



Environnement  
Canada

Environment  
Canada



# **Analyse des activités et des programmes passés et actuels de surveillance des eaux de surface dans la région des sables bitumineux d'Athabasca, (jusqu'en 2011)**

**25 mars, 2011**

Éditeurs :

D.H. Lindeman (éd.), Environnement Canada  
S. Hall (éd.), Environnement Canada  
E. Ritson-Bennett (éd.), Environnement Canada

Équipe scientifique :

M. Evans, Environnement Canada  
R. Hazewinkel, ministère de l'Environnement de l'Alberta  
J. Headley, Environnement Canada  
P. Laidler, Environnement Canada  
R. Levitt, Environnement Canada  
P. McEachern, ministère de l'Environnement de l'Alberta  
L. Noton, ministère de l'Environnement de l'Alberta  
D. Peters, Environnement Canada  
R. J. Phillips, Environnement Canada  
A. Pietroniro, Environnement Canada  
P. Siwik, Environnement Canada

On peut citer ce rapport de la façon suivante :

Lindeman, D.H., S. Hall, E. Ritson-Bennett (éditeurs). 2011. Analyse des activités et des programmes passés et actuels de surveillance des eaux de surface dans la région des sables bitumineux d'Athabasca. Saskatoon (Sask.) : Environnement Canada, 122 p.

N° de cat. : En84-95/1-2013F-PDF  
ISBN 978-0-660-21118-3

Le contenu de cette publication ou de ce produit peut être reproduit en tout ou en partie, et par quelque moyen que ce soit, sous réserve que la reproduction soit effectuée uniquement à des fins personnelles ou publiques mais non commerciales, sans frais ni autre permission, à moins d'avis contraire.

On demande seulement :

- de faire preuve de diligence raisonnable en assurant l'exactitude du matériel reproduit;
- d'indiquer le titre complet du matériel reproduit et l'organisation qui en est l'auteur;
- d'indiquer que la reproduction est une copie d'un document officiel publié par le gouvernement du Canada et que la reproduction n'a pas été faite en association avec le gouvernement du Canada ni avec l'appui de celui-ci.

La reproduction et la distribution à des fins commerciales sont interdites, sauf avec la permission écrite de l'administrateur des droits d'auteur de la Couronne du gouvernement du Canada, Travaux publics et Services gouvernementaux (TPSGC). Pour de plus amples renseignements, veuillez communiquer avec TPSGC au 613-996-6886 ou à [droitdauteur.copyright@tpsgc-pwgsc.gc.ca](mailto:droitdauteur.copyright@tpsgc-pwgsc.gc.ca).

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par la ministre de l'Environnement, 2013

Also available in English

## TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS .....	V
INTRODUCTION .....	1
PLAN D'ACTION DE 90 JOURS POUR LA CONCEPTION D'UNE SURVEILLANCE DE LA QUALITÉ DE L'EAU DE SURFACE DANS LA RÉGION DES SABLES BITUMINEUX.....	1
PHASE 1 .....	1
VOLET 2.....	1
SECTION 1 : COMPILATION DES ACTIVITÉS DE SURVEILLANCE.....	3
1A : ACTIVITÉS DE SURVEILLANCE ET ÉTUDES CIBLÉES EN COURS.....	3
<b>1A1 : Activités de surveillance à long terme de la qualité et de la quantité de l'eau en cours</b> .....	<b>3</b>
<b>1A1.1 : Ministère de l'Environnement de l'Alberta</b> .....	<b>3</b>
<b>1A1.2 : Environnement Canada</b> .....	<b>4</b>
1A1.2.1 : Qualité de l'eau .....	4
1A1.2.2 : Quantité d'eau.....	4
1A1.2.3 : Jaugeage fédéral des cours d'eau au Canada .....	5
<b>1A1.3 : Programme régional de surveillance du milieu aquatique (RAMP)</b> .....	<b>8</b>
<b>1A2 : Principales recherches et études ciblées</b> .....	<b>10</b>
<b>1A2.1 : Études ciblées sur l'eau</b> .....	<b>10</b>
1A2.1.1 : Étude approfondie de la charge de contaminants (Comprehensive Contaminant Load Study) du ministère de l'Environnement de l'Alberta.....	10
1A2.1.2 : Cadre de gestion de l'eau de la rivière Muskeg (Muskeg River Water Management Framework) .....	11
1A2.1.3 : Étude hydrologique et écologique d'Environnement Canada.....	12
1A2.1.4 : Études sur les eaux souterraines d'Environnement Canada.....	12
<b>1A2.2 : Principales études sur les dépôts aériens et études connexes</b> .....	<b>14</b>
1A2.2.1 : Études de Kelly <i>et al.</i> sur les composés aromatiques polycycliques et les métaux .....	14
1A2.2.2 : Étude sur la neige de 2011 du ministère de l'Environnement de l'Alberta .....	15
1A2.2.3 : Étude sur les émissions atmosphériques de Hazewinkel <i>et al.</i> .....	16
1A2.2.4 : Articles récents provenant de l'atelier « Western Canada Sulphur & Nitrogen Deposition Workshop » .....	16
1A2.2.5 : Relevé nivométrique de 2011 d'Environnement Canada .....	17
<b>1B : PRINCIPALES RECHERCHES ET ÉTUDES CIBLÉES PASSÉES CONCERNANT LA QUALITÉ DE L'EAU ET LES SÉDIMENTS</b> .....	<b>17</b>
<b>1B1 : Programme de recherche environnementale sur les sables bitumineux de l'Alberta (AOSERP)</b> .....	<b>17</b>

1B2 : Étude sur les organismes terrestres et riverains, les lacs et les cours d'eau (TROLS – Terrestrial and Riparian Organisms, Lakes and Streams) .....	24
1B3 : Étude sur les bassins des rivières du Nord (EBRN) .....	24
1B4 : Projet de la rivière Athabasca (Athabasca River Project) .....	28
1B5 : Initiative des écosystèmes des rivières du Nord (IERN) .....	29
1B6 : Renseignements passés sur la charge de sédiments en suspension de la Division des relevés hydrologiques du Canada .....	30
1B7 : Autres études .....	31
<b>1C : TRAVAUX SUPPLÉMENTAIRES</b> .....	<b>36</b>
<b>SECTION 2 : ANALYSE DES ACTIVITÉS DE SURVEILLANCE</b> .....	<b>36</b>
<b>2A : ANALYSE DES ACTIVITÉS DE SURVEILLANCE</b> .....	<b>37</b>
2A1 : Activités de surveillance du gouvernement .....	37
2A1.1 : Ministère de l'Environnement de l'Alberta .....	37
2A1.2 : Environnement Canada .....	37
2A2 : Programme RAMP .....	39
2A3 : Cumulative Environmental Management Association (CEMA) .....	41
<b>2B : ÉVALUATION DES COMPOSÉS ET DES CONTAMINANTS CHIMIQUES ORGANIQUES ET INORGANIQUES</b> .....	<b>41</b>
2B1 : Examen de la toxicité de l'eau des sables bitumineux de Ressources naturelles Canada .....	41
2B2 : Analyse des composés particulièrement préoccupants (CPP) .....	43
2B3 : Analyse des recommandations .....	44
<b>2C : DÉTERMINATION ET ÉVALUATION DES DÉFIS ET DES CONTRAINTES ANALYTIQUES</b> .....	<b>46</b>
2C1 : Aspects des données hydrométriques à prendre en considération : examen de la précision des résultats hydrométriques dans le bassin de la rivière Athabasca .....	46
<b>2D : COMPILATION DES EXIGENCES RÉGLEMENTAIRES ET DES PERMIS POUR LA QUALITÉ ET LA QUANTITÉ DE L'EAU</b> .....	<b>49</b>
2D1 : Suivi des effets sur l'environnement des fabriques de pâtes et papiers .....	49
2D2 : Approbations en vertu de l' <i>Alberta Water Act</i> et de l' <i>Environmental Protection and Enhancement Act</i> .....	50
2D2.1 : Permis et approbations en vertu de l' <i>Alberta Water Act</i> .....	50
2D2.2 : Approbations en vertu de l' <i>Alberta Environmental Protection and Enhancement Act</i> .....	51
2D3 : Objectif d'activité – paramètres fondamentaux candidats à envisager dans la conception de la surveillance .....	56
<b>2E : TRAVAUX SUPPLÉMENTAIRES</b> : .....	<b>57</b>
<b>OUVRAGES CITÉS</b> .....	<b>59</b>
<b>FIGURES</b> .....	<b>67</b>
<b>ANNEXE 1 : PARAMÈTRES ÉCHANTILLONNÉS PAR LES PROGRAMMES DE SURVEILLANCE ET LES ÉTUDES CIBLÉES</b> .....	<b>89</b>
<b>ANNEXE 2 : PARAMÈTRES DE QUALITÉ DE L'EAU PRÉOCCUPANTS PROVENANT DES EIE</b> .....	<b>103</b>
<b>ANNEXE 3 : COMPOSÉS PARTICULIÈREMENT PRÉOCCUPANTS ET RECOMMANDATIONS POUR LA QUALITÉ DE L'EAU</b> .....	<b>111</b>
<b>ANNEXE 4 : TABLEAU RÉCAPITULATIF DES APPROBATIONS DES REJETS ÉMISES EN VERTU DE L'<i>ENVIRONMENTAL PROTECTION AND ENHANCEMENT ACT</i> DE L'ALBERTA</b> .....	<b>112</b>

## La Liste des Figures

Figure 1 : Régions des sables bitumineux et baux fonciers en Saskatchewan et en Alberta .....	67
Figure 2 : Principales exploitations de sables bitumineux au nord de Fort McMurray .....	68
Figure 3 : Stations de surveillance à long terme de la qualité de l'eau du ministère de l'Environnement de l'Alberta et d'Environnement Canada dans le bassin de la rivière Athabasca, en Alberta .....	69
Figure 4 : Stations de surveillance à long terme de la qualité de l'eau du ministère de l'Environnement de l'Alberta et d'Environnement Canada dans la région du cours inférieur de la rivière Athabasca .....	70
Figure 5 : Stations de surveillance à long terme de la qualité de l'eau du ministère de l'Environnement de l'Alberta dans la région des sables bitumineux exploitables .....	71
Figure 6 : Stations hydrométriques de la Division des relevés hydrologiques du Canada, stations climatologiques d'Environnement Canada et du ministère de l'Environnement de l'Alberta et stations de mesure de l'enneigement du ministère de l'Environnement de l'Alberta dans le bassin de la rivière Athabasca, en Alberta .....	72
Figure 7 : Stations hydrométriques de la Division des relevés hydrologiques du Canada, stations climatologiques d'Environnement Canada et du ministère de l'Environnement de l'Alberta et stations de mesure de l'enneigement du ministère de l'Environnement de l'Alberta dans la région du cours inférieur de la rivière Athabasca. AWOS = Système automatisé d'observations météorologiques; SC = Station climatologique; A = Aéroport (si la lettre A figure après AWOS, cela signifie que l'AWOS se trouve dans cet aéroport) .....	73
Figure 8 : Stations hydrométriques de la Division des relevés hydrologiques du Canada, stations climatologiques d'Environnement Canada et du ministère de l'Environnement de l'Alberta et stations de mesure de l'enneigement du ministère de l'Environnement de l'Alberta dans la région des sables bitumineux exploitables. AWOS = Système automatisé d'observations météorologiques; SC = Station climatologique; A = Aéroport (si la lettre A figure après AWOS, cela signifie que l'AWOS se trouve dans cet aéroport) .....	74
Figure 9 : Stations hydrométriques de la Division des relevés hydrologiques du Canada où des données ont été collectées dans le passé (à gauche) et réseau actuellement actif (à droite) .....	75
Figure 10 : Sites de surveillance de la qualité de l'eau du programme RAMP dans la région des sables bitumineux dont la surface est exploitable. Le programme RAMP dispose également d'un site près d'Old Fort, dans le delta Athabasca, et de sites en amont sur les rivières Christina et Horse (non visibles sur cette carte) .....	76
Figure 11 : Sites de surveillance de la quantité d'eau, de l'enneigement et du climat du programme RAMP dans la région des sables bitumineux exploitables. Aux fins d'exhaustivité, un site hydrométrique exploité par la Canadian Natural Resources Ltd. est également représenté .....	77
Figure 12 : Stations d'échantillonnage des sédiments du programme RAMP dans le cours inférieur de l'Athabasca .....	78
Figure 13 : Stations d'échantillonnage des sédiments du programme RAMP dans la région des sables bitumineux dont la surface est exploitable .....	79

Figure 14 : Sites d'échantillonnage de l'étude approfondie de la charge de contaminants et du cadre de gestion de l'eau de la rivière Muskeg du ministère de l'Environnement de l'Alberta (études provinciales ciblées). Remarque : Le site 6, à Old Fort, se trouve en aval des limites de cette carte .....	80
Figure 15 : Sites de l'étude sur l'interaction des eaux souterraines et des eaux de surface d'Environnement Canada, de l'étude des infiltrations des nappes suspendues et de l'étude du Paléozoïque profond de l'Université de Calgary et de Ressources naturelles Canada.....	81
Figure 16 : Sites d'étude de Kelly <i>et al.</i> (2009; 2010) et de trois autres études relatives aux dépôts aériens dans le cours inférieur de la rivière Athabasca. Les deux études de Kelly <i>et al.</i> concernent les dépôts atmosphériques et les sources d'origine hydrique (liées au défrichement) .....	82
Figure 17 : Études sur la qualité de l'eau et des sédiments du programme AOSERP dans la région des sables bitumineux dont la surface est exploitable .....	83
Figure 18 : Étude historique ciblée de l'Initiative des écosystèmes des rivières du Nord (financée par le GRDE) (Headley <i>et al.</i> 2001) et étude de suivi (Conly <i>et al.</i> 2007) réalisée ultérieurement dans la région des sables bitumineux de l'Athabasca .....	84
Figure 19 : Contribution relative des cours supérieur, moyen et inférieur de la rivière Athabasca au débit global .....	85
Figure 20 : Sites d'Embaras et de Fort McMurray – comparaison des mesures de débit directes relevées quasi simultanément entre 1971 et 1980.....	86
Figure 21 : Comparaison des hydrogrammes entre les sites de Fort McMurray et d'Embaras .....	86
Figure 22 : Sites d'échantillonnage de la qualité de l'eau du Programme de suivi des effets sur l'environnement dans le secteur des pâtes et papiers pour les usines situées sur le tronçon principal de la rivière Athabasca. Les usines représentées sont celles d'Hinton Pulp, à Hinton, de l'Alberta Newsprint Company et de la Millar Western Pulp Ltd., à Whitecourt, ainsi que de l'Alberta-Pacific Forest Industries Inc., à Athabasca .....	87
Figure 23 : Carte des rejets (eaux de déshydratation) pour les exploitations de sables bitumineux (« approuvés comme exploitable ») et des effluents industriels de la société Suncor. Le terme « bassin » désigne des bassins de sédimentation ou des lagunes tertiaires (et non des bassins de résidus). Les activités prévues (« demande d'exploitation émise ») sont aussi représentées, à titre de référence .....	88

## Remerciements

Nous aimerions remercier les nombreuses personnes qui ont contribué à la localisation, à la collecte, à l'organisation et à la production de quantités considérables de renseignements, de couches du système d'information géographique, de cartes et de tableaux, en un délai très bref, lors de la phase 1. Bon nombre de couches du système d'information géographique ont été fournies par Heather Keith et Hatfield Consultants, Mark Gilchrist (Environnement Canada) et Robert Magai (ministère de l'Environnement de l'Alberta). Erin Kelly a apporté son aide à propos des articles de Kelly *et al.* et d'autres aspects. Doug Spry et Susan Roe ont participé à l'élaboration de l'annexe 3. Patricia Chambers a fourni le résumé de l'étude TROLS tandis que Greg Bickerton et Malcolm Conly ont apporté des renseignements sur les études en cours d'Environnement Canada sur les eaux souterraines. Jane Kirk a envoyé des renseignements sur la surveillance des dépôts atmosphériques réalisée en 2011 par Environnement Canada. Greg MacCulloch a apporté une contribution importante pour les documents relatifs à la Division des relevés hydrologiques du Canada. Pat Marriott, Ken Bullis, Albert Liu, Julie Norwig et Mohammad Habib ont fourni des renseignements extraits des approbations en vertu des lois *Environmental Protection and Enhancement Act* et *Water Act* de l'Alberta. Colin McKay a participé à la mise en page de l'ensemble du document et à l'organisation de la documentation liée à l'*Environmental Protection and Enhancement Act*. Charmain Hamilton et Lauren Hayhurst ont commencé le travail sur les rapports sur la qualité de l'eau du Programme de recherche environnementale sur les sables bitumineux de l'Alberta (AOSERP), lequel a été poursuivi par Colin McKay. Sunny Cho a fourni la description de l'étude sur la neige réalisée par le ministère de l'Environnement de l'Alberta en 2011. Mary Raven a eu l'amabilité de réaliser la configuration initiale pour la mise en page et a fourni des renseignements ainsi que des commentaires. De nombreux autres professionnels dévoués ont apporté leur soutien et des renseignements, y compris Hannah McKenzie, Livo Fent, Ron Mossman, Wolf Stroebel, Morna Hussey et Rick Pickering. Kaleb Wagner fut indispensable à la réorganisation et la qualité du projet de l'annexe 1 ainsi que de voir au bon développement de l'appendice 2.



## **INTRODUCTION**

### **PLAN D'ACTION DE 90 JOURS POUR LA CONCEPTION D'UNE SURVEILLANCE DE LA QUALITÉ DE L'EAU DE SURFACE DANS LA RÉGION DES SABLES BITUMINEUX**

#### **PHASE 1**

Le 16 décembre 2010, un groupe consultatif fédéral a remis son rapport (Dowdeswell *et al.* 2010) au ministre de l'Environnement fédéral. Le rapport comprenait l'examen et la détermination des principales insuffisances et lacunes dans les programmes actuels de surveillance de la qualité et de la quantité de l'eau dans le réseau hydrographique du cours inférieur de la rivière Athabasca et fournissait des recommandations sur les mesures à prendre pour concevoir et mettre en œuvre un programme de surveillance de calibre mondial. Le ministre de l'Environnement a par la suite engagé Environnement Canada à prendre des mesures pour répondre auxdites recommandations et à travailler en partenariat avec le gouvernement de l'Alberta pour créer une conception préliminaire en vue d'un programme de surveillance de la qualité de l'eau dans la région des sables bitumineux mettant l'accent sur les aspects physiques et chimiques de l'eau. La conception d'un programme de surveillance de la qualité de l'eau dans la région des sables bitumineux dont la surface est exploitable représentait la première étape (phase 1). L'étape suivante (phase 2) permettait d'élargir la conception de la surveillance. La portée géographique de la phase 1 se concentrait sur le tronçon principal du bassin du cours inférieur de la rivière Athabasca, situé entre Fort McMurray et le delta Athabasca ainsi que sur ses principaux affluents. La phase 1 du Plan de surveillance de la qualité de l'eau du cours inférieur de la rivière Athabasca (Environnement Canada et ministère de l'Environnement de l'Alberta, 2011) a été publiée en mars 2011.

#### **VOLET 2**

Le deuxième volet de la phase 1 de la conception de la surveillance de la qualité de l'eau est une compilation bibliographique des programmes et activités de surveillance de l'eau au sein de l'étendue géographique élargie préalablement à la mise en œuvre du plan de surveillance intégré des sables bitumineux (Environnement Canada et ministère de l'Environnement de l'Alberta, 2011c). Il comprend un tableau de données sur les paramètres échantillonnés dans le cadre des activités et des programmes actuels et historiques les plus pertinents, des abrégés annotés et des descriptions des études et des programmes pertinents, des notes sur les organismes particulièrement pertinents, ainsi que des cartes des sites de surveillance et d'autres renseignements, couvrant la période allant jusqu'en juillet 2011. Le présent document est un outil bibliographique qui permet de localiser les sources de données sur la qualité de l'eau; c'est un peu comme une feuille de route générale indiquant « qui a mesuré quoi, quand et où? » au sein de l'étendue géographique élargie. Il n'avait pas pour but de recueillir ou de contenir des données.

Le cadre de référence comprenait : « les programmes passés et actuels de surveillance de la qualité et de la quantité de l'eau réalisés par le gouvernement du Canada (comme ceux d'Environnement Canada [Programme de suivi des effets sur l'environnement dans le secteur des pâtes et papiers] et de Parcs Canada), les organismes de surveillance de la province de l'Alberta et des autres intervenants pertinents (comme le Programme régional de surveillance du milieu aquatique) ainsi que les études universitaires les plus pertinentes sur la qualité de l'eau de surface » (aspects chimiques et physiques). Les programmes actuels, (jusqu'en 2011) ont été passés en revue, les composés et les contaminants chimiques inorganiques et organiques ont été évalués, et les composés toxiques signalés par diverses sources ont été examinés. Certains

défis et certaines contraintes analytiques dont il faut tenir compte ont été intégrés au présent rapport.

En outre, une analyse préliminaire des activités de surveillance de la qualité de l'eau de surface menées par l'industrie dans la région des sables bitumineux du cours inférieur de la rivière Athabasca liées à des permis et à des réglementations a été réalisée. Cette analyse visait à déterminer les principaux paramètres de qualité des eaux de surface et souterraines ainsi que les paramètres liés aux effets devant être surveillés par l'industrie en vue de respecter les exigences en matière de permis et de licences. Pour atteindre cet objectif, des renseignements ont été demandés auprès du ministère de l'Environnement de l'Alberta. De plus amples renseignements, comme les particularités des émissaires d'évacuation, doivent encore être recueillis et compilés.

Étant donné que la phase 1 se concentrait sur les aspects physiques et chimiques de la qualité de l'eau, le présent rapport se limite aux activités de surveillance et aux études relatives aux propriétés physiques et chimiques de l'eau. La phase 2, relative à l'expansion géographique, comprenait, en plus de ces propriétés physiques et chimiques, des renseignements de nature biologique. La section relative à l'expansion géographique comprenait également une compilation du volet 2 (Lindeman *et al.* 2011).

La surveillance à long terme est essentielle lorsqu'il s'agit de comprendre les écosystèmes aquatiques et de déterminer les tendances au fil du temps. La qualité de l'eau dans l'environnement résulte de mécanismes causaux incluant les activités des êtres humains et les cycles hydrologiques, biologiques et géochimiques naturels. Les conditions de qualité de l'eau dans des zones géographiques dépendent de ces processus naturels et anthropiques qui interagissent de façon complexe dans le temps et dans l'espace. À mesure que la science de la qualité de l'eau a évolué, il est devenu évident que la surveillance de la qualité de l'eau devait être traitée comme un processus d'échantillonnage statistique (Sanders *et al.* 1983).

La surveillance de la qualité de l'eau dans la région des sables bitumineux peut et doit être éclairée par les activités passées et actuelles de surveillance, d'étude ciblée et de recherche qui ont permis, au fil du temps, de produire des données et des renseignements. Ces renseignements proviennent de sources et d'emplacements divers et variés. Le processus d'exploration des données historiques se poursuit. Le présent document présente un résumé des principales activités et des principaux programmes coordonnés depuis juillet 2011, avant la mise en œuvre du plan intégré, ainsi que des activités historiques. Certains organismes concernés par les activités entreprises dans la région des sables bitumineux d'Athabasca sont également mentionnés.

L'outil le plus important dans ce document est l'Annexe 1, qui contient des renseignements précis sur les paramètres échantillonnés dans le cadre des principaux programmes de surveillance et autres activités coordonnés dans la région des sables bitumineux jusqu'en juillet 2011. Certaines études exclues de l'Annexe 1, en particulier les documents historiques, sont incluses dans le texte si elles fournissent des données potentiellement utiles ou des sources de données sur des sujets précis. Les abrégés annotés de ces études, ainsi que toutes les études mentionnées à l'Annexe 1, sont présentés à la sous-section appropriée

## **SECTION 1 : COMPILATION DES ACTIVITÉS DE SURVEILLANCE**

### **1A : ACTIVITÉS DE SURVEILLANCE ET ÉTUDES CIBLÉES EN COURS**

#### **1A1 : ACTIVITÉS DE SURVEILLANCE À LONG TERME DE LA QUALITÉ ET DE LA QUANTITÉ DE L'EAU EN COURS**

##### **1A1.1 : Ministère de l'Environnement de l'Alberta**

Des évaluations de la qualité de l'eau de surface sont menées sur les lacs et les rivières d'Alberta depuis les années 1940. À l'origine, les travaux se concentraient sur des inventaires de base visant à décrire l'état des pêches et des ressources en eau dans cette province

Après la création du ministère de l'Environnement de l'Alberta et l'élaboration d'une loi provinciale permettant de réglementer les rejets provenant de sources ponctuelles dans les années 1970, les études sur le terrain se sont élargies pour inclure la question des sources non ponctuelles associées à l'exploitation forestière, à l'agriculture, à l'exploitation minière, aux eaux de ruissellement urbaines et aux dépôts atmosphériques (site Web du programme sur la qualité de l'eau de surface du ministère de l'Environnement de l'Alberta).

La surveillance de la qualité de l'eau sur la rivière Athabasca a débuté dès 1955 pour certaines variables, mais des échantillonnages réguliers pour la plupart des paramètres n'ont pas été mis en œuvre avant 1960. À l'origine, les activités d'échantillonnage étaient limitées à une seule station, à la ville d'Athabasca. En 1977, un deuxième site a été mis en place à Old Fort, à 200 kilomètres en aval de Fort McMurray. Jusqu'en 1987, l'échantillonnage de la qualité de l'eau à long terme a été mené par ce qui finirait par devenir Environnement Canada. En 1987, les responsabilités liées à l'échantillonnage dans des zones à l'intérieur des frontières de l'Alberta ont été transférées au ministère de l'Environnement de l'Alberta (ministère de l'Environnement de l'Alberta, 2011).

Sur le site du Programme à long terme de surveillance du réseau des rivières d'Old Fort, les données sont disponibles depuis 1968, mais la station s'est déplacée de l'aéroport d'Embaras (environ 15 km en aval de la 27<sup>e</sup> ligne de base) vers un emplacement situé à 25 km plus en aval, à Old Fort autour de 1990, où elle demeure depuis (sauf en hiver). Concernant la station du Programme à long terme de surveillance du réseau des rivières de Hinton (Old Entrance), 311 échantillons ont été prélevés entre 1956 et 1996, date à laquelle le site s'est déplacé légèrement en amont, ce qui fut encore le cas en 1999 puis en 2004. Au total, on compte près de 530 échantillons pour cet emplacement depuis 1956, voire plus si la rivière Athabasca en aval de Hinton est également prise en compte (Rod Hazewinkel, comm. pers.).

Au cours des dernières années, deux stations d'échantillonnage supplémentaires ont été créées sur la rivière Athabasca afin de surveiller plus efficacement les pressions anthropiques particulières, liées notamment à la foresterie, à la production de pâte et à l'extraction des ressources naturelles. Ces sites, situés en amont de Hinton et de Fort McMurray, ont été intégrés au réseau en 1999 et en 2002, respectivement.

Les sites de surveillance à long terme du ministère de l'Environnement de l'Alberta sont illustrés aux figure 3, figure 4 et figure 5. La figure 3 présente le contexte régional, à un « zoom de niveau 1 », correspondant au bassin de la rivière Athabasca en Alberta. La figure 4 montre le bassin inférieur de la rivière Athabasca, du sud du Parc provincial en milieu sauvage de Stony Mountain à la partie sud du parc national du Canada Wood Buffalo. La figure 5, à un « zoom de niveau 3 », présente le tronçon de la rivière Athabasca situé entre Fort McMurray et le sud du parc national du Canada Wood Buffalo.

D'après ce que nous savons, la base de données du ministère de l'Environnement de l'Alberta contient toutes les données (y compris de nombreuses données du Programme de recherche environnementale sur les sables bitumineux de l'Alberta, de l'Étude sur les bassins des rivières du Nord et de l'Initiative des écosystèmes des rivières du Nord) à partir du moment où la base de données, appelée ENVIRODAT, a été conçue conjointement avec Environnement Canada (Rod Hazewinkel, comm. pers.). Les paramètres pour les sites du Programme à long terme de surveillance du réseau des rivières du ministère de l'Environnement de l'Alberta sont énumérés à l'annexe 1.

## **1A1.2 : Environnement Canada**

### **1A1.2.1 : Qualité de l'eau**

Dans les cas où des rivières s'écoulent d'une province à l'autre, des ententes transfrontalières sont mises en place pour s'assurer que des niveaux adéquats de qualité et de quantité de l'eau sont conservés. Voici quelques exemples d'ententes transfrontalières : l'Accord-cadre sur la répartition des eaux des Prairies de la Régie des eaux des provinces des Prairies (pour les eaux s'écoulant vers l'est) et l'Entente-cadre sur les eaux transfrontalières du bassin du Mackenzie pour le fleuve Mackenzie et ses affluents (site Web du programme sur la qualité de l'eau de surface du ministère de l'Environnement de l'Alberta). En règle générale, Environnement Canada surveille la qualité de l'eau des rivières transfrontalières sur les passages interprovinciaux et, dans certains cas, le fait en partenariat avec le ministère de l'Environnement de l'Alberta. Environnement Canada surveille également la qualité de l'eau dans un certain nombre de parcs nationaux, y compris dans le cours supérieur de la rivière Athabasca dans le parc national Jasper, à certains sites sur les cours inférieurs des rivières de la Paix et Athabasca ainsi que sur la rivière des Esclaves, près des limites du parc national du Canada Wood Buffalo.

Avant 1987, la surveillance à long terme en Alberta était menée par l'organisme qui finirait par devenir Environnement Canada (ministère de l'Environnement de l'Alberta, 2011). Les changements apportés aux emplacements précis des stations d'échantillonnage et le manque de données précises concernant la géolocalisation depuis les premières années entraînent certaines difficultés pour l'évaluation de périodes complètes de relevés. Cependant, l'échantillonnage réalisé sur certains sites de surveillance à long terme a été relativement uniforme; par exemple, les relevés de la base de données d'Environnement Canada indiquent qu'un échantillonnage a été mené sur la rivière Athabasca, dans la ville d'Athabasca, entre 1961 et 1986, représentant un total de 305 échantillons dans la base de données.

Les figures 3, 4 et 5 montrent les sites de surveillance à long terme de la qualité de l'eau opérés par le ministère de l'Environnement de l'Alberta et Environnement Canada dans le bassin de la rivière Athabasca. Des renseignements relatifs aux paramètres se trouvent à l'annexe 1.

### **1A1.2.2 : Quantité d'eau**

La quantité d'eau (soit le niveau des lacs et le niveau ou le débit des rivières) est surveillée en Alberta par l'intermédiaire d'un réseau de stations hydrométriques exploité par la Division des relevés hydrologiques du Canada (Environnement Canada) et d'un petit réseau de stations hydrométriques exploité par le ministère de l'Environnement de l'Alberta. Les données provenant de ces deux sources sont publiées dans la base de données de surveillance hydrologique HYDAT de la Division des relevés hydrologiques du Canada, Environnement Canada (Rick Pickering, ministère de l'Environnement de l'Alberta, comm. pers.). La surveillance historique des sédiments sur les sites hydrométriques de la Division des relevés hydrologiques du Canada est décrite au paragraphe 1.B.5. Les données sur la quantité de l'eau sont essentielles lorsqu'il s'agit d'évaluer les flux et les charges de produits chimiques. Les renseignements climatiques (précipitations et températures de l'air) sont actuellement, comme par le passé, surveillés sur quelques sites sélectionnés. Ces données fournissent des

renseignements utiles pour l'évaluation des facteurs de premier ordre concernant la quantité et la qualité de l'eau. Citons, par exemple, l'utilisation d'équivalent en eau de l'enneigement au printemps pour calculer la charge de contaminants.

Les figures 6, 7 et 8 indiquent l'emplacement des stations de surveillance de la quantité d'eau de la Division des relevés hydrologiques du Canada dans le bassin de la rivière Athabasca. Les stations climatiques du ministère de l'Environnement de l'Alberta et d'Environnement Canada, ainsi que les sites de mesures de l'enneigement du ministère de l'Environnement de l'Alberta sont également présents. Les données à long terme sur les précipitations (p. ex. profondeur de l'enneigement, équivalent en eau de la neige et chutes de pluie) sont utiles lorsqu'il s'agit de comparer les précipitations de l'année en cours au contexte historique (supérieures ou inférieures à la moyenne) et peuvent également être utilisées pour interpoler dans l'espace les données sur les précipitations et calculer les charges pour la région. Ces cartes s'appuient également sur les trois « niveaux de zoom » décrits précédemment. Le premier niveau est utilisé à titre de référence géographique, le second couvre la région des sables bitumineux et le troisième englobe la zone des sables bitumineux exploitables ainsi que le tronçon et le bassin de la rivière.

### **1A1.2.3 : Jaugeage fédéral des cours d'eau au Canada**

Le ministère de l'Intérieur fédéral a entamé sa première campagne de jaugeages systématiques dans les cours d'eau du sud de l'Alberta et du sud de la Saskatchewan en 1897. Elle avait pour but de déterminer si les quantités d'eau aux fins d'irrigation étaient suffisantes et d'encourager les nouveaux développements et l'expansion vers l'ouest. Le succès de ces premiers travaux a entraîné la création, en 1908, de la Direction des ressources en eau, approuvée par un vote au Parlement du Canada sous l'autorité du ministère de l'Intérieur. Vers la fin des années 1960, les activités hydrométriques menées dans le cadre de la Direction des ressources en eau ont adopté le nom de Division des relevés hydrologiques du Canada, nom encore utilisé aujourd'hui. À l'heure actuelle, la Division des relevés hydrologiques du Canada exploite plus de 2 300 jauges dans tout le Canada, en partenariat avec les provinces et les territoires en vertu d'une entente de partage des coûts conclue en 1975.

L'estimation de l'écoulement fluvial comprend généralement 4 étapes :

- Mesure de la hauteur d'eau (enregistrement en continu de la hauteur d'eau), soit la hauteur de la surface de l'eau dans un endroit situé le long d'un cours d'eau ou rivière par rapport à un plan de référence arbitraire.
- Enregistrement du temps coïncidant avec l'observation de la hauteur d'eau.
- Établissement d'un rapport entre la hauteur d'eau observée et le débit volumétrique mesuré. La mesure du débit est réalisée par jaugeage par exploration du champ des vitesses.
- Conversion des renseignements sur la hauteur d'eau en renseignements sur l'écoulement fluvial (en utilisant le rapport entre la hauteur d'eau et le débit obtenu à l'étape 3 pour convertir les hauteurs d'eau mesurées en estimations de l'écoulement ou du débit sous forme de moyennes quotidiennes, de totaux annuels ou d'extrêmes annuels).

Le jaugeage des cours d'eau consiste à obtenir un compte rendu des hauteurs d'eau dans le temps en mesurant périodiquement l'écoulement, en établissant et en mettant à jour le rapport entre la hauteur d'eau et l'écoulement, et en appliquant ce rapport à la hauteur d'eau mesurée pour obtenir une valeur d'écoulement. Les relevés hydrologiques fournissent au Canada des renseignements cohérents et fiables sur l'écoulement fluvial depuis plus de 100 ans.

Il existe une approche normalisée à l'échelle nationale pour la collecte, le traitement, l'archivage et la distribution des données hydrométriques obtenues dans le cadre du programme à frais partagés.

Les stations hydrométriques sont situées sur des lacs, rivières et ruisseaux de tailles diverses, que ce soit des bassins hydrographiques de seulement quelques centaines de km<sup>2</sup> ou des grands bassins versants tels que le bassin du Mackenzie (1 680 000 km<sup>2</sup>). Les données du réseau fédéral-provincial actuel de 2 931 sites de jaugeage (dont environ 2 300 sont exploités par la Division des relevés hydrologiques du Canada) sont stockées avec celles des 5 416 sites supprimés dans la base de données nationale HYDAT de la Division des relevés hydrologiques du Canada et sont facilement accessibles par le public grâce à divers médias, y compris une page Web publique :

<http://www.ec.gc.ca/rhc-wsc/>

Le coût des activités du programme hydrométrique actuel est basé sur des ententes de partage des coûts officielles par lesquelles le recouvrement intégral des coûts pour les opérations des stations est convenu entre Environnement Canada et les provinces et territoires de tout le pays. Toutes les stations d'intérêt provincial qui sont exploitées par la Division des relevés hydrologiques font l'objet d'un recouvrement intégral des coûts. Les stations d'intérêt fédéral sont payées par Environnement Canada tandis que les coûts des stations d'intérêt commun sont partagés selon un rapport de 50/50. Les coûts associés aux stations d'intérêt fédéral, mais gérées par la province, sont financés par Environnement Canada. Par exemple, les jauges de niveau d'eau qui se trouvent dans la région du delta des rivières de la Paix et Athabasca sont exploitées par la province de l'Alberta, mais sont financées par Environnement Canada. Ces ententes de partenariat permettent le recouvrement intégral des coûts pour l'une ou l'autre partie; il est par ailleurs convenu que l'exploitant est le mieux placé pour recueillir les renseignements.

Le réseau actuel et historique de stations fédérales et provinciales pour le bassin versant de la rivière Athabasca est illustré à la figure 9.

Voici comment se répartissent les stations :

- stations historiques et actives pour la mesure du débit dans le bassin de l'Athabasca : 165
- stations actives pour la mesure du débit : 72
- stations actives pour la mesure continue du débit : 21
- sites actifs pour la mesure continue du débit dans les environs des sables bitumineux : 2
- sites actifs pour la mesure continue du débit en aval de zones d'exploitation minière : 0

Aux fins de la présente description, la surface de drainage du bassin de la rivière Athabasca (à l'exclusion du delta Athabasca et du lac Athabasca) se limite à la station de jaugeage qui se trouve à l'aéroport d'Embarras (actuellement inactive), zone où la taille du bassin versant est estimée à 155 000 km<sup>2</sup> par la Division des relevés hydrologiques du Canada. Le site de l'aéroport d'Embarras représente le point de jaugeage le plus en aval avant l'entrée dans le parc national du Canada Wood Buffalo. Cette station et la surface de drainage qu'elle représente sont utilisées en tant que paramètres de référence pour toute analyse approfondie. En outre, étant donné que, dans le présent document, l'accent est mis sur l'analyse du réseau hydrométrique à l'intérieur et autour de la région des sables bitumineux, l'analyse se limite aux jauges se trouvant entre la ville d'Athabasca et le site abandonné de l'aéroport d'Embarras, qui se trouve plus en aval. La région est divisée en 3 tronçons (régions principales avec les deux tronçons fluviaux principaux). La zone située en amont de la ville d'Athabasca représente la partie supérieure du bassin et n'est pas prise en compte. La région située entre la ville d'Athabasca et la ville de Fort McMurray est désignée ici comme le cours moyen. La région en aval de Fort McMurray et en amont de la jauge abandonnée d'Embarras est désignée comme le cours inférieur.

**Analyse des activités et des programmes passés et actuels de surveillance des eaux de surface dans la région des sables bitumineux d'Athabasca, (jusqu'en 2011)**

La liste de 2009 des stations hydrométriques actives situées entre la ville d'Athabasca et l'ancien site hydrométrique de l'aéroport d'Embarras est présentée au tableau 1. Il est important de comprendre que la station d'Embarras n'est plus active et qu'elle n'est utilisée qu'à titre de point de référence géographique.

**Tableau 1 : Liste des stations actives (à l'exception de celle de l'aéroport d'Embarras) et des surfaces de drainage respectives représentées par chaque jauge**

Station	Nom de la station	Situation hydr.	Prov.	Degrés de latitude	Degrés de longitude	Aire de drainage (km)	Années De	À	Séd.	Cal. opér.
Stations des affluents entre la ville d'Athabasca et Fort McMurray										
*07CA003	RUISSEAU FLAT, PRÈS DE BOYLE	Active	Alb.	54,5873	-112,907	183,6	43	1919	2009	FAUX Saisonnier
07CA005	RIVIÈRE PINE CREEK, PRÈS DE GRASSLAND	Active	Alb.	54,8204	-112,778	1456,4	44	1966	2009	VRAI Divers
07CA006	RIVIÈRE WANDERING, PRÈS DE WANDERING RIVER	Active	Alb.	55,1995	-112,4674	1 120,40	39	1971	2009	FAUX Saisonnier
*07CA08	RUISSEAU BABETTE, PRÈS DE COLINTON	Active	Alb.	54,6525	-113,079	219,3	32	1978	2009	FAUX Saisonnier
*07CA012	RIVIÈRE LOGAN, PRÈS DE L'EMBOUCHURE	Active	Alb.	55,1724	-111,7248	425,00	26	1984	2009	FAUX Saisonnier
07CA013	RIVIÈRE OWL, EN AVAL DE LA RIVIÈRE PICHE	Active	Alb.	55,0109	-111,8563	3 078,30	26	1984	2009	FAUX Saisonnier
07CB002	RIVIÈRE HOUSE, À LA ROUTE N° 63	Active	Alb.	55,6425	-112,1527	780,60	28	1982	2009	FAUX Saisonnier
07CD001	RIVIÈRE CLEARWATER, À DRAPER	Active	Alb.	56,6853	-111,2554	30 791,60	56	1930	2009	VRAI Saisonnier
07CD004	RIVIÈRE HANGINGSTONE, À FORT MCMURRAY	Active	Alb.	56,7090	-111,3564	962,00	45	1965	2009	VRAI Saisonnier
*07CE002	RIVIÈRE CHRISTINA, PRÈS DE CHARD	Active	Alb.	55,8372	-110,8690	4 862,90	28	1982	2009	FAUX Saisonnier
*07CE003	RUISSEAU PONY, PRÈS DE CHARD	Active	Alb.	55,8698	-110,9173	279,20	28	1982	2009	FAUX Saisonnier
Aire de drainage totale						<b>38 189,30</b>				
Stations des affluents entre Fort McMurray et l'aéroport d'Embarras										
07DA006	RIVIÈRE STEEPBANK, PRÈS DE FORT MCMURRAY	Active	Alb.	56,9995	-111,4068	1 319,85	38	1972	2009	VRAI Saisonnier
07DA008	RIVIÈRE MUSKEG, PRÈS DE FORT MACKAY	Active	Alb.	57,1912	-111,5701	1 457,00	36	1974	2009	VRAI Saisonnier
07DA018	RIVIÈRE BEAVER, EN AMONT DE SYNCRUDE	Active	Alb.	56,9453	-111,5663	164,80	35	1975	2009	VRAI Saisonnier
07DB001	RIVIÈRE MACKAY, PRÈS DE FORT MACKAY	Active	Alb.	57,2104	-111,6951	5 569,30	38	1972	2009	VRAI Saisonnier
07DC001	RIVIÈRE FIREBAG, PRÈS DE L'EMBOUCHURE	Active	Alb.	57,6511	-111,2026	5 987,60	39	1971	2009	VRAI Saisonnier
Aire de drainage totale						<b>14 498,55</b>				
Stations du tronçon entre la ville d'Athabasca et l'aéroport Embarras										
07BE001	RIVIÈRE ATHABASCA, À ATHABASCA	Active	Alb.	54,7220	-113,2880	74 602,30	90	1913	2008	FAUX En continu
07DA001	RIVIÈRE ATHABASCA, EN AVAL DE MCMURRAY	Active	Alb.	56,7804	-111,4022	132 585,00	52	1957	2008	VRAI En continu
07DD001	RIVIÈRE ATHABASCA, À L'AÉROPORT D'EMBARRAS	Abandonnée	Alb.	58,2050	-111,3900	155 000,00	14	1971	1990	VRAI Saisonnier
Aires de drainage		Superficie	% jaugé par les affluents							
Rivière Athabasca, à Athabasca		74 602,30	-							
D'Athabasca à Fort McMurray		57,982,70	65,9 %							
Entre Fort McMurray et l'aéroport d'Embarras		22 415,00	64,7 %							
Rivière Athabasca à l'aéroport d'Embarras		155 000,00								

\* désigne les affluents du bassin situés en amont d'une jauge actuellement active de la Division des relevés hydrologiques du Canada.

Comme l'indique le tableau 1, seules 2 stations actives fonctionnent en continu tout au long de l'année pour la région en question. Toutes les autres stations sont saisonnières (en été seulement).

Le cours moyen est la région située en aval de la ville d'Athabasca et en amont de la station de Fort McMurray. Ce tronçon représente environ 37 % de l'ensemble du bassin. Dans ce cours moyen, on compte 6 stations saisonnières qui contribuent directement au tronçon principal de la rivière Athabasca, la plus importante étant la station de Clearwater, à Draper. La surface de drainage au-dessus de la jauge de Clearwater représente environ 20 % de la surface totale du bassin de la rivière Athabasca vers Fort McMurray et 53 % de la surface totale de la région du bassin située entre le site de la ville d'Athabasca et la ville de Fort McMurray. Les autres jauges de la liste surveillent les bassins situés en amont d'un autre affluent dont le débit est relevé par les jauges en aval. Lorsque l'on ajoute toutes les zones de jaugeage pour l'ensemble du cours moyen, environ 65 % de ce cours fait l'objet de jaugeages saisonniers (en été seulement) par des jauges de la Division des relevés hydrologiques du Canada.

En aval de Fort McMurray, la superficie totale d'affluent surveillée et s'écoulant dans le cours inférieur représente environ 65 % du drainage total dans ce deuxième cours. Une fois de plus, toutes les stations sont ici saisonnières.

### **1A1.3 : Programme régional de surveillance du milieu aquatique (RAMP)**

Organisation d'intervenants, le programme régional de surveillance du milieu aquatique (RAMP) effectue la surveillance dans la région des sables bitumineux. Ce programme RAMP a pour objectif de déterminer, d'évaluer et de communiquer l'état de l'environnement aquatique ainsi que toute modification qui pourrait découler des effets cumulatifs de l'exploitation des ressources au sein de la municipalité régionale de Wood Buffalo (site Web du programme RAMP). La figure 10 montre l'emplacement des sites de surveillance de la qualité de l'eau du programme RAMP dans le cours inférieur de la rivière Athabasca et dans la région des sables bitumineux dont la surface est exploitable.

Lancé en 1997, le programme RAMP est une initiative multilatérale financée par l'industrie qui surveille les milieux aquatiques dans la région des sables bitumineux (RAMP, 2010). Ce programme est financé par l'industrie et mis en œuvre par des consultants qui effectuent la surveillance, analysent les données et présentent des rapports annuels. Il est régi par le Comité directeur du programme RAMP qui est composé de représentants de l'industrie, d'organismes provinciaux et d'organismes fédéraux (RAMP, 2010). Le programme de surveillance annuel est conçu chaque année par le sous-comité technique du programme RAMP, lequel évalue également les résultats chaque année, tels qu'ils sont présentés dans l'ébauche du rapport annuel. Le sous-comité technique du programme RAMP se réunit environ 3 fois par an pour concevoir le programme qui sera mis en œuvre environ 18 mois plus tard, conformément au cycle de planification des bailleurs de fonds. Lors de ces réunions, le programme d'échantillonnage d'automne et les premières constatations pour l'année civile en cours sont examinés, et les membres du comité révisent l'ébauche du rapport annuel pour l'année civile précédente.

Certains principes généraux gouvernent la conception technique du programme RAMP. Ce programme s'efforce de recueillir des données avant l'apparition de répercussions dans des sites en aval d'aménagements prévus et entretient les sites en amont (référence) et en aval (test) des développements actuels et prévus. Lorsqu'un développement est lancé dans un bassin versant donné, les sites en aval sont considérés comme étant potentiellement touchés et ne sont plus considérés comme des sites de référence. La surveillance continue sur ces sites, mais, en général, la fréquence annuelle des relevés diminue. Des comparaisons sont menées entre les conditions régnant sur un site avant et après les répercussions, entre les sites le long d'un cours d'eau ou d'une rivière, et entre les sites susceptibles d'être touchés (test) et les groupes de sites de référence présumés. La conception technique du programme RAMP comprend trois années de surveillance avant la mise en œuvre d'une activité de développement et au moins trois années de surveillance après le lancement de ladite activité. Cette surveillance de la qualité de l'eau est menée quatre fois par an. Lorsque de nouveaux développements sont approuvés, les entreprises

cherchent à devenir membres du programme RAMP et leur contribution financière est censée correspondre à la portée et à la taille de leur exploitation. Seuls les exploitants de mines à ciel ouvert sont tenus de mener une surveillance des écosystèmes aquatiques à l'échelle régionale; pour ce faire, on les encourage à utiliser le programme RAMP ou des initiatives régionales semblables. Par conséquent, même si les entreprises utilisant des technologies d'extraction *in situ* (dans le sol et non à ciel ouvert) produisent du bitume à un niveau approximativement semblable à celui des mines à ciel ouvert, ces entreprises sont sous-représentées parmi les membres du programme RAMP et certaines des répercussions régionales qui peuvent en découler ne sont pas forcément précisément surveillées. Plusieurs entreprises d'extraction *in situ* sont membres du programme RAMP. Dans cette région, il convient également de tenir compte de l'expansion des activités forestières; même en l'absence des activités d'exploitation des sables bitumineux, il était prévu qu'une grande partie de cette région soit exploitée. Il faut souligner qu'il existe deux perturbations continues pour le paysage : les exploitations de sables bitumineux (à ciel ouvert et *in situ*) et l'expansion de l'industrie forestière.

Le plan d'étude du programme RAMP est fondé sur l'échantillonnage à l'extérieur de l'empreinte immédiate de l'aménagement. Dans les bassins versants inexploités, les sites sont établis en tant que sites de référence en amont et en aval. On sait que les sites en amont peuvent présenter des caractéristiques chimiques et biologiques de l'eau intrinsèquement différentes de celles des sites en aval, y compris en termes de populations benthiques souvent mesurées. Pour cette raison, les comparaisons entre les sites sont effectuées sur la base d'une similitude avec des groupes de référence à l'échelle régionale, en plus des comparaisons longitudinales et temporelles. Lors des réunions du sous-comité technique du programme RAMP, ces sites sont sélectionnés et placés dans une zone générale (leur emplacement précis étant choisi sur le terrain). L'accessibilité par hélicoptère ou autres permet de déterminer avec exactitude l'endroit où seront prélevés les échantillons. Avec la croissance de l'industrie, il est de plus en plus difficile de disposer d'une vue d'ensemble sur l'expansion des aménagements (Marlene Evans, Environment Canada, comm. pers.).

En plus de la surveillance du programme RAMP, les entreprises mènent une surveillance sur place au sein des zones d'aménagement (voir la section 2D2). Sauf pour le signalement des prélèvements et des rejets d'eau provenant des zones d'aménagement, cette surveillance n'est pas prise en compte par le plan d'étude du programme RAMP (qui concerne des sites en aval et en amont de ces zones) ni dans les rapports produits par le programme. Les rejets dans l'eau sont signalés au ministère de l'Environnement de l'Alberta (voir la section 2D2).

Le programme RAMP effectue des mesures du débit dans les stations hydrométriques de la Division des relevés hydrologiques du Canada pendant l'hiver et exploite certaines de ses propres stations hydrométriques en prenant, dans certains cas, des mesures dans des stations désactivées de la Division des relevés hydrologiques du Canada. Le programme RAMP dispose également de stations climatiques et effectue des mesures de l'enneigement (RAMP, 2010). Ces stations sont illustrées à la figure 11.

Il est important de noter que les données relatives aux débits du programme RAMP ne sont pas considérées comme une contribution de données à la Division des relevés hydrologiques du Canada, car cette dernière n'a pas évalué les méthodes utilisées, et ce, malgré les demandes répétées émises par le personnel de la Division des relevés hydrologiques du Canada par le passé en vue de vérifier les procédures utilisées par le programme RAMP. En hiver, le programme RAMP utilise les données sur le niveau d'eau « en temps réel » de la Division des relevés hydrologiques du Canada pour les courbes d'étalonnage et l'estimation du débit. La Division des relevés hydrologiques du Canada a conclu un accord pour réparer tout enregistreur de données si le flux de données s'interrompt. Il convient également de noter que, comme la Division des relevés hydrologiques du Canada ne publie pas les données du programme RAMP, elle ne mène pas de corrections des niveaux au cours de la période hivernale et certains renseignements sur les niveaux peuvent être décalés, ce qui peut avoir une incidence sur les courbes d'étalonnage élaborées par le programme RAMP. La Division des relevés hydrologiques du Canada réinitialise le niveau au printemps, lorsque le personnel recommence les mesures. Pour résumer, aucune

procédure officielle d'assurance de la qualité ou de contrôle de la qualité n'a été réalisée sur les données hydrométriques du programme RAMP (Greg McCulloch and Al Pietroniro, Water Survey of Canada, comm. pers.).

Le programme RAMP évalue également la qualité des sédiments. Plusieurs composés sont mesurés en vue de caractériser la qualité des sédiments, la taille des particules, la teneur en carbone, les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) alkylés cibles, les hydrocarbures totaux et les métaux. Des essais biologiques sur la toxicité sublétales sont également menés pour évaluer la toxicité potentielle liée à une exposition chronique de divers organismes aquatiques aux sédiments en provenance des stations sélectionnées (RAMP, 2010). L'échantillonnage des sédiments du programme RAMP est illustré aux figures 12 et 13.

## **1A2 : PRINCIPALES RECHERCHES ET ÉTUDES CIBLÉES**

### **1A2.1 : Études ciblées sur l'eau**

#### **1A2.1.1 : Étude approfondie de la charge de contaminants (Comprehensive Contaminant Load Study) du ministère de l'Environnement de l'Alberta**

Le potentiel d'accroissement de la charge de contaminants et les effets cumulatifs de ces contaminants ont fait l'objet de préoccupations et d'un examen approfondi en 2006, année où deux audiences de la commission conjointe concernant de nouvelles exploitations de sables bitumineux ont eu lieu. La plus grande attention a été accordée à l'accumulation des métaux (en particulier l'arsenic et le mercure, ainsi que des composés organiques cancérigènes) dans les milieux situés en aval et dans les aliments prélevés dans la nature par les Autochtones. L'exploitation des sables bitumineux peut accroître l'exposition naturelle. L'étude approfondie de la charge de contaminants s'appuiera sur des travaux effectués précédemment et fournira une meilleure compréhension des émissions, du transport et du devenir des contaminants, ainsi que de leurs effets sur l'environnement dans la région des sables bitumineux de l'Alberta. Cette étude cherche à déterminer et à quantifier les sources de contaminants dans le cours inférieur de la rivière Athabasca, ainsi qu'à quantifier le transport et l'accumulation de ces contaminants dans l'ensemble de la région, dans le delta des rivières de la Paix et Athabasca et dans l'ouest du lac Athabasca. Cette étude est conçue pour s'ajouter au programme RAMP (programme régional de surveillance du milieu aquatique), pour compléter les recherches antérieures menées par les gouvernements provinciaux et fédéral (y compris Gummer *et al.*, 2000, Brua *et al.*, 2004, Gummer *et al.*, 2006, McMaster *et al.*, 2006) ainsi que par des partenaires et pour améliorer le programme de surveillance pour le cours inférieur de la rivière Athabasca, y compris l'ouest du lac Athabasca et la région de Fort Chipewyan (gouvernement de l'Alberta, 2011).

