



CARACTÉRISATION ENVIRONNEMENTALE  
DE SITE COMPLEMENTAIRE  
AMÉNAGEMENT DE LA PROMENADE  
SAMUEL-DE CHAMPLAIN

PHASE 3  
TRONÇON SITUÉ ENTRE LA CÔTE DE SILLERY ET  
LA CÔTE GILMOUR, QUÉBEC (QUÉBEC)



CARACTÉRISATION ENVIRONNEMENTALE  
DE SITE COMPLÉMENTAIRE  
AMÉNAGEMENT DE LA PROMENADE  
SAMUEL-DE CHAMPLAIN

PHASE 3  
TRONÇON SITUÉ ENTRE LA CÔTE DE SILLERY  
ET LA CÔTE GILMOUR, QUÉBEC (QUÉBEC)

Présenté à

Commission de la Capitale Nationale du Québec

Par

GENIVAR inc.

Rédigée par :



Valérie Fortin, ing. jr.



Andréanne Hamel, ing. M. Sc.

Chargée de projet

No de membre OIQ 128249

Révisée par :



2013-03-20

Steve St-Cyr, ing

Directeur de projet

No de membre OIQ 117836

MARS 2013

091-50992-00



## ÉQUIPE DE RÉALISATION

---

### QUALITAS

|                    |   |   |
|--------------------|---|---|
| Chargé de projet   | : | Mohammed Afoundo, M. Sc. A.   |
| Travaux de terrain | : | Jean-Marie Daigle, tech. senior<br>Pierre Lelièvre, tech.<br>Martin Racine, tech. |

### GENIVAR Inc

|                                |   |   |
|--------------------------------|---|---|
| Directeur de projet            | : | Steve St-Cyr, ing.                                      |
| Chargée de projet              | : | Andréanne Hamel, ing. M. Sc.                            |
| Rédaction du rapport           | : | Valérie Fortin, ing. jr<br>Andréanne Hamel, ing. M. Sc. |
| Compilation des données        | : | Valérie Fortin, ing. jr                                 |
| Cartographie                   | : | Alain Lemay   |
| Traitement de texte et édition | : | Linette Poulin  |

---

### Référence à citer :

GENIVAR. 2013. *Caractérisation environnementale de site complémentaire, aménagement de la Promenade Samuel-De Champlain, phase 3, tronçon situé entre la côte de Sillery et la côte Gilmour, Québec (Québec)*. Rapport de GENIVAR inc. à la Commission de la capitale nationale du Québec, 72 p. et annexes.



## **SOMMAIRE EXÉCUTIF**

En prévision de travaux futurs de réaménagement de la promenade Samuel-De Champlain à Québec, des travaux de caractérisation environnementale ont été effectués à l'endroit des lots touchés par les travaux. Une évaluation environnementale de site (ÉES), phase I (GENIVAR, 2010a) a été réalisée durant l'hiver 2010, ainsi que deux ÉES, phase II (GENIVAR, 2010 b et GENIVAR, 2010c). Celles-ci ont permis d'obtenir un portrait de l'état environnemental du site à l'étude.

Suite à ces études, certains secteurs demeuraient moins investigués. Afin de se conformer aux exigences du ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP) concernant la maille d'échantillonnage, des travaux complémentaires ont été proposés afin de compléter l'état environnemental de l'ensemble des propriétés touchées par les futurs travaux de réaménagement.

L'objectif général des travaux était d'évaluer la qualité environnementale des remblais et de mieux délimiter les secteurs affectés par les hydrocarbures pétroliers. La stratégie visait donc à caractériser les sols susceptibles d'être contaminés aux endroits où les données étaient insuffisantes. Dans ce but, il a été proposé d'effectuer une caractérisation à l'aide de tranchées d'exploration à l'endroit des secteurs suivants :

- la zone située au sud de la voie ferrée dans le secteur de la côte de Sillery;
- le site du chantier naval de Boulet Lemelin Yacht inc. (Marina);
- la portion ouest du secteur de l'ancien dépôt pétrolier Esso-Texaco.

L'ÉES, phase II complémentaire a conduit à la réalisation de travaux de terrain du 6 au 9 août 2012 permettant la réalisation de 56 tranchées et le prélèvement d'échantillons de sol.

Quatre-vingts (80) échantillons, 11 duplicata ainsi que deux blancs de terrain ont été soumis à des analyses chimiques selon les observations effectuées sur le terrain pour déterminer leur concentration pour un ou plusieurs des paramètres suivants : hydrocarbures pétroliers C<sub>10</sub>-C<sub>50</sub> (HP C<sub>10</sub>-C<sub>50</sub>), hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et métaux.

