les sites où les arbres sont de fort diamètre et pour la récolte sur sol gelé.
Excavatrice avec un godet large *(excavator with wide bucket)*	Permet une récolte uniforme lorsque le tapis est homogène. Il faut toutefois être très attentif à la profondeur de récolte.
Herse à disque *(disc harrow)*	Va trop en profondeur et ramasse du matériel végétal mort. À éviter.
Bouteur *(bulldozer)*	Donne de bons résultats pour la récolte du matériel végétal sur une surface gelée.
Niveleuse *(levelling auger)*	Récolte beaucoup de matériel végétal mort avec des racines et de grosses mottes de plantes. À éviter.
Benne *(clamshell bucket)*	Récolte du matériel végétal mort avec des racines et de grosses mottes de plantes. À éviter.
RAMASSAGE ET EMPILEMENT DES PLANTES	
Râteau et convoyeur pour le ramassage des racines	Donne de bons résultats sur les nouvelles planches en préparation.
Bouteur *(bulldozer)*	Donne de bons résultats pour l'empilement du matériel végétal sur une surface gelée.
Gratte *(blade)* **ou appareil similaire fixé à l'arrière du tracteur**	Donne de bons résultats pour l'empilement sur une surface gelée, mais offre moins de puissance qu'un bouteur pour pousser le matériel végétal.
Niveleuse *(levelling auger)*	Permet de placer le matériel végétal en andains.
Chargeuse *(front loader)*	Donne de bons résultats, surtout lorsque la benne est munie de dents, mais manque souvent de flottaison spécialement pour le chargement dans les remorques.
Benne *(clamshell bucket)*	Donne de bons résultats pour le chargement des plantes une fois empilées, mais lent pour ramasser et empiler les plantes.
Souffleuse à neige	Inappropriée, trop lourde, brise la végétation, laisse trop de matériel sur le sol. À éviter.

Figure 1. Rotoculteur utilisé pour déchiqueter les plantes lors de la récolte du matériel végétal.

Figure 2. Ramassage du matériel végétal après le passage du rotoculteur.

Figure 3. Récolte et ramassage avec une excavatrice avec godet large.

Figure 4. Ramassage avec une benne sur sol gelé, après empilage en andain.

Profondeur de la récolte

La profondeur de prélèvement du matériel végétal joue un rôle important dans le succès de l'établissement des plantes, particulièrement pour les mousses. Des expériences ont montré que le potentiel de régénération des fragments de mousses diminue considérablement avec la profondeur de récolte (figure 5). Quoique les tapis de sphaignes soient parfois très épais, seuls les 10 cm supérieurs ont la capacité de se régénérer. Du point de vue de la restauration, le fait de prélever du matériel végétal jusqu'à une profondeur de 20 cm peut donner l'impression de disposer d'une plus grande quantité de matériel végétal, mais en réalité, cela correspond à récolter, transporter et introduire 50 % de fragments morts. Étant donné les efforts et les coûts liés à la récolte, à la manipulation et au transport du matériel végétal, il est donc vivement recommandé de porter une attention particulière à la profondeur du prélèvement pour se limiter aux 10 premiers centimètres de la surface.

Certains sites présentent des surfaces planes et uniformes qui facilitent la récolte, mais la plupart des sites ont une surface inégale avec une alternance de buttes et de dépressions. Dans ce cas, le meilleur scénario consiste à se limiter à une profondeur de 10 cm sur les buttes lors du prélèvement des plantes et à ne pas se préoccuper de la végétation non déchiquetée qui demeure sur le site. Il s'agira habituellement des plantes situées au fond

des dépressions qui sont justement des espèces qui sont moins recherchées pour la restauration, comparativement à celles situées sur les buttes qui sont plus appropriées. L'utilisation d'un rapport de 1:10 à 1:12 entre la taille du site donneur et celle du site de restauration permet de tenir compte de ces surfaces qui ne sont pas récoltées.

Ne prélever que les 10 premiers centimètres de la végétation de surface a aussi l'avantage d'assurer un rétablissement plus rapide de la végétation sur les sites donneurs ; le système racinaire des arbustes et des plantes graminoïdes reste en place et les fragments de mousses qui y ont été laissés peuvent facilement se régénérer. La récolte des plantes doit néanmoins se faire avec le plus grand soin pour éviter les dommages et permettre le rétablissement ou l'usage répété d'un site donneur.

