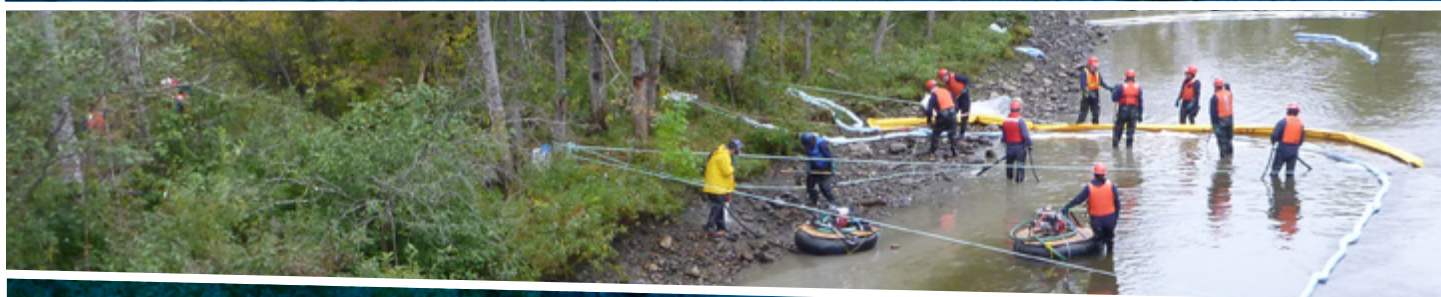




Tragédie ferroviaire de Lac-Mégantic



Rapport du Comité expert sur la contamination résiduelle de la rivière Chaudière par les hydrocarbures pétroliers

CONSTATS
RECOMMANDATIONS
ACTIONS PROPOSÉES

Québec 

RÉSUMÉ

Mise en contexte

Le 6 juillet 2013, un train de 72 wagons transportant 7,679 millions de litres de pétrole brut a déraillé dans le centre-ville de Lac-Mégantic. Un incendie s'est déclaré, provoquant des explosions ainsi que l'émission et le déversement de pétrole et d'autres contaminants dans l'environnement. Des quelque six millions de litres de pétrole déversés ou brûlés, il a été estimé qu'environ 100 000 litres se sont déversés dans la rivière Chaudière, dont la tête est située à Lac-Mégantic.

Au cours de l'été et de l'automne 2013, des équipes ont été mises à pied d'œuvre pour nettoyer le littoral et, autant que possible, le fond de la rivière, par des méthodes manuelles. Au cours de la même période, un grand nombre d'observations visuelles et de nombreux échantillonnages ont été réalisés pour évaluer le niveau et l'étendue de la contamination du milieu par le pétrole et ses produits dérivés. Plus de 700 échantillons d'eau et 900 échantillons de sédiments ont été prélevés. Plus de 600 sites ont fait l'objet d'une évaluation visuelle du niveau de contamination par les hydrocarbures pétroliers. Des échantillonnages de moindre envergure ont visé les communautés de poissons et d'organismes benthiques. Des résultats de ces échantillonnages sont diffusés sur le site Internet du Ministère, d'autres ont été rendus publics lors de la conférence de presse technique du 12 mai 2014.

En janvier 2014, le ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC) a mis sur pied le Comité expert de la rivière Chaudière. Le mandat du comité était de dégager un état de situation de la rivière sur la base des résultats obtenus en 2013, de déterminer les impacts potentiels et d'élaborer un plan de gestion de la contamination résiduelle. Le présent document est le plan de gestion élaboré par le comité expert.

Constats

L'eau

- Les concentrations d'hydrocarbures pétroliers dans l'eau de la rivière Chaudière ont été élevées à la sortie du lac Mégantic dans les premiers jours suivant le déversement. Ensuite, les concentrations ont baissé et, mis à part quelques échantillons en août et septembre, il n'y a pratiquement plus eu de détections. Dès la fin de juillet, les dépassements des critères de qualité de l'eau pour les hydrocarbures pétroliers et même les détections de ces substances n'étaient plus que sporadiques.
- Depuis la fin de l'automne 2013, les suivis de la qualité de l'eau qui ont toujours cours sont ceux réalisés aux prises d'eau potable de Saint-Georges, de Sainte-Marie, de Lévis (Charny), d'Agropur et d'Olymel, ainsi que le suivi en temps de crue réalisé par le Ministère par des échantillonnages de la rivière. Ce dernier consiste à échantillonner l'eau à quatre stations réparties dans la Haute-Chaudière, ainsi qu'à Notre-Dame-des-Pins, lorsque le débit dépasse 30 m³/s au barrage Mégantic ou 200 m³/s au barrage Sartigan.
- Au cours de l'hiver 2013-2014, il n'y a eu qu'une crue qui a déclenché de l'échantillonnage aux cinq stations de suivi du MDDELCC, soit le 12 janvier 2014, après un redoux. L'échantillonnage n'a ensuite été déclenché que lors de la crue printanière, soit du 8 au 25 avril. Même alors, la détection d'hydrocarbures pétroliers n'a été que sporadique. Sur les 42 échantillons d'eau prélevés durant l'hiver et le printemps, il n'y a eu que six détections d'hydrocarbures pétroliers, dont cinq concentrées dans la fin de semaine du 11 au 13 avril. De ces six détections, trois dépassaient le critère chronique pour la protection de la vie aquatique (0,063 mg/L) et les trois autres dépassaient le critère aigu (0,130 mg/L). Il y a donc eu relargage des hydrocarbures durant la crue printanière, mais ce relargage a été de courte durée.

Les sédiments

- À l'automne 2013, la contamination des sédiments de la Haute-Chaudière par les hydrocarbures pétroliers était importante par son étendue et par les concentrations mesurées. Sur les 96 échantillons de sédiments prélevés par la firme Golder durant l'été et, surtout, l'automne 2013, 53 % dépassaient la valeur de référence d'effets chroniques de 164 mg/kg et 20 % dépassaient aussi la valeur de référence d'effets aigus de 832 mg/kg. Les dépassements de critères étaient nombreux dans les 30 premiers kilomètres de la rivière. Plus en aval, les dépassements de critères devenaient sporadiques, mais on en observait jusque près du barrage Sartigan.
- C'est sur une distance d'environ 30 km en aval de Lac-Mégantic que les concentrations d'hydrocarbures pétroliers C_{10} - C_{50} étaient les plus élevées. Cependant, même dans ce secteur, les concentrations étaient variables : elles fluctuaient d'inférieures aux limites de détection (100 mg/kg) à 20 000 mg/kg. Évidemment, cette valeur maximale n'est pas représentative de l'ensemble des résultats obtenus. En fait, à l'automne 2013, dans ces 30 premiers kilomètres, la concentration médiane était inférieure à la limite de détection et 90 % des résultats d'analyse étaient inférieurs à 669 mg/kg.
- À proximité des prises d'eau de Saint-Georges, de Sainte-Marie et de Lévis, ainsi que dans le lac Mégantic, les sédiments étaient peu ou pas contaminés par les hydrocarbures pétroliers.

Les organismes benthiques

- Les organismes benthiques, ou benthos, sont des organismes tels que les insectes, les mollusques, les crustacés et les vers qui habitent le fond des cours d'eau et des lacs. Comme ils sont une source de nourriture pour plusieurs espèces de poissons, d'amphibiens et d'oiseaux, ils constituent un important maillon de la chaîne alimentaire des milieux aquatiques.
- Un suivi des communautés benthiques de la rivière Chaudière a été réalisé à l'automne 2013 pour évaluer l'impact du déversement de pétrole et des travaux de nettoyage. Neuf sites ont été échantillonnés dans le tronçon amont de la rivière, sur une distance d'environ 40 km, de la décharge du lac Mégantic à la municipalité de Saint-Ludger.
- Les résultats de l'échantillonnage montrent que les perturbations reliées au déversement de pétrole (déversement du pétrole, déversement des eaux usées non traitées, déversement des agents de suppression de feu, variation du débit de la rivière et travaux de nettoyage) ont eu un impact important sur les communautés d'organismes benthiques de la partie amont de la rivière Chaudière et que cet impact diminue de l'amont vers l'aval de celle-ci. Ces perturbations ont eu un effet significatif jusqu'au kilomètre 26,5.

Les poissons et les oiseaux

- Il n'y a pas d'évidence indiquant que le déversement ait eu un impact majeur sur les populations de poissons adultes de la rivière Chaudière en 2013. En effet, seulement 99 poissons ont été trouvés morts dans la rivière au cours de l'été 2013, principalement durant les premiers jours suivant le déversement. De plus, un grand nombre de poissons en état normal ont été observés lors des échantillonnages de juillet, fin août, septembre, octobre et novembre.
- À plus long terme toutefois, la présence de pétrole sur le fond de la rivière pourrait nuire à certaines espèces de poissons, en diminuant la disponibilité de la nourriture (organismes benthiques) et en affectant la survie ou le développement des œufs, des larves et des juvéniles. Ainsi, même si les poissons adultes ne semblent pas avoir été beaucoup touchés en 2013, un fléchissement des populations pourrait survenir, surtout si la reproduction et le recrutement sont affectés.
- Les hydrocarbures et les HAP associés au déversement pétrolier ne sont pas bioaccumulables dans le poisson. Cependant, certains produits bioaccumulables sont susceptibles d'avoir été produits ou mobilisés lors de l'incendie

et entraînés dans le milieu aquatique. C'est le cas des dioxines, des furannes et des polybromodiphényléthers (PBDE). La chair des poissons d'intérêt sportif et des meuniers noirs entiers a été analysée pour ces substances, ainsi que pour d'autres, non associés au déversement, mais pour lesquelles il y a lieu de documenter le niveau de contamination, à savoir les biphényles polychlorés (BPC), le mercure et d'autres métaux. Les résultats d'analyse pour ces substances sont en cours d'interprétation par les spécialistes. Toutefois, un examen préliminaire des résultats indique que les concentrations mesurées dans les poissons de la rivière Chaudière ne posent pas plus de limites à la consommation du poisson que ce qui est généralement observé dans les cours d'eau du Québec.

- Le déversement n'a pas eu d'impact important sur les populations d'oiseaux adultes en 2013. Seulement 24 oiseaux souillés par du pétrole ont été rapportés (22 morts), la plupart dans les premiers jours suivant l'événement. À plus long terme cependant, comme pour le poisson, on ne peut exclure la possibilité que les effets sur la communauté benthique aient des répercussions sur la disponibilité de la nourriture pour les oiseaux aquatiques.

Actions proposées en 2014-2015

Sur la base des constats ci-dessus, le comité expert a formulé 15 recommandations quant aux suites à donner en 2014-2015. La mise en œuvre de ces recommandations vise les cinq objectifs suivants.

Objectif 1 – Caractérisation : Mettre à jour le portrait de la contamination des sédiments par les hydrocarbures dans la Haute-Chaudière, estimer l'atténuation naturelle de la contamination, vérifier son déplacement vers l'aval, y compris dans la Moyenne-Chaudière.

Objectif 2 – Toxicité : Documenter la toxicité des sédiments de la rivière Chaudière contaminés par les hydrocarbures.

Objectif 3 – Risque : Déterminer les tronçons de la rivière Chaudière où le niveau de contamination des sédiments pose un risque pour l'écosystème.

Objectif 4 – Nettoyage : Cerner les enjeux environnementaux des différentes méthodes de nettoyage des sédiments et élaborer un plan d'intervention pour une des zones plus fortement contaminées de la rivière Chaudière.

Objectif 5 – Suivi : Assurer le suivi environnemental de la rivière Chaudière en ce qui a trait à la qualité de l'eau, à l'état des communautés benthiques et piscicoles de même qu'à la présence de contaminants dans le poisson.

Pour assurer l'atteinte de ces objectifs, le comité expert propose la réalisation des 14 projets listés au tableau 4.

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ	I
Mise en contexte	I
Constats	I
L'eau I	
Les sédiments	II
Les organismes benthiques	II
Les poissons et les oiseaux.....	II
Actions proposées en 2014-2015	III
INTRODUCTION.....	1
1. DESCRIPTION DU COURS D'EAU ET RAPPEL DES ÉVÉNEMENTS DE L'ÉTÉ 2013.....	2
1.1 Description du cours d'eau et du bassin versant.....	2
1.2 Nature et caractéristiques du pétrole déversé	4
1.3 Mesures pour contrer l'écoulement du pétrole de la zone d'impact vers la rivière	5
1.4 Comportement du pétrole dans l'eau et premières évaluations de la contamination de la rivière	6
1.5 Travaux de nettoyage effectués en 2013	8
2. ÉTAT DE SITUATION À L'AUTOMNE 2013 ET RECOMMANDATIONS POUR 2014-2015	9
2.1 L'eau de surface	9
2.1.1 État de la situation à l'automne 2013	9
2.1.2 Impacts appréhendés, incertitudes et lacunes d'information	13
2.1.3 Recommandations pour 2014.....	14
2.2 Les sédiments.....	14
2.2.1 État de la situation à l'automne 2013	14
2.2.2 Impacts appréhendés, incertitudes et lacunes d'information	23
2.2.3 Recommandations pour 2014.....	24
2.3 Les organismes benthiques	25
2.3.1 État de la situation à l'automne 2013	25
2.3.2 Impacts appréhendés, incertitudes et lacunes d'information	25
2.3.3 Recommandations pour 2014.....	26
2.4 Le poisson	26
2.4.1 État de la situation à l'automne 2013	26
2.4.2 Effets appréhendés, incertitudes et lacunes d'information	28
2.4.3 Recommandations pour 2014.....	28

2.5 Les travaux de nettoyage	28
2.5.1 État de la situation à l'automne 2013	28
2.5.2 Impacts appréhendés, incertitudes et lacunes d'information	30
2.5.3 Recommandations pour 2014.....	34
3. OBJECTIFS ET PROJETS POUR 2014-2015	35
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	38
ANNEXE 1	41
Membres du comité expert :	41
ANNEXE 2	42
Carte des secteurs nettoyés en 2013	42
ANNEXE 3	47
Projet 1.1 – Caractérisation de la contamination des sédiments dans la rivière Chaudière et dans le lac Mégantic	47
ANNEXE 4	49
Fiches descriptives des projets de 2014-2015	49

LISTE DES FIGURES

Figure 1.	La rivière Chaudière et son bassin versant.....	2
Figure 2.	Le profil altitudinal de la rivière Chaudière.....	3
Figure 3.	Schéma d'écoulement du pétrole de la zone d'impact vers le lac Mégantic et la rivière Chaudière	6
Figure 4.	Suivi de la qualité de l'eau de surface de la rivière Chaudière et du lac Mégantic effectué entre le 6 juillet et le 31 décembre 2013.....	9
Figure 5.	Concentrations d'hydrocarbures pétroliers à cinq stations d'échantillonnage du 7 juillet 2013 au 10 février 2014.....	11
Figure 6.	Concentrations d'hydrocarbures pétroliers aux cinq stations d'échantillonnage du suivi en temps de crue du 11 janvier au 21 avril 2014.....	13
Figure 7.1	Sites d'échantillonnage et de dépassements des critères de qualité des sédiments des échantillons prélevés par la firme Golder en 2013	17
Figure 7.2	Sites d'échantillonnage et de dépassements des critères de qualité des sédiments des échantillons prélevés par la firme Golder en 2013	18
Figure 7.3	Sites d'échantillonnage et de dépassements des critères de qualité des sédiments des échantillons prélevés par la firme Golder en 2013	19
Figure 7.4	Sites d'échantillonnage et de dépassements des critères de qualité des sédiments des échantillons prélevés par la firme Golder en 2013	20
Figure 8.1	Résultats de l'observation visuelle de la contamination des sédiments par les hydrocarbures pétroliers aux 219 sites d'observation de la firme Golder en 2013	21
Figure 8.2	Résultats de l'observation visuelle de la contamination des sédiments par les hydrocarbures pétroliers aux 219 sites d'observation de la firme Golder en 2013	22

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.	Concentrations médianes de différents métaux mesurées à la station de Ste-Hélène-de-Breakeyville (2008) et aux différentes stations du lac Mégantic et de la rivière Chaudière (2013).....	12
Tableau 2.	Évaluation du risque environnemental posé par huit méthodes d'intervention sur huit habitats selon l'ABEN de la rivière Kalamazoo (États-Unis)	32
Tableau 3.	Signification des couleurs et des codes alphanumériques du tableau 2.....	33
Tableau 4.	Projets proposés pour 2014-2015	35
Tableau 5.	Ressources requises pour la mise en œuvre des projets en 2014-2015.....	37

INTRODUCTION

Le 6 juillet 2013, un train de 72 wagons transportant 7,679 millions de litres de pétrole brut a déraillé dans le centre-ville de Lac-Mégantic. Un incendie s'est déclaré, provoquant des explosions ainsi que l'émission et le déversement de pétrole et d'autres contaminants dans l'environnement. Des quelque six millions de litres de pétrole déversés ou brûlés, il a été estimé qu'environ 100 000 litres se sont déversés dans la rivière Chaudière, dont la tête est située à Lac-Mégantic.

Au cours de l'été et de l'automne 2013, des équipes ont été mises à pied d'œuvre pour nettoyer le littoral et, autant que possible, le fond de la rivière, par des méthodes manuelles. Durant la même période, un grand nombre d'observations visuelles et de nombreux échantillonnages ont été réalisés pour évaluer le niveau et l'étendue de la contamination du milieu par le pétrole et ses produits dérivés. Plus de 700 échantillons d'eau et 900 échantillons de sédiments ont été prélevés. Plus de 600 sites ont fait l'objet d'une évaluation visuelle du niveau de contamination par les hydrocarbures pétroliers. Des échantillonnages de moindre envergure ont visé les communautés de poissons et d'organismes benthiques.

Les résultats de ces échantillonnages et observations de 2013 sont colligés et interprétés dans des rapports, notamment ceux des firmes Golder Associés (2014) et MissionHGE (2014a,b) et du ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDEFP, 2013; CEAEQ, 2014a,b,c). Ces rapports confirment qu'à l'automne 2013, le principal problème de la rivière était la présence d'hydrocarbures pétroliers dans les sédiments, sur le littoral et sur le fond de la rivière.

En janvier 2014, le MDDELCC a mis sur pied le Comité expert de la rivière Chaudière, dont la liste des membres apparaît à l'annexe 1. Le mandat du comité était de préparer un plan de gestion de la contamination résiduelle de la rivière et de le livrer aux autorités du Ministère au plus tard le 30 avril 2014. Ce plan devait dégager un état de situation de la rivière sur la base des études réalisées en 2013, déterminer les impacts potentiels sur l'écosystème et ses usages et proposer les mesures à mettre en œuvre en 2014 pour limiter les impacts sur le milieu.

Le présent document constitue le plan de gestion proposé par le comité expert. En plus d'une revue et d'une synthèse de l'information disponible, le plan formule quinze recommandations et se termine par la présentation d'un plan d'action visant cinq objectifs et comprenant quatorze projets à réaliser en 2014-2015.

Le premier de ces projets (no 1.1) est une caractérisation d'envergure de la contamination des sédiments de la rivière qui sera réalisée à la fin du printemps 2014. Sur la base des résultats obtenus, le comité expert pourra revoir au besoin la pertinence et le contenu des autres projets prévus au plan de gestion.

1. Description du cours d'eau et rappel des événements de l'été 2013

1.1 Description du cours d'eau et du bassin versant¹

Le bassin versant de la rivière Chaudière est situé sur la rive sud du fleuve Saint-Laurent à la hauteur de Québec et draine une grande région d'environ 6 682 km². La rivière prend sa source dans le lac Mégantic, à l'extrémité sud du bassin, et coule sur 185 km vers le nord pour se jeter dans le fleuve Saint-Laurent, à Lévis (Saint-Romuald). Ses principaux tributaires sont les rivières Beauvillage, Famine, du Loup et Saint-Victor. Ces quatre tributaires drainent près de la moitié (46 %) de la superficie totale du bassin versant (figure 1).

Le bassin versant fait partie de deux régions naturelles distinctes, à savoir les Basses-terres du Saint-Laurent et les Appalaches, mais seulement 5 % du bassin se situe dans la région des Basses-terres du Saint-Laurent. La forêt couvre près de 70 % de la superficie du bassin. Les terres agricoles, les zones urbanisées, l'eau et les milieux humides occupent respectivement environ 23 %, 3,5 % et 3,5 % du bassin.

La population du bassin versant s'élève à 179 000 personnes. En tenant compte des caractéristiques physiques du bassin et des activités socioéconomiques qui s'y déroulent, le territoire peut être divisé en trois grands secteurs : la Haute-Chaudière, la Moyenne-Chaudière et la Basse-Chaudière.

La Haute-Chaudière, qui comprend la partie sud du bassin versant, a une superficie totale de 3 075 km² (46 % de la superficie totale du bassin versant). Elle s'étend vers le nord jusqu'à la confluence de la rivière du Loup et de la rivière Chaudière, près du barrage Sartigan. Plus forestière et moins peuplée que le reste du bassin, la Haute-Chaudière compte 36 000 personnes, pour une densité de 12 personnes par kilomètre carré (km²), et 11 % de terres en culture.



Figure 1. La rivière Chaudière et son bassin versant

¹ Sources : COBARIC, 2000; Simoneau et coll., 1998; Thibeault, 2008.

La Moyenne-Chaudière occupe la partie centrale du bassin et couvre 40 % de sa superficie totale. Elle s'étend du barrage Sartigan, en amont de Saint-Georges, à la municipalité de Scott. Sa population s'élève à 79 000 personnes (30/km²) et 31 % de son territoire est agricole.

La Basse-Chaudière correspond à la partie aval du bassin versant et couvre seulement 14 % du territoire. Elle s'étend de la municipalité de Scott jusqu'à l'exutoire de la rivière Chaudière, à Lévis. Ce secteur compte 64 000 personnes (67/km²) et est couvert à 37 % par des terres agricoles.

On estime que 65 % de la population du bassin versant de la rivière Chaudière s'approvisionne en eau potable à partir des eaux souterraines. Les villes de Lévis (secteur Charny), de Sainte-Marie et de Saint-Georges puisent leur eau potable directement dans la rivière.

La pente moyenne de la rivière Chaudière est de 2,0 m/km. Toutefois, le profil de la rivière varie de façon importante entre les trois secteurs (figure 2). La pente est de 2,5 m/km dans la Haute-Chaudière, de seulement 0,5 m/km dans la Moyenne-Chaudière et revient plus forte, soit 3,0 m/km, dans la Basse-Chaudière. La faible pente dans la Moyenne-Chaudière, en aval d'une section à pente forte, augmente la probabilité d'inondation dans ce secteur. Le Bras Saint-Victor ainsi que les rivières Famine et du Loup, eux aussi à forte pente, contribuent aux apports d'eau dans la Moyenne-Chaudière et aux risques d'inondation. Lors d'épisodes de débits élevés, cette configuration de pentes rend possible la remise en suspension des sédiments et des contaminants associés dans la Haute-Chaudière et leur déposition dans la Moyenne-Chaudière.

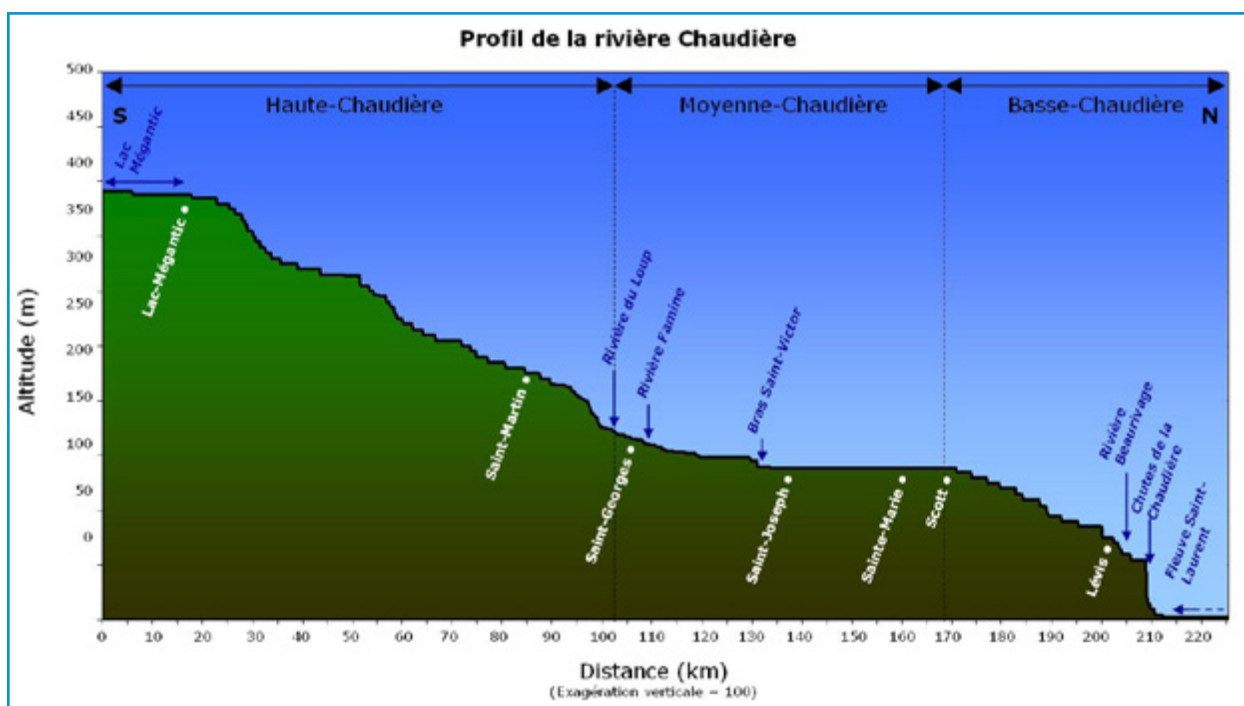


Figure 2. Le profil altitudinal de la rivière Chaudière

Le débit de la rivière Chaudière est fort variable. À la station hydrométrique de Saint-Lambert, la moyenne annuelle est de 114 m³/s, mais on enregistre des maximums journaliers de plus de 2 000 m³/s durant la crue printanière et des minimums journaliers aussi bas que 5 m³/s durant l'étiage d'été.

1.2 Nature et caractéristiques du pétrole déversé

Le produit transporté dans les wagons qui ont déraillé à Lac-Mégantic était un pétrole brut provenant de la formation géologique du Bakken, aux États-Unis (Dakota du Nord). Il était défini² comme un pétrole dit « léger » (> 30 degrés API), formé d'une combinaison complexe d'hydrocarbures paraffiniques et aromatiques avec une faible quantité de composés azotés, soufrés et oxygénés ainsi que de métaux (principalement du fer, du vanadium, du nickel, du plomb et du chrome).