L'étude est organisée et décrite d'après les sources, les trajectoires et le devenir attendu des contaminants. Les recherches en cours sur l'air comprennent la surveillance des émissions des bassins de résidus, la surveillance du dépôt de contaminants dans l'enneigement, la caractérisation des contaminants atmosphériques dans le contexte de la détermination de la source, l'inventaire des sources d'émissions et l'amélioration de la surveillance de la qualité de l'air ambiant. Des données considérables sont disponibles à propos de la qualité de l'eau, de l'infiltration et des eaux de ruissellement. Le programme amélioré permettant une plus grande collecte de données comprend des échantillonnages plus fréquents de la rivière Athabasca et de ses affluents à la recherche d'hydrocarbures aromatiques polycycliques, d'acides naphthéniques et de métaux ainsi qu'un échantillonnage à la recherche de métaux dans les lacs sensibles aux acides. La variabilité temporelle et le transport des contaminants sont traités dans cette étude au moyen d'un carottage dans le lac Athabasca et les lacs du secteur de « Sharkbite ». Le lien entre les eaux souterraines et la rivière Athabasca est un autre chemin qu'empruntent les contaminants pour pénétrer dans les eaux de surface. Cette voie est évaluée à l'aide de traceurs organiques et d'isotopes stables dans les infiltrations de contaminants en vue de faciliter la détermination de la source. Enfin, l'intégration des contaminants dans tous les milieux est analysée par l'entremise

d'une évaluation des risques pour la santé humaine et d'une étude sur la santé des écosystèmes aquatiques (gouvernement de l'Alberta, 2011).

Les sites sur la qualité de l'eau de l'étude approfondie de la charge de contaminants figurent à la figure 14. Les paramètres sont quant à eux énumérés à l'annexe 1.

Les données et l'information produites par cette étude seront essentielles à l'orientation des autres travaux à venir sur la conception de la surveillance de la qualité de l'eau. La date de fin de cette étude est 2012. Les résultats de cette initiative fourniront les renseignements nécessaires au ministère de l'Environnement de l'Alberta en vue de mettre à jour et de modifier les exigences de surveillance pour obtenir l'approbation en vertu de l'*Environmental Protection and Enhancement Act* (EPEA).

### **1A2.1.2 : Cadre de gestion de l'eau de la rivière Muskeg (Muskeg River Water Management Framework)**

Le bassin versant de la rivière Muskeg se situe dans la région des gisements de sables bitumineux dont la surface est exploitable. Trois mines de sables bitumeux, une installation d'extraction *in situ* et une carrière de calcaire sont actuellement exploitées dans ce bassin versant, et d'importants agrandissements de ces installations ainsi que d'autres mines de sables bitumeux sont prévus ou en cours. Les activités minières pourraient perturber plus de 60 % du bassin versant, et une proposition visant à mener des activités d'extraction dans le chenal de la rivière Muskeg est actuellement à l'étude. Des préoccupations sont soulevées quant au fait que les effets cumulatifs de ces aménagements pourraient modifier les charges de composés chimiques dans la rivière Athabasca. C'est pour répondre à ces préoccupations que le cadre de gestion de l'eau de la rivière Muskeg a été mis au point (ministère de l'Environnement de l'Alberta, 2008).

Le cadre de gestion de l'eau de la rivière Muskeg pour la quantité et la qualité de l'eau a été achevé et publié en juin 2008 (ministère de l'Environnement de l'Alberta, 2008). L'une de ses recommandations consistait en l'élaboration d'un plan de surveillance intégré pour le bassin versant de la rivière Muskeg, en collaboration avec les intervenants de l'industrie. Ce plan coordonne les activités de surveillance qui s'effectuent en dehors des concessions et qui, autrement, seraient réalisées de manière individuelle par des entreprises. Cette coordination fournit un moyen efficace et efficient pour comparer l'état de la qualité des eaux sur n'importe quel site, appuie une approche adaptative pour la gestion de la qualité de l'eau et améliore grandement la rigueur scientifique par la mise en application d'une approche de surveillance fondée sur les effets. Dans le cadre de cette coordination, tous les échantillons d'eau sont recueillis au cours de la même période en utilisant les mêmes protocoles d'analyse en laboratoire. Le cadre de gestion de l'eau de la rivière Muskeg définit les critères d'évaluation de la quantité et de la qualité de l'eau. Les conditions observées sont comparées aux limites établies spécifiquement pour le bassin versant de la rivière Muskeg, même si un rajustement supplémentaire de ces limites peut suivre la mise en œuvre du Plan régional pour le cours inférieur de l'Athabasca. Ces limites ont été calculées en fonction des données recueillies au sein du bassin versant et d'autres renseignements sur le débit d'eau, la qualité de l'eau, les besoins de l'écosystème aquatique ainsi que des normes et des limites provenant d'autres instances. Ce programme de surveillance intégré représente une réponse partielle aux exigences de surveillance énoncées en vertu des approbations existantes de l'*Environmental Protection and Enhancement Act* (voir la section 2D2) (soit la surveillance du plan d'eau récepteur en aval et en amont du site d'un projet). L'objectif principal de ce programme de surveillance intégré est de soutenir les recommandations du cadre de gestion de la rivière Muskeg qui précise des objectifs et des limites en matière de qualité et de quantité de l'eau. Ce programme de surveillance intégré s'appuie sur des programmes de surveillance préexistants et les complète, mais ne remplace aucun programme particulier de surveillance de la toxicité pour les poissons, des macro-invertébrés benthiques et des sédiments menés aujourd'hui par le programme RAMP

(programme régional de surveillance du milieu aquatique) et par les détenteurs d'approbation (ministère de l'Environnement de l'Alberta, 2009).

Le rapport annuel relatif à la surveillance de la rivière Muskeg vise à répondre aux exigences du cadre de gestion de la rivière Muskeg en matière de signalement et de communication des résultats de la surveillance réalisée dans le cadre du programme de surveillance intégré. Ce rapport fournit une évaluation du rendement afin de permettre la mise en œuvre de mesures de gestion compatibles avec les déclencheurs fournis par le cadre de gestion de la rivière Muskeg (ministère de l'Environnement de l'Alberta, 2009).

En réalité, le ministère de l'Environnement de l'Alberta a pris en charge une partie considérable des activités de surveillance dans le bassin versant de la rivière Muskeg. Cela permet une surveillance exhaustive et cohérente tout en permettant une consolidation des données collectées pour l'application des exigences du cadre de gestion. Des activités de surveillance importantes se produisent également dans ce bassin par l'intermédiaire du programme RAMP et des exigences relatives aux permis délivrés aux entreprises dans le cadre de la *Loi sur les pêches* (surveillance des poissons). Les entreprises mènent toujours l'ensemble des activités de surveillance des rejets dans les bassins de décantation et les étangs requises en vertu des autorisations d'exploitation de l'*Environmental Protection and Enhancement Act*, ce qui représente une composante essentielle de la gestion de l'eau dans le bassin de la rivière Muskeg.

La figure 14 présente l'emplacement des sites de surveillance du bassin de la rivière Muskeg en vertu de ce cadre. De plus amples précisions sur les paramètres échantillonnés figurent à l'annexe 1.

### **1A2.1.3 : Étude hydrologique et écologique d'Environnement Canada**

Assurant le suivi de la question des tendances à la baisse de la disponibilité de l'eau mise en évidence dans un article de Schindler et Donahue (2006) intitulé « An impending water crisis in Canada's western prairie provinces », Environnement Canada participe actuellement à des activités de recherche scientifique axées sur l'évaluation des questions de disponibilité de l'eau, du bilan hydrique et de la durabilité du débit dans le cours inférieur et le delta de la rivière Athabasca. Une analyse est plus particulièrement menée sur les effets potentiels de l'accroissement rapide des aménagements en amont et de la variabilité ou des changements climatiques sur les débits saisonniers des cours d'eau ainsi que sur les paramètres hydrographiques pertinents d'un point de vue écologique et hydrologique (p. ex. quantité et rythme des débits de pointe et des bas débits annuels). Le débit le long du tronçon principal de la rivière Athabasca et de ses affluents est examiné afin de déterminer si les tendances signalées de baisse du débit sont visibles dans les régions alpines, des piémonts et des basses terres du bassin versant et, si c'est le cas, d'établir quels sont les facteurs de causalité à l'origine de ces tendances observées (signes climatiques à grande échelle, modification de l'utilisation des terres, utilisations de l'eau, etc.) (Dan Peters, Environnement Canada, comm. pers.)

Le gouvernement fédéral a des responsabilités en ce qui a trait aux eaux frontalières et au débit dans les parcs nationaux et les terres de Premières nations situés en aval de la station d'Embaras.

### **1A2.1.4 : Études sur les eaux souterraines d'Environnement Canada**

Il existe des préoccupations quant au fait que l'exploitation des sables bitumineux peut entraîner l'infiltration d'eaux souterraines contaminées dans les eaux de surface. En particulier, l'infiltration des eaux souterraines qui ont été contaminées par des eaux de traitement utilisées dans les installations de stockage des résidus, y compris les bassins de résidus, représente un enjeu important. Le gouvernement fédéral a des responsabilités en ce qui a trait aux effets potentiels de

telles eaux souterraines contaminées sur la qualité de l'eau des cours d'eau et sur la santé du biote aquatique; il lui incombe également de déterminer si et quand des infractions à la *Loi sur les pêches* se produisent.

#### 1. Étude sur l'interaction des eaux souterraines et des eaux de surface

Cette étude cherche à déterminer si l'eau de traitement contaminée provenant des ouvrages de retenue des résidus des sables bitumineux en Alberta peut être directement détectée dans les eaux souterraines se déversant dans la rivière Athabasca et ses affluents.

Pour se concentrer sur l'interaction entre les eaux de surface et les eaux souterraines, la plupart des échantillons d'eau souterraine prélevés dans le cadre de cette étude le sont à une faible profondeur (moins de 2 mètres) sous les cours d'eau au moyen d'installations temporaires avec une pointe filtrante. Certains des principaux avantages de cette méthode comprennent la capacité à sélectionner et à accéder rapidement aux sites d'échantillonnage de l'eau souterraine, la possibilité de ne pas laisser d'instruments sur place et la capacité à se concentrer sur l'interaction précise entre les eaux de surface et les eaux souterraines.

La prise en compte de la complexité de la géologie locale est inhérente à ce travail. Des sources naturelles sont présentes le long de la rivière Athabasca et de ses affluents; certaines d'entre elles sont salées. En collaboration avec l'Université de Calgary et Ressources naturelles Canada, des échantillons sont prélevés dans les sources situées le long de la rivière Athabasca et de ses affluents. Les zones d'écoulement des nappes suspendues (qui peuvent être saisonnières ou épisodiques, après un événement de précipitations) sont également visées, au besoin (voir l'étude 2, ci-dessous).

Les produits chimiques dans les échantillons d'eaux souterraines analysés comprennent des produits chimiques inorganiques, des métaux, certains hydrocarbures pétroliers et des acides naphthéniques. Des analyses des isotopes stables sont également menées pour explorer les sources et les processus ayant des répercussions sur les eaux souterraines ainsi que certaines des substances chimiques présentes dans les eaux souterraines (sulfate, ammoniac). On a constaté des premiers signes d'effets chimiques provoqués par l'eau de traitement sur les eaux souterraines peu profondes situées en dessous de la rivière Athabasca, près de l'installation de stockage des résidus Suncor 1. Les résultats de cette étude permettront d'améliorer la compréhension des eaux souterraines et des eaux de surface tout en accroissant le nombre de données disponibles (Greg Bickerton, Environment Canada, pers. comm.). Les sites d'échantillonnage sont indiqués à la figure 15. Cette étude du lien entre les eaux souterraines et les eaux de surface est également très complémentaire du réseau régional de surveillance des eaux souterraines du ministère de l'Environnement de l'Alberta.

#### 2. Étude des infiltrations des nappes suspendues (The Perched Groundwater Seeps Study)

Cette étude sur les infiltrations est un programme d'échantillonnage sur le terrain dont l'objectif est de déterminer et de caractériser les sources de nappes suspendues potentielles qui pénètrent dans la rivière Athabasca, que ce soit directement ou par l'intermédiaire de ses affluents. Des échantillons d'eau ont été recueillis à partir d'une sous-composante des sites (se reporter à la figure 15) afin d'évaluer les contributions géochimiques de ces sources d'eaux souterraines. Les objectifs précis de cette étude étaient :

- de repérer et de cartographier l'emplacement des infiltrations de nappes suspendues le long de l'interface de la formation McMurray et de la couverture de matériaux non agglomérés le long du tronçon principal de la rivière Athabasca et de ses affluents;
- de déterminer et de sélectionner des sites pour l'échantillonnage de l'eau afin d'évaluer la nature géochimique de ces infiltrations peu profondes;
- de recueillir des échantillons d'eau afin de déterminer les conditions chimiques ambiantes et non perturbées de référence (ions principaux et composition isotopique)

ainsi que les apports en contaminants potentiels dans le système de la rivière Athabasca. Les contaminants analysés comprenaient des métaux, des composés aromatiques polycycliques (CAP) et des acides naphthéniques;

- d'obtenir des estimations du débit, si possible, permettant de déterminer les flux massiques provenant de ces infiltrations;
- de collecter, pour toute source d'eaux souterraines importante pénétrant dans les eaux réceptrices, des échantillons d'eau en amont et en aval afin d'évaluer leur influence sur la composition chimique des eaux de surface réceptrices.

Les paramètres mesurés comprenaient : la température, le pH, la conductivité, l'oxygène dissous, le débit, la géodescription de l'infiltration, les ions principaux, les métaux dissous et totaux, les hydrocarbures aromatiques polycycliques, la fluorescence, les acides naphthéniques, le tritium enrichi (en tant que premier outil de détermination de l'âge de l'eau), l'ammonium, les isotopes de l'ammonium, le mercure et le bitume (Malcolm Conly, Environment Canada, pers. comm.). De plus amples précisions sont fournies à l'annexe 1.

D'autres initiatives de recherche d'Environnement Canada sont en cours; toutefois, elles ne sont pas présentées ici, car elles ne se concentrent pas sur la qualité ou la quantité de l'eau de surface.

## **1A2.2 : Principales études sur les dépôts aériens et études connexes**

### **1A2.2.1 : Études de Kelly *et al.* sur les composés aromatiques polycycliques et les métaux**

L'étude de Kelly *et al.* (2009) sur les composés aromatiques polycycliques a révélé que l'exploitation des sables bitumineux présentait une voie de contamination sous-estimée par le passé. La charge dans l'enneigement provenant de particules en suspension dans l'air était de 11 400 tonnes sur 4 mois, dont 391 kg de composés aromatiques polycycliques. Cette quantité correspond à 600 tonnes de bitume, alors que 168 kg de composés aromatiques polycycliques dissous ont également été déposés. Les concentrations de composés aromatiques polycycliques dissous dans les affluents de la rivière Athabasca ont augmenté, passant de 0,009 µg/L en amont de l'exploitation des sables bitumineux (mesurées hiver comme été), à 0,023 µg/L en hiver (soit une concentration multipliée par environ 2,5 fois) et 0,202 µg/L en été aux sites de l'embouchure du cours d'eau. Dans la rivière Athabasca, les concentrations de composés aromatiques polycycliques dissous étaient pour la plupart inférieures à 0,025 µg/L en hiver et à 0,030 µg/L en été, sauf à proximité des installations de valorisation des sables bitumineux et des bassins de résidus en hiver (de 0,031 à 0,083 µg/L) et en aval des nouvelles exploitations en été (de 0,063 à 0,135 µg/L). Dans la rivière Athabasca et ses affluents, au cours des deux dernières années, les exploitations ont été liées à des concentrations élevées de composés aromatiques polycycliques susceptibles d'être toxiques pour les embryons de poissons. Dans la neige fondue, les concentrations de composés aromatiques polycycliques dissous atteignaient 4,8 µg/L. Par conséquent, la fonte printanière de la neige et le ruissellement lors des épisodes de pluies représentent des inconnues importantes (Kelly *et al.*, 2009).

Une deuxième étude de Kelly *et al.* (2010) a détecté le rejet de 13 polluants prioritaires définis par la *Clean Water Act* de l'Environmental Protection Agency des États-Unis, provenant de sources atmosphériques et aquatiques, dans la rivière Athabasca et son bassin versant. Les usines de valorisation du bitume et les exploitations locales des sables bitumineux sont considérées comme des sources clés d'émissions atmosphériques. Dans l'enneigement de 2008, tous les polluants prioritaires (sauf le sélénium) présentaient des concentrations plus élevées près des exploitations des sables bitumineux que sur des sites plus éloignés. En outre, les concentrations de mercure, de nickel et de thallium (en hiver) et des 13 polluants prioritaires (en été) étaient plus élevées dans les affluents présentant des bassins versants perturbés par l'exploitation que dans ceux qui le sont moins. Dans la rivière Athabasca, au cours de l'été, les

concentrations de tous les polluants prioritaires étaient plus élevées à proximité des zones d'exploitation que dans celles situées en amont de l'exploitation. Sur des sites en aval de l'exploitation au sein du delta Athabasca, les concentrations de tous les polluants prioritaires (à l'exception du béryllium et du sélénium) sont restées plus élevées qu'en amont de l'exploitation. Les concentrations de certains polluants prioritaires sur un site du lac Athabasca, près de Fort Chipewyan, étaient également plus importantes qu'en amont de l'exploitation dans la rivière Athabasca. Les recommandations de l'Alberta ou du Canada pour la protection de la vie aquatique ont été dépassées pour sept polluants prioritaires (le cadmium, le cuivre, le plomb, le mercure, le nickel, le zinc et l'argent) dans les échantillons de neige fondue ou d'eau prélevés à proximité ou en aval de l'exploitation (Kelly *et al.*, 2010).

Les sites d'échantillonnage pour ces deux études sont présentés à la figure 16. Les paramètres échantillonnés figurent quant à eux à l'annexe 1.

### **1A2.2.2 : Étude sur la neige de 2011 du ministère de l'Environnement de l'Alberta**

La compréhension de la contribution relative des sources régionales est essentielle à l'évaluation des stratégies de contrôle des émissions, au choix des options de contrôle des émissions et à la compréhension du public. Au vu des incertitudes et des lacunes en matière de connaissances à propos du transport et du dépôt des contaminants atmosphériques dans la neige, il est nécessaire de mieux comprendre les dépôts, et ce, en raison de la possibilité d'accumulation à long terme et de transport dans les différents milieux environnementaux (p. ex. l'eau, la neige) et parce que les polluants atmosphériques peuvent se déposer à des rythmes différents.

Des échantillons de neige ont été prélevés dans le nord-est de l'Alberta au cours de l'hiver (février 2011) en vue d'évaluer les hydrocarbures aromatiques polycycliques (y compris les hydrocarbures aromatiques polycycliques alkylés, en suivant la méthode d'Akre *et al.*, 2004) et les métaux dissous et totaux, y compris les concentrations d'ultratraces de mercure dans les retombées de polluants atmosphériques dans l'ensemble de la région. Au total, 120 échantillons de neige ont été prélevés dans toute la région par le personnel du ministère de l'Environnement de l'Alberta puis ont été envoyés aux laboratoires d'analyse. Les échantillons de neige se composent de carottes d'un volume connu représentant la totalité de l'enneigement; l'emplacement, la profondeur et la densité de la neige ont été enregistrés. Les volumes de chaque carotte de neige ainsi que leur équivalent en eau ont été calculés; la neige a été fondue dans le laboratoire puis analysée à la recherche d'hydrocarbures aromatiques polycycliques, d'hydrocarbures aromatiques polycycliques alkylés et de 24 métaux traces comprenant le total des métaux, les métaux dissous et les ultratraces de mercure.

Le programme devrait mener une analyse des données et une étude sur la répartition par source pour les données relatives à la composition chimique de la neige fournies par le laboratoire d'analyse. Les objectifs de cette étude sont les suivants : (1) compiler les données dans une base de données unique et calculer la charge de contaminants dans l'enneigement de cet hiver; (2) déterminer les tendances spatiales et temporelles des éléments présents dans les retombées sur toute la région; (3) déterminer s'il existe des combinaisons uniques d'éléments, dans les retombées, caractéristiques des sources étendues principales de la région (profils des sources étendues); (4) utiliser la reconnaissance des formes, des techniques statistiques multidimensionnelles et des techniques de modélisation de récepteurs (c'est-à-dire les modèles de factorisation de matrice positive [FMP] [USEPA, 1996] ou de bilan de masse chimique [BMC] de l'Environmental Protection Agency des États-Unis) pour analyser la répartition par source des concentrations de retombées mesurées à divers endroits sous le vent où des panaches provenant de différentes régions pourraient se mélanger ou provenant du transport atmosphérique et des dépôts (Sunny Cho, Alberta Environment, pers. comm.).

### **1A2.2.3 : Étude sur les émissions atmosphériques de Hazewinkel *et al.***

Le rythme de l'extraction de bitume dans le nord-est de l'Alberta, au Canada, dépasse l'état de la compréhension écologique de la région, de sorte que le degré de perturbations potentielles causées par les dépôts atmosphériques reste en grande partie inconnu. En Alberta, les émissions atmosphériques de SO<sub>2</sub> provenant de la région de Fort McMurray (environ 300 t/jour<sup>-1</sup>) représentent environ 5 % des émissions totales de cette substance au Canada. Combinée à la production estimée de NO<sub>x</sub> d'environ 300 t/jour<sup>-1</sup>, ces émissions ont le potentiel d'acidifier les eaux de surface. Les assemblages de diatomée dans des carottes de sédiments datées en provenance de 8 lacs sensibles aux acides (se reporter à la figure 16) ont été analysés afin d'évaluer les effets des émissions acidifiantes sur les écosystèmes des lacs boréaux. Aucune preuve ne démontre que ces lacs sont devenus acides. Au lieu de cela, bon nombre de ces lacs ont présenté des changements caractéristiques vers une plus grande productivité et, parfois, une alcalinité plus élevée. L'absence de preuve de l'acidification ne signifie pas que les émissions provenant des sables bitumineux sont bénignes sur le plan environnemental, mais laisse plutôt entendre que la biogéochimie de ces lacs diffère fondamentalement d'autres lacs acidifiés ayant fait l'objet d'études approfondies dans le nord de l'Europe et dans l'est de l'Amérique du Nord. Les interactions complexes participant à la production d'alcalinité dans le lac, la charge interne en éléments nutritifs et les changements climatiques semblent mener ces lacs vers les nouvelles conditions écologiques qui ont été rapportées (Hazewinkel *et al.*, 2008).

### **1A2.2.4 : Articles récents provenant de l'atelier « Western Canada Sulphur & Nitrogen Deposition Workshop »**

Un numéro spécial du Journal of Limnology (2010) (Aherne et Shaw, éditeurs) reprend un certain nombre d'articles examinant les effets géochimiques et biologiques potentiels des émissions de cheminées (et autres) provenant de l'exploitation des sables bitumineux sur les systèmes lacustres. Certains de ces articles n'entrent pas dans le domaine d'intérêt dont il est question ici, mais pourraient s'avérer utiles à l'avenir.

Les émissions régionales de composés sulfurés et azotés oxydés ont augmenté rapidement au cours des 40 dernières années d'exploitation dans la région des sables bitumineux de l'Athabasca; de telles émissions ont été associées à l'acidification des lacs dans d'autres régions d'Amérique du Nord et en Europe. Pour déterminer si les lacs de la région ont subi une acidification, 12 lacs ont été choisis dans la municipalité régionale de Wood Buffalo et les monts Caribou afin de couvrir les gradients chimiques et spatiaux. Des carottes de sédiments ont été prélevées pour effectuer des analyses paléolimnologiques, comme la datation isotopique, l'analyse des diatomées, l'analyse isotopique des sédiments en vrac (13C et 15N) et l'analyse des particules carbonées sphériques (se reporter à la figure 16). Toutes les carottes de sédiments lacustres montrent des signes de contamination industrielle d'après les particules carbonées sphériques, mais on ne distingue aucun signe industriel clair dans les isotopes stables. La plupart des lacs ont montré des modifications des assemblages de diatomée et des ratios carbone:azote dans les sédiments conformes à un enrichissement en éléments nutritifs sur diverses échelles de temps, les facteurs potentiels comprenant les changements climatiques, les feux de forêt et les dépôts d'azote d'origine anthropique. Seul 1 des 12 lacs analysés a montré des signes solides d'acidification, avec une baisse du pH déduit de l'analyse des diatomées de 6,3 à 5,6 depuis 1970. L'analyse du mercure (Hg) dans les lacs acidifiés indique un accroissement des flux sédimentaires au cours des 20 dernières années, signe d'une possible contamination industrielle. Le lac acidifié susmentionné est le plus petit de ceux étudiés et présente le temps de séjour le plus court, ce qui laisse supposer une capacité limitée de neutralisation des intrants acides par le sol du bassin versant ou les processus internes du lac (Curtis *et al.*, 2010).

L'une des conséquences de l'exploitation continue dans la région des sables bitumineux de l'Athabasca est l'augmentation des émissions d'azote (N) et de soufre (S), accompagnée d'une

augmentation des dépôts atmosphériques d'azote et de soufre à l'échelle régionale. À l'échelle régionale, la couverture des terres dans le nord-est de l'Alberta est un mélange de forêts boréales mixtes, de hautes terres boréales et de zones subarctiques. Les tourbières occupent entre 22 et 66 % de ces régions naturelles et leur couverture des terres varie entre 6,7 % dans la région à forêts mixtes et 46 % dans la région subarctique. Les écosystèmes des tourbières ombrotrophes peuvent être particulièrement sensibles aux dépôts atmosphériques d'azote et de soufre. Dans les 10 sites de tourbières ombrotrophes de la région des sables bitumineux de l'Athabasca (se reporter à la figure 16), sur une période de quatre ans (de 2005 à 2008), aucune preuve de dépôts élevés. La croissance verticale et la production primaire nette de *Sphagnum fuscum*, des indicateurs de dépôts élevés, ne différaient pas uniformément entre les sites. La croissance verticale et la production primaire nette de *S. fuscum* n'ont aucune corrélation avec la saison de croissance des dépôts atmosphériques de N ou de S. Ces données fournissent de précieuses valeurs de référence pour les activités de surveillance en prévision d'une augmentation des dépôts d'azote et de soufre sur une plus grande échelle géographique au sein de la région des sables bitumineux de l'Athabasca (Weider *et al.*, 2010).

#### **1A2.2.5 : Relevé nivométrique de 2011 d'Environnement Canada**

Ce projet s'appuiera sur l'étude de Kelly *et al.* (2009) et quantifiera les charges atmosphériques de composés aromatiques polycycliques filtrés et non filtrés, de multiéléments, de mercure total et méthylmercure dans la rivière Athabasca et ses affluents sous le vent des sables bitumineux en mesurant l'enneigement. Des échantillons de neige seront prélevés dans 25 à 30 des sites utilisés dans l'étude de Kelly *et al.* lesquels sont situés à une distance comprise entre 0 et 200 km des usines de valorisation, et au moment où l'enneigement est le plus épais (fin du mois de février et début du mois de mars). Des échantillons seront également prélevés dans deux sites de référence en amont : 1) dans la ville de Fort McMurray, à environ 35 km des usines de valorisation; 2) à l'embouchure de la rivière Calling, à environ 225 km des usines de valorisation. Sur chaque site, des tranchées seront creusées jusqu'au niveau de neige le plus bas, ce qui permettra d'obtenir des profils complets de l'enneigement. Des techniques adéquates pour l'échantillonnage des ultratracés seront utilisées pour chaque contaminant. Par ailleurs, 10 carottes de neige seront prélevées sur chaque site en utilisant un carottier Adirondack afin que l'équivalent en eau de la neige (EEN) de l'enneigement puisse être obtenu en appliquant la formule suivante :  $EEN (kg/m^2) = \text{poids de la carotte (kg)} / (\text{rayon du carottier (m)}^2)$ . Les charges nettes de contaminants dans la rivière Athabasca et ses affluents au printemps seront déterminées à l'aide des concentrations de contaminants dans la neige et de l'équivalent en eau de la neige moyen (Jane Kirk, Environnement Canada, comm. pers.).

### **1B : PRINCIPALES RECHERCHES ET ÉTUDES CIBLÉES PASSÉES CONCERNANT LA QUALITÉ DE L'EAU ET LES SÉDIMENTS**

#### **1B1 : PROGRAMME DE RECHERCHE ENVIRONNEMENTALE SUR LES SABLES BITUMINEUX DE L'ALBERTA (AOSERP)**

Le Programme de recherche environnementale sur les sables bitumineux de l'Alberta (AOSERP) était un programme mis sur pied par un accord entre les gouvernements de l'Alberta et du Canada en février 1975 (modifié en septembre 1977). De 1975 à 1980, le programme AOSERP a recueilli une grande quantité de renseignements de base pour un coût d'environ 17,4 millions de dollars. Les renseignements de base recueillis par l'entremise de ce programme sur la région des sables bitumineux de l'Athabasca ont été jugés suffisants (en 1981) pour ne pas rendre nécessaires d'autres relevés généraux (Smith 1981). On comprend aujourd'hui que ce jugement était prématuré : l'expansion et le rythme de l'exploitation ainsi que les nombreux enjeux émergents ne pouvaient pas être anticipés à cette époque.

Les recherches atmosphériques pour le programme AOSERP ont mené à la création d'un modèle de la qualité de l'air pour la région. Le travail mené sur le système terrestre a permis d'établir une base de données pour la géologie des sols et de la surface ainsi que pour la végétation et la faune. Les projets concernant le système aquatique ont permis d'obtenir des renseignements de référence sur l'hydrologie, l'hydrogéologie, la qualité de l'eau et le biote aquatique. Les études menées sur la composition chimique de l'eau et le biote aquatique dans la rivière Athabasca n'ont révélé aucune incidence importante en aval de Fort McMurray et des deux installations d'exploitation de sables bitumineux à l'époque (que ce soit les substances émanant des exploitations industrielles, des eaux usées municipales ou des activités de drainage dans la ville). Le volet de recherche relatif au « système humain » a décrit les conditions de la région des sables bitumineux de l'Athabasca en termes historiques et contemporains. Des recommandations ont été émises pour les recherches à venir. L'évaluation globale du programme concluait que les effets de l'exploitation des sables bitumineux avaient été évalués, mais pas de manière intégrée. Peu de liens interdisciplinaires étaient évidents, et cela a été jugé comme une importante lacune des résultats du programme de recherche AOSERP (Smith, 1981).

La plupart des rapports du programme AOSERP ne tiennent pas compte des méthodes modernes de géoréférencement. La figure 17 présente certaines des études qui ont été intégrées au format SIG.

Malgré les contraintes que représente la conversion des rapports et des données du programme AOSERP en un format compatible avec des logiciels modernes, il est évident que ce programme contient des renseignements précieux. Des efforts continus en vue d'extraire des renseignements et des données du programme AOSERP sont nécessaires, car ces rapports sont une source de données historiques qui pourrait s'avérer utile dans l'établissement de références temporelles.

Le système de drainage de la zone d'étude du programme AOSERP [semblable à la région des sables bitumineux dont la surface est exploitable] comprend un certain nombre de rivières s'écoulant de l'ouest et de l'est vers la rivière Athabasca, au nord de Fort McMurray, ainsi que quelques rivières qui rejoignent la rivière Athabasca à proximité de Fort McMurray et qui drainent les zones situées vers le sud et l'est. Les eaux de ruissellement provenant de la zone d'étude elle-même représentaient moins de 10 % du débit moyen de la rivière Athabasca à la limite nord de la zone d'étude. Environ 60 % des eaux de ruissellement annuelles étaient constatées au cours de la période de 4 mois comprise entre avril et juillet. En moyenne, les eaux de ruissellement ne représentaient qu'environ 20 % des précipitations tombées sur cette zone, le reste retournant dans l'atmosphère par évaporation et par transpiration. Même si les chutes de neige ne représentaient qu'environ 30 % des précipitations, leur contribution proportionnelle aux eaux de ruissellement était généralement beaucoup plus importante. Les variations d'une année à l'autre dans les eaux de ruissellement étaient assez élevées pour bon nombre des rivières drainant la zone d'étude. Par exemple, les volumes de débits annuels dans la rivière Mackay ont quadruplé en seulement cinq ans de relevés. Dans la rivière Athabasca, les variations annuelles étaient beaucoup moins importantes, doublant seulement au cours d'une période de 20 ans. Peu de données étaient disponibles pour permettre l'analyse des interactions entre les eaux de surface et les eaux souterraines. Les données d'observation sur les puits indiquaient une recharge considérable des eaux souterraines après la fonte des neiges et les fortes pluies. Certaines indications montraient que, sur les pentes est des collines Birch, le débit important de subsurface dans la rivière Athabasca pouvait expliquer en partie les faibles mesures des eaux de ruissellement dans cette zone (Neill et Evans, 1979).

Une évaluation complète des caractéristiques de mélange de la rivière Athabasca, en aval de Fort McMurray, et dans des conditions de débit sous un couvert de glace a été réalisée par Beltaos (1979a et b). Deux essais ont été menés à l'aide de traceurs en février 1978 en vue d'apporter la documentation sur le terrain nécessaire pour la rivière Athabasca. Les résultats de ces essais ont été analysés à l'aide des modèles théoriques récents provenant de la littérature scientifique. Une valeur moyenne pour le coefficient de mélange transversal a été calculée à partir des résultats du premier essai, lequel était un essai à l'équilibre. Ce coefficient se compare

favorablement à celui trouvé à partir d'un essai préliminaire mené en 1974 dans des conditions de débit similaires. Les résultats de ce deuxième essai, qui comprenait l'injection d'un agent dans le centre de la rivière, ont été comparés avec un modèle unidimensionnel élaboré précédemment. Il s'avère que ce modèle présente des prévisions justes à plus de 20 km du site d'injection. Pour modéliser les résultats de l'essai de puits à moins de 20 km de l'injection, un algorithme numérique a été utilisé conjointement avec le coefficient de mélange tiré du premier essai et a apporté des prévisions justes. Les effets des levées et des îles sur l'application de cet algorithme semblent être de nature localisée. On laisse entendre que de tels effets doivent être ignorés, à moins que des données hydrométriques pertinentes et extrêmement précises soient disponibles. Des recommandations sont formulées pour les recherches qui seront nécessaires à l'avenir en vue de définir totalement les caractéristiques de mélange du système de la rivière et du delta Athabasca (Beltaos, 1979).

Avant 1980, le bassin versant de la rivière Muskeg, au nord-est de l'Alberta, n'a subi, pour l'essentiel, aucun effet lié à l'exploitation des sables bitumineux. Ces conditions qui régnaient avant l'exploitation, de même que sa proximité avec l'installation de recherche sur le terrain du programme AOSERP, ont permis de procéder à un grand nombre d'études de référence en vue de définir l'écosystème typique dans la région des sables bitumineux. Les caractéristiques hydrologiques du bassin de la rivière Muskeg ont été définies, notamment sa physiographie, ses caractéristiques météorologiques, les caractéristiques du chenal, son débit et les sédiments en suspension. Le bassin de la rivière Muskeg était composé d'une zone étendue et relativement plate de hautes terres présentant un cours supérieur et un débit sortant plus prononcés. Le gradient du tronçon principal de la rivière Muskeg était compris entre 0,02 dans le cours supérieur et 0,0001 dans les hautes terres. Les chenaux qui drainent de grandes tourbières conservent un débit hivernal plus important que les autres. Les caractéristiques de débit décrites comprennent : (1) des mesures du débit à l'échelle du bassin et leur corrélation, dans la mesure du possible, avec des mesures continues réalisées sur deux sites; (2) la répartition spatiale des apports d'eau pour 1976 et 1977; (3) les volumes de débits dans le chenal pour 1976 et 1977; (4) les débits élevés et faibles à l'échelle du bassin pour 1976 et 1977; (5) la durée des débits annuels pour deux sites où des mesures continues étaient disponibles. Les caractéristiques des sédiments en suspension pour les deux principaux sites d'échantillonnage décrits comprenaient les relations entre le débit et la charge, les concentrations et les hydrogrammes de charge pour 1976 et 1977. Des estimations ont été réalisées à l'échelle du bassin et on a conclu que les concentrations étaient faibles par rapport à la plupart des données relatives à d'autres cours d'eau de l'Alberta. La moyenne des sédiments en suspension (3 200 tonnes par an) dans le bassin de la rivière Muskeg s'est avérée très faible par rapport aux autres bassins de la région des sables bitumineux (Froelich, 1979).

Des études détaillées sur les systèmes d'eaux souterraines et de surface dans le bassin du ruisseau Hartley [aujourd'hui plus souvent appelé ruisseau Jackpine et signalé comme tel dans les études d'impact environnemental] montrent que ce ruisseau n'atteint son débit de base que pendant quelques mois au cours de l'hiver, lorsque les autres contributions au débit sont négligeables. Après la fonte printanière de la neige, le drainage des fondrières de mousse représente la principale source de débit avec le débit entrant d'eaux souterraines. Des modèles similaires de production de débit ont été observés pour les rivières Firebag, Steepbank et Muskeg ainsi que pour le ruisseau Thickwood. Les décompositions d'hydrogramme quantitatives pour ces bassins montrent que les principales différences résultent de quantités variables de débit entrant en provenance des fondrières de mousse pendant l'hiver. La rivière Muskeg, comme le ruisseau Hartley, est proche de son débit de base en hiver. Cependant, dans la rivière Firebag et le ruisseau Thickwood, le drainage provenant des fondrières de mousse pouvait constituer pas moins que 40 à 50 % du débit en hiver. Une étude sur trois ans a été entreprise sur le bassin de la rivière Muskeg en mettant particulièrement l'accent sur le sous-bassin du ruisseau Hartley [Jackpine]. Les bassins des rivières Steepbank, Firebag et Thickwood ont également été analysés afin de tester l'utilité et la portée générale de l'approche. Dans tous les bassins, le débit sera influencé par la perturbation des fondrières de mousse. Dans le cas particulier où les fondrières de mousse sont retirées et remplacées par des sols minéraux, le

débit des cours d'eau aura tendance à diminuer pendant l'été et à augmenter lors des épisodes de ruissellements printaniers et d'écoulements d'averses. Dans les cas où la perturbation locale des fondrières de mousse est importante, on peut anticiper une variation marquée de la composition chimique de l'eau du cours d'eau (Schwartz, 1980).

Plusieurs projets du programme AOSERP impliquant la collecte et l'analyse d'échantillons d'eau ont été organisés. Ces projets correspondaient aux objectifs généraux du programme AOSERP (Smith, 1981) qui consistaient, en général, en la définition des conditions de base et en la détection des changements qui pouvaient être causés par l'exploitation des sables bitumineux de l'Athabasca. Dans le cadre du programme régional de surveillance de la qualité des eaux de surface, la normalisation des sites d'échantillonnage, des procédures et des analyses a fait l'objet d'une attention particulière. La documentation concernant l'emplacement des sites d'échantillonnage pour la qualité de l'eau, les méthodes d'échantillonnage, d'analyse et de contrôle de la qualité utilisées, le volume et la disponibilité des données recueillies ainsi qu'un examen complet de la qualité de la base de données se trouve dans Akena (1980).

Akena et Christian (1981) ont fourni un assemblage de données sur la qualité de l'eau de surface remontant aux années 1950 et ne relevant pas du programme AOSERP (se reporter à la figure 17). La plupart des données ont été tirées de rapports des ministères fédéraux et provinciaux de l'Alberta, de l'Alberta Research Council, des universités, de l'industrie des sables bitumineux et de cabinets d'experts-conseils privés. Malheureusement, ces études utilisaient des procédures très diverses pour la collecte, le stockage et l'analyse des échantillons; dans un grand nombre de cas, les bases de données ne décrivaient pas clairement les emplacements exacts des sites d'échantillonnage, les sites et les paramètres surveillés, la documentation des procédures d'échantillonnage, les produits de conservation des échantillons, les méthodes analytiques, les limites de détection, ou la base de données manquaient de précision ou d'indications quant à la quantité ou à la qualité. Nous espérons que la compilation des données sur la qualité de l'eau de surface pourrait être utilisée comme complément de la base de données sur la qualité de l'eau de surface du programme AOSERP, surtout pour les secteurs ou les périodes qui n'ont pas fait l'objet d'une collecte de données par le programme AOSERP (Akena et Christian, 1981).

L'exploitation des sables bitumineux peut accroître les concentrations de métaux lourds dans les sédiments des systèmes de drainage situés dans la zone couverte par le programme AOSERP par l'intermédiaire d'émissions atmosphériques ou hydriques. Au total, 106 échantillons de sédiments dragués et 24 carottes de sédiments ont été prélevés dans le système de la rivière Athabasca, juste en amont de Fort McMurray, à la confluence de la rivière des Rochers et de la rivière des Esclaves. Une première série d'échantillons représentant l'ensemble des unités de drainage et des variations de texture a été sélectionnée aux fins d'analyses détaillées grâce à plusieurs techniques d'extraction totale ou partielle. Cette série comprenait 21 échantillons. L'objectif était de documenter la géochimie naturelle des métaux lourds dans les sédiments et d'évaluer les influences des cultures sur les concentrations, le cas échéant. Des analyses préliminaires ont indiqué que les concentrations absolues étaient faibles par rapport aux données sur les sédiments pollués, voire sur des sédiments provenant d'autres terrains géologiques naturels. Les variations de concentration semblaient dépendre de facteurs sédimentologiques, minéralogiques et géochimiques naturels. Les plus fortes concentrations de métaux lourds ont été relevées dans les sédiments les plus fins provenant du lac Athabasca. Du vanadium, le métal lourd le plus souvent associé aux sables bitumineux, semble être présent dans les sédiments de drainage dans un composé organique stable. Il semblait ne pas être touché par la dégradation chimique ou bactérienne dans les sédiments benthiques (Allan et Jackson, 1977).

Des sédiments dragués et des carottes de sédiments ont été prélevés (se reporter à la figure 17) sur des sites le long de la rivière Athabasca, entre Fort McMurray et la confluence de la rivière des Rochers et la rivière des Esclaves. Une série d'échantillons choisis représentant l'ensemble des unités de drainage et des variations de texture a été analysée grâce à plusieurs techniques d'extraction totale ou partielle des éléments. Les concentrations de métaux relevées n'ont pas été jugées inhabituelles. Les résultats ont indiqué que les concentrations totales étaient faibles par

rapport aux données sur les sédiments naturels et pollués provenant d'autres lieux (à cette époque). Les variations de concentration étaient fortement touchées par les paramètres sédimentologiques, notamment la texture des sédiments, les enrobages minéraux de Fe/Mn ainsi que les teneurs en composés organiques et en carbonate. Une augmentation générale des concentrations de métaux lourds a été constatée en aval de la rivière Athabasca et vers son delta, au niveau du lac Athabasca. Les plus fortes concentrations de métaux lourds se trouvaient dans les sédiments présentant une texture fine provenant du lac Athabasca. Le vanadium et le nickel présentaient une forte corrélation entre eux ainsi qu'avec la teneur en carbone organique (Allan et Jackson, 1978).

Les eaux usées provenant des exploitations existantes d'extraction des sables bitumineux ont été caractérisées et quantifiées par Strosher et Peake (1976). Aux mois de novembre et de décembre 1975, 10 échantillons ont été prélevés à partir du système de drainage et de filtration de la digue du bassin de résidu, de l'effluent terminal de l'usine de valorisation et de l'eau du bassin d'admission d'eau. Un certain nombre d'hydrocarbures aromatiques précis et de composés organiques sulfurés ont été recensés, et des métaux lourds comme le vanadium ont été relevés. Une grande part des échantillons provenant du système de drainage et de filtration de la digue du bassin de résidu contenait du carbone organique pouvant être extrait avec des solvants organiques. L'effluent de l'usine de valorisation contenait seulement une petite fraction de composés carbonés pouvant être extraits par des processus organiques. Des concentrations quotidiennes moyennes de carbone organique ont été calculées en tant que rejets dans la rivière à partir du système de drainage et de filtration de la digue du bassin de résidu et de l'effluent de l'usine de valorisation. Il a été recommandé que d'autres études soient menées sur ces eaux usées ainsi que sur d'autres tout au long de l'année afin de déterminer les variations saisonnières en termes de quantités de composés organiques, d'identité de chaque composé, de toxicité des groupes de composés et d'état physique des composés organiques. Des études destinées à caractériser les composés organiques dans l'eau de la rivière Athabasca ont également été recommandées (Strosher et Peake, 1976).

Des analyses ont été menées sur la rivière Athabasca, en amont de Fort McMurray, afin de déterminer les quantités de référence de composés organiques ainsi que leur contribution à la qualité de l'eau, sur le plan organique, du réseau hydrographique à mesure qu'il traverse la région d'exploitation à ciel ouvert des sables bitumineux de l'Athabasca. Les composés hydrosolubles, les tanins et les lignines, les asphaltènes et les composés polaires étaient les principaux composés organiques du réseau hydrographique, comme ont pu le déterminer les 16 analyses distinctes menées. Les échantillons d'eau contenaient, en moyenne, 9 mg/L de carbone organique, dont une grande partie s'est avérée être du carbone organique dissous. Les composés organiques hydrosolubles, dont les acides humiques, se chiffraient en moyenne à 6,9 mg/L et étaient les composés organiques distincts les plus importants de l'eau de la rivière. Cette fraction soluble de l'eau contenait également du tanin et des lignines (0,24 g/L) naturellement présents. La fraction de carbone extractible contenait 20 % d'asphaltènes, 33 % de composés polaires et 10 % d'hydrocarbures. Les tanins et les lignines représentaient le groupe de composés le plus important détecté dans les sédiments, mais ne représentaient que 3 % de leur fraction de carbone inextractible. Les fractions de carbone organique extractible se composaient à 39 % d'asphaltènes, à 17 % de composés polaires et à 16 % d'hydrocarbures. Il a été conclu que les composés organiques présents dans ce tronçon de la rivière étaient principalement des composés naturellement présents et hydrosolubles qui persistent de façon uniforme tout au long de cette région d'étude située en amont. Les mesures visant à évaluer les capacités d'assimilation de ce réseau hydrographique ont indiqué qu'une assimilation minimale de la majeure partie de la matière organique se produisait dans ce tronçon de la rivière, fournissant ainsi un apport naturel constant au réseau hydrographique à Fort McMurray (Strosher et Peake, 1979).

Des analyses ont été effectuées pour un nombre allant jusqu'à 12 métaux et 4 pesticides contenant des biphenyles polychlorés (BPC) sur des échantillons de milieu aquatique provenant de 15 sites d'étude, le long ou à proximité de la rivière Athabasca, du nord de Fort McMurray à la

confluence des rivières de la Paix et des Esclaves. Ces échantillons comprenaient 15 échantillons d'eau (filtrée et non filtrée), 14 échantillons de sédiments et quelques échantillons de phytoplancton et d'invertébrés. Tous les échantillons ont été congelés jusqu'à leur analyse par spectrométrie d'absorption atomique et chromatographie gaz-liquide. Dans l'eau, les concentrations d'arsenic (As), de chrome (Cr) et de cadmium (Cd) étaient généralement  $< 1$ ,  $< 6$  et  $< 0,1$   $\mu\text{g/L}$ , respectivement, soit des valeurs inférieures à celles signalées précédemment pour la rivière Athabasca, à Fort McMurray. Les concentrations de cuivre (Cu) (sauf à 3 stations avec des chiffres compris entre 12 et 97  $\mu\text{g/L}$ ) se chiffraient en moyenne à 2  $\mu\text{g/L}$ . Les concentrations de fer (Fe), principalement sous forme particulaire, étaient en moyenne de 2 500  $\mu\text{g/L}$ , soit un niveau supérieur à celui signalé dans de nombreuses eaux en amont, mais conforme aux analyses précédentes menées dans la région. Les concentrations moyennes de manganèse (Mn) étaient également relativement élevées, à 43  $\mu\text{g/L}$ ; cet élément se présentait sous forme particulaire et était lié à la teneur en fer. Les concentrations de nickel (Ni) (à l'exception de 2 stations) se chiffraient en moyenne à 3,4  $\mu\text{g/L}$  tandis que les concentrations de vanadium (V) (à l'exception d'une station) se chiffraient en moyenne à 3,1  $\mu\text{g/L}$ . Les concentrations de vanadium étaient inférieures à la moyenne de 6  $\mu\text{g/L}$  trouvée dans de nombreux échantillons d'eau potable aux États-Unis. Les concentrations de zinc (Zn) dans les 12 stations se chiffraient en moyenne à 23  $\mu\text{g/L}$ , soit des concentrations conformes aux analyses précédentes menées dans la région. Certaines valeurs élevées pourraient avoir été liées à une contamination. Au moment où les échantillons ont été analysés, les concentrations de phénol étaient inférieures à la limite de détection, mais cette substance s'est peut-être décomposée lors du stockage. Le mercure n'a pas été analysé dans les échantillons d'eau en raison de la préservation des échantillons. Les sédiments présentaient une teneur relativement élevée en Fe (de 5 750 à 22 400  $\mu\text{g/g}$ ) et en Mn (de 110 à plus de 300  $\mu\text{g/g}$ ). On a constaté des corrélations positives entre la teneur en fer et (par ordre décroissant) le V, le Zn, le Mn, le Se, l'As, le Cu et le Cr tandis que la corrélation était plus faible avec le Cd. Aucune concentration de métal n'a semblé inhabituelle. Les teneurs en mercure de ces échantillons de sédiments étaient faibles. Les teneurs en Ni et en V présentaient une corrélation positive. Les valeurs signalées reflètent les niveaux de base de métaux traces dans les sédiments de cette région (Lutz et Hendzel, 1977).

Des variations saisonnières et géographiques dans les paramètres importants de la qualité de l'eau dans le bassin de la rivière Muskeg du nord-est de l'Alberta, avant l'exploitation des sables bitumineux dans ce bassin versant, ont été décrites par Akena (1979). La conductance spécifique et les concentrations des ions majeurs ( $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{HCO}_3$  et, dans une certaine mesure,  $\text{Na}^+$  et  $\text{Cl}^-$ ) présentaient en général des niveaux saisonniers relativement stables, à l'exception de fluctuations occasionnelles provoquées par des événements pluvio-hydrologiques ou des écoulements d'eaux souterraines profondes. La relation entre les caractéristiques physiographiques et la qualité de l'eau dans les bassins versants indiquait que le stockage ou le mouvement des substances chimiques dans les zones de fondrières de mousse jouait un rôle essentiel dans le maintien ou la modification des tendances, des concentrations et des charges observées pour le Ca et le Mg, ainsi que pour les rapports Na:Cl. De bonnes relations de régressions ont été relevées entre les variables des indices (conductance spécifique et rejet) et les concentrations des ions majeurs ainsi que les paramètres connexes. Il a été possible de calculer les charges annuelles déversées par les principaux sites d'échantillonnage. Les fluctuations du régime d'oxygène dissous étaient influencées par des facteurs physiques dépendant du sous-bassin (turbulence, turbidité et température) ainsi que par des modifications au sein des populations d'algues et de microbes. Les variations de  $\text{CO}_2$  libre et de pH illustraient les fluctuations s'opérant dans la respiration biotique, la décomposition biochimique et les processus photosynthétiques. Les changements dans les communautés microbiennes ont également été analysés en lien avec les concentrations de macronutriments et les capacités d'assimilation des cours d'eau. Les concentrations de phosphore orthophosphate, de nitrites et de nitrates étaient généralement faibles, en particulier pendant la période sans glace. Cela peut être dû aux faibles rejets du bassin versant ou à l'absorption par des processus microbiens. Les concentrations de carbone organique dissous et d'azote ammoniacal atteignaient leurs valeurs maximales quasiment au même moment (l'azote organique dissous les atteignait un mois plus tôt); cette coïncidence semblait inhiber la nitrification. Les rapports entre le carbone organique

dissous et l'azote organique dissous et entre l'ammoniac et les nitrates/nitrites, en plus des variations constatées dans les concentrations d'ammoniac, indiquent que les communautés bactériennes dans les cours d'eau du bassin de la rivière Muskeg faisaient preuve d'efficacité pour la conversion des substances organiques en éléments nutritifs. Il s'est avéré que les niveaux de K, de B, de Co, de Ni, de Hg, de Pb, de Cu, et de Zn étaient influencés par des facteurs biotiques. Les niveaux observés de certains métaux étaient inférieurs aux objectifs de qualité des eaux de surface de l'Alberta (ASWQO – Alberta Surface Water Quality Objectives), alors que ces derniers étaient dépassés pour le As, le Hg, le Ni, le Zn, le Fe et le Mn. Les concentrations les plus élevées dans des conditions de débit de base de Cr, de Pb, de Zn, de V, de Ni, de Fe, de Al, de Mn, de Cu et de Co étaient associées à la phase particulaire plutôt qu'à la phase dissoute (Akena, 1979).

La capacité d'assimilation de la rivière Athabasca a été définie comme la capacité de la rivière à répondre aux charges d'effluents tout en maintenant sa productivité et sa diversité. Afin d'estimer cette capacité d'assimilation, il est nécessaire de comprendre les processus de dégradation ainsi que les quantités et les types d'effluents pénétrant dans la rivière, tout comme les effets saisonniers. Pour ce faire, un modèle conceptuel de travail de la rivière doit être établi et amélioré jusqu'au point où des prévisions des effets des effluents peuvent être effectuées. Il faudrait prendre en compte les sources de rejets organiques, leur concentration dans la rivière, les caractéristiques de mélange, les processus de dégradation et la toxicité. Afin de déterminer si un cadre de compréhension peut être développé pour obtenir un modèle de prévision de travail, les données existantes ont été synthétisées. Les données utilisées dans le présent rapport ont été fournies par des études menées dans le cadre du Programme de recherche environnementale sur les sables bitumineux de l'Alberta ou sont tirées d'autres rapports. Les données disponibles à cette époque ont été jugées insuffisantes pour la modélisation de la capacité d'assimilation. Une analyse des lacunes et un plan de recherche visant à combler ces lacunes ont été fournis, et ce, dans le but d'obtenir, au final, suffisamment de renseignements pour créer un modèle permettant de prévoir les effets de divers rejets organiques dans la rivière. Des programmes de biosurveillance de la composition chimique de l'eau et des sédiments ont été proposés (Wallis *et al.*, 1980).

Une étude sur la qualité de l'eau et des pêches a été menée en septembre 1979 sur 10 petits lacs (entre 67,4 et 338,9 ha) à proximité de Richardson Tower, environ 140 km au nord de Fort McMurray, en Alberta. Les principaux objectifs de cette étude étaient les suivants : déterminer les caractéristiques de morphométrie et de qualité des eaux en lien avec les exigences en matière d'habitat pour les espèces de poissons indigènes et, le cas échéant, les espèces introduites; évaluer le rendement des poissons potentiel; et déterminer la sensibilité des lacs à l'acidification. La qualité de l'eau était relativement uniforme, avec des concentrations modérées de résidus solides filtrables totaux dissous légèrement supérieures à 100 mg/L, le calcium et le bicarbonate étant les ions majeurs et les niveaux de phosphore étant faibles. Les eaux étaient claires, en grande partie non colorées et généralement bien oxygénées. L'alcalinité totale moyenne des lacs de l'étude se chiffrait à 77 mg/L (1,53 mEq/L). Même si les réactions de tamponnage des zones terrestres sont incertaines, il semble que les lacs ne sont pas très sensibles à l'acidification (c.-à-d., à des niveaux d'acidité des précipitations prévisibles pour la zone d'étude) (Ash et Noton, 1980a et b).

