ÉTUDE DE L'ADÉQUATION DES BASSINS DE SÉDIMENTATION DE TOURBIÈRES EXPLOITÉES:

Sommaire des travaux de 2003

Rapport de recherche R-709 **Novembre 2003**

ÉTUDE DE L'ADÉQUATION DES BASSINS DE SÉDIMENTATION DE TOURBIÈRES EXPLOITÉES:

Sommaire des travaux de 2003

Par :

André St-Hilaire

Bronwyn Pavey

Simon C. Courtenay

Monica Boudreau

Christina Calder

Taha B.M.J. Ouarda

Andrew D. Boghen

Bernard Bobée

Chaire industrielle Hydro-Québec / CRSNG / ALCAN en Hydrologie statistique

Institut National de la Recherche Scientifique (INRS)

Centre Eau, Terre et Environnement

2800 rue Einstein, C.P. 7500, Sainte-Foy (Québec) G1V 4C7

Rapport de recherche R-709

Novembre 2003

TABLE DES MATIÈRES

Table des Matières i

Liste des tableaux i

Liste des figures ii

Équipe de Projet iiv

1.0 Introduction 1

2.0 Sites d'échantillonnage 2

2.0 Méthodologie 6

3.0 Calibration des néphélomètres 9

4.0 Résultats 12

4.1 Concentration de solides en suspension 12

4.2 Analyse des sédiments déposés. 18

4.3 Mesures ponctuelles de débit 20

5.0 discussion et conclusion 21

9.0 Références 22

Annexe A : Résumé des visites sur le terrain, printemps 2003 24

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Équipement déployé pour la mesure de turbidité 7

Tableau 2. Période de déploiement des trappes à sédiments. 8

Tableau 3. Équations de calibration préliminaires des OBS déployés à chaque site 9

Tableau 4. Mesures ponctuelles de débit, printemps 2003. 20

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Sites d'échantillonnage sur la tourbière #14. 4

Figure 2. Site d'échantillonnage sur la tourbière #16. 4

Figure 3. Site de contrôle, parc national Kouchibouguac. 5

Figure 4 Courbe de calibration du néphélomètre OBS-3, ns 2170 au site contrôle du parc Kouchibouguac. Les lignes pointillées représentent l'intervalle de confiance à 95%. 10

Figure 5. Courbe préliminaire de calibration du néphélomètre OBS-3, ns 1098 au site de la tourbière #14, en amont. Les lignes pointillées représentent l'intervalle de confiance à 95%. 11

Figure 6. Courbe préliminaire de calibration du néphélomètre OBS-3, ns 2160 au site de la tourbière #14, en aval. Les lignes pointillées représentent l'intervalle de confiance à 95%. 11

Figure 7. Courbe préliminaire de calibration du néphélomètre OBS-3, ns 1717 au site de la tourbière #16. Les lignes pointillées représentent l'intervalle de confiance à 95%. 12

Figure 8. Série chronologique préliminaire des concentrations de solides en suspension au site contrôle, parc national Kouchibouguac. Les lignes rouges représentent l'intervalle de confiance à 95% des valeurs estimées à l'aide de la courbe de calibration. 14

Figure 9. Série chronologique préliminaire des concentrations de solides en suspension à la station amont de la tourbière 14. Les lignes rouges représentent l'intervalle de confiance à 95% des valeurs estimées à l'aide de la courbe de calibration. 14

Figure 10. Gros plan d'une portion de la série chronologique préliminaire des concentrations de solides en suspension à la station 14AM. Les lignes rouges représentent l'intervalle de confiance à 95% des valeurs estimées à l'aide de la courbe de calibration. 15

Figure 11. Série chronologique préliminaire des concentrations de solides en suspension à la station aval de la tourbière 14. Les lignes rouges représentent l'intervalle de confiance à 95% des valeurs estimées à l'aide de la courbe de calibration. 16

Figure 12. Série chronologique préliminaire des concentrations de solides en suspension à la station de la tourbière #16. Les lignes rouges représentent l'intervalle de confiance à 95% des valeurs estimées à l'aide de la courbe de calibration. 17

Figure 13. Distribution des sédiments récoltés dans les trappes à sédiments à la tourbière #14 en amont. Les lignes à l'intérieur des boîtes représentent la médiane du pourcentage de la masse totale des quatre boîtes récupérées à ce site. 19

Figure 14. Distribution des sédiments récoltés dans les trappes à sédiments à la tourbière #16. Les lignes à l'intérieur des boîtes représentent la médiane du pourcentage de la masse totale des quatre boîtes récupérées à ce site. 19

ÉQUIPE DE PROJET

Premier Horticulture ltée

Jean-François Gargano	Géographe
Claude Samson	Ingénieur

Ministère des Ressources naturelles du Nouveau-Brunswick

Jacques Thibault	Géologue

Université de Moncton

Andrew D. Boghen	Doyen, Faculté des études supérieures et de la recherche
Christina Calder	Biologiste, assistante de recherche

Pêches et Océans Canada

Simon Courtenay	Chercheur scientifique et chef de section
Monica Boudreau	Technicienne

Parc National Kouchibouguac

Éric Tremblay	Écologiste

INRS-ETE, Chaire en Hydrologie statistique :

André St-Hilaire	Professeur sous octroi
Bronwyn Pavey	Étudiante à la maîtrise
Taha B.M.J. Ouarda	Professeur
Bernard Bobée	Professeur et Titulaire de la Chaire en Hydrologie statistique
Patrick Gagnon	Stagiaire

1.0 INTRODUCTION

Entre 1996 et 1999, une étude de suivi environnemental réalisée sur une tourbière de la plaine St-Charles dans la région de Richibouctou (Nouveau-Brunswick), avait démontré que des charges sédimentaires importantes pouvaient être associées au drainage de certaines tourbières exploitées et ce, malgré la présence d'un bassin de sédimentation en aval du réseau de drainage. En effet, les bassins de rétention qui sont installés pour retenir les sédiments ne semblent pas toujours efficaces et on a constaté des dépôts importants de tourbe dans un estuaire qui reçoit les eaux de drainage dans la portion en aval du bassin versant de la rivière Richibouctou (Ouellette *et al.*, 1997; Ouellette, 2002).

Suite à cette étude en milieu côtier, Premier Horticulture Ltée a initié en 1998, un projet de recherche complémentaire traitant de l'efficacité des bassins de sédimentation installés sur des tourbières exploitées dont les eaux de drainage sont déversés dans les écosystèmes aquatiques dulcicoles. Ce projet a été complété dans la région de Rogersville, au Nouveau-Brunswick. L'objectif de cette étude préliminaire consistait à vérifier si la concentration de solides en suspension (SS) en aval d'un bassin de sédimentation d'une tourbière drainée mais non exploitée dépasse fréquemment la norme néo-brunswickoise de qualité d'eau. Cette norme stipule que les concentrations de SS doivent demeurer inférieures à 25 mg/L (Thibault, 2001). Les suivis ont été réalisés en 1998-1999 sur la tourbière #14, située à environ 15 Km à l'ouest de Rogersville. Ces suivis ont permis de constater que, malgré le fait que le couvert végétal était encore intact, environ 40% des concentrations de solides en suspension enregistrées dans le ruisseau récepteur étaient élevées (> 25 mg/L). Cependant, seulement 4% à 8% des concentrations de solides en suspension ont dépassé le seuil de 25 mg/L aux deux stations d'échantillonnage situées en amont, dans les canaux de drainage (St-Hilaire et al., 2000). Cette étude préliminaire avait été réalisée durant les périodes estivales peu humides de 1998 et 1999.

La seconde phase de ce projet consiste à reprendre l'analyse des concentrations de SS après la mise en exploitation de la tourbière. En 2002, Premier Horticulture ltée a donc accepté de poursuivre l'étude sur la tourbière #14, qui est maintenant exploitée, ainsi que sur la tourbière #16 qui est en opération depuis une dizaine d'années.

Les objectifs du projet sont les suivants :

1. Analyser et comparer l'évolution des concentrations de solides en suspension durant la crue printanière et durant la saison pluvieuse automnale à l'exutoire des bassins de sédimentation sur trois tourbières exploitées. Comparer ces concentrations à un milieu non perturbé, c'est-à-dire un ruisseau drainant une tourbière non exploitée.
2. Analyser et comparer le taux de déposition des sédiments en aval du réseau de drainage des tourbières exploitées (exploitation récente et plus ancienne) et sur une tourbière non exploitée.

Le présent rapport décrit l'avancement des travaux durant l'année 2003. L'emphase est mise sur la description des travaux accomplis sur le terrain. Deux périodes relativement humides ont été échantillonnées : la période de la crue printanière (avril-juin) et l'automne (octobre-décembre). Les résultats préliminaires décrits dans le présent rapport proviennent de la période printanière puisque l'échantillonnage automnal se poursuivait toujours au moment de la rédaction.