Les propriétés du pétrole sont déterminantes quant à la façon dont le pétrole se comporte dans l'environnement en cas de déversement (dispersion, altération physique et chimique, biodégradation). Les fiches de données de sécurité remplies par les onze fournisseurs indiquaient les propriétés suivantes :

Quelques propriétés du pétrole brut transporté dans les wagons de MMA*

Apparence	Ambre, noir, vert foncé, selon la source
Odeur	Hydrocarbures, œufs pourris
Degré API (à 15 °C)	48 à 35,6 (soit 790 à 847 g/L)
pH	Neutre
Solubilité	Faible à insoluble
Point d'ébullition	38 à 538 °C
Densité relative (eau=1)	0,6 à 1,0
Pression de vapeur (à 15 °C) (volatilité)	0 à 724 mm Hg
Viscosité	Variable

* Montréal, Maine & Atlantique Canada Cie et Montréal, Maine & Atlantique Railway Ltd

Ces informations montrent que le produit transporté était plus léger que l'eau, plutôt insoluble, avec une volatilité et une viscosité variables (elles sont propres à chaque hydrocarbure présent dans le mélange). Son odeur d'œufs pourris indiquait la présence de soufre. Après le déraillement, la plus grande partie du pétrole brut s'est volatilisée ou consommée lors de l'incendie³. Il en a résulté des transformations importantes du produit d'origine, la principale étant la disparition des fractions les plus légères (< C12) des hydrocarbures. Des sous-produits de combustion ont aussi été formés. Par exemple, le pétrole trouvé dans un puits à Lac-Mégantic contenait des dioxines et furannes chlorés qui étaient absents du produit d'origine (Golder Associés, 2014). La perte des fractions légères et l'addition de résidus de combustion ont sans doute contribué à augmenter la viscosité et la densité du pétrole. La coulée de pétrole a également entraîné dans la rivière toutes sortes de débris présents sur sa route, de même que des résidus d'agents ignifuges pouvant libérer dans l'environnement des composés chimiques préoccupants, dont les composés perfluorés qui sont persistants et bioaccumulables (Golder Associés, 2014).

2 World Fuel Services, lettre intitulée « MMA train derailment at Lac Mégantic, Qc. » et signée par Neil Plug, vice-président de Global QHSSE, 25 juillet 2013.

3 Analyses basées sur un échantillon d'eau huileuse prélevé le 9 juillet 2013 par Environnement Canada (courriel du 10 juillet de Bruce Hollobone).

Composition chimique du pétrole

Des analyses chimiques ont été effectuées sur le pétrole déversé à partir d'échantillons prélevés neuf jours après l'événement dans un wagon peu endommagé, et 25 jours plus tard dans un puits d'observation (Golder Associés, 2014). La comparaison des résultats entre ces deux échantillons montre à quel point un pétrole brut peut se différencier lorsqu'il est soumis à des conditions ambiantes différentes. Ainsi, le pétrole transporté par le train, celui demeuré dans les wagons soumis à la chaleur et celui qui a été déversé et qui a rejoint la rivière sont bien différents. Il en sera de même de celui qui sera mesuré dans les sédiments au cours de l'été 2014.

Les analyses du pétrole ont indiqué qu'il était surtout constitué d'aliphatiques linéaires, dont les composés se situent dans la plage C6-C50, avec une prédominance dans la région des C10-C34. Dans l'échantillon provenant du puits d'observation, il y avait dans le mélange une quantité appréciable de composés monoaromatiques, notamment du benzène, du toluène, de l'éthylbenzène et du xylène (BTEX), soit des molécules simples, légères, relativement solubles et volatiles. Ces hydrocarbures représentent le plus grand risque de toxicité aiguë dans le milieu aquatique, mais se volatilisent rapidement. Puisqu'ils étaient moins présents dans le wagon, on présume que le pétrole qu'il contenait a été soumis à la chaleur dégagée par l'incendie, ce qui a entraîné la volatilisation des fractions plus légères (Golder Associés, 2014).

Dans les deux échantillons (wagon et puits), les composés à plusieurs cycles aromatiques (hydrocarbures aromatiques polycycliques [HAP]) étaient surtout représentés par le naphthalène et ses dérivés alkyl (méthyl-, diméthyl-, méthyléthyl-). Le phénanthrène et le pyrène étaient aussi présents, mais en moindres proportions. Ces HAP sont des molécules lourdes, complexes et difficilement biodégradables. Ils ont tendance à se lier aux matières en suspension et à former des agrégats qui sédimentent au fond de l'eau. Les HAP les plus légers peuvent aussi se solubiliser dans l'eau et concourir, avec les BTEX, à la toxicité aiguë pour le milieu récepteur. Enfin, parmi les molécules inorganiques, seuls le fer et le soufre ont été détectés.

1.3 Mesures pour contrer l'écoulement du pétrole de la zone d'impact vers la rivière

Le pétrole déversé a migré depuis la zone d'impact vers la rivière Chaudière par trois voies d'écoulement (figure 3). La première est l'écoulement du pétrole à la surface du sol vers le nord du parc des Vétérans jusqu'au lac Mégantic. Cet écoulement superficiel a également rejoint les égouts pluviaux par l'entremise des puisards de rue. L'exutoire de ces conduites était situé dans le lac. Par la suite, en raison des vents forts, le pétrole a été repoussé le long des berges enrochées du parc des Vétérans. Une partie s'est toutefois répandue jusqu'à la marina et au barrage Mégantic. Les mesures de confinement mises en œuvre le 6 juillet 2013 pour protéger le lac comprennent la pose d'un ballon pneumatique à la sortie de l'égout pluvial et l'installation d'estacades et de boudins absorbants afin de freiner l'avancement des hydrocarbures dans le lac et la rivière.

La seconde voie d'écoulement vers la rivière est la migration du pétrole par les canalisations souterraines vers le commerce La Crèmerie situé en aval du barrage. Il s'agit de la principale source de déversement dans la rivière Chaudière. À l'arrivée des intervenants, le matin du 6 juillet 2013, le déversement se faisait en continu par les canalisations. Ce point de rejet est d'ailleurs le point bas du centre-ville. Dans les premières heures, il y a eu assèchement de la zone par le pompage du pétrole dans les regards d'égouts afin d'empêcher sa dispersion. À la fin de l'avant-midi du 6 juillet, le déversement était maîtrisé grâce au colmatage de la conduite à l'aide d'un ballon pneumatique. La passe migratoire, adjacente au barrage, n'a pas été épargnée, car le pétrole a migré vers cette structure en empruntant une conduite connexe aux infrastructures souterraines.

La troisième voie d'écoulement est la migration du pétrole par les canalisations souterraines au sud du Centre sportif. Lors de l'impact, le pétrole a été capté par une conduite principale de grand diamètre puis s'est écoulé jusqu'à la rivière. Un bassin de rétention a été rapidement construit au point de décharge de ce collecteur d'eaux pluviales. Des

tuyaux inversés ont été installés en urgence dans le bassin afin de permettre l'évacuation de l'eau tout en retenant le maximum de pétrole.

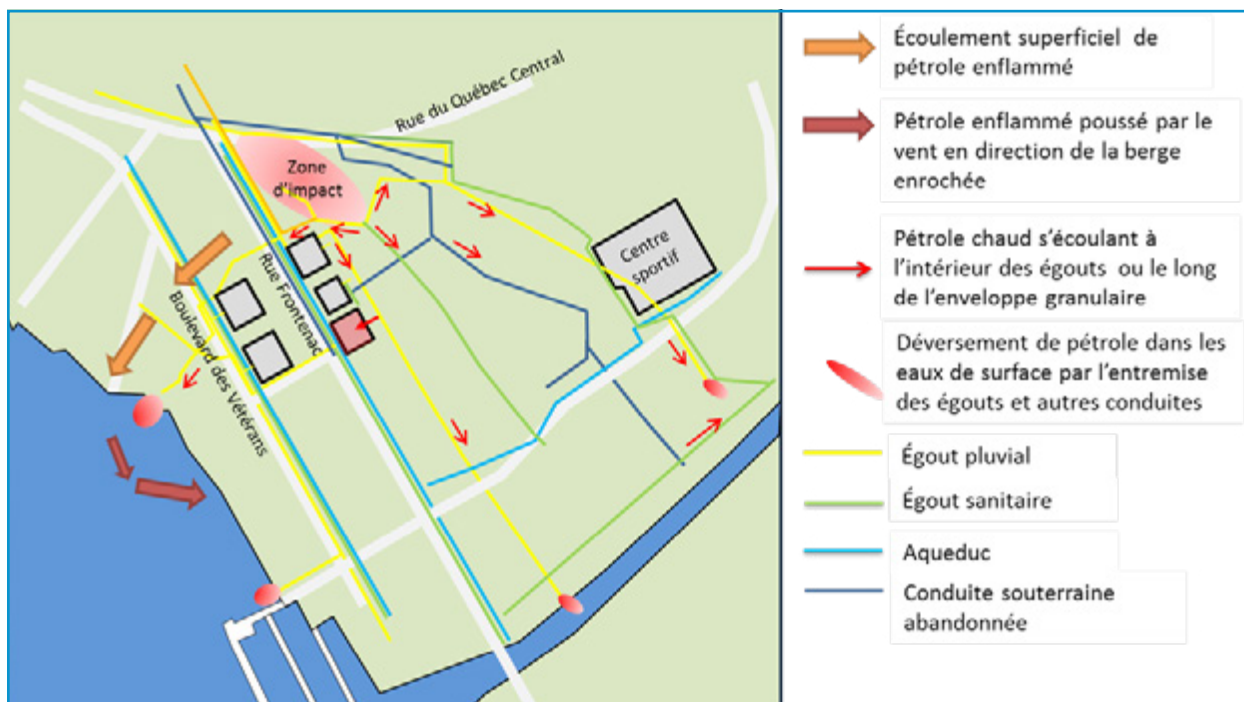


Figure 3. Schéma d'écoulement du pétrole de la zone d'impact vers le lac Mégantic et la rivière Chaudière

En plus de ces mesures, une gestion efficace du débit de la rivière au barrage Mégantic a été adoptée afin de limiter la propagation de la contamination vers la rivière. Il y a eu également installation d'un séparateur eau/huile et aménagement d'un bassin de surplus avec un tuyau inversé afin de traiter les eaux huileuses toujours présentes dans le réseau d'égout. Enfin, un pompage en continu des hydrocarbures s'est échelonné sur plusieurs jours suivant la mise en place des premières mesures d'urgence.

1.4 Comportement du pétrole dans l'eau et premières évaluations de la contamination de la rivière

Le pétrole altéré qui a atteint la rivière s'est d'abord étalé à la surface de l'eau et sur les rives. Ensuite, pendant les heures et les jours qui ont suivi, le pétrole non intercepté a suivi le modèle général de dispersion décrit ci-après. La fraction légère du pétrole s'est volatilisée dans l'air sous l'influence des diverses conditions ambiantes, notamment de la température, de la turbulence de l'eau et de l'intensité du vent. Une autre partie du pétrole, soit la fraction hydrosoluble (la plus toxique), s'est dissoute dans la colonne d'eau et a été rapidement emportée en aval. La turbulence élevée dans la Haute-Chaudière a favorisé le mélange de fines gouttelettes de pétrole, d'eau et de particules solides, formant une émulsion à l'apparence d'une mousse chocolatée visqueuse qui a enduit les roches et les galets sur les berges. Une partie de cette émulsion s'est aussi retrouvée au fond de l'eau et s'est accumulée dans les zones d'eaux calmes. La quantité relative des résines et des asphaltènes, molécules lourdes et complexes, détermine la formation des émulsions de même que leur stabilité (Fingas, 2013). Le pétrole sous cette forme peut demeurer relativement stable et conserver, même au fond de l'eau, une bonne quantité de ses composés légers, dont les BTEX. Une autre part du pétrole, formée de molécules lourdes et difficilement biodégradables, s'est agglutinée aux suies provenant de la combustion et aux autres matières en suspension présentes dans la colonne d'eau et a précipité au fond.

Depuis le déversement, une partie non quantifiable du pétrole a pu être dégradée par les microorganismes, subir une photooxydation ou réagir avec les éléments chimiques présents dans le milieu pour former de nouveaux composés. Une partie est également demeurée dans les sédiments, accusant une présence plus importante près du lieu de déversement et dans les zones d'accumulation en aval. Le pétrole accumulé dans les sédiments est plutôt résistant aux processus de dégradation naturelle et y est généralement moins exposé. S'il n'est pas délogé, il peut demeurer dans les sédiments de nombreuses années, jusqu'à être recouverts de nouveaux sédiments dans les zones d'eaux calmes ou se déplacer en aval au gré des variations hydrodynamiques de la rivière.

Afin de faciliter la localisation de la contamination, la rivière a été divisée en segments de 500 mètres et identifiée par des points kilométriques (PK 0, PK 0,5, PK 1 et ainsi de suite). Le PK 0 correspond au barrage Mégantic et le barrage Sartigan est localisé approximativement au PK 85.

Dès le 6 juillet, des survols de la rivière en hélicoptère ont été réalisés par SIMEC afin d'évaluer la dispersion du pétrole. Entre le 6 juillet et le 19 août, les survols aériens se sont poursuivis sur un total de 22 jours. Ces survols ont permis de constater notamment qu'une phase flottante de pétrole s'était rendue jusqu'au barrage Sartigan dès le 7 juillet. Sur la base du code d'apparence des hydrocarbures de l'Accord de Bonn, il est possible, en fonction de la couleur de la phase flottante, d'estimer son épaisseur et donc son volume par kilomètre carré. À partir de l'ensemble des observations aériennes effectuées, la plus importante phase flottante (300 à 5 000 litres/km²) a été observée dans les 10 premiers kilomètres en aval du barrage Mégantic (PK 0 à PK 10) et immédiatement en amont du barrage Sartigan, entre les PK 80 et PK 84,7. Une phase flottante de moindre importance (30 à 300 litres/km²), avec occasionnellement une phase flottante plus importante (300 à 5 000 litres/km²), a été observée entre le PK 10 et le PK 35,5. Enfin, une phase flottante sous forme de trace ou de faible importance (30 à 300 litres/km²) a été relevée entre le PK 35 et le PK 80 et entre le PK 84,7 et le PK 120,5, à Saint-Joseph-de-Beauce. En aval de Saint-Joseph-de-Beauce, les survols aériens n'ont pas permis de constater la présence d'une phase flottante. Les cartes produites par SIMEC montrant la distribution du pétrole à la surface de la rivière, sur la base des observations aériennes, sont insérées à l'annexe 5 du rapport de MissionHGE relatif aux travaux de nettoyage de la rivière Chaudière (MissionHGE, 2014b).

En parallèle aux survols aériens, une première phase d'évaluation systématique sur le terrain de l'état de contamination du littoral a été réalisée par la firme SIMEC. Cette évaluation a été achevée le 18 août 2013. L'état de contamination des rives a été évalué à l'aide de la méthode TERR, une méthode reconnue et standardisée établie par Environnement Canada. Cette méthode est basée essentiellement sur l'observation visuelle du niveau de contamination des rives (largeur de la zone contaminée, pourcentage de contamination en surface et épaisseur de sols contaminés). La méthode TERR permet de définir cinq niveaux de contamination allant de non contaminé à fortement contaminé. Les relevés TERR ont été effectués dans toutes les zones d'accès sécuritaire entre le barrage Mégantic et Saint-Joseph-de-Beauce. Dans ce tronçon de rivière, environ 260 des 283 km de rivage ont été vérifiés systématiquement. De ces 260 km, 109,6 km ont été jugés non contaminés, 138,4 km ont été évalués faiblement ou très faiblement contaminés, 10,4 km ont été jugés modérément contaminés et 2 km ont été jugés fortement contaminés. Il est à noter qu'aucune contamination du rivage n'a été relevée par cette méthode en aval du barrage Sartigan. Les résultats de l'évaluation TERR sont disponibles sur 20 cartes couvrant la rivière entre le lac Mégantic et Saint-Joseph-de-Beauce et elles sont regroupées à l'annexe 5 du rapport de MissionHGE (MissionHGE, 2014b).

En plus des relevés TERR, des observations du lit de la rivière à l'aide d'un « bathyscope » ont été effectuées entre le PK 3 et le PK 43, à des endroits où il était possible de traverser la rivière de façon sécuritaire. La réalisation de 40 relevés par transect a permis de confirmer la distribution du pétrole non seulement sur les rives, mais également au fond de la rivière. Les transcriptions de ces relevés visuels sont regroupées à l'annexe 5 du rapport de MissionHGE (MissionHGE, 2014b).

Afin de compléter le premier portrait de la contamination, des échantillons de sédiments ont été prélevés à proximité de toutes les prises d'eau potable municipales et industrielles localisées sur la rivière Chaudière. Les résultats des analyses de ces échantillons sont disponibles sur le site Internet du Ministère (www.mddelcc.gouv.qc.ca/lac-megantic).

L'ensemble des vérifications effectuées lors de cette première phase d'évaluation de la contamination des rives et du littoral de la rivière, réalisée en juillet et août 2013, a permis de conclure que la très grande majorité du pétrole est demeurée en amont du barrage Sartigan. La contamination des sédiments avait alors été observée principalement dans les dix premiers kilomètres en aval du barrage Mégantic. Entre le PK 10 et le barrage Sartigan, quelques secteurs contaminés avaient été observés, surtout dans les zones de courant lent. Les campagnes d'échantillonnage réalisées plus tard, notamment celle de septembre et d'octobre 2013, ont permis de préciser le portrait de la contamination des sédiments, décrit dans la section 2.2.

1.5 Travaux de nettoyage effectués en 2013

Dans les heures qui ont suivi l'accident de Lac-Mégantic, plusieurs interventions ont été réalisées dans la rivière Chaudière de manière à limiter la dispersion du pétrole à la surface de l'eau. Ainsi, entre le 6 et le 10 juillet 2013, 13 estacades ont été installées entre le barrage Mégantic et le barrage Sartigan, situé environ 85 km en aval, à Saint-Georges. Durant la même période, une quatorzième estacade a été installée, à titre préventif, à Saint-Joseph-de-Beauce. Ces estacades ont permis d'intercepter et de récupérer 43 192 litres d'eaux huileuses entre le 6 et le 16 juillet. Une quantité indéterminée de pétrole a également été récupérée dans la rivière Chaudière à l'aide d'absorbants.

Mandatée par Montréal, Maine & Atlantique Canada Cie et Montréal, Maine & Atlantique Railway Ltd, ci-après regroupées sous le terme « MMA », l'entreprise SIMEC a entrepris le 24 juillet 2013 une première phase de nettoyage des rives. Cette première phase, terminée le 17 août, était limitée à la partie exondée du lit de la rivière. Ce nettoyage a consisté principalement au fauchage et à la récupération de la végétation souillée aux hydrocarbures dans les sections comprises entre le PK 0 et le PK 9 ainsi que dans la section comprise entre le PK 81,5 et le PK 84,5. Au plus fort des travaux, un peu plus de cent (100) travailleurs ont participé à cette première phase de nettoyage.

À la suite de l'ordonnance émise le 29 juillet 2013 aux personnes qui étaient propriétaires ou qui avaient la garde ou le contrôle du pétrole, lors de l'accident ferroviaire, le Ministère a pris en charge la réalisation des travaux de nettoyage. Afin d'assurer le traitement de la partie inondée du littoral en plus de la partie exondée, la méthode de nettoyage a été modifiée. Mise en œuvre à grande échelle à partir du 17 août 2013, la nouvelle méthode avait pour objectif la récupération des hydrocarbures libres (phase pure visible) et la limitation des irisations à la surface de l'eau sur les segments de la rivière les plus affectés par la contamination. Cette méthode permettait le nettoyage jusqu'à une profondeur d'eau de 60 cm, dans les zones où le courant n'était pas trop élevé pour la sécurité des travailleurs. Les travaux ont été interrompus le 1^{er} novembre 2013, avant que toutes les zones souillées aient été nettoyées, pour des raisons de sécurité liées aux conditions climatiques. Les travaux ont permis le traitement d'un total de 40,2 km de rives. Au plus fort des travaux, environ 200 travailleurs ont participé à cette deuxième phase de nettoyage.

L'annexe 2 présente l'emplacement des rives nettoyées en 2013 et la section 2.5.1 décrit de façon plus détaillée les travaux réalisés et leurs résultats.

2. État de situation à l'automne 2013 et recommandations pour 2014-2015

2.1 L'eau de surface

2.1.1 État de la situation à l'automne 2013

Dans les premières heures suivant le déversement, des équipes du MDDELCC ont été dépêchées sur le terrain afin d'échantillonner le lac Mégantic et la rivière Chaudière en différents points et ainsi faire un suivi de la qualité de leurs eaux de surface. Au fil des semaines, le programme de suivi a été adapté en fonction de l'état de la situation. Plusieurs acteurs ont participé à sa mise en œuvre : le MDDELCC, Golder Associés, MissionHGE, les villes de Saint-Georges, de Sainte-Marie et de Lévis (les trois municipalités puisant leur eau potable dans la rivière Chaudière) ainsi que les industries Agropur (Beauceville) et Olymel (Vallée-Jonction), les seules à avoir leur prise d'eau dans la Chaudière.

À la fin de 2013, plus de 700 échantillons d'eau avaient été prélevés par ces différentes instances dans une vingtaine de zones d'échantillonnage réparties entre le lac Mégantic et le fleuve Saint-Laurent. Comme le montre la figure 4, le MDDELCC et la firme Golder ont échantillonné la rivière à plusieurs endroits durant les 80 premiers jours suivant l'événement. Ensuite, au cours de l'automne, les villes de Saint-Georges, de Sainte-Marie et de Lévis ont pris la relève du MDDELCC dans le suivi de leur prise d'eau et l'échantillonnage se poursuit présentement. Au cours de la même période, la firme MissionHGE, sous contrat avec le MDDELCC, a fait un suivi dans la Haute-Chaudière et les compagnies Agropur et Olymel ont analysé leur eau brute.

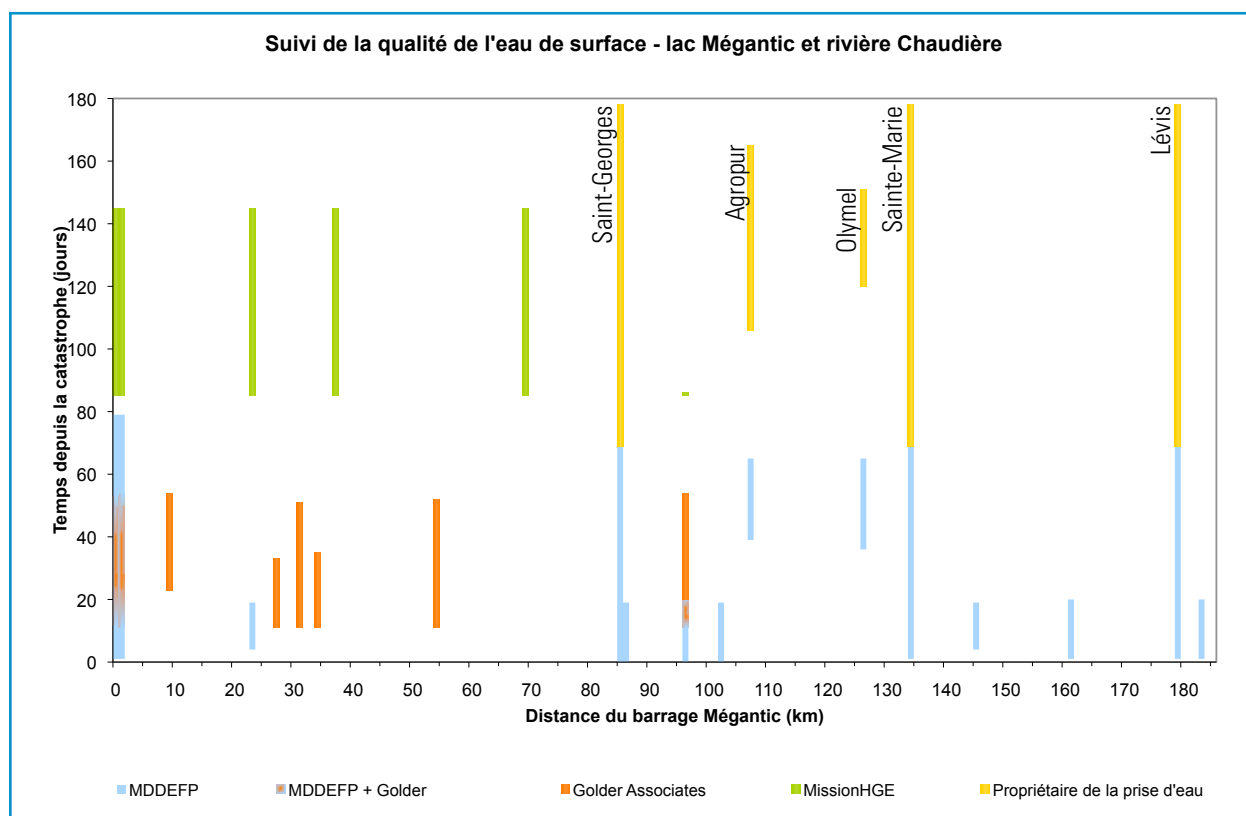


Figure 4. Suivi de la qualité de l'eau de surface de la rivière Chaudière et du lac Mégantic effectué entre le 6 juillet et le 31 décembre 2013

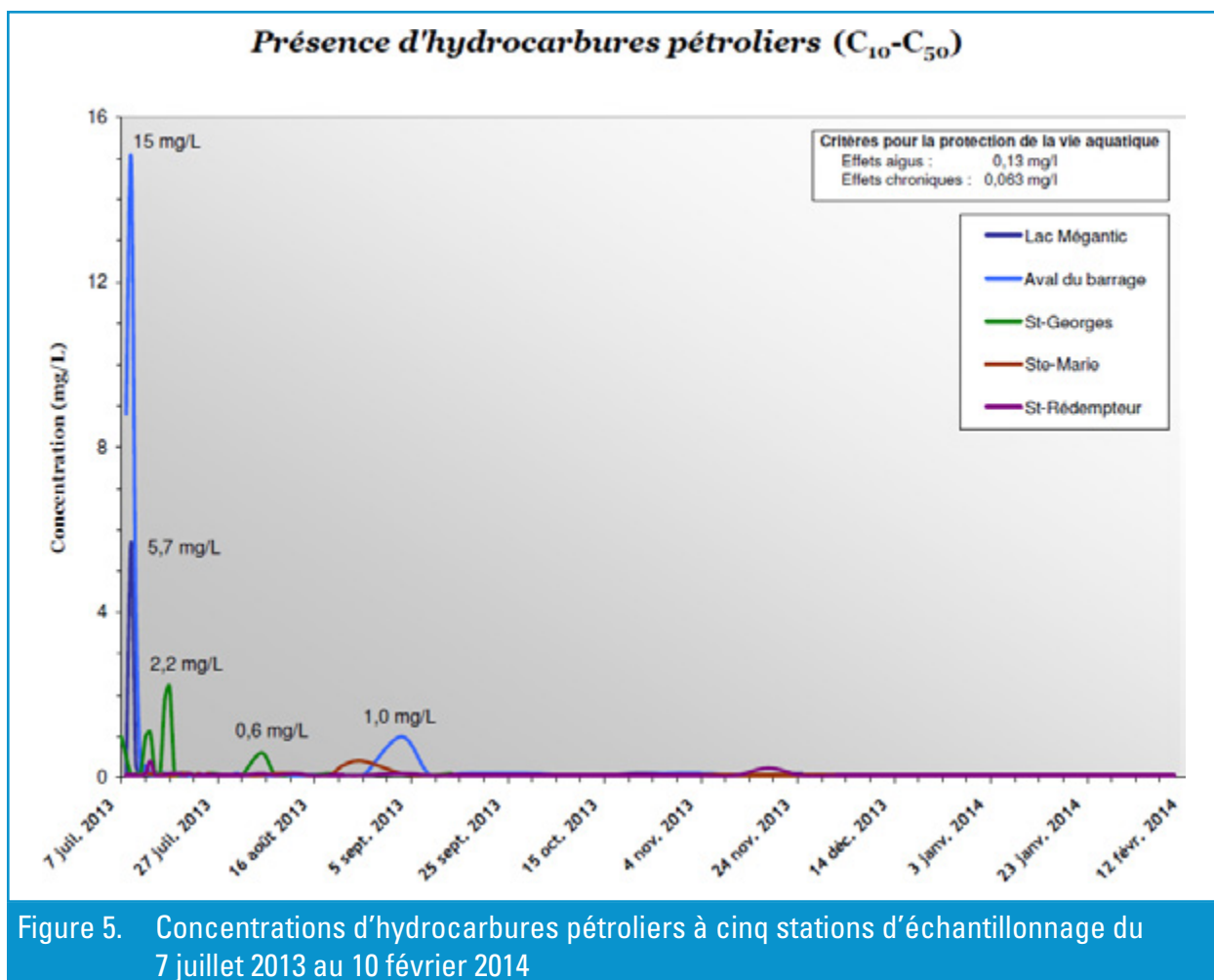
Les échantillons ont été analysés dans les laboratoires du Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ) du MDDELCC ou par des laboratoires privés. Le nombre de paramètres analysés dans chaque échantillon a varié, selon la situation et l'évolution des questionnements sur la qualité de l'eau de la rivière de juillet à décembre. Souvent, l'échantillon était d'abord analysé pour les hydrocarbures pétroliers C_{10} - C_{50} et était ensuite analysé pour d'autres paramètres si des hydrocarbures avaient été détectés. La liste complète des paramètres analysés est la suivante :

- Hydrocarbures pétroliers (C_{10} - C_{50})
- Identification des produits pétroliers
- Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP; 44 composés)
- Composés organiques volatils (COV; 63 composés)
- Composés organiques semi-volatils (COSV; 52 composés)
- Composés inorganiques (8 composés)
- Métaux (méthode ICP-OES; 16 composés)
- Métaux traces extractibles (22 composés)
- Métaux (Règlement sur la qualité de l'eau potable; 10 composés)
- Carbone organique dissous
- Carbone organique total
- Solides en suspension ($1,2\ \mu\text{m}$)
- Solides dissous totaux
- Surfactants nonylphénol polyéthoxylés (17 composés)
- Composés perfluorés (13 composés)
- Dioxines chlorées (12 composés)
- Furan chlorés (15 composés)
- Alcalinité totale
- Azote total Kjeldahl
- Demande biochimique en oxygène – 5 jours

Il est à noter que plusieurs de ces paramètres n'ont été analysés que dans quelques échantillons, en fonction de la situation et de la détection ou non d'hydrocarbures pétroliers. Les substances analysées les plus fréquemment sont les hydrocarbures pétroliers (C_{10} - C_{50}), les COV, les métaux et les HAP. Certains résultats d'analyse sont présentés et interprétés sur le site Internet du MDDELCC (<http://www.mddefp.gouv.qc.ca/lac-megantic/index.htm#tableau>), les autres le sont dans les rapports des firmes Golder et MissionHGE (Golder Associés, 2014; MissionHGE 2014a). De l'ensemble de ces résultats, le comité dégage les constats suivants.