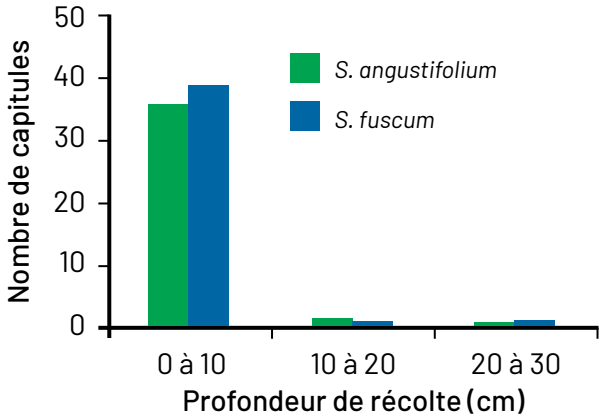


Figure 5. La capacité de régénération des diaspores de sphaigne diminue rapidement avec la profondeur de prélèvement. La capacité de régénération est estimée par le nombre de nouveaux capitules formés.

Récolte du matériel végétal sur sol gelé

Effectuer la récolte du matériel végétal au printemps offre plusieurs avantages découlant du fait que le sol est gelé. De tels travaux ont montré que les quatre éléments suivants reliés au travail sur sol gelé permettent une récolte efficace et améliorent le succès de cette opération :

1. le sol supporte mieux la machinerie ;
2. les surfaces uniformes et dures facilitent le ramassage du matériel végétal ce qui réduit considérablement les pertes ;
3. le gel prévient la récolte de matériel à une trop grande profondeur, ce qui maximise la proportion de matériel ayant un potentiel de régénération élevé ;
4. le sol gelé protège le site donneur des dommages occasionnés par la machinerie, notamment la formation d'ornières.

Les observations sur le terrain montrent que lorsque le prélèvement des plantes s'effectue sur un sol gelé, le système racinaire des plantes reste intact ce qui contribue au rétablissement rapide de la végétation sur les sites donneurs. Pour toutes ces raisons, il est maintenant établi que l'aménagement de voies d'accès et la récolte de diaspores sur sol gelé constituent une stratégie profitable.

AMÉNAGEMENT DES VOIES D'ACCÈS SUR SOL GELÉ

La récolte et le transport des plantes sont des opérations coûteuses, parce qu'elles demandent du temps et que les risques d'enlisement de la machinerie sont élevés. Un sol complètement gelé sur une profondeur adéquate prévient l'enlisement. Par contre, une voie gelée cahoteuse ralentit la circulation des tracteurs qui transportent les remorques chargées de matériel végétal et peut être à l'origine de bris de machinerie. Il est généralement avantageux d'aplanir ces chemins à l'automne, avant que le sol gèle.

Dans les provinces des Prairies, il est fortement recommandé d'effectuer la récolte des diaspores au printemps alors que le sol est encore gelé. Le couvert neigeux moins important que dans l'est du pays combiné à des températures froides permet facilement le gel du sol sur une profondeur adéquate. Par contre, le sol dégèle plus rapidement de sorte qu'il importe de bien planifier le calendrier des opérations afin de s'assurer de profiter de la courte fenêtre pendant laquelle le sol demeure gelé, alors que le couvert neigeux s'amincit.

Délimitation du site donneur

Il est indispensable de procéder à la délimitation du site donneur à l'automne précédant la récolte, lorsque les plantes sont visibles et facilement identifiables. Il faut aussi marquer le site et les voies d'accès avec des rubans ou des piquets pour qu'ils soient bien visibles même en présence d'une couche de neige. L'identification des éléments à éviter (ex. : mares, îlots de végétation non désirée ou à préserver) peut aussi être réalisée à ce moment.

Préparation et engel du site donneur et des voies d'accès

Un site donneur comprenant beaucoup d'arbres a tendance à accumuler une couverture de neige plus épaisse qui peut empêcher le sol de geler en profondeur. Dans ce cas, il vaut mieux éliminer des arbres avant l'hiver si on considère qu'il y a des risques que le sol n'ait pas gelé ou qu'il soit dégelé pendant les travaux. Cette observation s'applique aussi aux voies d'accès. Il faut porter attention à tout ce qui peut provoquer une accumulation de neige et nuire aux travaux, comme des empilements de tourbe en bordure des voies d'accès.

Malgré les hivers froids de l'Amérique du Nord, il est fréquent que le sol ne gèle pas complètement dans les tourbières naturelles. La présence d'une couverture de neige bien avant que la température du sol n'atteigne le point de congélation peut empêcher la formation d'une couche gelée suffisamment épaisse. C'est pourquoi il est recommandé d'appliquer certaines mesures pour que le sol du site donneur et des voies d'accès gèle sur une profondeur suffisante pour supporter la machinerie, spécialement dans la région des Maritimes où les températures sont plus tempérées.

