

# Remouillage de la section sud de la tourbière Grande plée Bleue

## Rapport d'activités 2010



Préparé par :

Josée Landry et Olivier Marcoux  
Groupe de recherche en écologie des tourbières

Département de phytologie  
Pavillon Paul- Comtois  
Université Laval  
2425, rue de l'Agriculture  
Québec, QC, G1V 0A6

Sous la supervision de Line Rochefort et François Quinty

Mars 2011



**SNC•LAVALIN  
Environment**

# **Remouillage de la section sud de la tourbière Grande plée Bleue**

## **Rapport d'activités 2010**

Présenté au: Ministère du Développement durable, de l'Environnement et  
Parcs du Québec

Préparé par :

Josée Landry et Olivier Marcoux  
Groupe de recherche en écologie des tourbières

Département de phytologie  
Pavillon Paul- Comtois  
Université Laval  
2425, rue de l'Agriculture  
Québec, QC, G1V 0A6

Sous la supervision de Line Rochefort et François Quinty

Mars 2011

## TABLE DES MATIÈRES

<b>LISTE DES FIGURES</b> .....	iii
<b>LISTE DES TABLEAUX</b> .....	iv
1. DESCRIPTION GÉNÉRALE DU PROJET .....	1
2. ANALYSE DES MÉTHODES EXISTANTES DE REMOILLAGE ET PRÉPARATION D’UN DOCUMENT SYNTHÈSE.....	4
3. RESTAURATION DES CONDITIONS HYDROLOGIQUES .....	4
4. SUIVI ÉCOLOGIQUE POUR ÉVALUER LE SUCCÈS DES TRAVAUX .....	36
Dispositif expérimental .....	36
Suivi de la végétation .....	36
Suivi hydrologique .....	39
<i>Résultats préliminaires</i> .....	39
Suivi de la chimie de l’eau .....	40
<i>Résultats préliminaires</i> .....	40
5. RÉDACTION D’UN DOCUMENT DE PRÉSENTATION ÉDUCATIF SUR LES TRAVAUX DE REMISE EN EAU DE LA TOURBIÈRE .....	41

## LISTE DES FIGURES

Figure 1. Localisation des deux canaux de drainage .....	2
Figure 2. Carte de l'emplacement des barrages construit à l'automne 2010 sur le canal Beauharnois.6	
Figure 3. Formation d'une mare en amont du barrage en préservant la couche superficielle de végétaux qui servira à la végétalisation du barrage.....	7
Figure 4. Schéma du positionnement de 2 bandes de géotextile afin de créer des poches de rétention de tourbe.....	7
Figure 4. Barrage 1 : construction d'une palissade horizontale avec madrier de 12 pieds (4 pouces x 4 pouces). .....	9
Figure 6. Positionnement de la palissade et comblement des poches de géotextile avec de la tourbe bien tassée (barrage 1).....	9
Figure 7. Végétalisation de la tourbe fraîchement déplacée avec mousses, sphaignes, herbacées et éricacées (barrage 1).....	10
Figure 8. Récolte de matériel au fond de la mare et formation du barrage (barrage 2). .....	12
Figure 9. Le barrage est élevé à la même hauteur que les berges de chaque côté de celui-ci (barrage 2). .....	12
Figure 10. Le barrage en tourbe est végétalisé et élevé afin de contrer l'effet d'affaissement du matériel fraîchement déplacé (barrage 2).....	13
Figure 11. Barrage temporaire en aval du ponceau avec le matériel provenant du fond du canal à la sortie du ponceau (barrage 3). .....	15
Figure 12. Formation d'une poche de géotextile au fond du canal en amont du ponceau et construction du barrage de tourbe grâce au matériel provenant du barrage temporaire et d'une zone d'emprunt (barrage 3). .....	15
Figure 13. Formation d'une poche de géotextile au fond du canal en aval du ponceau (barrage 3). .....	16
Figure 14. Barrage en tourbe végétalisé en aval du ponceau du barrage 3.....	16
Figure 15. Excavation de la tranchée et formation de barrages temporaires (barrage 4). .....	18
Figure 16. Construction de la palissade du barrage 4 de madriers de 16 pieds bouvetés (2 pouces x 6 pouces) entre 4 paires de madriers de 8 pieds. ....	18
Figure 17. Transport de la palissade du barrage 4 à l'aide de chaînes. ....	19
Figure 18. La pelle mécanique enfonce la palissade du barrage 4 dans la tourbe et l'horizon minéral. ....	19
Figure 19. Enfouissement et stabilisation de la base de la palissade du barrage 4 avec de la tourbe...20	
Figure 20. Formation des poches de géotextile aux extrémités de la palissade du barrage 4. ....	20
Figure 21. Enfouissement des poches de géotextile et tassement de la tourbe (barrage 4).....	21
Figure 22. Formation de pentes douces en amont et en aval de la palissade (barrage 4). .....	21
Figure 23. Pose de filets de coco afin de stabiliser la tourbe contre l'érosion (barrage 4). .....	22
Figure 24. Schéma de la palissade verticale du barrage 5 entre quatre paires de planches horizontales. ....	24
Figure 25. Essaie de la technique d'enfoncement de madriers vertical au barrage 5; constatation des ouvertures entre les madriers. ....	25
Figure 26. Plan de construction de la base du barrage double avec comblement (barrage 6).....	27
Figure 27. Construction de la section supérieure du barrage double (barrage 6). .....	27
Figure 28. Structures en U pour stabiliser les travers de 4x4 lors de leur installation entre les deux palissades (barrage 6). .....	28
Figure 29. Transport de la palissade double, à l'aide de chaînes, jusqu'au site du barrage 6.....	28
Figure 30. Excavation de la tranchée jusqu'à l'horizon minéral et construction de deux barrages temporaires en aval et en amont du barrage 6.....	29

Figure 31. Installation et mise à niveau de la base de la palissade double à l'aide de la pelle mécanique et enfoncement de cette palissade double dans l'horizon minéral pour la construction du barrage 6. ....	29
Figure 32. Comblement de l'espace entre les deux palissades de la base du barrage double (barrage 6) avec de la tourbe. ....	30
Figure 33. Section inférieure constituant la base du barrage double avec comblement (barrage 6) prête à recevoir la section supérieure. ....	30
Figure 34. Installation de la section supérieure du barrage double avec comblement (barrage 6). ....	31
Figure 35. La section supérieure comblée avec de la tourbe du barrage 6. ....	31
Figure 36. La palissade double (barrage 6) est enfouie dans la tourbe avec deux pentes douces en aval et en amont du barrage. ....	32
Figure 37. Comblement du canal Beauharnois entre les barrages 1 et 4 avec le matériel provenant du chemin longeant ce canal de drainage. ....	34
Figure 38. Disposition des transects perpendiculairement aux canaux pour le suivi écologique. ....	36
Figure 39. Schéma de la disposition des quadrats pour le suivi de la végétation. ....	37
Figure 40. Pourcentage de recouvrement de la sphaigne, des autres mousses et du total de recouvrement muscinal avec chevauchement. ....	38
Figure 41. Pourcentage de recouvrement des arbres par rapport à la distance aux canaux de drainage. ....	38
Figure 42. Influence de la distance des canaux de drainage de la tourbière de la Grande plée Bleue sur la hauteur de la nappe phréatique. ....	39

## **LISTE DES TABLEAUX**

Tableau 1. Récapitulatif des temps de construction des barrages et des matériaux utilisés. ....	35
Tableau 2. Résultats des analyses chimiques du 11 août 2010 pour l'ensemble de la tourbière. ....	40

## 1. DESCRIPTION GÉNÉRALE DU PROJET

Le projet de réserve écologique de la Grande plée Bleue est situé sur le territoire de la Ville de Lévis, dans la région administrative de Chaudière-Appalaches. Ce projet comprend un territoire d'environ 900 hectares et vise à protéger la majeure partie (61 %) de la tourbière ombrotrophe de la Grande plée Bleue qui couvre, quant à elle, une superficie de près de 1 500 hectares. Ce milieu humide constitue l'une des dernières tourbières ombrotrophes de grande taille non exploitée des basses terres du Saint-Laurent. Elle représente 23 % des superficies tourbeuses (3 884 ha) du territoire de la Ville de Lévis ainsi qu'environ 4 % des superficies tourbeuses (24 524 ha) de la région de Chaudière-Appalaches. Cette tourbière comporte une grande diversité d'habitats tourbeux ceinturés de forêts sur sol minéral. La présence d'un grand nombre de mares au sein de la tourbière favorise aussi la diversité des insectes, notamment au chapitre des libellules, dont plusieurs espèces n'ont pas été observées dans les autres tourbières du Bas-Saint-Laurent.