Vingt des lacs de la région d'étude du programme AOSERP, situés autour de la zone où se trouvent actuellement les installations de traitement des sables bitumineux, ont été échantillonnés en octobre 1976 afin de déterminer leur sensibilité aux variations du pH résultant des apports acides dans l'atmosphère. La composition chimique des principaux éléments et les concentrations d'éléments nutritifs ont été mesurées dans l'eau et les particules en suspension. Les modèles utilisant les renseignements tirés de l'échantillonnage ont été présentés pour la prévision des modifications du pH dans ces lacs avec divers taux de charge d'acide. La plupart des lacs de la région présentaient de fortes alcalinités et une résistance élevée aux variations du pH. Les seuls lacs qui pourraient être sensibles à d'importantes altérations du pH dans des conditions de charge acide élevée étaient ceux situés dans la zone des collines Birch. Toutefois,

le modèle simple à l'état stable élaboré dans ce rapport laissait entendre que les lacs disposant d'un tampon moins efficace échantillonnés dans la région des collines Birch ne seraient gravement touchés que si le pH de la pluie était, en moyenne, inférieure à 4,0. Le rapport concluait en expliquant qu'une chute du pH de la pluie à moins de 4,0 dans cette zone semblait peu probable étant donné qu'à Sudbury (Ontario), alors que les rejets d'acide sulfurique étaient beaucoup plus importants, les pluies présentaient un pH moyen compris entre 4,0 et 4,5 (Hesslein, 1979).

### **1B2 : ÉTUDE SUR LES ORGANISMES TERRESTRES ET RIVERAINS, LES LACS ET LES COURS D'EAU (TROLS – TERRESTRIAL AND RIPARIAN ORGANISMS, LAKES AND STREAMS)**

L'un des projets ayant produit certaines données de référence potentielles sur les cours d'eau situés dans ce qui est désormais une région *in situ* d'exploitation des sables bitumineux est l'étude sur les organismes terrestres et riverains, les lacs et les cours d'eau (TROLS). Cette étude a été en grande partie menée dans le bassin versant de la rivière Christina.

L'objectif de l'étude TROLS était double : (1) évaluer les répercussions de la récolte de bois; (2) évaluer l'effet des feux de forêt sur les cours d'eau dans la forêt mixte boréale du nord de l'Alberta. Pour évaluer les effets de la récolte du bois, 4 emplacements sur chacun des 5 cours d'eau situés au sud-est de Fort McMurray ont fait l'objet d'un échantillonnage avant et après les opérations de récolte du bois. La collecte de ces échantillons s'est déroulée en 1994 (avant la récolte de bois de l'hiver 1994-1995) et s'est poursuivie jusqu'en 1997. Pour évaluer les effets des feux de forêt sur les écosystèmes des cours d'eau, 11 cours d'eau ont fait l'objet d'échantillonnages au sein du périmètre d'une zone brûlée dans le sud-ouest de Fort McMurray tandis que 6 cours d'eau situés à l'extérieur de ce périmètre ont fait l'objet d'échantillonnages aux fins de référence. La collecte d'échantillons dans ces cours d'eau s'est déroulée immédiatement après le feu de forêt de juin 1995 (près du lac Mariana) et s'est poursuivie pendant environ 3 ans. Ces échantillons concernaient les concentrations d'éléments nutritifs, de cations, d'anions et de carbone dans les cours d'eau; la composition des rejets, de la couverture forestière, de la biomasse algale benthique et des invertébrés benthiques a également été déterminée (Patricia Chambers, Environnement Canada, comm. pers.).

Le travail mené dans le cadre de l'étude TROLS rend possible l'obtention de renseignements de référence sur la qualité de l'eau avant l'exploitation pour une zone qui est aujourd'hui exploitée par des projets de sables bitumineux *in situ*. Ces renseignements seront pertinents pour les travaux de la prochaine phase du présent plan de surveillance de la qualité des eaux, lorsque sa portée géographique sera élargie.

### **1B3 : ÉTUDE SUR LES BASSINS DES RIVIÈRES DU NORD (EBRN)**

L'Étude sur les bassins des rivières du Nord (EBRN), mise en place en 1991, représente un accord commun conclu entre les gouvernements du Canada, de l'Alberta et des Territoires du Nord-Ouest. L'un des principaux objectifs de cette étude consistait à améliorer notre compréhension de la manière dont les exploitations situées dans les bassins des rivières Athabasca, de la Paix et des Esclaves avaient eu des effets cumulatifs sur les écosystèmes aquatiques des tronçons et des affluents principaux. Cette étude a également fourni les bases de connaissances nécessaires et les outils requis pour l'évaluation des conséquences potentielles d'exploitations à venir. Pour ce faire, l'Étude sur les bassins des rivières du Nord et les huit secteurs des composantes qu'elle consacre à la recherche se sont concentrés sur la collecte et l'interprétation de données exhaustives sur la qualité de l'eau, la distribution, le devenir et les effets des contaminants, le benthos, les poissons et leur habitat, la végétation et la faune des zones riveraines, l'hydrologie et l'hydraulique, la qualité de l'eau potable, les éléments nutritifs,

l'oxygène dissous, les connaissances traditionnelles et l'utilisation des ressources aquatiques dans cette région (Wrona *et al.*, 1996).

Le barrage Bennett, situé à Hudson Hope (Colombie-Britannique), a été achevé en 1968 et on a pensé, au début de l'année 1970, qu'il avait des répercussions sur l'hydrologie et l'écologie du delta des rivières de la Paix et Athabasca. En 1990, le défrichement lié à la foresterie s'élargissait pour répondre aux besoins des six usines de pâtes existantes et d'autres usines étaient prévues. L'agriculture dans le bassin de l'Athabasca n'avait pas été perçue comme une utilisation des terres majeure; dans les zones peuplées le long de la rivière de la Paix et de ses affluents, l'agriculture devenait cependant une caractéristique dominante. L'Étude sur les bassins des rivières du Nord est née de la perception du public selon laquelle l'écosystème était de plus en plus menacé par les activités humaines. Cette perception s'est cristallisée à la fin des années 1980 lorsque la construction de l'usine de pâtes Alberta-Pacific (AIPac) dans la ville d'Athabasca a été proposée. La principale recommandation faisant suite aux audiences de la Commission d'examen des incidences environnementales des projets de l'Alberta-Pacific de 1990 concernait l'importance de l'évaluation des effets environnementaux cumulatifs et soulignait la nécessité de mieux comprendre l'écologie des bassins dans le contexte des objectifs et des préoccupations d'ordre social. Des renseignements limités étaient disponibles sur plusieurs éléments et processus écosystémiques clés, notamment : l'écologie des poissons; la réponse du biote aquatique à l'exposition aux effluents; la présence, la distribution, le devenir et les effets des contaminants; la qualité de l'eau potable; les conséquences de la régulation du débit (Wrona *et al.*, 1996).

L'Étude sur les bassins des rivières du Nord a élaboré seize questions d'orientation afin de fournir une portée et des priorités pour la recherche. Ces questions et le programme de recherche ont été structurés pour combler les lacunes en matière de renseignements et s'appuyer sur la base de connaissances existante relative à ces bassins. La nécessité d'adopter une approche basée sur l'écosystème pour l'étude des facteurs de stress environnementaux et de mettre en œuvre une philosophie sur les effets cumulatifs dans la conception et l'interprétation des recherches était implicitement intégrée à ces questions d'orientation. Les objectifs du programme de recherche consistaient à déterminer et à quantifier les divers facteurs de stress agissant sur les bassins des rivières Athabasca, de la Paix et des Esclaves ainsi qu'à évaluer les conséquences écologiques de l'exposition à ces facteurs de stress. Nous avons compris que les effets de multiples facteurs de stress (p. ex. apports d'éléments nutritifs, contaminants, changements du débit fluvial) agissant simultanément sur l'écosystème pouvaient être difficiles à évaluer et à prévoir. Cela se complique encore davantage en raison des effets synergiques et antagonistes de multiples facteurs de stress (p. ex. interaction entre les éléments nutritifs et les contaminants) et des effets observés à diverses échelles spatiales (p. ex. effets propres à un tronçon ou dans l'ensemble du bassin), temporelles (p. ex. effets dans une même année ou entre plusieurs années) et organisationnelles (p. ex. effets sur l'individu, la population ou l'écosystème) (Wrona *et al.* 1996).

Un examen et une synthèse des rapports existants et des bases de données fournis par l'Étude sur les bassins des rivières du Nord (EBRN) à propos des concentrations et des charges d'éléments nutritifs dans les cours d'eau ont été effectués. Des tendances longitudinales dans la composition chimique de l'eau de la rivière Athabasca ont été relevées dans les années 1980. L'augmentation des éléments nutritifs en aval du réseau hydrographique était liée à des sources ponctuelles et aux débits provenant des affluents naturels, lesquels présentent souvent des concentrations de phosphore et d'azote plus élevées que le tronçon principal. Lorsque l'on tient compte de toutes les charges provenant des affluents et des sources ponctuelles d'origine anthropique pénétrant dans la rivière Athabasca, la charge en phosphore totale mesurée près du delta au cours de l'hiver 1991 ne représente que 36 % de la somme des intrants, ce qui indique une élimination importante du phosphore de la colonne d'eau. À l'inverse du phosphore, la concentration d'azote totale augmente sur les sites en aval. Les concentrations de phosphore et d'azote augmentent lorsque l'hydrogramme s'élève, principalement en raison de l'augmentation de la fraction particulaire. Sur la rivière Athabasca et ses affluents, on compte cinq usines de

traitement des eaux usées municipales qui rejettent des effluents en continu, quatre usines de pâtes en activité et une usine en cours construction. Les eaux usées traitées provenant de Fort McMurray représentent la charge en éléments nutritifs provenant de sources municipales la plus importante. Près de la moitié du débit annuel moyen de la rivière Athabasca provient des affluents, lesquels apportent une charge en éléments nutritifs importante dans le tronçon principal de la rivière. Les autres sources ponctuelles d'éléments nutritifs, comme les effluents de Suncor et de la centrale électrique H.B. Milnor, ont été relativement faibles (SENTAR Consultants Ltd., 1994).

Une autre étude réalisée dans le cadre de l'Étude sur les bassins des rivières du Nord visait à évaluer les sources d'azote et de phosphore dans les rivières Athabasca et Wapiti-Smoky tout comme la nécessité de prendre en compte la contribution des eaux souterraines dans la réalisation de simulations modélisées des paramètres chimiques de la rivière Athabasca pendant l'hiver. Pour atteindre le premier objectif, les tendances longitudinales en matière d'azote et de phosphore ont été examinées pour chaque réseau hydrographique et en lien avec les apports provenant de sources ponctuelles; les contributions des sources ponctuelles d'origine anthropique et des activités agricoles aux charges d'éléments nutritifs dans ces rivières ont été quantifiées. L'importance des eaux souterraines pendant l'hiver a été évaluée par l'examen des bilans massiques hydrologiques et des variations dans les proportions des ions majeurs. L'examen des bilans de débit et de la composition ionique des eaux de surface du tronçon principal de la rivière Athabasca pour les hivers compris entre 1989 et 1993 indiquait qu'il était peu probable de constater d'importants apports en eaux souterraines localisés pendant la plupart de ces hivers. La comparaison entre la somme de l'eau d'amont et du débit des affluents avec le débit mesuré à Fort McMurray a montré que le pourcentage du débit en aval provenant de sources connues était, en moyenne, de 86 % (fourchette comprise entre 66 et 106 %). Même si ce débit manquant peut être la conséquence d'apports en eaux souterraines, une partie de cet écart est sans aucun doute liée aux difficultés que représente la mesure du débit sous la couverture de glace. Une prolifération du périphyton a été observée pendant l'automne en aval de Jasper, d'Hinton, de Whitecourt, d'Athabasca, de Fort McMurray et de Grande Prairie (Chambers et Dale, 1997).

L'Étude sur les bassins des rivières du Nord a demandé à Environnement Canada d'entreprendre des relevés des sédiments benthiques dans les bassins des rivières Athabasca et de la Paix aux mois d'octobre 1994 et de mai 1995. Ces relevés ont été menés afin de tenir compte, partiellement, des changements dans le temps et de la distribution des contaminants dans les bassins des rivières Athabasca, de la Paix et des Esclaves. Les relevés menés sur les sédiments benthiques en 1994 et en 1995 avaient quatre objectifs : déterminer la distribution spatiale des contaminants dans les sédiments benthiques dans les réseaux hydrographiques de la rivière Athabasca et de la rivière de la Paix au cours de la période 1994-1995; déterminer la variabilité de la contamination des sédiments benthiques au sein d'un même site à plusieurs endroits; tester l'hypothèse selon laquelle la fraction de sable n'est pas un important dépôt de contaminants; fournir un ensemble de données pour la période 1994-1995 aux fins de comparaison avec les relevés de sédiments benthiques plus anciens réalisés en 1988-1989 et en 1992. Les paramètres relatifs aux sédiments et aux contaminants comprenaient la taille des particules ainsi que la teneur en carbone, en acides résiniques, en HAP, en polychlorodibenzo-p-dioxines et en dibenzofuranes (PCDD/PCDF), en composés phénoliques chlorés, en BPC, en composés organiques halogénés extractibles (EOX), en toxaphène et en mercure total. Les niveaux les plus élevés d'acides résiniques ont été trouvés dans les sédiments de la rivière Athabasca, près d'Emerson Lakes, et de la rivière de la Paix, en amont de l'embouchure de la rivière Smoky. Les plus fortes concentrations de HAP totales ont été relevées dans le bassin inférieur de la rivière Athabasca ainsi que dans les sites en amont de la rivière de la Paix. Les plus fortes concentrations de composés phénoliques chlorés se trouvaient en aval des usines de pâte kraft blanchie, dans le cours supérieur de la rivière Athabasca. Les dioxines et les furanes étaient présents à de faibles concentrations dans les sédiments benthiques des bassins des deux rivières, et les résultats n'indiquent aucune contamination étendue provenant des effluents des usines de pâtes. Aucune tendance spatiale n'était visible concernant les BPC dans ces deux

bassins. Les EOX, le toxaphène et le mercure total n'ont pas été détectés. Les résultats des analyses de variabilité au sein d'un même site différaient en fonction des composés testés, preuve de la nécessité de prélever de nombreux échantillons au sein d'un même tronçon pour obtenir un échantillon composite représentatif. Les concentrations moyennes de certains composés étaient plus élevées dans la fraction de sable que dans la fraction d'argile et de limon dans les échantillons de sédiments déposés (Crosley, 1996).

Une fois les programmes d'échantillonnage sur le terrain des sédiments et des contaminants associés achevés, une analyse rétrospective des processus fluviaux influençant la dynamique des contaminants associés aux sédiments a été fournie. Concernant l'échantillonnage dynamique, ce rapport examinait les flux de sédiments à l'aide de documents publiés à partir du programme conventionnel de surveillance des sédiments en suspension par la Division des relevés hydrologiques du Canada. En outre, le bilan massique des sédiments en suspension mesuré par l'Institut national de recherche sur les eaux (INRE) pour les sédiments en suspension ainsi que les mesures entreprises sur le flux de contaminants associés aux sédiments pour l'Étude sur les bassins des rivières du Nord avec un échantillonnage par centrifugation ont été examinés. Bon nombre de contaminants préoccupants de la zone de l'Étude sur les bassins des rivières du Nord présentaient une grande affinité avec les sédiments. Par conséquent, la distribution, les voies de passage et le devenir de nombreux contaminants étaient étroitement liés à la dynamique des sédiments riverains. Le rapport concluait que, même si certains résultats de l'Étude sur les bassins des rivières du Nord ont permis d'obtenir des observations intéressantes, il aurait été plus utile que le travail de surveillance et d'évaluation des sédiments soit mis en place avant de mener les travaux sur le terrain (Carson et Hudson, 1997).

Les niveaux environnementaux de mercure dans l'eau, les sédiments, les invertébrés et les poissons des bassins des rivières Athabasca, de la Paix et des Esclaves ont été examinés. Des données ont été obtenues à partir des bases de données fédérales et provinciales existantes, de l'Étude sur les bassins des rivières du Nord ainsi que des rapports et des publications du gouvernement et du secteur privé. Le mercure a été mesuré dans plusieurs centaines d'échantillons d'eau provenant de ces bassins. Le mercure n'a été détecté que dans quelques-uns de ces échantillons. Cependant, les protocoles d'échantillonnage du mercure dans l'eau utilisés sur le terrain et en laboratoire n'étaient pas appropriés; par conséquent, la plupart des détections de cet élément dans l'eau peuvent ne pas être fiables. Il convient toutefois de noter que, en raison des seuils de détection élevés (de 0,05 à 0,1 µg/kg), le mercure n'a pas été détecté dans la plupart des effluents municipaux, et seulement à quelques occasions dans les effluents industriels. Le mercure est omniprésent dans tous les sols et sédiments de la Terre et il n'est pas surprenant de l'observer dans les échantillons de sédiments provenant de ces bassins à des niveaux compris entre 27 et 123 µg/kg (poids sec). Les niveaux de mercure trouvés dans les sédiments étaient largement inférieurs à ceux prescrits par l'ébauche de recommandation provisoire pour le mercure dans les sédiments qui a été mise au point en vue de protéger la vie aquatique, soit 170 µg/kg de mercure (poids sec). Aucune augmentation évidente n'a été observée pour le mercure dans les sédiments en aval des effluents industriels par rapport aux sites en amont. Les carottes de sédiments en provenance du lac Athabasca indiquent que les niveaux de mercure n'ont pas augmenté au cours des 50 dernières années ou plus et semblent également indiquer que le bassin de la rivière Athabasca est la principale source de mercure pour le lac Athabasca (Donald *et al.*, 1996).

Une enquête sur le terrain couvrant la portion de la rivière Athabasca située entre Athabasca et Bitumont a été menée en vue de définir les caractéristiques hydrauliques et de mélange du tronçon fluvial. Douze sites d'échantillonnage ont été sélectionnés au sein de la région de l'étude de 464 km de long. La rivière a été divisée en trois tronçons dans lesquels des expériences à base de colorants traceurs distincts ont été effectuées pour déterminer les temps de transport et les coefficients de dispersion. Le processus de mélange a été réparti en plusieurs zones dans lesquelles des processus différents étaient dominants. Il s'est avéré que le mélange vertical était presque instantané et qu'il présentait une longueur de mélange comprise entre 15 m et 27 m. Le mélange transversal s'achevait quant à lui à une distance comprise entre 52 km et 82 km en aval

des points d'injection. Les paramètres de dispersion linéaire étaient plus faibles que les valeurs mesurées précédemment dans la rivière Athabasca sous une couverture de glace. Ils étaient également inférieurs aux valeurs mesurées dans d'autres rivières recouvertes de glace (Van Der Vinne, 1993).

Les résultats des analyses des contaminants ont été présentés pour les sédiments benthiques prélevés dans les bassins des rivières Athabasca et de la Paix entre 1988 et 1990 par l'Alberta Environmental Protection et en 1992 par l'Étude sur les bassins des rivières du Nord. Même si la plupart des sites étaient associés à des usines de pâtes situées en amont, l'échantillonnage a également été effectué sur la rivière Athabasca, à Fort McMurray, en amont des rivières Horse et Firebag ainsi que dans le delta Athabasca. Les groupes de contaminants représentés ont été les polychlorodibenzo-p-dioxines et les dibenzofuranes, les acides résiniques, les composés phénoliques chlorés et les hydrocarbures aromatiques polycycliques. Les concentrations de contaminants ont été mises en relation avec le pourcentage de carbone organique de la fraction fine (la fraction sur laquelle les analyses des contaminants ont été effectuées). Aucune corrélation importante n'a été relevée. La teneur en carbone organique des sédiments représentait un mauvais outil de prévision pour les concentrations de contaminants. Des corrélations entre les concentrations de contaminants liées aux usines de pâte kraft blanchie ont également fait l'objet d'une étude (Brownlee *et al.*, 1997).

Les travaux de l'Étude sur les bassins des rivières du Nord sont donc une autre source de données pouvant s'avérer utiles aux fins de référence et de comparaison. Les données de l'Étude sur les bassins des rivières du Nord relevées à proximité des usines de pâtes pourraient notamment être compatibles avec celles provenant des études de suivi des effets sur l'environnement (ESEE) et apporter une taille d'échantillon plus importante pour l'analyse statistique de la puissance. Les données sur la qualité de l'eau de l'Étude sur les bassins des rivières du Nord devraient être récupérables à partir de la base de données sur la qualité de l'eau du ministère de l'Environnement de l'Alberta tout comme la base de données de l'Étude sur les bassins des rivières du Nord elle-même.

#### **1B4 : PROJET DE LA RIVIÈRE ATHABASCA (ATHABASCA RIVER PROJECT)**

Le projet de la rivière Athabasca comprenait des activités de recherche coordonnées par l'Institut national de recherche sur les eaux en vue d'étudier les effets des activités industrielles, et plus particulièrement de l'exploitation des sables bitumineux près de Fort McMurray, sur la rivière Athabasca ainsi que la contribution de ces activités par rapport aux sources naturelles et aux activités industrielles situées en amont. En outre, une modélisation des caractéristiques hydrologiques et chimiques de la rivière a été entreprise. L'accent a été mis sur les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et les composés connexes. L'eau, les sédiments en suspension et les sédiments du lit du cours inférieur de la rivière Athabasca et de ses affluents, du cours inférieur de la rivière des Esclaves et du cours supérieur de la rivière de la Paix ont été analysés afin de détecter les contaminants organiques et ont fait l'objet de tests écotoxicologiques. Des poissons ont également été prélevés dans les environs des usines d'exploitation de sables bitumineux afin d'y détecter des hydrocarbures aromatiques polycycliques, des métabolites et toute activité d'oxydase à fonction mixte dans leurs tissus hépatiques (Brownlee, 1990; Bourbonniere, 1992). L'échantillonnage mené sur le cours inférieur de l'Athabasca comprenait : plusieurs paramètres physiques et chimiques, les métaux lourds dans l'eau, des échantillons de sédiments et de poissons, les composés organiques volatils sous la glace dans le tronçon principal, les relations entre les sédiments en suspension et les bactéries, la modélisation hydrologique et la biodégradation des polyaromatiques. La proposition de projet initiale a été préparée en mars 1989 et mettait l'accent sur le devenir, les trajectoires et les effets des HAP, des HAP contenant de l'azote et du soufre et des homologues du méthyle en étudiant les principaux vecteurs de transport des sédiments en suspension et de l'eau, en mesurant les effets sur les populations de poissons résidents et en effectuant des essais écotoxicologiques. Les organismes participants comprenaient le ministère de l'Environnement de

l'Alberta, Pêches et Océans Canada, la Direction générale des eaux intérieures, la Direction générale de la qualité de l'eau [aujourd'hui appelée Division de la surveillance de la qualité de l'eau] et le parc national du Canada Wood Buffalo (Bourbonniere, 1992). Ce projet chevauchait parfois l'Étude sur les bassins des rivières du Nord et d'autres études du Groupe interministériel de recherche et d'exploitation énergétiques en raison de la similitude du personnel et des sujets traités.

Une autre étude du projet de la rivière Athabasca portait sur les caractéristiques de mélange de la rivière Athabasca en utilisant des ions conservés (Booty, 1993). Dans bon nombre de rivières, le mélange transversal complet ne se réalise pas sur de longues distances à partir du point de rejet initial d'un polluant. C'est le cas pour la rivière Athabasca, en aval de Fort McMurray. Un modèle des substances chimiques toxiques en deux dimensions était en cours d'élaboration à l'Institut national de recherche sur les eaux en vue d'examiner le transport et le devenir de ces contaminants. En raison de la nature complexe des processus de mélange, des essais sur le terrain ont été nécessaires afin d'obtenir des données sur le mélange pour le modèle dans le cadre d'un large éventail de conditions de débit. Afin de compléter les quelques études réalisées avec des colorants traceurs, les paramètres de mélange de l'eau naturelle à la confluence des rivières Athabasca et Clearwater ont été utilisés pour simuler un essai au traceur à l'état stable. Les valeurs de diffusion et de dispersion obtenues à partir de cette étude ont été comparées avec des études précédentes réalisées à l'aide de colorants traceurs ainsi qu'avec une étude similaire sur le mélange de l'eau naturelle des affluents menée 18 ans plus tôt (Booty, 1993).

### **1B5 : INITIATIVE DES ÉCOSYSTÈMES DES RIVIÈRES DU NORD (IERN)**

Afin de répondre aux recommandations issues de l'Étude sur les bassins des rivières du Nord ainsi qu'à la demande du public en matière d'études de suivi, l'Initiative des écosystèmes des rivières du Nord (IERN) a été mise en place en 1998. L'étude sur cinq ans était axée sur des priorités telles que la prévention de la pollution, la perturbation endocrinienne chez les poissons, l'hydrologie, les contaminants, les éléments nutritifs, l'eau potable sécuritaire et l'amélioration de la surveillance de l'environnement. Sa mission consistait à fournir les fondements scientifiques à la base des réponses des gouvernements aux recommandations formulées dans le cadre de l'Étude sur les bassins des rivières du Nord (Initiative des écosystèmes des rivières du Nord [Canada], 2004).

Des inquiétudes concernant les changements hydrologiques potentiels dans les rivières Athabasca et de la Paix ainsi que dans le delta entre la rivière de la Paix et la rivière Athabasca liés aux aménagements d'origine humaine et aux changements ou à la variabilité climatiques ont donné lieu à un certain nombre d'initiatives de recherches auxquelles a participé Environnement Canada au cours des 40 dernières années : Groupe d'étude du delta Paix-Athabasca (1973), le Comité d'aménagement du delta des rivières de la Paix et Athabasca (1987), les études techniques du delta des rivières de la Paix et Athabasca (1996), l'Étude sur les bassins des rivières du Nord (EBRN, 1996) et l'Initiative des écosystèmes des rivières du Nord (IERN, 2004). Collectivement, ces programmes ont examiné les changements et la variabilité climatiques, les effets des modifications dans l'utilisation des terres et de la régulation du débit sur l'hydrologie de la rivière, du delta et du lac ainsi que sur l'écologie aquatique en amont du Grand lac des Esclaves. L'Initiative des écosystèmes des rivières du Nord incluait notamment des études hydrologiques clés mettant l'accent sur le bassin versant et le delta de la rivière Athabasca : analyse historique de la production de débit spatiotemporelle pour les débits saisonniers élevés vers le delta (Peters et Prowse, 2006); évaluation par modélisation hydrologique des effets prévus des changements climatiques à venir (2040-2069 par rapport à 1961-1990) sur la production de débit à l'embouchure de la rivière (Toth *et al.*, 2006). Ces études ainsi que d'autres études hydroécologiques pertinentes sont incluses dans un cahier spécial de l'Initiative des écosystèmes des rivières du Nord sur les processus hydrologiques (Wrona et Gummer, 2006).

La plupart des études de l'Initiative des écosystèmes des rivières du Nord sortent du cadre thématique et de la portée géographique du deuxième volet de la phase 1, car ce document porte sur les aspects physiques et chimiques de la qualité de l'eau. Le deuxième volet de la phase 2, relative à l'expansion géographique, porte autant sur les aspects biologiques de la qualité de l'eau que sur les aspects physiques (Lindeman *et al.*, 2011).

## **1B6 : RENSEIGNEMENTS PASSÉS SUR LA CHARGE DE SÉDIMENTS EN SUSPENSION DE LA DIVISION DES RELEVÉS HYDROLOGIQUES DU CANADA**

Comme nous l'avons indiqué à la section A1.2, les mesures de la vitesse de la rivière sont effectuées pour estimer le débit du cours d'eau. Dans certaines jauges sélectionnées, alors que le débit variait, les hydrologues ont également prélevé des échantillons d'eau qui ont par la suite été analysés afin de déterminer la quantité de sédiments en suspension transportée par le cours d'eau en fonction des différentes conditions de débit. Le débit et la concentration de sédiments changent en permanence. L'un des facteurs clés est la quantité de déblais potentiellement mobiles présente dans le lit ou sur les rives du cours d'eau. Comme les observations étaient peu fréquentes, la détermination de charge sédimentaire quotidienne était soumise à un niveau élevé de subjectivité. Les estimations des incertitudes variaient en fonction des conditions de débit, mais des valeurs de 100 % ou plus peuvent être démontrées avec ces données historiques.

Le programme de surveillance des sédiments a été interrompu à la suite d'un examen du programme en 1993. La Division des relevés hydrologiques du Canada n'est plus en mesure de mener ces travaux.

Le tableau 2 ci-dessous, fournit de plus amples précisions sur les données relatives aux sédiments à notre disposition. Ces données peuvent être téléchargées à partir du site Web de la Division des relevés hydrologiques du Canada. Le tableau ci-dessous met en évidence les années de données sur les sédiments accessibles et fait la distinction entre les différentes mesures (effectuées à différents intervalles) et les mesures continues.

**Tableau 2 : Stations de la Division des relevés hydrologiques du Canada pour lesquelles des données historiques sur les sédiments sont disponibles**

Station	Nom de la station	Situation hydr.	Degrés de latitude	Degrés de longitude	Aire de drainage (km)	Années De	À	Rég.	Cal. opér.	En susp.	Charge	
07CA005	RIVIÈRE PINE CREEK, PRÈS DE GRASSLAND	Active	54,8204	-112,778	1456,4	44	1974	1983	FAUX	Divers	Discontin	Discontin
07CD001	RIVIÈRE CLEARWATER, À DRAPER	Active	56,6853	-111,255	30791,6	56	1967	1987	FAUX	Divers	En continu	En continu
07CD004	RIVIÈRE HANGINGSTONE, À FORT MCMURRAY	Active	56,709	-111,356	962	45	1978	1980	FAUX	Saisonnier	Discontin	Discontin
07DA001	RIVIÈRE ATHABASCA, EN AVAL DE MCMURRAY	Active	56,7803	-111,402	132585	5	1967	1972	FAUX	En continu	En continu	En continu
07DA005	RIVIÈRE BEAVER, PRÈS DE FORT MACKAY	Abandonnée	57,1	-111,633	454	10	1975	1975	VRAI	Divers	Discontin	Discontin
07DA006	RIVIÈRE STEEPBANK, PRÈS DE FORT MCMURRAY	Active	56,9995	-111,407	1319,85	38	1975	1983	FAUX	Saisonnier	Discontin	Discontin
07DA007	RUISSEAU POPLAR, PRÈS DE FORT MCMURRAY	Abandonnée	56,9139	-111,46	151	15	1974	1983	VRAI	Saisonnier	Mixte	Mixte
07DA008	RIVIÈRE MUSKEG, PRÈS DE FORT MACKAY	Active	57,1912	-111,57	1457	36	1976	1983	FAUX	Saisonnier	Discontin	Discontin
07DA016	RUISSEAU JOSLYN, PRÈS DE FORT MACKAY	Abandonnée	57,2742	-111,742	257	19	1976	1983	FAUX	Saisonnier	Discontin	Discontin
07DA018	RIVIÈRE BEAVER, EN AMONT DE SYNCRUDE	Active	56,9453	-111,566	164,8	35	1976	1980	FAUX	Saisonnier	Discontin	Discontin
07DB001	RIVIÈRE MACKAY, PRÈS DE FORT MACKAY	Active	57,2104	-111,695	5569,3	38	1975	1983	FAUX	Saisonnier	Discontin	Discontin
07DC001	RIVIÈRE FIREBAG, PRÈS DE	Active	57,6511	-111,203	5987,6	39	1976	1983	FAUX	Saisonnier	Discontin	Discontin

**Analyse des activités et des programmes passés et actuels de surveillance des eaux de surface dans la région des sables bitumineux d'Athabasca, (jusqu'en 2011)**

Station	Nom de la station	Situation hydr.	Degrés de latitude	Degrés de longitude	Aire de drainage (km)	Années De	À	Rég.	Cal. opér.	En susp.	Charge	
	L'EMBOUCHURE											
07DD001	RIVIÈRE ATHABASCA, À L'AÉROPORT D'EMBARRAS	Abandonnée	58,205	-111,39	155000	14	1971	1984	FAUX	Saisonnier	Mixte	Mixte
07DD003	RIVIÈRE EMBARRAS, EN AVAL DE LA DIVERGENCE	Active	58,4222	-111,551	0	21	1971	2009	FAUX	Saisonnier	Discontin	s.o.

## 1B7 : AUTRES ÉTUDES

Des études de référence sur les environnements aquatiques dans la rivière Athabasca ont été réalisées à la demande de l'entreprise Syncrude Canada Limited et se concentraient sur les environs de la concession n° 17 de Syncrude, laquelle borde la berge ouest de la rivière Athabasca au nord de la ville de Fort McMurray, en Alberta. Pour l'un des volets de l'étude, Aquatic Environments Ltd. a mené une analyse détaillée des divers aspects de la qualité de l'eau dans la rivière Athabasca. L'objectif global de ces études était de bâtir un ensemble de données contenant des renseignements pertinents pour la compréhension des variations saisonnières et géographiques de certains paramètres. On prévoyait que les données ainsi obtenues serviraient de base pour la surveillance de tout changement pouvant avoir lieu alors que l'activité de l'entreprise Syncrude allait de l'avant. Les paramètres mesurés comprenaient le débit (fourni par la Division des relevés hydrologiques du Canada), la température de l'eau, la conductance spécifique, le pH, la turbidité, les sédiments en suspension, l'oxygène dissous, les ions majeurs et les macronutriments. Quinze stations de surveillance de la qualité de l'eau ont prélevé des échantillons à quatorze reprises tout au long de l'étude, et dix-neuf sites de surveillance de la qualité de l'eau, dont certains étaient des stations permanentes, ont prélevé des échantillons à une reprise en février 1975, dans le cadre d'une comparaison entre les berges ouest et est de la rivière Athabasca. Tous les paramètres ne faisaient pas l'objet d'un échantillonnage à chaque date. Les échantillons prélevés en hiver ont affiché une tendance à la hausse pour les ions et il a été conclu que les rejets d'eaux souterraines salées en étaient la source pendant l'hiver. Cet effet était moins prononcé pendant la saison libre de glace, lorsque l'influence des eaux souterraines était masquée par le ruissellement des eaux de surface de type carbonate de calcium. Une tendance saisonnière distincte a également été observée pour le phosphore dissous total (PDT), avec des pics au cours de la période de hautes eaux. Une faible concentration de silice réactive a également été constatée au milieu de l'hiver. Les données utilisées dans l'étude de l'exercice de modélisation ont été directement remises aux modélisateurs à partir de la base de données de la direction de la surveillance de la qualité environnementale du ministère de l'Environnement de l'Alberta (Aquatic Environments Ltd, 1977).

Des études de référence sur les milieux aquatiques dans la rivière MacKay ont été réalisées à la demande de l'entreprise Syncrude Canada Limited. Elles étaient conçues de manière à apporter des bases adéquates à partir desquelles d'autres changements du milieu aquatique de la rivière Mackay pourraient être comparés. L'un des objectifs de ces études était de décrire la variabilité saisonnière de plusieurs caractéristiques physiques et chimiques de la rivière Mackay, laquelle traverse la propriété de Syncrude puis se jette dans la rivière Athabasca. Des échantillons ont été prélevés à huit reprises entre mars 1977 et janvier 1978. Les paramètres analysés comprennent le NO<sub>3</sub>, le total d'azote, le total de phosphate, ortho-PO<sub>4</sub>, la silice réactive, la turbidité, les sédiments en suspension, les matières solides totales, les matières solides dissoutes totales, les matières solides volatiles, la couleur vraie, le pH, le carbone organique dissous, le carbone organique total, l'alcalinité, la dureté, le Cl, le SO<sub>4</sub>, les macronutriments, certains métaux, la température et l'oxygène dissous. Les concentrations des substances dissoutes se sont avérées plus élevées pendant l'hiver et plus faibles pendant l'été : on a supposé que ces différences étaient liées à une influence des eaux souterraines. Les charges de sédiments en suspension

étaient au plus haut en juin et au plus bas à la fin de l'été et à l'automne, mais elles augmentaient de nouveau en hiver (Aquatic Environments Ltd, 1978).

Des rapports passés et récents semblables provenant d'autres études sur l'industrie existent, mais ils peuvent être difficiles d'accès.

En réponse à l'expansion rapide de l'industrie des pâtes et à l'inquiétude concernant la qualité de l'eau en hiver dans la rivière Athabasca, cinq enquêtes sur la qualité de l'eau ont été menées de janvier à mars en 1988 et en 1989. Les données obtenues ont été comparées aux données antérieures, les effets des effluents ont été évalués, tout comme le respect des objectifs de qualité des eaux de surface de l'Alberta et des Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux. Les effluents rejetés à l'époque dans la rivière Athabasca provenaient des effluents de l'usine de pâtes et municipaux de Hinton (effluents combinés de Hinton), de l'entreprise Millar Western Pulp Ltd. (effluent de MWPU) (seulement en 1989), des eaux usées municipales traitées de Whitecourt, d'Athabasca et de Fort McMurray ainsi que de l'effluent de traitement des sables bitumineux de Suncor. Les effluents des usines de pâtes avaient des effets néfastes sur les concentrations d'oxygène dissous, de composés phénoliques, de composés organiques à l'état de traces, de phosphore et de manganèse ainsi que sur la couleur et l'odeur de la rivière Athabasca. Ces effets ont donné lieu à un non-respect des objectifs de qualité des eaux de surface de l'Alberta et des Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux en matière d'oxygène, de phénols, de couleur, d'odeur et de phosphore. La chaleur des effluents créait des tronçons libres de glace en aval de chaque usine. En outre, les effluents des usines de pâtes ont augmenté les concentrations de sodium, de chlorure, de sulfate, de sulfure, de matières solides en suspension, de tanins et de lignines, de carbone organique, d'azote et de bactéries dans la rivière et sont à l'origine de charges importantes de zinc. Ces résultats sont en accord avec les évaluations menées précédemment en ce qui a trait aux effluents combinés de Hinton de l'usine de pâte kraft blanchie sur le réseau hydrographique de la rivière Wapiti-Smoky. Les effluents d'eaux usées municipales ont causé une augmentation faible à modérée des concentrations d'azote, de phosphore et de bactéries dans la rivière Athabasca. Aucun effet provenant des effluents des sables bitumineux de Suncor n'était perceptible sur la qualité de l'eau de la rivière. Les concentrations de calcium, de magnésium, de bicarbonate, de fluorure et de la plupart des métaux ainsi que l'alcalinité, la dureté et le pH de l'eau n'ont pas été touchés négativement par les rejets d'effluents (Noton et Shaw, 1989).

L'expansion de l'industrie des pâtes et papiers dans le réseau hydrographique de la rivière Athabasca a soulevé des préoccupations quant à la qualité de l'eau, car l'industrie génère d'importants volumes d'eaux usées. Les activités d'études et de surveillance de la qualité de l'eau sur la rivière Athabasca ont considérablement augmenté après 1987, y compris par l'intermédiaire de relevés « synoptiques » hivernaux, de nouveaux sites de surveillance, de l'installation de compteurs d'oxygène en hiver et d'études appliquées visant à évaluer les effets ou à obtenir des données aux fins de modélisation. Les résultats des activités d'étude et de surveillance de la qualité de l'eau menées sur la rivière Athabasca entre 1990 et 1993 ont été présentés. Les données recueillies avant 1990 ont également été incluses aux fins de comparaison. Les effets des effluents ont été quantifiés et comparés avec les objectifs de qualité des eaux de surface de l'Alberta et les Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux. Des comparaisons ont également été effectuées avec les autres relevés hivernaux sur la qualité de l'eau réalisés en 1988 et en 1989. Au moment de l'étude, trois usines de pâtes rejetaient des effluents directement dans la rivière Athabasca. Les autres effluents pénétrant dans la rivière Athabasca comprenaient les eaux usées municipales de Jasper, Whitecourt, Slave Lake, Athabasca et Fort McMurray, les eaux usées de l'entreprise Syncrude Canada Ltd. et les eaux usées provenant de l'entreprise Suncor Inc. Dans la rivière Athabasca, les effets des effluents sont généralement plus importants en hiver, lorsque la capacité de dilution est au plus bas et que la couverture de glace limite l'aération. Lorsque les débits sont plus importants, pendant la saison des eaux libres, les effets des effluents sont beaucoup moins prononcés. Des effets des effluents similaires ont été observés lors de relevés synoptiques hivernaux réalisés en 1988 et en 1989,

bien que ce dernier relevé indiquait des effets moins importants que les années précédentes, laissant penser à une amélioration de la qualité des effluents (Noton et Saffran, 1995).

Un aperçu de la qualité de l'eau, entre juillet 1972 et mars 2001, a examiné les conditions dans le bassin de la rivière Muskeg (McEachern et Noton, 2002). La rivière Muskeg et ses affluents ont fait l'objet d'échantillonnages par le ministère de l'Environnement de l'Alberta entre 1972 et 2001. Au cours des périodes 1972-1975 et 1989-1997, l'échantillonnage se limitait aux sites à proximité de l'embouchure de la rivière Muskeg. Une surveillance accrue s'est produite sur plusieurs sites pendant la période 1976-1981, en vertu du Programme de recherche environnementale sur les sables bitumineux de l'Alberta (AOSERP), et pendant la période 1997-2001, dans le cadre de travaux récents. Ces derniers travaux impliquaient des échantillons ponctuels réguliers sur plusieurs sites, deux relevés synoptiques et des appareils d'enregistrement en continu installés sur divers sites. L'objectif de ce rapport consistait à résumer ces données, à interpréter les conditions de qualité de l'eau et les facteurs déterminants, à déceler toute tendance dans la qualité de l'eau à long terme et à déterminer si des effets de l'exploitation des sables bitumineux étaient apparents. Le but était d'apporter une contribution scientifique aux connaissances et à la compréhension du réseau hydrographique de la rivière Muskeg, ainsi que des effets potentiels de l'exploitation des sables bitumineux, en tenant compte du niveau d'exploitation proposé pour ce bassin (McEachern et Noton, 2002).

La rivière Muskeg est un cours d'eau chargé de sédiments, caractéristique de bon nombre d'entre eux dans la forêt boréale. Le calcium et le bicarbonate sont les ions principaux, l'eau est relativement alcaline et dispose d'une bonne zone tampon, les matières solides en suspension et la turbidité sont faibles, le carbone organique dissous (COD) et la couleur sont élevés, et l'oxygène dissous (OD) est faible pendant la période de couverture de glace, en hiver. Les vastes tourbières dans ce bassin sont la principale source de carbone organique dissous et sont importantes pour la qualité générale de l'eau de la rivière Muskeg. Il semble qu'une majorité du débit provient de sources d'eaux souterraines peu profondes. Une bonne partie de ce débit semble traverser des sols organiques, peut-être au niveau de l'interface entre la tourbe et les minéraux, ce qui pourrait expliquer que l'eau est riche en minéraux et en carbone organique dissous. Les caractéristiques du chenal jouent un rôle important dans la modification de la qualité de l'eau. Les concentrations de phosphore, de carbone organique dissous et de sédiments en suspension déclinent dans le tronçon de la rivière Muskeg qui présente une faible pente en raison de l'assimilation biotique et de la sédimentation. Les étangs de castors pourraient s'avérer importants pour la réduction des concentrations en éléments nutritifs, comme le total de phosphore. L'oxygène dissous est faible en hiver et en dessous des recommandations de l'Alberta pour la qualité des eaux de surface (ASWQG – Alberta Surface Water Quality Guidelines) (McEachern et Noton, 2002).

À l'heure actuelle, la rivière Muskeg n'est pas menacée d'acidification. Néanmoins, les niveaux de pH semblent décliner depuis quelques années, pour des raisons qui restent obscures : un déclin du pH moyen de 7,8 en 1997 à 7,3 en 2001 s'est produit; et le niveau du pH semble déterminé en grande partie par les processus biotiques dans le chenal du cours d'eau.

La baisse du pH pourrait indiquer une augmentation de la fréquence des conditions réductrices qui, à leur tour, pourraient être liées à la diminution du débit du cours d'eau au cours des dernières années. Les concentrations de phosphore total et d'azote total étaient modérément élevées, avec des valeurs maximales se chiffrant généralement à 0,05 et à 1,3 mg•L<sup>-1</sup>, respectivement, mais n'ont pas changé de façon notable depuis 1976. Des pics de concentration d'ammoniac (> 0,2 mg•L<sup>-1</sup>) se sont occasionnellement produits, mais respectaient les objectifs de qualité des eaux de surface de l'Alberta en termes de températures et de pH dominants. Les concentrations élevées d'ammoniac coïncidaient avec des conditions de faible teneur en oxygène, ce qui peut refléter une réduction des nitrates (dénitrification) pénétrant dans les eaux souterraines ou provenant de la décomposition de matières organiques. Les concentrations totales de solides en suspension se chiffrèrent généralement à moins de 20 mg•L<sup>-1</sup> et ne semblaient pas touchées dans la rivière Muskeg. Toutefois, les concentrations de sédiments en suspension étaient élevées pendant les mois d'hiver, ce qui pourrait être un phénomène naturel

lié à l'activité des castors et à la dynamique des glaces. L'oxydation des matières solides en suspension durant l'hiver peut contribuer aux faibles concentrations d'oxygène dissous constatées sous la glace. Dans tous les cas sauf pour le fer, les concentrations de métaux respectaient les objectifs de qualité des eaux de surface de l'Alberta. Le fer dispose d'une importante source naturelle et nous pouvons nous attendre à ce que ses concentrations dépassent celles fixées par les objectifs de qualité des eaux de surface de l'Alberta. D'après des études sur les réseaux de tourbières d'autres régions, le mercure est une source de préoccupation, car le drainage des tourbières peut provoquer une infiltration de cette substance dans les eaux de surface. Les données du ministère de l'Environnement de l'Alberta pour la rivière Muskeg n'indiquent aucun problème avec le mercure aqueux. Toutefois, l'ensemble de données est petit. Le fossé du projet Alsands contenait des concentrations élevées de métaux (baryum, cuivre, fer, strontium, uranium et zinc) par rapport à la rivière Muskeg. Les polluants organiques à l'état de traces ont rarement été détectés. Lorsque c'était le cas, les concentrations d'hydrocarbure aromatique polycyclique (HAP) étaient inférieures aux objectifs de qualité des eaux de surface de l'Alberta. Certains composés d'hydrocarbure aromatique polycyclique ont été exportés à partir du fossé du projet Alsands, entraînant leur détection sur des sites en aval. Une intégration complète des données provenant de toutes les parties ainsi qu'une surveillance et des analyses améliorées du réseau hydrographique permettraient de mieux comprendre la qualité de son eau et faciliter sa protection ainsi que sa remise en état à mesure que l'exploitation avance (McEachern et Noton, 2002).

Afin d'établir les niveaux de fond pour les rejets d'hydrocarbures naturels avant de nouvelles exploitations, divers échantillons environnementaux ont été prélevés dans des affluents sélectionnés de la région des sables bitumineux (se reporter à la figure 18) entre 1998 et 2000. Ils ont été analysés par chromatographie en phase gazeuse et spectrométrie de masse pour les HAP et leurs analogues alkylés. Les échantillons ont été prélevés sur 3 ans pour apporter une meilleure compréhension de la distribution spatiale, de la nature et de l'étendue des rejets naturels d'hydrocarbures dans l'environnement. Les résultats indiquaient que les niveaux de HAP totaux étaient élevés dans les affluents (jusqu'à 34,7 µg/g) par rapport aux niveaux constatés dans le tronçon principal de la rivière Athabasca (< 2 µg/g). Comme prévu, les échantillons prélevés dans les dépôts de sables bitumineux contenaient les quantités les plus importantes de HAP et de HAP alkylés. Les profils de distribution des HAP alkylés étaient très similaires, indiquant que tous les échantillons analysés provenaient d'une source pétrogénique commune (Headley *et al.*, 2001).

Cette étude s'est poursuivie pour déterminer si la qualité de l'eau et des sédiments dans les affluents de la rivière Athabasca était touchée du fait de leur passage dans des tronçons exposés à des dépôts de sables bitumineux naturels (les sédiments en suspension et les matériaux du lit de la rivière ont été prélevés dans les rivières Steepbank, MacKay et Ells). Une analyse non paramétrique de Mann-Kendall visant à évaluer la tendance longitudinale des métaux dans les matériaux du lit n'a relevé aucune tendance significative ( $\alpha = 0,05$ ) en aval dans les rivières Steepbank ou MacKay; néanmoins, la rivière Ells affichait une tendance généralement à la baisse de l'amont à l'aval. Ces résultats ne fournissent aucun signe d'augmentation importante des concentrations de métaux dans les matériaux du lit ou les sédiments en suspension des rivières Steepbank, MacKay et Ells, car ces trois affluents traversent des tronçons naturellement exposés aux sables bitumineux (c'est-à-dire, dans la formation McMurray) (Conly *et al.*, 2007). Il convient de noter que Headley *et al.* (2001) et Conly *et al.* (2007) ont échantillonné les mêmes sites (figure 18).

Des sédiments ont été prélevés à l'intérieur et à l'extérieur des dépôts de sables bitumineux naturels sur des sites le long de la rivière Athabasca. Des essais de toxicité aux premiers stades de vie ont été menés sur des eaux témoins, des sables bitumineux naturels, des sédiments de référence et des sédiments provenant de bassins d'eaux usées utilisés pour le raffinage du pétrole. Des œufs et des larves ont été exposés à des quantités comprises entre 0,05 et 25,0 g de sédiments/L puis observés pour les aspects suivants : mortalité, éclosion, malformations, croissance et induction de cytochrome P4501A (mesurée par immunocytochimie). Le bitume

naturel et les sédiments des bassins d'eaux usées étaient à l'origine d'importantes altérations concernant les éclosions et d'une augmentation de la mortalité, des malformations et de la réduction de la taille aux premiers stades de la vie. Les malformations chez les larves comprenaient des œdèmes, des hémorragies et des malformations de la moelle épinière. L'exposition aux sédiments de référence et aux témoins montraient une mortalité et des malformations négligeables pour les embryons, et un excellent taux de survie pour les larves. Les analyses de sédiments à l'aide de la chromatographie en phase gazeuse et à la spectrométrie de masse ont révélé des concentrations élevées de HAP alkyl-substitués par rapport aux HAP non substitués dans les sables bitumineux naturels (220-360 mg/g) et les sédiments provenant de bassins d'eaux usées utilisés pour le raffinage du pétrole (1 300 mg/g). Les essais de toxicité des sédiments aux premiers stades de la vie sont des essais biologiques rapides et sensibles qui s'avèrent utiles dans l'évaluation de la toxicité du pétrole pour les organismes aquatiques (Colavecchia *et al.*, 2004).

Les données relatives à la qualité de l'eau sur les rivières Athabasca, de la Paix et des Esclaves prélevées aux limites du parc national du Canada Wood Buffalo entre août 1989 et décembre 2006 ont été analysées par Glozier *et al.* (2009). Des résumés statistiques détaillés pour la période des relevés ont été fournis, et les tendances relatives à la composition chimique de l'eau dans les trois bassins versants ont été analysées, notamment en les comparant aux eaux sources qui se trouvent en amont. Des paramètres, basés sur des recommandations nationales ou des objectifs propres au site concernant la protection de la vie aquatique, ont été mesurés en fonction des excursions, notamment en ce qui a trait aux métaux, aux ions majeurs et aux éléments nutritifs. Des analyses de régression propres au site pour plusieurs paramètres avec des concentrations de sédiments en suspension (mesurées au moyen de résidus non filtrables) ont été fournies. Des analyses statistiques des tendances temporelles (saisonniers et annuelles) ont été réalisées pour les relations entre les paramètres liés à la qualité de l'eau, au débit des rivières, à la période précise et à la saison. Des analyses plus précises ont été menées pour examiner les changements dans les concentrations d'éléments nutritifs et de métaux dans la rivière Athabasca. C'est dans la rivière Athabasca, par rapport à la rivière de la Paix et la rivière des Esclaves, que la valeur de l'oxygène dissous était la plus basse et que, par contre, les valeurs étaient les plus hautes pour le total des solides dissous et la plupart des ions majeurs. Les tendances relatives aux concentrations d'azote étaient semblables pour les rivières de la Paix et Athabasca, et la plupart des formes dissoutes affichaient des concentrations à la hausse. Dans la rivière Athabasca comme dans la rivière des Esclaves, les concentrations de phosphore total et dissout ont augmenté au cours de la période d'enregistrement. Les augmentations observées pour la concentration en éléments nutritifs résultent en grande partie d'augmentations ayant lieu pendant les mois d'hiver, dans des conditions de faible débit et de couverture de glace. Les résultats ont montré qu'au moins en partie, les tendances des concentrations dans la rivière Athabasca dépendaient des variations du régime de débit. L'augmentation des éléments nutritifs tout comme la diminution du débit des rivières semblaient représenter une préoccupation pour les sections d'étude des rivières des Esclaves et Athabasca (Glozier *et al.*, 2009).

Élaboré et supervisé à l'origine par Environnement Canada, le ministère de l'Environnement de l'Alberta a pris le relais de la surveillance exhaustive des rivières de l'Alberta en 1987, laquelle est désormais appelée Programme à long terme de surveillance du réseau des rivières. Les efforts d'échantillonnage initiaux sur la rivière Athabasca se limitaient à une seule station située à la ville d'Athabasca. En 1977, un deuxième site a été mis en place à Old Fort, à 200 kilomètres en aval de Fort McMurray. Au cours des dernières années, deux stations d'échantillonnage supplémentaires du Programme à long terme de surveillance du réseau des rivières ont été créées sur la rivière Athabasca afin de surveiller plus efficacement les pressions anthropiques particulières, liées notamment à la foresterie, à la production de pâte et à l'extraction des ressources naturelles, pesant sur la rivière. Ces sites, situés en amont de Hinton et de Fort McMurray, ont été intégrés au réseau en 1999 et en 2002, respectivement. L'échantillonnage mensuel sur ces sites et sur une longue période permet d'obtenir des données de grande qualité pour l'évaluation statistique des tendances sur certains paramètres. Les analyses monotones des tendances relatives aux données sur la qualité de l'eau ont révélé des tendances pour plusieurs

variables sur les sites d'Athabasca et d'Old Fort. Il s'est avéré que le débit, à ces deux emplacements, était en déclin depuis 1960. En même temps, la turbidité, certains éléments nutritifs et certains métaux affichaient des tendances à la hausse importantes à la station d'Old Fort (en aval). La turbidité relativement élevée, en lien avec des niveaux élevés d'éléments nutritifs et de métaux, est caractéristique du cours inférieur de la rivière Athabasca et de ses affluents; elle a entraîné des dépassements fréquents des recommandations pour la qualité de l'eau pour plusieurs variables. Des tendances à la hausse pour ces paramètres laissent toutefois entendre qu'il existe une influence supplémentaire sur la qualité de l'eau dans la rivière. La réduction des débits et, par conséquent, la réduction de la capacité de dilution des effluents de source ponctuelle peuvent être en partie responsables. Cependant, les perturbations anthropiques dans le bassin versant peuvent également représenter un facteur. Aujourd'hui, d'autres investigations seraient nécessaires pour établir des liens de causalité avec un quelconque degré de certitude (Hebben 2009).