La neige est un bon isolant parce qu'elle est remplie d'air. Pour permettre au gel d'atteindre le sol, la neige doit perdre ses propriétés isolantes. La méthode la plus facile et la moins coûteuse consiste à compacter la neige, idéalement juste avant une période de froid intense. Tout équipement disponible, tel que tracteur ou *bulldozer*, peut être utilisé pourvu qu'il puisse circuler et qu'il soit suffisamment lourd pour écraser la neige. Une motoneige peut aussi être utilisée lorsque la couverture de neige est trop profonde et que les tracteurs ne peuvent pas passer. Il est recommandé d'appliquer ces mesures aux sites donneurs ainsi qu'aux voies d'accès qui subiront des passages répétés de la machinerie lors de la récolte.

Selon les conditions météorologiques, il peut s'avérer nécessaire de compacter la neige à quelques reprises durant l'hiver de façon à obtenir une couche de gel assez épaisse.

Figure 6. Chemin d'accès gelé.

COMPACTER LA NEIGE

Il est étonnant de constater la superficie qu'un tracteur peut couvrir en seulement une heure et à un coût relativement bas. Comme les sites donneurs sont généralement de petites dimensions (1/10 de la superficie à restaurer), le compactage de la neige par un tracteur se fait rapidement. Les équipements plus lourds que les tracteurs compactent la neige de façon beaucoup plus efficace. Le coût de cette opération est faible comparativement aux avantages qu'elle procure durant la récolte des plantes au printemps.

Épaisseur de la couche gelée

Une couche gelée d'une épaisseur d'environ 15 cm est nécessaire pour supporter la machinerie. Ce nombre ne tient pas compte des 10 premiers centimètres qui sont enlevés par la récolte des plantes. Par conséquent, la surface devrait être gelée sur une profondeur de 25 cm. Cette valeur représente un minimum, car les travaux peuvent se prolonger sur une longue période de temps durant la fonte. Il est important de noter que l'épaisseur de la couche gelée peut varier considérablement sur un même site. Par exemple, il y a souvent une zone sans gel autour des bosquets d'arbres parce qu'ils accumulent de la neige. Les tourbières drainées gèlent beaucoup plus rapidement que les zones naturelles, ce qui signifie que les voies d'accès situées sur les surfaces drainées demandent moins de préparation.

Il est suggéré de prendre des mesures de l'épaisseur de gel à différents endroits sur le site donneur et sur les voies d'accès pour déterminer si la couche gelée est suffisamment épaisse.

Au printemps, le dégel se fait très lentement. Dans la région du Lac-Saint-Jean par exemple, le dégel peut progresser de 15 cm en 20 jours avec des températures journalières entre 10 °C et -3 °C.

Déneigement

Après un hiver où les précipitations de neige ont été abondantes, il peut être nécessaire de débuter la récolte des plantes avant que la neige ne soit complètement disparue et que les températures deviennent trop douces. Dans ce cas, il faut enlever la couverture de neige pour pouvoir débuter la récolte des plantes. La neige doit être enlevée de un à trois jours avant que la surface ne soit récoltée pour que la couche végétale de surface ait le temps de dégeler. L'usage d'une souffleuse à neige puissante est recommandé pour le déneigement car la neige devient très lourde au printemps. La souffleuse ne devrait jamais atteindre le sommet des buttes de sphaigne, car c'est là que se trouve le matériel végétal ayant le meilleur potentiel de régénération ; il vaut mieux laisser une couche de neige un peu plus épaisse qui fondra rapidement.

Ramassage et transport des plantes

La procédure pour la récolte des plantes au printemps est similaire à celle de l'automne, mais les travaux sont en général facilités par la présence d'un sol gelé. Des équipements plus lourds peuvent alors être utilisés ce qui augmente l'efficacité des opérations et peut faire diminuer les coûts. Cependant, il est préférable de tenir compte des considérations suivantes :

- Les buttes restent gelées longtemps et peuvent créer des conditions cahoteuses qui rendent plus difficile le travail de la machinerie.
- L'apport en eau provenant de la fonte rapide de la neige peut rendre le matériel végétal très liquide. Il devient alors plus difficile à ramasser ce qui occasionne une perte de matériel.
- Les tracteurs peuvent glisser sur les surfaces gelées et avoir de la difficulté à tirer de gros chargements de matériel végétal.
- La localisation des empilements de matériel végétal a une grande importance. Le matériel végétal peut contenir beaucoup de neige ou de glace qui fond lentement durant le printemps et l'été, ce qui crée des conditions de sol mou en périphérie des empilements. Pour cette raison, il est conseillé de mettre les empilements de matériel végétal sur des surfaces bien drainées et d'éviter les dépressions.