Dans le cadre du projet de création de la réserve écologique de la Grande plée Bleue, une évaluation sommaire des impacts anthropiques de l'écosystème a révélé la présence d'importants canaux de drainage qui, à ce jour, drainent encore la tourbière. Les principaux impacts de ces canaux sont l'assèchement progressif de la tourbière et le développement inhabituel d'arbres sur le site (Pellerin et Lavoie 2003). Le drainage entraîne également des modifications dans les strates inférieures de végétation et les couches supérieures du dépôt de tourbe. Les tourbières sont les écosystèmes de la planète les plus efficaces pour séquestrer du carbone à long terme par unité de surface (25 à 75 g m<sup>2</sup> an<sup>-1</sup> et cela à l'échelle de temps du millénaire). Cette propriété provient des conditions anaérobies inhérentes aux tourbières, comme celle de la Grande plée Bleue, qui freinent la décomposition des débris de végétaux permettant ainsi leur accumulation et la formation de dépôts de tourbe, ainsi que le stockage de carbone pour de très longues périodes. Une fois drainé et asséché, la décomposition accélérée de ce puits de matière organique le convertit en un émetteur de gaz carbonique.

Afin de tenter de restaurer l'intégrité écologique de l'écosystème, le Groupe de recherche en écologie des tourbières (GRET) a proposé au ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) d'amorcer un processus de réhabilitation du site par **la restauration des conditions hydrologiques favorables à la croissance et la survie d'un tapis de mousse, en bloquant deux canaux de drainage situés dans le secteur sud de la Grande plée Bleue** (figure 1).



Figure 1. Localisation des deux canaux de drainage (en jaune)

Ce projet, entamé au printemps 2010, comporte quatre objectifs spécifiques :

- Analyse des méthodes existantes de remouillage et préparation d'un document synthèse;
- Restauration des conditions hydrologiques;
- Suivi écologique pour évaluer le succès des travaux;
- Rédaction d'un document de présentation éducatif sur les travaux de remise en eau de la tourbière.

Le présent rapport d'activités est divisé en fonction de ces objectifs et résume les activités de recherche ayant eu lieu en 2010. Les personnes impliquées dans le projet et ayant participé aux activités de recherches sont :

**Line Rochefort** (professeure titulaire, Chaire de recherche industrielle du CRSNG en aménagement des tourbières) : Supervision du projet, planification et supervision sur le terrain.

**François Quinty** (géographe, SNC-Lavalin inc. Division Environnement) : Supervision des travaux de construction des barrages et élaboration du dépliant éducatif sur les travaux de remise en eau de la tourbière.

**Josée Landry** (professionnelle de recherche avec Line Rochefort) : Responsable du suivi écologique pré-remouillage, de l'écriture des rapports d'activités et de la revue de littérature portant sur le remouillage.

**Olivier Marcoux** (étudiant à la maîtrise sous la supervision de Line Rochefort) : Responsable de l'achat des matériaux et de la surveillance de terrain lors de la construction des barrages. Il débute présentement sa maîtrise pour évaluer les effets du remouillage par la construction de barrages sur la tourbière de la Grande plée Bleue.

**Sylvain Jutras** (professeur adjoint, Département des sciences du bois et de la forêt) : Codirigera Olivier Marcoux dans son projet de maîtrise. Il a également apporté son soutien pour les travaux de construction de barrage.

**Julie Lajoie** (étudiante 1<sup>er</sup> cycle) : Assistance sur le terrain lors du suivi écologique.

**Claire Boismenu** (professionnelle de recherche avec Line Rochefort) : Responsable de l'administration du projet.

**Marie-Claire LeBlanc** (professionnelle de recherche avec Line Rochefort) : Assistance sur le terrain pour le suivi écologique pré-remouillage et pour la végétalisation des barrages.

## **2. ANALYSE DES MÉTHODES EXISTANTES DE REMOUILLEGE ET PRÉPARATION D'UN DOCUMENT SYNTHÈSE**

Un document synthèse sur le remouillage est présentement en cours. Cette synthèse devrait totaliser entre 60 et 100 pages et la fin de sa rédaction est prévue pour le 1<sup>er</sup> avril 2011. Le but de cette synthèse est de fournir un outil permettant une meilleure compréhension des impacts du drainage et du remouillage des tourbières. Il fournira également un recueil des différentes options de blocage des canaux de drainage pour les intervenants dans le milieu des tourbières. À ce jour, plus de 75 documents (articles scientifiques, livres et guides) ont été lus et intégrés à cette synthèse.

## **3. RESTAURATION DES CONDITIONS HYDROLOGIQUES**

Peu de travaux de recherche visant à évaluer l'efficacité de différents types de barrages en tourbière drainée pour procéder à leur remise en eau ont été effectués jusqu'à maintenant au Québec. Le présent projet expérimentera de cinq à dix types différents de barrages et un suivi écologique permettra d'en évaluer l'efficacité.

En 2009, la firme SNC-Lavalin inc. Division Environnement (SLE) a préparé un devis estimatif pour le blocage des canaux de drainage pour le compte du MDDEP. Ce devis comportait une description sommaire du secteur, grâce notamment, à un relevé topographique réalisé à cet effet. Le devis proposait une méthode de blocage propre à chaque canal en raison de leur différence de taille. Les méthodes de blocage avaient été élaborées à la suite de consultations auprès de Line Rochefort, de François Quinty et d'un entrepreneur expérimenté dans ce genre de travaux. En résumé, le devis proposait trois blocages pour le plus petit canal et six blocages pour le plus grand afin de rehausser le niveau de la nappe phréatique à environ 40 cm sous la surface actuelle de la tourbière de part et d'autre des canaux.

Le deuxième objectif spécifique du projet consiste à mettre en œuvre ce devis, soit de bloquer les canaux de drainage du secteur sud pour amorcer la restauration des conditions hydrologiques. Les travaux seront étalés sur deux ans pour mettre à l'épreuve les méthodes proposées dans le devis et essayer d'autres approches identifiées lors de la revue de littérature (document synthèse).

La première étape, réalisée à l'été 2010, consistait à abattre et disposer des arbres feuillus atypiques des tourbières à sphaignes qui ont profité des conditions plus sèches et plus riches grâce aux déblais des canaux pour s'implanter de part et d'autre de ceux-ci. Dans les zones de construction des barrages, les arbres ont également été coupés pour permettre un travail efficace de la machinerie.

Toutes les essences d'arbres présentes en bordure du canal ont anormalement prospéré, conséquence typique du drainage en tourbière. Au départ, la tourbière de la Grande plée Bleue n'était pas une tourbière forestière et la présence d'arbres au-delà des canaux de drainage est effectivement faible. Afin d'évaluer l'impact des arbres sur la remontée de la nappe phréatique, deux corridors d'une largeur d'environ 50 m, où la totalité des arbres a

été coupée, ont été aménagés à partir du grand canal. Ces corridors seront également utilisés pour évaluer l'impact de la coupe sur les rejets de souches de bouleaux. À l'intérieur de ces corridors et de chaque côté du canal, dix souches de bouleaux ont été marquées et seront suivies pendant l'été 2011. Le même dispositif a été répété dans des corridors de même dimension, où les arbres autres que le bouleau n'ont pas été coupés. Tous les arbres abattus ont été récupérés. Une partie des arbres a été léguée aux riverains en guise de dédommagement pour les inconvénients reliés aux travaux. Pour le reste, les plus gros arbres ont servi dans la stabilisation des barrages et les plus petits ont servi à faire un chemin pour supporter les passages répétés de la machinerie sur la tourbière.

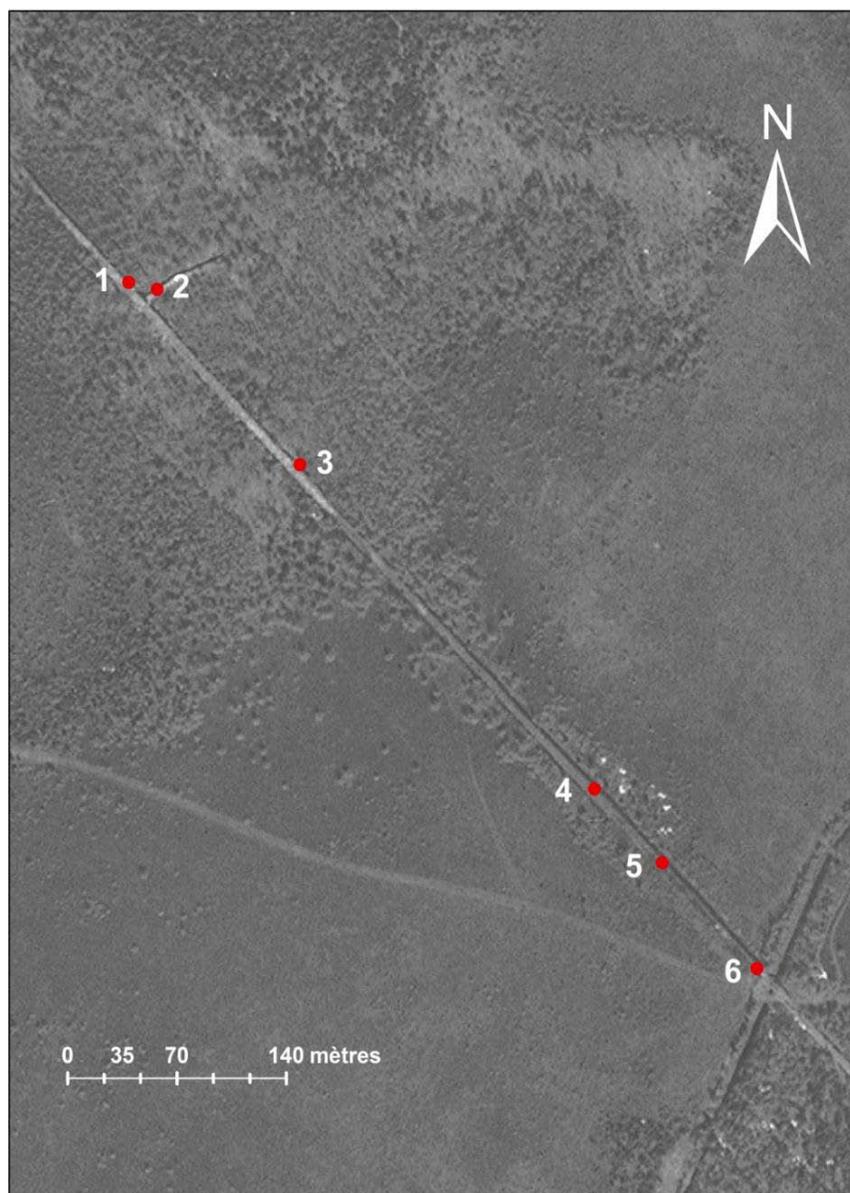
La présente section du document est une synthèse des travaux de construction des six barrages sur le canal Beauharnois effectués durant le mois de novembre 2010. L'emplacement des six barrages construits en 2010 est présenté à la figure 2. Le barrage 1 correspond au point 1 sur la figure et ainsi de suite. Les étapes de construction des barrages y sont présentées en images et commentées. Les flèches jaunes dans les figures représentent le sens de l'écoulement de l'eau. Un tableau récapitulatif des barrages avec les matériaux et les temps de construction est présenté à la fin de cette section (tableau 1).