Hydrocarbures pétroliers

En ce qui concerne les hydrocarbures pétroliers, un résumé de la tendance des résultats depuis le déversement est présenté à la figure 5. Les concentrations étaient évidemment plus importantes à la sortie du lac Mégantic dans les premiers jours suivant le déversement. Ensuite, les concentrations ont baissé et, mis à part quelques échantillons pris en août et septembre, il n'y a pratiquement plus eu de détections. Dès la fin de juillet 2013, les détections et dépassements de critères n'étaient plus que sporadiques (figure 5).



Métaux

Les métaux sont naturellement présents dans les cours d'eau. Comme le montre le tableau 1, les concentrations mesurées dans la rivière Chaudière et le lac Mégantic en 2013 sont similaires ou inférieures aux concentrations mesurées avant l'événement, c'est-à-dire en 2008 à la station de Sainte-Hélène-de-Breakeyville. Les concentrations de métaux mesurées dans la rivière Chaudière, en 2008 comme en 2013, étaient parfois supérieures aux critères de qualité de l'eau pour la protection de la vie aquatique. Cependant, de tels dépassements se rencontrent souvent, dans tous les plans d'eau du Québec, même en conditions naturelles, notamment lors de crues ou lorsque l'agitation de l'eau fait augmenter les concentrations de matières en suspension. Ces concentrations de métaux occasionnellement élevées ne sont pas préoccupantes.

Tableau 1. Concentrations médianes de différents métaux mesurées à la station de Ste-Hélène-de-Breakeyville (2008) et aux différentes stations du lac Mégantic et de la rivière Chaudière (2013)

Métal	Concentration 2008 (µg/L)	Concentration 2013 (µg/L)
Aluminium	290	76
Antimoine	0,085	--
Argent	0,005	--
Arsenic	1,5	--
Baryum	13	3,9
Béryllium	0,019	--
Bore	6,4	--
Cadmium	0,019	--
Chrome	0,8	--
Cuivre	1,9	1,0
Fer	585	140
Manganèse	47	9,8
Molybdène	0,26	--
Nickel	2,8	--
Plomb	0,37	--
Sélénium	0,2	--
Strontium	94	36
Uranium	0,13	0,074
Vanadium	0,6	--
Zinc	1,9	--

Légende : -- : Sous les limites de détection de la méthode

Autres paramètres organiques et inorganiques

Pour les autres composés organiques analysés au cours de l'automne (HAP et COV), presque tous les résultats sont sous les limites de détection des méthodes d'analyse. Les quelques valeurs au-dessus des limites de détection sont toutes largement inférieures aux critères aigus pour la protection de la vie aquatique et presque toutes inférieures aux critères chroniques. Les quelques dépassements des critères chroniques ne sont pas préoccupants, car leur fréquence d'occurrence est largement inférieure à 25 %, seuil en deçà duquel la situation n'est pas jugée problématique. De même, en ce qui concerne les composés inorganiques, les concentrations sont comparables à ce que l'on retrouve habituellement dans les rivières du Québec et ne sont donc pas préoccupantes.

Depuis la fin de l'automne 2013, les suivis de la qualité de l'eau qui ont toujours cours sont ceux réalisés aux prises d'eau potable de Saint-Georges, de Sainte-Marie, de Lévis (Charny), d'Agropur et d'Olymel, ainsi que le suivi en temps de crue du MDDELCC. Ce dernier consiste à échantillonner l'eau à cinq stations lorsque le débit de la rivière dépasse 30 m³/s au barrage Mégantic ou 200 m³/s au barrage Sartigan. Quatre de ces stations sont réparties dans la Haute-Chaudière, entre Lac-Mégantic et Saint-Martin. La cinquième station est située dans la Moyenne-Chaudière, au pont de Notre-Dame-des-Pins.

Au cours de l'hiver, il n'y a eu qu'une seule crue qui a déclenché de l'échantillonnage, soit le 12 janvier 2014, après un redoux. L'échantillonnage n'a ensuite été déclenché que lors de la crue printanière, soit du 8 au 25 avril. Même alors, la détection d'hydrocarbures pétroliers n'a été que sporadique. En effet, sur les 42 échantillons d'eau prélevés durant l'hiver et le printemps, il n'y a eu que quelques détections :

- Hydrocarbures pétroliers (C_{10} - C_{50}) : six détections, distribuées sur quatre stations, dont cinq concentrées dans la fin de semaine du 11 au 13 avril. De ces six détections, trois dépassaient le critère chronique pour la protection de la vie aquatique (0,063 mg/L) et les trois autres dépassaient le critère aigu (0,130 mg/L) [figure 6]. Tous les résultats sont revenus sous les limites de détection dès le 14 avril à toutes les stations. Il y a donc eu « relargage » d'hydrocarbures durant la crue printanière, mais celui-ci a été de courte durée;
- Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) : quelques composés ont été détectés durant la période de crue, à de très faibles concentrations, largement sous les critères pour la protection de la vie aquatique;
- Composés organiques volatils (COV) : un seul composé (le toluène) a été détecté à quelques reprises, encore une fois à des concentrations largement inférieures aux critères pour la protection de la vie aquatique.

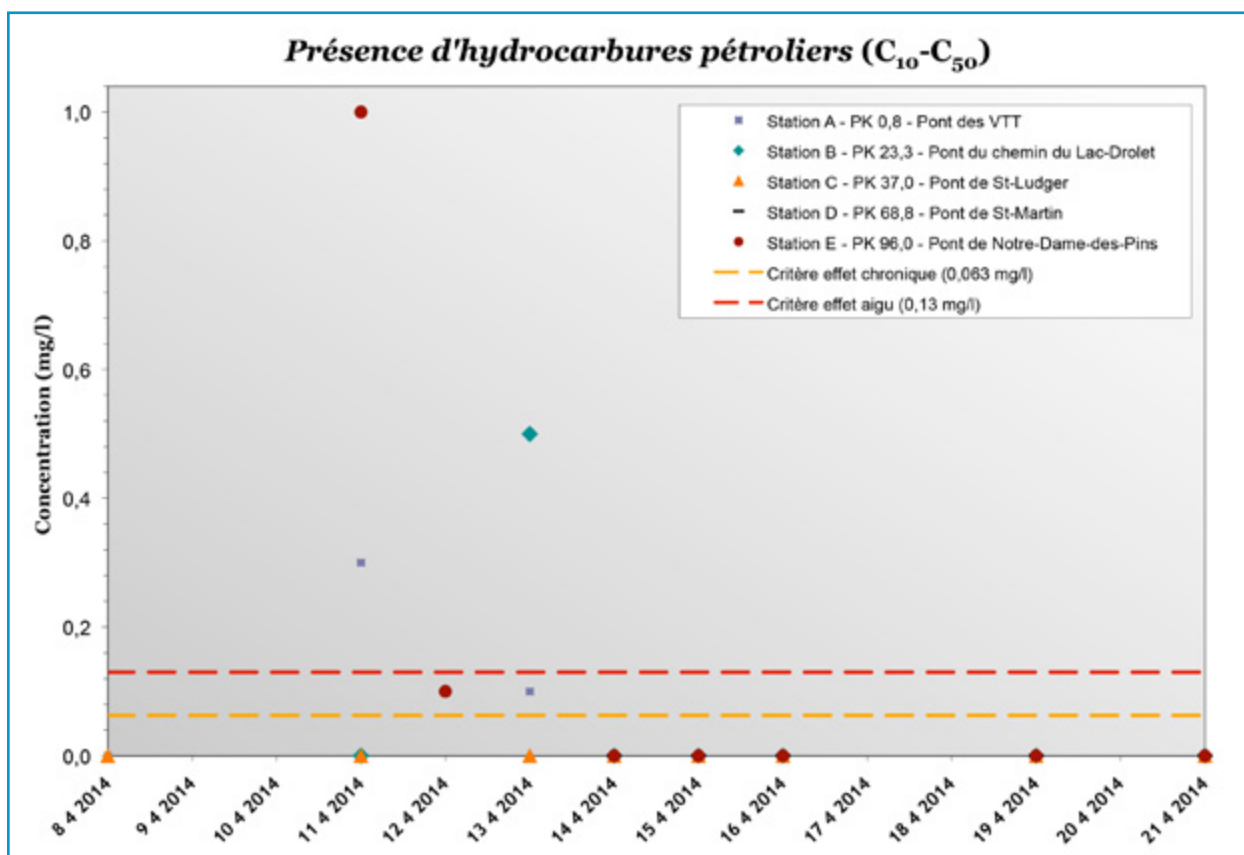


Figure 6. Concentrations d'hydrocarbures pétroliers aux cinq stations d'échantillonnage du suivi en temps de crue du 11 janvier au 21 avril 2014

2.1.2 Impacts appréhendés, incertitudes et lacunes d'information

Pour les organismes vivants dans la colonne d'eau, la situation n'a été inquiétante que pendant les premiers jours suivant le déversement. Durant le reste de l'été et au cours de l'automne 2013, la détection dans l'eau d'hydrocarbures pétroliers et d'autres contaminants associés n'a été que sporadique. En conséquence, à l'automne 2013, les concentrations d'hydrocarbures dans les eaux de surface n'étaient plus considérées comme problématiques pour l'écosystème (Golder Associés, 2014; MisionHGE, 2014a).

Le suivi de la qualité de l'eau en temps de crue, réalisé durant l'hiver et le printemps 2014, n'a pas démontré lui non plus une situation préoccupante. Le comité expert juge peu probable qu'il y ait des épisodes de concentrations élevées d'hydrocarbures pétroliers dans l'eau de la rivière Chaudière au cours de la décrue printanière et de l'été 2014. Cependant, il juge que la prudence est de mise et que l'échantillonnage en temps de crue aux cinq stations de la Haute-Chaudière doit être maintenu jusqu'à la fin de l'automne 2014.

2.1.3 Recommandations pour 2014

- R1** En tenant pour acquise la poursuite des suivis de la qualité de l'eau aux prises d'eau municipales de Saint-Georges, de Sainte-Marie et de Lévis (Charny), le comité expert recommande la poursuite du suivi en temps de crue réalisé par le MDDELCC dans la Haute-Chaudière jusqu'à la fin de l'automne 2014.
- R2** De plus, si une contamination importante des sédiments de la Moyenne-Chaudière est constatée lors de la caractérisation des sédiments de 2014, le comité expert recommande d'évaluer la pertinence d'ajouter des stations d'échantillonnage de l'eau dans cette partie de la rivière. Cette évaluation devra tenir compte, notamment, du fait que des échantillonnages sont réalisés aux prises d'eau municipales.

2.2 Les sédiments

2.2.1 État de la situation à l'automne 2013

Le fond et le littoral de la rivière Chaudière présentent une grande hétérogénéité de substrats. On trouve selon les endroits des sédiments fins, du sable, du gravier, des galets ou des roches. Selon la nature du substrat, l'évaluation de la contamination par les hydrocarbures se fait de deux façons :

- Dans les zones de sédiments fins et de sable, un échantillon peut être prélevé et acheminé au laboratoire pour y mesurer les concentrations de contaminants, tels que les hydrocarbures C_{10} - C_{50} , les HAP, les COV, etc. L'interprétation des résultats d'analyse se fait sur la base des Lignes directrices pour l'évaluation de la qualité des sédiments du lac Mégantic et de la rivière Chaudière, en lien avec l'accident ferroviaire du 6 juillet 2013 (MDDEFP, 2013a), et des Critères pour l'évaluation de la qualité des sédiments au Québec et cadres d'application : prévention, dragage et restauration (Environnement Canada et MDDEP, 2007);
- Dans les tronçons couverts de galets et de roches, on procède plutôt par une évaluation visuelle et semi-quantitative de la contamination, sur place, sans prélèvement d'échantillon. Pour faire cette évaluation, les roches, galets et autres substrats grossiers sont brassés manuellement, avec les pieds ou avec des outils légers. Le pétrole qui s'en dégage remonte à la surface pour former un film d'irisation ou des accumulations de pétrole brut. Le niveau de contamination est noté selon des catégories croissantes, par exemple absence d'irisation, irisation faible, irisation forte, présence de pétrole brut. Ce type d'évaluation a été utilisé dans plusieurs plans d'eau exposés à des déversements de pétrole, dont la rivière Kalamazoo, aux États-Unis, où la rupture d'un oléoduc a causé un important déversement en juillet 2010 (Enbridge Energy, 2013).

Plusieurs campagnes d'échantillonnage et de caractérisation visuelle de la contamination des sédiments de la rivière Chaudière ont été réalisées en 2013, par le MDDELCC ainsi que par les firmes MissionHGE et Golder Associés. Au total, plus de 900 échantillons de sédiments ont été prélevés et analysés au laboratoire du CEAQ et par des laboratoires privés, et plus de 600 sites ont été évalués par observation visuelle. Les hydrocarbures pétroliers (C_{10} - C_{50}) ont été analysés sur tous les échantillons. Selon les résultats obtenus pour les C_{10} - C_{50} et les objectifs poursuivis par les différents suivis, d'autres paramètres ont été analysés sur certains échantillons :

- Identification des produits pétroliers
- Fractions d'hydrocarbures des composés organiques F1-F4

- BTEX
- HAP
- Composés perfluorés
- Métaux
- Carbone organique total et l'humidité
- Granulométrie

Les résultats et l'interprétation détaillés de ces échantillonnages et évaluations visuelles sont présentés dans les rapports de MissionHGE (2014b), de Golder Associés (2014) et du CEAEQ (2014a, 2014b, 2014c). L'interprétation des résultats pour les concentrations de C_{10} - C_{50} , de HAP et de métaux suivent les recommandations des Lignes directives pour l'évaluation de la qualité des sédiments du lac Mégantic et de la rivière Chaudière, en lien avec l'accident ferroviaire du 6 juillet 2013 (MDDEFP, 2013a), et le document Critères pour l'évaluation de la qualité des sédiments au Québec et cadres d'application : prévention, dragage et restauration (Environnement Canada et MDDEP, 2007). De toute cette information, le comité dégage les constats suivants.

■ **À l'automne 2013, la contamination des sédiments de la Haute-Chaudière par les hydrocarbures pétroliers était importante par son étendue et par les concentrations mesurées.**

- Parmi les 96 échantillons de sédiments prélevés par la firme Golder, répartis de Lac-Mégantic à Saint-Georges, 68 % présentaient au moins un paramètre ayant une concentration au-dessus de la limite de détection et 57 % des échantillons présentaient un ou plusieurs dépassements de critères pour l'évaluation de la qualité des sédiments du MDDELCC. Au total, 158 dépassements de critères ont été recensés pour les HAP et les hydrocarbures pétroliers.
- C'est pour les hydrocarbures pétroliers C_{10} - C_{50} que les dépassements de critères étaient les plus répandus sur le cours d'eau et étaient de la plus forte amplitude. Sur les 96 échantillons prélevés par la firme Golder, 53 % dépassaient la valeur de référence d'effets chroniques de 164 mg/kg et 20 % dépassaient aussi la valeur de référence d'effets aigus de 832 mg/kg. Les figures 7.1 à 7.4 présentent l'emplacement des 96 stations d'échantillonnage et les dépassements de critères. On constate que ces derniers étaient plus nombreux dans les 30 premiers kilomètres, mais que des dépassements étaient observés ponctuellement jusqu'au barrage Sartigan. Des dépassements de la valeur de référence d'effets aigus ont été observés aux stations d'échantillonnage 3B, 5A, 5B, 8A, 8B, 9A, 9B, 11, 13, 20, 26, 27, 47, 53, 55, 59, 61A et 61B.
- MissionHGE a échantillonné les sédiments principalement entre le PK 0 et le PK 16, car son mandat consistait à faire le suivi des travaux de nettoyage et ces derniers ont principalement eu lieu dans les 16 premiers kilomètres. La firme a prélevé un total de 803 échantillons, dont un peu plus de la moitié avant le nettoyage et un peu moins de la moitié après. La firme a constaté une grande hétérogénéité de la contamination en hydrocarbures pétroliers C_{10} - C_{50} sur de petites échelles spatiales. En effet, des échantillons prélevés à quelques mètres de distance peuvent présenter des concentrations différentes, certains échantillons dépassant les valeurs de référence effets aigus ou chroniques, d'autres non. En considérant la valeur maximale rencontrée par tronçon de cours d'eau d'une longueur de 500 m, la firme arrive à 27,3 km de rives où la concentration maximale est inférieure à la valeur de référence d'effets chroniques (164 mg/kg), 8,3 km de rives où la concentration maximale se situe entre la valeur d'effets chroniques et la valeur d'effets aigus (832 mg/kg) et 4,6 km de rives où la concentration maximale est supérieure à la valeur d'effets aigus.
- C'est sur une distance d'environ 30 km en aval de Lac-Mégantic que les concentrations d'hydrocarbures pétroliers C_{10} - C_{50} étaient les plus élevées. Cependant, même dans ce secteur, les concentrations étaient variables : elles fluctuaient d'inférieures aux limites de détection (100 mg/kg) à 20 000 mg/kg. Évidemment, cette valeur maximale n'est pas représentative de l'ensemble des résultats obtenus. En fait, à l'automne 2013, dans ces 30 premiers kilomètres, la concentration médiane était inférieure à la limite de détection et 90 % des résultats d'analyse étaient inférieurs à 669 mg/kg.

- Les figures 8.1 et 8.2, issues du rapport de la firme Golder (2014), présentent les résultats de l'évaluation visuelle de la contamination par les hydrocarbures aux sites de substrat grossier. Des hydrocarbures ont été observés à 199 des 219 sites d'observation visuelle, ce qui démontre que la présence d'hydrocarbures ne se limitait pas aux zones d'accumulation de sédiments fins. Comme le montrent les figures 8.1 et 8.2, la présence d'hydrocarbures pétroliers était plus forte dans les 30 premiers kilomètres.
 - Les HAP ont été détectés principalement aux stations rapprochées du lieu du déversement (PK 0 à PK 18). Cependant, les concentrations ne sont pas très élevées : un seul échantillon, prélevé au PK 4,5, dépasse la concentration produisant un effet probable (CEP), seuil à partir duquel Environnement Canada et le MDDEP (2007) recommandent d'éliminer les apports de contaminants et d'effectuer d'autres études pour compléter l'évaluation de la contamination, juger du risque et statuer sur les besoins de restauration. Il est à noter qu'il n'y a pas eu de concentrations élevées de HAP à des endroits où il n'y avait pas aussi des teneurs élevées en hydrocarbures pétroliers.
 - Ce portrait de la contamination des sédiments, basé sur les échantillonnages de 2013, pourrait avoir changé substantiellement depuis la crue printanière de 2014. Le comité expert a conclu qu'une nouvelle caractérisation des sédiments était nécessaire après la crue.
- **À proximité des prises d'eau de Saint-Georges, de Sainte-Marie et de Lévis, les sédiments étaient peu ou pas contaminés par les hydrocarbures pétroliers.**
 - Les sédiments à proximité des prises d'eau municipales et industrielles ont été échantillonnés en août 2013 par le MDDELCC. Il y a eu 11 échantillons prélevés dans le bassin en amont du barrage Sartigan (prise d'eau de Saint-Georges), 1 en aval de ce barrage et 12 autres répartis à proximité des prises d'eau de Sainte-Marie, de Lévis (Charny), d'Agropur, à Beauceville, et d'Olymel, à Vallée-Jonction.
 - Les résultats d'analyse d'hydrocarbures pétroliers (C_{10} - C_{50}) de tous ces échantillons sont inférieurs aux limites de détection ou de quantification, à l'exception du secteur en amont du barrage Sartigan, où il y a eu des concentrations mesurables (15 à 54 mg/kg), mais inférieures à la valeur de référence pour les effets chroniques (164 mg/kg). Les concentrations de HAP étaient inférieures aux concentrations d'effets probables (CEP) ou inférieures aux limites de quantification, et les COV étaient inférieurs aux limites de quantification (CEAEQ, 2014c).
 - Le comité expert évalue qu'en août 2013, les sédiments à proximité des prises d'eau potable étaient peu contaminés. Cependant, étant donné que les sédiments et leur contamination peuvent se déplacer, il y a lieu de refaire en 2014 une caractérisation des sédiments près des prises d'eau.
- **Dans le lac Mégantic, les sédiments étaient peu contaminés par les hydrocarbures pétroliers.**
 - Six échantillons de sédiments ont été prélevés dans le lac Mégantic en août 2013. Tous présentent des concentrations de C_{10} - C_{50} sous la limite de détection, à l'exception de l'échantillon prélevé à la pointe du quai municipal, dont la concentration (480 mg/kg) est supérieure à la valeur de référence pour les effets chroniques (164 mg/kg), mais inférieure à la valeur de référence pour les effets aigus (832 mg/kg). Les activités de la marina, à proximité de ce point d'échantillonnage, pourraient être une source de contamination. Pour ce qui est des HAP, tous les résultats d'analyse sont inférieurs à la concentration produisant un effet probable (CEP).
 - Ainsi, dans l'ensemble, la contamination des sédiments du lac Mégantic, près de la zone d'impact, ne semblait pas élevée en août 2013. Cette perception est toutefois basée sur un nombre limité d'échantillons et le niveau de contamination devrait être confirmé par un nouvel échantillonnage en 2014.