## **1C : TRAVAUX SUPPLÉMENTAIRES**

- Étant donné que le mandat du présent rapport consistait à examiner la qualité et la quantité de l'eau de surface, les programmes provinciaux de surveillance des eaux souterraines et les sites n'ont pas été couverts. L'importance des interactions entre les eaux souterraines et les eaux de surface fait actuellement l'objet de recherches. Les études et les sources de données actuelles et passées sur les eaux souterraines pourraient être importantes pour le plan intégré de surveillance.
- D'autres études pertinentes ne figurant pas dans le présent rapport existent peut-être. D'autres recherches documentaires se justifient.

## **SECTION 2 : ANALYSE DES ACTIVITÉS DE SURVEILLANCE**

De nombreux rapports récents sur les sables bitumineux (comme Dowdeswell *et al.*, 2010; Lott et Jones 2010; la Société royale du Canada, 2010), comprennent des critiques sur les activités de surveillance menées dans cette région. Par exemple, Kelly *et al.* (2009), Kelly *et al.* (2010) et Schindler (2010) ont soulevé de graves questions à propos du bien-fondé et de la crédibilité des programmes de surveillance de l'environnement actuels dans la région des sables bitumineux. Donahue (2011) a abordé les activités de surveillance du gouvernement et du programme RAMP dans cette région et a émis des suggestions sur la manière de concevoir des programmes de surveillance solides.

En septembre 2010, un groupe indépendant rassemblant des experts du domaine de la pollution de l'eau et de ses effets sur les systèmes aquatiques a été mis sur pied. Il a été demandé à ce groupe, appelé Comité d'examen sur les données de surveillance des eaux, de passer en revue les articles de Kelly *et al.* (2009; 2010) ainsi que les rapports du ministère de l'Environnement de l'Alberta (Hebben, 2009) et du programme RAMP (RAMP, 2009; 2010) en examinant les plans d'étude, les données et les approches statistiques en vue de déterminer si les conclusions émises par ces rapports étaient cohérentes et comparables. La campagne d'échantillonnage ciblé à court terme utilisée par Kelly *et al.* était adéquate pour estimer les apports à court terme dans le bassin versant de la région d'exploitation des sables bitumineux et les répercussions potentielles sur l'écosystème aquatique. L'étude du ministère de l'Environnement de l'Alberta comprenait la surveillance d'un nombre limité de stations et n'était pas spécialement conçue pour déterminer les effets liés à l'exploitation des sables bitumineux. Le programme RAMP dispose

d'un grand nombre de sites de surveillance, mais la faible fréquence d'échantillonnage annuelle limite la capacité de ce programme lorsqu'il s'agit de déterminer les effets liés à l'exploitation des sables bitumineux (Dillon *et al.*, 2011).

Il est particulièrement important de noter que les renseignements de référence temporels éventuels dépendent de la disponibilité des données à long terme. On peut considérer ces renseignements comme utiles à partir d'un minimum de 3 à 5 ans (Reid et Ogden, 2006). De nombreuses études de recherche ne durent pas plus de 2 ou 3 ans; par conséquent, une surveillance à plus long terme serait le meilleur moyen d'obtenir des renseignements de référence temporels. Les ensembles de données à long terme sont touchés par les changements apportés à la fréquence d'échantillonnage, aux méthodes et aux limites de détection en laboratoire qui doivent être prises en compte lorsque l'on effectue une analyse à partir des tendances (Glozier *et al.*, 2009).

## **2A : ANALYSE DES ACTIVITÉS DE SURVEILLANCE**

### **2A1 : ACTIVITÉS DE SURVEILLANCE DU GOUVERNEMENT**

#### **2A1.1 : Ministère de l'Environnement de l'Alberta**

Le ministère de l'Environnement de l'Alberta dispose de trois sites du Programme à long terme de surveillance du réseau des rivières en aval de la région des sables bitumineux exploitables (se reporter aux figures 2 et 3).

Sur la page Web du ministère de l'Environnement de l'Alberta relative aux données sur la qualité des eaux de surface, un rapport d'inventaire est mis à la disposition de tous. La visionneuse de rapports Crystal fournit un inventaire des sites et des données. Le meilleur moyen pour l'exécuter consiste à sélectionner un sous-bassin et un type de station à la fois.

<http://environment.alberta.ca/01288.html>

Les données sont facilement accessibles sur demande. Le portail Web est conçu pour le grand public et ne comprend qu'une partie limitée de ce qui est réellement disponible. Les demandes de données peuvent être effectuées auprès du service de gestion des données.

Cette base de données sera une ressource importante permettant d'obtenir des données de surveillance utiles. L'exploration des données et l'évaluation seront des éléments fondamentaux du processus de conception de la surveillance. Les données historiques et actuelles seront également importantes pour les aspects liés à l'analyse de puissance, à l'analyse des tendances et à l'évaluation des données de référence éventuelles.

#### **2A1.2 : Environnement Canada**

La surveillance de la qualité de l'eau menée en aval des sables bitumineux dont la surface est exploitable par Environnement Canada est constituée, dans les faits, d'un seul site, car le site de la rivière des Esclaves est fortement influencé par la rivière de la Paix. Le site de la rivière Athabasca (à la 27<sup>e</sup> ligne de référence), bien qu'il ait à l'origine été mis en place pour surveiller les indicateurs d'eutrophisation, a récemment élargi ses paramètres pour y inclure les indicateurs de produits pétrochimiques. L'élargissement des paramètres aux produits pétrochimiques est également en cours sur le site de la rivière des Esclaves, en aval du parc national du Canada Wood Buffalo, en collaboration avec le ministère de l'Environnement de l'Alberta. Les données provenant de ce site, ou de tout autre site de surveillance à long terme d'Environnement Canada, sont disponibles sur demande.

La surveillance de la quantité d'eau sur le tronçon principal de la rivière Athabasca ne comprend que deux jauges continues actives. La jauge qui se trouve sur le site de l'aéroport d'Embarras a été abandonnée en 1984 et ne dispose de relevés de débit annuel que pour les années 1972, 1973 et 1975. Lorsque l'on compare le débit annuel moyen pour les trois jauges du tronçon principal au cours de ces années, il est possible d'établir la contribution relative des cours supérieur, moyen et inférieur au débit global (se reporter à la figure 19).

En comparant les contributions relatives du bassin de la rivière Athabasca au site de jaugeage abandonné de l'aéroport d'Embarras, nous observons les éléments suivants : station 07BE001, rivière Athabasca à Athabasca (cours supérieur), avec un débit moyen de 448 m<sup>3</sup>/s, soit 57,4 % du débit total. L'aire de drainage de ce site se chiffre à 74 600 km<sup>2</sup>, soit 48 % de l'aire de drainage brute à l'aéroport d'Embarras. La station 07DA001, rivière Athabasca en aval de McMurray (cours moyen), avec un débit moyen de 718 m<sup>3</sup>/s, apporte 270 m<sup>3</sup>/s de débit supplémentaire pour un total de 91,6 %. L'aire de drainage brute de ce site se chiffre à 132 600 km<sup>2</sup>, soit 85,5 % de l'aire de drainage brute à Embarras. Une augmentation de 43 % de l'aire de drainage entraîne une augmentation du débit annuel de 37 %. La station 07DD001, rivière Athabasca à l'aéroport d'Embarras (cours inférieur), avec un débit moyen de 783 m<sup>3</sup>/s, apporte un débit supplémentaire de 8,2 % du débit total. L'aire de drainage brute à ce site est de 155 000 km<sup>2</sup>, ce qui représente une hausse de 14,5 % en amont de la région vers Fort McMurray.

Certaines des suggestions préliminaires pour l'amélioration du réseau en ce qui a trait à la surveillance de la quantité d'eau peuvent être émises. L'objectif des modifications à apporter au réseau se concentre sur les tronçons du cours inférieur (en aval de Fort McMurray) et repose sur le fait que la plupart des aménagements dans la région des sables bitumineux exploitables ont lieu entre Fort McMurray et le site abandonné de l'aéroport d'Embarras. La première suggestion consiste à accroître le nombre de sites de jaugeage dans la région en cours d'aménagement. Avant l'installation de nouveaux sites ou la réouverture de sites abandonnés, il est important d'examiner les objectifs du réseau dans son ensemble et les questions d'accessibilité, de sensibilité et d'économie (voir ci-dessous) qui peuvent avoir été à l'origine de la décision d'utiliser le réseau actuel. (Il convient de remarquer que certains des sites ont été abandonnés après une très courte période d'exploitation [de 1 à 2 ans]).

Les quatre critères suivants doivent être respectés pour la mise en place d'une jauge dans un cours d'eau :

- **Satisfaction** : Le site comblera-t-il une lacune dans le réseau? Par exemple, si l'on souhaite obtenir le débit de la rivière Bow à Calgary, la mise en place d'une jauge sur un autre cours d'eau de substitution pourrait ne pas répondre aux besoins du réseau.
- **Accessibilité** : Le site est-il accessible? Ce besoin doit être pris en compte de différentes manières :
  - site accessible physiquement en temps opportun;
  - le propriétaire foncier autorise l'accès;
  - l'accès à la jauge et à la plateforme de mesure de la jauge est sécuritaire pour les travailleurs.
- **Sensibilité** : L'équipement de jaugeage déployé est sensible au changement du niveau de l'eau et du débit. Par exemple, s'il existe un barrage d'un castor actif en aval du site de jaugeage, l'augmentation de la hauteur d'eau peut signifier un débit moindre.
- **Économie** : Le réseau est-il mieux servi en ayant recours à cette solution de rechange?

La deuxième suggestion consisterait à examiner la faisabilité de faire passer les stations de tous les affluents de prévisions saisonnières à des prévisions annuelles. Les cinq stations suivantes représentent environ 63 % de l'aire de drainage totale dans cette région. Les stations actives 07DA006 de la rivière Steepbank, près de Fort McMurray, 07DA008 de la rivière Muskeg,

près de Fort McMurray, 07DA018 de la rivière Beaver, en amont de Syncrude, 07DB001 de la rivière MacKay, près de Fort MacKay et 07DC001 de la rivière Firebag, près de l'embouchure de cette rivière (se reporter aux figures 5 et 6) sont toutes des stations saisonnières. La troisième suggestion consiste à examiner les affluents restants dans les régions qui, historiquement, ont fait l'objet de jaugeages et à évaluer l'utilité du jaugeage pour la surveillance de la qualité de l'eau, en tenant compte des facteurs susmentionnés (Greg MacCulloch, Relevés hydrologiques du Canada, comm. pers.).

## **2A2 : PROGRAMME RAMP**

Le programme RAMP a fait l'objet d'un processus d'examen par les pairs en 2004 puis de nouveau en 2010. Ces deux examens ont émis de nombreuses critiques identiques (Ayles *et al.*, 2004; Burn *et al.*, 2011). La documentation du programme RAMP comprend un document intitulé « Technical Design and Rationale » (conception technique et justification) (RAMP, 2009).

Les défis posés par la conception actuelle du programme RAMP sont les suivants :

- Le programme est touché par la manière dont sont réalisés les aménagements, des sites de surveillance n'étant pas ajoutés si un aménagement n'a pas été approuvé ou si un exploitant décide de ne pas aménager un site donné. Les sites peuvent être abandonnés si aucun effet n'est détecté une fois que trois années de surveillance se sont écoulées à partir du début de l'exploitation. Les sites ne se trouvent pas nécessairement à proximité des zones où des facteurs de stress pourraient être prévus, par exemple : où sont rejetées les eaux d'évacuation; où sont soupçonnées des infiltrations provenant de bassins de résidus; où l'on soupçonne les zones tampons se trouvant le long des cours d'eau d'être étroites ou de présenter une pente abrupte ainsi qu'une érosion importante pendant des chutes de pluie et la fonte des neiges. Les exploitants de projets *in situ* ne sont pas inclus dans le programme RAMP.
- Le programme RAMP n'est pas intégré à des activités de surveillance sur place; sans savoir ce que montrent les activités de surveillance sur place en ce qui a trait aux rejets, aux périodes, aux lieux de rejets, etc., il est difficile de mettre les données de surveillance dans un contexte plus large et de se concentrer sur les paramètres d'intérêt.
- Le programme est dispendieux, car il présente des coûts de logistique élevés, avec de longs vols en hélicoptère et d'autres coûts sur place. Le programme peut être élargi, mais le défi consiste à l'améliorer de manière rentable.
- La surveillance de la qualité de l'eau se limite à quatre fois par an, ce qui est insuffisant. Une telle surveillance peut manquer des événements importants tels que la fonte des glaces et des neiges au printemps, avec le ruissellement et l'érosion en surface considérables qui peuvent se produire pendant cette période; elle manque également des événements pluvio-hydrologiques. En outre, il est possible que cette surveillance ne relève pas totalement les rejets d'eau liés à la déshydratation et à d'autres processus qui n'ont pas de rapport avec le traitement. L'utilisation de dispositifs d'enregistrement *in situ* (compteurs YSI pour la température et la conductivité, échantillonneurs d'eau automatisés, dispositifs d'échantillonnage passif, entre autres) permettrait un suivi plus régulier de la variabilité saisonnière de la composition chimique de l'eau.
- Des analyses de sensibilité n'ont pas été menées pour évaluer la variabilité naturelle et le nombre d'années ainsi que la fréquence d'échantillonnage nécessaires pour déceler des tendances d'ampleurs diverses. Pour le Programme de lutte contre les contaminants dans le Nord, au moins 15 ans de surveillance sont nécessaires pour détecter un petit pourcentage de changement dans un composé qui est connu pour dégrader

- l'environnement. Les analyses de sensibilité sur l'ampleur des effets qui pourraient être détectés, le bilan massique et les estimations modélisées de ce qui pénètre dans l'environnement (eau, eau souterraine, voies de transport atmosphérique) pourraient être utilisées pour perfectionner la conception de la surveillance. La taille et la fréquence requises pour les échantillons pourraient alors être calculées (tout comme les coûts pour de telles études).
- Les études d'impact environnemental et les processus d'approbation de l'Environmental Protection and Enhancement Act pourraient être plus instructifs s'ils étaient liés de manière plus efficace à la surveillance.
  - Les rejets d'eau de drainage sont surveillés, tout comme les eaux souterraines, et ces renseignements sont rapportés au ministère de l'Environnement de l'Alberta. Ils ne sont pas synthétisés dans le programme RAMP, mais ces renseignements ne sont pas non plus facilement accessibles ailleurs.
  - Le programme RAMP ne dispose pas de la souplesse nécessaire pour tenir compte de nouvelles voies de transport et de nouveaux enjeux préoccupants, comme la poussière et les débris pénétrant dans les affluents et les rivières en provenance de terres défrichées exposant des couches de sédiments déposées il y a plusieurs millions d'années et qui, au cours des millénaires, ont peu subi l'érosion (contrairement aux sols de surface). Il n'est pas non plus conçu pour mesurer précisément les dépôts autour des usines de valorisation. Si la neige est surveillée, elle l'est du point de vue du volume et participe au programme consacré à l'hydrologie pour les bilans hydrologiques (RAMP, 2009).
  - Le programme RAMP n'intègre pas de données pour estimer les bilans massiques de ce qui pénètre dans les affluents, de ce qui pénètre dans la rivière Athabasca et de ce qui est transporté en aval. En l'absence de ces estimations, fournies par le programme RAMP ou un autre programme, les effets sont difficiles à détecter.
  - Les détails du programme RAMP pourraient être améliorés, y compris par une meilleure réplique et une amélioration des mesures sur les organismes comme les poissons et, dans l'idéal, sur les isotopes du carbone et de l'azote.
  - La surveillance du programme RAMP s'interrompt au delta de la rivière Athabasca et n'est fondée que sur l'eau et les sédiments. Étant donné que le delta et l'ouest du lac Athabasca sont des sites de dépôt (comme le lac Mamawi), des régions clés sont oubliées par la surveillance. Les charges de sédiments en suspension, les composés chimiques et leur devenir sont incertains. De plus, la compréhension foncièrement médiocre des régimes d'écoulement et de déposition limite la possibilité de prévoir les conséquences d'un accident industriel; autrement dit, les sédiments seraient-ils contaminés, où, et pendant combien de temps?
  - Le programme RAMP publie chaque année un grand rapport annuel. Toutefois, aucune présentation annuelle n'est proposée sous la forme d'ateliers. Les résultats du programme RAMP et d'autres activités de surveillance pourraient être présentés annuellement dans le cadre d'un atelier de 2 ou 3 jours, lequel pourrait être élargi afin d'inclure les recherches et les autres programmes portant sur la surveillance de l'eau, de l'air et des sols. En l'absence d'un tel atelier consacré à la surveillance, il s'avère difficile d'accéder aux renseignements sur les activités en cours et aux résultats obtenus pour les synthétiser, en discuter ou établir de nouvelles orientations pour les activités de surveillance et de recherche.
  - La surveillance est coûteuse dans cette zone d'étude. Il existe un besoin d'activités de surveillance et d'études sur le terrain plus fréquentes afin de suivre les changements à court terme (Marlene Evans, Environnement Canada, comm. pers.).

## **2A3 : CUMULATIVE ENVIRONMENTAL MANAGEMENT ASSOCIATION (CEMA)**

La Cumulative Environmental Management Association (CEMA) est un groupe multilatéral agissant dans la municipalité régionale de Wood Buffalo. Basée à Fort McMurray, en Alberta, et existant depuis plus de 12 ans, la CEMA est une association sans but lucratif qui emploie un secrétariat professionnel pour coordonner ses recherches de calibre mondial par l'entremise de ses groupes de travail sur les sols, l'air, l'eau et la remise en état. La Cumulative Environmental Management Association est une conseillère clé des gouvernements provinciaux et fédéral qui est engagée à tenir un dialogue respectueux et inclusif visant à faire des recommandations pour gérer les effets environnementaux cumulatifs du développement régional sur l'air, les sols, l'eau et la biodiversité. Son principal objectif consiste à recommander des cadres de gestion, des pratiques exemplaires et des stratégies de mise en œuvre qui tiennent compte des effets cumulatifs sur l'air, les terres, l'eau et la biodiversité et visant à protéger, à conserver et à restaurer l'environnement et à protéger la santé humaine (site Web de la Cumulative Environmental Management Association).

À la fin des années 1990, le gouvernement de l'Alberta a pris des mesures pour mettre en place une stratégie visant aborder les effets cumulatifs éventuels sur l'environnement dans la région des sables bitumineux. En 1998, le ministère de l'Environnement de l'Alberta a lancé la création de la stratégie régionale de développement durable (RSDS – Regional Sustainable Development Strategy) pour la région des sables bitumineux d'Athabasca. Cette stratégie a permis de relever et de classer par ordre de priorité 72 problèmes environnementaux dans la région des sables bitumineux qui devraient faire l'objet d'études à la lumière de l'expansion prévue (site Web de la Cumulative Environmental Management Association).

La Cumulative Environmental Management Association a été formée en tant que groupe d'intervenants, en partenariat avec le ministère de l'Environnement de l'Alberta et Alberta Sustainable Resources Development, pour traiter 37 des problèmes relevés par la stratégie régionale de développement durable. L'objectif principal de cette association est de fournir des recommandations aux organismes de réglementation sur la gestion des effets cumulatifs éventuels sur l'environnement en utilisant un large éventail d'outils de gestion de l'environnement comme les limites et les seuils environnementaux. Elle est composée de plusieurs groupes de travail organisés par thème, parmi lesquels le groupe de travail sur l'eau de surface (Surface Water Working Group) (site Web de la Cumulative Environmental Management Association).

[Addenda : Les rapports rédigés par ces groupes de travail, ainsi que les rapports annuels de la Cumulative Environmental Management Association peuvent à présent être téléchargés à partir de la bibliothèque de son système de gestion des données (<http://library.cemaonline.ca>).]

## **2B : ÉVALUATION DES COMPOSÉS ET DES CONTAMINANTS CHIMIQUES ORGANIQUES ET INORGANIQUES**

### **2B1 : EXAMEN DE LA TOXICITÉ DE L'EAU DES SABLES BITUMINEUX DE RESSOURCES NATURELLES CANADA**

CANMET Énergie, de Ressources naturelles Canada, a commandé un examen de la toxicité de l'eau de traitement des sables bitumineux et de ses effets sur les milieux aquatiques d'après les exploitations de sables bitumineux.

Le bitume est retiré des sables bitumineux en utilisant environ 2 mètres cubes d'eau pour chaque mètre cube de sables bitumineux traité. Les eaux traitées de sables bitumineux, ou résidus liquides, sont une suspension aqueuse de sable, de limon, d'argile, de résidus de bitume et de

naphte contenue dans de grands bassins de décantation ou de résidus. Les eaux traitées de sables bitumineux sont conservées au sein des zones consacrées aux projets, même si une certaine quantité fuit dans les sols et les eaux de surface. Les contaminants se trouvant dans les eaux traitées de sables bitumineux peuvent être partiellement dégradés par les microorganismes, comme le démontrent les zones humides remises en état aux fins de recherche dans la région des sables bitumineux. Du point de vue de l'assainissement, le rôle des microorganismes dans la détoxification et la facilitation de la productivité primaire dans les eaux de surface touchées par les eaux traitées de sables bitumineux est un domaine où les recherches sont en cours. Les algues peuvent survivre à des niveaux élevés d'acides naphthéniques et d'autres contaminants que l'on trouve dans les eaux traitées de sables bitumineux. Ces eaux traitées de sables bitumineux présentent des toxicités aiguës et chroniques pour les invertébrés aquatiques. Pour obtenir de plus amples renseignements à propos de leurs effets sur les autres espèces sauvages et la vie aquatique, veuillez consulter le rapport (Summit Environmental Consultants Inc., 2010).

Les principaux composés toxiques des eaux traitées de sables bitumineux sont les acides naphthéniques, les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), les composés aromatiques polycycliques (CAP), les sels, les ions et les métaux. Les acides naphthéniques sont connus pour être toxiques pour les organismes aquatiques et sont considérés comme les éléments les plus toxiques que l'on trouve dans les eaux traitées de sables bitumineux. Trois défis analytiques majeurs existent pour les acides naphthéniques : disposer d'une méthode précise et fiable pour quantifier les acides naphthéniques dans l'eau ou d'autres matériaux; disposer d'une méthode pour séparer chaque isomère; disposer d'une méthode qui permettrait de quantifier chaque isomère dans un échantillon (Summit Environmental Consultants Inc., 2010).

Les HAP et les CAP sont un ensemble de composés toxiques qui peuvent se concentrer dans les sédiments et éventuellement être transférés dans plusieurs niveaux de la chaîne alimentaire. Les principales sources de HAP dans le bassin versant du cours inférieur de la rivière Athabasca comprennent les infiltrations naturelles des gisements de sables bitumineux, où les eaux de surface interagissent avec les formations de sables bitumineux, ainsi que les émissions fugitives et la poussière provenant des sites d'exploitation des sables bitumineux. Les contributions de l'infiltration provenant des ouvrages de retenue des résidus des sables bitumineux représenteraient une source mineure (Summit Environmental Consultants Inc., 2010).

Bien qu'elle ne soit pas considérée, à titre individuelle, comme l'un des composants les plus toxiques des eaux traitées de sables bitumineux, une salinité élevée dans ces eaux ajoute des défis supplémentaires en matière de remise en état pour les exploitants de sables bitumineux. Une salinité élevée est un facteur limitatif important pour la croissance végétative; toutefois, ses effets potentiels sont peu connus sur les amphibiens, invertébrés et les poissons dans les terres humides remises en état. Les métaux-traces trouvés dans l'environnement aquatique de la région des sables bitumineux proviennent de sources naturelles et anthropiques. Relativement peu de métaux sont généralement considérés comme des substances préoccupantes du point de vue toxicologique en ce qui concerne les eaux traitées de sables bitumineux. Cependant, un certain nombre de métaux présentent ou, d'après les études d'impact environnemental, devraient présenter des concentrations supérieures à celles prescrites dans les lignes directrices pour les milieux aquatiques (d'après les critères de l'Alberta et du Conseil canadien des ministres de l'environnement) : l'aluminium, l'arsenic, le boron, le baryum, le cadmium, le chrome, le cuivre, le fer, le manganèse, le nickel, le sélénium et le vanadium. La question des répercussions cumulées de tous les types de contaminants (organiques et inorganiques) sur les écosystèmes est l'une des lacunes concernant les contaminants liés aux eaux traitées de sables bitumineux (Summit Environmental Consultants Inc., 2010).

La toxicité des composés présents dans les eaux traitées de sables bitumineux est également liée aux défis et aux contraintes analytiques concernant certains de ces composés, en particulier les composés organiques (se reporter à la sous-section C1). Une approche complémentaire aux analyses organiques coûteuses pourrait consister en une utilisation préalable d'analyses qualitatives de biosurveillance comme celles utilisées dans le cadre des études de suivi des effets sur l'environnement qui peuvent mettre en évidence, de façon sélective, la toxicité en

s'appuyant sur des espèces aquatiques servant d'indicateur de référence de substitution. Des succès ont été obtenus dans les secteurs des pâtes et papiers et des mines de métaux avec un cadre réglementaire basé sur les études de suivi des effets sur l'environnement. L'expertise et l'expérience en matière d'études de suivi des effets sur l'environnement acquises par les usines de pâtes et papiers situées dans le delta Paix-Athabasca pourraient représenter une ressource précieuse.

## **2B2 : ANALYSE DES COMPOSÉS PARTICULIÈREMENT PRÉOCCUPANTS (CPP)**

Un rapport du programme AOSERP sur la création d'une conception générale de la recherche toxicologique (Jantzie *et al.*, 1979) prévoyait des recherches toxicologiques ordonnées dans les secteurs du programme AOSERP consacrés à l'air, à l'eau, au sol et aux humains. La nature interdisciplinaire de nombreuses substances toxiques potentielles était remarquée. On s'attendait à ce que, en raison de l'absence de détection de problèmes aigus causés par les exploitations de sables bitumineux, les problèmes soient de nature chronique ou à long terme. La nature et l'ampleur des flux de déchets provenant des exploitations des sables bitumineux existantes (à l'époque) et proposées dans la zone d'étude du programme AOSERP ont été examinées, tout comme les résultats des études disponibles à l'époque sur la qualité de l'air, la qualité de l'eau et la toxicologie. Un « indice toxicologique » (système de classement) a été proposé pour mettre en évidence l'importance toxicologique d'éléments inorganiques particuliers pour les mammifères et les organismes aquatiques. Cet indice fournissait une liste des éléments jugés préoccupants d'un point de vue environnemental (Jantzie *et al.*, 1979). Il est intéressant de noter que cette grande évaluation de la toxicologie semblait se limiter aux substances inorganiques.

Les éléments préoccupants en provenance des effluents de l'usine de valorisation (effluents de résidus de traitement) de Great Canadian Oil Sands (GCOS, aujourd'hui Suncor) et des eaux de dépressurisation de la mine Syncrude se sont vus attribuer un indice toxicologique élevé, modéré ou faible. L'indice toxicologique élevé comprenait le mercure, le cadmium, le chrome, l'arsenic, le cuivre, le zinc et le cobalt. Les éléments provenant de ces points de rejets et présentant un indice toxicologique modéré comprenaient le béryllium, l'aluminium, le sélénium, le fer, l'argent, le plomb, le nickel, le titane, le manganèse et le baryum. Les substances présentant un indice toxicologique faible comprenaient le calcium, le potassium, le magnésium, le sodium, le fluorure, le vanadium, le silicium, le chlorure et le boron. Les analyses publiées et les charges annuelles calculées de certains paramètres sélectionnés dans les eaux de traitement de l'usine de valorisation de GCOS et les eaux de dépressurisation de la mine Syncrude ont été présentées. Les interactions probables entre les déchets des sables bitumineux et les groupes biologiques dans la région du programme AOSERP ainsi que les effets régionaux ou locaux des groupes de déchets des sables bitumineux ont été répertoriés. Ces groupes comprenaient :

- les émissions en haute et en basse altitude (jugées comme présentant un risque d'effets régionaux pour les groupes biologiques);
- les eaux usées et les effluents :
  - eaux de dépressurisation des mines;
  - eau de drainage des morts-terrains;
  - résidus miniers;
  - déchets de la valorisation (Great Canadian Oil Sands [aujourd'hui Suncor]);
  - infiltration des bassins de résidus;
  - eaux de ruissellement du site de l'usine (Jantzie *et al.*, 1979).

On a estimé que la plupart des eaux usées et des effluents présentaient un risque d'effets locaux pour les groupes biologiques. On a considéré que les effets régionaux étaient possibles, mais difficiles à prévoir. Les substances préoccupantes présentant un indice élevé répertoriées pour les mammifères étaient l'arsenic, le béryllium, le thallium, le cadmium, le cuivre et le mercure. De la même manière, les substances présentant un indice élevé répertoriées pour les organismes aquatiques étaient le cadmium, le mercure, l'arsenic, le cuivre, le chrome, le zinc et le cobalt (Jantzie *et al.*, 1979).

L'annexe 2 résume les composés particulièrement préoccupants énumérés et analysés dans les études d'impact environnemental de 10 exploitations de sables bitumineux à ciel ouvert (entre le projet de True North à Fort Hills [2001] et le projet d'expansion de la mine de Jackpine/projet minier de la rivière Pierre [2007]). Ces substances ont été jugées préoccupantes en raison de l'élévation prévue du niveau de certains plans d'eau, à cause de leurs effets cumulatifs potentiels ou en raison de leur statut de toxines connues. Les paramètres comprenaient : l'aluminium, l'ammoniac, l'antimoine, l'arsenic, le baryum, le béryllium, le boron, le cadmium, le calcium, le chlorure, le chrome, le cobalt, la conductance, le chlorure de calcium, le cuivre, le carbone organique dissous, le fer, le plomb, le magnésium, le manganèse, le mercure, molybdène, les acides naphthéniques – labiles, les acides naphthéniques – réfractaires, les acides naphthéniques – totaux, le nickel, les nitrates + nitrites, les groupes de HAP et les HAP totaux, le potassium, le sélénium, l'argent, le sodium, le strontium, le sulfate, le sulfure, le potentiel d'altération, les matières solides dissoutes totales, le total d'azote, le total de composés phénoliques, le total de phosphore, la toxicité aiguë, la toxicité chronique, le vanadium et le zinc.

## **2B3 : ANALYSE DES RECOMMANDATIONS**

Il est important de noter que les Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement fournissent des références pour la qualité de l'environnement. Lorsqu'une recommandation est respectée pour une variable environnementale, l'apparition de conséquences préjudiciables sur une utilisation protégée est peu probable (pour les formes de vie aquatiques ou les espèces fauniques qui peuvent consommer la substance en question). Lorsqu'une recommandation est dépassée, l'apparition d'effets nocifs est plus probable, mais d'autres renseignements propres aux sites seraient nécessaires pour confirmer la présence ou non d'un effet nocif. Ces recommandations sont établies en fonction des effets ou des risques toxicologiques des substances ou des groupes de substances précis et ne tiennent pas compte de la capacité analytique ou des facteurs socioéconomiques. Le recours aux recommandations est volontaire, à moins que celles-ci ne soient prévues ailleurs à cette fin (dans la réglementation, par exemple). Il ne s'agit pas de limites d'effluents, même si elles peuvent être utilisées dans le calcul de ces limites. En effet, elles ont trois fonctions. En premier lieu, les recommandations peuvent servir d'outil de prévention de la pollution en fournissant des objectifs acceptables pour la qualité de l'environnement. En deuxième lieu, elles peuvent aider à évaluer l'importance des concentrations des substances chimiques retrouvées actuellement dans l'environnement (surveillance des eaux, des sédiments et des tissus biologiques). Et en troisième lieu, elles peuvent servir de mesures de rendement des activités de gestion des risques (Conseil canadien des ministres de l'environnement, 2011a)

Les recommandations de l'Alberta pour la qualité des eaux peuvent être utilisées comme des instruments de soutien de l'*Environmental Protection and Enhancement Act*. Elles fournissent une orientation générale pour l'évaluation de la qualité de l'eau en Alberta. Elles sont également utilisées pour établir des limites d'approbation relatives aux effluents basées sur la qualité de l'eau (ministère de l'Environnement de l'Alberta, 1999).

La liste des composés au tableau 3 a été compilée à partir de l'examen des études d'impact environnemental (EIE) menées pour des projets d'exploitation des sables (se reporter à l'annexe 2). Les dénominations chimiques du Conseil canadien des ministres de l'environnement

connexes proviennent du tableau sommaire des recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement (Conseil canadien des ministres de l'environnement, 2011b et c).

Un tableau de renvoi vers ces contaminants potentiellement préoccupants, avec les recommandations pour la qualité de l'eau ou des sédiments applicables, se trouve à l'annexe 3. Sources :

Conseil canadien des ministres de l'environnement (2011a, b et c).

Accès : [http://www.ccme.ca/publications/cegg\\_rcqe.fr.html](http://www.ccme.ca/publications/cegg_rcqe.fr.html)

Accès : <http://cegg-rcqe.ccme.ca/?lang=fr>

Accès : <http://st-ts.ccme.ca/?lang=fr>

Alberta. Ministère de l'Environnement (1995-2011, 1999).

Accès : <http://environment.alberta.ca/01322.html>

Accès : <http://environment.alberta.ca/01323.html>

Environmental Protection Agency des États-Unis (2009, 2011).

Accès : <http://water.epa.gov/scitech/swguidance/waterquality/standards/current/index.cfm>

Accès : <http://water.epa.gov/scitech/swguidance/waterquality/standards/criteria/index.cfm>

**Tableau 3 : Composés particulièrement préoccupants des sables bitumineux compilés à partir des études d'impact environnemental et pour lesquels aucune recommandation pour la qualité de l'eau n'existe**

Composés particulièrement préoccupants – compilés à partir des études d'impact environnemental des projets d'exploitation des sables bitumeux		Dénomination chimique du Conseil canadien des ministres de l'environnement
	HAP 8	2-méthyl-naphthalène
	HAP 4	Acénaphthylène
3	Antimoine	Antimoine
5	Baryum	Baryum
	HAP 2	Benzo[b]fluoranthène
	HAP 2	Benzo[k]fluoranthène
6	Béryllium	Béryllium
	HAP 6 (variations du biphenyle)	
9	Calcium	Calcium
	HAP 3	Chrysène
13	Conductance	Conductivité
	HAP 1	Dibenz[a,h]anthracène
15	Carbone organique dissous	
	HAP 2	Indeno(1,2,3-c,d)pyrène
18	Magnésium	
19	Manganèse	Manganèse

**Analyse des activités et des programmes passés et actuels de surveillance des eaux de surface dans la région des sables bitumineux d'Athabasca, (jusqu'en 2011)**

---

Composés particulièrement préoccupants – compilés à partir des études d'impact environnemental des projets d'exploitation des sables bitumeux		Dénomination chimique du Conseil canadien des ministres de l'environnement
22	Monomère	
24	Acides naphthéniques – réfractaires	
25	Acides naphthéniques – totaux	
27	Nitrate + nitrite	Nitrate + nitrite (*nitrate révisé par le Conseil canadien des ministres de l'environnement)
39	Potassium	
42	Sodium	Sodium
43	Strontium	
44	Sulfate	Sulfate
46	Potentiel d'altération	
47	Matières dissoutes totales	Matières dissoutes totales (salinité)

D'autres paramètres peuvent disposer de recommandations existantes, mais ces recommandations peuvent n'être ni efficaces ni applicables pour des rivières riches en sédiments comme la rivière Athabasca. Par exemple, certaines recommandations sur les métaux ne sont pas précisément applicables à la rivière Athabasca en raison de sa charge élevée de sédiments (Glozier *et al.*, 2009).

Les composés particulièrement préoccupants de la région des sables bitumineux qui ne disposent pas encore de recommandations devraient être visés d'urgence par des recherches plus poussées en vue de l'élaboration de recommandations.

## **2C : DÉTERMINATION ET ÉVALUATION DES DÉFIS ET DES CONTRAINTES ANALYTIQUES**

### **2C1 : ASPECTS DES DONNÉES HYDROMÉTRIQUES À PRENDRE EN CONSIDÉRATION : EXAMEN DE LA PRÉCISION DES RÉSULTATS HYDROMÉTRIQUES DANS LE BASSIN DE LA RIVIÈRE ATHABASCA**

Les données hydrométriques telles qu'elles sont produites par le gouvernement du Canada se présentent pour la plupart sous la forme d'une série chronologique de données sur le niveau d'eau dans les lacs, les réservoirs, les cours d'eau et les canaux. Le réseau de sites de jaugeage a été conçu pour fournir des données sur le niveau d'eau et le débit visant à être utilisées pour l'estimation de l'approvisionnement en eau, la gestion de l'eau et la répartition de l'eau ainsi que pour la prise de décisions quant à la gestion des risques (crues et sécheresses).

Évaluer la qualité des résultats hydrométriques n'est pas un processus facile. Le premier élément à prendre en compte est qu'il existe plusieurs types de données dans les résultats et que l'incertitude varie en fonction du type de calcul employé pour atteindre le résultat rapporté.

Types de calculs pour les données hydrométriques :

- Volumes annuels totaux (dam<sup>3</sup>)
  - Débit instantané maximal annuel (m<sup>3</sup>/s)
  - Débit minimal quotidien moyen annuel (m<sup>3</sup>/s)
-

- Débit quotidien moyen ( $m^3/s$ )
- Niveau d'eau quotidien moyen (m)
- Mesure directe du débit « instantané » ( $m^3/s$ )
- A posteriori – mesure indirecte du débit ( $m^3/s$ )
- Lecture instantanée du niveau d'eau (m)

Pour évaluer la qualité des calculs hydrométriques, il faut avant tout considérer les divers critères de qualité : l'exactitude, la précision, l'erreur et l'incertitude.

En termes simples, les critères de qualité peuvent être définis comme suit :

- Exactitude : la mesure dans laquelle le résultat est conforme à la norme acceptée;
- Précision : la répétabilité du résultat, quelle que soit la valeur correcte;
- Erreur : la différence entre le résultat et la valeur acceptée;
- Incertitude : la plage, à l'intérieur d'un résultat attendu, qui peut être obtenue.

Pour comprendre dans quelle mesure le résultat hydrométrique respecte ces critères de qualité, il faut comprendre de quelle manière chacun des résultats est calculé puis comparer ces résultats aux normes acceptées.

Il existe des normes de comparaison pour certains aspects des calculs. Par exemple, il est possible de démontrer que les mesures linéaires, comme la hauteur d'eau, la largeur, la profondeur, etc., sont mesurables à  $\pm 1\%$  de l'échelle et que les moulinets hydrométriques mécaniques sont mesurables à  $\pm 2\%$  de l'échelle pour des vitesses supérieures à 1 révolution par seconde. Les vitesses moyennes observées au cours des mesures de débit directes pour le tronçon principal de la rivière Athabasca sont clairement comprises dans la plage de fonctionnement acceptable du moulinet Price AA; de même, les largeurs et les profondeurs de chaque segment de vitesse sont suffisamment grandes pour supposer que les erreurs dans les dimensions sont peu importantes et que l'erreur cumulée des mesures se situe dans la fourchette de  $\pm 5\%$  communément acceptée pour les mesures effectuées au moyen d'un moulinet mécanique.

Mis à part les mesures de débit directes, la détermination du débit du cours d'eau n'est pas bien adaptée aux critères d'exactitude et de précision des résultats, car la relation entre la mesure (généralement une hauteur d'eau dans le temps) et le résultat hydrométrique (moyenne du débit volumétrique quotidien) change en fonction de la capacité hydraulique du chenal du cours d'eau, laquelle est influencée par les modifications du débit, du volume de glace, de la végétation aquatique, du lit (alluvionnement, dégradation) et d'autres facteurs. Des étalonnages fréquents de cette relation sont souvent nécessaires et le temps qui s'écoule entre les mesures d'étalonnage est un facteur d'incertitude pour le résultat.

Pour les calculs tels que les débits journaliers moyens et d'autres calculs du débit, il n'existe aucune norme de comparaison et un certain niveau d'incertitude doit être pris en compte.

La comparaison des résultats obtenus sur deux sites utilisés simultanément entre 1973 et 1984 dans la partie inférieure du bassin de la rivière Athabasca est vraisemblablement la meilleure occasion disponible en vue d'évaluer l'incertitude des résultats hydrométriques.

Le cours inférieur de la rivière Athabasca se comporte comme un cours d'eau « exotique », en ce sens où la relation entre l'aire de drainage du bassin et le débit du bassin n'est pas clairement définie. Une comparaison de deux sites le long du tronçon principal de la rivière Athabasca (à Athabasca et à McMurray), comme l'illustre le tableau 4, affichait un écart de 21 % dans l'aire de drainage, mais seulement une augmentation de 9 % du débit du bassin au cours des années médianes. Au cours de l'année de débit maximal, l'augmentation du débit est comparable à

l'augmentation de l'aire de drainage, ce qui laisse supposer que l'ensemble du bassin en aval du site de la ville d'Athabasca n'y contribue que lors des années extrêmes.

**Tableau 4 : Débit et aires de drainage**

Station de mesure du débit	Aire de drainage (km <sup>2</sup> )	Débit annuel total (dam <sup>3</sup> )		
		Minimum (année 2002)	Médian (année 2007)	Maximum (année 1997)
Rivière Athabasca, à Athabasca	74 600	8 708 835	13 981 633	19 373 126
Rivière Clearwater, à Draper	30 800	2 638 682	3 529 941	5 308 269
Somme des sites en amont	105 400	11 347 517	17 511 604	24 681 396
Rivière Athabasca, en aval de McMurray	133 000	11 354 688	19 216 483	31 918 234
Écart :	27 600	7 171	1 704 879	7 236 838
Écart (en %) :	21 %	0,1 %	8,9 %	23 %

En gardant à l'esprit la nature exotique du tronçon principal de la rivière Athabasca dans cette partie de l'Alberta, l'incertitude de la détermination du débit du cours d'eau est démontrée par les records enregistrés simultanément sur les sites de la rivière Athabasca à McMurray et à l'aéroport d'Embarras, ce dernier se situant approximativement à 175 km en aval.

Les cotes hydrométriques sont bien définies pour les grands cours d'eau comme la rivière Athabasca. Néanmoins, le niveau de confiance dans l'établissement de valeurs de débit journalier repose sur un certain degré de subjectivité. Plus le temps est long entre les mesures de débit directes, plus le résultat est incertain. Un examen des mesures dans la région montre que la durée moyenne entre les mesures a changé au fil du temps. Au cours de la période 1971-1977, en moyenne, 57 jours s'écoulaient entre les mesures de débit directes. De 1995 à 2008, la durée entre les mesures est passée à 98 jours.

Observons les mesures de débit directes lorsque les deux jauges fonctionnaient : la figure 20 montre que, lorsque les mesures sont prises environ en même temps, les valeurs obtenues sur le site en aval sont, en moyenne, inférieures à celles obtenues sur le site en amont (environ 95 % des valeurs en amont). La plupart des mesures présentent une marge de  $\pm 15$  % pour cette valeur de 95 %, ce qui indique une certaine mesure de l'incertitude du résultat. Intuitivement, des valeurs semblables ou supérieures seraient attendues en aval, mais, en moyenne, les mesures du débit simultanées étaient inférieures au site en aval.

À l'inverse, le résultat journalier, comme le démontre la figure 21, indique que, en moyenne, le site en aval produit entre 6 % et 7 % de plus d'eau. Une fois encore, l'incertitude concernant les

relations entre les valeurs moyennes se situe dans une fourchette de 15 % et la plupart des valeurs obtenues sont comprises dans cet écart moyen de  $\pm 15$  % entre les deux sites de jaugeage.

L'un des problèmes constatés avec les résultats hydrométriques était l'utilisation, à la fin des années 1970 et au début des années 1980, du programme de comptabilité de l'écoulement fluvial (SAP – Streamflow Accounting Program) afin de s'assurer que les résultats de la jauge en aval étaient toujours d'une ampleur supérieure à ceux de la jauge en amont. Ce modèle émettait l'hypothèse selon laquelle tous les cours d'eau accumulent du débit proportionnellement à l'accroissement de leur aire de drainage. Même sans l'application de cette aide à la détermination de l'écoulement fluvial, il était demandé au technicien de toujours afficher une quantité d'eau plus importante pour les jauges en aval.

L'analyse de l'incertitude dans la détermination des débits quotidiens doit tenir compte du degré de subjectivité dans le résultat. Comme nous l'avons montré, lorsqu'il est confronté aux données de mesure directe qui affichent une réduction moyenne du débit de 5 %, le résultat quotidien pour la période en question présente une augmentation moyenne de 7 %.

Cette brève analyse montre que la détermination des débits journaliers moyens est quelque peu subjective. Les paramètres mesurables, comme la détermination du débit au moyen d'un moulinet mécanique, sont probablement compris dans la fourchette de  $\pm 5$  % pour les vitesses supérieures à 1 révolution par seconde. Cependant, la fréquence de ces observations est en déclin.

La comparaison des tableaux de mesures directes sur ces deux sites laisse entendre que l'incertitude pesant sur les débits quotidiens moyens calculés devrait être comprise dans une fourchette de  $\pm 15$  % et que ce nombre est représentatif du degré d'incertitude associé à toute détermination quotidienne dans une zone géographique comparable.

Le fait que les résultats quotidiens pour le site en aval n'aient pas été déterminés indépendamment du site en amont ajoute encore de l'incertitude concernant les valeurs finales obtenues sur le site en aval (Greg MacCulloch, Relevés hydrologiques du Canada, comm. pers.).

## **2D : COMPILATION DES EXIGENCES RÉGLEMENTAIRES ET DES PERMIS POUR LA QUALITÉ ET LA QUANTITÉ DE L'EAU**

### **2D1 : SUIVI DES EFFETS SUR L'ENVIRONNEMENT DES FABRIQUES DE PÂTES ET PAPIERS**

L'Étude de suivi des effets sur l'environnement (ESEE) détecte et mesure les changements dans les écosystèmes aquatiques. L'exigence d'Étude de suivi des effets sur l'environnement, en vertu du *Règlement sur les effluents des fabriques de pâtes et papiers*, consiste en un outil scientifique de mesure du rendement qui permet d'évaluer la pertinence dudit Règlement lorsqu'il s'agit de protéger efficacement les poissons, leur habitat et l'utilisation des ressources halieutiques par les humains. L'Étude de suivi des effets sur l'environnement des fabriques de pâtes et papiers est un système itératif comportant des phases de suivi et d'interprétation conçu pour évaluer les effets des effluents d'une fabrique sur ces ressources aquatiques. Sur la rivière Athabasca, on compte quatre fabriques de pâtes et papiers menant des Études de suivi des effets sur l'environnement. En général, l'échantillonnage a lieu dans des zones directement en amont (zone référence) et en aval (zone d'exposition) du point de rejet des effluents de chaque installation. Les zones d'exposition peuvent comprendre des sites proches et lointains, lesquels peuvent se trouver de moins de 1 km en aval à plus de 100 km en aval de chaque point de rejet des effluents. Les installations sont incitées à échantillonner les mêmes emplacements généraux au cours de

chaque phase de surveillance. Les données sur la qualité de l'eau sont recueillies pour appuyer l'interprétation des résultats de l'Étude de suivi des effets sur l'environnement. Les exigences relatives à la surveillance de la qualité de l'eau et à l'établissement de rapports en vertu du *Règlement sur les effluents des fabriques de pâtes et papiers* se trouvent à l'article 9 de l'annexe 4 dudit Règlement

(<http://lois-laws.justice.gc.ca/fra/reglements/DORS-92-269/index.html>).

La figure 22 indique les sites d'échantillonnage qui correspondent aux données que ces usines ont présentées à Environnement Canada dans des rapports d'études de suivi des effets sur l'environnement. Les paramètres mesurés figurent à l'annexe 1. Les données sur la qualité de l'eau recueillies par les fabriques de pâtes et papiers d'Alberta dans le cadre des exigences d'Études de suivi des effets sur l'environnement en vertu du *Règlement sur les effluents des fabriques de pâtes et papiers* pourraient être utilisées à titre de données de référence temporelles ou géographiques, aux fins de comparaison avec les données de surveillance provenant de la région des sables bitumineux. Ce concept était également proposé dans Lott et Jones (2010). De plus, les renseignements du programme d'Étude de suivi des effets sur l'environnement liés à la *Loi sur les Pêches* provenant des fabriques de pâtes et papiers situées dans la région des rivières Athabasca et de la Paix pourraient s'avérer utiles pour les exploitants de sables bitumineux.

## **2D2 : APPROBATIONS EN VERTU DE L'ALBERTA WATER ACT ET DE L'ENVIRONMENTAL PROTECTION AND ENHANCEMENT ACT**

La surveillance sur place ainsi que la surveillance des effluents et des points de rejet précis qui relèvent de la compétence de l'*Environmental Protection and Enhancement Act* de l'Alberta. Une fois que les projets ont terminé le processus d'évaluation environnementale, des approbations de l'*Environmental Protection and Enhancement Act* sont rédigées concernant les exigences en matière de surveillance sur place. Les détails des exigences en matière de surveillance sont précisés dans l'approbation de l'*Environmental Protection and Enhancement Act* délivrée à chaque projet; cependant, les emplacements précis où sont conduites ces activités de surveillance ne sont actuellement disponibles que dans les copies papier des rapports soumis au ministère de l'Environnement de l'Alberta (Pat Marriott, ministère de l'Environnement de l'Alberta, comm. pers.).

### **2D2.1 : Permis et approbations en vertu de l'Alberta Water Act**

L'*Alberta Water Act* fournit les processus d'autorisation et de déclaration suivants pour les activités et les déviations touchant les eaux non salines. Ces processus d'autorisation sont respectivement décrits dans les tableaux relatifs aux autorisations et aux permis de l'*Alberta Water Act*. Approbation en vertu de l'*Alberta Water Act* : requise pour toutes les activités qui pourraient avoir une incidence sur la gestion de l'eau, y compris celles qui perturbent ou peuvent perturber les eaux de surface (p. ex. construction dans, sur, sous ou, dans certains cas, au-dessus ou à proximité des plans d'eau) ou les eaux qui se trouvent sous la surface (eaux souterraines) (p. ex. forage de puits des travaux d'excavation qui ont ou qui peuvent avoir une incidence sur les eaux souterraines), sous réserve de certaines exemptions. Permis en vertu de l'*Alberta Water Act* : requis pour toute déviation (p. ex. prélèvements, stockage) d'eaux non salines, sous réserve de certaines exemptions (site Web de l'Alberta Energy Resources Conservation Board).

La propriété de toute l'eau en Alberta est dévolue à la Couronne et, par conséquent, une permission de la Couronne est requise avant toute déviation ou utilisation de l'eau. En vertu de l'*Alberta Water Act*, l'eau est attribuée et gérée en fonction du principe du « premier arrivé,

premier servi ». Les permis délivrés en vertu de l'*Alberta Water Act* offrent la possibilité d'établir la priorité d'un candidat dans la « file d'attente » en vue de dériver de l'eau à partir d'une source précise.

Des permis en vertu de l'*Alberta Water Act* sont nécessaires pour la plupart des dérivations d'eau (y compris les eaux de surface et les eaux souterraines non salines). En vertu du *Water (Ministerial) Regulation*, le terme « eaux souterraines salines » désigne l'eau qui présente des concentrations de matières solides dissoutes totales supérieures à 4 000 mg par litre. Les dérivations d'eau pour l'essai hydraulique des pipelines sont exemptées de permis en vertu de l'*Alberta Water Act* lorsque le code de pratique concernant lesdites déviations est respecté et qu'un avis suffisant est fourni. D'autres dérivations, comme pour la lutte contre les poussières et les boues de forage pour les puits forés sur des terres publiques, sont exemptées de permis en vertu de l'*Alberta Water Act* à des conditions particulières établies dans le *Water (Ministerial) Regulation* (site Web de l'Alberta Energy Resources Conservation Board).

## **2D2.2 : Approbations en vertu de l'*Alberta Environmental Protection and Enhancement Act***

En vertu de l'*Activities Designation Regulation* de l'*Environmental Protection and Enhancement Act*, certaines activités en amont de l'industrie pétrolière et gazière nécessitent une autorisation obtenue par le biais d'une inscription, d'un avis ou d'une approbation. En vertu de l'*Environmental Assessment (Mandatory and Exempted Activities) Regulation* de l'*Environmental Protection and Enhancement Act*, certaines activités exigent une évaluation environnementale avant d'être prises en compte pour l'obtention d'une autorisation en vertu de l'*Environmental Protection and Enhancement Act*. Voici les processus suivis : Autorisation – les annexes de l'*Activities Designation Regulation* désignent les activités qui nécessitent une autorisation en vertu de l'*Environmental Protection and Enhancement Act*. Le processus d'autorisation respecte les exigences de l'*Approvals and Registrations Procedure Regulation* (AR 113/93). L'évaluation environnementale est la première étape d'un processus réglementaire qui examine un projet en vue de déterminer quelles peuvent être ses répercussions environnementales, sociales, économiques et sanitaires, qui recueille des renseignements sur le projet et qui détermine les conditions particulières dans le cadre desquelles le projet peut fonctionner. Ce processus est généralement appliqué aux activités complexes et à grande échelle qui sont susceptibles d'avoir des répercussions environnementales, sociales, économiques et sanitaires (site Web de l'Alberta Energy Resources Conservation Board).

L'objectif d'une approbation en vertu de l'*Environmental Protection and Enhancement Act* est d'appuyer et de promouvoir la protection, l'amélioration et l'utilisation rationnelle de l'environnement. L'annexe 1 de l'*Activities Designation Regulation* précise les activités nécessitant des approbations en vertu de l'*Environmental Protection and Enhancement Act*. Voici certains exemples d'activités désignées, en vertu de l'*Activities Designation Regulation* de l'*Environmental Protection and Enhancement Act*, comme nécessitant une approbation : les usines de gaz sulfureux, les réseaux de gestion des eaux usées et de l'eau potable, les bassins de conservation en saumure, les rejets d'eau d'essai hydraulique, les installations d'entreposage du soufre, les usines de fabrication et de transformation du soufre, les usines de gaz de synthèse, les centrales électriques, les pipelines d'acheminement et les usines de traitement des sables bitumineux. Les dispositions générales de l'*Environmental Protection and Enhancement Act* s'appliquent également (site Web de l'Alberta Energy Resources Conservation Board).

Ces exigences d'approbation en vertu de l'*Environmental Protection and Enhancement Act* indiquent qu'il existe une mine de données sur place et de renseignements se rapportant à la conception de la surveillance dans la région des sables bitumineux. L'exploration de ces approbations à la recherche des sites et des données de surveillance représentera une étape importante de la compilation et de l'analyse des données dans cette région.