Il est à noter que dans la description de la plupart des barrages, on fait référence à la formation de deux pentes douces de tourbe en amont et en aval des palissades. Ces pentes douces servent de structure pour la stabilité des barrages et à fournir un support stable, peu enclin à l'érosion par l'eau, permettant la végétalisation des barrages. Il est également question de barrages temporaires, qui servent à retenir l'eau du canal en amont et en aval de la zone de travail pour faciliter le positionnement des barrages dans les tranchées. Le matériel provenant de l'excavation des tranchées a servi, pour chaque barrage, à la formation de barrages de tourbe temporaires.

Étant donné le besoin de tourbe et de matériel végétal pour former les barrages, nous avons créé des mares (figure 3). Ces mares ont été creusées soit en amont des barrages ou par l'agrandissement des mares préexistantes.

Afin de limiter l'érosion des barrages par l'eau, du géotextile teck-700 a été utilisé afin de créer des poches de rétention de tourbe (figure 4). Ces poches servent à limiter le lessivage de la tourbe qui forme la structure des barrages en réduisant la vitesse de l'eau qui circule autour de ces derniers.

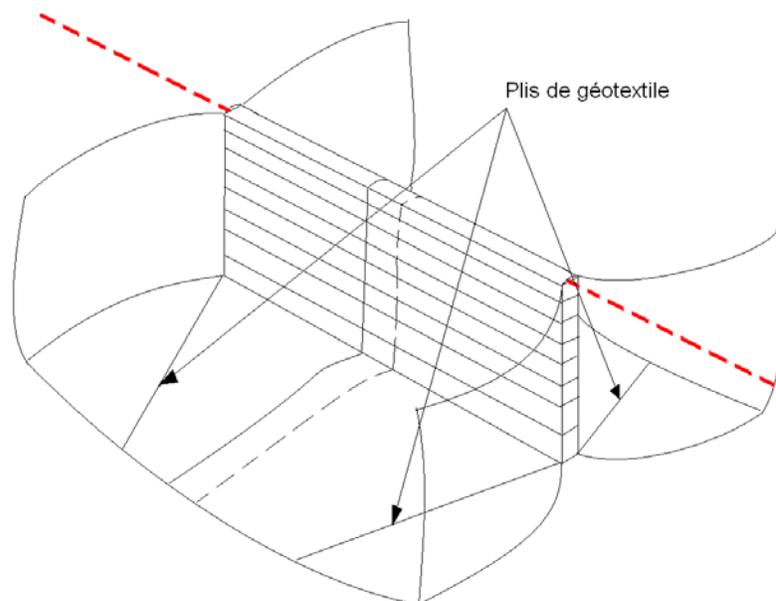
Les essences utilisées pour la construction des barrages sont le mélèze et l'épinette. Le mélèze, reconnu pour sa résistance à la décomposition, a été favorisé. Cependant, étant donné le faible coût et la plus grande disponibilité de l'épinette par rapport au mélèze, cette essence a aussi été utilisée. Lors de la construction des barrages, une scie à chaîne a été utilisée pour la coupe des matériaux.



**Figure 2. Carte de l'emplacement des barrages construit à l'automne 2010 sur le canal Beauharnois.**



**Figure 3. Formation d'une mare en amont du barrage en préservant la couche superficielle de végétaux qui servira à la végétalisation du barrage de tourbe. Construction du barrage 1 sur le canal Beauharnois.**



**Figure 4. Schéma du positionnement de 2 bandes de géotextile afin de créer des poches de rétention de tourbe (exemple pour le barrage 1). La ligne pointillée grise représente le chevauchement du géotextile tandis que les lignes pointillées rouges désignent les coupes à effectuer afin de créer les poches. Les flèches représentent les 3 plis sur 4 (le 4<sup>e</sup> est caché à l'arrière du schéma) à effectuer pour former les poches.**

## Barrage 1

---

**Description :** Palissade construite avec des madriers d'épinette de 4 pouces x 4 pouces, d'une longueur de 12 pieds, placés horizontalement en alternant les joints (figure 5). Les madriers de 4x4 sont unis par des clous de 3 pouces et demi et, à chaque trois étages de 4x4, des clous de 10 pouces sont plantés afin de solidifier la structure. Ce barrage est recouvert de géotextile teck-700 afin d'assurer la rétention de la tourbe aux extrémités du barrage (figure 4).

**Dimension finale :** 16 pieds de largeur, 5 pieds de hauteur

**Coordonnées géographiques :** (-71,069214 : 46,777716)

**Temps de construction :**

*Manuellement :* 3h30 à deux personnes pour monter la palissade.

*Avec la pelle mécanique :* Au total, environs 4 h pour l'installation de la palissade, incluant les étapes suivantes :

- 1) 1 h pour l'excavation de la tranchée avec la formation des barrages temporaires;
- 2) 2 h pour le positionnement de la palissade (figure 6), la stabilisation de la base avec de la tourbe, le positionnement et l'enfouissement du géotextile, la formation de deux pentes douces en tourbe en aval et en amont de la palissade;
- 3) 1 h pour la végétalisation de la surface du barrage (figure 7).

**Matériel utilisé :**

- 20 madriers d'épinettes de 12 pieds (4 pouces x 4 pouces);
- 2 sections de géotextile teck-700 (8 m x 3,5 m);
- Des clous de 3,5 pouces et des clous de 10 pouces.



**Figure 5. Barrage 1 : construction d'une palissade horizontale avec madrier de 12 pieds (4 pouces x 4 pouces).**



**Figure 6. Positionnement de la palissade et comblement des poches de géotextile avec de la tourbe bien tassée (barrage 1).**



**Figure 7. Végétalisation de la tourbe fraîchement déplacée avec mousses, sphaignes, herbacées et éricacées (barrage 1).**

## **Barrage 2**

---

**Description** : Barrage de tourbe effectué afin de bloquer le petit canal se jetant dans le canal Beauharnois (figures 8 à 10).

**Dimension finale** : 10 pieds de largeur et 6 pieds de hauteur.

**Coordonnées géographiques** : (-71,069214 : 46,777716)

**Temps de construction** :

*Avec la pelle mécanique* : Au total 2 h, incluant les étapes suivantes :

- 1) 1h30 d'excavation de la mare (figure 3) et de construction du barrage (figure 8 et 9);
- 2) 30 minutes pour végétaliser la surface du barrage (figure 10).



**Figure 8. Récolte de matériel (mélange de tourbe, sable et argile) au fond de la mare et formation du barrage (pour le barrage 2).**



**Figure 9. Le barrage est élevé à la même hauteur que les berges de chaque côté de celui-ci (barrage 2).**



**Figure 10. Le barrage en tourbe est végétalisé et élevé afin de contrer l'effet d'affaissement du matériel fraîchement déplacé (barrage 2).**

## **Barrage 3**

---

**Description :** Barrage de tourbe effectué afin de contrer l'effet d'un ponceau sur le canal Beauharnois (figures 11 à 14).