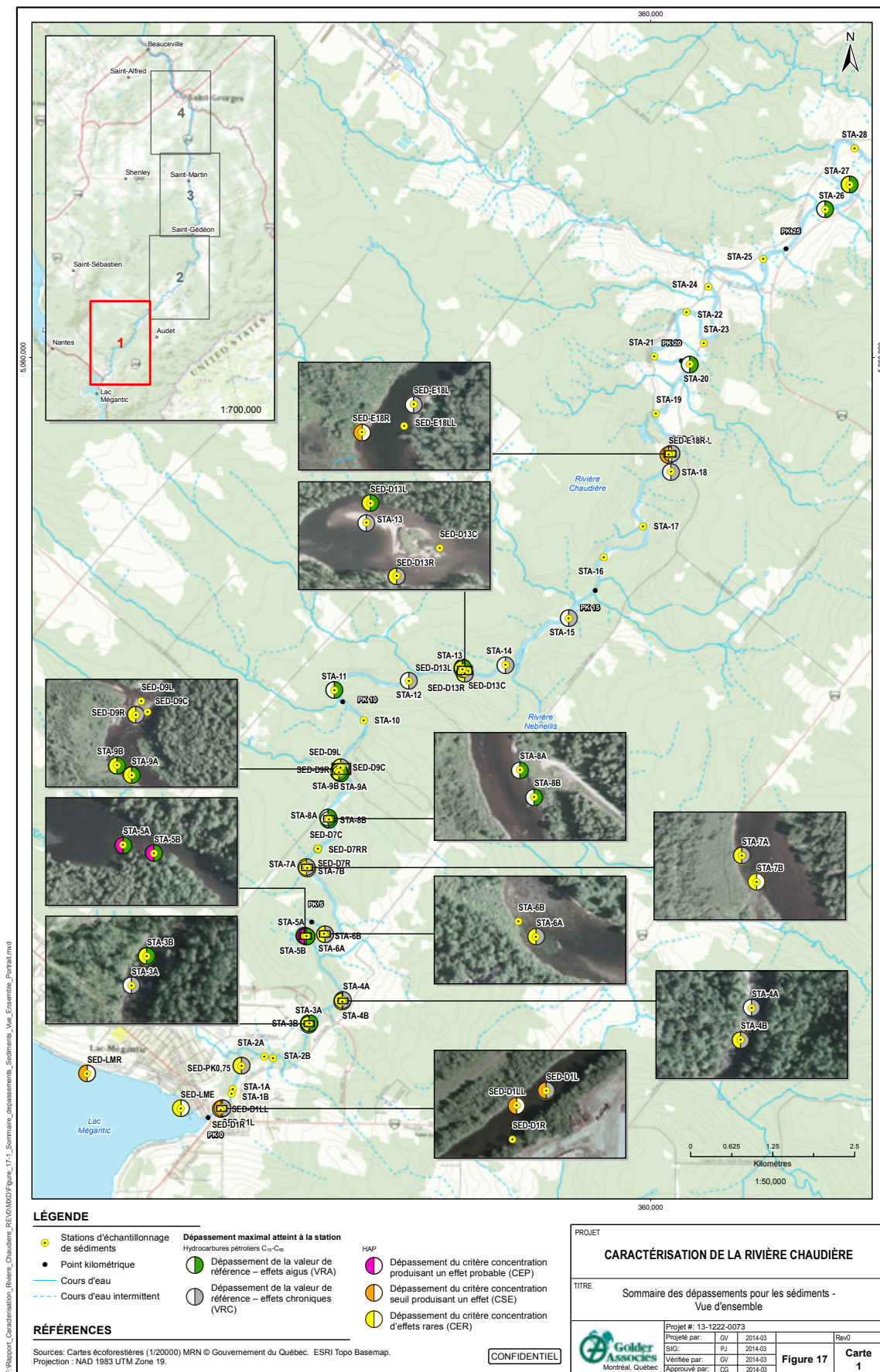


Figure 7.1 Sites d'échantillonnage et de dépassements des critères de qualité des sédiments des échantillons prélevés par la firme Golder en 2013

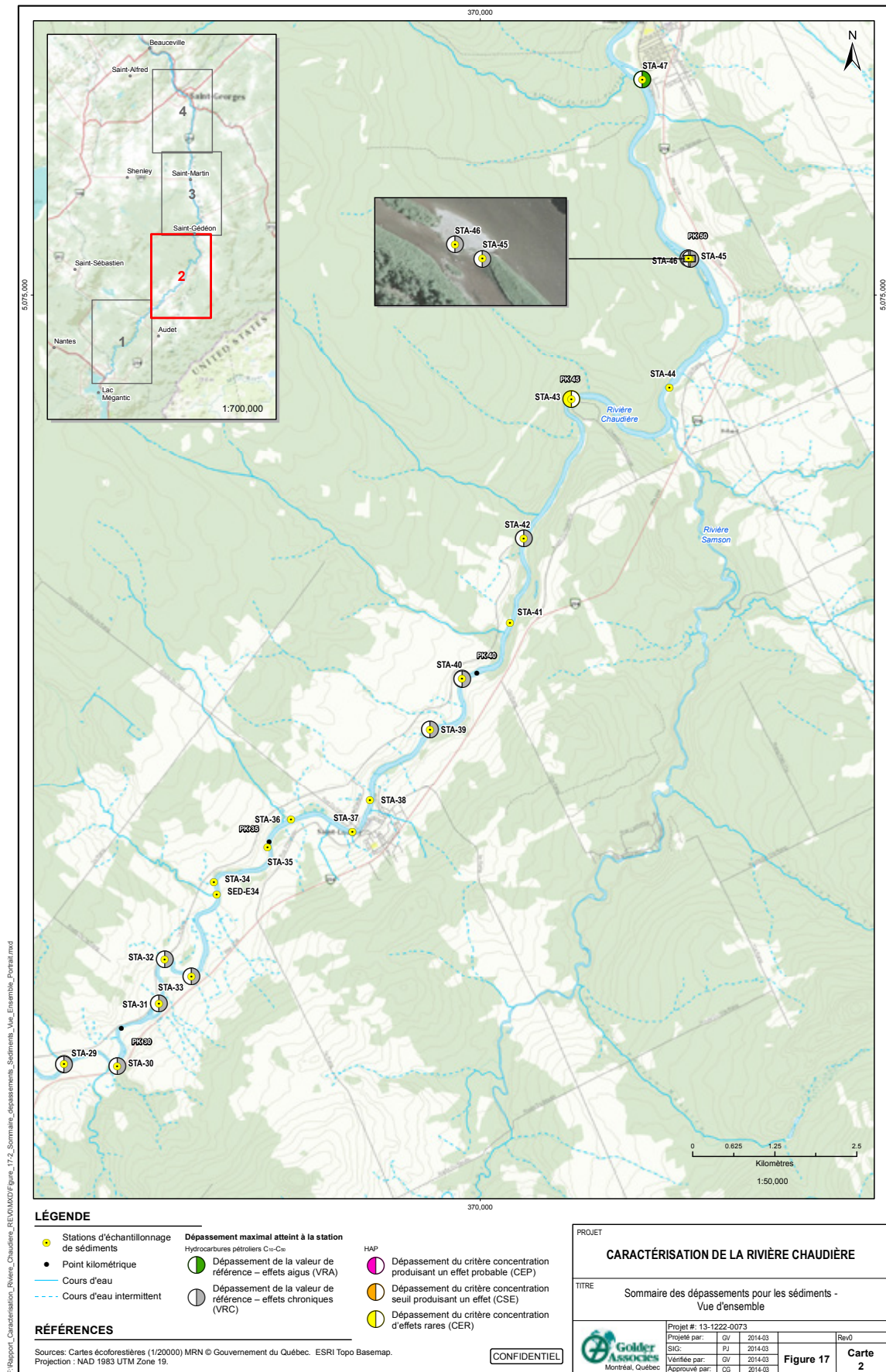


Figure 7.2 Sites d'échantillonnage et de dépassements des critères de qualité des sédiments des échantillons prélevés par la firme Golder en 2013

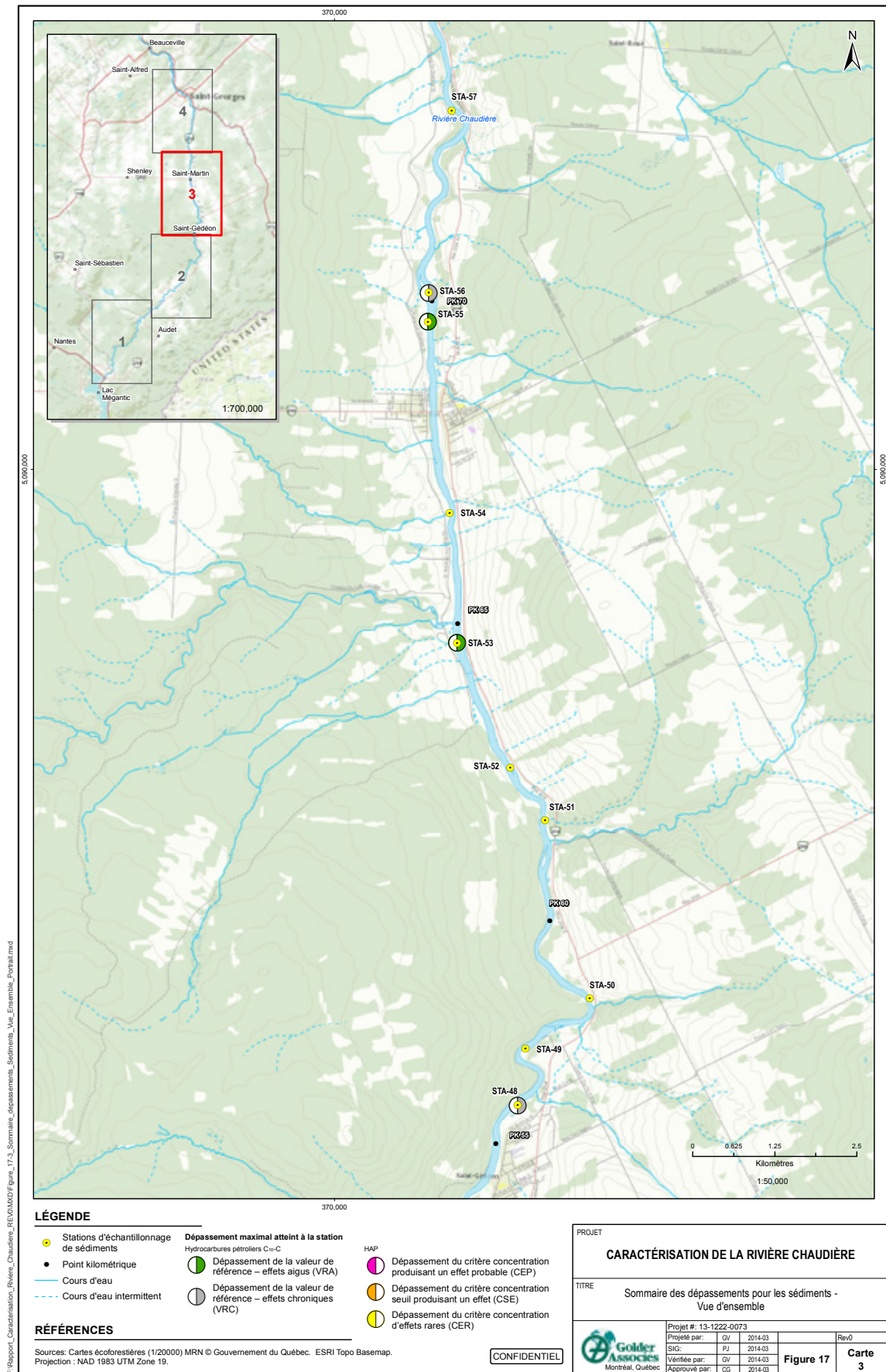


Figure 7.3 Sites d'échantillonnage et de dépassements des critères de qualité des sédiments des échantillons prélevés par la firme Golder en 2013

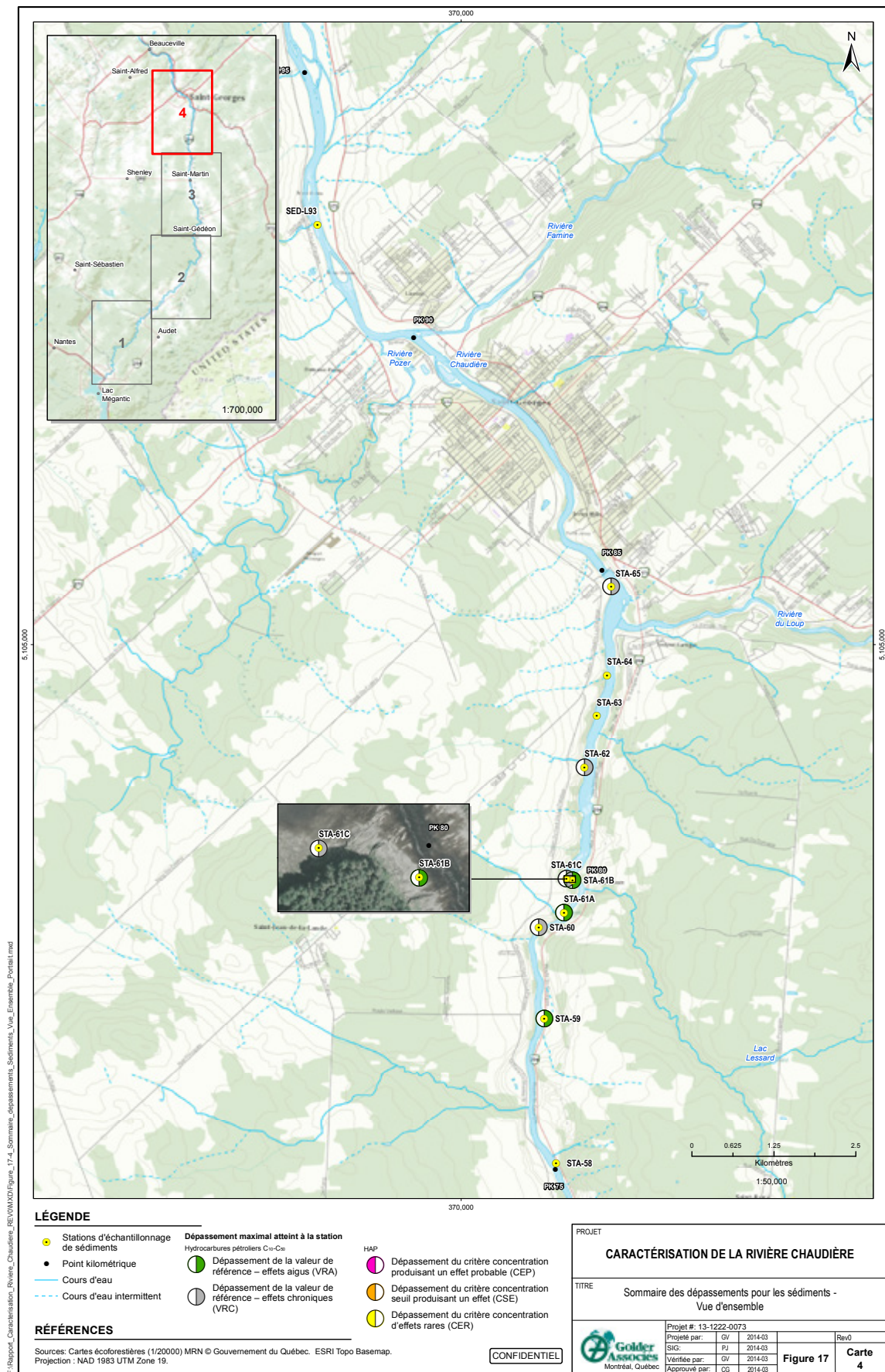


Figure 7.4 Sites d'échantillonnage et de dépassements des critères de qualité des sédiments des échantillons prélevés par la firme Golder en 2013

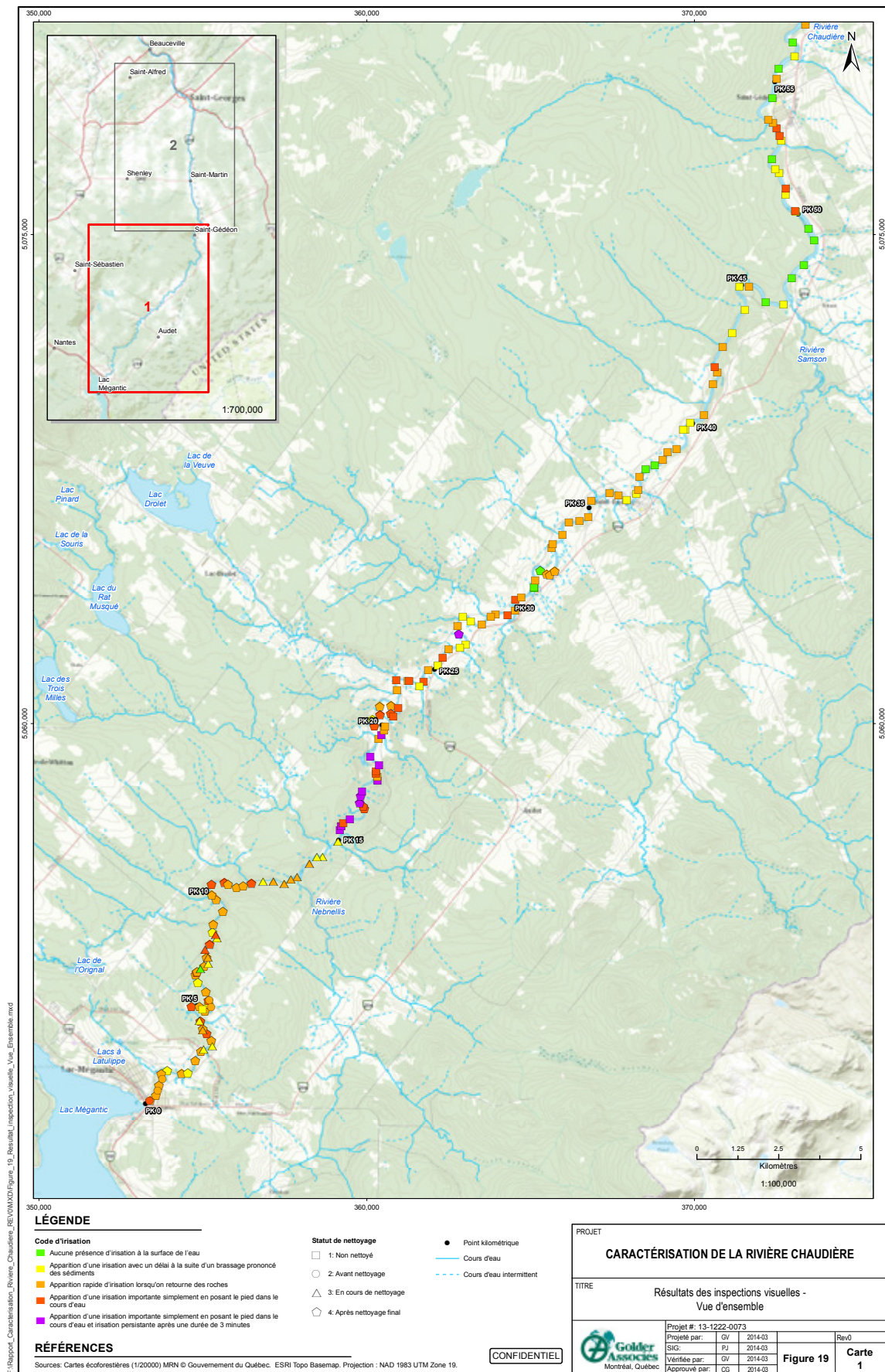


Figure 8.1 Résultats de l'observation visuelle de la contamination des sédiments par les hydrocarbures pétroliers aux 219 sites d'observation de la firme Golder en 2013

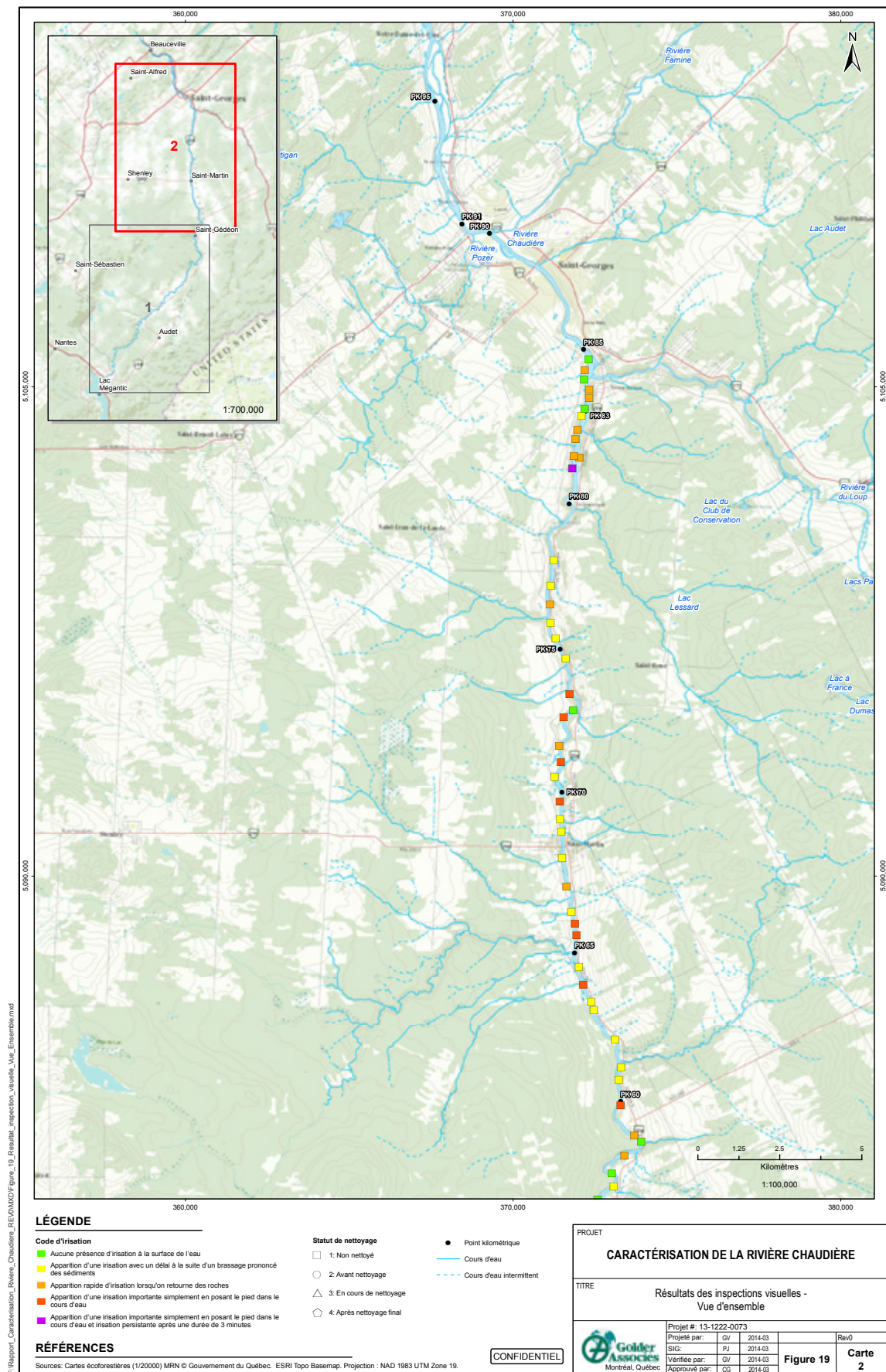


Figure 8.2 Résultats de l'observation visuelle de la contamination des sédiments par les hydrocarbures pétroliers aux 219 sites d'observation de la firme Golder en 2013

2.2.2 Impacts appréhendés, incertitudes et lacunes d'information

Plusieurs incertitudes persistent concernant le devenir des hydrocarbures pétroliers présents dans les sédiments. En raison de divers processus d'altération, les propriétés physicochimiques de ces substances ont sans doute changé depuis le déversement et les campagnes de caractérisation de 2013. De plus, la contamination risque de se déplacer vers l'aval lors de la crue printanière et sous l'effet de l'abrasion par les glaces. L'importance de ce déplacement vers l'aval est difficile à prévoir et il est possible que le portrait de la contamination des sédiments dégagé plus haut soit en grande partie caduc après la crue printanière de 2014. À la fin du printemps, après la crue, il sera nécessaire de procéder à une nouvelle campagne de caractérisation des sédiments.

Les échantillonnages réalisés en 2013 démontrent que la contamination des sédiments de la Haute-Chaudière est importante, par son étendue et par les dépassements des valeurs de référence et des critères de qualité. Cette contamination risque d'avoir des effets négatifs sur les organismes aquatiques exposés. En effet, les voies d'exposition des organismes aux hydrocarbures présents dans les sédiments sont multiples : contact physique, ingestion, absorption et transfert dans les chaînes alimentaires. Il peut y avoir des répercussions sur la reproduction des organismes ou des effets aigus sur le benthos et les poissons, pouvant se traduire par la disparition de certaines espèces, principalement pour les invertébrés (Pettigrove et Hoffmann, 2005; Anson et coll., 2008).

La probabilité d'occurrence et l'ampleur des impacts sur les organismes aquatiques augmentent avec les concentrations d'hydrocarbures dans les sédiments. Lorsque les concentrations dépassent la valeur de référence d'effets aigus (832 mg/kg), des effets sur les organismes sont jugés probables et des mesures correctrices doivent être envisagées.

Lorsque les concentrations se situent entre les valeurs de référence chronique et aiguë, c'est-à-dire entre 164 et 832 mg/kg, il y a plus d'incertitude quant à la probabilité d'occurrence et l'ampleur des impacts appréhendés. Il devient alors important de documenter davantage la toxicité des sédiments, à l'aide d'essais réalisés en laboratoire et d'observations sur le terrain. Les résultats de l'analyse chimique des sédiments, les résultats en ce qui a trait à leur toxicité et d'autres données issues de la documentation scientifique peuvent ensuite être considérés conjointement, dans le cadre d'une analyse du risque écotoxicologique, afin de cerner les secteurs problématiques.

La présence d'hydrocarbures sur le fond et le littoral de la Haute-Chaudière pourrait aussi entraîner une diminution de la qualité de pratique des activités récréatives comme la baignade, le canotage, le kayak, etc. En effet, en abordant la rivière et en y marchant, les adeptes de ces activités pourraient soulever des hydrocarbures et produire de l'irisation en surface. Ils seront alors placés devant l'évidence d'un milieu altéré par rapport à ce qu'il était avant le déversement. La question de savoir si l'exposition humaine qui en résulte peut être nocive pour la santé humaine ne relève pas du comité expert, mais des autorités de santé publique.

La crue printanière pourrait entraîner des hydrocarbures dans les plaines inondables situées en aval, notamment dans la Moyenne-Chaudière. Le comité est d'avis que des échantillons de sédiments devraient être prélevés dans les plaines inondables au cours du printemps pour en mesurer les concentrations d'hydrocarbures.

Devant le grand nombre de données générées par toutes les études, les spécialistes doivent disposer d'une base de données à référence spatiale (géomatique) pouvant recevoir toutes les données issues des campagnes de caractérisation de la contamination des sédiments ainsi que des données sur les caractéristiques biophysiques du cours d'eau. Le développement d'outils géomatique est en cours et permettra de vérifier, par exemple, dans quelle mesure le degré de contamination des sédiments est déterminé par les différents faciès du cours d'eau : rapides, zones d'écoulement lent, deltas à la tête des zones d'élargissement, etc. Une meilleure connaissance de ces relations permettrait d'optimiser les futures campagnes d'échantillonnage et, possiblement, de déterminer à l'avance les zones où l'accumulation des contaminants peut mener à des concentrations problématiques.

Idéalement, les spécialistes devraient aussi disposer d'un modèle hydraulique de l'écoulement de l'eau dans la rivière Chaudière qui comprendrait des fonctions permettant de prévoir et de localiser l'arrachement, le transport et la déposition des sédiments contaminés. Le comité expert s'est penché sur ce point, mais a jugé que le développement d'un tel modèle n'était pas facilement réalisable ni prioritaire en 2014-2015.

2.2.3 Recommandations pour 2014

- R3** Le comité expert recommande qu'une nouvelle caractérisation des sédiments soit réalisée après la crue du printemps 2014. Les objectifs de cette caractérisation d'envergure sont les suivants :
- Établir la distribution générale et le niveau de contamination des sédiments sur l'ensemble de la Haute-Chaudière en 2014 et évaluer l'atténuation naturelle de la contamination de 2013 à 2014;
 - Déterminer si la crue printanière a modifié la distribution et le niveau de contamination établis à l'automne 2013 pour la Haute-Chaudière;
 - Évaluer si la crue printanière a entraîné une dispersion de la contamination dans les sédiments de la Moyenne-Chaudière (secteur de Saint-Georges à Saint-Joseph);
 - Évaluer à nouveau le niveau de contamination des sédiments à proximité des prises d'eau potable;
 - Mesurer à nouveau les concentrations d'hydrocarbures dans les sédiments du lac Mégantic, près des rives dans le secteur de Lac-Mégantic;
 - Déterminer les zones de la rivière favorables à la déposition de sédiments contaminés dans la Haute-Chaudière et dans une partie de la Moyenne-Chaudière.
 - L'annexe 3 présente des recommandations techniques sur les modalités de réalisation de cette caractérisation. Ces recommandations portent sur les sites à échantillonner, les paramètres à analyser, les modalités de reprise des observations visuelles, l'utilisation d'un système portable pour le dosage des hydrocarbures pétroliers directement sur le terrain, etc.
- R4** Le comité expert recommande la réalisation d'une caractérisation hâtive des sédiments dans les trois secteurs les plus fortement contaminés en 2013 (PK 4,5, PK 5,2 et PK 31,7), dans le bassin en amont du barrage Sartigan et dans les plaines inondables. Aux trois premiers endroits, si le niveau élevé de contamination constaté en 2013 est toujours présent en 2014, la caractérisation hâtive donnera plus de temps pour déterminer les travaux qui pourraient être réalisés et permettre leur déclenchement en 2014. Cette recommandation est en lien avec la recommandation R14 concernant de tels travaux.
- R5** En fonction des résultats de la caractérisation du printemps 2014, le comité expert recommande que la toxicité des sédiments soit évaluée à un maximum de vingt sites, à l'aide d'essais de toxicité standardisés réalisés en laboratoire sur des organismes benthiques, ainsi que sur des œufs et des stades larvaires de poissons. Il est également recommandé d'évaluer l'état des communautés benthiques en fonction du degré de contamination des sédiments par les hydrocarbures. La nature des essais et des procédures pour faire ces évaluations est décrite sommairement dans les fiches de projet 2.1, 2.2 et 2.3 à l'annexe 4.
- R6** Le comité expert recommande qu'une analyse du risque écotoxicologique de la contamination des sédiments soit réalisée afin, notamment, de mieux cerner les risques associés aux différents niveaux de contamination par les hydrocarbures. Cette analyse sera réalisée en combinant les résultats des caractérisations chimiques (recommandations R3 et R4), ceux des évaluations de la toxicité (recommandation R5) et des données provenant de la documentation scientifique, dans une démarche basée sur le poids de la preuve.
- R7** Le comité expert recommande que toutes les données issues des campagnes de caractérisation de 2013 et de 2014 soient saisies dans une base de données à référence spatiale afin que les spécialistes puissent pleinement tirer profit des données générées.