2.0 SITES D'ÉCHANTILLONNAGE

Une campagne d'échantillonnage a été entreprise sur deux tourbières exploitées par Premier Horticulture ltée et sur un site contrôle (non exploité). Les deux tourbières exploitées sont situées dans la région de Rogersville, à environ 90 Km au nord de Moncton, au Nouveau-Brunswick. La tourbière #14 (figure 1), située à environ 15 Km à l'ouest de Rogersville est entrée en exploitation en 2002. La tourbe est récoltée sur la tourbière #16 (figure 2) depuis une dizaine d'années.

Le site contrôle est situé dans le parc National Kouchibouguac, à environ 50 Km à l'est de Rogersville. Il faut noter que la proposition originale identifiait la tourbière #52, située à 25 Km à l'ouest de Moncton comme site contrôle. Les routes d'accès à ce site se sont avérées impraticables au printemps 2003. Il a donc fallu remplacer ce site par un autre site contrôle. Les partenaires ont alors sélectionné un ruisseau drainant une tourbière du parc national Kouchibouguac située sur la rive nord de la rivière Black (figure 3). Ce site a été changé à l'automne 2003, après avoir conclu qu'une partie importante du bassin versant du cours d'eau échantillonné drainait un territoire marécageux attenant à la rivière Black plutôt que la tourbière.

Le site contrôle a donc été déplacé à l'automne 2003 sur la tourbière Rankin du Parc National Kouchibouguac, situé au sud de la rivière Kouchibouguac (figure 3).

Un seul bassin de sédimentation a été échantillonné sur chacune des deux tourbières exploitées. Pour la tourbière #14, le bassin de sédimentation échantillonné au printemps 2003 est situé à l'extrémité sud-est de la tourbière (figure 1). Un canal primaire de déversement en aval du bassin se divise en trois canaux secondaires qui amènent l'eau de drainage vers le ruisseau Black (petit cours d'eau, différent de la rivière Black dans le parc Kouchibouguac) par diffusion à travers une zone tampon de 25 m. Les données de débit récoltées durant la période printanière (présentées dans la section 4 de ce rapport) ont démontré que l'écoulement en aval de ce bassin demeure très faible et ce, même après l'occurrence d'événements pluvieux importants. Ce site a donc dû être déplacé pour la suite de l'étude. Le second bassin de sédimentation de la tourbière #14, situé à l'extrémité nord-est de la portion exploitée est présentement échantillonné (figure 1). Pour la tourbière #16, le bassin de sédimentation situé le plus à l'est a été échantillonné (figure 2). Le canal de déversement est unique et rejoint un canal de drainage parallèle à la route #126. Il n'y a donc pas de déversement dans un cours d'eau à proximité de cette tourbière exploitée.

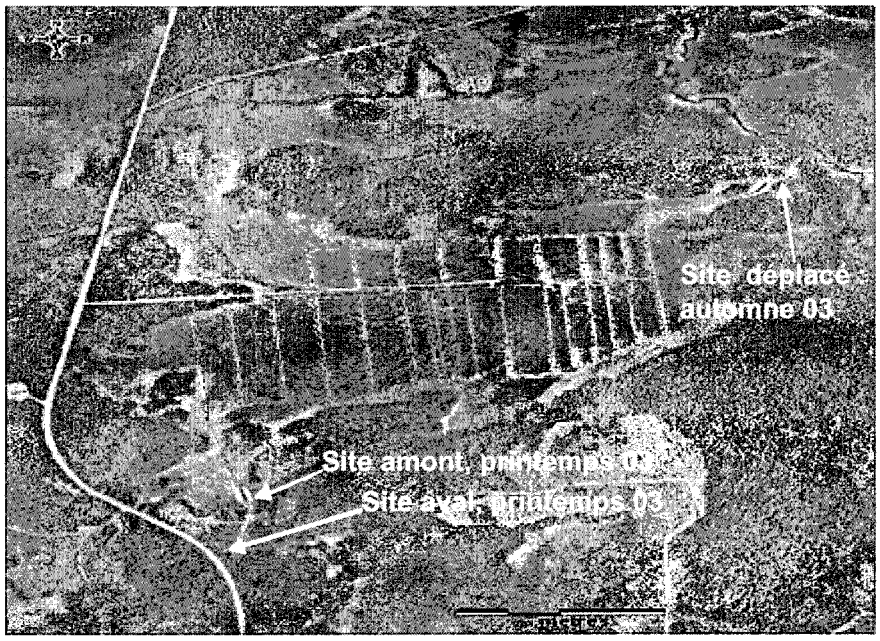

Figure 1. Sites d'échantillonnage sur la tourbière #14

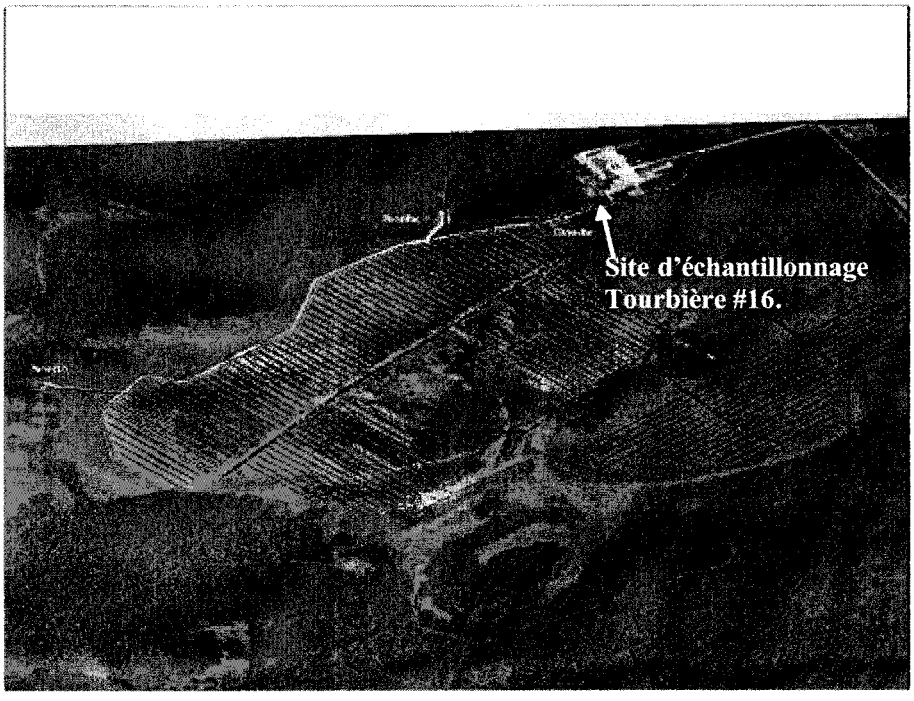

Figure 2. Site d'échantillonnage sur la tourbière #16.