**Dimension finale :** 10 pieds de largeur, 6 pieds de hauteur (de chaque côté du ponceau).

**Coordonnées géographiques :** (-71,06862 : 46,777271)

**Temps de construction:**

*Avec la pelle mécanique :* Au total, 3 h pour la construction du barrage, incluant les étapes suivantes :

- 1) 1h30 d'excavation et de manutention de tourbe pour la formation des barrages temporaires (figure 11);
- 2) 1h30 pour le positionnement et l'enfouissement du géotextile, pour la formation du barrage de tourbe en deux pentes douces en aval et en amont du ponceau et pour la végétalisation (figures 12 et 13).

**Matériel :**

- 2 sections de géotextile teck-700 de 5 m x 3,5 m pour former les poches de rétention de tourbe.



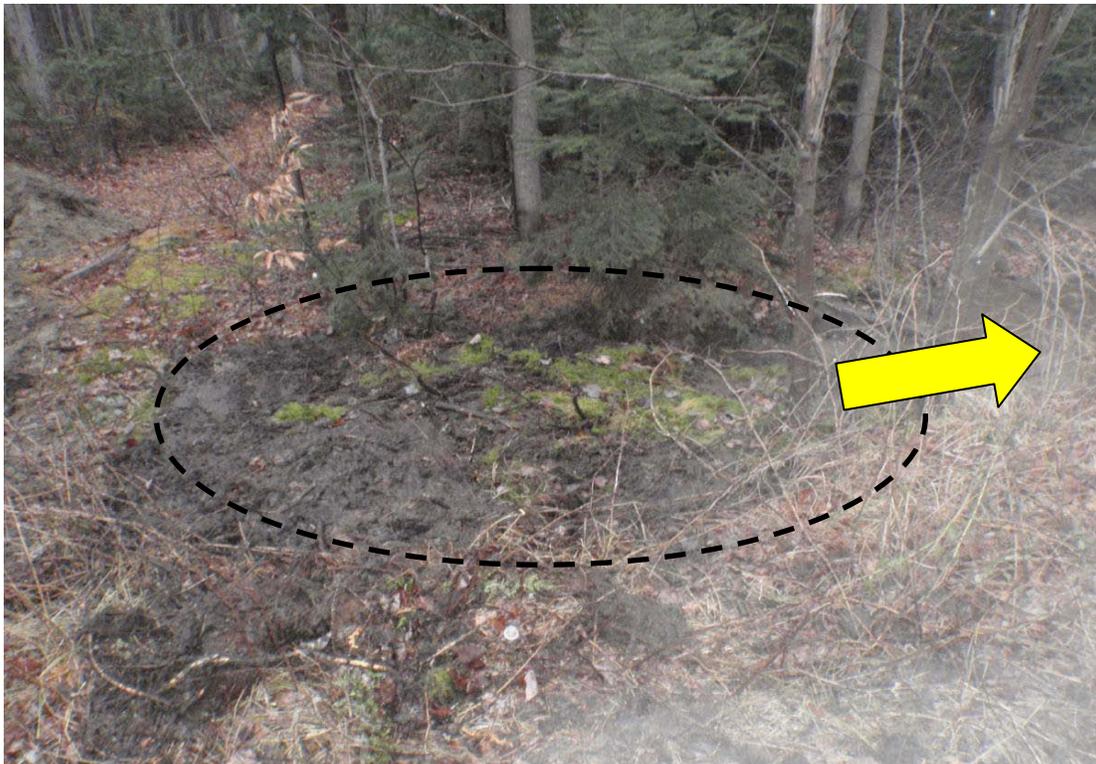
**Figure 11. Barrage temporaire en aval du ponceau avec le matériel provenant du fond du canal à la sortie du ponceau (barrage 3).**



**Figure 12. Formation d'une poche de géotextile au fond du canal en amont du ponceau et construction du barrage de tourbe grâce au matériel provenant du barrage temporaire et d'une zone d'emprunt (barrage 3).**



**Figure 13.** Formation d'une poche de géotextile au fond du canal en aval du ponceau (barrage 3).



**Figure 14.** Barrage en tourbe végétalisé en aval du ponceau du barrage 3. Le matériel végétal provenant de la surface de la zone d'emprunt de tourbe.

## **Barrage 4**

---

**Description :** Barrage formé d'une palissade dont les madriers de mélèze (2 pouces x 6 pouces, longueur de 16 pieds) sont bouvetés et sont placés horizontalement entre quatre paires de madriers de mélèze de 2 pouces x 6 pouces de 8 pieds de longueur (figures 15 à 23).

**Dimension finale :** 16 pieds de largeur, 6 pieds de hauteur.

**Coordonnées géographiques:** (-71,065279 : 46,774893)

### **Temps de construction:**

*Manuellement :* Au total 2 h, incluant les étapes suivantes:

- 1) 1 h à 3 personnes pour construire la palissade (figure 16);
- 2) 1 h à la fin de la mise en place du barrage pour l'installation d'une natte de coco (figure 23) permettant la stabilisation de la tourbe et l'ajout de végétation sur celle-ci.

*Avec la pelle mécanique :* Environ 4 h, incluant les étapes suivantes :

- 1) 1 h d'excavation de la tranchée perpendiculaire au canal (figure 15) avec la formation des barrages temporaires;
- 2) 2 h pour le positionnement de la palissade, la stabilisation de sa base avec de la tourbe (figures 18 et 19), le positionnement et l'enfouissement du géotextile (figures 20 à 22), la formation de deux pentes douces en tourbe en aval et en amont de la palissade;
- 3) 1 h pour ajouter la végétation sur la natte de coco installée préalablement à la main (figure 23).

### **Matériel :**

- 20 madriers de mélèze (2 pouces x 6 pouces, 16 pieds de longueur) bouvetés;
- 8 madriers de mélèze (2 pouces x 6 pouces, 8 pieds de longueur);
- 2 sections de géotextile teck-700 de 3,5m par 10 m;
- Clous de 3,5 pouces.



**Figure 15. Excavation de la tranchée et formation de barrages temporaires (barrage 4).**



**Figure 16. Construction de la palissade du barrage 4 de madriers de 16 pieds bouvetés (2 pouces x 6 pouces) entre 4 paires de madriers de 8 pieds.**



**Figure 17. Transport de la palissade du barrage 4 à l'aide de chaînes.**



**Figure 18. La pelle mécanique enfonce la palissade du barrage 4 dans la tourbe et l'horizon minéral.**



**Figure 19. Enfouissement et stabilisation de la base de la palissade du barrage 4 avec de la tourbe.**



**Figure 20. Formation des poches de géotextile aux extrémités de la palissade du barrage 4.**



**Figure 21. Enfouissement des poches de géotextile et tassement de la tourbe (barrage 4).**



**Figure 22. Formation de pentes douces en amont et en aval de la palissade (barrage 4).**



**Figure 23. Pose de filets de coco afin de stabiliser la tourbe contre l'érosion (barrage 4).**

## Barrage 5

---

**Description :** Barrage en palissade verticale fabriqué à partir de madriers de mélèze bouvetés et coupés en biseau à la base, de 2 pouces x 6 pouces et 8 pieds de long, entre 4 paires de planches de 16 pieds (2 pouces x 6 pouces) placées à l'horizontale (figure 24). L'installation de cette palissade suit les mêmes étapes que celles du barrage 4, c'est-à-dire que la palissade est construite d'abord et est installée dans une tranchée creusée à l'avance, exception faite qu'aucune natte de coco n'a été ajoutée à ce barrage.

**Dimension finale :** 16 pieds de largeur par 8 pieds de hauteur

**Coordonnées géographiques :** (-71,064706 : 46,774481)

**Temps de construction:**

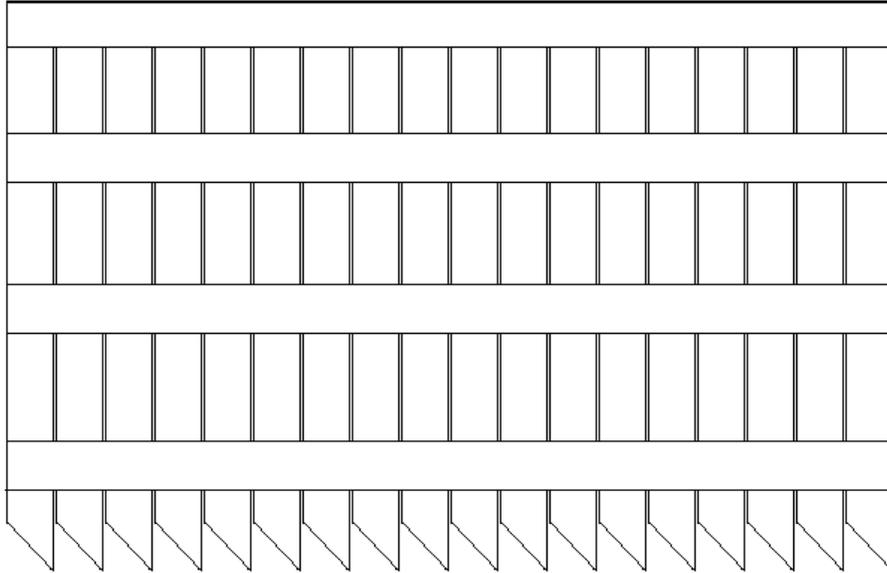
*Manuellement :* 2 h à deux personnes pour construire la palissade

*Avec pelle mécanique :* Environ 4 h, incluant :

- 1) 1 h d'excavation de la tranchée avec la formation des barrages temporaires;
- 2) 2 h pour le positionnement de la palissade, la stabilisation de la base avec de la tourbe, le positionnement et l'enfouissement du géotextile, la formation des deux pentes douces en tourbe, en aval et en amont de la palissade;
- 3) 1 h pour la végétalisation de la surface du barrage.