Les principaux facteurs de stress pour les bassins des rivières Athabasca et de la Paix ont été résumés dans le onzième rapport de synthèse de l'Étude sur les bassins des rivières du Nord (EBRN) relatif aux effets cumulatifs (Wrona *et al.*, 1996). Les principales sources ponctuelles de rejets d'effluents ont été relevées dans le troisième rapport de synthèse de l'Étude sur les bassins des rivières du Nord relatif à la distribution des contaminants dans les bassins des rivières Athabasca, de la Paix et des Esclaves (Carey *et al.*, 1997). L'emplacement, les technologies de traitement et les méthodes d'élimination des déchets de tous les déverseurs d'effluents municipaux et autres (à l'exclusion des usines de pâtes et papiers) disposant d'un permis dans les bassins des rivières Athabasca, de la Paix et des Esclaves sont résumés pour le programme de l'Étude sur les bassins des rivières du Nord par SENTAR Consultants Ltd. (1996). Certains de ces renseignements peuvent s'avérer désuets, et un résumé à jour des renseignements sur les permis délivrés en vertu de l'*Environmental Protection and Enhancement Act*, en particulier en ce qui concerne la région des sables bitumineux dont la surface est exploitable, est nécessaire.

Vous trouverez ci-après (se reporter à l'annexe 4 pour obtenir de plus amples précisions) un résumé des sites de rejet (principalement des eaux de déshydratation), des exigences d'approbation et des activités de surveillance de l'eau concernant les différents promoteurs; ce résumé est tiré de la documentation actualisée (2010) concernant les approbations délivrées en vertu de l'*Environmental Protection and Enhancement Act*. La figure 23 indique l'emplacement des points de rejets industriels qui ont été relevés, mais elle ne doit pas être considérée comme exhaustive ou permanente étant donné que les émissaires d'évacuation n'y figurent pas et que les activités de déshydratation ne sont pas statiques. Les processus de déshydratation changent à mesure que les plans de mine progressent; c'est pourquoi les renseignements fournis ici ne seront exacts que pendant une période limitée.

Les caractéristiques de ce qui est surveillé à tel ou tel site peuvent varier entre les installations (se reporter à l'annexe 4). De manière générale, la surveillance des eaux de déshydratation concerne habituellement les paramètres tels que le débit, le pH, les matières solides totales en suspension et les essais biologiques de létalité aiguë (leur fréquence varie entre les installations).

Certaines installations surveillent les paramètres suivants pour les eaux de déshydratation : demande chimique en oxygène, éléments nutritifs, ions majeurs, carbone organique dissous et carbone inorganique dissous, demande biochimique d'oxygène de 5 jours, total des métaux récupérables et total des métaux dissous (y compris le mercure ultratrace), ammoniac, oxygène dissous, essais biologiques chroniques, huiles et graisses.

En outre, les exigences de l'*Environmental Protection and Enhancement Act* peuvent nécessiter les paramètres suivants :

- hydrocarbures (les caractéristiques varient : se reporter à l'annexe 4);
- substances inorganiques du Conseil canadien des ministres de l'environnement : tous les paramètres inorganiques, à l'exception du chlore et des nitrosamines, énumérés dans les Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux pour la protection de la vie aquatique, Conseil canadien des ministres de l'environnement, 1988, telles que modifiées (Conseil canadien des ministres de l'environnement, (2011, b et c);
- ensemble complet : demande biologique en oxygène, carbone organique dissous, benzène, toluène, éthylbenzène, xylène (BTEX), demande chimique en oxygène, chlorure, couleur, acides naphthéniques, huile et graisse, phénols, hydrocarbures aromatiques polycycliques, sulfate, phosphore total, matières solides dissoutes totales, température, sulfure total, matière solide totale en suspension.

Exploitations de SYNCRUDE : mine et usine de traitement de sables bitumineux du lac Mildred, mine et usine de traitement de sables bitumineux Aurora Nord, mine et usine de traitement de sables bitumineux Aurora Sud.

Le détenteur de l'approbation doit surveiller les effluents industriels de son usine du lac Mildred, le bassin de sédimentation de son usine Aurora Nord et la rivière Muskeg. La figure 23 montre un point de rejet au fossé d'interception ouest, dans le ruisseau Bridge, qui prélève de l'eau de surface propre se trouvant au nord de l'empreinte de la mine active et au nord du bassin de décantation du lac Mildred. Le système du lac Mildred présente également un rejet d'eaux usées domestiques indiqué dans les approbations en vertu de l'*Environmental Protection and Enhancement Act*, mais qui ne figure pas sur la figure 23. Le détenteur de l'approbation dirige la déshydratation des fondrières de mousse et d'autres eaux résultant du défrichage réalisé à l'ouest de l'usine Aurora Nord vers le ruisseau Mills et dans la rivière Athabasca. Il existe deux principaux bassins de sédimentation à la station Aurora de Syncrude. Le premier est la lagune tertiaire de la mine centrale 1-05, et le deuxième est la lagune tertiaire de Puhalski (se reporter à l'annexe 4). L'eau est rejetée par la sortie de dérivation. Syncrude dispose de deux points de rejet sur le ruisseau Stanley, l'un à l'entrée de dérivation et l'autre, à la sortie de dérivation. Ces deux points de rejet correspondent avec l'entrée et la sortie du pipeline de dérivation du ruisseau Stanley. Chaque point de rejet dispose d'un puits de mesurage où les eaux rejetées s'écoulent avant de pénétrer dans le ruisseau. Ces deux puits reçoivent de l'eau en provenance des bassins de sédimentation et du rideau d'infiltration de la mine de l'est (East Mine Seepage Curtain). Les sites d'échantillonnage de l'eau sur la rivière Muskeg sont partagés avec le programme RAMP.

Exploitations d'IMPERIAL OIL : mine et usine de traitement des sables bitumineux Kearl.

Le détenteur de l'approbation doit surveiller les bassins de sédimentation. Aucun ruisseau ou cours d'eau précis n'est mentionné en tant que point de rejet pour les effluents provenant des bassins de sédimentation dans les documents de l'*Environmental Protection and Enhancement Act*. On estime que les rejets se produisent comme suit :

- La lagune tertiaire 1 rejette directement ses effluents dans les fondrières de mousse jouxtant les deux barrages de fossé;
- Les lagunes tertiaires 2 et 3A rejettent leurs effluents dans les cours d'eau désignés comme cours d'eau de récupération. Il s'agit des rejets en surface;
- Un autre point de rejet existe au bout de la tranchée de drainage, à proximité du site A-RWI-1, dans un cours d'eau sans nom.

Imperial Oil procède actuellement à la mise en œuvre d'une stratégie de rejet en surface pour les bassins 1, 2 et 3a.

Le bassin de déshydratation de la mine est situé dans la zone éloignée et deviendra une installation automatisée une fois la construction de l'approvisionnement en eau brute achevée. Le bassin des morts-terrains est un petit bassin de décantation pour la construction du lac de compensation. Les paramètres sont quant à eux énumérés à l'annexe 4.

Exploitations de SHELL CANADA LIMITÉE : mine de Jackpine.

Le drainage des zones de déshydratation des fondrières de mousse, de déshydratation des morts-terrains et d'élimination des morts-terrains doit être acheminé vers des bassins de sédimentation, à l'exception des eaux de morts-terrains extraites par les puits. Des sites de surveillance sont clairement définis pour les bassins de sédimentation 2, 3, 6 et 4, à la sortie de chacun des bassins et avant qu'ils atteignent les plans d'eau récepteurs (se reporter à la figure 23).

Tous les rejets (désignés comme site A) proviennent des bassins de finition, comme suit :

- Bassin 3 : rejets dans le ruisseau Jackpine;
- Bassin 6 : rejets dans le ruisseau Jackpine;

- Bassin 2 : rejets dans le ruisseau Shelley;
- Bassin 4 : rejets dans le ruisseau Khahago.

Les paramètres sont quant à eux énumérés à l'annexe 4.

Exploitations d'ALBIAN SANDS ENERGY INC (SHELL CANADA ENERGY) : mine et usine de traitement de sables bitumineux de la rivière Muskeg.

Le détenteur de l'approbation doit surveiller les bassins de sédimentation.

Trois types de sites de surveillance pour les bassins de sédimentation et le réseau hydrographique de la rivière Muskeg (A, B et C) :

- A est le point de rejet des effluents du bassin de sédimentation avant qu'ils soient mélangés avec la rivière Muskeg.
- B est le cours d'eau récepteur, la rivière Muskeg, en amont des infiltrations et des rejets.
- C est le cours d'eau récepteur, la rivière Muskeg, en aval des infiltrations et des rejets.

Aucune information n'est fournie quant à l'emplacement des points de rejet. Certains sites partagés avec le programme RAMP sont indiqués. Exception faite de la description textuelle, aucune information n'est disponible quant aux coordonnées et, par conséquent, aucun des points de rejets pour cette exploitation n'a encore été cartographié.

Exploitations SUNCOR : Mine et usine de traitement de sables bitumineux comprenant la mine du lac Base, la mine Millennium/Steepbank, l'agrandissement North Steepbank et la mine Voyageur.

Le détenteur de l'approbation doit seulement rejeter des eaux usées et des eaux de ruissellement industrielles dans le bassin versant de la rivière Athabasca. Il convient de noter que les deux types de rejet (eaux de déshydratation et eaux usées industrielles) sont inclus dans la liste des approbations en vertu de l'*Environmental Protection and Enhancement Act* et qu'il est difficile de les distinguer. D'après les cartes et les approbations, les points de rejet suivants ont été relevés :

- le bassin C Duckpond (eaux usées industrielles);
- le bassin E Duckpond (eaux usées industrielles);
- le drainage du centre de l'installation (déversoir n° 10) (eaux de ruissellement);
- le drainage du nord de la mine (déversoir n° 7) (eaux de ruissellement);
- le drainage du sud de la mine (déversoir n° 1) (eaux de ruissellement);
- le bassin R;
- le bassin A (est);
- le bassin des eaux de ruissellement des terres humides du ruisseau McLean;
- L'un des trois points de rejet suivants :
  - agrandissement de la rivière North Steepbank – point de rejet NS\_OF\_01 dans un ruisseau sans nom;
  - agrandissement de la rivière North Steepbank – point de rejet NS\_OF\_02 dans un ruisseau sans nom;
  - agrandissement de la rivière North Steepbank – point de rejet NS\_OF\_03 dans un ruisseau sans nom;

- usine de valorisation Voyageur – banc d'emprunt (VU\_SED\_01);
- usine de valorisation Voyageur – bassin de décantation temporaire à l'ouest (VU\_SED\_02);
- usine de valorisation Voyageur – bassin de sédimentation permanent (VU-SED\_03);

Les paramètres sont quant à eux énumérés à l'annexe 4. Les rejets des bassins E et C, dans l'installation de la mine du Base, sont des points de rejet d'eaux usées industrielles actifs. Les effluents du bassin C comprennent des rejets d'eaux de purge, de saumure adoucissante et d'osmose inverse en provenance de l'usine de traitement d'eau douce ainsi que des eaux usées provenant des séparateurs API (huile) (des deux usines de valorisation) et des bassins de décantation du coke. Le volume moyen se chiffre à 3 330 gpm. Les effluents du bassin E sont des eaux usées provenant des bassins de décantation liés à la désulfuration des gaz de combustion (c.-à-d., les gaz de combustion passent par l'épurateur à la chaux, ce qui apporte du gypse et d'autres substances). Le volume moyen se chiffre à 1 400 gpm. Suncor propose de doubler le volume de rejets (7 705 gpm), mais de traiter les effluents du bassin C par flottation à air dissous (ajout d'un flocculant qui flotte par barbotage) (Rod Hazewinkel, ministère de l'Environnement de l'Alberta, comm. pers.).

Les rejets d'eaux usées industrielles de Suncor sont surveillés beaucoup plus rigoureusement, étant donné qu'il s'agit de véritables effluents (se reporter à la figure 23). Une étude du programme AOSERP a évalué les constituants des eaux usées provenant de l'usine de valorisation de Suncor (appelée alors Great Canadian Oil Sands) (Stroscher et Peake, 1976). En plus des types de paramètres surveillés dans les eaux de déshydratation, mentionnés précédemment, et même s'ils le sont à une fréquence bien plus importante que l'on ne l'exige normalement pour des points de rejets d'eaux de déshydratation, les phénols, l'ammoniac et d'autres composés sont recherchés dans les eaux usées industrielles (se reporter à l'annexe 4).

Davantage de rejets d'eaux de déshydratation en provenance du site Voyageur de Suncor sont attendus à l'avenir. L'étang de retenue du parc de stockage de l'est est cartographié dans les documents de l'*Environmental Protection and Enhancement Act*, mais l'emplacement du point de rejet, le cas échéant, n'est pas clair. Le ministère de l'Environnement de l'Alberta a confirmé que le ruissellement est géré ici au moyen d'un système de « rotation de roue ».

Il existe quatre petits bassins d'eaux de ruissellement dans la zone du pont sur la rivière Steepbank. Deux d'entre eux, se trouvant sur le côté ouest du pont, sont actuellement rejetés dans la rivière Steepbank. Les deux autres bassins, sur le côté est du pont, sont actuellement pompés vers le réseau de drainage de l'agrandissement de la mine de la rivière Steepbank.

Exploitations de CANADIAN NATURAL RESOURCES LIMITED : mine et usine de traitement de sables bitumineux d'Horizon.

Le détenteur de l'approbation doit surveiller les bassins de sédimentation. L'emplacement probable des rejets pour le bassin de sédimentation de l'exploitation Horizon a été relevé. Ce rejet est une combinaison des effluents provenant de deux bassins de sédimentation : le bassin DD7 et un plan d'eau existant modifié pour servir de bassin de sédimentation. Les deux bassins de sédimentation sont reliés par une tranchée et un drain au point indiqué sur la carte (figure 23). Les paramètres sont quant à eux énumérés à l'annexe 4.

Exploitations de TRUE NORTH ENERGY [aujourd'hui Suncor] L.P. : mine et usine de traitement de sables bitumineux de Fort Hills.

Les emplacements exacts pour tous les sites de rejet et de débordement ont été fournis directement par le projet de Fort Hills par l'entremise de personnes-ressources chargées de l'*Environmental Protection and Enhancement Act*. Dans le cadre de l'approbation émise en vertu de l'*Environmental Protection and Enhancement Act*, les eaux de ruissellement industrielles provenant de la déshydratation des fondrières de mousse et des morts-terrains, de l'eau de drainage des morts-terrains (sauf pour ceux situés dans des zones de résidus en dehors de la mine) et des effluents de la zone de stockage des matériaux remis en état doivent être acheminées vers des bassins de sédimentation ou vers le système de contrôle des eaux usées industrielles pour être utilisées comme eau de recyclage.

Parmi ces bassins, ceux qui sont opérationnels et ceux qui ne le sont pas ont été relevés d'après la documentation fournie. La surveillance est effectuée sur tous les bassins de sédimentation tout au long de la période de rejet.

- Bassin 1 – rejets (opérationnel)
- Bassin 2 – rejets (opérationnel)
- Bassin 4 – rejets (opérationnel)
- Bassin 14 – rejets (opérationnel)
- Lac de « perte nette nulle » – rejets (opérationnel)

Les paramètres sont quant à eux énumérés à l'annexe 4.

### **2D3 : Objectif d'activité – paramètres fondamentaux candidats à envisager dans la conception de la surveillance**

Objectif d'activité : proposer des paramètres fondamentaux candidats à envisager dans la conception de la surveillance.

Paramètres de routine proposés :

Éléments nutritifs : phosphore dissous, phosphore total, azote dissous, azote total, nitrate, nitrite, ammoniac total, carbone organique dissous, azote et carbone organiques en particules

Ions majeurs : Ca, Mg, Na, K, Cl, F, SO<sub>4</sub>, SiO<sub>2</sub>, alcalinité totale

Total des solides en suspension, matières dissoutes totales

Métaux dissous et totaux : Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Cd, Ce, Co, Cr, Cs, Cu, Fe, Ga, La, Li, Mn, Mo, Nb, Ni, Pb, Pt, Rb, Sb, Se, Sn, Sr, Tl, U, V, W, Y, Zn

Turbidité

pH, conductivité spécifique

Mercure ultratrace, total

Hydrocarbures aromatiques polycycliques prioritaires (apparentés et alkylés)

Acides naphthéniques

Isotopes <sup>18</sup>O et <sup>2</sup>H dans le cadre de l'échantillonnage normal

Monomères acrylamides

Polyacrylamides

Gypse

[Également prendre en compte les isotopes  $^{13}\text{C}$ ,  $^{14}\text{C}$ ,  $^{15}\text{N}$ ,  $^{34}\text{S}$  et les composés similaires lorsqu'ils sont détectés dans le sulfate/sulfure, les nitrates/nitrites ou le gypse].

## **2E : TRAVAUX SUPPLÉMENTAIRES :**

- Les rapports relatifs aux approbations émises en vertu de l'*Alberta Water Act* et de l'*Alberta Environmental Protection and Enhancement Act* pour l'emplacement des sites d'échantillonnage ainsi que les renseignements à propos de la surveillance sur place sont très importants pour éclairer la conception de la surveillance dans la région des sables bitumineux. À mesure que les plans de mine progresseront, l'emplacement des points de rejet des eaux de déshydratation et d'autres activités réglementées par l'*Alberta Environmental Protection and Enhancement Act* changera. Les renseignements contenus dans le présent rapport sont à jour pour l'année 2011, mais il ne faut pas supposer qu'ils sont statiques.
- Les emplacements et les détails des approbations en vertu de l'*Environmental Protection and Enhancement Act* pour les émissaires d'évacuation des campements ne sont pas inclus.
- Il serait utile de conserver les changements apportés aux méthodes de laboratoire et aux limites de détection, que ce soit dans les renseignements actuels ou passés (étapes de traitement des données qui peuvent avoir une incidence sur comparaisons et les analyses des tendances à venir), dans une base de données ou dans un autre moyen de collecte, aux fins de référence ultérieure. Retrouver ces renseignements serait une tâche imposante et chronophage.

Note de l'Éditeur: La Cumulative Environmental Management Association a récemment mis ses rapports à la disposition de tous sur le Web. Il est possible qu'un certain nombre de précieuses études sur la quantité et la qualité des eaux de surface soient dorénavant accessibles par l'intermédiaire de cette bibliothèque.



## **OUVRAGES CITÉS**

- Akena, A.M. 1979. An Intensive Surface Water Quality Study of the Muskeg River Watershed. Volume 1: Water Chemistry. Rédigé par le ministère de l'Environnement de l'Alberta pour le Projet de recherche environnementale sur les sables bitumineux de l'Alberta. AOSERP Report 85. 187 p.
- Akena, A.M. 1980. Water Quality of the Athabasca Oil Sands area. Volume 1 : Data Collection and Quality. Rédigé par la Pollution Control Division du ministère de l'Environnement de l'Alberta pour le Projet de recherche environnementale sur les sables bitumineux de l'Alberta. AOSERP Project WS 1.2.1. 100 p.
- Akena, A.M., Christian, L.L. 1981. Water Quality of the Athabasca Oil Sands area. Volume IV: an Interim Compilation of non-AOSERP Water Quality Data. Rédigé par le ministère de l'Environnement de l'Alberta pour le Projet de recherche environnementale sur les sables bitumineux de l'Alberta. AOSERP Report L74. 242 p.
- Akre, C.J., Headley, J.V., Conly, F.M., Peru, K.M., Dickson, L.C. 2004. Spatial patterns of natural polycyclic aromatic hydrocarbons in sediment in the lower Athabasca River. *Journal of Environmental Science and Health A39*:1163-1176.
- Alberta Energy Resources Conservation Board. [site Web]. Accès : [http://authorizationsguide.ercb.ca/authorization\\_wateract\\_licence.htm](http://authorizationsguide.ercb.ca/authorization_wateract_licence.htm) [consulté le 8 mars 2011].
- Alberta. Ministère de l'Environnement. 1995-2011. Surface Water Quality Guidelines for Use in Alberta. [en ligne]. Accès : <http://environment.alberta.ca/01322.html> [consulté le 9 février 2011].
- Alberta. Ministère de l'Environnement. 1999. Surface Water Quality Guidelines for Use in Alberta. Science and Standards Branch, Environmental Assurance Division, ministère de l'Environnement de l'Alberta. 20 p. Accès : <http://environment.alberta.ca/01323.html> [consulté le 9 février 2011].
- Alberta. Ministère de l'Environnement. 2008. Muskeg River Interim Management Framework for Water Quality and Quantity: Management Guidance for Aquatic Components of the Muskeg River Watershed. Edmonton (Alb.)
- Alberta. Ministère de l'Environnement. 2009. Muskeg River Watershed Integrated Water Quality Monitoring Program Annual Report. Septembre 2009. Edmonton (Alb.)
- Alberta. Ministère de l'Environnement. 2011. Lower Athabasca Region. Surface Water Quality Management Framework (ébauche). Ministère de l'Environnement de l'Alberta. 39 p. [consulté le 12 juillet 2011]. Accès : [http://environment.alberta.ca/documents/LAR\\_SWMF\\_Mar\\_31\\_Final\\_Draft.pdf](http://environment.alberta.ca/documents/LAR_SWMF_Mar_31_Final_Draft.pdf)
- Alberta. Ministère de l'Environnement. Surface Water Quality Program. [en ligne]. Accès : <http://environment.alberta.ca/01256.html>
- Alberta. Ministère de l'Environnement. Surface Water Quality Data. [en ligne]. Accès : <http://environment.alberta.ca/01288.html>
- Alberta. 2011. Comprehensive Study of Contaminants in the Lower Athabasca Watershed: Study Description (ébauche). Edmonton (Alb.)
- Allan, R.J., Jackson, T.A. 1977. Heavy Metal Dynamics in the Athabasca River: Sediment Concentrations Prior to Major Alberta Oil Sands Development. Rédigé pour le comité de recherche en hydrologie du Projet de recherche environnementale sur les sables bitumineux de l'Alberta. 88 p.

- Allan, R., Jackson, T. 1978. Heavy Metals in Bottom Sediments of the Mainstem Athabasca River System in the AOSERP Study Area. Rédigé par l'Institut des eaux douces de Pêches et Environnement Canada pour le Projet de recherche environnementale sur les sables bitumineux de l'Alberta. AOSERP Report 34. 72 p.
- Aquatic Environments Ltd. 1977. Baseline Studies of Aquatic Environments in the Athabasca River Near Lease 17. McCart, P., Grant, W. (éd.) Rédigé pour le compte de Syncrude Canada Ltd. 224 p.
- Aquatic Environments Ltd. 1978. Baseline Study of the Water Quality and Aquatic Resources of the MacKay River, Alberta. McCart, P., Tsui, P., Grant, W., Green, R., Tripp, D. (éd.) Rédigé pour le compte de Syncrude Canada Ltd. 203 p.
- Ash, G.R., Noton, L.R. 1980a. A Fisheries and Water Quality Survey of Ten Lakes in the Richardson Tower Area, Northeastern Alberta. Volume I: Methodology, Summary, and Discussion. Rédigé par R.L. & L. Environmental Services Ltd pour le Projet de recherche environnementale sur les sables bitumineux de l'Alberta. AOSERP Report 94. 187 p.
- Ash, G.R., Noton, L.R. 1980b. A Fisheries and Water Quality Survey of Ten Lakes in the Richardson Tower Area, Northeastern Alberta. Volume II: Data. Rédigé par R.L. & L. Environmental Services Ltd pour le Projet de recherche environnementale sur les sables bitumineux de l'Alberta. AOSERP Projet WS 1.4.1. 95 p.
- Ayles, G.B., Dube, M., Rosenberg, D. 2004. Oil Sands Regional Monitoring Program (RAMP). Scientific Peer Review of the Five Year Report (1997-2001). Winnipeg (Man.) : Oil Sands Regional Monitoring Program (RAMP).
- Beltaos, S. 1979a. Mixing Characteristics of the Athabasca River below Fort McMurray – Winter Conditions. Rédigé par la Transportation and Surface Water Engineering Division de l'Alberta Research Council pour le compte du Projet de recherche environnementale sur les sables bitumineux de l'Alberta. AOSERP Report No. 40. 110 p.
- Beltaos, S. 1979b. Transverse mixing in natural streams. *Revue canadienne de génie civil* 6 : 575-591.
- Booty, W.G. 1991. Mixing Characteristics of the Athabasca River Using Conservative ions. Institut national de recherche sur les eaux. Collection de l'Institut national de recherche sur les eaux, n° 94-152.
- Bourbonniere, R.A. (éd.) 1992. Athabasca River Project 1990/91 Progress Report. Collection de l'Institut national de recherche sur les eaux, n° 92-163.
- Brownlee, B.G. (éd.) 1990. Athabasca River Project 1989/90 Progress Report. Collection de l'Institut national de recherche sur les eaux, n° 90-76.
- Brownlee, B.G., Telford, S.L., Crosley, R.W., Noton, L.R. 1997. Distribution of Organic Contaminants in Bottom Sediments, Peace and Athabasca River Basins, 1988 to 1992. Northern River Basins Study Project Report No. 134. Edmonton (Alb.) : Étude sur les bassins des rivières du Nord.
- Brua, R.B., Cash, K.J., Culp, J.M. 2004. Assessment of Natural and Anthropogenic Impacts of Oil Sands Contaminants within the Northern River Basins. Présenté au Groupe interministériel de recherche et d'exploitation énergétiques.
- Burn, D.H., Dixon, G., Dubé, M., Flotemersch, J., Franzin, W.G., Gibson, J., Munkittrick, K., Post, J., Watmough, S. 2011. 2010 Regional Aquatics Monitoring Program (RAMP) Scientific Review.
- Carey, J.H., Cordeiro, O.T.R., Brownlee, B.G. 1997. Distribution of Contaminants in the Water, Sediment and Biota in the Peace, Athabasca and Slave River Basins: Present Levels and Predicted Future Trends. Northern River Basins Study Synthesis Report No. 3. Edmonton (Alb.) : Étude sur les bassins des rivières du Nord. 102 p.

- Carson, M.A., Hudson, H.R. 1997. Sediment Dynamics and Implications for the Sediment-Associated Contaminants in the Peace, Athabasca and Slave River Basins. Northern River Basins Study Project Report 133. Edmonton (Alb.) : Étude sur les bassins des rivières du Nord.
- Chambers, P.A., Dale, A.R. 1997. Contribution of Industrial, Municipal, Agricultural and Groundwater Sources to Nutrient Export, Athabasca, Wapiti and Smoky Rivers, 1980 to 1993. Northern River Basins Study Project Report No. 110. Edmonton (Alb.) : Étude sur les bassins des rivières du Nord.
- Colavecchia, M.V., Backus, S.M., Hodson P.V., Parrott, J.L. 2004. Toxicity of oil sands to early life stages of fathead minnows (*Pimephales promelas*). *Environ. Toxicol. Chem.* 23: 1709-1718.
- Comité d'aménagement du delta des rivières de la Paix et Athabasca. 1987. Peace-Athabasca Delta Implementation Final Report: Peace-Athabasca Delta water management works evaluation. Gouvernements de la Saskatchewan, de l'Alberta et du Canada. 63 p.
- Conly, F.M., Crosley, R.W., Headley, J.V., Quagraine, E.K. 2007. Assessment of metals in bed and suspended sediments in tributaries of the Lower Athabasca River. *Journal of Environmental Science and Health Part A* 42:1021-1028.
- Conseil canadien des ministres de l'environnement. 2011a. Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement (RCQE). Renseignements généraux. Accès : [http://www.ccme.ca/publications/ceqg\\_rcqe.fr.html](http://www.ccme.ca/publications/ceqg_rcqe.fr.html) [consulté le 9 février 2011].
- Conseil canadien des ministres de l'environnement. 2011b. Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement (RCQE). Feuilles d'information. Accès : <http://ceqg-rcqe.ccme.ca/?lang=fr> [consulté le 9 février 2011].
- Conseil canadien des ministres de l'environnement. 2011c. Tableau sommaire des recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement. Accès : <http://st-ts.ccme.ca/?lang=fr> [consulté le 9 février 2011].
- Conseil de l'Étude sur les bassins des rivières du Nord (Canada). 1996. Northern Rivers Basins Study – Report to the Ministers 1996. Edmonton (Alb.), Canada. 287 p.
- Crosley, R.W. 1996. Environmental Contaminants in Bottom Sediments, Peace and Athabasca River Basins, October, 1994 and May, 1995. Northern River Basins Study Project Report No. 106. Edmonton (Alb.) : Étude sur les bassins des rivières du Nord.
- Cumulative Environmental Management Association (CEMA). [site Web]. Accès : <http://cemaonline.ca/>
- Curtis, C.J., Flower, R., Rose, N., Shilland, J., Simpson, G.L., Turner, S., Yang, H., Pla, S. 2010. Palaeolimnological assessment of lake acidification and environmental change in the Athabasca Oil Sands Region, Alberta. *J. Limnol.* 69 : 92-104.
- Dillon, P., Dixon, G., Driscoll, C., Giesy, J., Hurlbert, S., Nriagu, J. 2011. Evaluation of Four Reports on Contamination of the Athabasca River System by Oil Sands Operations. Rédigé pour le gouvernement de l'Alberta par le Comité d'examen sur les données de surveillance des eaux de l'Alberta. 44 p. Accès : [http://environment.alberta.ca/documents/WMDRC\\_-\\_Final\\_Report\\_March\\_7\\_2011.pdf](http://environment.alberta.ca/documents/WMDRC_-_Final_Report_March_7_2011.pdf) [consulté le 14 juillet 2011].
- Donahue, W.E. 2011. Replacing the Oil Sands' Regional Aquatic Monitoring Program (RAMP) with Effective Environmental Monitoring Solutions. Water Matters. 43 p. Accès : [www.water-matters.org](http://www.water-matters.org)
- Donald, D.B., Craig, H.L., Syrgiannis, J. 1996. Contaminants in Environmental Samples: Mercury in the Peace, Athabasca and Slave River Basins. Northern River Basins Study Project Report No. 105. Edmonton (Alb.) : Étude sur les bassins des rivières du Nord.

- Dowdeswell, L., Dillon, P., Ghoshal, S., Miall, A., Rasmussen, J., Smol, J.P. 2010. A Foundation for the Future: Building an Environmental Monitoring System for the Oil Sands. Rapport présenté au ministre de l'Environnement.
- Environmental Protection Agency des États-Unis. 2009. National Recommended Water Quality Criteria. Accès : <http://water.epa.gov/scitech/swguidance/waterquality/standards/current/index.cfm> [consulté le 9 février 2011].
- Environmental Protection Agency des États-Unis. 2011. Water Quality Criteria. [site Web]. Accès : <http://water.epa.gov/scitech/swguidance/waterquality/standards/criteria/index.cfm> [consulté le 9 février 2011].
- Environnement Canada, ministère de l'Environnement de l'Alberta. 2011. Plan de surveillance de la qualité de l'eau du cours inférieur de la rivière Athabasca – Phase 1. Gouvernement du Canada. 90 p. Accès : <http://www.ec.gc.ca/Publications/default.asp?lang=Fr&xml=1A877B42-60D7-4AED-9723-1A66B7A2ECE8>
- Études techniques du delta des rivières de la Paix et Athabasca. 1996. Peace-Athabasca Delta Technical Studies Final Report. Fort Chipewyan (Alb.), Canada. 88 p.
- Froelich, C.R. 1979. An Intensive Surface Water Quality Study of the Muskeg River Watershed. Volume II: Hydrology. Rédigé pour le Projet de recherche environnementale sur les sables bitumineux de l'Alberta par la Environment, Systems and Computing Branch du ministère de l'Environnement de l'Alberta. AOSERP HY 2.5. 194 p.
- Glozier, N.E., Donald, D.B., Crosley, R.W., Halliwell, D. 2009. Wood Buffalo National Park Water Quality: Status and Trends from 1989-2006 in Three Major rivers; Athabasca, Peace and Slave. Environnement Canada, Division de la surveillance de la qualité de l'eau.
- Groupe d'étude du delta Paix-Athabasca. 1973. Peace-Athabasca Delta Project Group Technical Report: A Report on Low Water Levels in Lake Athabasca and their Effect on the Peace-Athabasca Delta. Gouvernements du Canada, de l'Alberta et de la Saskatchewan. 176 p.
- Gummer, W.D., Cash, K.J., Wrona, F.J., Prowse, T.D. 2000. The Northern River Basins Study: context and design. *Journal of Aquatic Ecosystem Stress and Recovery* 8: 7-16.
- Gummer, W.D., Conly, F.M., Wrona, F.J. 2006. Northern Rivers Ecosystem Initiative: Context and prevailing legacy. *Environmental Monitoring and Assessment* 113: 71-85.
- Hazewinkel, R.R.O., Wolfe, A.P., Pla, S., Curtis, C., Hadley, K. 2008. Have atmospheric emissions from the Athabasca oil sands impacted lakes in northeastern Alberta Canada? *J. Can. Sci. Halieut. Aquat.* 65:1154-1567.
- Headley, J.V., Akre, C., Conly, F.M., Peru, K.M., Dickson, L.C. 2001. Preliminary characterization and source assessment of PAHs in tributary sediments of the Athabasca River, Canada. *Environ. Forensics* 2: 335-345.
- Hebben, T. 2009. Analysis of Water Quality Conditions and Trends for the Long-Term River Network: Athabasca River, 1960-2007. Water Policy Branch, Environmental Assurance, ministère de l'Environnement de l'Alberta. 341 p.
- Hesslein, R.H. 1979. Lake Acidification Potential in the Alberta Oil Sands Environmental Research Program Study Area. Rédigé par l'Institut des eaux douces d'Environnement Canada pour le Projet de recherche environnementale sur les sables bitumineux de l'Alberta. AOSERP Report No. 71. 47 p.
- Initiative des écosystèmes des rivières du Nord (Canada). 2004. Synthesis report – Northern Rivers Ecosystem Initiative. Hull (Qc) : Initiative des écosystèmes des rivières du Nord. 138 p.

- Jantzie, T., Croft, B., Coutts, R.T., Biggs, D.F., Loman, A.A. 1979. Proposed Design for a Program of Toxicological Research for the Alberta Oil Sands Environmental Research Program. Rédigé pour le Projet de recherche environnementale sur les sables bitumineux de l'Alberta. 259 p.
- Kelly, E.N., Short, J.W., Schindler, D.W., Hodson, P.V., Ma, M., Kwan, A.K., Fortin, B.L. 2009. Oil sands development contributes polycyclic aromatic compounds to the Athabasca River and its tributaries. *Proceedings of the National Academy of Science* 106: 22346-22351. Accès : [www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0912050106](http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0912050106)
- Kelly, E.N., Schindler, D.W., Hodson, P.V., Short, J.W., Radmanovich, R., Nielsen, C.C. 2010. Oil sands development contributes elements toxic at low concentrations to the Athabasca River and its tributaries. *Proceedings of the National Academy of Science* 107: 16178-16183.
- Lindeman, D.H., Ritson-Bennett, E., Hall, S. (éd.) 2011. Activités de surveillance actuelles et historiques de l'eau pour la phase 2 de la zone d'expansion géographique (jusqu'en 2011). Saskatoon (Sask.) : Environnement Canada. 126 p.
- Lott, E.O., Jones, R.K. 2010. Review of Four Major Environmental Effects Monitoring Programs in the Oil Sands Region. Edmonton (Alb.) : Oil Sands Research and Information Network, Université de l'Alberta, School of Energy and the Environment. OSRIN Report No. TR-6. 114 p.
- Lutz, A., Hendzel, H. 1977. A Survey of Baseline Levels of Contaminants in Aquatic Biota of the AOSERP Study Area. Rédigé par l'Institut des eaux douces de Pêches et Environnement Canada pour le Projet de recherche environnementale sur les sables bitumineux de l'Alberta. AOSERP Report 17. 51 p.
- McEachern, P., Noton, L. 2002. Overview of Water Quality in the Muskeg River Basin July 1972 to March 2001. Science and Standards Division, Environmental Assurance Division, ministère de l'Environnement de l'Alberta. 238 p.
- McMaster, M., Evans, M., Alae, M., Muir, D., Hewitt, L. 2006. Northern Rivers Ecosystem Initiative: distribution and effects of contaminants. *Environmental Monitoring and Assessment* 113: 143-165.
- Neill, C.R., Evans, B.J. 1979. Synthesis of Surface Water Hydrology. Rédigé par Northwest Hydraulic Consultants Ltd pour le Projet de recherche environnementale sur les sables bitumineux de l'Alberta. AOSERP Report No. 60. 84 p.
- Noton, L.R., Saffran, K.A. 1995. Water Quality in the Athabasca River System, 1990-93. 3 Parts. Alberta Environmental Protection, Technical Services and Management Division.
- Noton, L.R., Shaw, R.D. 1989. Winter Water Quality in the Athabasca River System, 1988 and 1989. Edmonton (Alb.) : Environmental Protection Services, ministère de l'Environnement de l'Alberta. 200 p.
- Peters, D.L., Prowse, T.D. 2006. Generation of streamflow to seasonal highwaters in a freshwater delta, northwestern Canada. *Hydrological Processes* 20: 4173-4196.
- [RAMP] Regional Aquatics Monitoring Program. 2009. RAMP: Technical Design and Rationale. Rapport rédigé par Hatfield Consultants pour le compte du comité consultatif du Regional Aquatics Monitoring Program.
- [RAMP] Regional Aquatics Monitoring Program. 2010. RAMP: 2009 Technical Report. Rapport rédigé par l'équipe de mise en œuvre du Regional Aquatics Monitoring Program pour l'année 2009.
- [RAMP] Regional Aquatics Monitoring Program. [site Web]. Accès : <http://www.ramp-alberta.org/RAMP.aspx>

- Reid, M.A., Ogden, R.W. 2006. Trend, variability or extreme event? The importance of long-term perspectives in river ecology. *River Research and Applications* 22: 167-177.
- Sanders, T.G., Ward, R.C., Loftis, J.C., Steele, T.D., Adrian, D.D., Yevjevich, V. 1983. Design of Networks for Monitoring Water Quality. Highlands Ranch (CO) : Water Resources Publication, LLC.
- Schindler, D. 2010. Tar sands need solid science. *Nature* 468: 499-501.
- Schindler, D.W., Donahue, W.F. 2006. An impending water crisis in Canada's western prairie provinces. *Proceedings of the National Academy of Science* 103: 7210-7216.
- Schwartz, F.W. 1980. Hydrogeological Investigation of Muskeg River Basin, Alberta. Rédigé pour le Projet de recherche environnementale sur les sables bitumineux de l'Alberta par le Département de géologie de l'Université de l'Alberta. AOSERP Report 87. 97 p.
- SENTAR Consultants Ltd. 1994. Nutrient Loading on the Peace, Athabasca and Slave Rivers. Northern River Basins Study Project Report No. 28. Edmonton (Alb.) : Étude sur les bassins des rivières du Nord.
- SENTAR Consultants Ltd. 1996. A Synthesis of Information on Effluent Characteristics of Municipal and Non-Pulp Mill Industrial Sources in the Peace, Athabasca and Slave River Basins. Northern River Basins Study Project Report No. 79. Edmonton (Alb.) : Étude sur les bassins des rivières du Nord.
- Smith, S.B. 1981. Alberta Oil Sands Environmental Research Program, 1975-1980: Summary Report. Rédigé par Environmental Consultants Limited pour le Projet de recherche environnementale sur les sables bitumineux de l'Alberta. AOSERP Report 118. 170 p.
- [SRC] Société royale du Canada. 2010. Environmental and Health Impacts of Canada's Oil Sands Industry. Rapport du Comité d'experts de la Société royale du Canada. 414 p.
- Strosher, M.T., Peake, E. 1976. The Evaluation of Wastewaters from an Oil Sand Extraction Plant. Rédigé par le Centre des sciences de l'environnement de l'Université de Calgary pour le comité de recherche technique en hydrologie du Projet de recherche environnementale sur les sables bitumineux de l'Alberta. AOSERP Report 5. 103 p.
- Strosher, M.T., Peake, E. 1979. Baseline States of Organic Constituents in the Athabasca River System Upstream of Fort McMurray. Rédigé par le Centre des sciences de l'environnement (Kananaskis) de l'Université de Calgary pour le Projet de recherche environnementale sur les sables bitumineux de l'Alberta. AOSERP Report No. 53. 86 p.
- Summit Consultants Inc. 2010. Oil Sands Water Toxicity: A Critical Review. Préparé pour canmetÉNERGIE – Ressources naturelles Canada.
- Toth, B., Pietroniro, A., Conly, F.M., Kouwen, N. 2006. Modeling climate change impacts in the Peace and Athabasca catchment and delta. I – Hydrological model application. *Hydrological Processes* 20: 4197-4214.
- Van Der Vinne, G. 1993. Winter Low Flow Tracer Dye Studies, Athabasca River, Athabasca to Bitumont, February and March, 1992. Part II: Mixing Characteristics. Northern River Basins Study Project Report No. 14. Edmonton (Alb.) : Étude sur les bassins des rivières du Nord.
- Wallis, P., Peake, E., Strosher, M., Baker, B., Telang, S. 1980. The Assimilative Capacity of the Athabasca River for Organic Compounds. Rédigé par le Centre des sciences de l'environnement (Kananaskis) de l'Université de Calgary pour le Projet de recherche environnementale sur les sables bitumineux de l'Alberta. AOSERP Project WS 2.3.2. 106 p.

Weider, R.K., Vitt, D.H., Burke-Scoll, M., Scott, K.D., House, M., Vile, M.A. 2010. Nitrogen and sulphur deposition and the growth of *Sphagnum fuscum* in bogs of the Athabasca Oil Sands Region, Alberta. *J. Limnol.* 69:161-170.

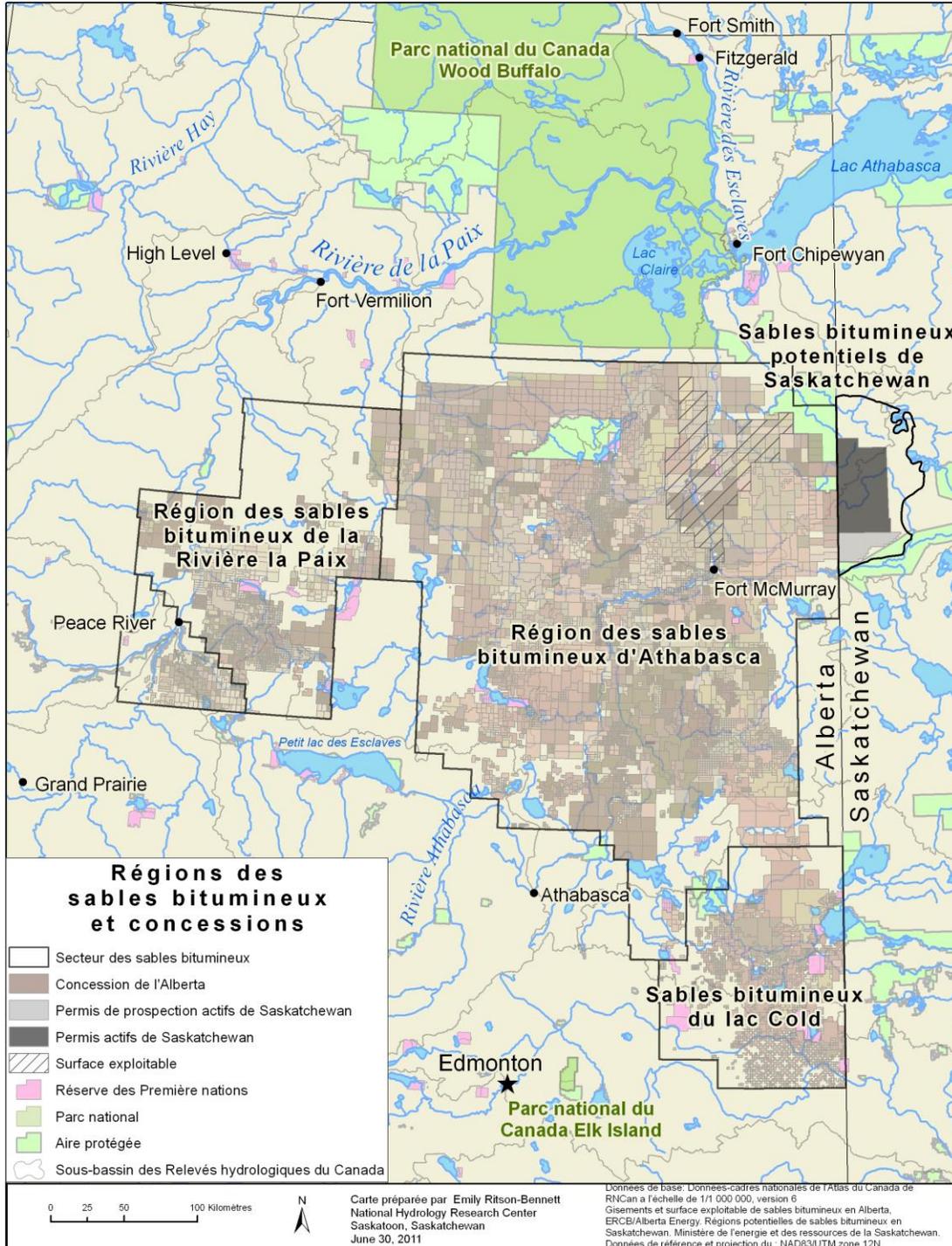
Wrona, F.J., Gummer, W. 2006. Northern rivers ecosystem initiative: contextual overview. *Hydrological Processes* 20:4005-4007.

Wrona, F.J., Gummer, W.D., Cash, K.J., Crutchfield, K. 1996. Cumulative Impacts within the Northern River Basins. Northern River Basins Study Synthesis Report No. 11. Edmonton (Alb.) : Étude sur les bassins des rivières du Nord. 105 p.

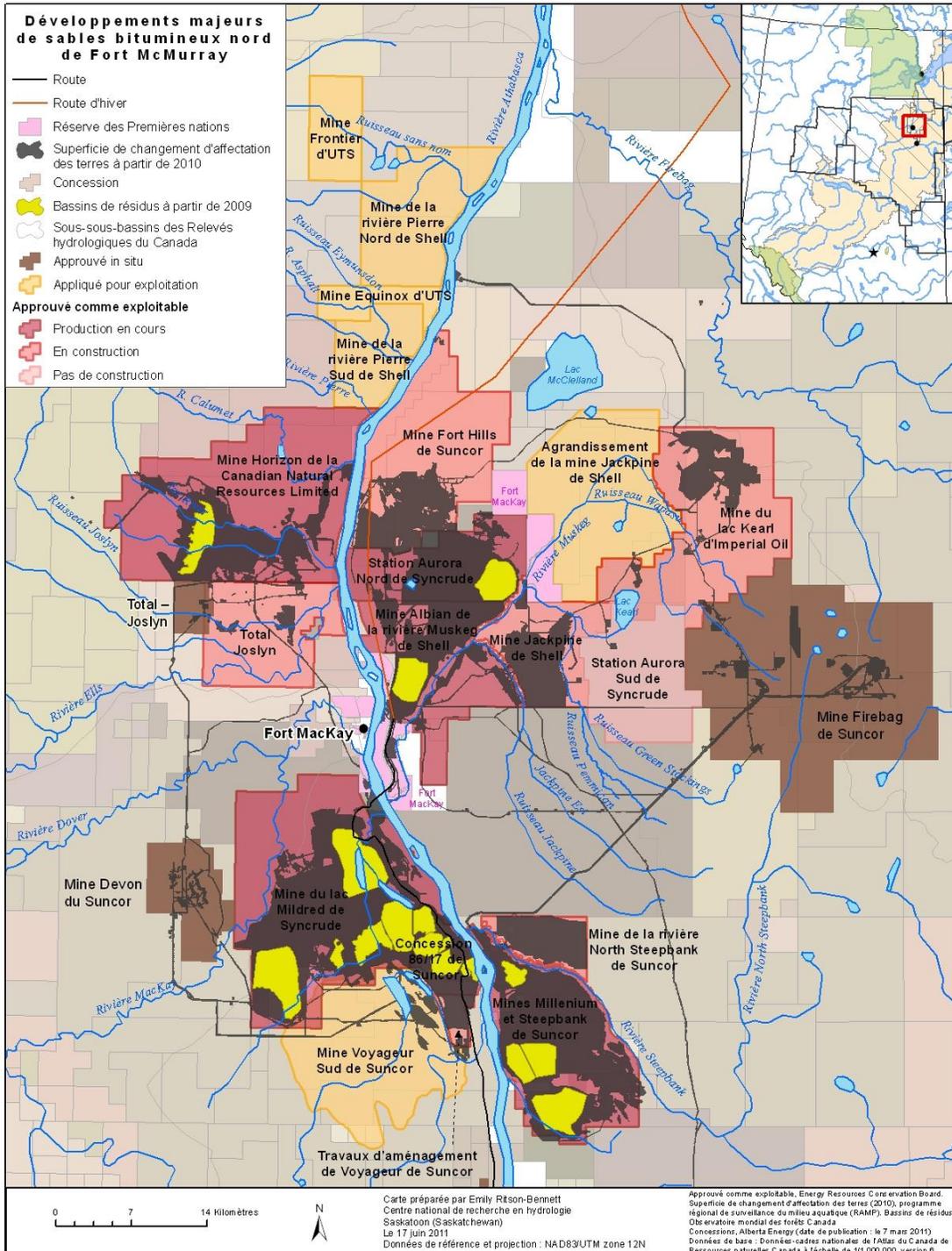


**FIGURES**

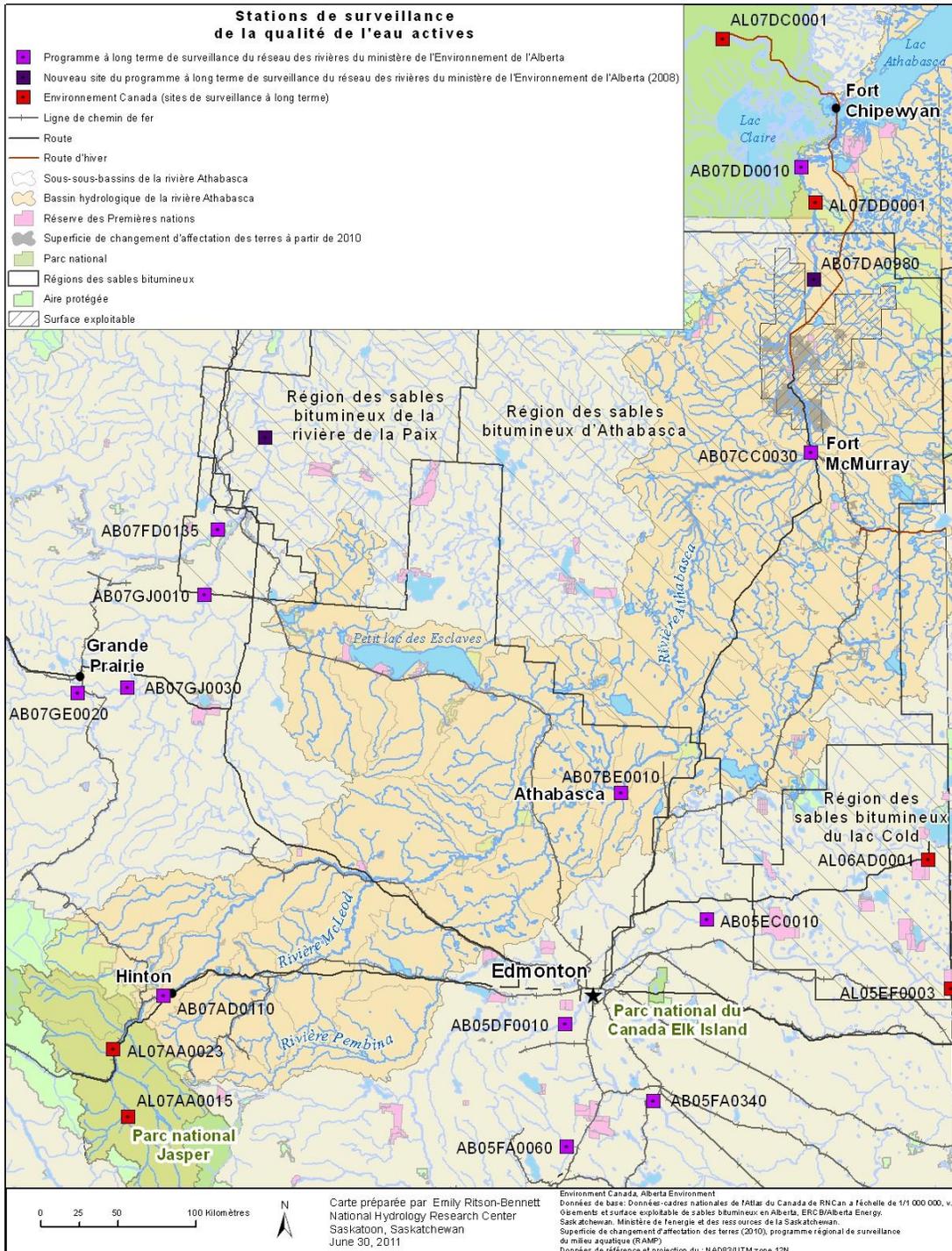
**Figure 1 : Régions des sables bitumineux et baux fonciers en Saskatchewan et en Alberta**