2.3 Les organismes benthiques

2.3.1 État de la situation à l'automne 2013

Les macroinvertébrés benthiques, ou benthos, sont des organismes sans colonne vertébrale, tels que les insectes, les mollusques, les crustacés et les vers, qui habitent le fond des cours d'eau et des lacs. Comme ils sont une source de nourriture pour plusieurs espèces de poissons, d'amphibiens et d'oiseaux, ils constituent un important maillon de la chaîne alimentaire des milieux aquatiques. Ils sont reconnus pour être de bons indicateurs biologiques de l'état des cours d'eau, car ils intègrent les effets cumulatifs passés et présents des multiples perturbateurs physiques, biologiques et chimiques.

Un suivi des communautés benthiques de la rivière Chaudière a été réalisé à l'automne 2013 pour évaluer l'impact du déversement de pétrole et des travaux de nettoyage. Neuf sites ont été échantillonnés dans le tronçon amont de la rivière, sur une distance d'environ 40 km, de la décharge du lac Mégantic à la municipalité de Saint-Ludger. Les sites ont été échantillonnés à deux reprises, en septembre et octobre 2013, dont certains avant et après le nettoyage. Deux stations étaient situées dans des cours d'eau de référence, non influencés par les hydrocarbures pétroliers et les travaux de nettoyage (rivières Nebnellis et Samson). L'échantillonnage et l'identification des macroinvertébrés benthiques ont été réalisés par le Comité de bassin versant de la rivière Chaudière (COBARIC) selon la méthodologie du MDDELCC (Moisan et Pelletier, 2008; Moisan, 2010). Les résultats ont été transmis au MDDELCC le 29 janvier 2014 à des fins d'interprétation. Un contrat a été octroyé à la firme de consultants CIMA+ pour : 1) documenter, à partir de la littérature scientifique, les impacts des déversements de pétrole et des travaux du nettoyage sur les communautés benthiques; 2) interpréter les résultats des échantillonnages de l'automne 2013.

2.3.2 Impacts appréhendés, incertitudes et lacunes d'information

Les résultats de l'échantillonnage réalisés à l'automne 2013 montrent que les perturbations reliées au déversement de pétrole (déversement du pétrole, déversement des eaux usées non traitées, déversement des agents de suppression de feu, variation du débit de la rivière et travaux de nettoyage) ont eu un impact significatif sur les communautés de macroinvertébrés benthiques de la partie amont de la rivière Chaudière et que cet impact diminue de l'amont vers l'aval de celle-ci. Ces perturbations ont eu un effet certain jusqu'au PK 26,5 (Grenier, 2014a).

Selon la documentation scientifique (Grenier, 2014b), les effets des déversements de pétrole sur les macroinvertébrés dépendent du produit déversé (volume et caractéristiques chimiques) et de deux importantes caractéristiques physiques du cours d'eau, soit le débit et le type d'écoulement de l'eau, eux-mêmes fortement influencés par la saison. Les hydrocarbures peuvent affecter directement et indirectement les macroinvertébrés benthiques.

Effets directs

- Effets toxiques à court terme dus à l'exposition à des fractions solubles ou des produits de dégradation solubles (présents dans l'eau);
- Effets toxiques à long terme dus à l'exposition à des résidus de pétrole adsorbés dans les sédiments ou à la matière organique.
- Effets physiques par le colmatage des membranes respiratoires des organismes.

Effets indirects

- Destruction ou contamination partielle ou totale de la nourriture;
- Destruction de l'habitat;
- Anoxie causée par la décomposition microbienne du pétrole.

Avec le temps et en fonction des travaux de nettoyage, le cas échéant, les cours d'eau s'épurent de leur contamination par le pétrole et sont recolonisés par les organismes benthiques. La durée de ce processus est variable et dépend de plusieurs facteurs. Certaines études ont constaté un rétablissement dans l'année suivant le déversement de pétrole, mais plusieurs autres ont rapporté que, bien que la recolonisation fût commencée, la récupération n'était pas encore achevée 26 mois après l'événement (Harrel, 1985). Selon les études consultées, il semble que les conditions les moins favorables au rétablissement des communautés de macroinvertébrés soient des déversements de grandes quantités de pétrole brut (plus persistant) dans la partie amont de petits cours d'eau sains, en étiage estival, suivi d'une période hivernale. Il est possible que la période de rétablissement dans la rivière Chaudière soit longue, puisque certaines de ces conditions sont présentes. En contrepartie, la rivière Chaudière présente un grand potentiel de recolonisation par les nombreux tributaires de bonne qualité qui se jettent dans sa partie amont. Si la qualité de l'habitat aquatique revient à l'état initial, la recolonisation pourrait être rapide.

Bien que diverses perturbations reliées au déversement de pétrole de Lac-Mégantic aient eu lieu simultanément, le pétrole semble être le principal facteur responsable de la diminution du niveau d'intégrité biologique de la section amont de la rivière Chaudière à l'automne 2013. En effet, la contamination des sédiments par les hydrocarbures pétroliers était considérable et les nombreuses études consultées montrent toutes que de tels déversements ont des effets importants sur les communautés benthiques.

Les études consultées portent à croire que les variations de débits, qui ont été fréquentes dans la rivière Chaudière après le déversement, pourraient avoir contribué à la dégradation de la communauté benthique. De plus, le déversement de courte durée (dix jours) d'eaux usées non traitées pourrait avoir eu un impact secondaire. À l'inverse, les résultats obtenus en 2013 portent à croire que le nettoyage de la rivière n'a probablement pas beaucoup affecté les communautés benthiques. Sur ce point, le peu de sites échantillonnés avant et après le nettoyage dans la Chaudière ne permet pas de conclure hors de tout doute (Grenier, 2014a).

La poursuite du suivi des communautés benthiques à l'automne 2014 est essentielle afin de vérifier si ces dernières auront récupéré. En 2013, la caractérisation des communautés benthiques de la rivière Chaudière a été réalisée seulement dans des sections de courant relativement rapide, c'est-à-dire des portions de seuils, appelés également radiers (riffles en anglais) et de plats courants (runs en anglais). Les sections de courant plus lent, dit lentique, où se trouvent généralement des substrats meubles (sable, limon, boue ou argile), ainsi que les fosses n'ont pas été caractérisées. En 2014, l'état de la communauté benthique dans des secteurs de substrats meubles sera évalué dans le cadre d'un projet donnant suite à la recommandation R5.

2.3.3 Recommandations pour 2014

R8 Le comité expert recommande qu'une nouvelle étude de l'intégrité biotique des communautés benthiques de la rivière soit réalisée en 2014. Cette étude devrait comprendre un retour sur les sites échantillonnés en 2013 afin d'évaluer le degré de rétablissement des communautés un an après l'événement. Cette étude devrait être reprise dans l'avenir. De plus, les résultats obtenus devraient, dans la mesure du possible, être comparés à ceux obtenus par le Ministère en 1994 (Pelletier et St-Onge, 1998).

2.4 Le poisson

2.4.1 État de la situation à l'automne 2013

Au total, 99 poissons ont été retrouvés morts dans les estacades par la firme Golder ou par l'équipe TERR au cours de l'été 2013, principalement durant les premiers jours suivant le déversement. Il s'agissait en majorité de meuniers noirs ou d'autres espèces de meuniers non identifiées (Golder Associés, 2014).

Le premier suivi des communautés de poissons a été réalisé du 18 au 31 juillet 2013 par la firme Golder. Cette campagne a couvert quatre zones, une dans le lac Mégantic et trois dans la rivière Chaudière, du PK 0 au PK 1, au PK 54 et au PK 93. Vingt-trois espèces de poissons ont été capturées avec des seines, avec des verveux ou par pêche électrique, selon la profondeur du site. L'examen visuel des poissons capturés porte à croire qu'ils étaient dans un état normal. Des échantillons de chair et de foie des poissons ont été prélevés sur 34 spécimens (meuniers noirs et rouges, dorés jaunes et achigans à petites bouches) pour des analyses chimiques.

Trois campagnes d'échantillonnage de poissons ont été effectuées par la Direction des opérations régionales – Secteur de la faune de l'Estrie, de Montréal et de la Montérégie du MDDELCC.

- Le premier échantillonnage a eu lieu dans la rivière Chaudière le 29 août 2013, dans le secteur du PK 15, à l'aide d'une seine. Les poissons capturés étaient les suivants : 2 achigans à petite bouche (*Micropterus dolomieu*), 12 meuniers noirs (*Catostomus commersonii*), 2 meuniers rouges (*Catostomus catostomus*), 2 truites arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss*) et 3 truites brunes (*Salmo trutta*). Malgré la présence de traces d'hydrocarbures au fond de la fosse et dans les sédiments présents en bordure de la rivière, tous les poissons capturés semblaient en bonne santé. Aucune blessure externe ni aucun comportement anormal n'ont été observés.
- Le deuxième échantillonnage a eu lieu les 16 et 17 septembre 2013 dans le lac Mégantic, en bordure de la zone affectée par le déversement, à l'aide de six filets expérimentaux, tendus sous la thermocline, soit à plus de 12 m de profondeur, afin de capturer l'espèce ciblée, le touladi (*Salvelinus namaycush*). Les poissons capturés sont les suivants : 14 éperlans arc-en-ciel (*Osmerus mordax*), 7 grands corégones (*Coregonus culpeaformis*), 5 meuniers noirs, 5 meuniers rouges, 4 perchaudes (*Perca fluviensis*) et 20 touladis. Il n'y avait aucun signe de contamination à cet endroit, car les filets étaient hors de la zone du déversement.
- Le troisième échantillonnage a eu lieu le 25 octobre 2013 dans la rivière Chaudière, au pied du barrage Mégantic, à l'aide d'une seine pour permettre la récupération de tous les poissons présents à cet endroit. Des traces d'hydrocarbures étaient présentes dans la fosse et dans les sédiments en bordure de la rivière. Cette pêche est une activité répétée annuellement pour récupérer les touladis qui se retrouvent captifs au pied du barrage à la fin de la saison estivale. Lorsque la passe migratoire est fonctionnelle, la majorité des espèces de poissons l'utilise pour accéder au lac, ce qui n'est pas le cas du touladi qui demeure captif au pied du barrage. Or, en 2013, la passe migratoire étant hors d'usage, le transbordement des poissons a été fait à deux reprises, soit le 25 octobre et le 22 novembre. Le 25 octobre, les poissons capturés étaient les suivants : 745 achigans à petite bouche, 700 meuniers noirs, 256 touladis, 15 meuniers rouges, 5 truites arc-en-ciel, 2 ombles de fontaine (*Salvelinus fontinalis*), 1 ouananiche (*Salmo salar*) et 1 doré jaune (*Sander vitreus*). En ajoutant les prises du 22 novembre, 539 touladis ont été capturés, ce qui correspond à la moyenne des dernières années. Pour les autres espèces, qui utilisent normalement la passe migratoire, les dénombrements de 2013 ne peuvent être comparés à des données historiques. La grande majorité des poissons capturés au pied du barrage à l'automne 2013 ont été remontés dans le lac Mégantic.

Les hydrocarbures pétroliers et les HAP ne sont pas bioaccumulables dans le poisson. Cependant, certains produits bioaccumulables sont susceptibles d'avoir été produits ou mobilisés lors de l'incendie et entraînés dans le milieu aquatique. C'est le cas des polychlorodibenzo-p-dioxines (PCDD), des polychlorodibenzofuranes (PCDF) et des polybromodiphényléthers (PBDE). Il est à noter que les dioxines et furannes n'étaient pas présents dans le pétrole récupéré dans les wagons, mais qu'ils étaient présents dans le pétrole potentiellement exposé à l'incendie et trouvé sur le site de Lac-Mégantic (Golder Associés, 2014).

La chair de poissons d'intérêt sportif et des meuniers noirs entiers ont été analysés pour les substances mentionnées ci-dessus, ainsi que pour d'autres, non associées au déversement, mais pour lesquelles il y a lieu de documenter le niveau de contamination, à savoir les biphenyles polychlorés (BPC), le mercure et d'autres métaux. Les résultats d'analyse, obtenus au printemps 2014, sont en cours d'interprétation par les spécialistes. Toutefois, un examen préliminaire de ces résultats indique que les concentrations mesurées dans les poissons de la rivière Chaudière ne posent pas plus de limites à la consommation du poisson que ce qui est généralement observé dans les cours d'eau du Québec.

Les HAP et les hydrocarbures pétroliers (BTEX, C₁₀-C₅₀) sont généralement métabolisés et rapidement éliminés par les poissons. Toutefois, certaines de ces substances ont été détectées à de très faibles teneurs dans la chair des poissons après des déversements ou dans des zones portuaires contaminées (Abdel-Moati et El-Din, 2006; Chase et coll., 2013; Chouksez et coll., 2004; Le Dû-Lacoste, 2008; Mazéas, 2004; Soclo et coll., 2008). De plus, de grandes quantités d'agents de suppression du feu ayant été utilisées lors de l'incendie à Lac-Mégantic, des composés perfluorés pourraient avoir gagné la rivière et s'être accumulés dans le poisson. Par conséquent, quelques analyses exploratoires ont été réalisées pour vérifier la présence de HAP, de BTEX et de composés perfluorés dans les poissons. Les résultats de ces analyses, également obtenus au printemps 2014, sont en cours d'interprétation par les spécialistes. Parmi ces substances analysées à titre exploratoire, une seule, le benzo(a)pyrène, fait l'objet d'une norme (européenne) pour la consommation humaine du poisson. Aucun résultat d'analyse de la chair des poissons de la rivière Chaudière ne dépasse cette norme européenne.

2.4.2 Effets appréhendés, incertitudes et lacunes d'information

Il n'y a pas d'évidence voulant que le déversement ait eu un impact majeur sur les populations de poissons adultes de la rivière Chaudière en 2013. En effet :

- seulement 99 poissons ont été trouvés morts dans la rivière au cours de l'été 2013, principalement durant les premiers jours suivant le déversement;
- un grand nombre de poissons en état normal ont été observés lors des échantillonnages de juillet, de la fin août, de septembre, d'octobre et de novembre;
- sauf durant les premiers jours, il n'y a pas eu de problème de qualité d'eau dans la rivière.

À plus long terme toutefois, la présence de pétrole sur le fond de la rivière pourrait nuire à certaines espèces de poissons, en diminuant la disponibilité de la nourriture (organismes benthiques) et en affectant la survie ou le développement des œufs, des larves et des juvéniles. Ainsi, même si les poissons adultes ne semblent pas avoir été beaucoup perturbés en 2013, un fléchissement des populations pourrait survenir, surtout si la reproduction et le recrutement sont affectés.

2.4.3 Recommandations pour 2014

- R9** Le comité expert recommande qu'un suivi de la communauté de poissons de la Haute-Chaudière soit réalisé durant l'été 2014. Ce suivi devrait être fait, dans la mesure du possible, avec les mêmes méthodes et aux mêmes sites que ceux échantillonnés par le Ministère en 1994 (Martel et Richard, 1998). Sans être répété chaque année, pour ne pas nuire à la communauté de poissons, ce suivi devrait être repris à l'avenir pour voir si la communauté de poissons se maintient.
- R10** Le comité expert recommande que la contamination du poisson soit évaluée à nouveau en 2014. L'analyse des poissons capturés en 2013 fournit un portrait de la situation durant la période d'exposition maximum, mais à cause de la bioaccumulation de certains contaminants avec le temps, il faut vérifier si le niveau de contamination du poisson augmente ou diminue.

2.5 Les travaux de nettoyage

2.5.1 État de la situation à l'automne 2013

Mandatée par MMA, l'entreprise SIMEC a entrepris le 24 juillet 2013 une première phase de nettoyage des rives. Cette première phase, terminée le 17 août, était limitée à la partie exondée du lit de la rivière. Ce nettoyage a consisté principalement au fauchage et à la récupération de la végétation souillée aux hydrocarbures dans les sections comprises

entre le PK 0 et le PK 9 ainsi que dans la section comprise entre le PK 81,5 et le PK 84,5. La méthode prévoyait également la récupération manuelle de sédiments souillés. Au plus fort des travaux, un peu plus de 100 travailleurs ont participé à cette première phase de nettoyage et 288 tonnes de végétation et de sédiments souillés aux hydrocarbures ont été récupérées et éliminées.

À la suite de l'ordonnance émise le 29 juillet 2013 aux personnes qui étaient propriétaires ou qui avaient la garde ou le contrôle du pétrole, lors de l'accident ferroviaire, le Ministère a pris en charge la réalisation des travaux de nettoyage et a confié la gestion des travaux à Pomerleau inc. (entente de principe signée le 8 août et contrat signé le 29 août 2013). Afin d'assurer le traitement de la partie inondée du littoral en plus de la partie exondée, la méthode de nettoyage a été modifiée. Mise en œuvre à grande échelle à partir du 17 août 2013, la nouvelle méthode avait pour objectif la récupération des hydrocarbures libres (phase pure visible) et la limitation des irisations à la surface de l'eau sur les segments de la rivière les plus affectés par la contamination. Cet objectif de traitement a été établi en considérant l'étendue de la contamination dans la rivière, la sensibilité du milieu aux méthodes de nettoyage plus agressives et l'arrivée à court terme des conditions climatiques qui allaient empêcher la réalisation de travaux de nettoyage plus exhaustifs.

De façon générale, la nouvelle méthode appelée « méthode par déluge » impliquait les actions suivantes :

- L'isolement des zones de nettoyage tous les 500 m environ, à l'aide d'estacades doublées de boudins absorbants, ainsi que la mise en place de boudins absorbants entre les équipes de travail;
- Pour la partie inondée du lit de la rivière, le brassage manuel des sédiments à l'aide de râtaux ou de pelles et l'injection d'un mélange d'eau et d'air afin de déloger le pétrole piégé et le faire remonter à la surface. Le pétrole était par la suite immédiatement récupéré à l'aide d'absorbants (boudins ou couches). Le littoral inondé a fait l'objet d'un traitement uniquement dans les zones sécuritaires et à une profondeur d'eau maximale de 0,6 m. Cette profondeur de l'eau pouvait être moindre lorsque la vitesse du courant était trop élevée.
 - Pour la partie exondée de la rivière, le travail a consisté à inonder la surface du sol afin de faire remonter le pétrole en surface et de le récupérer à l'aide d'absorbants. En fonction de la granulométrie du substrat, l'inondation de la surface a été réalisée à l'aide de tuyaux perforés (sédiments fins) ou à l'aide d'une lance incendie à faible pression (sédiments grossiers).
 - Un traitement particulier a également été utilisé dans deux fosses contenant des sédiments fins et du bois submergé souillé. Dans ces zones, le bois souillé a été récupéré et éliminé. De plus, un brassage indirect des sédiments a permis de déloger du pétrole et sa récupération a été réalisée à l'aide d'absorbants. Le brassage indirect des sédiments a été utilisé afin de minimiser la remise en suspension des sédiments et a été effectué par l'injection d'eau, avec ou sans air, dans la colonne d'eau.

Avant d'être interrompus le 1^{er} novembre 2013 pour des raisons de sécurité liées aux conditions climatiques, les travaux ont permis le traitement d'un total de 40,2 km de rives. Au plus fort des travaux, environ 200 travailleurs ont participé à cette deuxième phase de nettoyage. Entre le PK 0 et le PK 10, toutes les rives ont été traitées selon la méthode décrite ci-dessus. Entre le PK 10 et le PK 16, toujours pour des raisons de sécurité, le traitement de la partie inondée a été effectué sur une bande de quelques mètres seulement avec des travailleurs situés dans la partie exondée. En aval du PK 16, seules les portions de rives jugées les plus contaminées ont fait l'objet d'un traitement, totalisant 8 115 m entre le PK 19,9 et le PK 56,9. Les cartes de l'annexe 2 présentent l'emplacement des rives nettoyées.

La quantité de pétrole récupérée lors du nettoyage ne peut être évaluée, car celui-ci a été récupéré à l'aide d'absorbants. Un total de 62,2 tonnes de résidus souillés a été récupéré et éliminé lors de cette deuxième phase de nettoyage, dont 35 tonnes d'absorbants souillés (MissionHGE, 2014b).

L'efficacité du nettoyage a été évaluée par la firme MissionHGE (2014b) et les résultats ont été synthétisés dans un rapport du MDDELCC (CEAEQ, 2014b). Ce dernier fait mention des faits suivants :

- Avant le nettoyage, 40,9 % de l'ensemble des stations n'étaient pas contaminées par les hydrocarbures pétroliers;
- La méthode de nettoyage n'a eu aucun effet sur les concentrations en C_{10} - C_{50} pour 13,6 % des stations;
- Le nettoyage a permis la diminution des concentrations en C_{10} - C_{50} pour 27,3 % des stations. Cette réduction des concentrations en C_{10} - C_{50} est de l'ordre de 9,1 % pour les sédiments sableux, 31,8 % pour les galets et 41,7 % pour les sédiments fins. Notons que pour les sables les plus contaminés, présents dans les segments de la rivière situés entre le PK 5 et le PK 9, le nettoyage a permis une diminution de 60,9 % des concentrations en C_{10} - C_{50} ;
- Une détérioration de la qualité des stations a été observée pour 18,2 % d'entre elles du fait d'une augmentation des concentrations en C_{10} - C_{50} , notamment à la suite de la formation de zones d'accumulation dans les sédiments sableux.

De l'avis du comité expert, sans qu'ils puissent être quantifiés, les principaux bénéfices découlant des travaux de nettoyage de 2013 sont :

- d'avoir diminué la quantité de pétrole brut enchâssé dans les sédiments, ce qui devrait contribuer à un rétablissement plus rapide de la communauté benthique;
- d'avoir diminué la quantité de pétrole remis en suspension par la crue printanière de 2014 et qui a dévalé vers l'aval;
- d'avoir diminué l'impact du déversement sur la qualité de pratique des usages récréatifs dans la Haute-Chaudière.

2.5.2 Impacts appréhendés, incertitudes et lacunes d'information

Les caractérisations de 2013 démontrent que la contamination des sédiments de la Haute-Chaudière est importante, par son étendue et sur le plan des dépassements des valeurs de référence et des critères de qualité. Par ailleurs, l'Agence de protection de l'environnement des États-Unis (EPA) reconnaît que lors de tout déversement d'hydrocarbures touchant un cours d'eau, certaines conclusions peuvent être tirées d'avance :

- « Dès qu'un déversement a lieu, des dommages à l'environnement en résulteront.
- Peu importe la qualité du nettoyage, il sera impossible de récupérer tous les contaminants déversés.
- La question est alors de savoir comment minimiser l'impact sur l'environnement, non pas comment éviter cet impact.
- Une réflexion doit donc être faite sur les effets à court et à long terme du déversement en fonction des habitats et des espèces affectés » (Robertson, sans date).

Face aux déversements de pétrole dans les milieux aquatiques, l'EPA a adopté un cadre d'analyse appelé NEBA, pour *Net Environmental Benefit Analysis*, ici traduit par « analyse du bénéfice environnemental net » (ABEN). L'ABEN reconnaît que les méthodes de nettoyage après déversement ont elles-mêmes des impacts sur le milieu et vise notamment à ce que les méthodes de nettoyage retenues et appliquées n'aient pas, à court et à long terme, des impacts supérieurs à ceux causés par le déversement.

Cette méthode compare et priorise les différentes méthodes d'intervention selon les impacts sur le milieu. L'approche permet également de déterminer si les méthodes d'intervention envisagées entraîneront un bénéfice environnemental comparativement à l'atténuation naturelle qui est la référence dans ce type d'évaluation. L'approche ABEN a été améliorée au fil des années pour finalement être formalisée dans un guide (Aurand et coll., 2000). Initialement appliquée aux baies de San Francisco, en Californie, et de Galveston, au Texas (Aurand et coll., 2001), cette méthode a depuis été transposée dans d'autres sites, tels que le fleuve Mississippi et la rivière Kalamazoo (Fitzpatrick et coll., 2012).

L'important déversement de pétrole dans la rivière Kalamazoo, au Michigan, qui a eu lieu le 26 juillet 2010, est le plus récent et s'avère aussi être celui qui présente le plus de similarités avec celui de la rivière Chaudière. Dans le cas de la rivière Kalamazoo, l'ABEN a été utilisée pour estimer les risques relatifs associés à huit méthodes de nettoyage, dans les huit habitats types de la rivière, pour six groupes d'organismes : plantes, invertébrés, amphibiens et reptiles, poissons, oiseaux et mammifères.

Les huit méthodes d'intervention envisagées sont :

- l'atténuation naturelle avec suivi environnemental;
- l'accumulation et la récupération de la contamination;
- les méthodes manuelles de nettoyage;
- le dragage;
- l'assèchement et l'enlèvement des matériaux contaminés;
- le balayage et l'entraînement;
- le décapage des sédiments exondés;
- le captage de l'irisation à la surface de l'eau.

Les huit habitats considérés sont :

- les retenues d'eau et les deltas associés;
- les canaux d'écoulement rapide;
- les canaux secondaires, les bassins lenticques et les bassins stagnants;
- les dépôts fluviaux;
- les marais à plantes émergentes;
- les îles;
- les méandres abandonnés et les bassins isolés;
- les marécages riverains (milieux forestiers riverains).

La méthode a permis d'établir une matrice de risque qui est présentée dans le tableau 2. Le tableau 3 présente la légende du tableau 2 et fournit la signification des trois couleurs ainsi que des codes alphanumériques inscrits dans les cases. Les cases vertes sont associées à des impacts de moindre envergure (faibles) ou dont le temps de récupération n'est pas trop long, alors qu'à l'autre extrême, les cases rouges sont associées aux impacts plus importants (très élevés) ou dont le temps de rétablissement est plus long. Ainsi, le tableau 2 indique, par exemple, que dans les retenues de barrage et deltas associés (premier habitat), le dragage (quatrième méthode d'intervention), aura des impacts jugés modérés sur les plantes (case jaune), faibles sur les mammifères et les oiseaux (cases vertes) et élevés sur les amphibiens et reptiles, les poissons et les invertébrés (cases rouges). Notons que l'efficacité des méthodes pour retirer les hydrocarbures du cours d'eau doit aussi être considérée dans l'évaluation du risque à moyen terme. C'est ce qui explique que le dragage ou d'autres méthodes mécaniques sont retenus dans les méthodes évaluées.

Le comité expert a fait une analyse de l'ABEN de la rivière Kalamazoo et a évalué son applicabilité à la rivière Chaudière. Il est d'avis que cette grille d'analyse peut être utilisée pour aider à la sélection de méthodes d'intervention dans la rivière Chaudière en 2014. Pour 2015, le comité suggère qu'une analyse plus détaillée de l'ABEN de la rivière Kalamazoo soit réalisée et, si nécessaire, que des modifications y soient apportées afin d'assurer une adéquation optimale à la rivière Chaudière.