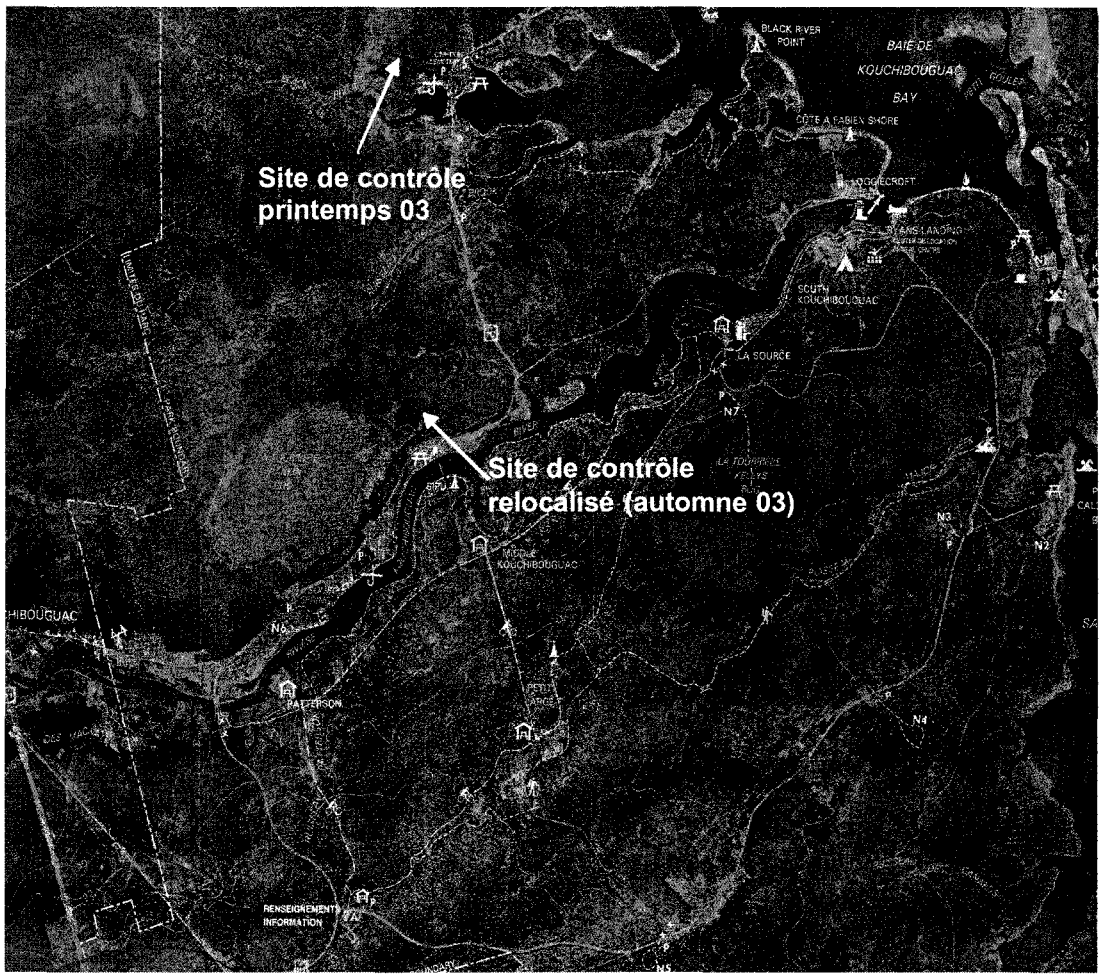

Figure 3. Sites de contrôle, parc national Kouchibouguac.

2.0 MÉTHODOLOGIE

Le suivi des concentrations de solides en suspension a été réalisé indirectement par la mesure de la turbidité. Au printemps 2003, deux néphélomètres ont été déployés à la tourbière #14. Le premier instrument était placé immédiatement en aval du bassin de sédimentation (figure 1). Le second néphélomètre a été déployé dans le ruisseau Black, en aval de la zone correspondant à l'exutoire des trois canaux de déversement. Puisque l'eau de drainage ne se déverse pas dans un cours d'eau à proximité de la tourbière #16, un seul néphélomètre a été déployé sur ce site et ce, à environ 30 m en aval du bassin de sédimentation situé près de l'usine (figure 2).

Les néphélomètres mesurent la turbidité indirectement, en évaluant la dispersion d'un faisceau de rayon infrarouge incident à un angle de 90° du rayon de la source. L'appareil doit être calibré localement, puisque la diffraction est causée par la présence de solides en suspension dans la colonne d'eau et dépend entre autres de la granulométrie locale. Cette diffraction est convertie en voltage qui peut ensuite être enregistré par un capteur de données branché au néphélomètre.

Les néphéplomètres utilisés dans ce projet sont des OBS-3 (« Optical Back Scatterrometer »; D&A Instruments, 1991). Ils sont maintenus en place dans la colonne d'eau par un support métallique ancré au fond du cours d'eau et sont branchés à deux batteries de 6 volt en série (12 V de puissance) qui sont remplacées périodiquement (1 fois par mois approximativement) durant la période de déploiement. Le tableau 1 décrit les périodes de déploiement des néphélomètres à chaque site.

Les données ont été enregistrées par deux différents type de capteurs de données. À la tourbière #16, un capteur de données (« datalogger ») CR510 de Campbell Scientific a été utilisé. Cet appareil offre l'avantage de permettre un échantillonnage à haute fréquence (1/15 secondes). Par la suite, une moyenne de ces échantillons à haute fréquence est conservée en mémoire. Une moyenne a ainsi été enregistrée à toutes les minutes au site de la tourbière #16. Les néphélomètres déployés à la tourbière 14 étaient, quant à eux, branchés sur des capteurs de données OWL (ACR, 1997). Ce capteur de données ne permet pas le calcul de moyennes. Les

données brutes ont donc été enregistrées à une fréquence de 1/5 minutes afin de ne pas saturer la mémoire de ces capteurs de données qui ont une capacité inférieure à celle du CR510.

Tableau 1. Équipement déployé pour la mesure de turbidité

Site	Néphélomètre	Capteur de données	Date déploiement	Date de récupération
Tourbière #14 amont	OBS-3 n/s[a] 1098	OWL n/s 21241	28-03-2003	07-07-2003
Tourbière #14 aval	OBS-3 n/s 2160	OWL n/s 24850	28-03-2003	07-07-2003
Tourbière #16	OBS-3 n/s 1717	CR510 n/s 10078	28-03-2003	26-06-2003
Kouchibouguac	OBS-3 n/s 2170	OWL n/s 26881	22-04-2003	07-07-2003

[a] :n/s = numéro de série

Afin d'évaluer le taux de sédimentation sur le lit des canaux de drainage et dans le cours d'eau récepteur, des trappes à sédiments ont été installées. Ces trappes (Sédibacs, www.bio-innove.ca) sont cylindriques, d'un diamètre de 12 cm et d'une hauteur de 13,5 cm (volume total = 1L). Un substrat grossier (gravier, diamètre ~ 2-4 cm) propre est déposé dans chaque trappe avant le déploiement. Le Sédibac est ensuite enfoui dans le lit du cours d'eau afin que l'ouverture en haut de la trappe soit au niveau du substrat environnant. Les sédiments fins qui se déposent s'accumulent dans les interstices entre le substrat grossier. Il est important de noter que les Sédibacs sont munis d'orifices sur leur paroi totalisant une ouverture de 70 cm^2. Les sédiments fins peuvent donc entrer et sortir par les côtés du cylindre, ce qui fait que la déposition qui est mesurée est un taux net (entrée - sortie). Les Sédibacs sont constitués de deux cylindres, ce qui permet, en pivotant le cylindre interne, de fermer les orifices de la paroi afin de ne perdre aucun sédiment fin lorsqu'on le retire de l'eau. Les sédiments récoltés sont tamisés afin d'établir leur distribution granulométrique (2 mm-38 µm).

Le déploiement des trappes à sédiments a dû être retardé en raison des conditions de gel et de glace qui prévalaient à nos sites au début du printemps 2003 (tableau 2). Les trappes ont été installées près de la station de mesure de turbidité, dans des zones de faible hydraulicité qui sont

souvent plus propices à la déposition de sédiments fins (plats, fosses). Il n'a pas été possible d'installer des trappes à sédiment au site aval de la tourbière #14. La présence d'un barrage à castor maintenait les niveaux d'eau trop élevés pour pouvoir procéder à cette installation au printemps.

Tableau 2. Période de déploiement des trappes à sédiments.

Site	Date de déploiement	Nombre déployé	Date de sortie
Tourbière #14 amont	28-04-2003	4	07-07-2003
Tourbière #16	28-04-2003	4	26-06-2003
Kouchibouguac	08-05-2003	4	07-07-2003

Chaque site d'échantillonnage était visité périodiquement (Annexe A). Durant ces visites, on a procédé à la vérification des équipements (nettoyage de l'OBS afin d'enlever toute particule qui se serait déposée sur la sonde, vérification des batteries et du capteur de données). De plus, un échantillon d'eau (1 L) était prélevé pour en mesurer la concentration de solides en suspension en laboratoire. Ces mesures *in situ* permettent la calibration des OBS. La procédure de mesure directe des concentrations de SS consiste à filtrer l'échantillon d'eau (ou un sous-échantillon lorsque l'eau est très turbide) à l'aide d'un filtre Waltman (0,8 µm) de masse connue. Le filtrat était ensuite séché et pesé. La concentration de solides en suspension est établie en divisant la masse du filtrat par le volume d'eau filtré.

Des mesures ponctuelles de débit ont été prises lors des visites aux stations. Le débit est calculé en multipliant la vitesse d'écoulement par la surface de la section du cours d'eau. Pour ce faire, les vitesses ont été mesurées à intervalles réguliers à travers la section du ruisseau ou canal des sites échantillonnés à l'aide d'un débitmètre Marsh McBirney (model Flo-Mate 2000). Les profondeurs ont aussi été mesurées à intervalles réguliers sur la section à l'aide d'une règle graduée (± 0,005 m).

3.0 CALIBRATION DES NÉPHÉLOMÈTRES

Les quelques échantillons d'eau pris à chaque site lors des visites ne constituent pas une base de données suffisante pour étalonner les néphélomètres. La plupart de ces échantillons sont pris durant des périodes de faible turbidité et leur nombre est insuffisant. Afin de pallier à cette lacune, des conditions de turbidité plus élevée ont été crées artificiellement en remuant le fond du cours d'eau lors d'une visite à chacun des sites. Ces visites de calibration ont eu lieu le 5 juin pour les tourbières #14 et 16 ainsi que le 20 juin au site du parc Kouchibouguac. Des échantillons d'eau supplémentaires ont alors été pris et le voltage mesuré par l'OBS durant la prise de l'échantillon à été noté afin d'obtenir des points supplémentaires sur la courbe de calibration. Les courbes ainsi construites sont quand même considérées comme préliminaires puisque le nombre de points demeure faible.