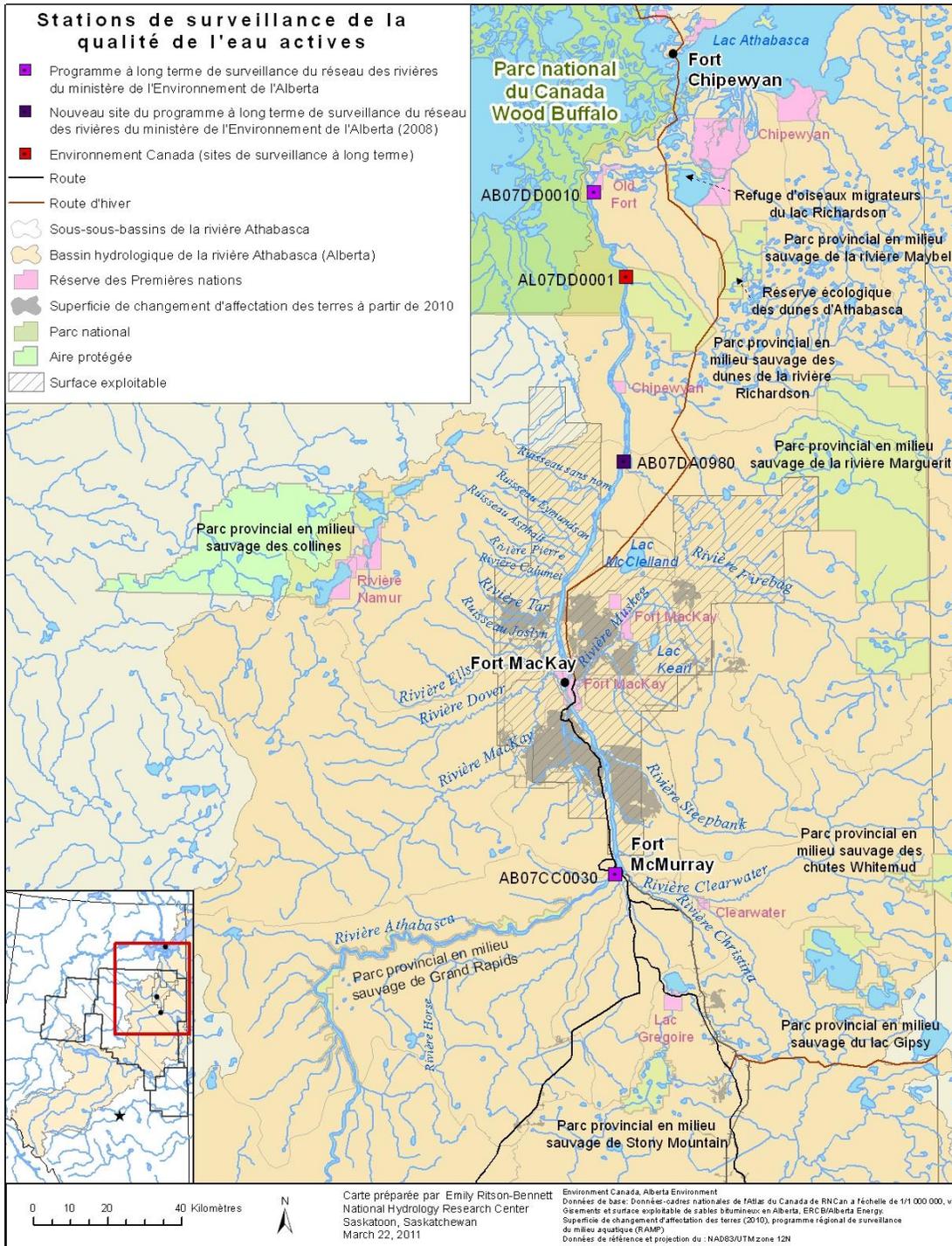
**Figure 2 : Principales exploitations de sables bitumineux au nord de Fort McMurray**



**Figure 3 : Stations de surveillance à long terme de la qualité de l'eau du ministère de l'Environnement de l'Alberta et d'Environnement Canada dans le bassin de la rivière Athabasca, en Alberta**



**Figure 4 : Stations de surveillance à long terme de la qualité de l'eau du ministère de l'Environnement de l'Alberta et d'Environnement Canada dans la région du cours inférieur de la rivière Athabasca**



**Figure 5 : Stations de surveillance à long terme de la qualité de l'eau du ministère de l'Environnement de l'Alberta dans la région des sables bitumineux exploitables.**

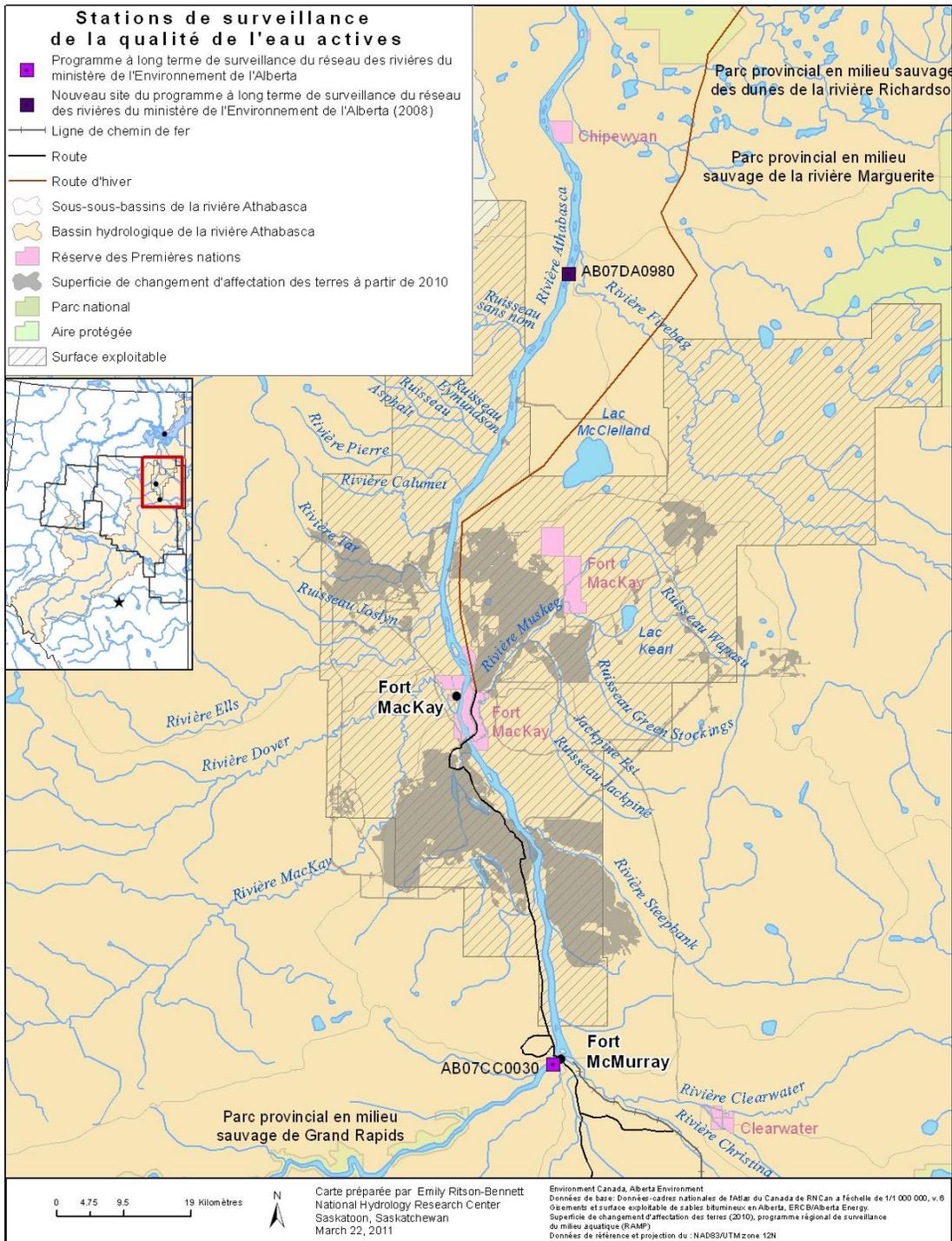


Figure 6 : Stations hydrométriques de la Division des relevés hydrologiques du Canada, stations climatiques d'Environnement Canada et du ministère de l'Environnement de l'Alberta et stations de mesure de l'enneigement du ministère de l'Environnement de l'Alberta dans le bassin de la rivière Athabasca, en Alberta

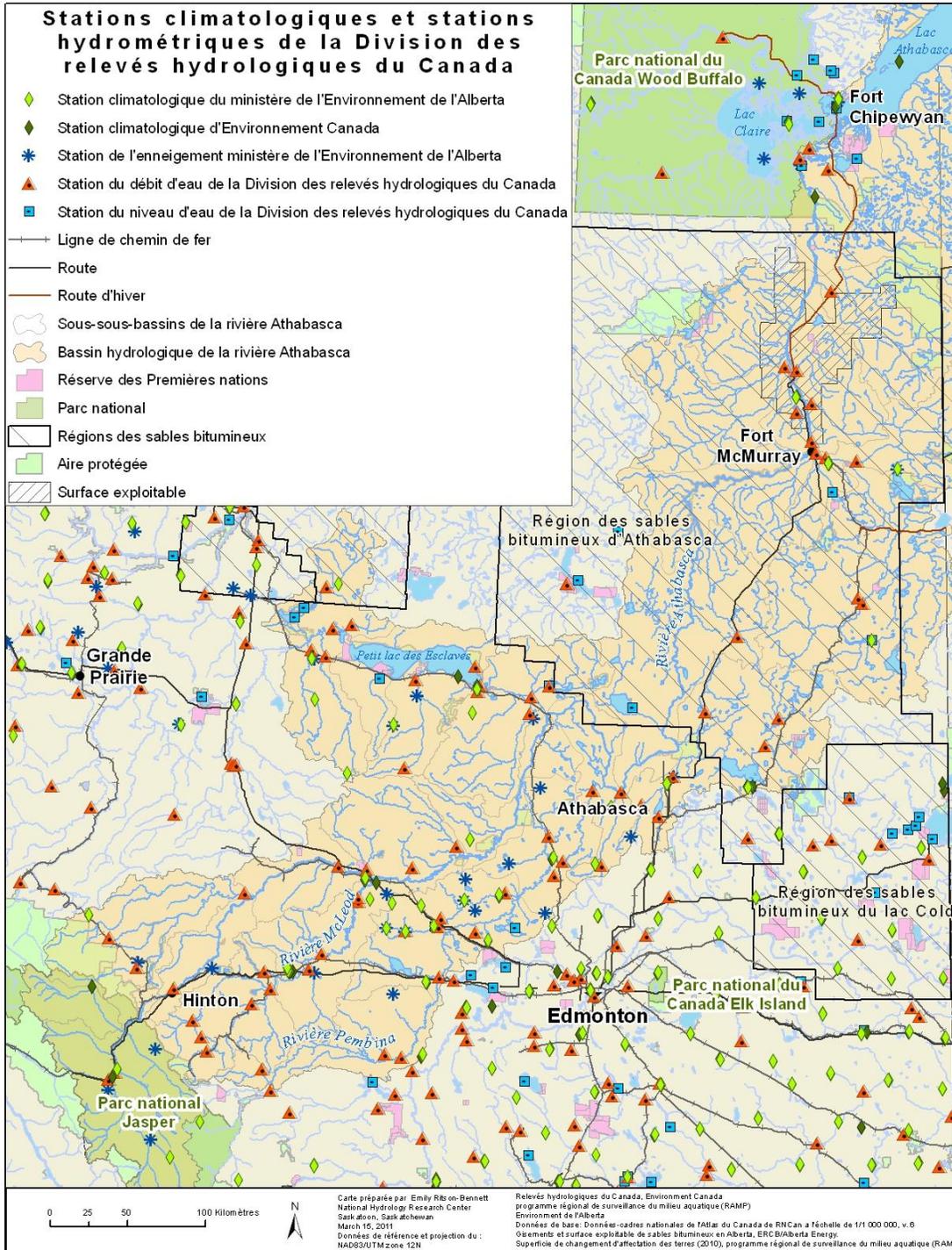
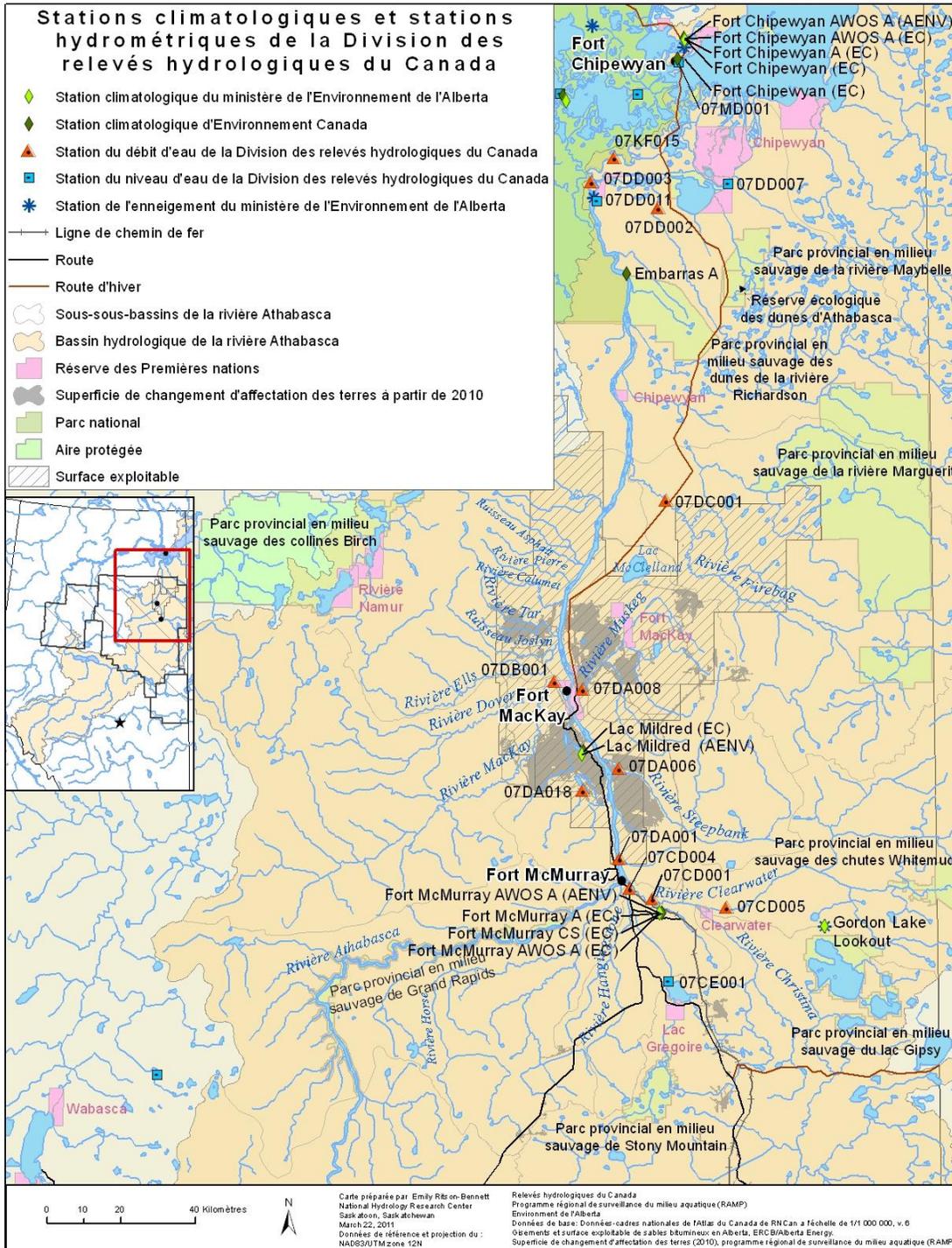
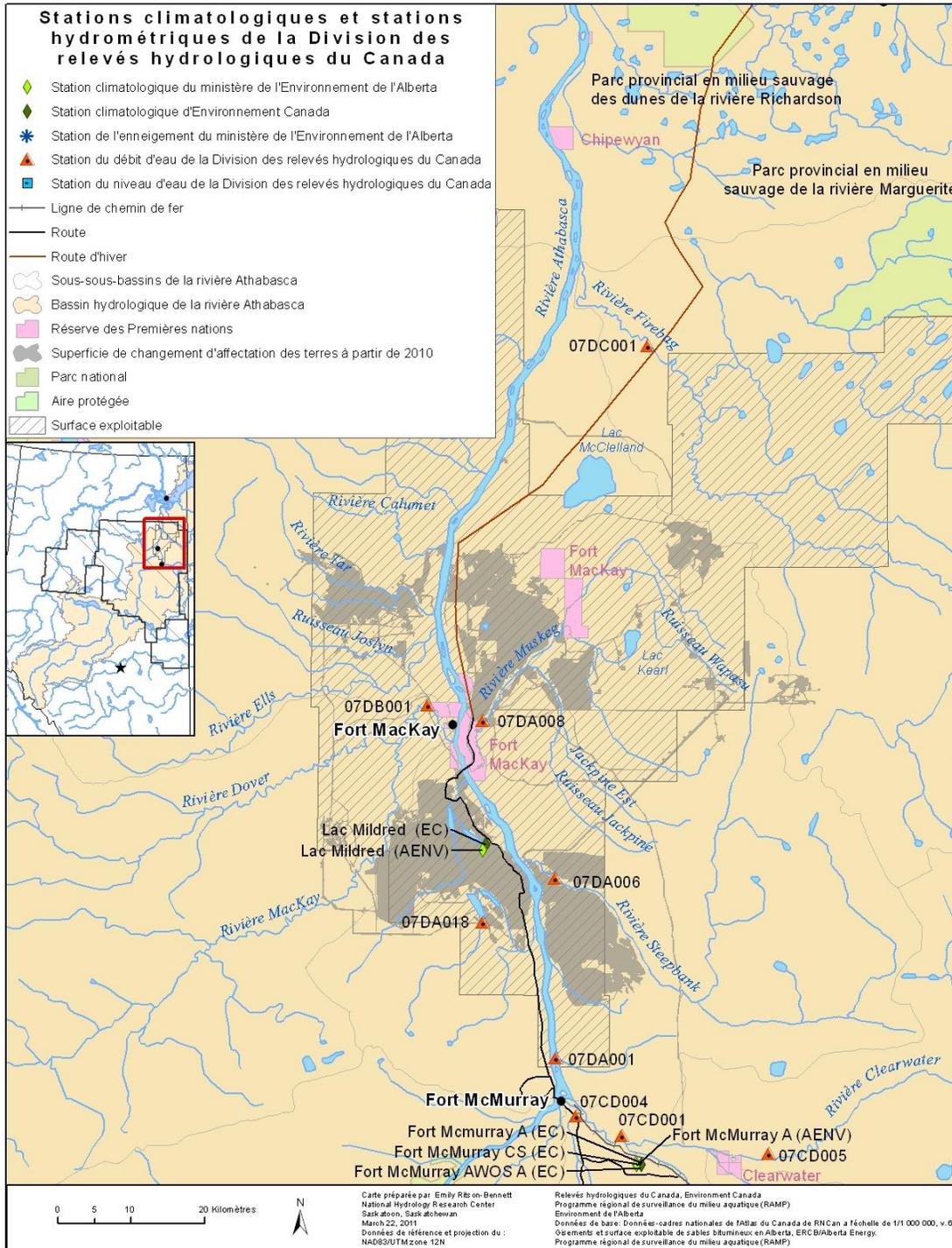


Figure 7 : Stations hydrométriques de la Division des relevés hydrologiques du Canada, stations climatologiques d'Environnement Canada et du ministère de l'Environnement de l'Alberta et stations de mesure de l'enneigement du ministère de l'Environnement de l'Alberta dans la région du cours inférieur de la rivière Athabasca. AWOS = Système automatisé d'observations météorologiques; SC = Station climatologique; A = Aéroport (si la lettre A figure après AWOS, cela signifie que l'AWOS se trouve dans cet aéroport)



**Figure 8 : Stations hydrométriques de la Division des relevés hydrologiques du Canada, stations climatologiques d'Environnement Canada et du ministère de l'Environnement de l'Alberta et stations de mesure de l'enneigement du ministère de l'Environnement de l'Alberta dans la région des sables bitumineux exploitables. AWOS = Système automatisé d'observations météorologiques; SC = Station climatologique; A = Aéroport (si la lettre A figure après AWOS, cela signifie que l'AWOS se trouve dans cet aéroport)**



**Figure9 : Stations hydrométriques de la Division des relevés hydrologiques du Canada où des données ont été collectées dans le passé (à gauche) et réseau actuellement actif (à droite)**

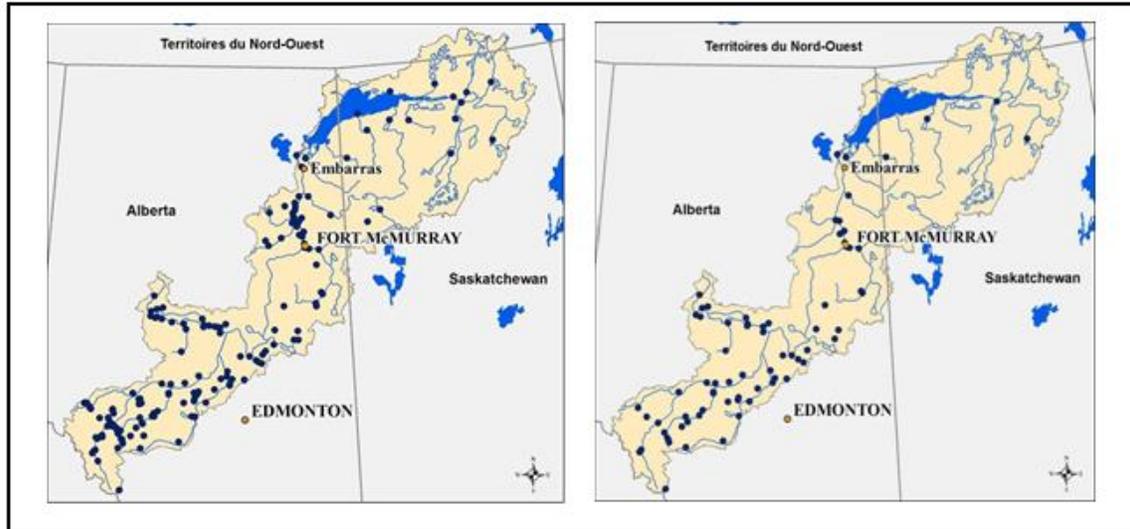


Figure 10 : Sites de surveillance de la qualité de l'eau du programme RAMP dans la région des sables bitumineux dont la surface est exploitable. Le programme RAMP dispose également d'un site près d'Old Fort, dans le delta Athabasca, et de sites en amont sur les rivières Christina et Horse (non visibles sur cette carte)

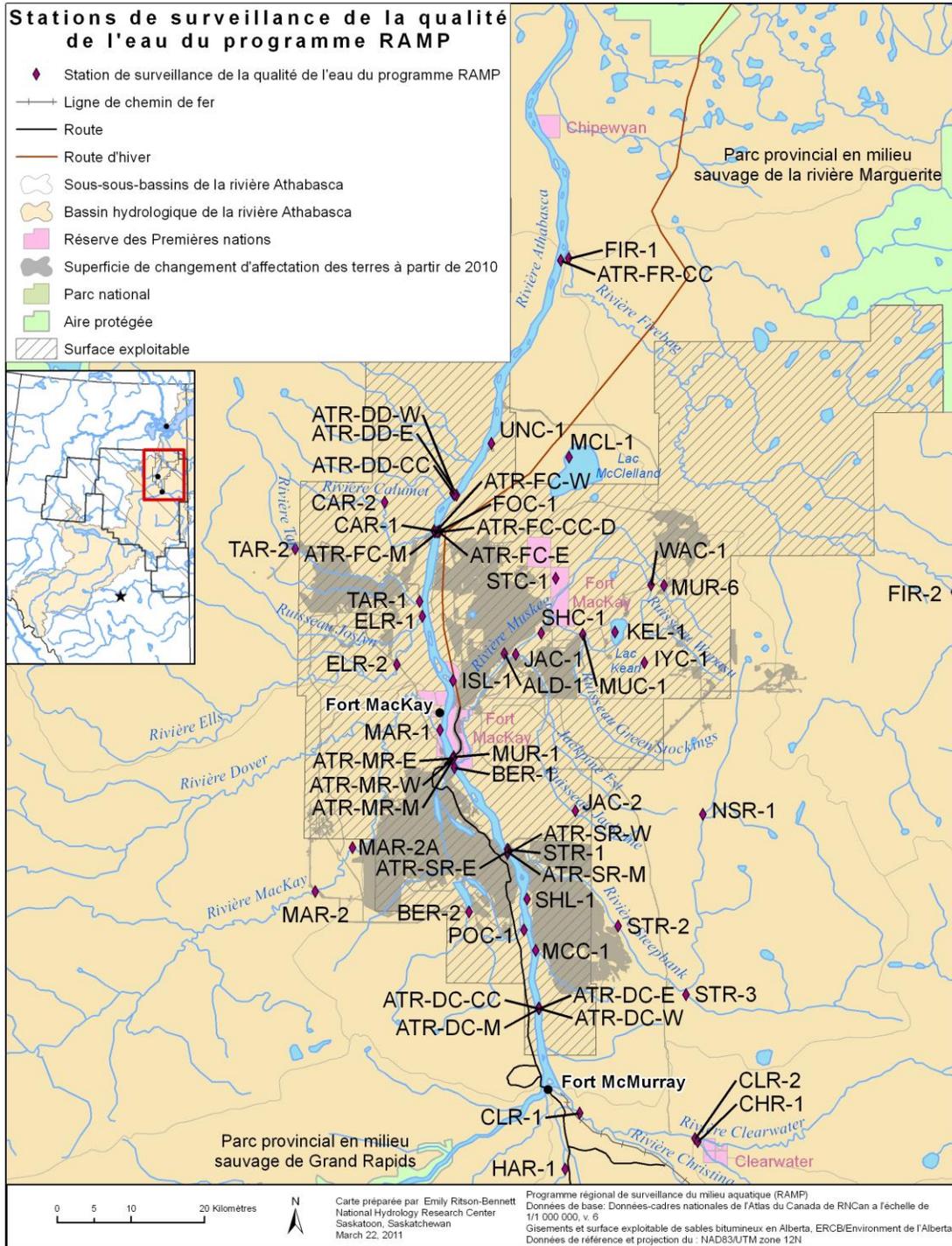
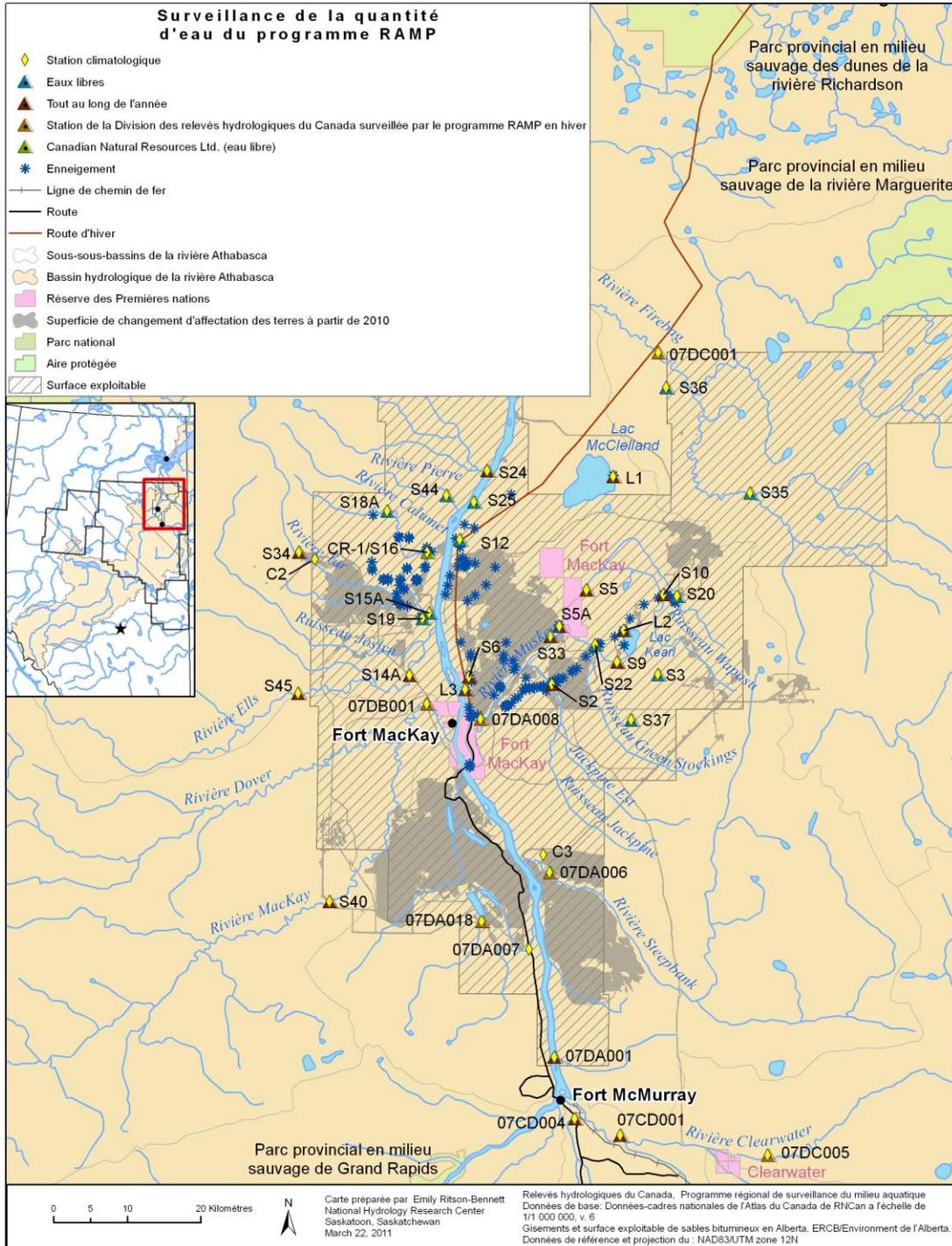


Figure 11 : Sites de surveillance de la quantité d'eau, de l'enneigement et du climat du programme RAMP dans la région des sables bitumineux exploitables. Aux fins d'exhaustivité, un site hydrométrique exploité par la Canadian Natural Resources Ltd. est également représenté



**Figure 12 : Stations d'échantillonnage des sédiments du programme RAMP dans le cours inférieur de l'Athabasca**

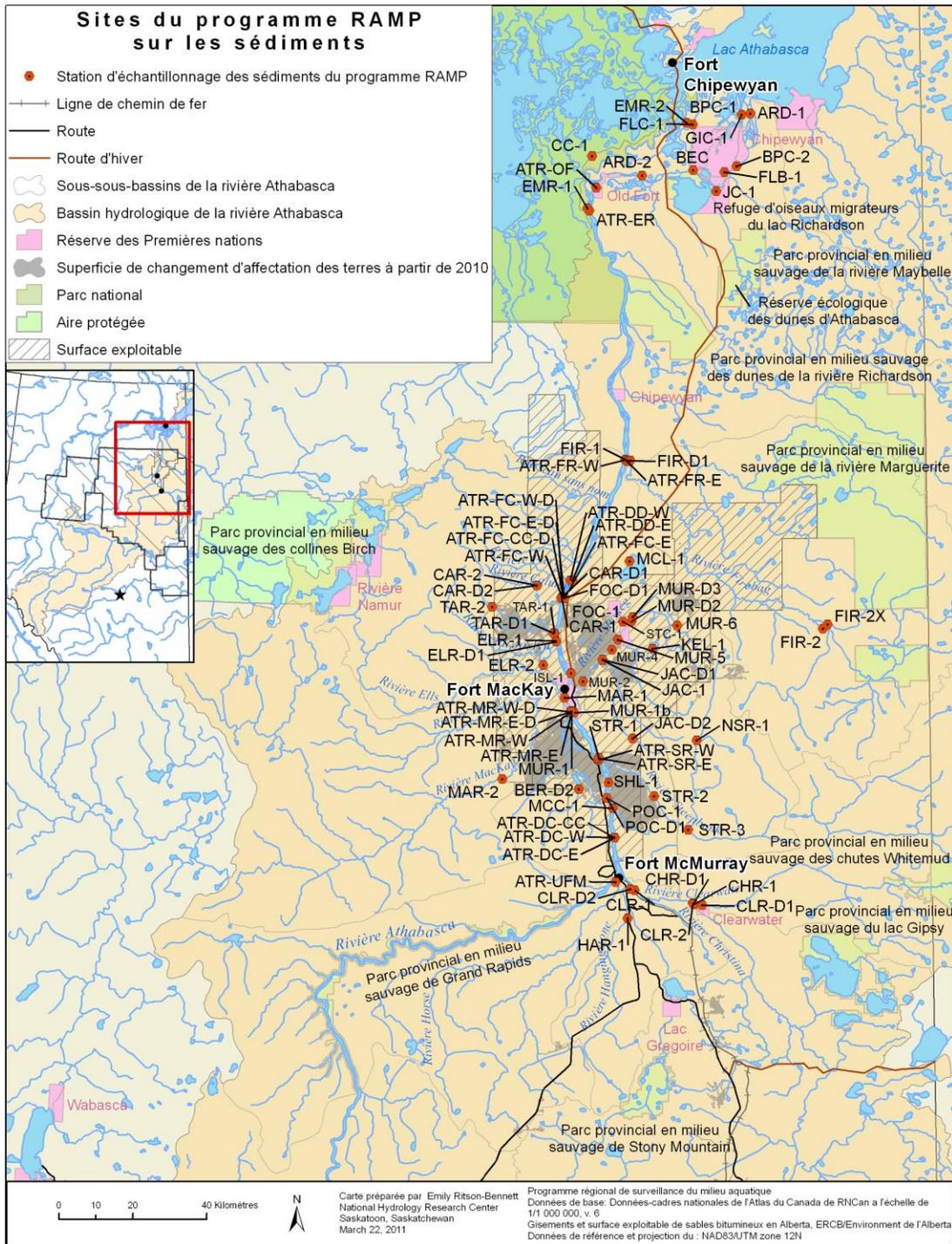
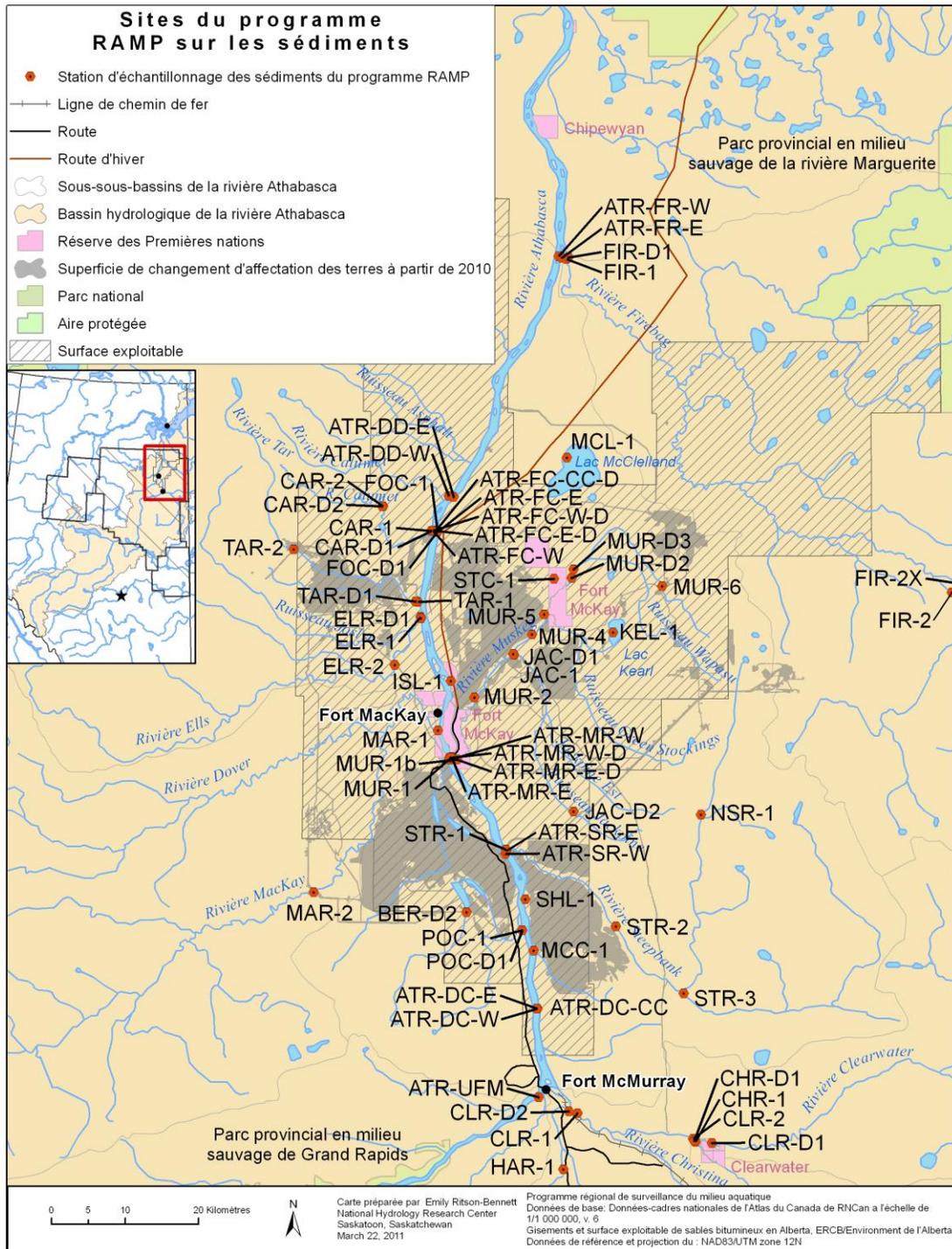
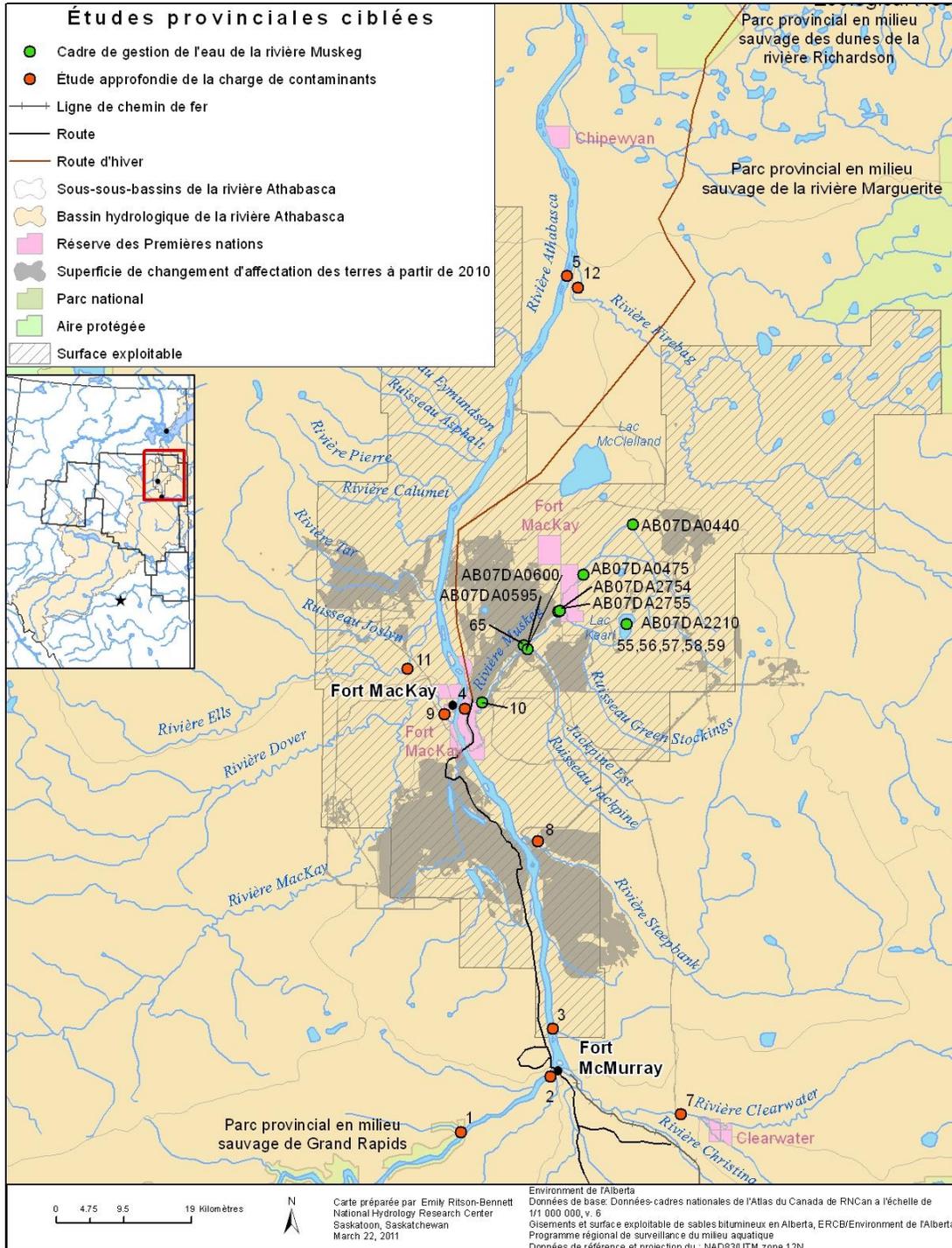


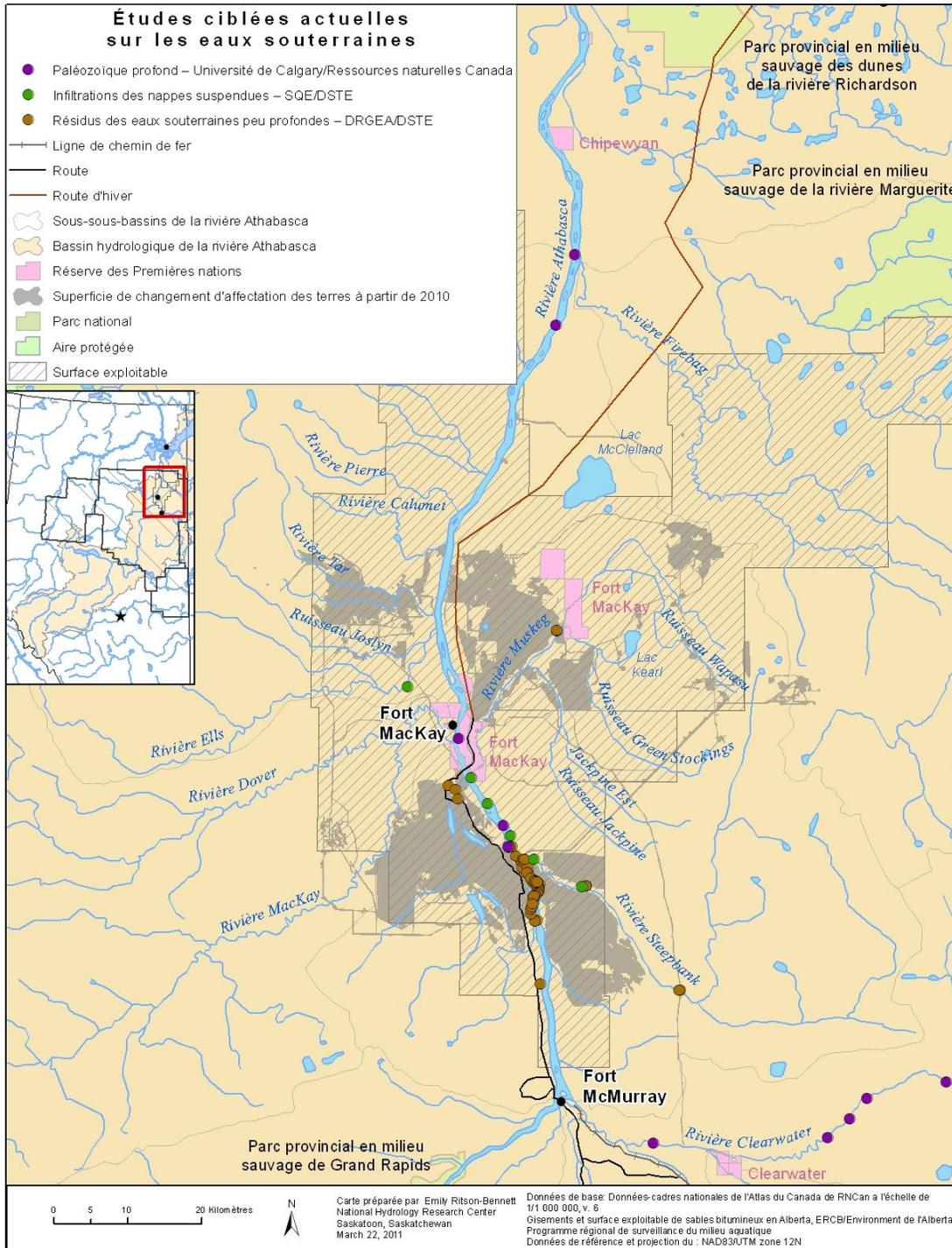
Figure 13 : Stations d'échantillonnage des sédiments du programme RAMP dans la région des sables bitumineux dont la surface est exploitable



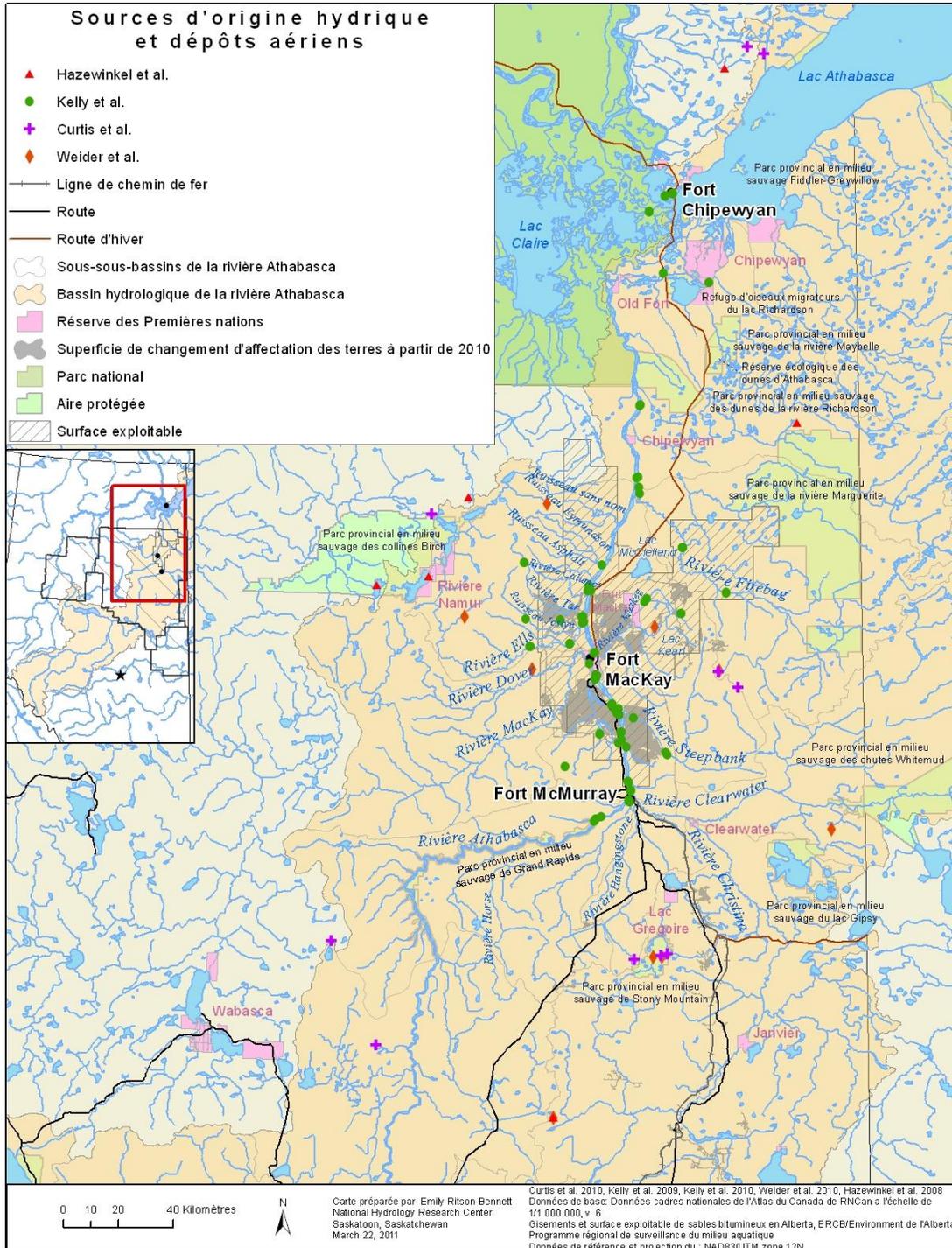
**Figure 14 : Sites d'échantillonnage de l'étude approfondie de la charge de contaminants et du cadre de gestion de l'eau de la rivière Muskeg du ministère de l'Environnement de l'Alberta (études provinciales ciblées). Remarque : Le site 6, à Old Fort, se trouve en aval des limites de cette carte.**



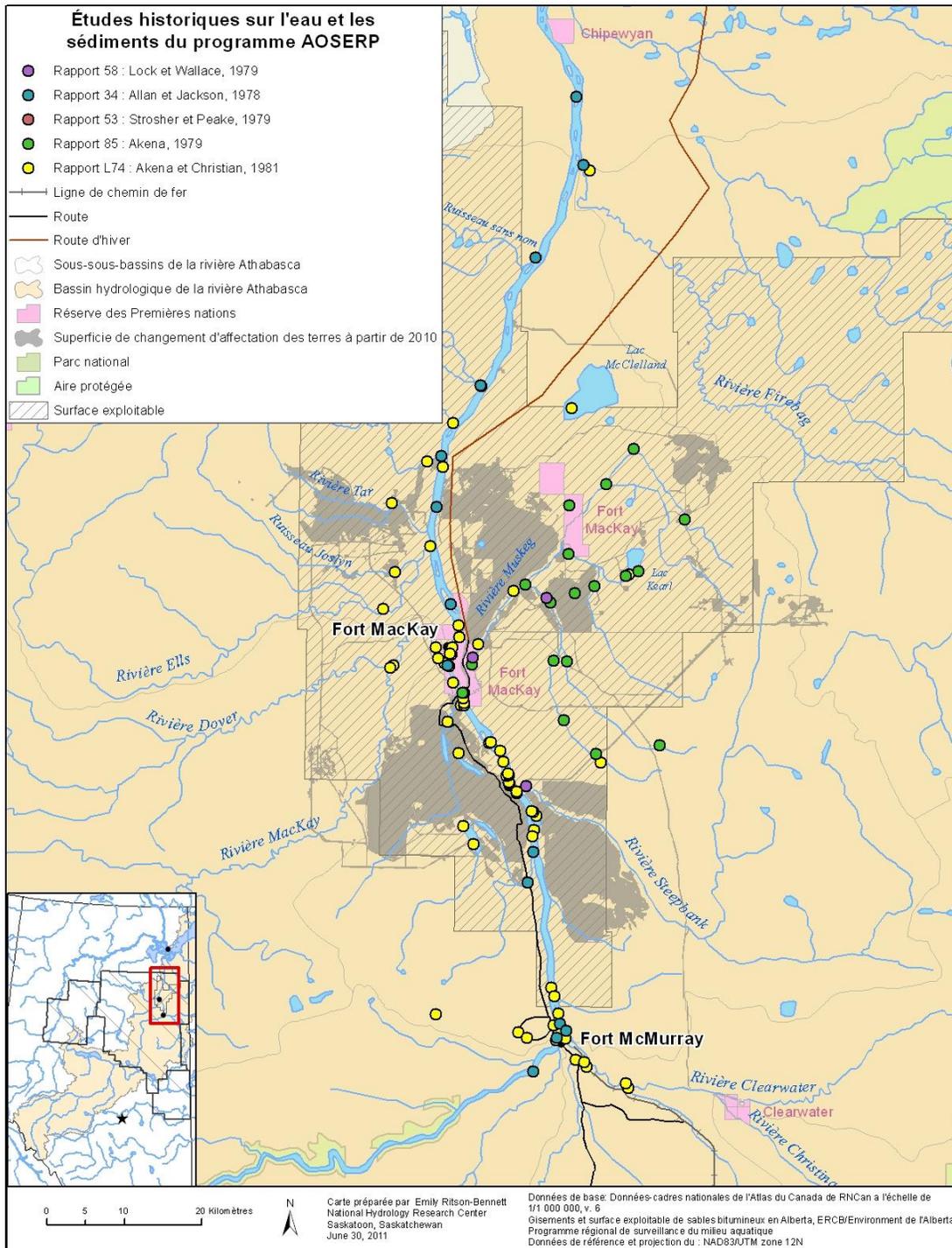
**Figure 15 : Sites de l'étude sur l'interaction des eaux souterraines et des eaux de surface d'Environnement Canada, de l'étude des infiltrations des nappes suspendues et de l'étude du Paléozoïque profond de l'Université de Calgary et de Ressources naturelles Canada**



**Figure 16 : Sites d'étude de Kelly et al. (2009; 2010) et de trois autres études relatives aux dépôts aériens dans le cours inférieur de la rivière Athabasca. Les deux études de Kelly et al. concernent les dépôts atmosphériques et les sources d'origine hydrique (liées au défrichement).**



**Figure 17 : Études sur la qualité de l'eau et des sédiments du programme AOSERP dans la région des sables bitumineux dont la surface est exploitable**



**Figure 18 : Étude historique ciblée de l'Initiative des écosystèmes des rivières du Nord (financée par le GRDE) (Headley et al., 2001) et étude de suivi (Conly et al., 2007) réalisée ultérieurement dans la région des sables bitumineux de l'Athabasca**

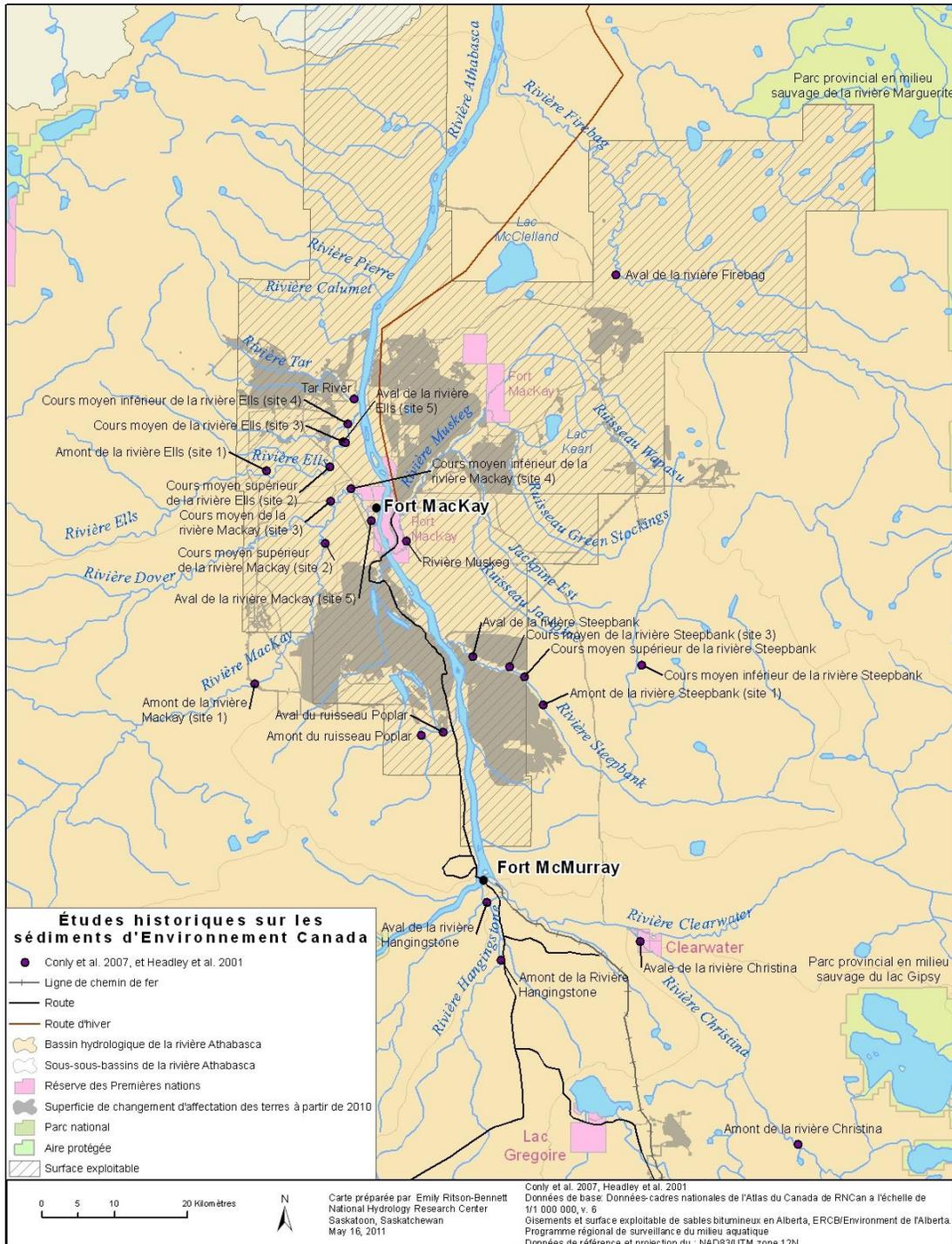


Figure 19 : Contribution relative des cours supérieur, moyen et inférieur de la rivière Athabasca au débit global