Tableau 2. Évaluation du risque environnemental posé par huit méthodes d'intervention sur huit habitats selon l'ABEN de la rivière Kalamazoo (États-Unis)

Habitats	Catégorie de récepteurs écologiques	Méthodes d'intervention							
		Atténuation naturelle avec suivi environnemental	Accumulation et récupération de la contamination	Méthode manuelle de nettoyage	Dragage	Assèchement et enlèvement des matériaux contaminés	Balayage et entraînement	Décapage des sédiments exondés	Captage de l'irisation à la surface de l'eau
Retenues d'eau et deltas associés	Plantes	4D	3B	3B	3B	S.O.	3B	4C	4D
	Mammifères	4D	4D	4D	4D	S.O.	4D	4D	4D
	Oiseaux	4D	4D	4D	4D	S.O.	4D	4D	4D
	Amphibiens/reptiles	3C	2B	2B	2B	S.O.	2B	4C	4D
	Poissons	3C	2B	2B	2B	S.O.	2B	4D	4D
	Invertébrés	3C	2B	2B	2B	S.O.	2B	4C	4D
Canaux d'écoulement rapide	Plantes	4D	S.O.	4D	S.O.	S.O.	4D	S.O.	4D
	Mammifères	4D	S.O.	4D	S.O.	S.O.	4D	S.O.	4D
	Oiseaux	4D	S.O.	4D	S.O.	S.O.	4D	S.O.	4D
	Amphibiens/reptiles	4D	S.O.	4D	S.O.	S.O.	3D	S.O.	4D
	Poissons	4D	S.O.	3D	S.O.	S.O.	3D	S.O.	4D
	Invertébrés	4D	S.O.	3D	S.O.	S.O.	2C	S.O.	4D
Canaux secondaires, bassins lenticques et stagnants	Plantes	4D	3A	3A	3A	3A	3A	3C	4D
	Mammifères	4D	3D	3D	3D	3D	3D	4D	4D
	Oiseaux	4D	4D	4D	4D	4D	4D	4D	4D
	Amphibiens/reptiles	3C	2B	2B	2B	2B	2B	3C	3D
	Poissons	3C	3B	3B	3B	3B	3B	4C	4D
	Invertébrés	3C	3A	3A	3A	3A	3A	3C	4D
Dépôts fluviaux	Plantes	4D	S.O.	4D	S.O.	3B	S.O.	S.O.	4D
	Mammifères	4D	S.O.	4D	S.O.	3D	S.O.	S.O.	4D
	Oiseaux	4D	S.O.	4D	S.O.	3D	S.O.	S.O.	4D
	Amphibiens/reptiles	4D	S.O.	4D	S.O.	3B	S.O.	S.O.	3D
	Poissons	4D	S.O.	4D	S.O.	4D	S.O.	S.O.	4D
	Invertébrés	4D	S.O.	4D	S.O.	3B	S.O.	S.O.	4D
Marais à plantes émergentes	Plantes	4D	S.O.	4D	S.O.	2B	S.O.	3B	4D
	Mammifères	4D	S.O.	4D	S.O.	2D	S.O.	3D	4D
	Oiseaux	4D	S.O.	4D	S.O.	2C	S.O.	3D	4D
	Amphibiens/reptiles	2D	S.O.	4D	S.O.	2B	S.O.	3C	4D
	Poissons	2D	S.O.	4D	S.O.	2C	S.O.	3C	4D
	Invertébrés	2D	S.O.	4D	S.O.	2B	S.O.	3B	4D

Tableau 2. (Suite)

Habitats	Catégorie de récepteurs écologiques	Méthodes d'intervention							
		Atténuation naturelle avec suivi environnemental	Accumulation et récupération de la contamination	Méthode manuelle de nettoyage	Dragage	Assèchement et enlèvement des matériaux contaminés	Balayage et entraînement	Décapage des sédiments exondés	Captage de l'irisation à la surface de l'eau
Îles	Plantes	4D	S.O.	S.O.	S.O.	1B	S.O.	S.O.	4D
	Mammifères	4D	S.O.	S.O.	S.O.	1A	S.O.	S.O.	4D
	Oiseaux	4D	S.O.	S.O.	S.O.	2B	S.O.	S.O.	4D
	Amphibiens/reptiles	4D	S.O.	S.O.	S.O.	2B	S.O.	S.O.	3D
	Poissons	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	4D
	Invertébrés	4D	S.O.	S.O.	S.O.	3B	S.O.	S.O.	4D
Méandres abandonnés et bassins isolés	Plantes	4D	2A	2A	2A	2A	S.O.	4C	4C
	Mammifères	4D	3D	3D	3D	3D	S.O.	4D	4D
	Oiseaux	4D	3D	3D	3D	3D	S.O.	4D	4D
	Amphibiens/reptiles	4D	2B	2B	2B	2B	S.O.	4C	4C
	Poissons	4D	3B	3B	3B	2A	S.O.	4D	4D
	Invertébrés	2C	2A	2A	2A	2A	S.O.	3C	4C
Milieux forestiers et riverains (marécages riverains)	Plantes	4D	S.O.	S.O.	S.O.	1D	S.O.	3C	4D
	Mammifères	4D	S.O.	S.O.	S.O.	1D	S.O.	4D	4D
	Oiseaux	4D	S.O.	S.O.	S.O.	3D	S.O.	3D	4D
	Amphibiens/reptiles	3D	S.O.	S.O.	S.O.	2B	S.O.	3B	3D
	Poissons	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.
	Invertébrés	3D	S.O.	S.O.	S.O.	3D	S.O.	3D	4D

S.O. : sans objet

Tableau 3. Signification des couleurs et des codes alphanumériques du tableau 2

		Durée de récupération			
		Très courte	Courte	Moyenne	Élevée
Niveau d'impact	Faible	4D	3D	2D	1D
	Modéré	4C	3C	2C	1C
	Élevé	4B	3B	2B	1B
	Très élevé	4A	3A	2A	1A

Une des méthodes de restauration considérées dans l'ABEN est l'atténuation naturelle de la contamination, couplée à un suivi environnemental. À ce titre, en comparant les résultats des caractérisations de 2013 et de 2014 pour certaines parties de la rivière, on obtiendra une estimation de l'atténuation naturelle de la contamination. Cette donnée est importante, car elle permet de savoir dans quelle mesure le milieu s'est rétabli de lui-même, sans être soumis à des travaux de restauration qui ajoutent leurs propres impacts.

Les cotes d'impact des différentes méthodes de restauration dans les différents habitats de la rivière Kalamazoo (tableau 2) ne sont pas les seules bases de décision de l'EPA dans le choix des méthodes de restauration. L'efficacité des méthodes pour retirer les hydrocarbures du cours d'eau est aussi considérée (Kimble, 2014). C'est pourquoi à certains endroits de la rivière Kalamazoo, où la contamination est élevée et où les autres méthodes ne donneraient pas de résultats adéquats, l'EPA a recours à du dragage ou à d'autres méthodes agressives, même si ces dernières ont des impacts sur le cours d'eau, à court ou moyen terme.

Ainsi, pour déterminer les méthodes d'intervention à appliquer dans un secteur donné de la rivière Chaudière, il faudra considérer plusieurs facteurs, dont :

1. le niveau de contamination par les hydrocarbures, selon la caractérisation de 2014;
2. l'atténuation naturelle annuelle, estimée par le différentiel de contamination de 2013 à 2014;
3. le niveau de risque écotoxicologique associé au niveau de contamination constaté en 2014;
4. le type d'habitat naturel, selon l'ABEN;
5. l'impact potentiel des différentes méthodes d'intervention dans ce type d'habitat, selon l'ABEN et les mesures d'atténuation applicables;
6. la faisabilité technique et les coûts des différentes méthodes d'intervention envisageables;
7. les gains environnementaux escomptés.

Pour que soient mieux connus la faisabilité technique et les coûts des méthodes de restauration plus agressives et coûteuses, comme le dragage ou l'assèchement et l'enlèvement, il y aurait lieu de faire élaborer un plan d'intervention pour un des secteurs les plus contaminés en 2013, soit le secteur du PK 4,5. Ainsi, si la caractérisation hâtive de ce secteur (recommandation R4) confirme un niveau de contamination toujours élevé à la fin du printemps 2014, des travaux pourraient être entrepris avant l'automne 2014. De plus, si la caractérisation de 2014 révèle une contamination importante dans d'autres secteurs, les évaluations de faisabilité technique et de coûts réalisés pour le PK 4,5 fourniront des éléments d'information utiles pour la prise de décision concernant les autres secteurs.

2.5.3 Recommandations pour 2014

- R11** Le comité expert recommande que la grille d'analyse ABEN développée par l'EPA pour la rivière Kalamazoo soit utilisée pour l'évaluation des interventions qui pourraient être envisagées dans la rivière Chaudière à la suite de la caractérisation de 2014.
- R12** Le comité expert recommande la cartographie des habitats de l'ABEN dans les zones de la rivière Chaudière où des interventions de nettoyage seront envisagées après la caractérisation de 2014.
- R13** Le comité expert recommande qu'une analyse détaillée de l'ABEN de la rivière Kalamazoo soit réalisée en 2014 et, si nécessaire, que des modifications y soient apportées dans le but d'élaborer une ABEN propre à la rivière Chaudière.
- R14** Le comité expert recommande l'élaboration d'un plan d'intervention pour diminuer le niveau de contamination des sédiments au PK 4,5 ou dans toute autre zone fortement contaminée si la caractérisation hâtive (recommandation R4) démontre une contamination encore importante en 2014.

- R15** Le comité expert recommande que les sites présentant des concentrations élevées d'hydrocarbures, selon la caractérisation de 2014, fassent l'objet d'une analyse sur la base des facteurs mentionnés dans la section 2.5.2. Cette analyse visera à déterminer les interventions les mieux adaptées à chaque cas.

3. Objectifs et projets pour 2014-2015

Sur la base des constats dégagés dans les sections précédentes et pour donner suite aux 15 recommandations, le comité propose qu'en 2014-2015, l'action du MDDELCC concernant la rivière Chaudière vise les cinq objectifs suivants.

Objectif 1 – Caractérisation : Mettre à jour le portrait de la contamination des sédiments par les hydrocarbures dans la Haute-Chaudière, estimer l'atténuation naturelle de la contamination, vérifier son déplacement vers l'aval, y compris dans la Moyenne-Chaudière et doter le Ministère d'outils plus performants pour l'analyse et l'exploitation des données.

Objectif 2 – Toxicité : Documenter la toxicité des sédiments de la rivière Chaudière contaminés par les hydrocarbures.

Objectif 3 – Risque : Déterminer les tronçons de la rivière Chaudière où le niveau de contamination des sédiments pose un risque pour l'écosystème.

Objectif 4 – Nettoyage : Cerner les enjeux environnementaux des différentes méthodes de nettoyage des sédiments et élaborer un plan d'intervention pour une des zones plus fortement contaminées de la rivière Chaudière.

Objectif 5 – Suivi : Assurer le suivi environnemental de la rivière Chaudière en ce qui a trait à la qualité de l'eau, à l'état des communautés benthiques et piscicoles de même qu'à la présence de contaminants dans le poisson.

Pour assurer l'atteinte de ces objectifs, le comité propose la réalisation des 14 projets listés dans le tableau 4. Ces projets sont décrits dans des fiches, rassemblées dans l'annexe 4. Le tableau 5 présente les ressources requises pour chacun des projets, qui totalisent :

- 960 jours-personnes par des professionnels travaillant pour le Ministère;
- 494 jours-personnes par des techniciens travaillant pour le Ministère;
- 12 308 heures de laboratoire à même les ressources internes du Ministère;
- 33 500 \$ à même les budgets de fonctionnement réguliers du Ministère;
- 846 500 \$ pour des travaux à réaliser par l'octroi de contrats.

Tableau 4. Projets proposés pour 2014-2015

No du projet	Titre	Unités administratives responsables
Objectif 1 : Caractérisation		
1.1	Caractérisation de la contamination des sédiments dans la rivière Chaudière et dans le lac Mégantic	CCEQ-12 / Contrat
1.2	Caractérisation hâtive de la contamination des sédiments dans quelques secteurs problématiques et dans la plaine inondable de la rivière Chaudière	CCEQ-12
1.3	Validation de la trousse d'analyse des hydrocarbures « Petroflag » en laboratoire et sur le terrain	CEAEQ

No du projet	Titre	Unités administratives responsables
1.4	Géomatisation de l'ensemble des données de caractérisation de 2013 et 2014 pour une visualisation et une interprétation plus efficaces des résultats	DPEP
Objectif 2 : Toxicité		
2.1	Évaluation de la toxicité des sédiments pour les organismes benthiques par des essais de toxicité standardisés réalisés en laboratoire : mortalité et croissance de <i>Chironomus riparius</i> et <i>Hyalella azteca</i>	CEAEQ
2.2	Évaluation de la toxicité des sédiments sur les œufs et les jeunes stades de poissons	CEAEQ Faune-05, en collaboration avec l'INRS-ETE
2.3	Évaluation de la toxicité des sédiments sur les communautés benthiques	DSÉE
Objectif 3 : Risque		
3.1	Détermination du risque écotoxicologique associé à la contamination des sédiments	CEAEQ
Objectif 4 : Nettoyage		
4.1	Cartographie des zones d'accumulation de sédiments fins dans la Haute-Chaudière et la Moyenne-Chaudière et cartographie des habitats de l'ABEN dans les zones potentielles d'intervention	DPEP
4.2	Élaboration d'un plan d'intervention et, si possible, sa réalisation pour une des zones les plus contaminées dans les secteurs des PK 4,5 et PK 5,2	DRAE-12 / Contrat
Objectif 5 : Suivi		
5.1	Suivi de la qualité de l'eau en temps de crue	CCEQ-12
5.2	Suivi de la communauté de poissons	DSÉE
5.3	Suivi de la contamination du poisson	DSÉE, CEAEQ
5.4	Suivi des communautés de macroinvertébrés benthiques	DSÉE

Tableau 5. Ressources requises pour la mise en œuvre des projets en 2014-2015

Projet		Ressources internes				Ressources externes
Numéro	Nom court	Temps prof. (j.-p.)	Temps tech (j.-p.)	Laboratoire (h)	Frais (\$)	Contrat (\$)
Objectif 1 : Caractérisation						
1.1	Caractérisation 2014	100	60	7 000	10 000	650 000
1.2	Caractérisation hâtive	25	30	625	1 500	19 500
1.3	Trousse "Petroflag"	25	20	400	4 000	0
1.4	Géomatisation	50	50	0	0	0
Objectif 2 : Toxicité						
2.1	Essais Chironomus et Hyaella	30	0	1 590	0	0
2.2	Essais œufs et larves de poisson	30	2	0	0	40 000
2.3	Organismes benthiques	100	30	227	1 800	10 000
Objectif 3 : Risque						
3.1	Risque écotoxicologique	60	0	0	0	35 000
Objectif 4 : Nettoyage						
4.1	Cartographie zones sédimentation et ABEN	60	120	0	0	5 000
4.2	Plan d'intervention PK 4,5 et 5,2	250	30	0	2 000	60 000
Objectif 5 : Suivi						
5.1	Qualité de l'eau	5	10	970	500	0
5.2	Communautés poissons	65	68	516	9 400	0
5.3	Contamination poisson	40	14	980	1 300	22 000
5.4	Communautés benthiques	120	60	0	3 000	5 000
Total		960	494	12 308	33 500	846 500

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abdel-Moati, M. A. R., et N. M. N. El-Din. 2006. « Bioaccumulation of total petroleum hydrocarbons along qatari waters (Persian Gulf) ». *Fresenius Environmental Bulletin*, vol. 15, no 4, p. 259-266.
- Anson, J. R., V. Pettigrove, M. E. Carew et A. A. Hoffmann. 2008. « High molecular weight petroleum hydrocarbons differentially affect freshwater benthic macroinvertebrate assemblages ». *Environmental Toxicology and Chemistry*, vol. 27, no 5, p. 1077-1083.
- Aurand D., L. Walko et L. Pond. 2000. *Developing Consensus Ecological Risk Assessments: Environmental Protection In Oil Spill Response Planning A Guidebook*. United States Coast Guard, Washington, D.C., 148 p.
- Aurand D. et coll. 2001. « Results from cooperative ecological risk assessments for oil spill response planning in Galveston Bay, Texas and the San Francisco Bay Area, California ». *International Oil Spill Conference Proceedings*, vol. 2001, no 1, p. 167-175.
- Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec. 2014a. *Qualité des sédiments de la rivière Chaudière : Zones d'accumulation et de sédimentation*. Québec : ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, 15 p.
- Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec. 2014b. *Évaluation de l'efficacité de la méthode de nettoyage des sédiments de la rivière Chaudière*. Québec : ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, 15 p.
- Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec. 2014c. *Qualité des sédiments du lac Mégantic et de la rivière Chaudière à proximité des prises d'eau*. Québec : ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, 8 p.
- Chase, D. A., et coll. 2013. « Bioaccumulation of petroleum hydrocarbons in fiddler crabs (*Uca minax*) exposed to weathered MC-252 crude oil alone and in mixture with an oil dispersant ». *Science of the Total Environment*, 444 p. 121-127.
- Chouksey, M. K., et coll. 2004. « Petroleum hydrocarbon residues in the marine environment of Bassein-Mumbai ». *Marine Pollution Bulletin*, vol. 49, no 7-8, p. 637-647.
- COBARIC. 2008. *Mise à jour du plan directeur de l'eau du bassin versant de la rivière Chaudière – document d'accompagnement*. Comité de bassin de la rivière Chaudière, 114 p.
- Enbridge Energy. 2013. *Enbridge Line 6B MP 608 Marshall, MI Pipeline Release - Sediment Poling Standard operating Procedure*. Protocole présenté au USEPA le 22 mai 2013, 7 p.
- Environnement Canada et ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec. 2007. *Critères pour l'évaluation de la qualité des sédiments au Québec et cadres d'application : prévention, dragage et restauration*. 39 p.
- Fingas, M. 2013. *The Basics of Oil Spill Cleanup, 3rd Edition*. CRC Press, 266 p.
- Fitzpatrick, F. et coll. 2012. *Net Environmental Benefit Analysis (NEBA) Relative Risk Ranking Conceptual Design, Kalamazoo River System, Enbridge Line 6B MP 608 Marshall, MI Pipeline Release August 8, 2012*. En ligne. <<http://www.epa.gov/enbridgespill/ar/enbridge-AR-0963.pdf>>.
- Golder Associés. 2013. « Caractérisation environnementale phase II de la zone d'intervention du déraillement de Lac-Mégantic, Québec – Rapport pour la période du 10 juillet au 28 octobre 2013 – Version préliminaire, le 20 novembre 2013 ».

- Golder Associés. 2014. *Rapport de caractérisation de la rivière Chaudière*. Rapport présenté au ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, Direction régionale du Centre de contrôle environnemental de la Capitale-Nationale et de la Chaudière-Appalaches, version finale, 75 p. + tableaux, figures et annexes.
- Grenier, M. 2014a. *Accident ferroviaire de Lac-Mégantic : Impact du déversement de pétrole brut et des travaux de nettoyage sur les communautés de macroinvertébrés benthiques de la rivière Chaudière – Automne 2013*. Rapport préparé pour le ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, 72 p. + 4 annexes.
- Grenier, M. 2014 b. *Accident ferroviaire de Lac-Mégantic : Revue de la littérature portant sur l'impact des déversements d'hydrocarbures et des travaux de nettoyage sur les communautés de macroinvertébrés benthiques*. Rapport préparé pour le ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs par CIMA+, 35 p.
- Harrel, R. C. 1985. « Effects of a crude oil spill on water quality and macrobenthos of a southeast Texas stream ». *Hydrobiologia*, vol. 124, no 3, p. 223-228.
- Kimble, J. 2013. Communication personnelle, 13 février 2013. J. Kimble, U.S. EPA, Federal On-Scene Coordinator of the Enbridge Spill.
- Le Dû-Lacoste, M. 2008. *Étude des phénomènes de biotransformation des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) par les organismes aquatiques (Poissons). Relation exposition – génotoxicité*. Thèse de Doctorat, Université Bordeaux I.
- Martel, N., et Y. Richard. 1998. « Le bassin de la rivière Chaudière : les communautés ichtyologiques et l'intégrité biotique du milieu ». Dans *Le bassin de la rivière Chaudière : l'état de l'écosystème aquatique – 1996* (ministère de l'Environnement et de la Faune [éd.]), Direction des écosystèmes aquatiques, p. 5.1-5.34.
- Mazéas, O. 2005. *Évaluation de l'exposition des organismes aux hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) dans le milieu marin par le dosage des métabolites de HAP*. Thèse de Doctorat, Université de Bordeaux I.
- MDDEFP. 2013. *Lignes directrices pour l'évaluation de la qualité des sédiments du lac Mégantic et de la rivière Chaudière, en lien avec l'accident ferroviaire du 6 juillet 2013*. Québec : ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, 6 p.
- MissionHGE. 2014a. *Suivi de la qualité environnementale de l'eau de surface de la rivière Chaudière – Automne 2013*. Rapport présenté au ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, Direction régionale du Centre de contrôle environnemental de la Capitale-Nationale et de la Chaudière-Appalaches, version finale, mars 2014, 12 p. + tableaux et annexes.
- MissionHGE. 2014b. *Travaux de nettoyage de la rivière Chaudière, Lac-Mégantic (Québec)*. Rapport présenté au ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, Direction régionale du Centre de contrôle environnemental de la Capitale-Nationale et de la Chaudière-Appalaches, version finale, mars 2014, 57 p. + tableaux et annexes.
- Moisan, J. 2010. *Guide d'identification des principaux macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec 2010 – Surveillance volontaire des cours d'eau peu profonds*. Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, ISBN 978-2-550-58416-2 (version imprimée), 82 p. (incluant 1 ann.). En ligne. <http://www.mddefp.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/macrobentebre/index.htm>.

- Moisan, J., et L. Pelletier. 2008. *Guide de surveillance biologique basée sur les macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec – Cours d'eau peu profonds à substrat grossier 2008*. Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, ISBN 978-2-550-53591-1 (version imprimée), 86 p. (incluant 6 ann.). En ligne. <http://www.mddefp.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/macroinvertebre/surveillance/index.htm>.
- Pelletier, L., et J. St-Onge. 1998. « Le bassin de la rivière Chaudière : les communautés benthiques et l'intégrité biotique du milieu ». Dans *Le bassin de la rivière Chaudière : l'état de l'écosystème aquatique – 1996* (ministère de l'Environnement et de la Faune [éd.]), Direction des écosystèmes aquatiques, p. 4.1-4.43.
- Pettigrove, V., et A. Hoffmann. 2005. « Effects of long-chain hydrocarbon-polluted sediment on freshwater macroinvertebrates ». *Environmental Toxicology and Chemistry*, vol. 24, n° 10, p. 2500-2508.
- Robertson, B. s.d. *Net Environmental Benefit Analysis (NEBA) Decision-Making Tool*. Présentation PowerPoint, EPA Region 9 / Regional Response Teams. En ligne. <<http://www.freshwaterspills.net/NEBA/NEBA.ppt>>.
- Thibeault, G. 2008. *État de l'écosystème aquatique du bassin versant de la rivière Chaudière : faits saillants 2004-2006*. Québec : ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ISBN 978-2-550-53173-9 (PDF), 25 p.
- Simoneau, M., L. Pelletier et N. Martel. 1998. « Le bassin de la rivière Chaudière : profil géographique, sources de pollution et interventions d'assainissement ». Dans *Le bassin de la rivière Chaudière : état de l'écosystème aquatique 1996* (ministère de l'Environnement et de la Faune [éd.]), Direction des écosystèmes aquatiques, p. 1.1-1.34.
- Soclo, H., et coll. 2008. « Biota accumulation of polycyclic aromatic hydrocarbons in Benin coastal waters ». *Polycyclic Aromatic Compounds*, vol. 28, n° 2, p. 112-127.