Les équations de calibration permettant d'estimer la concentration de solides en suspension (SS) en fonction du voltage mesuré par l'OBS (V) ont été calculées pour chaque site (tableau 3). Ces équations sont linéaires (figures 4 à 7). Il est toutefois possible qu'avec l'ajout de points supplémentaires, un modèle non-linaire soit plus adéquat (e.g. Benyahya et al, 2003). Les coefficients de détermination (r^2) associés à ces droites de calibration sont relativement élevés aux quatre sites. Ceux des sites de la tourbière #14 sont de l'ordre de 0,8 alors qu'ils dépassent 0,9 aux deux autres sites (tableau 3).

Tableau 3. Équations de calibration préliminaires des OBS déployés à chaque site

Site	Numéro de série (n/s) des OBS	Équation de calibration	Coefficient de détermination (r^2)
Kouchibouguac	2170	$SS = 9{,}1 + 1095{,}3V$	0,98
#14 en amont	1098	$SS = 84{,}153V$	0,79
#14 en aval	2160	$SS = 151{,}343V$	0,83
#16	1717	$SS = 27{,}132 + 446{,}096V$	0,94

L'incertitude afférente à chaque courbe de calibration a été estimée en calculant un intervalle de confiance de 95% limité par les lignes pointillées sur les graphiques des figures 4, 5, 6 et 7. Par exemple, au site Kouchibouguac (figure 4), un voltage de 0,35 V correspond à une valeur de 392,5 mg/L ± 70,8 mg/L.

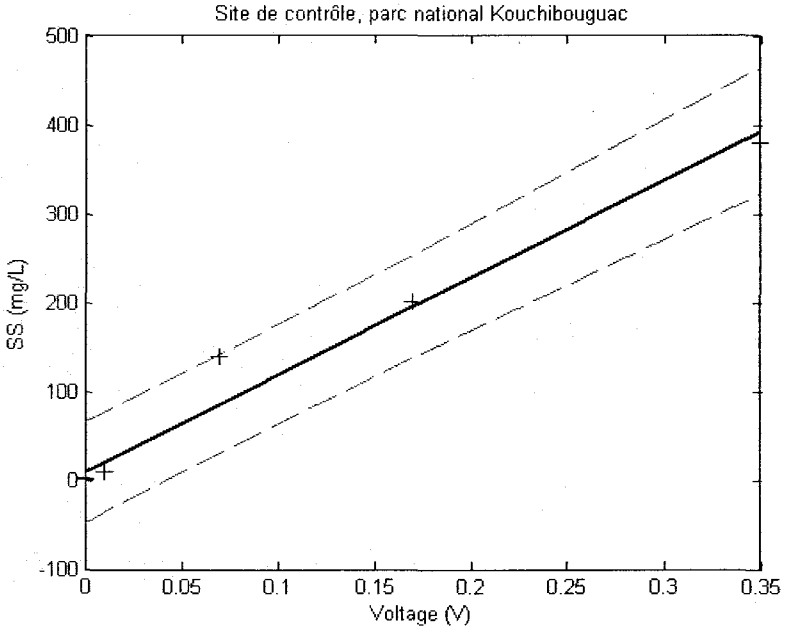

Figure 4 Courbe de calibration du néphélomètre OBS-3, ns 2170 au site contrôle du parc Kouchibouguac. Les lignes pointillées représentent l'intervalle de confiance à 95%.

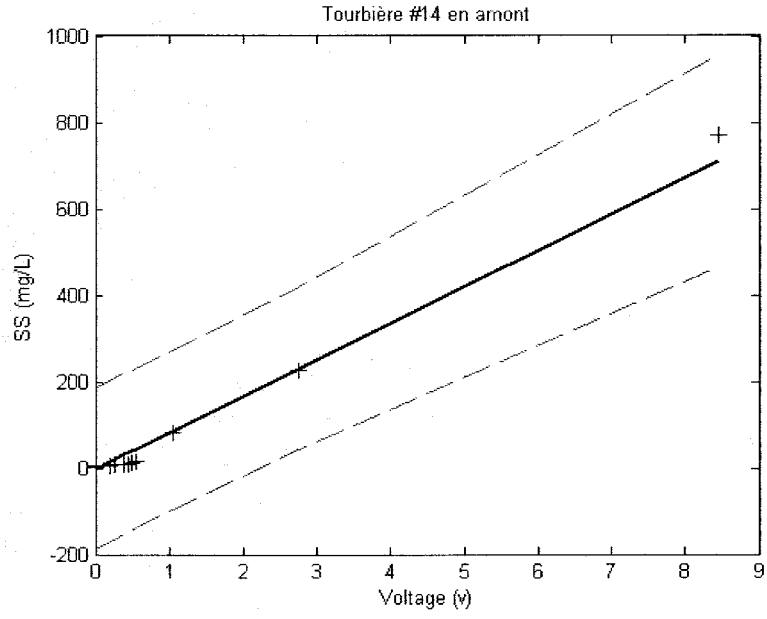

Figure 5. Courbe préliminaire de calibration du néphélomètre OBS-3, ns 1098 au site de la tourbière #14, en amont. Les lignes pointillées représentent l'intervalle de confiance à 95%.

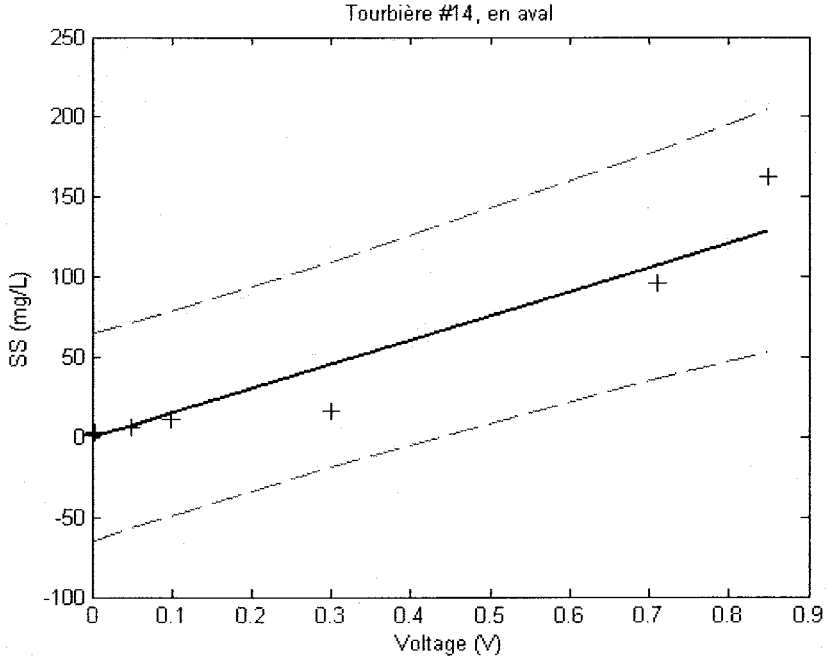

Figure 6. Courbe préliminaire de calibration du néphélomètre OBS-3, ns 2160 au site de la tourbière #14, en aval. Les lignes pointillées représentent l'intervalle de confiance à 95%.

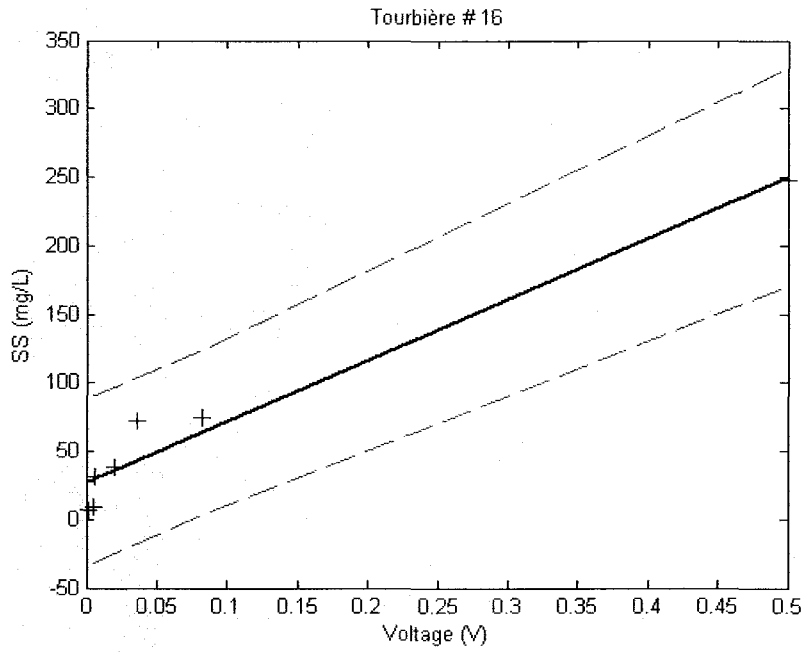

Figure 7. Courbe préliminaire de calibration du néphélomètre OBS-3, ns 1717 au site de la tourbière #16. Les lignes pointillées représentent l'intervalle de confiance à 95%.