**Matériel :**

- 40 madriers de mélèze, 2 pouces x 6 pouces, longueur de 8 pieds, coupés en biseau à la base;
- 8 madriers de mélèze de 16 pieds (2 pouces x 6 pouces);
- 2 sections de géotextile teck-700 (3,5 m x 10 m);
- Clous de 3,5 pouces.



**Figure 24. Schéma de la palissade verticale du barrage 5 entre quatre paires de planches horizontales.**

## Barrage 5 (essai préliminaire)

---

Au départ, pour le barrage 5, la technique d'enfoncement vertical de madriers devait être utilisée. C'est-à-dire, l'enfoncement vertical successif des planches en les alignant les unes sur les autres et en les enfonçant à l'aide d'une pelle mécanique. Toutefois, cette technique s'est avérée inefficace à cause de la structure du sol qui est caractérisée par un dense réseau de racines suivi d'une zone de tourbe molle (figure 25). La résistance à la pénétration dans le sol varie selon la structure du sol et lorsque le madrier brise la zone de racine et tombe dans l'horizon de tourbe, sa vitesse de progression change et le mouvement de la pelle s'en trouve modifié, causant des ouvertures entre les madriers. La palissade fut donc construite avant d'être installée, tel que décrit précédemment.



Figure 25. Essaie de la technique d'enfoncement de madriers vertical au barrage 5; constatation des ouvertures entre les madriers.

## Barrage 6

---

**Description :** Ce barrage étant le dernier sur le canal Beauharnois, il a été conçu pour retenir une différence de pression plus grande que les autres barrages. Le barrage double avec comblement utilisé est constitué de deux palissades de madriers d'épinette de 16 pieds de longueur (4 pouces x 4 pouces) par 6 pieds de hauteur, reliées entre elles par des travers de 4 pouces x 4 pouces. La figure 26 présente un schéma des deux sections du barrage. Les étapes de construction de ce barrage sont présentées de la figure 27 à la figure 36. Ce barrage fut construit en deux sections (sections supérieure et section inférieure) afin de diminuer le poids de la structure et faciliter son transport dans la tranchée. L'espace entre les deux palissades a été comblé avec de la tourbe. Les clous de 3 pouces et demi ont servi à attacher les 4x4 entre eux et les clous de 10 pouces ont servi à unir chaque trois rangs de 4x4 ainsi que les deux sections du barrage. Les travers ont été positionnés entre les deux palissades sur les structures en U (figure 28) et ont été fixés avec des clous de 10 pouces. Les dimensions des travers ont été déterminées grâce au positionnement des deux palissades de 4x4 en position finale (figure 26) et à la mesure de la distance séparant les deux palissades aux emplacements des structures en U (figure 27). La tranchée de 16 pieds (perpendiculaire au canal) par 8 pieds (sens du canal) a été creusée pour recevoir la première section du barrage (figure 30).

**Dimension finale :** 16 pieds de longueur, 5 pieds et 8 pouces de hauteur (figure 26)

**Coordonnées géographiques :** (-71,063905, 46,773892)

**Temps de construction :**

*Manuellement :* 11 h à 2 personnes pour construire les deux sections de la palissade double avec les travers (figure 27).

*Avec la pelle mécanique :* Environ 11 h au total, incluant :

- 1) 3 h pour l'excavation de la tranchée avec la formation des barrages temporaires (figure 30);
- 2) 8 h pour le transport des deux structures, pour le positionnement et le comblement de la première structure composant la base (figures 29 à 33), pour l'installation de la deuxième section et son comblement et pour la formation des deux pentes douces en aval et en amont de la palissade double (figures 34 à 36).

**Matériel :**

- 65 madriers d'épinette de 12 pieds (4 pouces x 4 pouces);
- Clous de 3,5 pouces;
- Clous de 10 pouces.

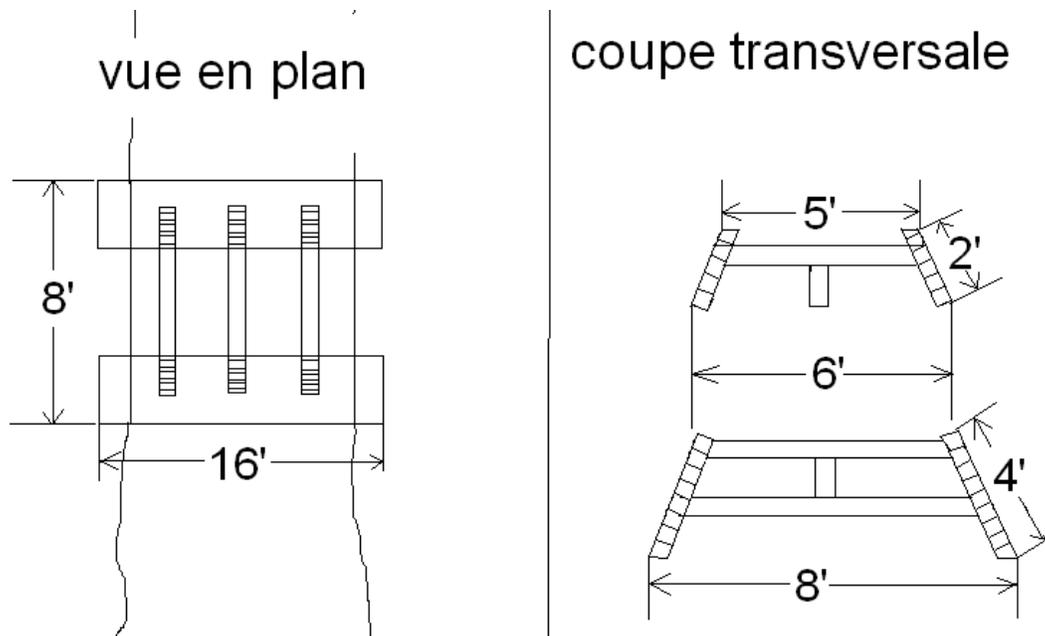


Figure 26. Plan de construction de la base du barrage double avec comblement (barrage 6) qui formera le dernier barrage du canal Beauharnois. La coupe transversale à droite représente les deux sections du barrage construites séparément et assemblées dans le canal.



Figure 27. Construction de la section supérieure du barrage double (barrage 6).



**Figure 28.** Structures en U pour stabiliser les travers de 4x4 lors de leur installation entre les deux palissades (barrage 6).



**Figure 29.** Transport de la palissade double (section inférieure), à l'aide de chaînes, jusqu'au site du barrage 6.



**Figure 30. Excavation de la tranchée jusqu'à l'horizon minéral et construction de deux barrages temporaires en aval et en amont du barrage 6.**



**Figure 31. Installation et mise à niveau de la base de la palissade double à l'aide de la pelle mécanique et enfoncement de cette palissade double dans l'horizon minéral pour la construction du barrage 6.**



**Figure 32. Comblement de l'espace entre les deux palissades de la base du barrage double (barrage 6) avec de la tourbe.**



**Figure 33. Section inférieure constituant la base du barrage double avec comblement (barrage 6) prête à recevoir la section supérieure.**



**Figure 34. Installation de la section supérieure du barrage double avec comblement (barrage 6).**



**Figure 35. La section supérieure comblée avec de la tourbe du barrage 6.**



**Figure 36. La palissade double (barrage 6) est enfouie dans la tourbe avec deux pentes douces en aval et en amont du barrage.**