Figure 7. Rotoculteur sur sol gelé.

Figure 8. Mise en andain du matériel végétal récolté sur sol gelé.

ENTREPOSAGE DU MATÉRIEL VÉGÉTAL

Pour diverses raisons, il peut s'écouler un certain temps entre la récolte et l'épandage du matériel végétal de sorte qu'il est parfois nécessaire de l'entreposer pendant une période plus ou moins longue. Une fois récolté et empilé, le matériel végétal devrait être utilisé au cours de la même saison ou au plus tard pendant la saison de croissance suivante. Par exemple, les plantes récoltées le printemps devraient être utilisées au plus tard l'automne suivant, tandis que les plantes récoltées à l'automne devraient l'être durant l'été suivant. Après ce délai, le matériel (et tout particulièrement les plantes vasculaires) perd sa capacité à se régénérer. La saison de récolte a peu d'influence car le matériel récolté à l'automne et entreposé en empilements se régénère aussi bien que celui récolté au printemps.

RESSOURCES, TEMPS ET COÛTS

Les ressources nécessaires ainsi que le temps et le coût moyen des travaux ont été déterminés à partir des données provenant de projets de restauration menés en majeure partie par les producteurs de tourbe dans plusieurs régions du Canada. En restauration des tourbières, la récolte des plantes est l'opération qui demande le plus de temps et de ressources. Le temps requis est très variable et dépend principalement des conditions des sites donneurs où les travaux sont menés. On devra, par exemple, réduire la quantité de matériel végétal chargée dans les remorques et effectuer un plus grand nombre de déplacements si un site donneur est très humide ou si l'accès est difficile. Le temps requis pour transporter le matériel végétal dépend aussi de la distance entre le site donneur et le site de restauration. C'est pourquoi il est essentiel de planifier soigneusement les opérations de récolte des plantes et d'utiliser les techniques appropriées (récolter à la bonne profondeur, charger la bonne quantité pour éviter l'enlisement), de façon à réduire les coûts le plus possible. Cela veut aussi dire que les bons sites donneurs possèdent une grande valeur parce qu'ils permettent de réaliser ces opérations à moindre coût.

L'équipement utilisé lors de la récolte des plantes influence également le temps requis, puisque certains équipements sont plus efficaces que d'autres (tableau 2). Il est important d'appliquer les bonnes procédures et d'allouer des ressources adéquates pour cette opération de façon à minimiser les pertes de temps. Les chiffres fournis dans le tableau 3 correspondent au nombre d'heures moyen requis pour mener l'opération. Ainsi, un total de 9 heures peut comprendre l'utilisation de deux tracteurs équipés de remorques et d'une chargeuse pendant 3 heures chacun. Noter que les nombres et les surfaces (hectares) s'appliquent au site de restauration et non au site donneur.

La récolte des plantes au printemps nécessite des opérations supplémentaires reliées à la préparation du site donneur, soit le compactage de la neige pour faire geler le sol et le déneigement des sites donneurs et des voies d'accès, qui pourraient augmenter le temps requis pour les travaux de récolte. On considère que ces heures additionnelles peuvent être compensées par un gain d'efficacité lors du transport du matériel végétal sur sol gelé. Il faut moins de 2 heures pour compacter la neige sur une superficie d'un hectare et il faut environ 5 heures pour déneiger la même surface de 30 de 40 cm d'épaisseur de neige. Étant donné qu'un site donneur d'un hectare permet de restaurer un site de 10 à 12 hectares, le supplément occasionné par la conduite des travaux au printemps est négligeable lorsqu'on l'applique aux superficies restaurées. Il peut être avantageux d'agir ainsi étant donné que le travail tôt au printemps permet d'éviter des problèmes.

Tableau 3. Temps et matériel requis pour la récolte des plantes.