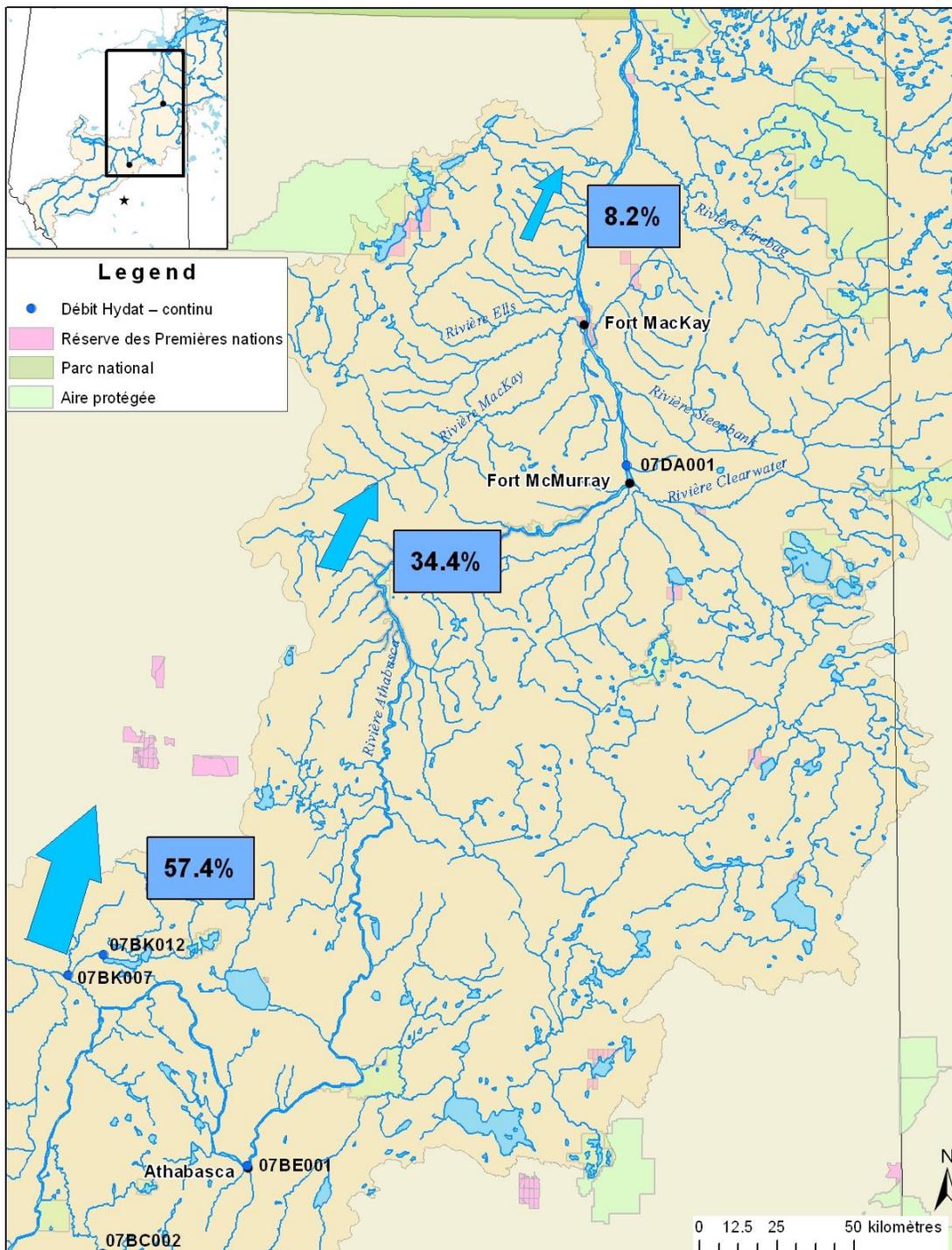


Figure 20 : Sites d'Embaras et de Fort McMurray – comparaison des mesures de débit directes relevées quasi simultanément entre 1971 et 1980

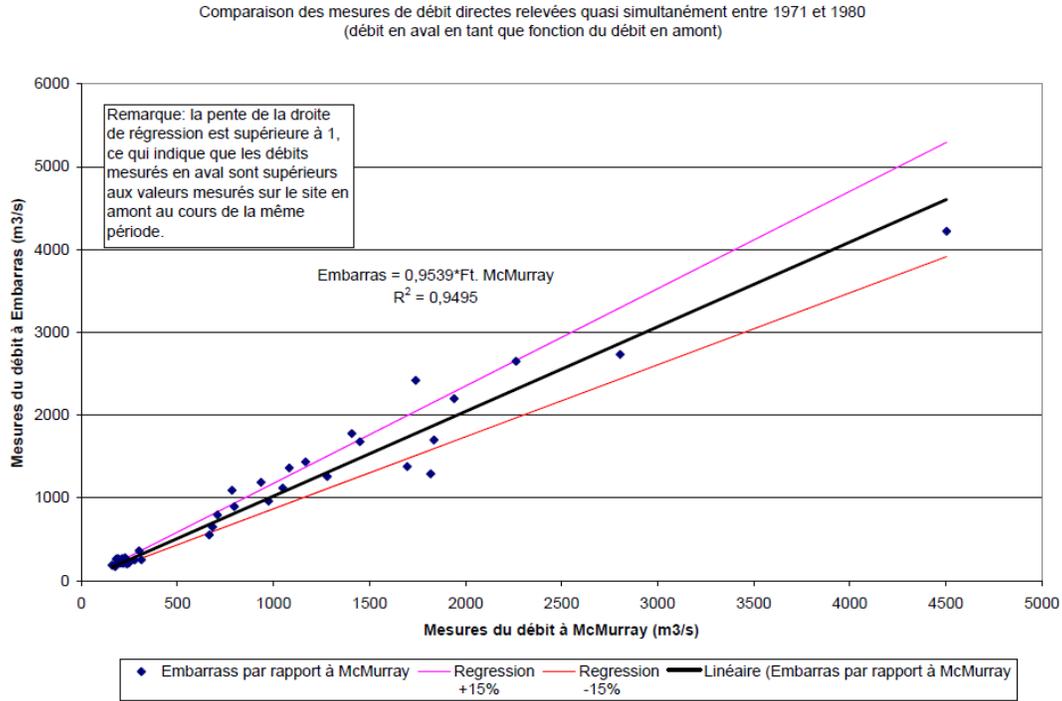
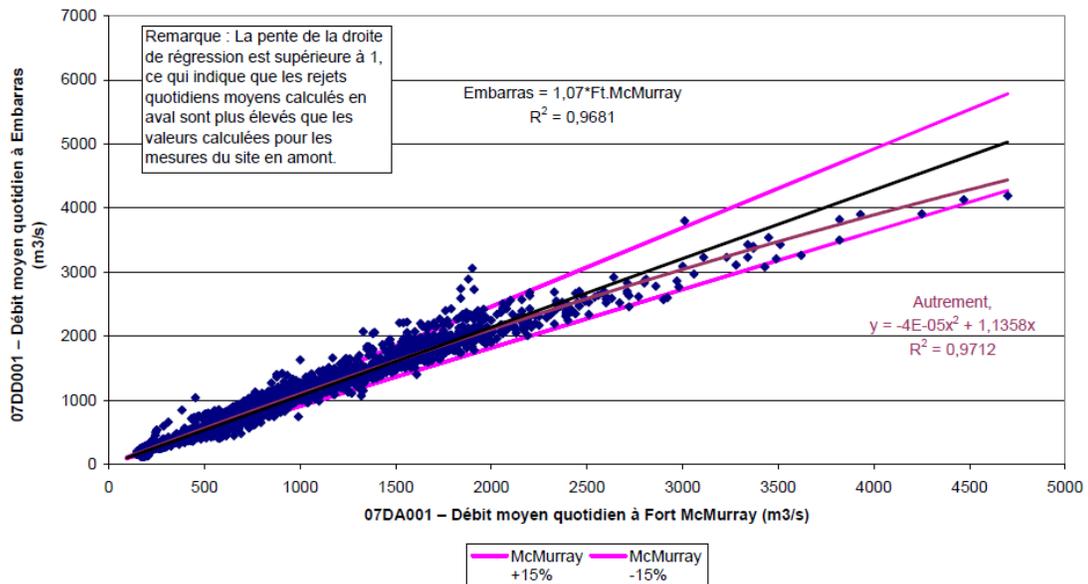
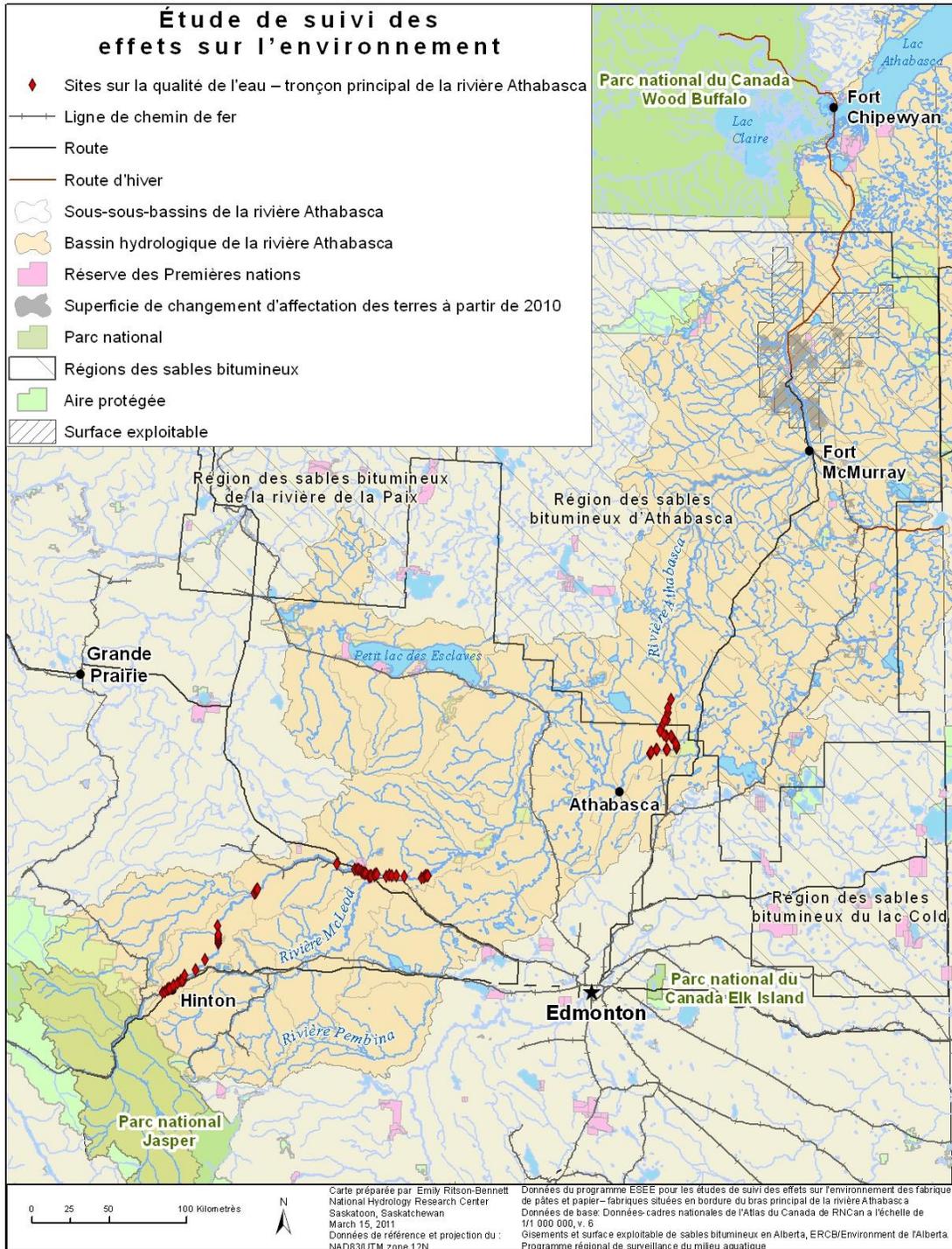


Figure 21 : Comparaison des hydrogrammes entre les sites de Fort McMurray et d'Embaras

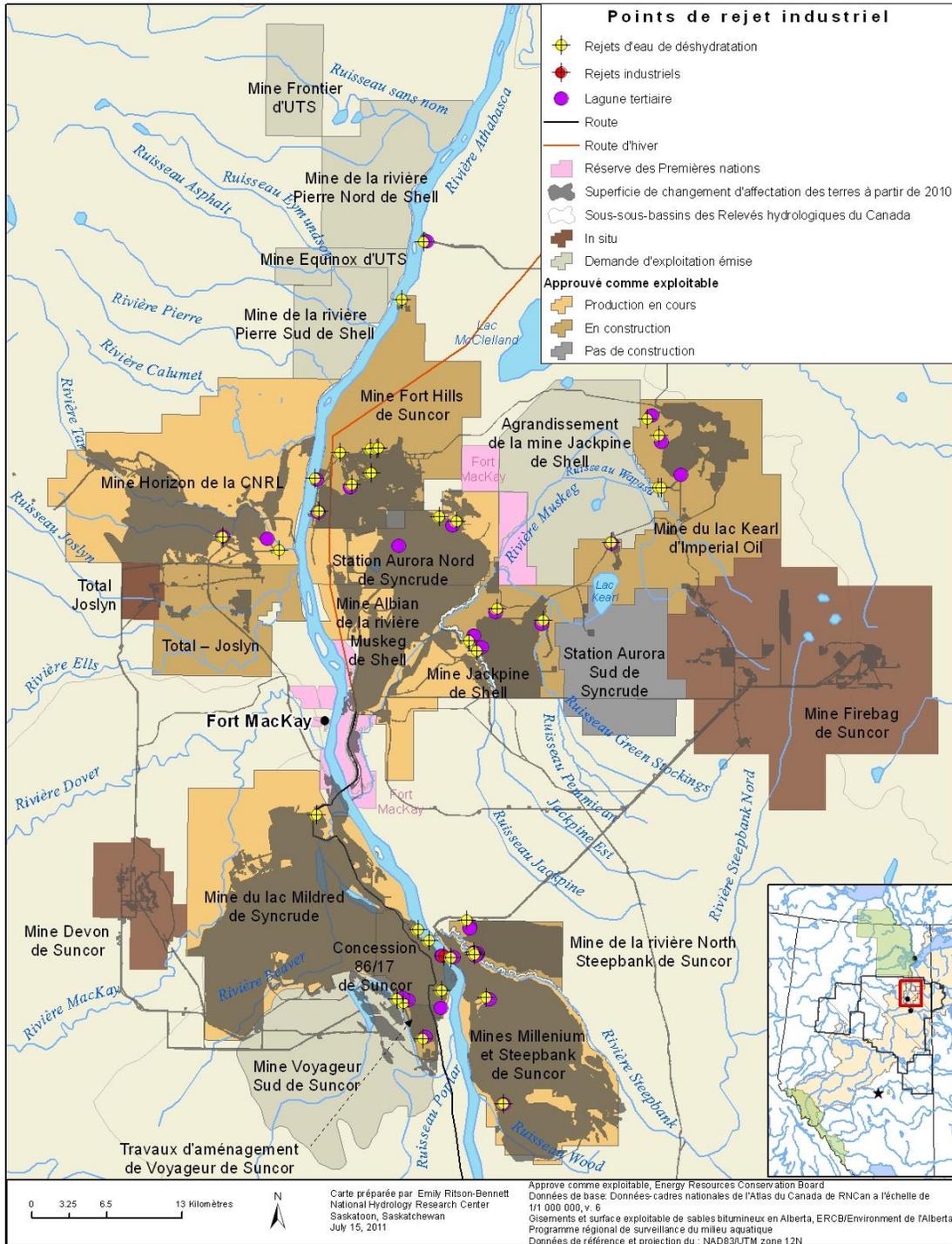
Comparaison des hydrogrammes simultanés entre les sites de Fort McMurray et d'Embaras, sur la rivière Athabasca  
Données de 1971 à 1984 Décalage de 2 jours



**Figure 22 : Sites d'échantillonnage de la qualité de l'eau du Programme de suivi des effets sur l'environnement dans le secteur des pâtes et papiers pour les usines situées sur le tronçon principal de la rivière Athabasca. Les usines représentées sont celles d'Hinton Pulp, à Hinton, de l'Alberta Newsprint Company et de la Millar Western Pulp Ltd., à Whitecourt, ainsi que de l'Alberta-Pacific Forest Industries Inc., à Athabasca.**



**Figure 23 : Carte des rejets (eaux de déshydratation) pour les exploitations de sables bitumineux (« approuvés comme exploitables ») et des effluents industriels de la société Suncor. Le terme « bassin » désigne des bassins de sédimentation ou des lagunes tertiaires (et non des bassins de résidus). Les activités prévues (« demande d'exploitation émise ») sont aussi représentées, à titre de référence.**



## **ANNEXE 1 : PARAMÈTRES ÉCHANTILLONNÉS PAR LES PROGRAMMES DE SURVEILLANCE ET LES ÉTUDES CIBLÉES**

Le tableau suivant contient des renseignements précis sur les paramètres échantillonnés par les principaux programmes et autres activités de surveillance menés dans la région des sables bitumineux, jusqu'en 2011. Les symboles dans les cellules de chaque paramètre indiquent que ce paramètre a été échantillonné dans le cadre de ce programme ou de cette étude. AOSERP (Projet de recherche environnementale sur les sables bitumineux de l'Alberta), NRBS (Étude sur les bassins des rivières du Nord ou EBRN) et NREI (Initiative des écosystèmes des rivières du Nord ou IERN) sont indiqués par un numéro d'étude; ainsi, le ou les nombres dans une cellule pour un paramètre donné renvoient au numéro de l'étude dans le cadre de laquelle le paramètre a été échantillonné. Les références croisées pour les numéros d'étude sont données au bas du tableau. Des notes sur des séries de paramètres propres à une seule étude ou à un seul programme sont également données au bas du tableau.

Note de l'Éditeur: IMPORTANT! Le contenu de l'Annexe 1 est de l'information historique précédant le Plan de surveillance intégré pour les sables bitumineux, et le Plan de mise en œuvre conjoint Canada-Alberta pour la surveillance visant les sables bitumineux. Les listes de paramètres, les sites et les fréquences d'échantillonnage de l'Alberta Environment et d'Environnement Canada comporteront des différences qui prendront effet à mesure que le Plan de mise en œuvre procédera.

Normes de décision en vue de l'inclusion ou de l'exclusion des documents dans le tableau d'information du deuxième volet de la phase 1.

### **NON INCLUS :**

- documents relatifs à la qualité de l'eau ou des sédiments qui rapportent des échantillonnages dans la zone d'intérêt, mais qui ne concernent que des contaminants habituellement associés aux effluents des usines de pâtes et papiers;
- documents qui abordent les programmes d'échantillonnage au sein de la zone d'intérêt, mais qui présentent exclusivement des données provenant d'études, de rapports ou de programmes antérieurs (ils ne présentent pas de nouvelles données);
- mesures hydrologiques isolées (p. ex. débit, profondeur) prélevées au cours d'études ciblées concernant la qualité de l'eau ou des sédiments ou portant sur les poissons ou le benthos;
- bases de données;
- documents qui prélèvent des échantillons aux fins d'analyse des contaminants destinés à être présentés dans des rapports à venir (source non citée).

### **INCLUS :**

- Documents qui ne présentent qu'un ou deux sites d'échantillonnage dans la zone d'intérêt (au sein d'une majorité de sites situés à l'extérieur).

Contractions utilisées au besoin dans le tableau :

AENV – LTRN : Programme à long terme de surveillance du réseau des rivières (LTRN – Long Term River Network) du ministère de l'Environnement de l'Alberta (AENV) (se reporter aux figures 1 à 3).

EC : Sites d'Environnement Canada sur la rivière Athabasca (se reporter aux figures 1 à 3).

Les études de suivi des effets sur l'environnement se réfèrent au programme d'Étude de suivi des effets sur l'environnement (ESEE) d'Environnement Canada (EC) et du ministère de l'Environnement de l'Alberta décrit à la section 2 D1 (se reporter à la figure 22). Les données des ESEE sur la qualité de l'eau provenant des usines situées sur le tronçon principal de la rivière Athabasca ont été fournies par Paula Siwik, Coordinatrice d'ESEE, région des Prairies et du Nord.

RAMP : Programme régional de surveillance du milieu aquatique (RAMP – Regional Aquatics Monitoring Program), décrit à la section 1 A1.3 (se reporter aux figures 10, 11, 12, et 13).

CCL : Étude approfondie de la charge de contaminants (CCL – Comprehensive Contaminant Load Study), décrite à la section 1 A2.1.1 (se reporter également à la figure 14).

CGE de la rivière Muskeg : Cadre de gestion de l'eau de la rivière Muskeg, décrit à la section 1 A2.1.2 (se reporter également à la figure 14).

**Analyse des activités et des programmes passés et actuels de surveillance des eaux de surface dans la région des sables bitumineux d'Athabasca, (jusqu'en 2011)**

Paramètres	AENV-LRTN	Étude CCL d'AENV sur les rivières	Étude CCL d'AENV sur les lacs	CGE de la rivière Muskeg d'AENV	Surveillance à long terme d'Environnement Canada	Étude d'Environnement Canada sur les rejets dans les eaux souterraines peu profondes	Étude des infiltrations des nappes suspendues d'Environnement Canada	Étude de suivi des effets sur l'environnement	Programme RAMP	
									Oui	Oui
Plus de 5 années de données dans le programme	Oui				Oui			Oui	Oui	Oui
Objet du programme ou de l'étude	Eau	Eau	Eau	Eau	Eau	Eau	Eau	Eau	Eau	Sédiments
Références : Se reporter au tableau ci-dessous les renvois	<a href="http://environment.alberta.ca/01288.html">http://environment.alberta.ca/01288.html</a>	Gouvernement de l'Alberta, 2010	Gouvernement de l'Alberta, 2010	Ministère de l'Environnement de l'Alberta, 2009		Malcolm Conly, comm. pers., 2011	Malcolm Conly, comm. pers., 2011	Paula Siwik, comm. pers., 2011	RAMP, 2009; 2011	RAMP, 2009; 2011
Fréquence générale d'échantillonnage	Une fois par mois	Une fois par mois ou 4 fois par an	Une fois par an	Une fois par mois	Une fois par mois, sauf la 27 <sup>e</sup> ligne de référence			Une fois tous les 4 ans	Remarque 2 ci-dessous	Remarque 3 ci-dessous
<b>Métaux (T – total; D – dissout; E – extractible)</b>										
Aluminium	TD	TD	TD	TD	TD	D	TD	TD	TD	T
Antimoine	TD	TD	TD	TD	TD	D	TD	TD	TD	T
Arsenic	TD	TD	TD	TD	TD	D	TD	TD	TD	T
Baryum	TD	TD	TD	TD	TD	D	TD	TD	TD	T
Béryllium	TD	TD	TD	TD	TD	D	TD	TD	TD	T
Bismuth	TD	TD	TD	TD	TD	D	TD	TD	TD	T
Boron	TD	TD	TD	TD	TD	D	TD	TD	TD	T
Cadmium	TD	TD	TD	TD	TD	D	TD	TD	TD	T
Chrome	TD	TD	TD	TD	TD	D	TD	TD	TD	T
Chrome hexavalent	T	T	TD	T						
Cobalt	TD	TD	TD	TD	TD	D	TD	TD	TD	T
Cuivre	TD	TD	TD	TD	TD	D	TD	TD	TD	T
Gallium					TD	D	TD			
Fer	TD	TD	TD	TD	TD	D	TD	TD	TD	T
Lanthane					TD	D	TD			
Plomb	TD	TD	TD	TD	TD	D	TD	TD	TD	T
Lithium	TD	TD	TD	TD	TD	D	TD	TD	TD	T
Manganèse	TD	TD	TD	TD	TD	D	TD	TD	TD	T
Mercurure	T	T	TD	T			TD	TD	TD	T
Molybdène	TD	TD	TD	TD	TD	D	TD	TD	TD	T
Nickel	TD	TD	TD	TD	TD	D	TD	TD	TD	T
Rubidium					TD	D	TD			
Sélénium	TD	TD	TD	TD	TD	D	TD	TD	TD	T
Argent	TD	TD	TD	TD	TD	D	TD	TD	TD	T
Strontium	TD	TD	TD	TD	TD	D	TD		TD	T
Thallium	TD	TD	TD	TD	TD	D	TD	TD	TD	T
Thorium	TD	TD	TD	TD					TD	
Étain	TD	TD	TD	TD				TD	TD	T
Titane	TD	TD	TD	TD				TD	TD	T
Uranium	TD	TD	TD	TD	TD	D	TD	TD	TD	T
Vanadium	TD	TD	TD	TD	TD	D	TD	TD	TD	T
Zinc	TD	TD	TD	TD	TD	D	TD	TD	TD	T
Zirconium										
Métaux lourds		T								
<b>HAP</b>										
1-méthyl-naphtalène	x	x		x	x		x			
3-méthylcholanthène	x	x		x	x		x			
2-méthyl-naphtalène	x	x		x	x		x			
7,12-Diméthylbenz(a)anthracène	x	x		x	x		x			
Benzo(c)phénanthrène	x	x		x	x		x			
Naphtalène	x	x		x	x		x		x	x
Acénaphthylène	x	x		x	x		x		x	x

**Analyse des activités et des programmes passés et actuels de surveillance des eaux de surface dans la région des sables bitumineux d'Athabasca, (jusqu'en 2011)**

Paramètres	AENV-LRTN	Étude CCL d'AENV sur les rivières	Étude CCL d'AENV sur les lacs	CGE de la rivière Muskeg d'AENV	Surveillance à long terme d'Environnement Canada	Étude d'Environnement Canada sur les rejets dans les eaux souterraines peu profondes	Étude des infiltrations des nappes suspendues d'Environnement Canada	Étude de suivi des effets sur l'environnement	Programme RAMP	
									Oui	Oui
Plus de 5 années de données dans le programme	Oui				Oui			Oui	Oui	
Objet du programme ou de l'étude	Eau	Eau	Eau	Eau	Eau	Eau	Eau	Eau	Sédiments	
Références : Se reporter au tableau ci-dessous les renvois	<a href="http://environment.alberta.ca/01288.html">http://environment.alberta.ca/01288.html</a>	Gouvernement de l'Alberta, 2010	Gouvernement de l'Alberta, 2010	Ministère de l'Environnement de l'Alberta, 2009		Malcolm Conly, comm. pers., 2011	Malcolm Conly, comm. pers., 2011	Paula Siwik, comm. pers., 2011	RAMP, 2009; 2011	RAMP, 2009; 2011
Fréquence générale d'échantillonnage	Une fois par mois	Une fois par mois ou 4 fois par an	Une fois par an	Une fois par mois	Une fois par mois, sauf la 27 <sup>e</sup> ligne de référence			Une fois tous les 4 ans	Remarque 2 ci-dessous	Remarque 3 ci-dessous
Acénaphthène	x	x		x	x		x		x	x
Fluorène	x	x		x	x		x		x	x
Phénanthrène	x	x		x	x		x		x	x
Anthracène	x	x		x	x		x		x	x
Fluoranthène	x	x		x	x		x		x	x
Pyrène	x	x		x	x		x		x	x
Benz[a]anthracène	x	x		x	x		x		x	x
Chrysène	x	x		x	x		x		x	x
Benzo[b]fluoranthène	x	x		x	x		x		x	x
Benzo[k]fluoranthène	x	x		x	x		x		x	x
Benzo[e]pyrène	x	x		x	x		x			
Benzo[a]pyrène	x	x		x	x		x		x	x
Dibenzo[a,h]pyrène	x	x		x	x		x			
Dibenzo[a,i]pyrène	x	x		x	x		x			
Dibenzo[a,l]pyrène	x	x		x	x		x			
Pérylène	x	x		x	x		x			
Dibenzo[a,h]anthracène	x	x		x	x		x		x	x
Indeno[1,2,3-c,d]pyrène	x	x		x	x		x		x	x
Benzo[g,h,i]pérylène	x	x		x	x		x		x	x
Acridine		x		x	x		x			
Méthyl acénaphthène		x							x	x
Biphényle		x							x	x
Rétène	x	x		x	x		x		x	x
Dibenzothiophène		x							x	x
Méthyl-biphényle		x							x	x
Diméthyl-biphényle		x							x	x
C1-benzofluoranthène/benzopyrène		x							x	x
C2-benzofluoranthène/benzopyrène		x							x	x
C1-naphtalènes		x							x	x
C2-naphtalènes		x							x	x
C3-naphtalènes		x							x	x
C4-naphtalènes		x							x	x
C1-fluorènes		x							x	x
C2-fluorènes		x							x	x
C3-fluorènes		x								x
C4-fluorènes										
C1-dibenzothiophène		x							x	x
C2-dibenzothiophènes		x							x	x
C3-dibenzothiophènes		x							x	x
C4-dibenzothiophènes		x							x	x
C1-phénanthrènes/anthracènes		x							x	x
C2-phénanthrènes/anthracènes		x							x	x

**Analyse des activités et des programmes passés et actuels de surveillance des eaux de surface dans la région des sables bitumineux d'Athabasca, (jusqu'en 2011)**

Paramètres	AENV-LRTN	Étude CCL d'AENV sur les rivières	Étude CCL d'AENV sur les lacs	CGE de la rivière Muskeg d'AENV	Surveillance à long terme d'Environnement Canada	Étude d'Environnement Canada sur les rejets dans les eaux souterraines peu profondes	Étude des infiltrations des nappes suspendues d'Environnement Canada	Étude de suivi des effets sur l'environnement	Programme RAMP	
									Oui	Oui
Plus de 5 années de données dans le programme	Oui				Oui			Oui	Oui	
Objet du programme ou de l'étude	Eau	Eau	Eau	Eau	Eau	Eau	Eau	Eau	Sédiments	
Références : Se reporter au tableau ci-dessous les renvois	<a href="http://environment.alberta.ca/01288.html">http://environment.alberta.ca/01288.html</a>	Gouvernement de l'Alberta, 2010	Gouvernement de l'Alberta, 2010	Ministère de l'Environnement de l'Alberta, 2009		Malcolm Conly, comm. pers., 2011	Malcolm Conly, comm. pers., 2011	Paula Siwik, comm. pers., 2011	RAMP, 2009; 2011	RAMP, 2009; 2011
Fréquence générale d'échantillonnage	Une fois par mois	Une fois par mois ou 4 fois par an	Une fois par an	Une fois par mois	Une fois par mois, sauf la 27 <sup>e</sup> ligne de référence			Une fois tous les 4 ans	Remarque 2 ci-dessous	Remarque 3 ci-dessous
C3-phénanthrènes/anthracènes		x							x	x
C4-phénanthrènes/anthracènes		x							x	x
C1-fluoranthènes/pyrènes		x							x	x
C2-fluoranthènes/pyrènes										x
C3-fluoranthènes/pyrènes										x
C4-fluoranthènes/pyrènes										
C1-benz[a]anthracènes/chrysènes		x							x	x
C2-benz[a]anthracènes/chrysènes	x	x							x	x
C1-chrysène										
C2-chrysène										
C3-chrysène										
C4-chrysène										
<b>Acides naphthéniques</b>										
total	x	x		x	x	x	x		x	
<b>Éléments nutritifs</b>										
DOC	x	x	x	x	x			x	x	
DIC			x					x	x	
TOC	x	x		x	x			x	x	x
POC								x		
DKN								x		
TKN	x	x	x	x	x			x	x	
DON								x		
PON										
TDN			x		x			x	x	
TN	x	x	x	x	x			x	x	
TIN										
NH4						x				
Azote ammoniacal	x	x	x	x	x			x	x	
Nitrate + nitrite	x	x	x	x	x	x		x	x	
Chlorophylle a	x	x	x	x	x			x	x	
TP	x	x	x	x	x			x	x	x
TDP	x	x	x	x	x			x	x	
Silice réactive	x	x		x	x			x		
<b>Ions majeurs</b>										
Calcium	x	x	x	x	x			x	x	x
Potassium	x	x	x	x	x			x	x	x
Magnésium	x	x	x	x	x			x	x	x
Sodium	x	x	x	x	x			x	x	x
Sulfure	x	x		x	x			x	x	
Sulfate	x	x	x	x	x	x		x	x	
Chlorure	x	x	x	x	x			x	x	
Fluorure										

**Analyse des activités et des programmes passés et actuels de surveillance des eaux de surface dans la région des sables bitumineux d'Athabasca, (jusqu'en 2011)**

Paramètres	AENV-LRTN	Étude CCL d'AENV sur les rivières	Étude CCL d'AENV sur les lacs	CGE de la rivière Muskeg d'AENV	Surveillance à long terme d'Environnement Canada	Étude d'Environnement Canada sur les rejets dans les eaux souterraines peu profondes	Étude des infiltrations des nappes suspendues d'Environnement Canada	Étude de suivi des effets sur l'environnement	Programme RAMP	
									Oui	Oui
Plus de 5 années de données dans le programme	Oui				Oui			Oui	Oui	Oui
Objet du programme ou de l'étude	Eau	Eau	Eau	Eau	Eau	Eau	Eau	Eau	Eau	Sédiments
Références : Se reporter au tableau ci-dessous les renvois	<a href="http://environment.alberta.ca/01288.html">http://environment.alberta.ca/01288.html</a>	Gouvernement de l'Alberta, 2010	Gouvernement de l'Alberta, 2010	Ministère de l'Environnement de l'Alberta, 2009		Malcolm Conly, comm. pers., 2011	Malcolm Conly, comm. pers., 2011	Paula Siwik, comm. pers., 2011	RAMP, 2009; 2011	RAMP, 2009; 2011
Fréquence générale d'échantillonnage	Une fois par mois	Une fois par mois ou 4 fois par an	Une fois par an	Une fois par mois	Une fois par mois, sauf la 27 <sup>e</sup> ligne de référence			Une fois tous les 4 ans	Remarque 2 ci-dessous	Remarque 3 ci-dessous
Silicium			x					x	x	
Dureté	x	x	x	x	x			x	x	
Alcalinité	x	x	x	x	x	x			x	
Bicarbonate	x	x	x	x	x			x	x	
<b>Paramètres physiques</b>										
Conductivité/conductance	x	x	x	x	x		x		x	
pH	x	x	x	x	x	x		x	x	
Température	x	x		x	x		x	x		
Turbidité	x	x	x	x	x			x	x	
MDT	x	x	x	x	x			x	x	
Total des solides en suspension	x	x	x	x	x			x	x	
DBO	x	x		x	x			x	x	
Couleur	x	x	x	x	x			x	x	
<b>Hydrocarbures pétroliers</b>										
Benzène	x	x		x	x	x				x
Toluène	x	x		x	x	x				x
Éthylène	x	x		x	x	x				x
Xylène	x	x		x	x	x				x
F1 (C6-C10)		x		x	x					x
F2 (C10-C16)		x		x	x					x
F3 (C16-C34)		x		x	x					x
F4 (C34-C50)		x		x	x					x
<b>Huiles et graisses</b>										
Colorimétrie										
Gravimétrie										
<b>Cyanure</b>	x	x		x	x					
Matières organiques, y compris les pesticides (voir la liste de paramètres dans le tableau ci-dessous)	Remarque 1									
		Remarque [Caractères gras = DMSP seulement]						Remarque 2 Échantillonnage saisonnier au cours des 3 premières années sur un nouveau site, puis une fois par an (à l'automne) avec peu d'échantillonnages saisonniers sur plusieurs sites.  Remarque 3 Avant 2006 = échantillonnage annuel à l'automne pendant les 3 premières années, puis une fois tous les 3 ans pour les sites dans les bassins versants où se trouvent des stations du programme RAMP préexistantes = échantillons prélevés de pair avec le calendrier relatif aux invertébrés benthiques.		

**Analyse des activités et des programmes passés et actuels de surveillance des eaux de surface dans la région des sables bitumineux d'Athabasca, (jusqu'en 2011)**

Paramètres	Programme AOSERP			EBRN		Syncrude, 1977	Syncrude, 1977; 1978	Kelly <i>et al.</i> , 2009; 2010	Hazewinkel <i>et al.</i> , 2008; Curtis <i>et al.</i> , 2010	Colavecchia <i>et al.</i> , 2004	Conly <i>et al.</i> , 2007; Headley <i>et al.</i> , 2001
Plus de 5 années de données dans le programme											
Objet du programme ou de l'étude	Eau et sédiments	Eau	Sédiments	Sédiments		Eau	Eau	Eau	Eau	Sédiments	Sédiments
Références : Se reporter au ci-dessous tableau les renvois	17 / 53	71 / 85 / 87 / 94 / L-74	34	Crosley, 1996	Brownlee <i>et al.</i> , 1996	Aquatic Environments Ltd, 1977	Aquatic Environments Ltd, 1977; 1978				
Fréquence générale d'échantillonnage											Une fois par an pendant 3 ans
<b>Métaux (T – total; D – dissout; E – extractible)</b>											
Aluminium		85[T]	34				x				
Antimoine								TD			
Arsenic	17	85[T]	34					TD			T
Baryum			34								
Béryllium			34					TD			
Bismuth		85[T]									
Boron		85[T]					x				
Cadmium	17	85[T], L-74[E]					x	TD			T
Chrome	17	L-74[E]	34				x	TD			
Chrome hexavalent		85[T]									
Cobalt		85[T], L-74[E]	34				x				T
Cuivre	17	85[T], L-74[E]	34				x	TD			T
Gallium											
Fer	17	71, 85[T], 87, 94[T], L-74[E]	34				x				T
Lanthane											
Plomb	17	85[T], L-74[E]	34				x	TD			T
Lithium											
Manganèse	17	71, 85[T], L-74[E]	34								T
Mercuré	17	85[T], L-74[E]	34	x			x	TD			
Molybdène											
Nickel	17	85[T], L-74[E]	34				x	TD			T
Rubidium											
Sélénium	17	85[T]						TD			
Argent		85[T]						TD			
Strontium			34								T
Thallium								TD			
Thorium											
Étain											
Titane		85[T]	34								
Uranium											
Vanadium	17	85[T]	34				x				
Zinc	17	85[T], L-74[E]	34				x	TD			
Zirconium											
Métaux lourds											
<b>HAP</b>	53										
1-méthyl-naphthalène											
3-méthyl-cholanthrène											
2-méthyl-naphthalène											
7,12-Diméthylbenz(a)anthracène											
Benzo(c)phénanthrène											
Naphthalène				x				x		x	x
Acénaphthylène				x				x		x	x

**Analyse des activités et des programmes passés et actuels de surveillance des eaux de surface dans la région des sables bitumineux d'Athabasca, (jusqu'en 2011)**

Paramètres	Programme AOSERP			EBRN		Synchrude, 1977	Synchrude, 1977; 1978	Kelly <i>et al.</i> , 2009; 2010	Hazewinkel <i>et al.</i> , 2008; Curtis <i>et al.</i> , 2010	Colavecchia <i>et al.</i> , 2004	Conly <i>et al.</i> , 2007; Headley <i>et al.</i> , 2001
	Eau et sédiments	Eau	Sédiments	Sédiments	Sédiments	Eau	Eau	Eau	Eau	Sédiments	Sédiments
Plus de 5 années de données dans le programme											
Objet du programme ou de l'étude	Eau et sédiments	Eau	Sédiments	Sédiments	Sédiments	Eau	Eau	Eau	Eau	Sédiments	Sédiments
Références : Se reporter au tableau ci-dessous les renvois	17 / 53	71 / 85 / 87 / 94 / L-74	34	Crosley, 1996	Brownlee <i>et al.</i> , 1996	Aquatic Environments Ltd, 1977	Aquatic Environments Ltd, 1977; 1978				
Fréquence générale d'échantillonnage											Une fois par an pendant 3 ans
Acénaphthène				x				x		x	x
Fluorène				x				x		x	x
Phénanthrène				x	x			x		x	x
Anthracène				x				x		x	x
Fluoranthène				x	x			x		x	x
Pyrène				x	x			x		x	x
Benz[a]anthracène				x	x			x		x	x
Chrysène				x	x			x		x	x
Benzo[b]fluoranthène				x	x			x		x	x
Benzo[j+k]fluoranthène				x				x		x	x
Benzo[e]pyrène				x						v	x
Benzo[a]pyrène				x	x			x		x	x
Dibenzo[a,h]pyrène											x
Dibenzo[a,i]pyrène											x
Dibenzo[a,l]pyrène											x
Pérylène				x						x	x
Dibenzo[a,h]anthracène				x	x			x		x	x
Indeno[1,2,3-c,d]pyrène				x	x			x		x	x
Benzo[g,h,i]pérylène				x	x			x		x	x
Acridine											
Méthyl acénaphthène											
Biphényle								x			x
Rétène				x							
Dibenzothiophène				x				x			x
Méthyl-biphényle											
Diméthyl-biphényle											
C1-benzofluoranthène/benzopyrène										x	
C2-benzofluoranthène/benzopyrène										x	
C1-naphtalènes				x				x		x	x
C2-naphtalènes				x				x		x	x
C3-naphtalènes				x				x		x	x
C4-naphtalènes				x				x		x	x
C1-fluorènes								x		x	x
C2-fluorènes								x		x	x
C3-fluorènes								x		x	x
C4-fluorènes								x		x	x
C1-dibenzothiophène				x				x			x
C2-dibenzothiophènes				x				x			x
C3-dibenzothiophènes								x			x
C4-dibenzothiophènes								x			x
C1-phénanthrènes/anthracènes								x		x	x
C2-phénanthrènes/anthracènes								x		x	x

**Analyse des activités et des programmes passés et actuels de surveillance des eaux de surface dans la région des sables bitumineux d'Athabasca, (jusqu'en 2011)**

Paramètres	Programme AOSERP			EBRN		Synchrude, 1977	Synchrude, 1977; 1978	Kelly <i>et al.</i> , 2009; 2010	Hazewinkel <i>et al.</i> , 2008; Curtis <i>et al.</i> , 2010	Colavecchia <i>et al.</i> , 2004	Conly <i>et al.</i> , 2007; Headley <i>et al.</i> , 2001
	Eau et sédiments	Eau	Sédiments	Sédiments		Eau	Eau	Eau	Eau	Sédiments	Sédiments
<b>Plus de 5 années de données dans le programme</b>											
<b>Objet du programme ou de l'étude</b>	Eau et sédiments	Eau	Sédiments	Sédiments		Eau	Eau	Eau	Eau	Sédiments	Sédiments
<b>Références : Se reporter au tableau ci-dessous les renvois</b>	17 / 53	71 / 85 / 87 / 94 / L-74	34	Crosley, 1996	Brownlee <i>et al.</i> , 1996	Aquatic Environments Ltd, 1977	Aquatic Environments Ltd, 1977; 1978				
<b>Fréquence générale d'échantillonnage</b>											Une fois par an pendant 3 ans
C3-phénanthrènes/anthracènes								x		x	x
C4-phénanthrènes/anthracènes								x		x	x
C1-fluoranthènes/pyrènes				x				x		x	x
C2-fluoranthènes/pyrènes				x				x		x	x
C3-fluoranthènes/pyrènes				x				x		x	x
C4-fluoranthènes/pyrènes				x				x		x	x
C1-benz[ <i>a</i> ]anthracènes/chrysènes										x	
C2-benz[ <i>a</i> ]anthracènes/chrysènes										x	
C1-chrysène								x			x
C2-chrysène								x			x
C3-chrysène								x			x
C4-chrysène								x			x
<b>Acides naphthéniques</b>											
total											
<b>Éléments nutritifs</b>											
DOC											
DIC		71, 85									
TOC		85, 94	34				x				
POC											
DKN											
TKN		85, L-74	34								
DON											
PON											
TDN		71				x					
TN							x		x		
TIN											
NH4											
Azote ammoniacal		71, 85, 94									
Nitrate + nitrite		71, 85									
Chlorophylle a		71, 85, L-74									
TP		85, 94					x		x		
TDP		71				x	x				
Silice réactive		94, L-74				x	x				
<b>Ions majeurs</b>											
Calcium		71, 85, 87, 94, L-74	34			x	x				
Potassium		71, 85, 87, 94, L-74				x	x				
Magnésium		71, 85, 87, 94, L-74	34			x	x				
Sodium		71, 85, 87, 94, L-74	34			x	x				
Sulfure		85									
Sulfate		71, 85, 87, 94, L-74				x	x				
Chlorure		71, 85, 87, 94, L-74				x	x				
Fluorure		L-74									

**Analyse des activités et des programmes passés et actuels de surveillance des eaux de surface dans la région des sables bitumineux d'Athabasca, (jusqu'en 2011)**

Paramètres	Programme AOSERP			EBRN		Synchrude, 1977	Synchrude, 1977; 1978	Kelly <i>et al.</i> , 2009; 2010	Hazewinkel <i>et al.</i> , 2008; Curtis <i>et al.</i> , 2010	Colavecchia <i>et al.</i> , 2004	Conly <i>et al.</i> , 2007; Headley <i>et al.</i> , 2001
	Eau et sédiments	Eau	Sédiments	Sédiments		Eau	Eau	Eau	Eau	Sédiments	Sédiments
<b>Plus de 5 années de données dans le programme</b>											
<b>Objet du programme ou de l'étude</b>	Eau et sédiments	Eau	Sédiments	Sédiments		Eau	Eau	Eau	Eau	Sédiments	Sédiments
<b>Références : Se reporter au tableau ci-dessous les renvois</b>	17 / 53	71 / 85 / 87 / 94 / L-74	34	Crosley, 1996	Brownlee <i>et al.</i> , 1996	Aquatic Environments Ltd, 1977	Aquatic Environments Ltd, 1977; 1978				
<b>Fréquence générale d'échantillonnage</b>											Une fois par an pendant 3 ans
Silicium		71, 85					x				
Dureté		85, 94, L-74					x				
Alcalinité		71, 85, 94, L-74					x				
Bicarbonate		85, 87, 94					x				
<b>Paramètres physiques</b>											
Conductivité/conductance		85, 87, 94, L-74				x	x				
pH		85, 87, 94, L-74				x	x				
Température		71				x	x				
Turbidité		85, 94, L-74				x	x				
MDT		85, L-74				x	x				
Total des solides en suspension		85, 94, L-74				x	x				
DBO											
Couleur		71, 85, L-74					x				
<b>Hydrocarbures pétroliers</b>											
Benzène											
Toluène											
Ethylène											
Xylène											
F1 (C6-C10)											
F2 (C10-C16)											
F3 (C16-C34)											
F4 (C34-C50)											
<b>Huiles et graisses</b>											
Colorimétrie		85, L-74									
Gravimétrie							x				
Cyanure		85									
<b>Matières organiques, y compris les pesticides (voir la liste de paramètres dans le tableau ci-dessous)</b>	Remarque 4			Remarque 5	Remarque 6						

Rapport du programme AOSERP n°	Citation
17	Lutz et Hendzel, 1976
34	Allan et Jackson, 1978
53	Stroscher et Peake, 1979
71	Hesslein, 1979
85	Akena, 1979
87	Schwartz, 1980
94	Ash et Noton, 1980
L-74	Akena et Christian, 1981

**Remarque 1 : Programme à long terme de surveillance du réseau des rivières du ministère de l'Environnement de l'Alberta, autres composés organiques**

Matières organiques, y compris les pesticides, échantillonnées sur les sites du programme à long terme de surveillance du réseau des rivières du ministère de l'Environnement de l'Alberta :

1,2-diphénylhydrazine, 2,4-diméthylphénol, 2,4-dinitrophénol, 2,4-dinitrotoluène, 2,6-dinitrotoluène, 2-chloronaphthalène, 2-chlorophénol, 2-méthyl-4,6-dinitrophénol, 2-nitrophénol, 4-bromophényl, phényléther, 4-chloro-2-méthylphénol, 4-chloro-3-méthylphénol, 4-chlorophényl-phényléther, 4-nitrophénol, bis(2-chloroéthoxy)méthane, bis(2-Chloroéthyl)éther, bis(2-chloroisopropyl)éther, hexachlorobenzène, hexachlorobutadiène, hexachlorocyclopentadiène, hexachloroéthane, isophorone, nitrobenzène, n-nitrosodi-n-propylamine, n-nitrosodiphénylamine, phénol, 1,1,1,2-tétrachloroéthane, 1,1,1-trichloroéthane, 1,1,2,2-tétrachloroéthane, 1,1,2-trichloroéthane, 1,1-dichloroéthane, 1,1-dichloroéthylène, 1,1-dichloropropylène, 1,2,3-trichlorobenzène, 1,2,4-triméthylbenzène, 1,2-dibromo-3-chloropropane, 1,2-dibromoéthane, 1,2-dichlorobenzène, 1,2-dichloroéthane, 1,2-dichloropropane, 1,3,5-triméthylbenzène, 1,3-dichlorobenzène, 1,3-dichloropropane, 2-chloroéthylvinyléther, 2-chloroéthoxyéthylène, 4-chlorotoluène, benzène, bromobenzène, dibromochlorométhane, bromoforme, bromométhane, cis-1,2-dichloroéthane, cis-1,3-dichloropropène, crésol (m-, o-, p-), dibromométhane, dichlorobromométhane, éthylbenzène, isopropylbenzène, m- + p-xylène, méthyltertiobutyléther, dichlorométhane, n-butylbenzène, n-propylbenzène, o-xylène, p-isopropyltoluène, sec-butylbenzène, styrène, tert-butylbenzène, tétrachloroéthylène, toluène, trans-1,2-dichloroéthène, trans-1,3-dichloropropène, trichloroéthylène, trichlorofluorométhane, trihalométhanes, chlorure de vinyle, xylène, 2,3,4,6-tétrachlorophénol, 2,3,6-trichlorophénol, 2,4,6-trichlorophénol, 2,4-dichlorophénol, 3,4,5-trichlorocatéchol, 3,4,5-trichloroguaïacol, 3,4,5-trichlorovératrol, 3,4,6-trichlorocatéchol, 3,4,6-trichloroguaïacol, 3,4-dichlorocatéchol, 3,5-dichlorocatéchol, 4,5,6-trichloroguaïacol, 4,5,6-trichlorosyringol, 4,5-dichlorocatéchol, 4,5-dichloroguaïacol, 4,5-dichlorovératrole, 4,6-dichloroguaïacol, 4-chlorocatéchol, 4-chloroguaïacol, 4-chlorophénol, bromacil, bromoxynil, carbathiine (carboxine), cyanazine, diazinone, diclofop-méthyl (Hoegrass), disulfoton (Disyston), diuron, chlorpyrifos-éthyl (Dursban), éthalfuraline (Edge), éthion, guthion, clopyralid (Lontrel), malathion, MCPA, MCPB, MCPP (Mécoprop), piclorame (Tordon), phorate (Thimet), terbufos, triallate (Avadex BW), trifluraline (Treflan), imazaméthabenz-méthyl, déséthylatrazine, désisopropylatrazine, quinclorac, imazéthapyr, fénoxaprop-P-éthyl, pyridabène, diméthoate (Cygon), pentachlorophénol, tétrachlorocatéchol, tétrachloroguaïacol, tétrachlorovératrol, acide 12, 14-dichlorodéhydroabiétique, acide 12-chlorodéhydroabiétique, acide 14-chlorodéhydroabiétique, acide abiétique, acide déhydroabiétique, acide isopimarique, acide lévopimarique, acide néoabiétique, acide palustrique, acide pimarique, acide sandaracopimarique, 2,4-D (acide dichlorophénoxyacétique), 2,4-DB, dichlorprop (2,4-DP), alpha-hexachlorobenzène (BHC), alpha-endosulfan, gamma-hexachlorocyclohexane (lindane), méthoxychlore (p,p'-méthoxychlore), atrazine, aldrine, dieldrine, métolachlore, imazamox,

parathion, métribuzine, dicamba, simazine, triclopyr, aminopyralide, napropamide, thiaméthoxam, vinclozoline, oxycarboxine, méthomyl, aldicarbe, clodinafop-propargyl, métabolite acide du clodinafo, 4-chloro-2-méthylphénol, 2,4-dichlorophénol, chlorothalonil, iprodione, propiconazole, hexaconazole, métalaxyl-M, fluazifop, fluroxypyr, quizalofop, bentazone, éthofumésate, linuron, composés organiques halogénés adsorbables (COHA).

**Remarque 2 :**

L'échantillonnage saisonnier sur la qualité de l'eau du programme RAMP est mené pendant trois ans à partir de la mise en place d'un site, puis une fois tous les trois ans à l'automne, avec des échantillonnages saisonniers limités pour certains sites.

**Remarque 3 :**

Avant 2006, l'échantillonnage des sédiments du programme RAMP était mené chaque année à l'automne pendant les trois années qui suivaient la mise en place d'un site, puis une fois tous les trois ans pour les sites situés dans des bassins versants disposant de stations RAMP préexistantes. Depuis 2006, les sédiments sont échantillonnés de pair avec le calendrier relatif aux invertébrés benthiques.

**Remarque 4 : Rapport du programme AOSERP n° 53**

Carbone organique total, asphaltènes, hydrocarbures aliphatiques, hydrocarbures aromatiques, composés polaires, composés amphotères, phénols, acides organiques, acides aminés, composés de soufre, composés de phosphore organique, composés d'azote organique, hydrocarbures chlorés\*, chlore, amides, tanins et lignines, composés organiques solubles dans l'eau.

\* Les réactions détectées des hydrocarbures chlorés ont révélé des composés résolus distincts semblables, en termes de caractère, aux réactions obtenues avec plusieurs pesticides; cependant, un examen plus approfondi avec un détecteur à capture d'électrons n'a pas permis de les définir comme les pesticides les plus couramment utilisés.