Des 75 échantillons soumis aux analyses pour les métaux, seul l'échantillon TR-49-EM4 présente des résultats supérieurs au critère « C » de la Politique, mais inférieurs aux valeurs maximales permises par le Règlement sur l'enfouissement des sols contaminés (RESC) pour l'étain, le plomb et le zinc. Trente (30) des 75 échantillons analysés présentent un résultat dans la plage « B-C » des critères pour un ou plusieurs des métaux suivants analysés : manganèse (20 échantillons), baryum (6 échantillons), étain (1 échantillon), cuivre (3 échantillons) et plomb (2 échantillons). Tous les autres résultats pour les tranchées présentent des résultats inférieurs au critère « B » de la Politique, dont plusieurs sont inférieurs au critère « A » de la Politique.

## **SOMMAIRE EXÉCUTIF (suite)**

Des 69 échantillons analysés pour les HP C<sub>10</sub>-C<sub>50</sub>, l'échantillon TR-49-EM4 présente un résultat supérieur à la norme du RESC, l'échantillon TR-27-EM5 présente un résultat dans la plage « B-C » des critères de la Politique et les échantillons TR-27-EM4 ainsi que TR-32-EM-2 présentent des résultats dans la plage « A-B » des critères de la Politique. Tous les résultats d'analyses des HP C<sub>10</sub>-C<sub>50</sub> des autres échantillons prélevés sont inférieurs au critère « A » de la Politique.

Vingt-et-un (21) échantillons ont été choisis aux fins d'analyse pour les HAP. Cinq de ces échantillons (TR-23-EM4, TR-27-EM5, TR-35-EM-2, TR-43-EM-1 et TR-49-EM4) présentent des résultats en HAP dans la plage « B-C » des critères de la Politique. Tous les autres résultats présentent des résultats inférieurs au critère « B » de la Politique, dont la plupart inférieurs au critère « A ».

La compilation des volumes de sols affectés a été effectuée en considérant les résultats antérieurs obtenus dans ces secteurs. Pour le secteur de la côte de Sillery, on évalue qu'une superficie de 208 m<sup>2</sup> serait potentiellement affectée par les HP C<sub>10</sub>-C<sub>50</sub> au-delà du critère « C ». Les sols affectés en manganèse au-delà du critère « C » de la Politique représenteraient environ 3 640 m<sup>3</sup>. Toutefois, seuls 2 945 m<sup>3</sup> se trouvent au-dessus du nouveau critère de 3 000 mg/kg et aucun sol ne nécessiterait de gestion puisque ceux-ci se trouvent à une profondeur de plus de 1,5 m (en fonction du nouveau cadre de gestion), à condition que ceux-ci ne soient pas excavés lors des travaux d'aménagement.

Pour la portion ouest du secteur de l'ancien dépôt pétrolier Esso-Texaco, les superficies affectées évaluées dans cette étude représenteraient 780 m<sup>2</sup>, pour un volume de sol de 157 m<sup>3</sup> ayant des concentrations en HP C<sub>10</sub>-C<sub>50</sub> supérieures à la valeur maximale permise par le RESC et des concentrations supérieures au critère « C » pour le Pb, le Sn et le Zn.

Finalement, dans le secteur de la marina, aucun sol ne présente des concentrations au-dessus du critère « C », à l'exception de trois endroits présentant une concentration en Mn au-delà du critère « C » de la Politique (1 279 m<sup>3</sup>). Par contre, seul le secteur du forage F13 présente une concentration au-dessus du nouveau critère établi pour la région de la Capitale-Nationale de 3 000 mg/kg (378 m<sup>3</sup>). Aucune gestion de ces sols ne serait requise puisqu'ils se trouvent à plus de 3 m de profondeur, à condition que ceux-ci ne soient pas excavés lors des travaux d'aménagement.