## **Comblement du canal entre les barrages 1 et 4**

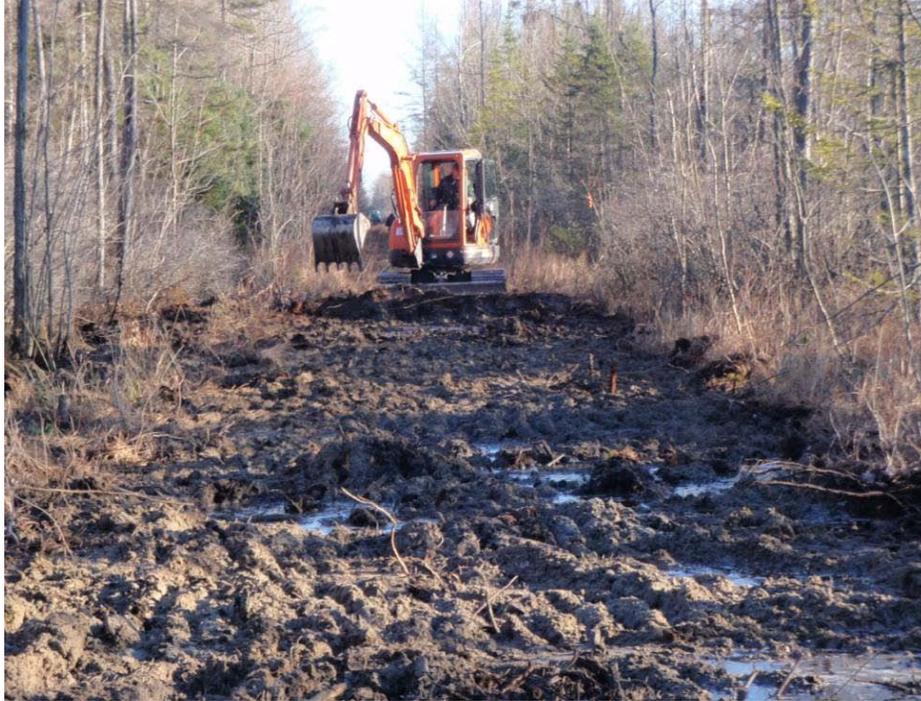
---

**Description** : Comblement du canal Beauharnois avec le matériel provenant du chemin de sable longeant le canal et du matériel issu des monticules de tourbes présents le long du canal (figure 37). Afin de favoriser une remontée de la nappe phréatique et une connectivité hydraulique entre les deux parties de la tourbière séparées par le chemin, il a été convenu avec Sylvain Jutras et Line Rochefort que le chemin, étant à proximité du canal, serait utilisé comme matériel de remplissage du canal Beauharnois.

**Dimension finale** : environ 420 mètres du canal Beauharnois ont été comblés.

**Coordonnées géographiques** : entre le point 1 (-71,069214 : 46,777716) et le point 4 (-71,065279, 46,774893).

**Temps de construction** : environ 7 h, à raison de 60 mètres de comblement à l'heure.



**Figure 37. Comblement du canal Beauharnois entre les barrages 1 et 4 (voir figure 2) avec le matériel provenant du chemin longeant ce canal de drainage.**

Le tableau récapitulatif suivant (tableau 1) présente les temps de construction et de supervision, mais ne tient pas compte de tous les temps de déplacement, de transport et autres reliés à l'entretien du matériel par exemple. Il résume également les matériaux utilisés pour la construction des barrages, excluant la tourbe.

**Tableau 1. Récapitulatif des temps de construction des barrages et des matériaux utilisés.**

Numéro du barrage	Temps de pelle mécanique	Temps de main-d'œuvre	Temps de supervision	Matériaux
1	4 h	7 h	4 h	20 madriers d'épinette (4 pouces x 4 pouces, 12 pieds) 2 sections de géotextile teck-700 (8 m x 3,5 m) Clous de 3,5 pouces Clous de 10 pouces
2	2 h	-	2 h	
3	3 h	-	3 h	2 sections de géotextile de 5 m x 3,5 m
4	4 h	5 h	5 h	20 madriers de mélèze bouvetés (2 pouces x 6 pouces, 16 pieds) 8 madriers de mélèze (2 pouces x 6 pouces, 8 pieds) 2 sections de géotextile teck-700 (3,5 m x 10 m) Clous de 3,5 pouces
5	4 h	4 h	4 h	40 madriers de mélèze bouvetés (2 pouces x 6 pouces, 8 pieds) 8 madriers de mélèze (2 pouces x 6 pouces, 16 pieds) 2 sections de géotextile teck-700 (3,5 m x 10 m) Clous de 3,5 pouces
6	11 h	22 h	11 h	65 madriers en épinette (4 pouces x 4 pouces, 12 pieds) Clous de 3,5 pouces Clous de 10 pouces

\*Les barrages dans le tableau ci-dessus font référence aux barrages du présent document, soit 1 : palissade 4x4, 2 : barrage de tourbe, 3 : barrage de tourbe avec géotextile, 4 : palissade 2x6 horizontale, 5 : palissade 2x6 verticale, 6 : barrage double avec comblement.

En 2011, six barrages seront construits sur le grand canal. L'expérience de l'année 2010 et les connaissances acquises par la revue de littérature pourront entraîner des modifications au plan original pour le blocage de ce canal avec l'accord du MDDEP.

## 4. SUIVI ÉCOLOGIQUE POUR ÉVALUER LE SUCCÈS DES TRAVAUX

### *Dispositif expérimental*

Le suivi écologique pré-remouillage a été effectué le long de trois transects qui s'étendent de part et d'autre des canaux de drainage. Deux transects (Tr 1 et Tr 2) traversent le grand canal et un transect traverse le canal Beauharnois (Tr 3) à partir d'un point central situé dans les canaux, dont les coordonnées sont les suivantes (figure 38) :

Tr 1 : 46°46'40,08"N 71°03'30,09"O

Tr 2 : 46°46'36,14"N 71°03'37,21"O

Tr 3 : 46°46'29,95"N 71°03'55,75"O

Les mêmes stations ont été utilisées pour la végétation, l'hydrologie et la chimie de l'eau permettant une meilleure intégration des données.

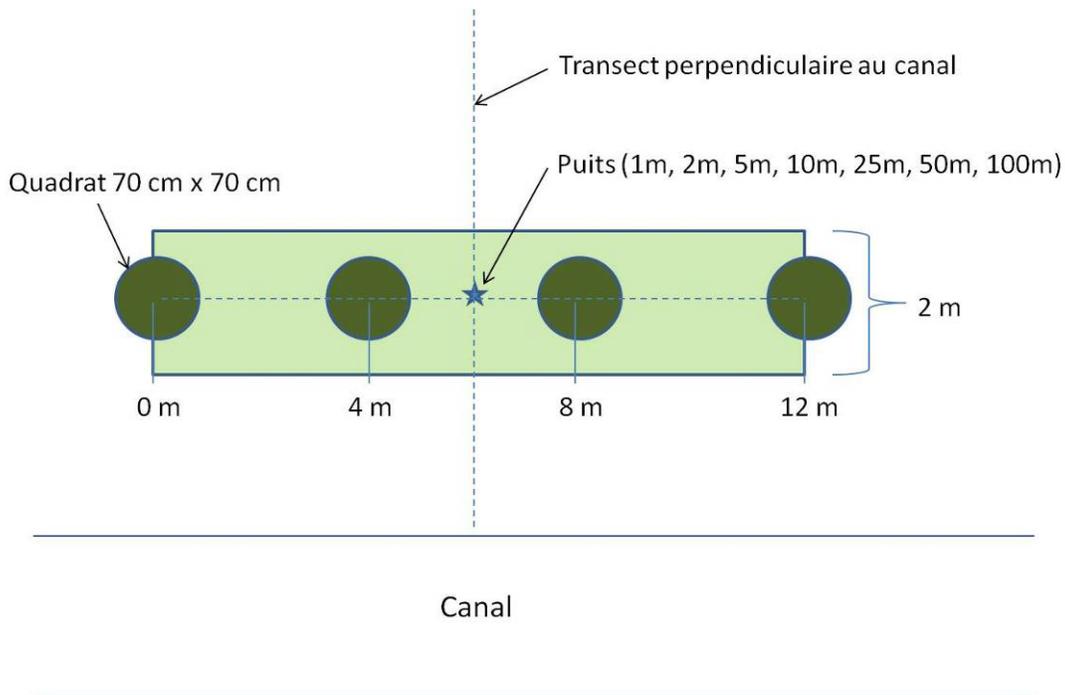


**Figure 38. Disposition des transects perpendiculairement aux canaux pour le suivi écologique.**

### *Suivi de la végétation*

Pour chaque transect, quatorze tiges de métal (sept de chaque côté du canal) ont été installées et identifiées vis-à-vis les puits de suivi hydrologique afin de les repérer d'année en année. Ces tiges sont le centre de parcelles de 12 m x 2 m qui permettent d'évaluer efficacement le couvert arbustif excluant les éricacées. À l'intérieur de ces grandes parcelles, quatre quadrats de 70 cm de diamètre sont distribués à distance égale,

parallèlement au canal, dans lesquels sont évalués le couvert des autres strates de végétation (éricacées, herbacées et strate muscinale). Voir la figure 39 pour le schéma de la disposition des quadrats.