	Machinerie (h/ha)	Matériel ($/ha)
Déchiqueter les plantes	3	Pas de matériel spécifique requis
Ramasser et transporter les plantes	9,2	Pas de matériel spécifique requis
TOTAL	12,2 heures par hectare	0 $

RÉGÉNÉRATION DES SITES DONNEURS

La récolte de diaspores entraîne peu de dommages sur les sites donneurs lorsqu'elle est réalisée correctement. Plus précisément, la couche de sphaignes de ces sites se régénère généralement entre 5 et 10 ans. La composition des communautés vasculaires est normalement celle qui subira le plus de changements. Les sites donneurs sont plus humides et homogènes à la suite de la récolte de diaspores, ce qui explique que la composition végétale y diffère en comparaison avec celle des tourbières adjacentes. Le couvert d'espèces arbustives et arborescentes y est normalement moins dense puisque les espèces ligneuses nécessitent des conditions spécifiques pour germer et croissent plus lentement. À l'inverse, certaines plantes sont favorisées par ces changements. Les espèces compétitives ou d'habitats plus humides seront plus abondantes dans les premières années suivant la récolte. La linaigrette (*Eriophorum vaginatum*), entre autres, tend à coloniser densément les sites donneurs dans les premières années suivant les opérations avant de disparaître vers la cinquième année. Dans tous les cas, ces résultats illustrent l'importance de réaliser l'étape de récolte de diaspores avec soin. L'évaluation attentive des conditions des sites, la planification des opérations et l'application des conseils énoncés précédemment contribueront à favoriser la régénération d'un site donneur tout en réalisant efficacement les opérations de récolte.

RESTAURATION DE FEN

Alors que les tourbières à sphaignes (bog, fen pauvre) sont dominées par les sphaignes, la végétation des fens riches se caractérise par des tapis de mousse de fen et l'abondance de plantes herbacées telles les laiches (*Carex)* et les scirpes (*Scirpus)*. En raison de la nature même des fens (apports d'eaux riches en surface, espèces différentes), leur restauration est généralement abordée à l'échelle du paysage et peut combiner plusieurs techniques. Dans certains cas, l'introduction de diaspores n'est pas nécessaire et le rétablissement des conditions hydrologiques suffit au retour des communautés végétales typiques de ces milieux. Dans d'autres cas, l'application d'une version adaptée de la méthode par transfert de la couche muscinale est nécessaire. On récolte alors les 5 premiers centimètres de la surface qui n'est pas constituée uniquement de mousses de fen et d'autres plantes, mais aussi d'une mince couche de tourbe de surface qui comprend la banque de graines. Comme le transfert de la tourbe de surface ne permet pas l'introduction de certaines plantes, des méthodes qui visent ces espèces, telles que la propagation des plants ou la transplantation de rhizomes, doivent aussi être considérées. Par ailleurs, la circulation d'eau dans les fens rend encore plus essentielle la planification des opérations de restauration afin de limiter les dommages aux sites donneurs et y faciliter la circulation. Les travaux sur sol gelé sont alors fortement recommandés.

Les méthodes de restauration des fens font toujours l'objet de recherches. De nouvelles approches menant au retour de toute la variabilité de conditions et de communautés végétales trouvées dans ces écosystèmes feront l'objet de développement pour plusieurs années.

Le GRET a produit un guide qui aborde spécifiquement la restauration des fens[6] à la lumière des connaissances acquises à ce jour.

[6] Groupe de recherche en écologie des tourbières (2016). Restauration des tourbières minérotrophes: État des connaissances 2015. Groupe de recherche en écologie des tourbières, Université Laval, Québec. 22 pages et 3 annexes.

RÉSUMÉ

- Les sites donneurs doivent être complètement recouverts d'un tapis muscinal avec une prédominance de sphaignes et la présence de polytrics.
- Utiliser un site donneur 10 à 12 fois plus petit que le site à restaurer.
- Récolter ou déchiqueter la végétation de surface avec un équipement approprié sans excéder une profondeur moyenne de 10 cm.
- Ramasser et empiler le matériel végétal, puis le charger dans des remorques afin de l'acheminer au site de restauration.
- Un matériel végétal empilé en attente d'épandage perd tranquillement son pouvoir de régénération mais il peut se conserver pendant au moins six mois.
- Prélever le matériel végétal sur des planches qui sont en voie d'être ouvertes réduit le coût et les dommages qui pourraient être causés aux tourbières naturelles.
- Lorsque possible, prioriser la récolte sur sol gelé qui limite l'impact sur le site donneur. La fenêtre de travail est réduite mais des équipements plus lourds peuvent être utilisés en raison de la portance du sol, ce qui augmente l'efficacité des opérations.

Publié en partenariat par

Avec la participation financière de

Développement économique Canada pour les régions du Québec

Canada Economic Development for Quebec Regions