4.0 RÉSULTATS

4.1 CONCENTRATION DE SOLIDES EN SUSPENSION

Les valeurs de concentration de solides en suspension brutes (SS) ont été calculées pour chaque site à l'aide des équations de régression du tableau 3. L'intervalle de confiance fixé à 95% est aussi donné pour chaque valeur calculée (lignes pointillées sur les figures 7 à 11). La figure 8 représente la série chronologique des valeurs de SS du site contrôle (Kouchibouguac). La concentration moyenne de solides en suspension pour ce site est 15,93 mg/L (écart-type = 56,11 mg/L ; n = 16983). La figure 8 montre que certaines valeurs de SS ont dépassé la norme néobrunswickoise de 25 mg/L à quelques reprises au site contrôle. En fait, on peut compter plus de 15 pointes avec des concentrations maximales excédant 100 mg/L. Cependant, la majorité de

ces pointes de SS ont une durée inférieure à deux heures. Plus de 97% des valeurs de concentration de solides en suspension au site contrôle sont inférieures à 10 mg/L. Moins de 2% des valeurs excèdent le seuil de 25 mg/L.

La figure 9 donne la série chronologique de SS au site amont de la tourbière 14. La concentration moyenne de SS entre le 12 avril 2003 (jour 101) et le 18 juin 2003 (jour 167) est 61,57 mg/L (écart-type = 95.99 mg/L; n = 19890). Quarante-trois pourcent des valeurs ont dépassé la norme néo-brunswickoise de 25 mg/L, 25% ont dépassé 85 mg/L et 10% ont dépassé 210 mg/L. Plusieurs longues périodes de turbidité élevée ont été identifiées. Entre le jour 145 (26 mai) et le jour 165 (16 juin), six événements durant lesquels les valeurs de SS sont demeurées au-dessus de 100 mg/L durant plus de 12 heures ont été observées. La figure 10 permet aussi de constater que l'incertitude associée aux valeurs de concentration de SS estimées par régression linéaire est importante, comme en témoigne les intervalles de confiance. Cette incertitude rend difficile l'analyse détaillée des faibles dépassements de la norme de 25 mg/L. Par exemple, l'intervalle de confiance pour une valeur de SS de 75 mg/L est ±55 mg/L. Cet intervalle inclut des valeurs aussi faibles que 20 mg/L et aussi élevées que 130 mg/L. Il est donc difficile de dire si cette mesure de turbidité correspond à un dépassement du seuil de 25 mg/L. Cet intervalle de confiance sera réduit grâce à l'ajout de points sur la courbe de calibration de chaque OBS.

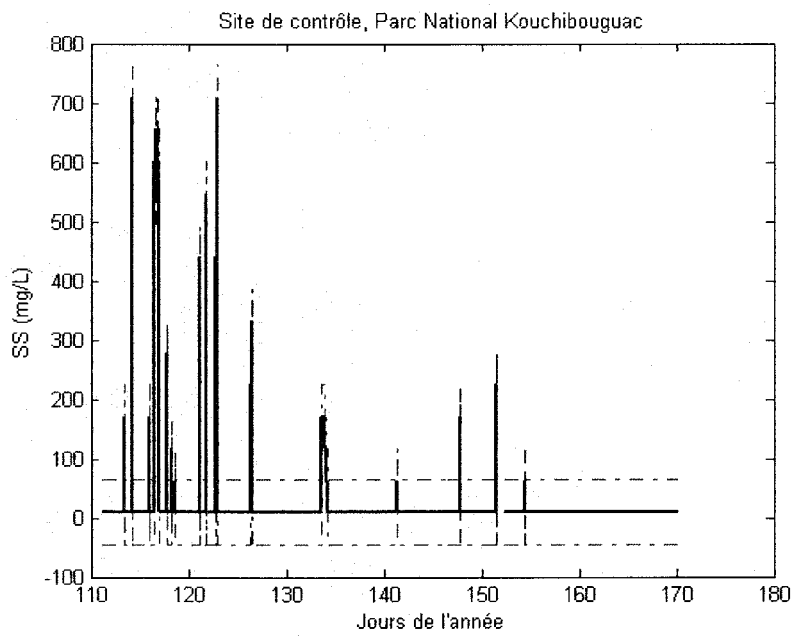

Figure 8. Série chronologique préliminaire des concentrations de solides en suspension au site contrôle, parc national Kouchibouguac. Les lignes rouges représentent l'intervalle de confiance à 95% des valeurs estimées à l'aide de la courbe de calibration.

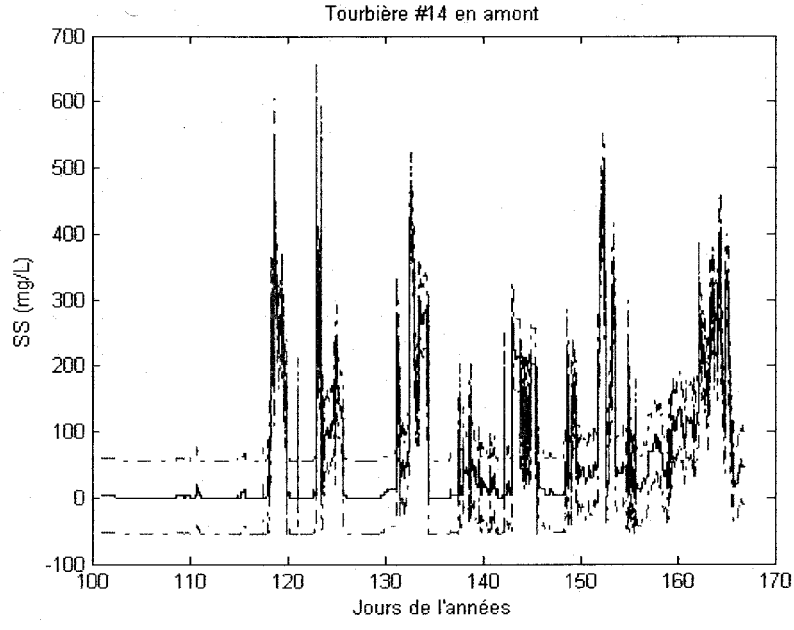

Figure 9. Série chronologique préliminaire des concentrations de solides en suspension à la station amont de la tourbière 14. Les lignes rouges représentent l'intervalle de confiance à 95% des valeurs estimées à l'aide de la courbe de calibration.

Cependant, il y a peu de doutes que les valeurs de concentration de SS au-dessus de 100 mg/L aient en effet dépassé la norme de 25 mg/L. Même l'enveloppe inférieure de l'intervalle de confiance dépasse cette valeur au site amont de la tourbière #14 (enveloppe inférieure = 45 mg/L pour SS = 100 mg/L ; figures 9 et 10). On peut donc affirmer que les événements durant lesquels on observe les pointes élevées de concentration de solides en suspension (i.e. SS > 100 mg/L) représentent des dépassements réels du seuil de 25 mg/L.

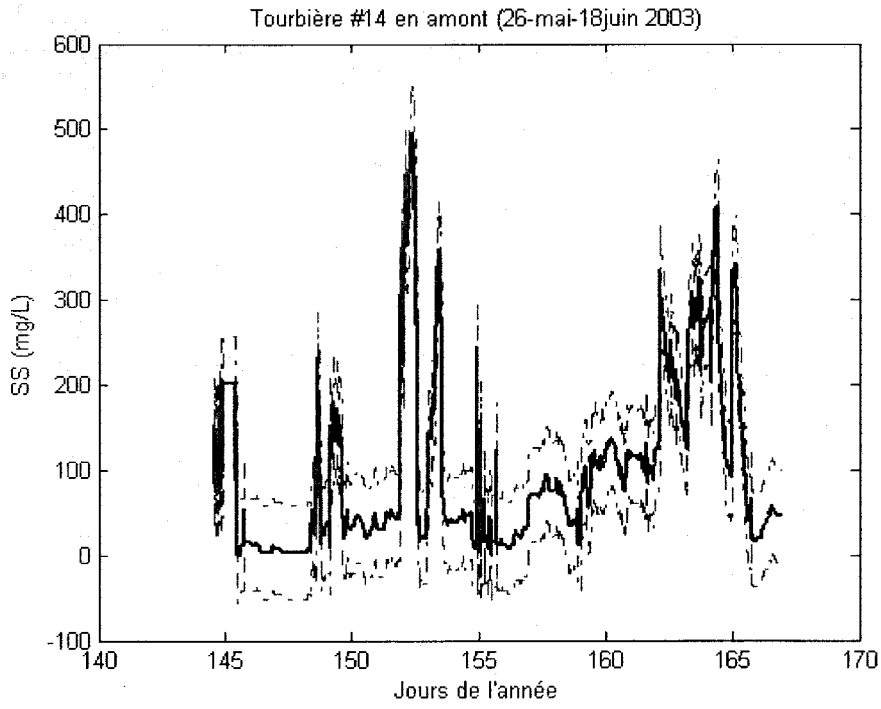

Figure 10. Gros plan d'une portion de la série chronologique préliminaire des concentrations de solides en suspension à la station 14AM. Les lignes rouges représentent l'intervalle de confiance à 95% des valeurs estimées à l'aide de la courbe de calibration.