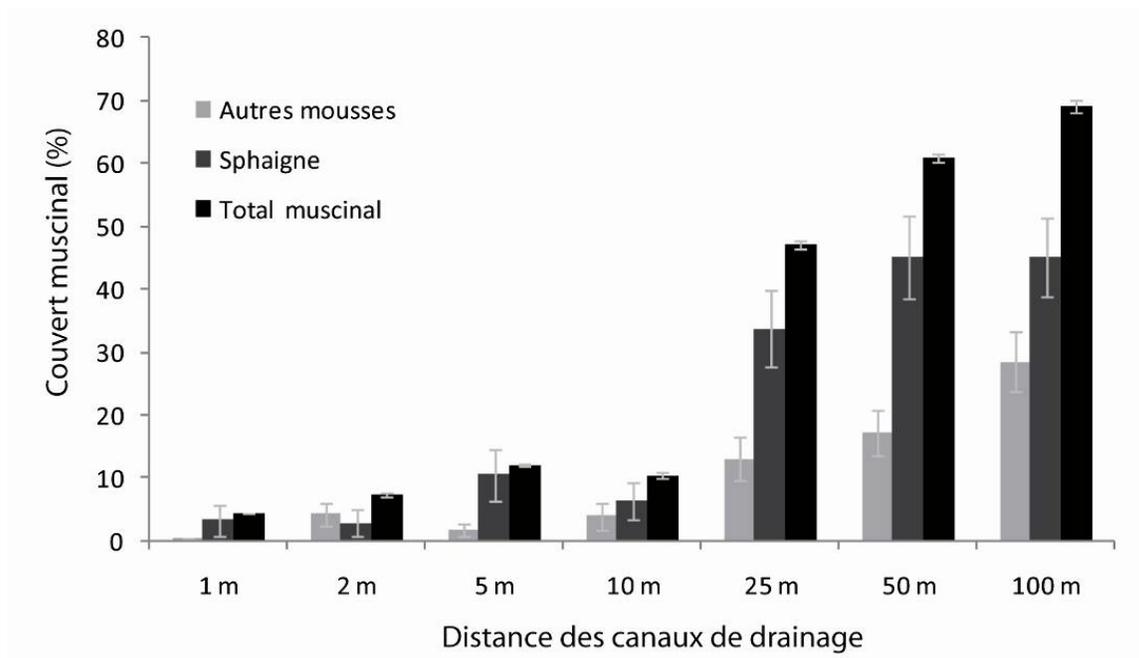


**Figure 39. Schéma de la disposition des quadrats pour le suivi de la végétation.**

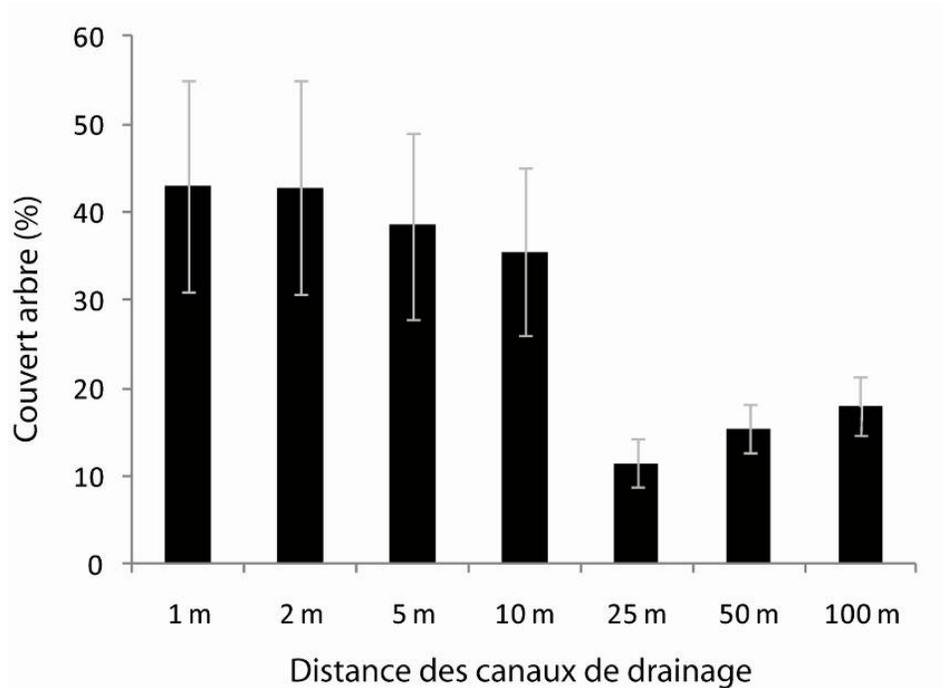
### *Résultats préliminaires*

Les canaux de drainage ont une grande influence sur la composition de la végétation. À 10 m de part et d'autre d'un canal, la moyenne de recouvrement muscinal total (sphaignes et autres mousses) est inférieure à 11 %, tandis qu'à 100 m du canal, la moyenne de recouvrement muscinal total est de 70 % (figure 40). Les sphaignes, une espèce clé des tourbières ombrotrophes, est grandement affectée par le drainage, et ce, jusqu'à une distance de 25 m d'un canal de drainage (figure 40). À noter que dans la figure 40, le recouvrement muscinal n'est pas l'équivalent de l'addition des sphaignes et des autres mousses, puisque ces deux types de mousses sont souvent superposés et que l'estimation visuelle du couvert est faite en se positionnant au-dessus des quadrats.

Les canaux de drainage ont également un impact important sur l'afforestation. La présence d'arbres est beaucoup plus marquée dans les dix premiers mètres du canal avec une moyenne d'environ 40 % de couvert, par rapport à un couvert moyen d'environ 15 % à plus de 25 m du canal (figure 41).



**Figure 40. Pourcentage de recouvrement de la sphaigne, des autres mousses et du total de recouvrement muscinal avec chevauchement. Les moyennes et les erreurs types sont présentées (n=24).**



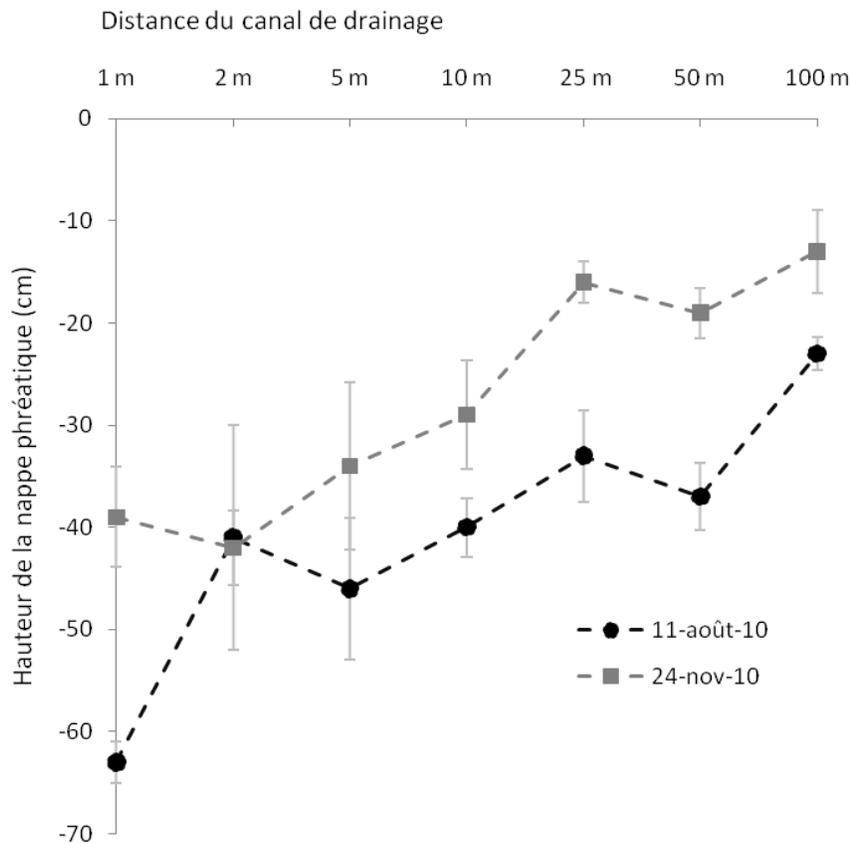
**Figure 41. Pourcentage de recouvrement des arbres par rapport à la distance aux canaux de drainage. Les moyennes et les erreurs types sont présentées (n=6).**

### *Suivi hydrologique*

Pour chaque transect de suivi hydrologique (figure 39), 14 puits (7 puits de chaque côté du canal) sont installés. Le suivi de ces 42 puits dans les périodes pré et post-remouillage permettront de mesurer l'impact du drainage et du remouillage sur la remontée de la nappe phréatique. En 2010, des mesures ont été prises en août et en novembre.

### *Résultats préliminaires*

La figure 42 montre l'effet du drainage du grand canal de drainage sur la hauteur de la nappe phréatique pour deux campagnes d'échantillonnage. Les moyennes de la hauteur de la nappe phréatique pour le 11 août et le 24 novembre 2010 sont nettement supérieures à 100 m du canal qu'à moins de 10 m du canal (figure 42). Des données supplémentaires seront nécessaires pour déterminer la distance plus précise sur laquelle le canal de drainage affecte la nappe phréatique à la tourbière de la Grande plée Bleue.



**Figure 42. Influence de la distance des canaux de drainage de la tourbière de la Grande plée Bleue sur la hauteur de la nappe phréatique. Les moyennes et les erreurs types sont présentées (n=6).**

### *Suivi de la chimie de l'eau*

Un échantillonnage de la chimie de l'eau a été effectué le 11 août 2010. Le pH et la conductivité ont été mesurés par notre laboratoire. Les autres analyses ont été complétées par le laboratoire d'analyse du Département des sciences du bois et de la forêt de l'Université Laval. Elles comprennent les éléments nutritifs, soit l'azote (sous forme de nitrate et d'ammonium), le phosphore et le potassium. L'analyse des cations de base inclut le calcium, le magnésium et le sodium. Nous avons également fait analyser du sulfate et des métaux, soit le fer et le mercure, puisque ceux-ci sont des contaminants potentiels dans l'eau des tourbières. Des échantillonnages supplémentaires menés en 2011 permettront d'avoir une meilleure idée de la chimie générale de la tourbière et de l'impact du drainage sur celle-ci. L'an prochain, nous ajouterons le carbone organique dissous (COD). Le COD influence, entre autres, la couleur de l'eau et donc la pénétration de la lumière dans les cours d'eau récepteurs.