ANNEXE 1

Membres du comité expert :

Berryman, David – coordonnateur, biologiste, M.Sc., spécialiste de la qualité de l'eau – Direction du suivi de l'état de l'environnement

Blais, Daniel – géographe, M.Sc., spécialiste en analyse spatiale des écosystèmes aquatiques – Direction de l'écologie et de la conservation

Cloutier, Jean-François – biologiste, B.Sc., analyste aux secteurs hydrique et municipal – Direction régionale de l'analyse et de l'expertise de l'Estrie et de la Montérégie

Deblois, Christian, – chimiste p., M. Sc., chef de division – Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec

Dechamplain, Frédéric – M.Sc., conseiller en urgence environnementale – Bureau de coordination des urgences

Desrosiers, Mélanie – écotoxicologue, PhD, spécialiste en évaluation du risque écotoxicologique des sédiments contaminés – Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec

Groleau, Paule Émilie – chimiste, PhD, chef de division – Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec

Gruyer, Nicolas – écotoxicologue, PhD – Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec

Laberge, Johanne – géologue – Direction des lieux contaminés et des matières dangereuses

Laliberté, Denis – chimiste p., spécialiste de la qualité de l'eau – Direction du suivi de l'état de l'environnement

Lapierre, Clément – ingénieur, M. Sc., conseiller – Centre de contrôle environnemental de la Chaudière-Appalaches

Michon, Pierre – biologiste, M.Env., coordonnateur des projets de dragage – Direction de l'évaluation environnementale des projets hydriques et industriels

Parenteau, Louis – biologiste – Direction régionale de l'analyse environnementale de la Chaudière-Appalaches

Pelletier, Lyne – biologiste, M. Sc. de l'environnement, spécialiste des indicateurs biologiques – Direction du suivi de l'état de l'environnement

Pineault, Simon – biologiste, M. Sc., spécialiste des rejets industriels – Direction des politiques de l'eau

Richard, Yvon – biologiste, M.Sc., spécialiste des communautés de poissons – Direction du suivi de l'état de l'environnement

Richoz, Danielle – chimiste, M. Sc., Env. M., chef de la division des Études de terrain – Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec

Rochefort, Julie – biogéographe, M.Sc. Eau, spécialiste en sciences physiques – Direction des politiques de l'eau

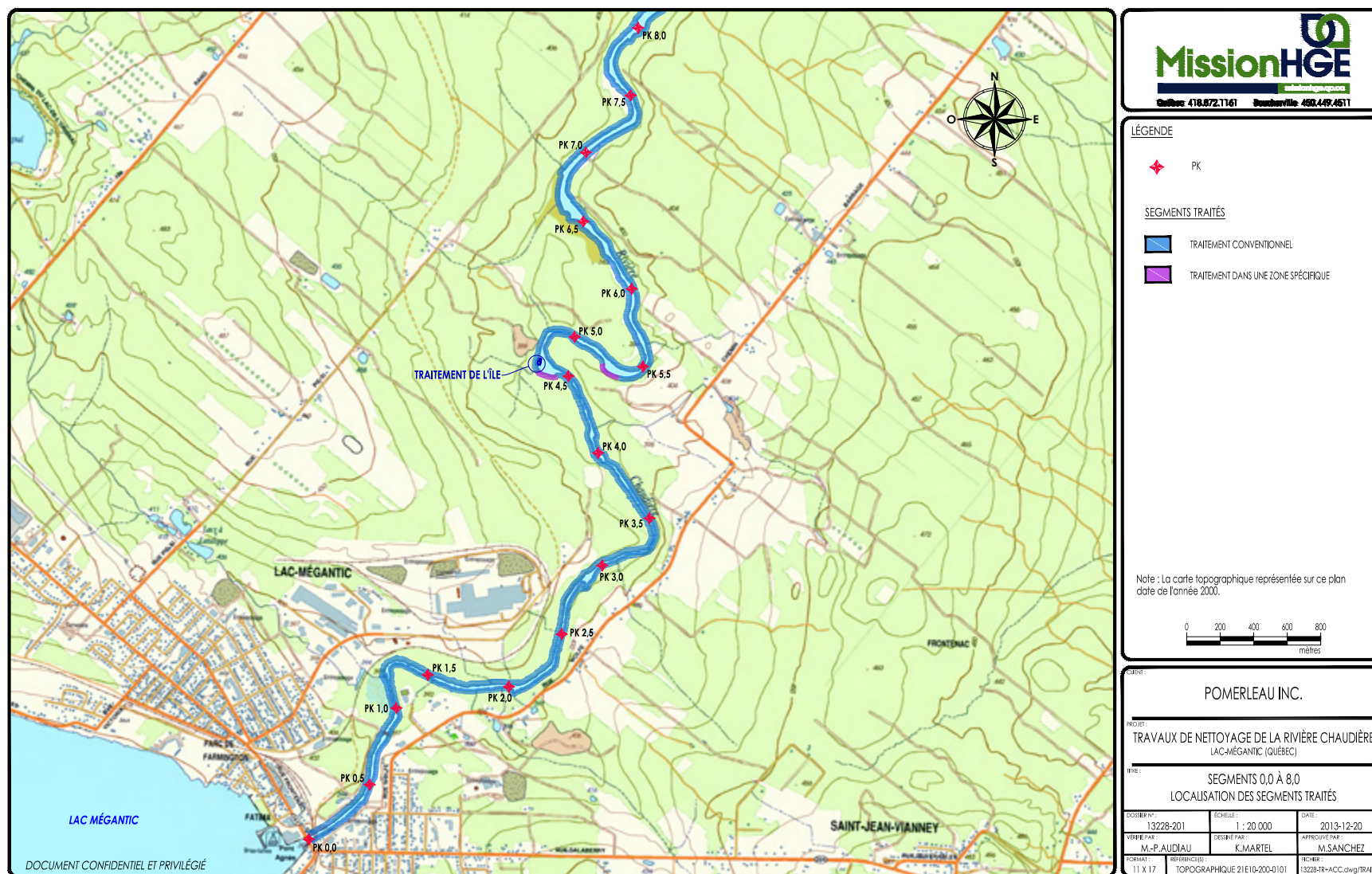
Roy, Sylvain – biologiste, B.sc., spécialiste de la faune aquatique – Direction des opérations régionales faune Estrie-Montréal-Montérégie

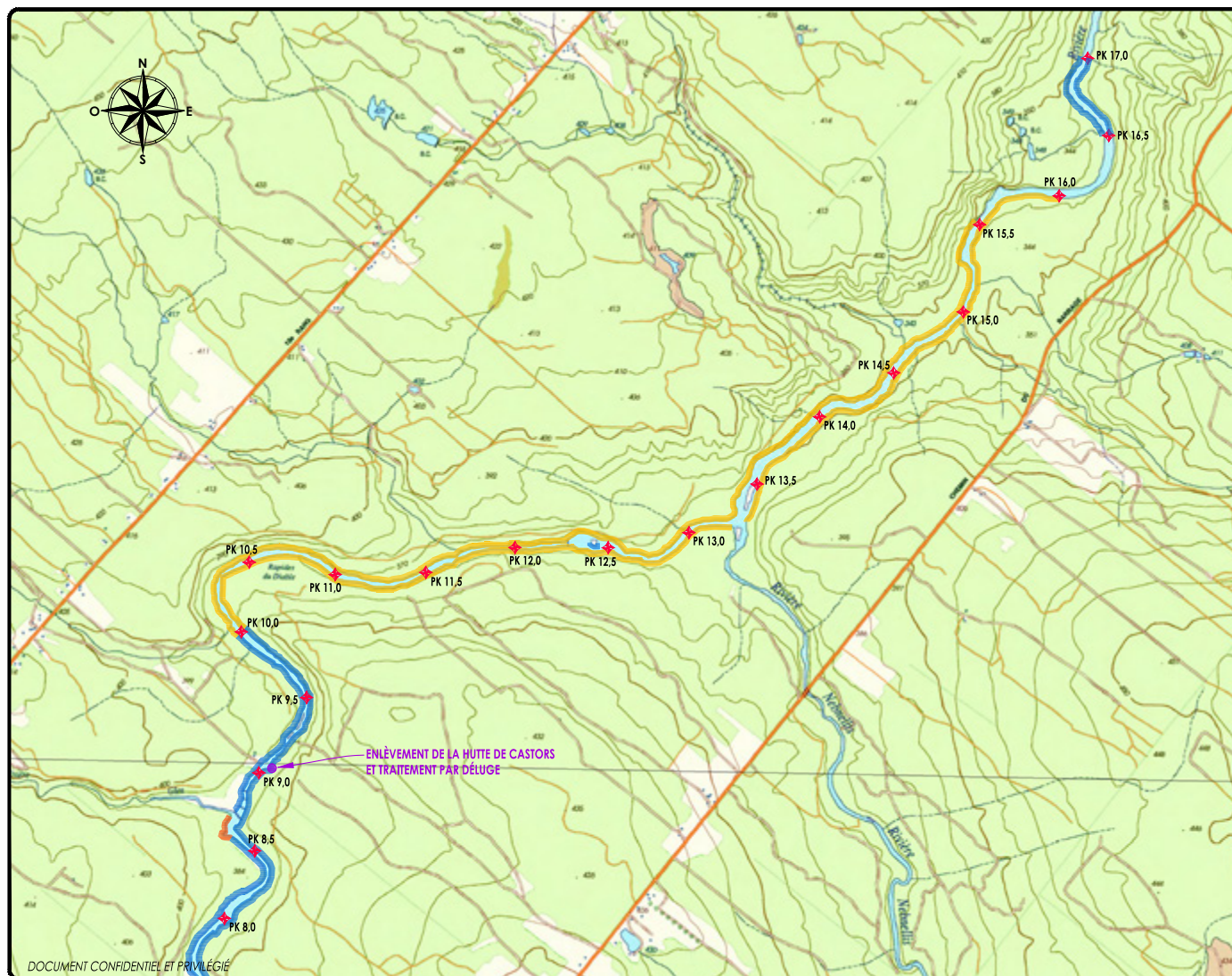
Tremblay, Katia – ingénieure, spécialiste en gestion des barrages publics – Centre d'expertise hydrique du Québec

Triffault-Bouchet, Gaëlle – Écotoxicologue, PhD, chef de division – Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec

ANNEXE 2

Carte des secteurs nettoyés en 2013





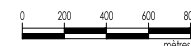
LÉGENDE

◆ PK

SEGMENTS TRAITÉS

- TRAITEMENT CONVENTIONNEL
- TRAITEMENT À PARTIR DE LA RIVE DANS LES ZONES JUGÉES SÉCURITAIRES
- TRAITEMENT DANS UNE ZONE SPÉCIFIQUE
- TRAITEMENT NON RÉALISÉ DÙ À LA PRÉSENCE DE PLANTES AQUATIQUES

Note : Les cartes topographiques représentées sur ce plan datent de l'année 2000.

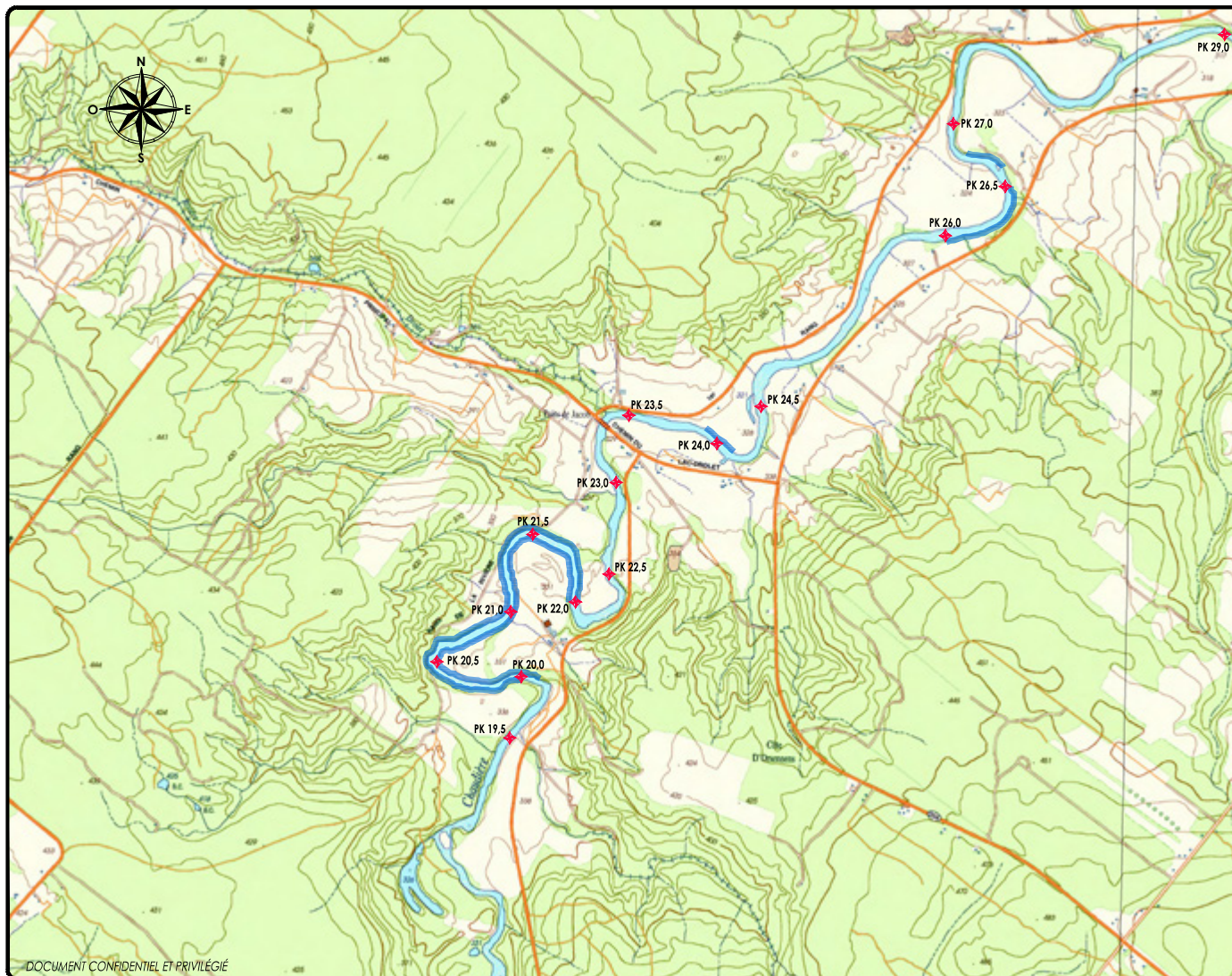


POMERLEAU INC.

PROJET : TRAVAUX DE NETTOYAGE DE LA RIVIÈRE CHAUDIÈRE
 LAC-MÉGANTIC, (QUÉBEC)

TITRE : SEGMENTS 8,0 À 17,0
 LOCALISATION DES SEGMENTS TRAITÉS

COUDREUR :	ÉCHELLE :	DATE :
13228-201	1 : 20 000	2014-02-07
VERIFIÉ PAR :	DESSINÉ PAR :	APPROUVÉ PAR :
M.-P. AUDIAU	K. MARTEL	M. SANCHEZ
FORMAT :	REVISIONS :	RECHER :
11 X 17	TOPOGRAPHIQUE (1 ET 13-200-0101) & 2 (13-200-0201)	13228-TR+ACC.dwg/TRAITE2



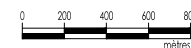
LÉGENDE

◆ PK

SEGMENTS TRAITÉS

■ TRAITEMENT CONVENTIONNEL

Note : Les cartes topographiques représentées sur ce plan datent de l'année 2000.



POMERLEAU INC.

PROJET :
TRAVAUX DE NETTOYAGE DE LA RIVIÈRE CHAUDIÈRE
LAC-MÉGANTIC (QUÉBEC)

TITRE :
SEGMENTS 19,5 À 22,0 - 23,5 À 24,5 - 26,0 À 27,0
LOCALISATION DES SEGMENTS TRAITÉS

CODERBY : 13228-201

ÉCHELLE : 1 : 20 000

DATE : 2013-12-20

VERIFIÉ PAR : M.-P. AUDIAU

DESIGNÉ PAR : K. MARTEL

APPROUVÉ PAR : M. SANCHEZ

FORMAT : 11 X 17

REFERENCES :

TOPOGRAPHIQUE 21E13-000-0201 & 21E13-000-0202

RECHER : 13228-TR+ACC.dwg/TRAITE3



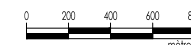
LÉGENDE

◆ PK

SEGMENTS TRAITÉS

■ TRAITEMENT CONVENTIONNEL

Note : Les cartes topographiques représentées sur ce plan datent de l'année 2000.



CLIENT :

POMERLEAU INC.

PROJET :

TRAVAUX DE NETTOYAGE DE LA RIVIÈRE CHAUDIÈRE
 LAC-MÉGANTIC (QUÉBEC)

TITRE :

SEGMENTS 26,0 À 27,0 - 29,0 À 30,0 - 31,5 À 32,5
 LOCALISATION DES SEGMENTS TRAITÉS

DOSSEIN N° :

ÉCHELLE :

DATE :

VERIFIÉ PAR :

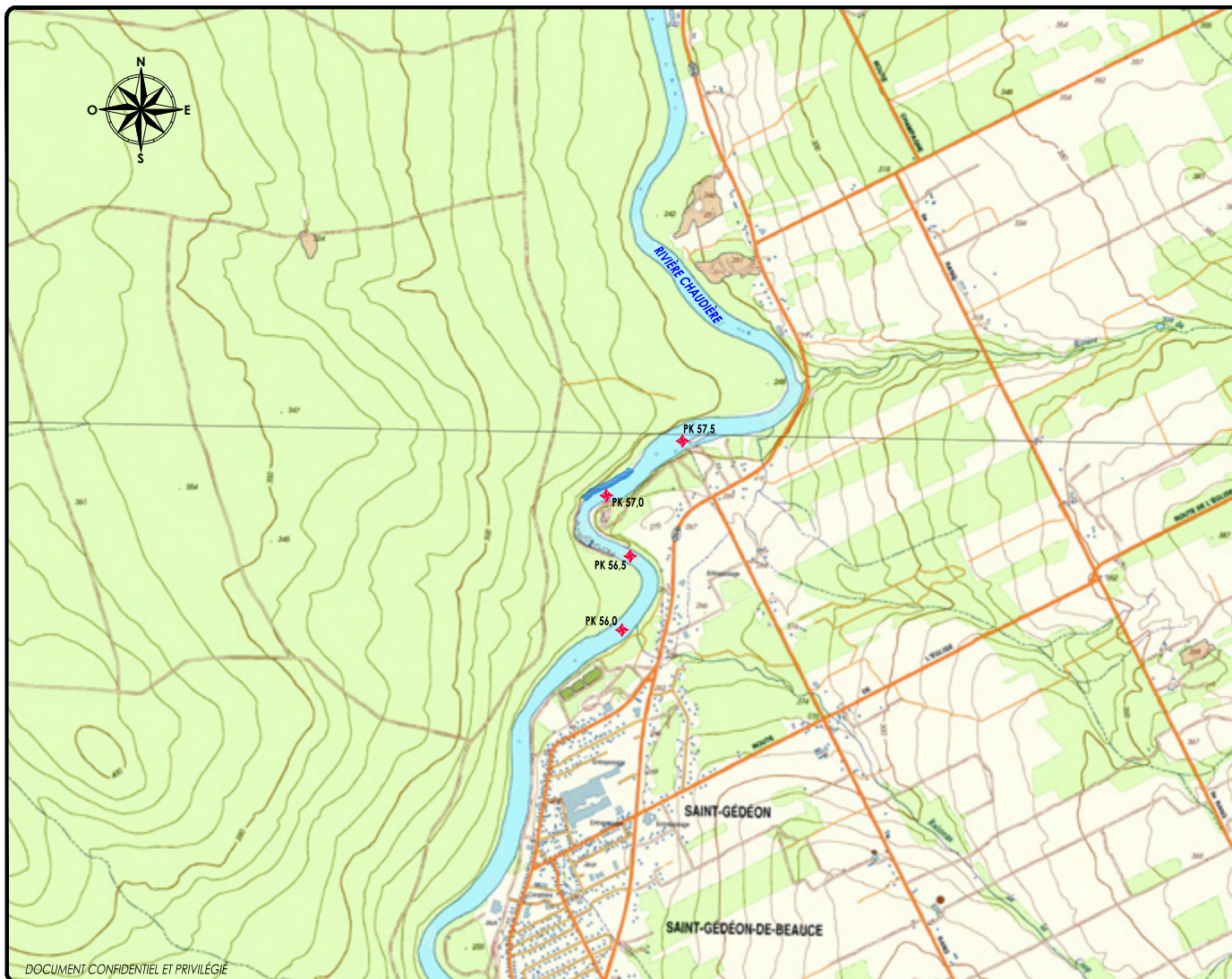
DRESSÉ PAR :

APPROUVÉ PAR :

FORMAT :

RÉFÉRENCES :

RECHER :



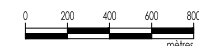
LÉGENDE

◆ PK

SEGMENTS TRAITÉS

■ TRAITEMENT CONVENTIONNEL

Note : Les cartes topographiques représentées sur ce plan datent de l'année 2000.



POMERLEAU INC.

PROJET :
 TRAVAUX DE NETTOYAGE DE LA RIVIÈRE CHAUDIÈRE
 LAC-MÉGANTIC (QUÉBEC)

TITRE :
 SEGMENTS 56,5 À 57,5
 LOCALISATION DES SEGMENTS TRAITÉS

DOCUMENT : 13228-201	ÉCHELLE : 1 : 20 000	DATE : 2013-12-20
VÉRIFIÉ PAR : M.-P.AUDIAU	DESSINÉ PAR : K.MARTEL	APPROUVÉ PAR : M.SANCHEZ
FORMAT : 11 X 17	REFFÉRENCES : TOPOGRAPHIQUE 21 E1 (S2004)102 & 21 E1S-2002023	RECHER : 13228-FR-ACC-dwg/TRAITE FS

ANNEXE 3

Projet 1.1 – Caractérisation de la contamination des sédiments dans la rivière Chaudière et dans le lac Mégantic

1. Sites et méthodes d'échantillonnage et paramètres à analyser

Afin de répondre aux objectifs de caractérisation des sédiments énoncés dans la section 2.2.3 du rapport, le comité expert recommande ce qui suit :

- Refaire les caractérisations effectuées par la firme Golder Associés en 2013 et ajouter les points d'échantillonnage de sable complémentaire de MissionHGE, et ce, autant pour la caractérisation chimique des sédiments que pour l'inspection visuelle décrites à la section 2;
- Refaire les caractérisations près des prises d'eau effectuées en 2013 en ajoutant des stations d'échantillonnage dans le bassin du barrage Sartigan;
- Échantillonner les sédiments du lac Mégantic à nouveau, à un plus grand nombre de stations d'échantillonnage qu'en 2013;
- Procéder à une caractérisation d'une partie de la Moyenne-Chaudière afin d'évaluer la contamination à l'aval du barrage de Sartigan.

Ces caractérisations totaliseront au moins 350 échantillons de sédiments. Les sédiments prélevés devront faire l'objet d'analyses chimiques à partir d'échantillons composés afin de prendre en considération l'hétérogénéité spatiale mentionnée à la section 2.2.1 ou d'échantillons ponctuels pour respecter les protocoles utilisés en 2013. Il est recommandé d'analyser les hydrocarbures pétroliers (C_{10} - C_{50}) et le carbone organique total (COT) dans tous les échantillons; les HAP seront dosés dans les échantillons dont les concentrations de C_{10} - C_{50} dépasseront 500 mg/kg. De plus, une analyse plus complète sera effectuée sur 10 % des échantillons parmi les plus contaminés, en ajoutant l'analyse des HAP alkylés d'origine pétrochimique, le profil des hydrocarbures (IPP), les dioxines et furanes, les composés perfluorés présents dans les mousses extinctrices et la granulométrie.

Par souci de comparaison entre les données de 2013 et celles de 2014, il est recommandé de refaire les inspections visuelles selon la méthode utilisée par Golder Associés en 2013 à 219 sites d'observation. Cependant, cette inspection dans les zones d'eau vive a été effectuée sur des quadras de 1 mètre sur 1 mètre. Il est recommandé que des évaluations sur une plus grande surface soient effectuées à un certain nombre de stations.

Enfin, le comité recommande la validation d'une trousse d'analyse (dépistage) des hydrocarbures pétroliers pouvant être utilisés directement sur le terrain, tel le Petroflag. Si un facteur de corrélation avec la méthode de référence des C_{10} - C_{50} peut être établi, ce type d'outil permettrait de faciliter la détermination et la caractérisation rapide des surfaces et zones contaminées, en plus d'aider au suivi des travaux de nettoyage.

2. Interprétation des données

En septembre 2013, le Ministère a publié des lignes directrices pour l'évaluation de la qualité des sédiments du lac Mégantic et de la rivière Chaudière (MDDEP, 2013). Un examen plus approfondi des données disponibles et des critères existants pour les hydrocarbures pétroliers a été entrepris à l'hiver 2014 par le comité fédéral-provincial responsable du développement des critères de qualité des sédiments dans le contexte des travaux du Plan d'action Saint-Laurent. Il ressort de cet examen que les données disponibles à ce jour sont insuffisantes pour générer des critères de qualité des sédiments tels que présentés pour les HAP ou les métaux (Environnement Canada et MDDEP, 2007). Le comité expert recommande que le comité fédéral provincial poursuive ses travaux. Une revue exhaustive des données de toxicité disponibles de même que des essais de toxicité doivent être effectués. Entre-temps, le comité fédéral-provincial recommande de poursuivre avec les lignes directrices publiées en 2013 puisque ces valeurs sont en accord

avec les données disponibles dans la littérature. Des effets ont été observés sur les communautés benthiques à des concentrations de 840 à 860 mg/kg (Pettigrove et Hoffmann, 2005; Anson et coll., 2008).

- Si les concentrations d'hydrocarbures pétroliers C_{10} - C_{50} mesurées dans le lac et la rivière sont supérieures à la valeur de référence – effets chroniques (164 mg/kg), mais inférieures à la valeur de référence – effets aigus (832 mg/kg), une évaluation du risque écotoxicologique plus approfondie pourrait être jugée nécessaire pour évaluer la biodisponibilité des hydrocarbures et leurs effets sur la faune et la flore aquatiques.
- Si les concentrations mesurées sont supérieures à la valeur de référence – effets aigus (832 mg/kg), la contamination des sédiments sera jugée problématique. La restauration du site devra alors être envisagée. Des évaluations complémentaires seront nécessaires, comme il est expliqué dans la section 2.5.2 du rapport, pour établir si le processus de restauration est réalisable, pour déterminer les mesures de restauration applicables, cerner les gains environnementaux escomptés, etc. Si plusieurs sites présentent des concentrations de C_{10} - C_{50} supérieures à 832 mg/kg, le comité recommande d'analyser prioritairement ceux dont les concentrations seront les plus élevées afin de minimiser les impacts à ces endroits et le risque de transport de contaminants vers l'aval.

Les résultats des analyses, des HAP et des dioxines et furanes devront être comparés aux critères pour l'évaluation de la qualité des sédiments au Québec (Environnement Canada et MDDEP, 2007). Dans le contexte actuel, où il s'agit d'évaluer l'ampleur de la contamination dans les zones affectées par le déversement et de prévenir la contamination en aval de ces zones, il est indiqué d'utiliser des critères de qualité définis pour la restauration des sites contaminés. La qualité des sédiments sera déterminée selon le paramètre chimique ayant l'effet le plus déclassant (MDDEFP, 2013).

Le comité recommande également d'évaluer la disponibilité de critères de qualité ou de données de toxicité pour les HAP alkylés d'origine pétrochimique, non inclus dans les critères actuels (Environnement Canada et MDDEP, 2007).

ANNEXE 4

Fiches descriptives des projets de 2014-2015

Plan de gestion de la contamination résiduelle de la rivière Chaudière – 2014

Fiche de projet

Objectif (plan) : 1. Caractérisation

Projet : 1.1 Caractérisation de la contamination des sédiments dans la rivière Chaudière et dans le lac Mégantic

Objectifs (projet) :

- Établir la distribution générale et le niveau de contamination des sédiments sur l'ensemble de la Haute-Chaudière en 2014.
- Déterminer si les crues printanières ont modifié la distribution et le niveau de contamination établis à l'automne 2013 pour la Haute-Chaudière.
- Évaluer si les crues printanières ont permis une dispersion de la contamination dans les sédiments pour la Moyenne-Chaudière (secteur de Saint-Georges à Saint-Joseph).
- Évaluer la présence et le niveau de contamination des sédiments à proximité des prises d'eau potable.
- Évaluer la présence et le niveau de contamination des sédiments dans le lac Mégantic entre le secteur de l'accident ferroviaire et le barrage.

Description :

- La direction régionale va octroyer un contrat de services professionnels par appel d'offres public pour mandater une firme de consultants dans le but de réaliser une étude de caractérisation environnementale des sédiments localisés principalement dans la Haute-Chaudière et dans la Moyenne-Chaudière ainsi que dans la partie du lac Mégantic affectée par le déversement de pétrole survenu en 2013. Le consultant mandaté aura à prélever plus de 350 échantillons de sédiments aux fins d'analyses chimiques, puis à compiler les résultats et à les interpréter en fonction des critères de qualité établis par le Ministère. Une analyse comparative de la qualité des sédiments en 2014 par rapport à la situation qui prévalait en 2013 sera également réalisée.
- Les échantillons prélevés par le consultant seront tous transmis au CEAQ aux fins d'analyses.

Mode de réalisation :

- ° À l'interne ☐
- ° À contrat ☐
- ° Mixte ☒

Unité administrative responsable : CCEQ-12

Unités administratives collaboratrices : DSÉE, CEAQ et DPEP

Personne responsable : Clément Lapierre

Livrables : Rapport de caractérisation des sédiments

Échéancier	Ressources
Échantillonnage : Du 1 ^{er} juillet au 15 septembre 2014	Temps professionnel (j.-p.) : 100
Laboratoire : 30 septembre 2014	Temps technicien (j.-p.) : 10
Interprétation : 15 novembre 2014	Laboratoire (heures) : 7 000
Dépôt des livrables : 15 décembre 2014	Frais (\$) : ° Interne 10 000 ° Contrat 650 000

Plan de gestion de la contamination résiduelle de la rivière Chaudière – 2014

Fiche de projet

Objectif (plan) : 1. Caractérisation

Projet : 1.2 Caractérisation hâtive de la contamination des sédiments dans quelques secteurs problématiques et dans la plaine inondable de la rivière Chaudière

Objectifs (projet) :

- Connaître le niveau de contamination de trois secteurs ayant présenté un niveau de contamination important en 2013 (secteurs du PK 4,5, du PK 5,2, et du PK 31,7) en vue de déterminer la pertinence d'y faire des travaux de dragage en 2014.
- Connaître le niveau de contamination des sédiments déposés dans le bassin du barrage Sartigan, lequel constitue, d'une part, la plus importante zone de déposition de sédiments en aval du lac Mégantic et, d'autre part, la réserve d'eau potable de la Ville de Saint-Georges.
- Estimer la qualité des sédiments susceptibles de s'être déposés dans certaines zones inondables (terres agricoles) de la Haute-Chaudière et de la Moyenne-Chaudière.