Les valeurs brutes de concentration de SS au site aval de la tourbière #14 sont données à la figure 11. On y voit une longue période de concentrations de SS élevées (>100 mg/L) entre les jours 135 (16 mai 2003) et 145 (26 mai 2003). Par la suite, les événements caractérisées par des valeurs de concentration de SS élevées sont moins longs (< 4 jours) mais les valeurs maximales

sont relativement élevées, atteignant jusqu'à 327 mg/L (jour 163, ou le 14 juin 2003). La concentration moyenne est 32,89 mg/L (écart-type = 52,78 ; n=23874) pour la période d'échantillonnage. Trente deux pourcent (32%) des valeurs de SS sont supérieures à 25 mg/L et 15% sont supérieures à 95 mg/L pour ce site.

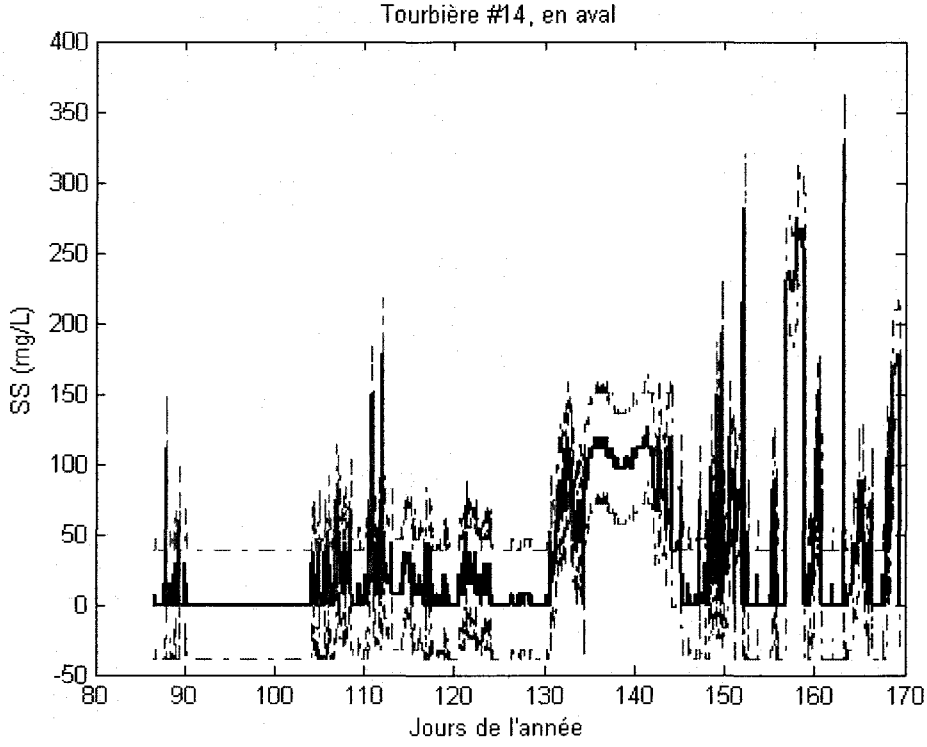

Figure 11. Série chronologique préliminaire des concentrations de solides en suspension à la station aval de la tourbière 14. Les lignes rouges représentent l'intervalle de confiance à 95% des valeurs estimées à l'aide de la courbe de calibration.

La figure 12 donne les valeurs brutes de SS pour la tourbière #16. On constate que l'enregistrement des données n'a pas été constant. Les données mesurées entre le 27 mai (jour 146) et le 30 mai (jour 149) n'ont pas été enregistrées par le capteur de données CR510 parce que la mémoire de ce dernier était remplie. Une autre défaillance s'est produite entre le 7 juin (jour 156) et le 14 juin (jour 163). La période de dépassement de la norme de 25 mg/L la plus longue s'est produite au début de la saison d'échantillonnage, entre le 24 mai (jour 143) et le 27 mai (jour 146). Les valeurs de SS ont constamment excédé 100 mg/L durant ces quatre jours. La

concentration moyenne de solides en suspension mesurée à la tourbière #16 est 62,0 mg/L (écart-type = 33,54 ; n=39789). Plus de 90% des valeurs mesurées étaient supérieures à 25 mg/L. Plus de 18% des valeurs mesurées étaient supérieures à 100 mg/L. Il faut cependant noter que lors d'une visite sur le terrain le 19 juin, une quantité de débris importants ont dû être enlevés autour de la cage servant à ancrer l'OBS. Ces débris ont été enlevés par la suite, ce qui peut expliquer le saut brusque dans la série de concentration de SS autour du jour 171. Il pourrait y avoir un biais durant dans les données mesurées entre le 14 juin (jour 163) et le 21 juin qui serait imputable à l'interférence causée par cette grande quantité de débris.

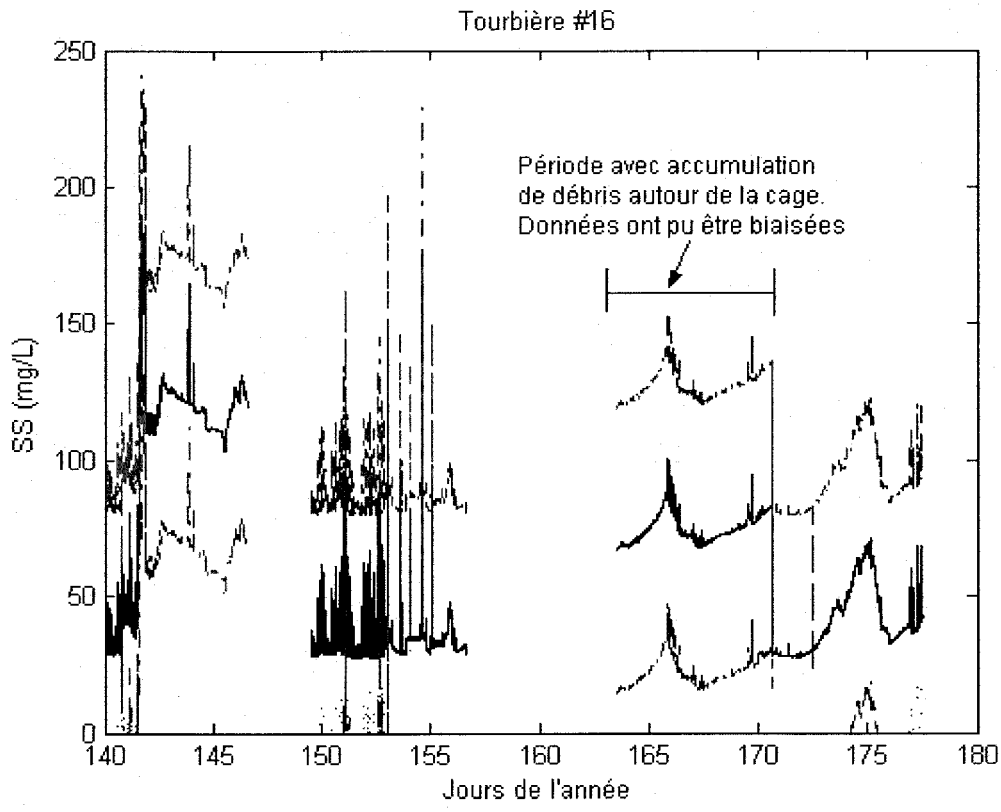

Figure 12. Série chronologique préliminaire des concentrations de solides en suspension à la station de la tourbière #16. Les lignes rouges représentent l'intervalle de confiance à 95% des valeurs estimées à l'aide de la courbe de calibration.

4.2 ANALYSE DES SÉDIMENTS DÉPOSÉS.

Le tamisage des sédiments récoltés au printemps est toujours en cours. Seuls les sédiments provenant des trappes de sites #14 amont (figure 13) et #16 (figure 14) ont été analysés jusqu'à présent. Une comparaison de la distribution des sédiments déposés à ces deux sites permet de confirmer la prépondérance des sédiments fins (≤ 250 µm) dans les dépôts. Ainsi, le pourcentage médian des sédiments de diamètre inférieur ou égal à 250 µm est de l'ordre de 73% pour le site amont la tourbière #14 et de 69% pour le site de la tourbière #16.

Un taux d'accumulation de sédiments peut être calculé en divisant la masse des sédiments accumulés par la surface de l'ouverture du Sédibac et la longueur de la période de déploiement. Comme il le fut mentionné précédemment, il est important de noter que ce taux peut être conservateur, dans la mesure où l'accumulation de sédiments n'a été mesuré qu'à la fin de la période de déploiement. Il est possible que l'état d'équilibre (entrée – sortie = constante) ait été atteint avant la fin de cette période. Le taux de sédimentation moyen pour les deux sites était similaire. Ainsi, le site amont de la tourbière #14 a eu un taux de sédimentation de 56,76 g/jour (écart-type = 18,73 g/jour, n=4), tandis que le site de la tourbière #16 a eu un taux de 59,35 g/jour (écart-type = 27,63 g/jour, n=4).