### *Résultats préliminaires*

Les résultats issus de la campagne d'échantillonnage ne révèlent pas pour l'instant de changement majeur dans la chimie de l'eau en fonction de la distance au canal de drainage dans la tourbière, mais nous permettent de caractériser celle-ci en général (tableau 2). La tourbière de la Grande plée Bleue est une tourbière très acide (pH  $3,3 \pm 0,6$ ). La conductivité de cette tourbière est de  $59 \pm 28 \mu\text{S}$ . La conductivité est influencée principalement par le pH, puisqu'une fois corrigée pour l'apport en ions  $\text{H}^+$ , la conductivité est nulle. La concentration des nutriments et cations de base est faible et représentative d'une tourbière ombrotrophe. Pour ce qui est de la présence de métaux lourds, tous les échantillonnages pour le mercure ont donné de concentrations sous la limite de détection. Le sulfate, bien que plus élevé avec une concentration moyenne de  $18,24 \pm 4,18 \text{ mg/L}$ , se trouve dans la moyenne provinciale pour les tourbières ombrotrophes au Québec ( $14,07 \pm 11,12 \text{ mg/L}$ ; voir Andersen et al., 2011)<sup>1</sup>.

**Tableau 2. Résultats des analyses chimiques du 11 août 2010. Moyenne et écart-type pour l'ensemble de la tourbière.**

pH	Conductivité	N- $\text{NO}_3^-$	N- $\text{NH}_4^+$	P	K	Ca	Mg	Na	$\text{SO}_4^{2-}$	Fe	Hg
	( $\mu\text{S/cm}$ )	(mg/L)									
$3,3 \pm 0,6$	$59 \pm 28$	$0,09 \pm 0,12$	$1,34 \pm 1,46$	$0,33 \pm 0,56$	$0,80 \pm 0,49$	$1,37 \pm 1,37$	$0,38 \pm 0,47$	$0,98 \pm 0,88$	$18,24 \pm 4,18$	$0,24 \pm 0,11$	<d.l.

<sup>1</sup> Andersen, R., L. Rochefort & J. Landry. (2011). La chimie des tourbières du Québec : une synthèse de 30 années de données. *Naturaliste Canadien* 135(1): 5-14.

## 5. RÉDACTION D'UN DOCUMENT DE PRÉSENTATION ÉDUCATIF SUR LES TRAVAUX DE REMISE EN EAU DE LA TOURBIÈRE

À la demande du MDDEP, un document de présentation des différentes étapes des travaux a été préparé par SNC-Lavalin Environnement. Ce document est présenté ici-bas et s'adresse principalement aux personnes qui habitent en bordure de la Grande plée Bleue (riverains) et qui pourraient être inquiétées par le déroulement des travaux. Le document a été présenté sous forme de dépliant à la fin du printemps 2010.



**Des travaux de restauration de la tourbière en 2010 et 2011**

Le MDDEP, en collaboration avec l'Université Laval, entreprendra des travaux dans le but de corriger certains dommages causés à la Grande Plée bleue dans le passé. Ces travaux consisteront en une coupe sélective d'arbres et au blocage de canaux de drainage.

**Illustration de l'impact des travaux de restauration sur la végétation et le niveau d'eau de la nappe phréatique**

1. État naturel
2. Impacts des canaux de drainage
3. Après les travaux de restauration

**L'impact du blocage des canaux**

Le blocage des canaux n'aura aucun impact sur les terres adjacentes à la tourbière. Le drainage a eu pour effet d'abaisser la nappe phréatique localement sur une distance d'environ 100 mètres de part et d'autre des canaux. Le blocage ne fera que rétablir le niveau d'eau original qui permettra le retour de la végétation typique des tourbières.

À la suite du blocage, le surplus d'eau pourra s'écouler librement comme par le passé dans une portion de canal qui restera ouverte. Ces opérations ne causeront pas d'inondation sur les terres environnantes.

**gretperg**

Crédit des photos si non spécifié : MDDEP

**Coupe sélective**

On éliminera le bouleau et le peuplier faux-tremble qui se sont établis en bordure des canaux de drainage, deux espèces qu'on ne retrouve généralement pas dans les tourbières. Les troncs et les débris de coupe pourront être utilisés sur place pour la construction des barrages ou ils seront évacués.



**Blocage des canaux de drainage**

Les principaux canaux de drainage seront bloqués afin de hausser la nappe phréatique à un niveau proche de celui qu'on trouve naturellement dans les tourbières. Des matériaux (bois, pierre) et de la machinerie adaptés aux tourbières seront transportés et utilisés sur le site. Des travaux similaires ont déjà été réalisés avec succès dans le Bas-Saint-Laurent.

Tourbière

Travaux de restauration

La Grande Plée bleue

**Pour toute information, contactez :**

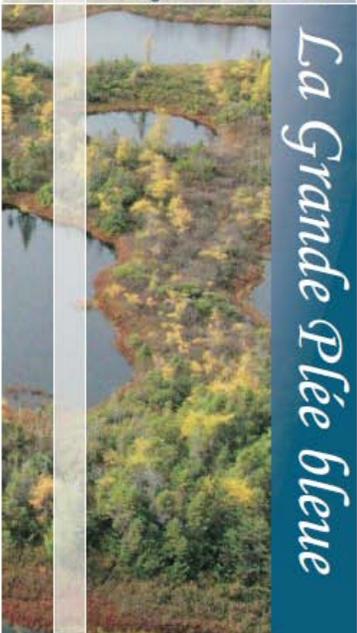
**M. Réal Carpentier**

Direction du patrimoine écologique et des parcs  
Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs  
(418) 521-3907, poste 4764

Québec

Line Rochefort, professeure

Département de Phytologie  
Université Laval  
(418) 656-2131, poste 2583

## La Grande Plée bleue

La tourbière la Grande Plée bleue constitue un écosystème exceptionnel qui compte pour une part importante des milieux humides de la région de Lévis. Plusieurs éléments contribuent à en faire un milieu d'une grande valeur:

- **Une grande richesse en habitats et en espèces.** La Grande Plée bleue comporte une grande variété d'habitats, dont 650 mares auxquelles sont associées des espèces particulières. Cette diversité d'habitats permet le maintien de près de 150 espèces de plantes incluant six espèces carnivores, ainsi que plusieurs espèces rares, autant végétales qu'animales.
- **Un écosystème à l'état naturel et de grande étendue.** Cette tourbière constitue un rare exemple de ce type de milieu humide encore à l'état naturel. Sa grande taille (environ 11 km<sup>2</sup>) favorise le maintien de son intégrité écologique et de la biodiversité.
- **Un rôle écologique insoupçonné.** Les milieux humides, telle la Grande Plée bleue, jouent un rôle important dans l'amélioration de la qualité de l'eau et la régularisation des débits d'eau. Les tourbières emmagasinent de grandes quantités de carbone ce qui contribue à limiter le réchauffement climatique.
- **Un laboratoire pour les chercheurs et le public.** La richesse et la proximité de la tourbière d'un grand bassin de population favorisent la réalisation d'études scientifiques et la poursuite d'activités pour les amateurs de la nature.

La Grande Plée bleue a quand même subi des dommages, principalement dans les années 1950 et 1960. Des canaux de drainages y ont été creusés, ce qui a abaissé le niveau de la nappe phréatique localement et a favorisé l'établissement d'espèces d'arbres qu'on ne trouve pas naturellement dans les tourbières.



### Les Tourbières

Les tourbières sont des milieux humides accumulateurs de tourbe. Elles naissent du comblement de lacs peu profonds ou de sites mal drainés. Les conditions de saturation en eau limitent la décomposition des parties mortes des plantes. Cette matière organique s'accumule au fil du temps et forme la tourbe. À un certain point, la tourbe forme un bombement et la tourbière n'est plus alimentée que par les eaux de précipitation. Le sol devient acide et pauvre en éléments nutritifs et une végétation particulière, dominée par des mousses (les sphaignes) et des arbustes à petits fruits (éricacées) s'établit.



Rhododendron du Canada



Sarracénie pourpre



Mares de la tourbière



Airelle femelle en style (bleu-vert)



Tapis de sphagnum

## Le projet de réserve écologique

Le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) est conscient de la valeur écologique unique de la Grande Plée bleue et projette d'en faire une réserve écologique.

L'objectif est de rendre la tourbière à son état naturel là où elle a subi des dommages et de la préserver pour les générations futures.



On veut aussi y favoriser la recherche scientifique pour accroître les connaissances sur ce type d'écosystème et y aménager un accès pour le public dans un but éducatif.

Parcours à l'écologie de la Grande Plée bleue  
Photo: H. Simard, 2019