Description :

- Avec l'aide des plongeurs du CEHQ, le personnel de la direction régionale procédera à l'échantillonnage des sédiments dans les zones de déposition situées au PK 4,5, au PK 5,2 et au barrage Sartigan. L'échantillonnage à l'aide des plongeurs sera réalisé dès que le débit de la rivière aura suffisamment diminué pour permettre la réalisation des travaux de façon sécuritaire.
- De plus, dès que la rivière aura repris son cours normal, le personnel de la direction régionale procédera à l'échantillonnage du secteur du PK 31,7 et à l'échantillonnage d'une dizaine de plaines inondables (terres agricoles) réparties entre la Ville de Lac-Mégantic (PK 0) et la Ville de Sainte-Marie (PK 140).
- Au total, environ 45 échantillons seront prélevés lors de cette campagne d'échantillonnage, lesquels seront analysés par le CEAÉQ.

Mode de réalisation :

- À l'interne ☒
- À contrat ☐
- Mixte ☐

Unité administrative responsable : CCEQ-12

Unités administratives collaboratrices : CEHQ, CEAÉQ, DSÉE

Personne responsable : Clément Lapierre

Livrables : Rapport synthèse des résultats

Échéancier		Ressources	
Échantillonnage :	Avril et mai 2014	Temps professionnel (j.-p.) :	25
Laboratoire :	Avril et mai 2014	Temps technicien (j.-p.) :	30
Interprétation :	Juin 2014	Laboratoire (heures) :	625
Dépôt des livrables :	Juin 2014	Frais (\$) :	
		◦ Interne	1 500
		◦ Contrat (plongeurs CEHQ)	19 500

Plan de gestion de la contamination résiduelle de la rivière Chaudière – 2014

Fiche de projet

Objectif (plan) : 1. Caractérisation

Projet : 1.3 Validation de la trousse d'analyses des hydrocarbures
« Petroflag » en laboratoire et sur le terrain

Objectif (projet) :

- Vérifier si l'utilisation de la trousse « Petroflag » peut être utile dans le contexte de la rivière Chaudière en :
 - s'assurant de sa performance pour l'analyse de sédiments;
 - établissant, si possible, un facteur de corrélation avec la méthode de référence C₁₀-C₅₀;
 - rédigeant un protocole adapté.

Description :

- Réaliser des essais de validation en laboratoire puis directement sur le terrain avec la trousse Petroflag dans le but de comparer les résultats obtenus avec ceux de la méthode de référence C₁₀-C₅₀ pour l'analyse des hydrocarbures dans les sédiments. Si les essais sont concluants, un protocole détaillé sera rédigé.

Mode de réalisation :

- À l'interne ☒
- À contrat ☐
- Mixte ☐

Unité administrative responsable : CEA EQ

Unité administrative collaboratrice : DR-12(sur le terrain)

Personne responsable : Danielle Richoz

Livrables : Rapport de validation
Protocole adapté (si essais concluants)

Échéancier		Ressources	
Échantillonnage :	Printemps 2014	Temps professionnel (j.-p.) :	25
Laboratoire :		Temps technicien (j.-p.) :	20
Interprétation :	Printemps 2014	Laboratoire (heures) :	400
Dépôt des livrables :		Frais (\$) :	
- Rapport de validation :	Juin 2014	◦ Interne	4 000
- Protocole adapté :	Juin 2014	◦ Contrat	

Plan de gestion de la contamination résiduelle de la rivière Chaudière – 2014

Fiche de projet

Objectif (plan) : 1. Caractérisation

Projet : 1.4 Géomatisation de l'ensemble des données de caractérisation 2013 et 2014 pour une visualisation et une interprétation plus efficaces des résultats

Objectif (projet) :

- Rassembler l'ensemble des données de caractérisation dans une base de données à référence spatiale pour permettre des analyses plus efficaces.

Description :

- Intégration des données (chimie des sédiments, habitats, benthos, faune aquatique, etc.).
- Support à la cartographie et représentation spatiale (distribution spatiale des paramètres, etc.).
- Analyse des données (corrélation entre les niveaux de contamination des sédiments et les différents habitats, évolution spatiale de la contamination de 2013 à 2014, etc.).
- La contribution interne de la direction sera facturée.

Mode de réalisation :

- À l'interne ☐
- À contrat ☐
- Mixte ☒

Unité administrative responsable : DPEP

Unité administrative collaboratrice : CCEQ-12

Personne responsable : Daniel Blais

Livrables : Base de données, cartes et textes décrivant les résultats d'analyses spatiales

Échéancier		Ressources	
Échantillonnage :	S.O.	Temps professionnel (j.-p.) :	50
Laboratoire :	S.O.	Temps technicien (j.-p.) :	50
Interprétation :	S.O.	Laboratoire (heures) :	S.O.
Dépôt des livrables :		Frais (\$) :	
Base de données 2013 : Mai 2014		◦ Interne	0
Base de données 2014 : Décembre 2014		◦ Contrat	0

Plan de gestion de la contamination résiduelle de la rivière Chaudière – 2014

Fiche de projet

Objectif (plan) : 2. Toxicité

Projet : 2.1 Évaluation de la toxicité des sédiments pour les organismes benthiques par des essais de toxicité standardisés réalisés en laboratoire

Objectif (projet) :

- Évaluer la toxicité des sédiments de la rivière Chaudière pour les organismes benthiques par des essais de toxicité standardisés réalisés en laboratoire : mortalité et croissance de *Chironomus riparius* et de *Hyalella azteca*.

Description :

- Les essais de toxicité proposés avec les organismes benthiques *Chironomus riparius* et *Hyalella azteca* (mortalité et croissance) sont standardisés et couramment recommandés par le Ministère dans les dossiers d'évaluation de la qualité des sédiments, que ce soit pour le dragage ou pour l'évaluation des sédiments en place.
- L'étude proposée vise à réaliser des essais de toxicité sur les sédiments prélevés dans la rivière Chaudière selon un gradient de contamination en C₁₀-C₅₀ allant de l'absence de contamination jusqu'aux concentrations élevées.
- Une vingtaine de stations sera sélectionnée en fonction des résultats de la caractérisation des sédiments qui sera effectuée au printemps 2014 (voir le projet 1.1). L'échantillonnage des sédiments n'étant pas effectué au même moment que la caractérisation des sédiments (août à octobre), les sédiments seront caractérisés pour toutes les substances susceptibles d'être présentes (C₁₀-C₅₀, HAP, HAP alkylés, dioxine/furanes, perfluorés, métaux) ainsi que pour différents paramètres interprétatifs (carbone organique total, granulométrie). Les résultats des essais de toxicité seront mis en relation avec les niveaux de contamination afin d'établir des seuils d'effets propres à la rivière Chaudière.
- Ces expositions seront effectuées en parallèle avec d'autres études de caractérisation de la toxicité qui seront réalisées par le Ministère (projets 2.2 et 2.3). Les résultats contribueront à l'évaluation du risque écotoxicologique pour les organismes aquatiques (projet 3.1).

Mode de réalisation :

- À l'interne ☒
- À contrat ☐
- Mixte ☐

Unité administrative responsable : CEAQ

Unité administrative collaboratrice :

Personne responsable : Mélanie Desrosiers, CEAQ

Livrables : Rapport technique

Échéancier	Ressources
Échantillonnage : Août à octobre 2014	Temps professionnel (j.-p.) : 30b
Laboratoire : Exposition des organismes benthiques, entre août et décembre 2014	Temps technicien (j.-p.) : 0
Interprétation : De décembre 2014 à février 2015	Laboratoire (heures) : 1 590
Dépôt des livrables : Mars 2015	Frais (\$) : ◦ Interne 0 ◦ Contrat 0

Plan de gestion de la contamination résiduelle de la rivière Chaudière – 2014

Fiche de projet

Objectif (plan) : 2. Toxicité

Projet : 2.2 Évaluation de la toxicité des sédiments sur les œufs et les jeunes stades de poissons

Objectif (projet) :

- Les hydrocarbures sont reconnus pour avoir des effets potentiels sur la reproduction des poissons. Ce projet vise donc à évaluer la toxicité des sédiments de la rivière Chaudière sur les œufs et les embryons de cyprinidés (mené tête-de-boule) et de salmonidés (truite brune et truite arc-en-ciel) afin d'estimer les impacts du déversement sur la reproduction des poissons.

Description :

- Le mené tête-de-boule semble peu présent dans la rivière Chaudière, cependant, il est représentatif des autres espèces de poisson-fourrage susceptibles de s'y retrouver. De plus, cette espèce est couramment recommandée par le Ministère lorsqu'il est question d'essais de toxicité sur les poissons. Les essais effectués avec les jeunes stades de truite brune ou de truite arc-en-ciel seront plus expérimentaux et seront effectués sur un nombre plus restreint d'échantillons (environ cinq). Par contre, ces espèces très présentes dans la rivière représentent un enjeu majeur pour la pêche sportive.
 - Comme mentionné pour le projet 2.1, l'étude proposée vise à réaliser des essais de toxicité sur les sédiments prélevés dans la rivière Chaudière selon un gradient de contamination en C_{10} - C_{50} allant de l'absence de contamination jusqu'aux concentrations élevées.
 - Les expositions seront effectuées sur les échantillons de sédiments caractérisés dans le cadre du projet 2.1.
 - Les expositions seront effectuées à l'INRS-ETE qui possède actuellement un élevage de menés qu'il utilise lors d'essais de toxicité, alors que les truites proviendront de piscicultures (contrat d'environ 40 000 \$).
 - Les paramètres d'effets mesurés incluront la mortalité des embryons et la survie des jeunes stades, la durée du développement embryonnaire, les malformations, la génotoxicité et le stress oxydant.
 - Ces expositions seront effectuées en parallèle avec d'autres études de caractérisation de la toxicité des sédiments qui seront réalisées par le Ministère (projets 2.1 et 2.3). Les résultats contribueront à l'évaluation du risque écotoxicologique pour les organismes aquatiques (projet 3.1).

Mode de réalisation :

- À l'interne ☐
- À contrat ☐
- Mixte ☒

Unité administrative responsable : CEAQ

Unité administrative collaboratrice : Faune-05-06-16

Collaborateurs externes : INRS-ETE, Université de Bordeaux 1

Personne responsable : Mélanie Desrosiers, CEAQ

Livrables : Rapport technique

Échéancier	Ressources
Échantillonnage : Août à octobre 2014 pour les sédiments	Temps professionnel (j.-p.) : 30
Laboratoire : Exposition des poissons entre août 2014 et janvier 2015	Temps technicien (j.-p.) : 2
Interprétation : De janvier à février 2015	Laboratoire (heures) :
Dépôt des livrables : Mars 2015	Frais (\$) :
	◦ Interne 0 ◦ Contrat 40 000

Plan de gestion de la contamination résiduelle de la rivière Chaudière – 2014

Fiche de projet

Objectif (plan) : 2. Toxicité
Projet : 2.3 Évaluation de la toxicité des sédiments sur les communautés benthiques

Objectif (projet) :

- Caractériser la structure des communautés de macroinvertébrés benthiques dans des zones de sédimentation présentant un gradient de contamination par les hydrocarbures pétroliers.

Description :

- Caractériser les communautés benthiques dans trois zones de sédimentation présentant une contamination par les hydrocarbures faible, moyenne et élevée. Les stations seront sélectionnées en fonction des résultats de la caractérisation du printemps 2014 (projet 1.1). Cette expérimentation sera faite en parallèle avec les deux autres études de toxicité (projets 2.1 et 2.2) et ses résultats contribueront à l'analyse de risque (projet 1.3).
- Échantillonner les macroinvertébrés benthiques à cinq stations dans la Haute-Chaudière.
- Identifier les macroinvertébrés benthiques au laboratoire de biologique de la DSÉE (contrat de 10 000 \$).
- Échantillonner les macroinvertébrés benthiques à cinq stations pour mesurer la bioaccumulation des HAP, si la biomasse récoltée s'avère suffisante.
- Évaluer, à titre exploratoire, la bioaccumulation dans certains taxons de la communauté benthique.
- La caractérisation des sédiments aux stations d'échantillonnage est prévue au projet 2.1.

Mode de réalisation : ° À l'interne ☐
 ° À contrat ☐
 ° Mixte ☒

Unité administrative responsable : DSÉE

Unité administrative collaboratrice : CEAEQ

Personne responsable : Lyne Pelletier, DSÉE

Livrables : Rapport technique

Échéancier	Ressources
Échantillonnage : Octobre 2014	Temps professionnel (j.-p.) : DSÉE 90 CEAEQ 10
Laboratoire : Identification des macroinvertébrés benthiques, entre novembre 2014 et janvier 2015	Temps technicien (j.-p.) : DSÉE 30
Interprétation : Février 2015 à juillet 2015	Laboratoire (heures) : 227
Dépôt des livrables : Rapport technique septembre 2015	Frais (\$) : ° Interne 1 800 ° Contrat 10 000

Plan de gestion de la contamination résiduelle de la rivière Chaudière – 2014

Fiche de projet

Objectif (plan) : 3. Risque

Projet : 3.1 Évaluation du risque écotoxicologique associé à la contamination des sédiments

Objectif (projet) :

- Procéder à une évaluation du risque écotoxicologique (ERE) pour les sédiments contaminés de la rivière Chaudière. L'ERE vise l'évaluation du risque, pour les organismes aquatiques, associé à la présence des hydrocarbures pétroliers, notamment les C₁₀-C₅₀, mais également des autres contaminants susceptibles d'être présents dans les sédiments (p. ex., HAP, dioxines/furanes, métaux).

Description :

- Ce projet vise à produire une évaluation du risque associé à la contamination résiduelle des sédiments afin d'appuyer et de fonder les orientations de gestion des sédiments contaminés qui seront élaborées pour 2015.
- Les données de caractérisation des sédiments produites dans le cadre du projet 1.1 seront utilisées pour sélectionner les sites et la plage de contamination à étudier.
- Les effets sur les organismes aquatiques seront évalués à partir des données générées dans le cadre des projets 2.1, 2.2 et 2.3.
- Compte tenu de l'absence de critère de qualité pour les hydrocarbures pétroliers dans les sédiments, nous souhaitons recruter un(e) professionnel(le) pour six mois afin de colliger et d'analyser l'information requise pour le développement de critères de qualité développés ou adoptés par d'autres autorités compétentes, incluant leurs fondements et leur application. D'autre part, ce professionnel procédera à la collecte et à l'analyse de données de toxicité associée aux fractions d'hydrocarbures présentes dans les sédiments afin de déterminer, si possible, des critères de qualité répondant à nos besoins de gestion, comme définis dans le guide Critères pour l'évaluation de la qualité des sédiments au Québec et cadres d'application : prévention, dragage et restauration (Environnement Canada et MDDEP, 2007).
- L'ERE permettra de définir des niveaux de contamination et des zones potentiellement problématiques en ce qui concerne le risque pour l'écosystème et où des interventions de nettoyage seraient prioritaires (pour plus de détails, voir l'annexe 3).

Mode de réalisation : ° À l'interne ☐
 ° À contrat ☐
 ° Mixte ☒

Unité administrative responsable : CEAEQ

Unités administratives collaboratrices : DSÉE, DEEPHI

Collaborateurs externes : Environnement Canada

Personne responsable : Mélanie Desrosiers, CEAEQ

Livrables : Rapport technique

Échéancier	Ressources
Échantillonnage :	Temps professionnel (j.-p.) : 60
Laboratoire :	Temps technicien (j.-p.) : 0
Interprétation :	Laboratoire (heures) :
Dépôt des livrables : Mars 2015	Frais (\$) : ° Interne 0 ° Contrat 35 000

Plan de gestion de la contamination résiduelle de la rivière Chaudière – 2014

Fiche de projet

Objectif (plan) : 4. Nettoyage

Projet : 4.1 Cartographie des zones d'accumulation de sédiments fins dans la Haute-Chaudière et la Moyenne-Chaudière et cartographie des habitats de l'ABEN dans les zones potentielles d'intervention

Objectifs (projet) :

- Cartographier les zones potentielles d'accumulation de sédiments fins dans la Haute-Chaudière et la Moyenne-Chaudière, soit les PK 0 à 120;
- Cartographier les habitats de l'ABEN (selon les huit catégories d'habitats de la rivière Kalamazoo) pour cinq segments (environ un kilomètre) où des travaux de nettoyage sont envisagés.

Description :

- Effectuer la cartographie à partir de photographies aériennes orthorectifiées, non rectifiées et de LIDAR.
- Pour la cartographie des habitats, considérer le lit mineur comme espace latéral.

Mode de réalisation :

- À l'interne ☐
- À contrat ☐
- Mixte ☒

Unité administrative responsable : DPEP

Unité administrative collaboratrice : DRAE-12

Personne responsable : Daniel Blais

Livrables :

- Cartes des zones d'accumulation potentielle de sédiments fins dans la Haute-Chaudière et la Moyenne-Chaudière
- Cartes des habitats ABEN dans les parties de la rivière où des interventions de nettoyage sont envisagées.

Échéancier	Ressources
Cartographie : - Cartographie des zones d'accumulation : Fin juin 2014 - Cartographie des habitats : 2 segments : Octobre 2014 3 segments : Décembre 2014	Temps professionnel (j.-p.) : 50 Temps technicien (j.-p.) : 100
Validation terrain : 1 semaine en juillet	Temps professionnel (j.-p.) : 10 Temps technicien (j.-p.) : 20
Laboratoire : Aucun	
Dépôt des livrables : - Cartographie des zones potentielles d'accumulation : Fin juin 2014 - Cartographie des habitats : 2 segments : Octobre 2014 3 segments : Décembre 2014	Frais (\$) : ◦ Interne ◦ Contrat (frais de terrain) 5 000

Plan de gestion de la contamination résiduelle de la rivière Chaudière – 2014

Fiche de projet

Objectif (plan) : 4. Nettoyage

Projet : 4.2 Élaboration d'un plan d'intervention et, si possible, sa réalisation pour une des zones les plus contaminées dans les secteurs des PK 4,5 et PK 5,2

Objectifs (projet) :

- Préparer un plan d'intervention visant l'enlèvement des sédiments contaminés de la rivière Chaudière dans les secteurs des PK 4,5 et PK 5,2.
- Si les résultats obtenus lors de la caractérisation réalisée par le CCEQ au printemps 2014 démontrent une contamination résiduelle importante, effectuer l'enlèvement des sédiments contaminés dans les secteurs des PK 4,5 et PK 5,2.

Description :

- La direction régionale va se prévaloir d'une clause du contrat d'AECOM, le consultant déjà mandaté par le Ministère pour assurer la gestion du chantier de la Ville du Lac-Mégantic, pour réaliser les plans et devis visant l'enlèvement des sédiments contaminés dans les secteurs des PK 4,5 et PK 5,2. Par la suite, la direction régionale va octroyer un contrat de construction selon les règles en vigueur afin d'effectuer l'enlèvement des sédiments contaminés. AECOM sera mandaté pour assurer la surveillance des travaux et pour rédiger un rapport de réalisation des travaux.

Mode de réalisation :

- ° À l'interne ☐
- ° À contrat ☐
- ° Mixte ☒

Unité administrative responsable : DRAE-12

Unités administratives collaboratrices : CCEQ, DÉE, DGPMTAE, CEHQ

Personne responsable : Geneviève Naud

Livrables :

- Plans et devis des travaux
- Rapport de réalisation des travaux

Échéancier	Ressources
Plans et devis : 1 ^{er} juin 2014	
Appel d'offres et octroi du contrat : De juin à août 2014	
Réalisation des travaux : Septembre 2014	
Rapport de réalisation des travaux : 15 décembre 2014	
Dépôt des livrables : • Plans et devis : 1^{er} juin 2014 • Rapport de réalisation des travaux : 15 décembre 2014	Temps professionnels (j.-p.) : 250 Temps technicien (j.-p.) : 30 Frais (\$) : ° Interne 2 000 ° Contrat 60 000

Plan de gestion de la contamination résiduelle de la rivière Chaudière – 2014

Fiche de projet

Objectif (plan) : 5. Suivi environnemental

Projet : 5.1 Suivi de la qualité de l'eau en temps de crue

Objectif (projet) :

- Évaluer si la crue printanière est susceptible de dégager le pétrole contenu dans les sédiments et évaluer l'impact de ce « relargage » sur la qualité des eaux de surface.

Description :

- À partir des ponts traversant la rivière Chaudière dans la Ville de Lac-Mégantic (PK 0,8), au chemin du Lac-Drolet (PK 23,3), à Saint-Ludger (PK 37), à Saint-Martin (PK 68,8) et à Notre-Dame-des-Pins (PK 96), le personnel de la direction régionale procédera à des observations visuelles et prélèvera des échantillons d'eau tous les trois ou quatre jours durant la période la plus intense de la crue printanière. Les prélèvements seront effectués lorsque le débit de la Chaudière excèdera 200 m³/s au barrage Sartigan ou 30 m³/s au barrage du lac Mégantic.
- Un maximum de cinq campagnes d'échantillonnage sera réalisé et les échantillons seront analysés par le CEAÉQ.

Mode de réalisation : ° À l'interne ☒

° À contrat ☐

° Mixte ☐

Unité administrative responsable : CCEQ-12

Unités administratives collaboratrices : CEAÉQ, BCU, DSÉE

Personne responsable : Clément Lapierre

Livrables : Rapport synthèse des résultats

Échéancier		Ressources	
Échantillonnage :	Avril 2014	Temps professionnel (j.-p.) :	5
Laboratoire :	Avril et mai 2014	Temps technicien (j.-p.) :	10
Interprétation :	Avril et mai 2014	Laboratoire (heures) :	970
Dépôt des livrables :	Juin 2014	Frais (\$) :	
		° Interne	500
		° Contrat	0

Plan de gestion de la contamination résiduelle de la rivière Chaudière – 2014

Fiche de projet

Objectif (plan) : 5. Suivi environnemental

Projet : 5.2 Suivi de la communauté de poissons

Objectifs (projet) :

- Connaître l'état de la communauté de poissons dans la Haute-Chaudière en 2014.
- Vérifier si l'état de la communauté de poissons a changé substantiellement par rapport aux données historiques de 1994.

Description :

- Échantillonner les poissons par pêche électrique à 15 stations, dont 10 entre le lac Mégantic et Saint-Georges et 5 autres réparties dans la Moyenne-Chaudière et dans la Basse-Chaudière.
- Identifier les poissons capturés, les dénombrer, faire un examen des pathologies externes sur un sous-échantillon et calculer l'indice d'intégrité biotique (IIB) à chacune des stations d'échantillonnage.

Mode de réalisation :

- ° À l'interne ☒
- ° À contrat ☐
- ° Mixte ☐

Unité administrative responsable : DSÉE

Unité administrative collaboratrice : Faune DR-05

Personne responsable : Yvon Richard, DSÉE

Livrables :

- Tableau de l'IIB
- Rapport

Échéancier		Ressources	
Échantillonnage :	Août 2014	Temps professionnel (j.-p.) :	65
Laboratoire :	S.O.	Temps technicien (j.-p.) :	68
Interprétation :	Septembre 2014 à janvier 2015	Laboratoire (heures) :	516
Dépôt des livrables :		Frais (\$) :	
° Tableau IIB :	Octobre 2014	° Interne	9 400
° Rapport :	Février 2015	° Contrat	0

Plan de gestion de la contamination résiduelle de la rivière Chaudière – 2014

Fiche de projet

Objectif (plan) : 5. Suivi environnemental

Projet : 5.3 Suivi de la contamination du poisson

Objectif (projet) :

- Mesurer la contamination du poisson un an après le déversement et la comparer à celle de 2013 pour vérifier si les concentrations de contaminants dans le poisson augmentent ou diminuent.

Description :

- Des poissons provenant de 7 des 15 stations d'échantillonnage du projet 5.2 seront analysés. Seize échantillons de poissons entiers seront analysés pour les BPC, les BPC planaires, les dioxines et furannes, les PBDE, d'autres retardateurs de flamme, les HAP et les substances perfluorées présentes dans les mousses extinctrices. L'analyse des autres retardateurs de flamme, des HAP et des perfluorés sera réalisée à contrat (respectivement 6 000 \$, 7 000 \$ et 9 000 \$). De plus, 210 échantillons de chair seront analysés pour le mercure seulement. Des analyses de HAP et perfluorés seront effectuées dans la chair des poissons, mais également dans leur foie pour estimer la réduction de l'exposition.

Mode de réalisation :

- À l'interne ☐
- À contrat ☐
- Mixte ☒

Unité administrative responsable : DSÉE

Unité administrative collaboratrice : CEAEQ

Personnes responsables : Denis Laliberté et David Berryman

Livrables : Tableau des résultats et fiche d'information

Échéancier	Ressources
Échantillonnage : Juillet à août 2014	Temps professionnel (j.-p.) : 40
Laboratoire : Sept. 2014 à mars 2015	Temps technicien (p.-j.) : 14
Interprétation : Avril et mai 2015	Laboratoire (heures) : 980
Dépôt des livrables : Juin 2015	Frais (\$) :
	◦ Interne 1 300 ◦ Contrat 22 000

Plan de gestion de la contamination résiduelle de la rivière Chaudière – 2014

Fiche de projet

Objectif (plan) : 5. Suivi environnemental

Projet : 5.4 Suivi des communautés de macroinvertébrés benthiques

Objectifs (projet) :

- Évaluer l'intégrité biotique des communautés de macroinvertébrés benthiques du tronçon amont de la rivière Chaudière, soit de Lac-Mégantic à Saint-Georges, en 2014.
- Évaluer le degré de récupération du système un an après le déversement (stations échantillonnées à l'automne 2013). Tronçon amont de la rivière Chaudière, soit de Lac-Mégantic à Saint-Ludger.

Description :

- Échantillonner les macroinvertébrés benthiques à dix-sept stations dans la Haute-Chaudière en 2014.
- De ces dix-sept stations, neuf ont été échantillonnées à l'automne 2013.
- Identification des macroinvertébrés benthiques au laboratoire de biologie de la DSÉE.
- La caractérisation des sédiments aux stations de suivi des macroinvertébrés benthiques est intégrée au projet 1.1.

Mode de réalisation :

- ° À l'interne ☐
- ° À contrat ☐
- ° Mixte ☒

Unité administrative responsable : DSÉE

Unité administrative collaboratrice :

Personne responsable : Lyne Pelletier, DSÉE

Livrables : Rapport

Échéancier	Ressources
Échantillonnage : Septembre 2014	Temps professionnel (j.-p.) : 120
Laboratoire : Identification des macroinvertébrés benthiques, entre novembre 2014 et février 2015	Temps technicien (j.-p.) : 60
Interprétation : De mars 2015 à septembre 2015	Laboratoire (heures) : 0
Dépôt des livrables : Octobre 2015	Frais (\$): ° Interne 3 000 ° Contrat 5 000



Dépôt Légal

Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2014

ISBN : 978-2-550-70519-2 (PDF)

© Gouvernement du Québec, 2014

**Développement durable,
Environnement et Lutte
contre les changements
climatiques**

Québec