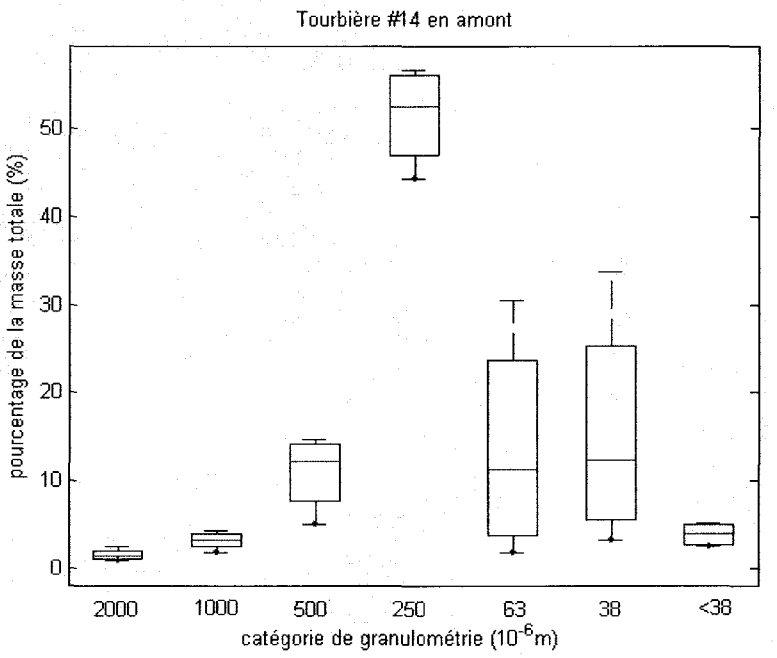

Figure 13. Distribution des sédiments récoltés dans les trappes à sédiments à la tourbière #14 en amont. Les lignes à l'intérieur des boîtes représentent la médiane du pourcentage de la masse totale des quatre boîtes récupérées à ce site.

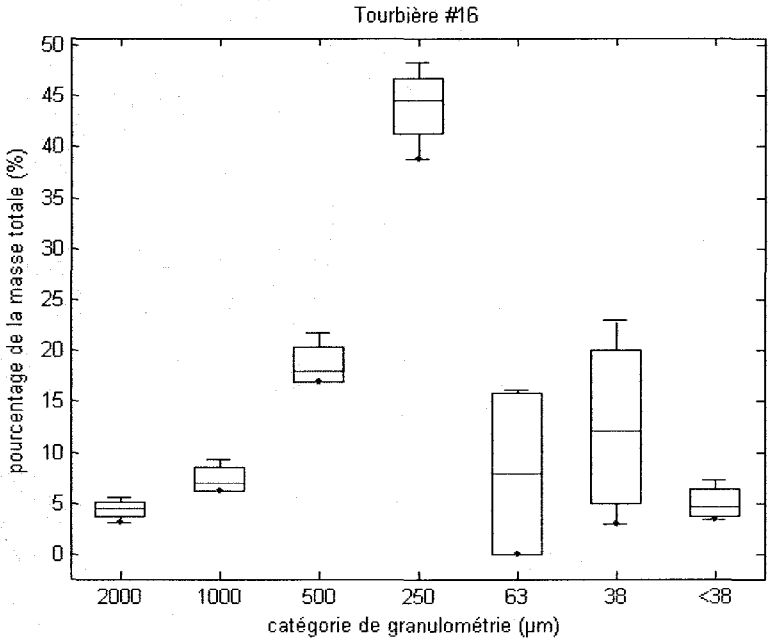

Figure 14. Distribution des sédiments récoltés dans les trappes à sédiments à la tourbière #16. Les lignes à l'intérieur des boîtes représentent la médiane du pourcentage de la masse totale des quatre boîtes récupérées à ce site.

4.3 MESURES PONCTUELLES DE DÉBIT

Les débits mesurés à chaque site ont été colligés dans le tableau 4. Les mesures prises au site amont de la tourbière #14 confirment que l'écoulement dans le canal de déversement de ce bassin est très faible, voire nul à certaines occasions ($0 \leq Q \leq 0{,}008$ m^3/s). Pour le site aval de la tourbière # 14, le débit maximum mesuré s'est produit le 15 mai 2003, ce qui correspond à la période durant laquelle les valeurs de SS étaient élevées (figure 11, jour 135). Les débits mesurés à la tourbière #16 ont atteint leur valeur maximum plus tôt, soit le 17 avril 2003 (jour 107). Les données brutes de SS ne sont pas disponibles pour cette date. Les débits au site contrôle (Kouchibouguac) ont varié entre 0,01 et 0,12 m^3/s. Le débit maximum a été mesuré plus tard qu'aux autres sites, soit le 2 juin (jour 153). Durant cette période de débit relativement élevé, les valeurs de SS ont augmenté au site contrôle et sont demeurées supérieures à 200 mg/L pendant plus de 12 heures au jour 153 (figure 8).

Tableau 4. Mesures ponctuelles de débit, printemps 2003.

Site	Date	jour de l'année	Q (m^3/s)	Site	Date	Jour de l'année	Q (m^3/s)
#14 aval	2003 04 28	118	0,017	#16	2003 03 28	87	0,092
#14 aval	2003 05 09	129	0,216	#16	2003 04 02	92	0,232
#14 aval	2003 05 15	135	0,264	#16	2003 04 11	101	0,066
#14 aval	2003 05 26	146	0,041	#16	2003 04 17	107	0,529
#14 aval	2003 06 05	156	0,192	#16	2003 04 28	118	0,373
#14 aval	2003 06 19	170	0,067	#16	2003 05 09	129	0,059
#14 amont	2003 05 09	129	0,004	#16	2003 05 15	135	0,169
#14 amont	2003 05 15	135	0,008	#16	2003 05 26	146	0,025
#14 amont	2003 05 26	146	0,000	#16	2003 06 05	156	0,038
#14 amont	2003 06 05	156	0,000	#16	2003 06 19	170	0,017
#14 amont	2003 06 19	170	0,000	Kouchibouguac	2003 05 01	121	0,079
				Kouchibouguac	2003 05 08	128	0,024
				Kouchibouguac	2003 05 22	142	0,026
				Kouchibouguac	2003 06 02	153	0,119
				Kouchibouguac	2003 06 20	171	0,012

5.0 DISCUSSION ET CONCLUSION

L'analyse préliminaire des données printanières de 2003 indiquent que les dépassements de la norme néo-brunswickoise (SS $\leq$ 25 mg/L) se sont produits fréquemment sur les deux sites exploités (tourbière #14 et #16). Malgré la grande incertitude associée à la calibration initiale des OBS (cette dernière étant imputable au faible nombre de points de mesures *in situ* de concentration de SS), on peut affirmer que la fréquence de dépassement du seuil de 25 mg/L est beaucoup plus élevé aux sites exploités (entre 32% et 90%) qu'au site contrôle (< 2%). La précision des estimations de concentrations de SS va augmenter avec l'ajout de points de calibration durant les autres périodes de déploiement des appareils.

L'analyse des taux de sédimentation et de la granulométrie est encore trop fragmentaire pour permettre d'en arriver à des conclusions sur les dépôts de sédiments fins en aval de tourbières exploitées. En plus des analyses granulométriques en cours, une estimation du pourcentage de matière organique sera obtenue pour chaque classe de sédiments fins tamisés. Cette estimation sera obtenu en établissant la différence de poids entre les échantillons conservés avant et après les avoir brûler à haute température durant 24 heures. Puisque la principale source de matière organique sur les tourbières exploitées (dénudées de toute végétation) est la tourbe elle-même, le pourcentage de matière organique sera un bon indicateur du pourcentage de tourbe contenu dans les sédiments déposés.

Cette première saison d'échantillonnage a permis d'optimiser la méthodologie des suivis et d'apporter des changements substantiels au protocole établi. Il aurait été préférable que les sites ne soient pas changés pour les périodes d'échantillonnage subséquentes. Cependant, le changement de site à la tourbière #14 est devenu inévitable puisque les débits mesurés au site en amont ont confirmé que le bassin de sédimentation étudié est caractérisé par une hydraulicité trop faible pour permettre la comparaison avec les autres sites. Le bassin de sédimentation situé le plus au nord est donc celui qui sera étudié sur la tourbière # 14.

Un changement important est aussi survenu à la tourbière # 16. Le bassin de sédimentation étudié a été modifié au mois de juin 2003, après la période d'échantillonnage. La longueur du bassin a passé de 60 m à 168 m. La largeur est restée la même, soit 18 m. Cette modification permettra de vérifier si le fait de tripler le volume d'un bassin diminue significativement la quantité de solides en suspension en aval.