**Remarque 5 : Crosley, 1996**

acide primarique, acide sandaracopimarique, acide isopimarique, acide palustrique, DHI, DHA, acide abiétique, acide néoabiétique, 12/14 C1-DHA, 12,14-DiCl-DHA, acides résiniques totaux, M1CDD, D2CDD, T3CDD, T4CDD, P5CDD, H6CDD, H7CDD, O8CDD, M1CDF, D2CDF, T3CDF, T4CDF, P5CDF, H6CDF, H7CDF, O8CDF, 4-CP, 2,6-DCP, 2,4/2,5-DCP, 3,6-DCP, 2,3-DCP, 3,4-DCP, 6-CG, 5-CG, 2,4,6-TCP, 2,3,6,-TCP, 2,3,5-TCP, 2,4,5-TCP, 2,3,4-TCP, 3,4,5-TCP, 3-CC, 4-CC, 4,6-DCG, 3,4-DCG, 4,5-DCG, 3-S, 3,6-DCG, 3,5-DCC, 3,4-DCC, 4,5-DCC, 2,3,5,6-TCP, 2,3,4,6-TCP, 2,3,4,5-TCP, 5-CV, 6-CV, 3,5,-DCS, 3,4,6-TCG, 3,4,5-TCG, 4,5,6-TCG, 3,4,6-TCC, 3,4,5-TCC, 5,6-DCV, PCP, 2-CSA, 3,4,5,6-TCG, 3,4,5-TCS, 3,4,5,6-TCC, 2,6-DCSA, Aroclor 1242, Aroclor 1254, Aroclor 1260, PCB 77, PCB 126, PCB 169, composés organiques halogénés extractibles, toxaphène.

**Remarque 6 : Brownlee et al. 1996**

TCDD, PeCDD, HxCDD, HpCDD, TCDF, PeCDF, HxCDF, HpCDF, 2,3,7,8-TCDD, 1,2,3,7,8-PeCDD, 1,2,3,6,7,8-HxCDD, 1,2,3,7,8,9-HxCDD, 1,2,3,4,6,7,8-HpCDD, OCDD, 2,3,7,8-TCDF, 1,2,3,7,8-PeCDF, 2,3,4,7,8-PeCDF, 1,2,3,4,7,8-HxCDF, 1,2,3,6,7,8-HxCDF,

1,2,3,4,6,7,8-HpCDF, OCDF, acide pimarique, acide sandaracopimarique, acide isopimarique, acide palustrique, acide déhydroisopimarique, acide déhydroabiétique, acide abiétique, acide néoabiétique, acide 12,14-chlorodéhydroabiétique, acide 12,14-dichlorodéhydroabiétique, 4-chlorocatéchol, 2,4-dichlorocatéchol, 3,4,5-trichlorocatéchol, 3,4,6-trichlorocatéchol, tétrachlorocatéchol, 5-chlorovanilline, 6-chlorovanilline, 3,4,5-trichloroguaïacol, 3,4,5-trichlorovératrole, 2-chlorosyringaldéhyde.



## ANNEXE 2 : PARAMÈTRES DE QUALITÉ DE L'EAU PRÉOCCUPANTS PROVENANT DES EIE

Tableau 2.1 : Paramètres de qualité de l'eau préoccupants, extraits et compilés à partir de dix études d'impact environnemental (EIE) menées sur des mines de sables bitumineux à ciel ouvert (entre le projet de True North à Fort Hills [2001] et le projet d'expansion de la mine de Jackpine/projet minier de la rivière Pierre [2007]). La légende se trouve ci-dessous.

Paramètre de qualité préoccupant	Étude(s) d'impact environnemental signalée(s) (tableau 3)	Secteur(s) d'augmentation* (tableau 1)
Acides naphthéniques – labiles	6, 8,	[7, 8, 13][21, 25, 26]
Acides naphthéniques – réfractaires	6, 7, 8,	[1, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12][31, 32, 33, 35][21, 24, 25, 26]
Acides naphthéniques – totaux	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10,	[21, 37, 38, 39][18, 19, 20, 22, 23][4, 8, 12, 15, 16][43][1, 7, 10, 44, 45][1, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12][21, 24, 25, 26][48, [33, 46, 47]
Aluminium	1, 2, 3, 4, 5, 6, 10,	[37, 38, 39][17, 18, 19, 22, 23][8, 9, 12, 15, 16][7, 12, 40, 41, 42, 43][7, 10, 44, 45][1, 5, 7, 9, 10, 11, 12][33, 46]
Ammoniac	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10,	[21, 37, 38, 39][17, 18, 20, 22, 23][1, 8, 14, 15, 16][1, 40, 43][7, 21, 44, 45][13][27, 29, 30, 31, 32, 34, 35, 37][21, 24, 25, 26][48, [46]
Antimoine	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10,	[38, 39][17, 18, 21][8, 9, 12, 16][7, 12, 41, 43][10, 44, 45][5, 7, 13][24, 26][48, [33, 46]
Argent	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10,	[17, 18, 19, 20, 22, 23][8, 14, 15, 16][40, 43][10][5, 7][27, 31, 32, 33, 34, 35, 37][24, 26][33, 46]
Arsenic	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10,	[21, 37, 39][18, 21, 22, 23][8, 9, 12, 15, 16][7, 42, 43][7][4, 5, 7, 9][34][24, 26][48, [33, 46]
Baryum	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10,	[37, 38, 39,][17, 18, 19, 20, 22, 23][8, 9, 12, 15, 16][42][7, 10, 44, 45][9][31, 32, 34, 35, 37][24, 26][48, [33]

*Analyse des activités et des programmes passés et actuels de surveillance des eaux de surface dans la région des sables bitumineux d'Athabasca, (jusqu'en 2011)*

Paramètre de qualité préoccupant	Étude(s) d'impact environnemental signalée(s) (tableau 3)	Secteur(s) d'augmentation* (tableau 1)
Béryllium	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10,	[21, 37, 38, 39][22, 23][8, 9, 12, 15, 16][11, 12, 41, 43][7, 10, 44, 45][6, 7, 8, 9, 11, 12][24, 25, 26][33, 46]
Boron	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10,	[21, 37, 38, 39][17, 18, 19, 20, 21, 22, 23][1, 4, 8, 9, 12, 14, 15, 16][1, 40, 42, 43][1, 7, 10, 44, 45] [1, 4, 7, 8, 9, 10, 11, 12][31, 34, 36][21, 26][48, 49][33, 46]
Cadmium	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10,	[21, 38, 39][17, 23][8, 9, 12, 15, 16][7, 43][7, 10, 44, 45][2, 5, 8, 9][31, 32][24, 26][33, 46]
Calcium	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10,	[21, 37, 38, 39][19, 20, 22, 23][8, 15, 16][42, 43][1, 7, 10, 45][9, 10, 11, 12][31, 33, 35, 37][33, 46]
Carbone organique dissous	1, 2, 3, 4, 6, 7, 9, 10,	[21, 37, 38, 39][19, 20, 21][4, 8, 15, 16][42, 43][1, 7, 45][5, 9, 10, 11, 12][27, 31, 32, 33, 35, 37][48, 33, 46]
Chlorure	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10,	[21, 37, 38, 39][19, 20, 22, 23][8, 9, 12, 15, 16][43][10, 44, 45][1, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12][31, 35, 37][24, 25, 26][48, 49][33, 46]
Chrome	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10,	[21, 37, 38, 39][20, 22, 23][8, 9, 12, 15, 16][7, 42, 43][7, 10][5, 7, 9, 10][27, 31, 35, 37][24, 25, 26][33]
Cobalt	6,	[5, 7, 8, 9]
Conductance	1, 2,	[21, 37, 38, 39][22, 23]
Cuivre	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10,	[21, 37, 38, 39][18, 19, 20, 22, 23][8, 9, 12, 15, 16][7, 11, 42, 43][7, 10, 44, 45][8, 9, 10, 11][24, 25, 26][33]
Fer	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10,	[21, 37, 38, 39][17, 18, 19, 20, 22, 23][8, 9, 15, 16][7, 12, 41, 42, 43] [7, 10, 44, 45][5, 9, 10][27, 29, 30, 31, 32, 33, 34][26][33, 46]
HAP du groupe 1	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10,	[21, 37, 38, 39][19, 20, 22, 23][1, 4, 8, 9, 12, 14, 15, 16][4, 40][7, 10, 44, 45][6, 7, 8, 9, 10, 12][34][24][48, 49][33]

*Analyse des activités et des programmes passés et actuels de surveillance des eaux de surface dans la région des sables bitumineux d'Athabasca, (jusqu'en 2011)*

Paramètre de qualité préoccupant	Étude(s) d'impact environnemental signalée(s) (tableau 3)	Secteur(s) d'augmentation* (tableau 1)
HAP du groupe 2	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10,	[21, 37, 38, 39][17, 20, 22, 23][1, 4, 8, 9, 12, 15, 16][40, 42][1, 10, 44, 45][1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 12][34][24, 25][48, 49][33, 46]
HAP du groupe 3	4,	[4]
HAP du groupe 4	3, 4, 6, 8, 10,	[1, 4, 8, 9, 12, 14, 15, 16][4, 40][7, 8, 10][24][33, 46]
HAP du groupe 5	3, 4, 6, 7, 8, 10,	[4, 8, 9, 12, 14, 15, 16][4, 11, 12, 40][3, 6, 7, 8, 9, 12][34, 37][24][33, 46]
HAP du groupe 6	3, 4, 6, 10,	[1, 4, 8, 9, 12, 14, 15, 16][1, 4, 40][1, 4, 8, 9, 10, 12][33, 46]
HAP du groupe 7	3, 4, 6, 7, 10,	[8, 9, 12, 14, 15, 16][42][3, 7, 8, 12][34, 37][33, 46]
HAP du groupe 8	3, 4, 6, 7, 8, 10,	[8, 9, 12, 15, 16][11, 12, 41, 42][1, 4, 7, 8][34, 37][24, 26][33, 46]
HAP du groupe 9	3, 4, 6, 7, 10,	[1, 8, 9, 12, 14, 15, 16][40][8, 10, 12][34, 36, 37][33, 46]
HAP (total)	1,	[21, 37, 38, 39]
Magnésium	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10,	[21, 37, 38, 39][19, 20, 22, 23][8, 9, 15, 16][42, 43][7, 10, 44, 45][9, 10, 11, 12][33, 35][33, 46]
Manganèse	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10,	[21, 37, 38, 39][17, 18, 19, 20, 21, 22, 23][8, 9, 15, 16][1, 12, 42, 43][1, 7, 10, 44, 45][5, 9][27, 30, 31, 32, 33, 34, 35][24, 26][33]
Matières dissoutes totales	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10,	[21, 37, 38, 39][17, 18, 19, 20, 21, 22, 23][4, 8, 9, 12, 15, 16][1, 7, 10, 44, 45][40, 42, 43][1, 4, 7, 8, 9, 10, 12][27, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37][24, 25, 26][48, 49][33, 46, 47]
Mercuré	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10,	[21, 37, 38, 39][17, 18, 20, 21, 22, 23][8, 15, 16][1, 40, 42, 43][10, 44, 45][5, 9, 10, 11, 12][34, 37][25, 26][33, 46]
Molybdène	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10,	[21, 37, 38, 39][22, 23][1, 4, 9, 12, 14, 15, 16][1, 12, 40, 42, 43][1, 7, 10, 44, 45][1, 4, 5, 7,

*Analyse des activités et des programmes passés et actuels de surveillance des eaux de surface dans la région des sables bitumineux d'Athabasca, (jusqu'en 2011)*

Paramètre de qualité préoccupant	Étude(s) d'impact environnemental signalée(s) (tableau 3)	Secteur(s) d'augmentation* (tableau 1)
		8, 9, 10, 11, 12][21, 25, 26][48, 49][33, 46]
Monomère	1,	[21, 38]
Nickel	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10,	[21, 37, 38, 39][18, 22, 23][4, 8, 9, 12, 15, 16][12, 41, 42, 43][7, 10, 44, 45][5, 7, 8, 9, 10, 12][31, 34, 35, 37][21, 24, 25, 26][48, [33, 46]
Nitrate + nitrite	1,	[21, 37, 38, 39]
Phosphore total	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10,	[37, 38, 39][17, 18, 19, 20, 22, 23][8, 9, 12, 15, 16][7, 42, 43][7, 10, 44, 45][1, 2, 9, 10][24, 25, 26] [49][33, 46]
Plomb	1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 10,	[21, 37, 38, 39][23][8, 9][43] [5][26][48, [33, 46]
Polymère	1, 5,	[21, 37, 38, 39][10, 44, 45]
Potassium	1, 2, 6, 7,	[37, 38, 39][22][5, 7, 8, 9, 10, 12][21]
Potentiel d'altération	3, 4, 5, 6, 8, 10,	[1, 4, 8, 9, 12, 14, 15, 16][1, 4, 7, 11, 40, 42][1, 44][1, 7, 8, 9, 10, 12][21, 25, 26][33, 46]
Sélénium	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10,	[21, 37, 38, 39][19, 20, 21, 22, 23][12, 15, 16][7, 42][10, 44][5, 7, 8, 9, 10, 12][27, 34, 35, 37][26][33, 46]
Sodium	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10,	[21, 37, 38, 39][18, 20, 22][1, 8, 12, 14, 15, 16][42, 43][1, 10, 44, 45][1, 5, 7, 8, 9, 10, 12][35, 37][25, 26][48, 49][33, 46]
Strontium	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10,	[21, 37, 38, 39][20, 22, 23][8, 9, 12, 15, 16][42, 43][7, 10, 44, 45] [3, 7, 8, 9, 10, 12][31, 33, 34, 35][26][48, [33, 46]
Sulfate	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10,	[21, 37, 38, 39][22, 23][1, 8, 9, 12, 14, 15, 16][1, 12, 42, 43][1, 7, 10, 44, 45][1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 12][21, 25, 26][48, 49][33, 46, 47]
Sulfure	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10,	[21, 37, 38, 39][17, 18, 19, 20, 22, 23][8][7, 11, 43][1, 7, 21, 45][27, 30, 31, 32, 33, 34,][26][48, [10]
Total d'azote	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10,	[21, 37, 38, 39][17, 18, 19, 20,

Paramètre de qualité préoccupant	Étude(s) d'impact environnemental signalée(s) (tableau 3)	Secteur(s) d'augmentation* (tableau 1)
		21, 22, 23][8, 9, 12, 15, 16][12, 41, 42, 43][7, 44][7, 8, 9, 10, 12][31, 32, 33, 35, 37][26][48, 33, 46]
<b>Total de composés phénoliques</b>	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10,	38, 39][22][8, 15][7, 11, 12, 41, 43][1, 7, 44][9][27, 29, 30, 31, 32, 33] [24, 25, 26][33, 46]
<b>Toxicité aiguë</b>	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10,	21, 37, 38, 39][22][1, 4, 8, 9, 12, 15, 16][4, 11, 40, 42][7, 10, 44, 45][1, 7, 8, 9, 10][25, 26][48, 49] [21, 33, 46]
<b>Toxicité chronique</b>	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10,	21, 37, 38, 39][17, 18, 19, 20, 21, 22, 23][1, 4, 8, 9, 12, 15, 16][4, 11, 40, 41, 42][7, 44][1, 7, 8][25, 26][48, 49][33, 46]
<b>Vanadium</b>	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10,	21, 37, 38, 39][17, 18, 22, 23][1, 8, 9, 12, 15, 16][42, 43][7, 44][5, 7, 8, 9, 10, 12][26][33, 46]
<b>Zinc</b>	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10,	21, 37, 38, 39][17, 18, 19, 20, 21, 22, 23][8, 9, 12, 15, 16][7, 12, 43][1, 7, 10, 44, 45][1, 5, 9][31, 35][26][33]

\*Une « augmentation » est ici définie comme une concentration accrue dans l'application par rapport au cas de référence; elle peut se produire dans le cadre de n'importe quelle portée temporelle (du présent à l'avenir lointain). De plus, il est important de noter ici que les conditions « de référence » doivent être distinguées des conditions « préindustrielles », en ce sens où les conditions de référence tiennent compte des effets de tous les projets existants et approuvés avant l'exploitation proposée (y compris les niveaux de qualité des conditions « préindustrielles » [naturelles]). Les augmentations ont été signalées comme telles, même si ces concentrations accrues étaient projetées pour se stabiliser de nouveau aux niveaux ou en dessous des niveaux de référence ou préindustriels. Lorsque des concentrations médianes et de pointe ont été rapportées, seules les valeurs médianes ont été prises en compte, sauf lorsqu'il était prévu que les valeurs de pointes dépassent les recommandations. Lorsque des prévisions du débit annuel et en eau libre ont été émises, seules les valeurs de débit en eau libre ont été prises en compte. **Les caractères gras indiquent que les dépassements des recommandations pour un paramètre donné sont attribuables aux activités du projet ou exacerbés par ces dernières sur le site indiqué.**

**Tableau 2.2 : Zones d'augmentation**

Bassin	Lieu	#
Rivière Athabasca	En aval de la rivière Muskeg	1
	En aval de la rivière Pierre	2
	En aval du ruisseau Big	3
	En aval de la rivière Ells	25
	En aval de la rivière Embarras	4
	En aval de la rivière Tar	17
	En aval de la confluence Calumet/Athabasca	18
	En aval de la rivière Calumet	19
	En aval du canal de dérivation de la mie Horizon de la CNRL	20
	En aval de la rivière Firebag	27
	En amont de la rivière Embarras	21
	En aval du lac Isadore	40
	En aval de la rivière Steepbank	47
	En aval du ruisseau McLean	49
Ruisseau Big	Embouchure	5
Ruisseau Eymundson	Embouchure	6
Ruisseau Jackpine	Embouchure	7
Lac Kearl	S. O.	8
Rivière Muskeg	En aval des affluents d'eau d'amont	9
	En aval du ruisseau Muskeg	10
	En aval du ruisseau Jackpine	11
	En amont du ruisseau Jackpine	41
Rivière Pierre	À la station de jaugeage d'Environnement Canada	45
	Embouchure	12
	Embouchure	13
Rivière Firebag	En aval des infiltrations de résidus du lac Kearl	14
	En amont de la rivière Marguerite	36
Ruisseau Wapasu	Embouchure	37
	Embouchure	15
Affluent sans nom (rivière Muskeg)	Embouchure	16
Rivière Tar	Embouchure	22
Rivière Calumet	Embouchure	23
Ruisseau Joslyn	Embouchure	24

Bassin	Lieu	#
Rivière Ells	Embouchure	26
Affluent du ruisseau Reid	Embouchure	29
Ruisseau Reid	Embouchure	30
Lac Audet	Point de sortie	31
Ruisseau Beaver	Embouchure	32
Ruisseau sans nom	Embouchure	33
Rivière Marguerite	Embouchure	34
Ruisseau Dencher	Embouchure	35
Ruisseau Fort	Embouchure	38
Lac McClelland	S. O.	39
Lac Isodore	S. O.	42
Ruisseau Mills	Embouchure	43
Ruisseau Muskeg	Embouchure	44
Rivière Steepbank	Embouchure	46
Ruisseau McLean	Embouchure	48

**Tableau 2.3 : Constituants des groupes de HAP**

Groupe de HAP	Constituants inclus
1	dibenzo(a,h)anthracène; benzo(a)pyrène; méthyl benzo(b&k)fluoroanthène/méthyl benzo(a)pyrène; benzo(b&k)fluoroanthène/méthyl benzo(a)pyrène substitué en C2
2	benzo(a)anthracène/chrysène; méthyl benzo(a)anthracène/chrysène; benzo(a)anthracène/chrysène substitué en C2; benzo(b&k)fluoroanthène; indéno(c,d-123)pyrène
3	benzo(g,h,i)perylène; chrysène; carbazole; méthylcarbazole; carbazole substitué en C2
4	acénaphthène; méthylacénaphthène; acénaphthylène
5	anthracène; phénanthrène; méthylphénanthrène/anthracène; phénanthrène/anthracène substitué en C3; phénanthrène/anthracène substitué en C4; 1-méthyl-7-propyl phénanthrène (rétène)
6	biphényl; méthylbiphényl; biphényl substitué en C2; biphényl substitué en C3
7	fluoroanthène; fluorène; méthylfluorène; fluorène substitué en C2
8	naphtalène; méthylnaphtalènes; naphtalènes substitués en C2; naphtalènes substitués en C3; naphtalènes substitués en C4
9	méthylfluoroanthène/pyrène; pyrène

**Tableau 2.4 : Évaluations environnementales signalées**

N°	Promoteur	Projet	Étude d'impact environnemental	
			Volume(s)	Page(s)
1	True North Energy [aujourd'hui Suncor]	Fort Hills, 2001	3A; 5B	6-6 à 683; 6.1-7 à 6.1-20
2	CNRL	Horizon, 2002	5a; annexe 5C	5-1 à 5-118; C7-24 à C7-43; C8-18 à C8-21
3	Imperial Oil	Mine Kearl, 2005	Volume 6 – annexes 5B; 5C; 5D	5B-1 à 5B-12; 5D-1 à 5D-2; 5C-1 à 5C-11
4	Shell Canada	Agrandissement de la mine de Muskeg River, 2005	Annexe 3-8	391 à 653
5	Shell Canada	Phase I de la mine Jackpine, 2002	Qualité des eaux de surface et santé des humains, du biote aquatique et de la faune	2-13 à 2-77
6	Shell Canada	Agrandissement de la mine Jackpine/ mine de la rivière Pierre, 2007	4a; annexe 4-7	1 à 459; 6-403 à 6-405
7	Synenco	Northern Lights, 2006	Renseignements supplémentaires de 2007; annexes H-3; H-5	95 à 128; 63 à 73; 26 à 51
8	Deer Creek Energy (Total)	Mine Joslyn North, 2006	Renseignements supplémentaires de 2010; annexe J	14-115 à 14-132; J-40 à J-47
9	Suncor Energy	Bassins de résidus du Sud, 2003	Volume 2	3-14 à 3-118
10	Suncor Energy	Voyageur, 2005	Rapport sur la modélisation de la qualité de l'eau pour le projet Voyageur de Suncor	36 à 98

### **ANNEXE 3 : COMPOSÉS PARTICULIÈREMENT PRÉOCCUPANTS ET RECOMMANDATIONS POUR LA QUALITÉ DE L'EAU**

Le tableau ci-après contient les composés particulièrement préoccupants de l'annexe 2 ainsi que les recommandations pour la qualité de l'eau concernant ces paramètres (si des recommandations existent), notamment les recommandations du Conseil canadien des ministres de l'environnement pour la protection de la vie aquatique (en eau douce), les recommandations du ministère de l'Environnement de l'Alberta pour la qualité des eaux de surface, et les recommandations de l'Environmental Protection Agency des États-Unis pour la qualité de l'eau. Les recommandations du Conseil canadien des ministres de l'environnement sur la qualité des sédiments (pour la protection de la vie aquatique) sont également incluses.

**Analyse des activités et des programmes passés et actuels de surveillance des eaux de surface dans la région des sables bitumineux d'Athabasca, (jusqu'en 2011)**

Composés particulièrement préoccupants des sables bitumineux	CCME – Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement (RCQE) – tableau récapitulatif  <a href="http://sts.ccm.ca/?lang=fr">http://sts.ccm.ca/?lang=fr</a>	Recommandations pour la qualité des eaux : protection de la vie aquatique			Eau	Ministère de l'Environnement de l'Alberta  Recommandations pour la qualité des eaux de surface  <a href="http://environment.alberta.ca/01323.html">http://environment.alberta.ca/01323.html</a>	Eau	USEPA (du tableau de l'AENV ou de l'EPA)		Eau	Recommandations pour la qualité des sédiments : protection de la vie aquatique			Sédiments			
		Eau douce						Eau douce			Eau douce						
		Concentration (µg/L)	Concentration (µg/L)	Date				Concentration (µg/L)	Concentration (µg/L)		Concentration (µg/L)	Concentration (µg/L)	Concentration (µg/kg)		Concentration (µg/kg)	Date	
Nom chimique	À court terme	À long terme	CCME	Aiguë	Chronique	AENV	Concentration maximale	Concentration continue	US EPA	RPQS	CEP	CCME					
HAP 8	2-méthylanthracène	Aucune donnée	Aucune donnée	Aucune donnée	N	x – pas trouvé	I	x – pas trouvé	I		20.2	201	1998	O			
HAP 4	Acénaphthène	Aucune donnée	5.8	1999	O	– Aucun guide de l'AENV	N	Aucun guide de l'EPA	N		6.71	88.9	1998	O			
HAP 4	Acénaphthylène	Aucune donnée	Aucune donnée	1999	N	x – pas trouvé	I	Aucun guide de l'EPA	N		5.87	128	1998	O			
	Acridine	Aucune donnée	4.4	1999	O	– Aucun guide de l'AENV	N		I		Aucune donnée	Aucune donnée	Aucune donnée	N			
1	Aluminium	Aluminium	Aucune donnée	Variable	1987	O	– Aucun guide de l'AENV	N			750	87	O	Aucune donnée	Aucune donnée	Aucune donnée	N
2	Ammoniac	Ammoniac (total)	Aucune donnée	Tableau	2001	O			I				O	Aucune donnée	Aucune donnée	Aucune donnée	N
	Ammoniac	Ammoniac (non ionisé)	Aucune donnée	19	2001	O			I				O	Aucune donnée	Aucune donnée	Aucune donnée	N
HAP 5	Anthracène	Aucune donnée	0.012	1999	O	– Aucun guide de l'AENV	N	Aucun guide de l'EPA	N		46.9	245	1998	O			
3	Antimoine	Antimoine	Aucune donnée	Aucune donnée	Aucune donnée	N	x – pas trouvé	I	I		Aucune donnée	Aucune donnée	Aucune donnée	N			
4	Arsenic	Arsenic	Aucune donnée	5	1997	O	– Aucun guide de l'AENV	N			340	150	O	5900	17 000	1998	O
5	Baryum	Baryum	Aucune donnée	Aucune donnée	Aucune donnée	N	x – pas trouvé	I	I		Aucune donnée	Aucune donnée	Aucune donnée	N			
	Benzène		Aucune donnée	370	1999	O	– Aucun guide de l'AENV	N	I		Aucune donnée	Aucune donnée	Aucune donnée	N			
HAP 2	Benzo[a]anthracène	Aucune donnée	0.018	1999	O	– Aucun guide de l'AENV	N	Aucun guide de l'EPA	N		31.7	385	1998	O			
HAP 1	Benzo[a]pyrène	Aucune donnée	0.015	1999	O	– Aucun guide de l'AENV	N	Aucun guide de l'EPA	N		31.9	782	1998	O			
HAP 2	Benzo[b]fluoranthène	Aucune donnée	Aucune donnée	Aucune donnée	N	x – pas trouvé	I	Aucun guide de l'EPA	N		Aucune donnée	Aucune donnée	Aucune donnée	N			
6	Béryllium	Béryllium	Aucune donnée	Aucune donnée	Aucune donnée	N	x – pas trouvé	I	I		Aucune donnée	Aucune donnée	Aucune donnée	N			
7	Boron	Boron	29 000 µg/L ou 29 mg/L	1 500 µg/L ou 1,5 mg/L	2009	O	x – pas trouvé	I	O	EPA : voir l'exposé des faits			O	Aucune donnée	Aucune donnée	Aucune donnée	N
8	Cadmium (*révisé par le CCME)	Cadmium	Aucune donnée	Équation	1996	O	– Aucun guide de l'AENV	N	O		600	3500	1997	O			

**Analyse des activités et des programmes passés et actuels de surveillance des eaux de surface dans la région des sables bitumineux d'Athabasca, (jusqu'en 2011)**

Composés particulièrement préoccupants des sables bitumineux	CCME – Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement (RCQE) – tableau récapitulatif <a href="http://sts.ccme.ca/?lang=fr">http://sts.ccme.ca/?lang=fr</a>	Recommandations pour la qualité des eaux : protection de la vie aquatique			Eau	Ministère de l'Environnement de l'Alberta  Recommandations pour la qualité des eaux de surface  <a href="http://environment.alberta.ca/01323.html">http://environment.alberta.ca/01323.html</a>	Eau	USEPA (du tableau de l'AENV ou de l'EPA)		Eau	Recommandations pour la qualité des sédiments : protection de la vie aquatique			Sédiments			
		Eau douce						Concentration (µg/L)	Concentration (µg/L)		Concentration (µg/L)	Concentration (µg/L)	Date		Eau douce		
		Concentration (µg/L)	Concentration (µg/L)	Date											Concentration (µg/kg)	Concentration (µg/kg)	Date
Nom chimique	À court terme	À long terme		CCME	Aiguë	Chronique	AENV	Concentration maximale	Concentration continue	US EPA	RPQS	CEP		CCME			
9 Calcium	Calcium	Aucune donnée	Aucune donnée	Aucune donnée	N	x – pas trouvé	I	x – pas trouvé		I	Aucune donnée	Aucune donnée	Aucune donnée	N			
10 Chlorure	Chlorure (*révisé par le CCME)	Aucune donnée	Aucune donnée	Aucune donnée	N	– Aucun guide de l'AENV	N	860 mg/L	230 mg/L	O	Aucune donnée	Aucune donnée	Aucune donnée	N			
11 Chrome	Chrome (total)	Aucune donnée	Aucune donnée	Aucune donnée	N	– Aucun guide de l'AENV Énumère les nos du CCME pour le chrome III et IV	N	Chrome VI - 16	Chrome VI - 11	O	37 300	90 000	1998	O			
HAP 3	Chrysène	Aucune donnée	Données insuffisantes	1999	N	x – pas trouvé	I	Aucun guide de l'EPA		N	57.1	862	1998	O			
12 Cobalt	Cobalt	Aucune donnée	Aucune donnée	Aucune donnée	N	x – pas trouvé	I	x – pas trouvé		I	Aucune donnée	Aucune donnée	Aucune donnée	N			
13 Conductance	Conductivité	Aucune donnée	Aucune donnée	Aucune donnée	N	x – pas trouvé	I	x – pas trouvé		I	Aucune donnée	Aucune donnée	Aucune donnée	N			
14 Cuivre	Cuivre	Aucune donnée	Équation	1987	O	CCME : listes 2 à 4	7 O			O	35 700	197 000	1998	O			
HAP 1	Dibenz[a,h]anthracène	Aucune donnée	Aucune donnée	Aucune donnée	N	x – pas trouvé	I	Aucun guide de l'EPA		N	6.22	135	1998	O			
15 Carbone organique dissous					I	x – pas trouvé	I	x – pas trouvé		I				I			
HAP 7	Fluoranthène	Aucune donnée	0.04	1999	O	– Aucun guide de l'AENV	N	Aucun guide de l'EPA		N	111	2355	1998	O			
HAP 7	Fluorène	Aucune donnée	3	1999	O	– Aucun guide de l'AENV	N	Aucun guide de l'EPA		N	21.2	144	1998	O			
HAP 2	Indeno[1,2,3-c,d]pyrène	Aucune donnée	Aucune donnée	Aucune donnée	N	x – pas trouvé	I	Aucun guide de l'EPA		N	Aucune donnée	Aucune donnée	Aucune donnée	N			
16 Fer	Fer	Aucune donnée	300	1987	O	– Aucun guide de l'AENV	N		1000	O	Aucune donnée	Aucune donnée	Aucune donnée	N			
17 Plomb	Plomb	Aucune donnée	Équation	1987	O	– Aucun guide de l'AENV . CCME : 1 à 7	N			O	35 000	91 3000	1998	O			
18 Magnésium	Magnésium				I	x – pas trouvé	I	x – pas trouvé		I				I			
19 Manganèse	Manganèse	Aucune donnée	Aucune donnée	Aucune donnée	N	x – pas trouvé	I	Aucun guide de l'EPA		N	Aucune donnée	Aucune donnée	Aucune donnée	N			
20 Mercure	Mercure	Aucune donnée	Aucune donnée	Aucune donnée	N	AENV : Total de 0,13; méthyle 0,002. CCME : Total 0,1	AENV : Total de 0,005; méthyle 0,001. CCME : Total 0,1	1,4	0,77	O	170	486	1997	O			

**Analyse des activités et des programmes passés et actuels de surveillance des eaux de surface dans la région des sables bitumineux d'Athabasca, (jusqu'en 2011)**

Composés particulièrement préoccupants des sables bitumineux	CCME – Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement (RCQE) – tableau récapitulatif <a href="http://sts.ccme.ca/?lang=fr">http://sts.ccme.ca/?lang=fr</a>	Recommandations pour la qualité des eaux : protection de la vie aquatique			Eau	Ministère de l'Environnement de l'Alberta  Recommandations pour la qualité des eaux de surface  <a href="http://environment.alberta.ca/01323.html">http://environment.alberta.ca/01323.html</a>	Eau	USEPA (du tableau de l'AENV ou de l'EPA)		Eau	Recommandations pour la qualité des sédiments : protection de la vie aquatique			Sédiments						
		Eau douce						CCME	Aiguë		Chronique	AENV	Concentration maximale		Concentration continue	US EPA	RPQS	CEP	Date	CCME
		Concentration (µg/L)	Concentration (µg/L)	Date																
Nom chimique	À court terme	À long terme																		
21 Molybdène	Molybdène	Aucune donnée	73	1999	O	– Aucun guide de l'AENV	N			I	Aucune donnée	Aucune donnée	Aucune donnée	N						
23 Acides naphthéniques – labiles	Naphtalène	Aucune donnée	1.1	1999	O	– Aucun guide de l'AENV	N	Aucun guide de l'EPA		N	34.6	391	1998	O						
24 Acides naphthéniques – réfractaires					I		I			I				I						
25 Acides naphthéniques – totaux					I		I			I				I						
26 Nickel	Nickel	Aucune donnée	Équation	1987	O	– Aucun guide de l'AENV . CCME : 25 à 150	N			O	Aucune donnée	Aucune donnée	Aucune donnée	N						
27 Nitrate + Nitrite	Nitrate + Nitrite (*nitrate révisé par le CCME)	Aucune donnée	Aucune donnée	Aucune donnée	N	AENV : énumérés séparément. Aucun guide de l'AENV. CCME : nitrite 0,06 mg/L	N	Aucun guide de l'EPA (pour les nitrates)		N	Aucune donnée	Aucune donnée	Aucune donnée	N						
HAP 5	Phénanthrène	Aucune donnée	0.4	1999	O	– Aucun guide de l'AENV	N			I	41.9	515	1998	O						
HAP 9	Pyrène	Aucune donnée	0.025	1999	O	– Aucun guide de l'AENV	N	Aucun guide de l'EPA		N	53	875	1998	O						
	Quinoléine	Aucune donnée	3.4	1999	O	– Aucun guide de l'AENV	N			I	Aucune donnée	Aucune donnée	Aucune donnée	N						
39 Potassium	Potassium				I	x – pas trouvé	I	x – pas trouvé		I				I						
40 Sélénium	Sélénium	Aucune donnée	1	1987	O	– Aucun guide de l'AENV	N			O	Aucune donnée	Aucune donnée	Aucune donnée	N						
41 Argent (*révisé par le CCME)	Argent (*révisé par le CCME)	Aucune donnée	0.1	1987	O	– Aucun guide de l'AENV	N			O	Aucune donnée	Aucune donnée	Aucune donnée	N						
42 Sodium	Sodium	Aucune donnée	Aucune donnée	Aucune donnée	N	x – pas trouvé	I	x – pas trouvé		I	Aucune donnée	Aucune donnée	Aucune donnée	N						
	Rapport d'adsorption du sodium	Aucune donnée	Aucune donnée	Aucune donnée	N	x – pas trouvé	I	x – pas trouvé		I	Aucune donnée	Aucune donnée	Aucune donnée	N						
43 Strontium	Strontium				I	x – pas trouvé	I	x – pas trouvé		I				I						
44 Sulfate	Sulfate	Aucune donnée	Aucune donnée	Aucune donnée	N	x – pas trouvé	I	x – pas trouvé		I	Aucune donnée	Aucune donnée	Aucune donnée	N						
45 Sulfure	Sulfure (H2S)	Aucune donnée	Aucune donnée	Aucune donnée	N	– Aucun guide de l'AENV	N			2 O	Aucune donnée	Aucune donnée	Aucune donnée	N						

**Analyse des activités et des programmes passés et actuels de surveillance des eaux de surface dans la région des sables bitumineux d'Athabasca, (jusqu'en 2011)**

Composés particulièrement préoccupants des sables bitumineux	CCME – Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement (RCQE) – tableau récapitulatif  <a href="http://sts.ccme.ca/?lang=fr">http://sts.ccme.ca/?lang=fr</a>	Recommandations pour la qualité des eaux : protection de la vie aquatique			Eau	Ministère de l'Environnement de l'Alberta		Eau	USEPA (du tableau de l'AENV ou de l'EPA)		Eau	Recommandations pour la qualité des sédiments : protection de la vie aquatique			Sédiments
		Eau douce				Recommandations pour la qualité des eaux de surface  <a href="http://environment.alberta.ca/01323.html">http://environment.alberta.ca/01323.html</a>			http://water.epa.gov/scitech/swquidance/waterquality/standards/current/index.cfm			Eau douce			
Compilées à partir de l'examen des EIE menées pour des projets d'exploitation des sables bitumineux	Nom chimique	Concentration (µg/L)	Concentration (µg/L)	Date	CCME	Concentration (µg/L) Aiguë	Concentration (µg/L) Chronique	AENV	Concentration (µg/L) Concentration maximale	Concentration (µg/L) Concentration continue	US EPA	Concentration (µg/kg) RPQS	Concentration (µg/kg) CEP	Date	CCME
46 Potentiel d'altération					I	x – pas trouvé		I	x – pas trouvé		I				I
47 Matières dissoutes totales	Matières dissoutes totales (salinité)	Aucune donnée	Aucune donnée	Aucune donnée	N	x – pas trouvé		I	x – pas trouvé		I	Aucune donnée	Aucune donnée	Aucune donnée	N
48 Total d'azote					I		1,0 mg/L	O			I				I
49 Total de composés phénoliques					I		5	O	Aucun guide de l'EPA (pour le phénol)		N				I
50 Phosphore total					I		0,05 mg/L	O	Aucun guide de l'EPA (pour le phosphore élémentaire)		N				I
51 Toxicité aiguë					I	x – pas trouvé		I	x – pas trouvé		I				I
52 Toxicité chronique					I	x – pas trouvé		I	x – pas trouvé		I				I
53 Vanadium	Vanadium	Aucune donnée	Aucune donnée	Aucune donnée	N	x – pas trouvé		I	x – pas trouvé		I	Aucune donnée	Aucune donnée	Aucune donnée	N
54 Zinc	Zinc (*révisé par le CCME)	Aucune donnée	30	1987	O	– Aucun guide de l'AENV		N			O	123 000	315 000	1998	O



**ANNEXE 4 : TABLEAU RÉCAPITULATIF DES APPROBATIONS DES REJETS ÉMISES  
EN VERTU DE L'ENVIRONMENTAL PROTECTION AND ENHANCEMENT ACT DE  
L'ALBERTA**

Mine	Mine Fort Hills de Suncor					Mines Millenium et Steepbank de Suncor				
	Site					Site				
	Bassin 1	Bassin 2	Bassin 4	Bassin 14	Bassin de « perte nette nulle »	Bassin R	Bassin A	Ruisseau McLean	Bassin 7	Bassin 6
Paramètre										
Débit (en mètres cubes/jour)	chaque jour	chaque jour, au cours du rejet	chaque jour, au cours du rejet	chaque jour, au cours du rejet	chaque jour, au cours du rejet	chaque jour, au cours du rejet				
solides flottants, mousse visible, pétrole ou autres substances										
pH	3 fois par semaine	chaque jour, au cours du rejet	chaque jour, au cours du rejet	chaque jour, au cours du rejet	chaque jour, au cours du rejet	chaque jour, au cours du rejet				
Total des solides en suspension (en mg/L)	3 fois par semaine	chaque jour, au cours du rejet	chaque jour, au cours du rejet	chaque jour, au cours du rejet	chaque jour, au cours du rejet	chaque jour, au cours du rejet				
Total de carbone organique dissous (en mg/L)	une fois par mois									
Phénols										
Demande chimique en oxygène						chaque jour, au cours du rejet	chaque jour, au cours du rejet	chaque jour, au cours du rejet	chaque jour, au cours du rejet	chaque jour, au cours du rejet
Total de fer dissous (en mg/L)	une fois par mois									
Total de manganèse dissous (en mg/L)	une fois par mois									
Éléments nutritifs, ions majeurs, COD, CID						chaque semaine	chaque semaine	chaque semaine	chaque semaine	chaque semaine
Demande biochimique d'oxygène de 5 jours	une fois par semaine									
Métaux TR/TD, Hg ultra						chaque semaine, au cours du rejet	chaque semaine, au cours du rejet	chaque semaine, au cours du rejet	chaque semaine, au cours du rejet	chaque semaine, au cours du rejet
F1-3 du CCME										
Azote ammoniacal (en mg/L)	une fois par semaine									
Oxygène dissous (en mg/L)										
Essai biologique chronique	une fois par trimestre									
Toxicité aiguë (96 h)	chaque mois, puis chaque trimestre	tous les deux mois	tous les deux mois	tous les deux mois	tous les deux mois	tous les deux mois				
F1-4 du CCME										
Huiles et graisses						chaque jour, au cours du rejet	chaque jour, au cours du rejet	chaque jour, au cours du rejet	chaque jour, au cours du rejet	chaque jour, au cours du rejet
Essai de létalité aiguë de 48 heures en régime statique avec <i>Daphnia magna</i>	chaque mois, puis chaque trimestre									
Composés inorganiques du CCME	une fois par trimestre									
ENSEMBLE COMPLET	une fois par trimestre									
Sulfure										
Polluants prioritaires à base d'hydrocarbures						chaque semaine, au cours du rejet	chaque semaine, au cours du rejet	chaque semaine, au cours du rejet	chaque semaine, au cours du rejet	chaque semaine, au cours du rejet
Température										

**Analyse des activités et des programmes passés et actuels de surveillance des eaux de surface dans la région des sables bitumineux d'Athabasca, (jusqu'en 2011)**

Mine	Mine du lac Base de Suncor				
	Site				
	Déversoir no 10	Déversoir no 7	Déversoir no 1	Bassin C	Bassin E
Paramètre					
Débit (en mètres cubes/jour)	chaque jour, au cours du rejet	chaque jour, au cours du rejet	chaque jour, au cours du rejet	chaque jour	deux fois par jour, pendant le rejet des eaux de refroidissement
solides flottants, mousse visible, pétrole ou autres substances					
pH	chaque jour, au cours du rejet	chaque jour, au cours du rejet	chaque jour, au cours du rejet	chaque jour	chaque jour, au cours du rejet
Total des solides en suspension (en mg/L)	chaque jour, au cours du rejet	chaque jour, au cours du rejet	chaque jour, au cours du rejet	3 fois par semaine (au moins 2 jours entre les échantillons)	chaque jour, au cours du rejet
Total de carbone organique dissous (en mg/L)					
Phénols				3 fois par semaine (au moins 2 jours entre les échantillons)	
Demande chimique en oxygène	chaque jour, au cours du rejet	chaque jour, au cours du rejet	chaque jour, au cours du rejet	3 fois par semaine (au moins 2 jours entre les échantillons)	chaque jour, au cours du rejet
Total de fer dissous (en mg/L)					
Total de manganèse dissous (en mg/L)					
Éléments nutritifs, ions majeurs, COD, CID	chaque semaine	chaque semaine	chaque semaine	chaque semaine	chaque semaine, au cours du rejet
Demande biochimique d'oxygène de 5 jours					
Métaux TR/TD, Hg ultra	chaque semaine, au cours du rejet	chaque semaine, au cours du rejet			
F1-3 du CCME					
Azote ammoniacal (en mg/L)				chaque semaine	
Oxygène dissous (en mg/L)					
Essai biologique chronique	tous les deux mois	tous les deux mois	tous les deux mois	tous les deux mois, au cours du rejet	tous les deux mois, au cours du rejet
Toxicité aiguë (96 h)	tous les deux mois	tous les deux mois	tous les deux mois	tous les deux mois, au cours du rejet	tous les deux mois, au cours du rejet
F1-4 du CCME					
Huiles et graisses	chaque jour, au cours du rejet	chaque jour, au cours du rejet	chaque jour, au cours du rejet	3 fois par semaine (au moins 2 jours entre les échantillons)	chaque jour, au cours du rejet
Essai de létalité aiguë de 48 heures en régime statique avec <i>Daphnia magna</i>					
Composés inorganiques du CCME					
ENSEMBLE COMPLET					
Sulfure				chaque semaine	
Polluants prioritaires à base d'hydrocarbures	chaque semaine, au cours du rejet	chaque semaine, au cours du rejet			
Température					chaque jour, au cours du rejet

**Analyse des activités et des programmes passés et actuels de surveillance des eaux de surface dans la région des sables bitumineux d'Athabasca, (jusqu'en 2011)**

Mine	Mine Kearnal d'Imperial Oil					
Paramètre	Site					
	Bassin 1	Bassin 2	Bassin 3A	Bassin de déshydratation de la mine	Bassin des morts-terrains (rejet unique)	Lac de compensation
Débit (en mètres cubes/jour)	chaque jour, au cours du rejet	chaque jour, au cours du rejet	chaque jour, au cours du rejet	chaque jour, au cours du rejet	chaque jour, au cours du rejet	chaque jour, au cours du rejet
Solides flottants, mousse visible, pétrole ou autres substances				une fois par semaine, au cours du rejet (observation visuelle)		une fois par an, au cours du rejet
pH	3 fois par semaine, au cours du rejet	3 fois par semaine, au cours du rejet	3 fois par semaine, au cours du rejet	une fois par mois, au cours du rejet	3 fois par semaine, au cours du rejet	une fois par an, au cours du rejet
Total des solides en suspension (en mg/L)	3 fois par semaine, au cours du rejet	3 fois par semaine, au cours du rejet	3 fois par semaine, au cours du rejet	une fois par mois, au cours du rejet	3 fois par semaine, au cours du rejet	une fois par an, au cours du rejet
Total de carbone organique dissous (en mg/L)						
Phénols						
Demande chimique en oxygène						
Total de fer dissous (en mg/L)						
Total de manganèse dissous (en mg/L)						
Éléments nutritifs, ions majeurs, COD, CID	chaque semaine, au cours du rejet	chaque semaine, au cours du rejet	chaque semaine, au cours du rejet	chaque trimestre, au cours du rejet	chaque semaine, au cours du rejet	une fois par an, au cours du rejet
Demande biochimique d'oxygène de 5 jours	chaque semaine, au cours du rejet	chaque semaine, au cours du rejet	chaque semaine, au cours du rejet		chaque semaine, au cours du rejet	
Métaux TR/TD, Hg ultra	Chaque mois	Chaque mois	Chaque mois	chaque trimestre, au cours du rejet	Chaque mois	une fois par an, au cours du rejet
F1-3 du CCME						
Azote ammoniacal (en mg/L)	chaque semaine, au cours du rejet	chaque semaine, au cours du rejet	chaque semaine, au cours du rejet	chaque trimestre, au cours du rejet	chaque semaine, au cours du rejet	une fois par an, au cours du rejet
Oxygène dissous (en mg/L)	3 fois par semaine, au cours du rejet (du 1er octobre au 31 mars seulement)	3 fois par semaine, au cours du rejet (du 1er octobre au 31 mars seulement)	3 fois par semaine, au cours du rejet (du 1er octobre au 31 mars seulement)	une fois par mois, au cours du rejet (du 1er octobre au 31 mars seulement)	3 fois par semaine, au cours du rejet (du 1er octobre au 31 mars seulement)	
Essai biologique chronique	tous les deux mois	tous les deux mois	tous les deux mois		tous les deux mois	
Toxicité aiguë (96 h)	chaque mois	chaque mois	chaque mois		chaque mois	
F1-4 du CCME	chaque mois	chaque mois	chaque mois	chaque trimestre, au cours du rejet	chaque mois	une fois par an, au cours du rejet
Huiles et graisses						
Essai de létalité aiguë de 48 heures en régime statique avec <i>Daphnia magna</i>						
Composés inorganiques du CCME						
ENSEMBLE COMPLET						
Sulfure						
Polluants prioritaires à base d'hydrocarbures						
Température						

**Analyse des activités et des programmes passés et actuels de surveillance des eaux de surface dans la région des sables bitumineux d'Athabasca, (jusqu'en 2011)**

Mine	Mine Jackpine d'Albian/Shell				Mine Horizon de la CNRL	
Paramètre	Site				Site	
	Bassin 2	Bassin 3	Bassin 4	Bassin 6	Bassin de sédimentation	Bassin de sédimentation DD7
Débit (en mètres cubes/jour)						
solides flottants, mousse visible, pétrole ou autres substances						
pH	3 fois par semaine					
Total des solides en suspension (en mg/L)	3 fois par semaine					
Total de carbone organique dissous (en mg/L)	une fois par mois					
Phénols						
Demande chimique en oxygène						
Total de fer dissous (en mg/L)						
Total de manganèse dissous (en mg/L)						
Éléments nutritifs, ions majeurs, COD, CID						
Demande biochimique d'oxygène de 5 jours						
Métaux TR/TD, Hg ultra						
F1-3 du CCME						
Azote ammoniacal (en mg/L)						
Oxygène dissous (en mg/L)						
Essai biologique chronique	une fois par an					
Toxicité aiguë (96 h)	chaque mois, puis chaque trimestre					
F1-4 du CCME						
Huiles et graisses	3 fois par semaine					
Essai de létalité aiguë de 48 heures en régime statique avec <i>Daphnia magna</i>	chaque mois, puis chaque trimestre					
Composés inorganiques du CCME	chaque trimestre	chaque trimestre	chaque trimestre	chaque trimestre	une fois par an	une fois par an
ENSEMBLE COMPLET	chaque trimestre	chaque trimestre	chaque trimestre	chaque trimestre	une fois par an	une fois par an
Sulfure						
Polluants prioritaires à base d'hydrocarbures						
Température						

**Analyse des activités et des programmes passés et actuels de surveillance des eaux de surface dans la région des sables bitumineux d'Athabasca, (jusqu'en 2011)**

Mine	Mine Voyageur de Suncor			Station Aurora Nord de Syncrude				
Paramètre	Site			Site				
	Bassin 1 (est)	Bassin 2 (ouest)	Bassin 3 (permanent)	Bassin de Puhalski	Bassin 1-05	Rejet du fossé d'interception ouest	Entrée de dérivation	Sortie de dérivation
Débit (en mètres cubes/jour)	chaque jour, au cours du rejet	chaque jour, au cours du rejet	chaque jour, au cours du rejet	chaque jour, au cours du rejet	chaque jour, au cours du rejet			
solides flottants, mousse visible, pétrole ou autres substances								
pH	chaque jour, au cours du rejet	chaque jour, au cours du rejet	chaque jour, au cours du rejet	chaque jour de la semaine de travail				
Total des solides en suspension (en mg/L)	chaque jour, au cours du rejet	chaque jour, au cours du rejet	chaque jour, au cours du rejet	chaque jour de la semaine de travail				
Total de carbone organique dissous (en mg/L)								
Phénols								
Demande chimique en oxygène	chaque jour, au cours du rejet	chaque jour, au cours du rejet	chaque jour, au cours du rejet					
Total de fer dissous (en mg/L)								
Total de manganèse dissous (en mg/L)								
Éléments nutritifs, ions majeurs, COD, CID	chaque semaine	chaque semaine	chaque semaine	chaque semaine	chaque semaine	chaque semaine	chaque semaine	chaque semaine
Demande biochimique d'oxygène de 5 jours				chaque semaine, au cours du rejet				
Métaux TR/TD, Hg ultra	chaque semaine, au cours du rejet	chaque semaine, au cours du rejet	chaque semaine, au cours du rejet	Chaque mois				
F1-3 du CCME				chaque mois				
Azote ammoniacal (en mg/L)				chaque semaine, au cours du rejet				
Oxygène dissous (en mg/L)				une fois par semaine, au cours du rejet (octobre à mars)	une fois par semaine, au cours du rejet (octobre à mars)	une fois par semaine, au cours du rejet (octobre à mars)	une fois par semaine, au cours du rejet (octobre à mars)	une fois par semaine, au cours du rejet (octobre à mars)
Essai biologique chronique	tous les deux mois	tous les deux mois	tous les deux mois	tous les deux mois	tous les deux mois			
Toxicité aiguë (96 h)	tous les deux mois	tous les deux mois	tous les deux mois	chaque mois	chaque mois	chaque mois	chaque mois	chaque mois
F1-4 du CCME								
Huiles et graisses	chaque jour, au cours du rejet	chaque jour, au cours du rejet	chaque jour, au cours du rejet					
Essai de létalité aiguë de 48 heures en régime statique avec <i>Daphnia magna</i>								
Composés inorganiques du CCME								
ENSEMBLE COMPLET								
Sulfure								
Polluants prioritaires à base d'hydrocarbures	chaque semaine, au cours du rejet	chaque semaine, au cours du rejet	chaque semaine, au cours du rejet					
Température								

Contractions concernant les paramètres et les fréquences pour le tableau portant sur les approbations en vertu de l'*Environmental Protection and Enhancement Act* :

Trimestriellement : Une fois par trimestre

Ions majeurs : Cations et anions majeurs

Td : Total dissous

Les contractions en **gras**, ci-dessous, sont des séries de paramètres.

**Métaux TR/TD Hg-ultra** : Métaux totaux récupérables et totaux dissous, et mercure ultratrace

**Conseil canadien des ministres de l'environnement F1-3** : Hydrocarbures f1, f2 et f3 du Conseil canadien des ministres de l'environnement (caractérisent les acides naphthéniques et les hydrocarbures aromatiques polycycliques s'ils sont détectés dans f1-f3) rapportés sans correction.

**Essai biologique chronique** : Essai de létalité chronique à l'aide de *Ceriodaphnia* et de têtes-de-boule (y compris les chiffres de la concentration d'inhibition obtenus avec le test Microtox)

**Aigu 96** : Essai de létalité aiguë après 96 heures avec des concentrations multiples mené sur des truites arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss*)

Mensuellement pendant un an, trimestriellement par la suite : 1 par mois (pendant 1 an), 1 par trimestre (par la suite)

**Conseil canadien des ministres de l'environnement F1-4** : hydrocarbures f1, f2, f3 et f4 (caractérisent les acides naphthéniques et les hydrocarbures aromatiques polycycliques)

**Composés inorganiques du Conseil canadien des ministres de l'environnement** : Tous les paramètres inorganiques, à l'exception du chlore et des nitrosamines, figurant dans les recommandations pour la vie aquatique en eau douce des Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux (1988) telles que modifiées.

**ENSEMBLE COMPLET** : demande biologique en oxygène, carbone organique dissous, benzène, toluène, éthylbenzène, xylène (BTEX), demande chimique en oxygène, chlorure, couleur, acides naphthéniques, huile et graisse, phénols, hydrocarbures aromatiques polycycliques, sulfate, phosphore total, matières solides dissoutes totales, température, sulfure total, matière solide totale en suspension.



**[WWW.ec.gc.ca](http://www.ec.gc.ca)**

Pour des renseignements supplémentaires :

Environnement Canada

Informathèque

10, rue Wellington, 23<sup>e</sup> étage

Gatineau (Québec) K1A 0H3

Téléphone : 1-800-668-6767 (au Canada seulement) ou 819-997-2800

Télécopieur : 819-994-1412

ATS : 819-994-0736

Courriel : [enviroinfo@ec.gc.ca](mailto:enviroinfo@ec.gc.ca)