Le changement de l'emplacement du site contrôle au parc national Kouchibouguac était nécessaire puisque les visites sur le terrain en octobre 2003 ont permis de confirmer que le ruisseau échantillonné au printemps 2003 draine la portion marécageuse du sous-bassin de la rivière Black plutôt que la tourbière elle-même. Bien que cette zone marécageuse soit aussi un bassin humide avec un comportement hydrologique qui peut être similaire à celui d'une tourbière, il a été jugé préférable d'utiliser une tourbière ombrotrophe similaire à celles qui sont exploitées comme site contrôle. Pour cette raison, la tourbière Rankin sera utilisée comme site contrôle à l'avenir.

L'échantillonnage s'est poursuivi à l'automne 2003 sur les deux tourbières exploitées et le nouveau site contrôle. Les néphélomètres et les Sédibacs ont été mis en place en octobre 2003 et les données ont été enregistrées jusqu'au début de décembre. L'échantillonnage reprendra au printemps 2004 et se poursuivra durant toute la période sans glace.

9.0 RÉFÉRENCES

ACR 1997. Datalogger Reference manual.

Benyahya, L. A. St-Hilaire, Courtenay, S.C., Boghen, A.D., Ouarda, T.B.M.J., Bobée, B. et M. Lachance (2003). Analyse de l'efficacité des bassins de sédimentation d'une tourbière exploitée: étude de cas de la plaine de St-Charles (N.-B.). INRS-ETE, rapport de recherche R-686, 38 p.

D&A Instruments co. 1991. OBS3 Instructions Manual.

Ouellette, C., A. Boghen, S. Courtenay et A. St-Hilaire. 1997. Potential environmental impact of peat moss harvesting on the Richibucto River in New Brunswick. Bull. Aquacul. Assoc. Canada. 97-2: 81-83.

Ouellette, C. 2002. Les effets de la présence de particules de tourbe sur un milieu estuarien. Thèse de maîtrise, université de Moncton. 163 p.

Saint-Hilaire, A ., J.-F . Mercier, G . Bourgeois, J. Gagnon et J. Thibault. 2000. Optimal design of sedimentation ponds used to harvest peat bogs : A preliminary study for the implementation of a mathematical model. Proceedings of the 11th Atlantic Region Hydrotechnical Conference. Moncton, May 10-12. P. 27

Thibault, J. 2001. Guidelines for peat mining operations in New Brunswick. Open File 98-7. 15 p. New Brunswick Department of Natural Resources and Energy. Minerals and Energy Division. Bathurst, N.B. Canada.

ANNEXE A : RÉSUMÉ DES VISITES SUR LE TERRAIN, PRINTEMPS 2003

Field Visits - Spring 2003- Premier Horticulture Ltée. + Control Site

Legend x= data were taken DS= downstream US= upstream
OBS= instrument used to measure waterway turbidity
? = Both types of water samples are divided by site, then used to make up a calibration curve for that site

Date (yy-mm-dd)	Site	Water samples taken of artificial mixing?	Water sample taken of natural conditions?	Flow	Data downloaded (file name)	Comments
2003-03-28	Bog 16		x	x		OBS 1717, CR510 10078
2003-03-28	Bog 14 DS		x (1:35pm)	ice cover, no discharge		24 850 Owl Datalogger, 2160 OBS
2003-04-02	Bog 16		x (1:40pm)	x	16U040203	cage was ice covered
2003-04-02	Bog 14 DS			stream still ice covered, no flow	14D0402	
2003-04-10	Bog 52	Christina, André and Venitia unable to reach Bog 52 due to snow and mud on the roads.				
2003-04-11	Bog 14 DS		x (9:18am)		14D0411	bottom kicked up at 9:23
2003-04-11	Bog 14 US					21 241 Datalogger, 1098 OBS (deployed at 10:11am) - lots of snow left
2003-04-11	Bog 16		x (11:30am)	x	16U0411	program changed to take readings every 1 minute
2003-04-17	Bog 14 US		x (9:28am)		14U0417	
2003-04-17	Bog 14 DS		x (9:38am)	ice cover, no discharge	14D0417	
2003-04-	Bog 16		x (11:19am)	x	16U0417	

17						
2003-04-22	Kouchibouguac-Control		x (4:12pm)			26 881 Datalogger (deployed at 4:10pm), 2170 OBS
2003-04-24	Kouchibouguac-Control	Tried to install sédibacs at 1:00 pm but the ground was still frozen				
2003-04-28	Bog 14 DS		x (12:39pm)	x, velocity taken where beaver dam is broken (D/S of OBS)	14D0428	Unsually high water level, New beaver dam located approx. 40m U/S of this D/S site. Some water is flowing over it. Water level too high to install sédibacs.
2003-04-28	Bog 14 US		x (12:30pm)	x, taken b/w sédibacs and OBS	14U0428, data at 11:50am is 0.55V b/c of artificial stirring	US water level normal. 4 Sédibacs installed approx. 2 m U/S of the OBS
2003-04-28	Bog 16		x (2:40)	x	16U0428	Installed 4 sédibacs D/S of OBS
2003-05-01	Kouchibouguac-Control		x (1:15pm)	x		ground still frozen
2003-05-08	Kouchibouguac-Control			x	K050803	OBS found out of the water, 4 sédibacs installed into a very rocky substrate
2003-05-09	Bog 14 DS		x (1:23pm)	x, only 4 done, creek too deep	14D0509	Water level too high to install sédibacs, water level=90 cm at OBS
2003-05-09	Bog 14 US		x (2:20pm)	x	14U0509	
2003-05-09	Bog 16		x (3:40pm)	x	16U0509, 3:44pm	Datalogger at this site is one hour behind (not on day light savings), relocated one sédibac, water/substrate stirred b/w 4:18 and 4:21pm
2003-05-15	Bog 14 DS		x (11:01am)	x	14D0515	water depth=86cm at OBS, discharge taken at the same spot in beaver dam breach, raining 3 degrees C.
2003-05-15	Bog 14 US		x (11:10am)	x	14U0515	Initially OBS readings b/w 4.6-9.5 V, organic debris (possible peat clump) removed, OBS readings became 0.15-0.18V.
2003-05-15	Bog 16		x (12:35pm)	x	12:38pm, 16U051503	Voltmeter not working well.

2003-05-22	Kouchibouguac-Control		x (12:25pm)	x	K052203	12:26pm-OBS out of water, lowered OBS into water, left connected for a short time before data was downloaded (datalogger reading 0.06V)
						Debris has formed upstream of OBS, almost into a dam. Debris cleared to allow more water water to flow.
2003-05-26	Bog 14 DS		x (11:22am)	x	14D0526, computer battery died, data downloaded in truck	
2003-05-26	Bog 14 US		x (11:53am)	x	14U0526	Cleared peat debris from OBS, new batteries put in Voltmeter
2003-05-26	Bog 16		x (3:25pm)	x	16U0526, 3:30pm	OBS out of water, OBS lowered. Three sédibacs relocated at 3:55pm
2003-06-02	Kouchibouguac-Control		x (1:05pm)	x	K060203	OBS relocated due to low water. Batteries replaced.
2003-06-05	Bog 14 DS	x	x (11:02am)	x	14D0605	Batteries changed, voltage was at 8.9V prior to change
2003-06-05	Bog 14 US	x	x (12:20pm)	x	14U0605	downloaded peaks at 5.5V. Bank edge?? OBS located approx. 55 cm from edge.
2003-06-05	Bog 16	x,stirring began at 2:28PM	x (no time noted)	x	160605	Datalogger at this site is one hour behind (not on day light savings),
2003-06-19	Bog 14 DS		x (11:15am)	x	14D0619	Cleared debris from 10:30 to 10:40am, 1 battery replaced
2003-06-19	Bog 14 US		x (11:36am)	x	14U0619	1 battery replaced, new voltage 11.89V
2003-06-19	Bog 16		x (1:10pm)	x	16U0619	Cleared debris 1:10pm
2003-06-20	Kouchibouguac-Control	x	x (12:25pm)	x	K062003	Changed 1 battery, new voltage 11.7 V
2003-06-26	Bog 16				160626, 10:25am	Took out sédibacs, Took down solar panel, Removed OBS 1717
2003-07-07	Bog 14 US				*, at office 2003-07-08	Voltage check=10.65V. Sédibacs and equipment removed. Disconnected at 2:43pm

2003-07-07	Bog 14 DS				*, office at 2:55pm on 2003-07-08	New beaver dam built approx. 10 m below OBS. OBS and equipment removed. No sédibacs here. Voltage was at 10:15V
2003-07-07	Kouchibouguac-Control				*, office at 11:35pm on 2003-07-08	4 sédibacs removed from 3 locations. Voltage check= 9.8V. Disconnected at 12:50pm

* Presently, I do not have these data.