# TABLE DES MATIÈRES

|   | <i>Page</i> |
|---|-------------|
| Équipe de réalisation .....                       | i           |
| Table des matières .....                          | iii         |
| Liste des tableaux.....                           | vii         |
| Liste des figures.....                            | ix          |
| Liste des annexes.....                            | ix          |
| <br>  |             |
| 1. INTRODUCTION .....                             | 1           |
| 1.1 Mise en contexte .....                        | 1           |
| 1.2 Mandat et Objectifs .....                     | 1           |
| 1.3 Études antérieures .....                      | 2           |
| 2. DESCRIPTION DU SITE .....                      | 3           |
| 2.1 Identification du site à l'étude .....        | 3           |
| 2.2 Description générale .....                    | 3           |
| 2.3 Caractéristiques physiques du site.....       | 3           |
| 2.4 Géologie régionale .....                      | 4           |
| 3. DESCRIPTION DES TRAVAUX DE LA PHASE II .....   | 5           |
| 3.1 Programme de caractérisation .....            | 5           |
| 3.2 Méthodologie d'échantillonnage.....           | 6           |
| 3.2.1 Généralités .....                           | 6           |
| 3.2.2 Procédure de nettoyage des équipements..... | 7           |
| 3.3 Travaux de caractérisation .....              | 7           |
| 3.3.1 Demande d'autorisation de travaux.....      | 7           |
| 3.3.2 Localisation des tranchées.....             | 8           |
| 3.3.3 Réalisation des travaux .....               | 8           |
| 3.3.4 Échantillonnage des sols.....               | 9           |
| 3.4 Programme analytique .....                    | 9           |
| 3.4.1 Échantillons de sol .....                   | 9           |
| 3.5 Programme de contrôle de la qualité .....     | 10          |

## **TABLE DES MATIÈRES (suite)**

|  | <b>Page</b> |
|--|-------------|
| 4. GÉOLOGIE LOCALE .....   | 13          |
| 4.1 Description stratigraphique .....                                      | 13          |
| 4.2 Matières résiduelles .....   | 13          |
| 5. CONSTAT ENVIRONNEMENTAL .....   | 15          |
| 5.1 Critères de comparaison pour les sols .....                            | 15          |
| 5.2 Résultats d'analyses pour les sols .....                               | 15          |
| 5.2.1 Métaux .....   | 15          |
| 5.2.2 Hydrocarbures pétroliers C <sub>10</sub> -C <sub>50</sub> .....      | 16          |
| 5.2.3 Hydrocarbures aromatiques polycycliques .....                        | 16          |
| 5.3 Résultats d'analyses pour le programme de contrôle de la qualité ..... | 16          |
| 6. ÉTENDUE DE LA CONTAMINATION .....                                       | 19          |
| 6.1 Sols contaminés sur le site à l'étude .....                            | 19          |
| 6.1.1 Hydrocarbures .....  | 19          |
| 6.1.2 Métaux .....   | 19          |
| 6.2 Sommaire des volumes de sols nécessitant une gestion .....             | 22          |
| 7. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS .....                                     | 25          |
| 7.1 Conclusion .....   | 25          |
| 7.2 Recommandations .....  | 26          |
| 8. PORTÉE ET LIMITATIONS .....   | 29          |
| 9. RÉFÉRENCES .....  | 31          |

## **LISTE DES TABLEAUX**

|            | <i>Page</i>  |
|------------|--|
| Tableau 1  | Détails concernant les sites à l'étude ..... 3   |
| Tableau 2  | Description des travaux ..... 8  |
| Tableau 3  | Chronologie des travaux ..... 8  |
| Tableau 4  | Programme analytique (sols) ..... 10   |
| Tableau 5  | Compilation du nombre d'analyses incluant les duplicata (sols). ..... 11   |
| Tableau 6  | Résultats d'analyses chimiques des échantillons de sols- HP C <sub>10</sub> -<br>C <sub>50</sub> et métaux Propriétés du MTQ : Côte de Sillery au sud de la voie<br>ferrée. .... 35          |
| Tableau 7  | Résultats d'analyses chimiques des échantillons de sols – HP C <sub>10</sub> -<br>C <sub>50</sub> et métaux-Secteur de la Marina ..... 39  |
| Tableau 8  | Résultats d'analyses chimiques des échantillons de sols – HP C <sub>10</sub> -<br>C <sub>50</sub> et métaux -Secteur ouest du lot de l'ancien dépôt pétrolier<br>Esso/Texaco..... 41         |
| Tableau 9  | Résultats d'analyses chimiques des échantillons de sols –HAP<br>Secteur ouest du lot de l'ancien dépôt pétrolier Esso/Texaco,<br>marina et Côte de Sillery au sud de la voie ferrée ..... 43 |
| Tableau 10 | Résultats d'analyses chimiques des duplicatas ..... 47   |
| Tableau 11 | Résultats d'analyses chimiques des blancs de terrain ..... 51  |
| Tableau 12 | Étendue de la contamination – Hydrocarbures. .... 20   |
| Tableau 13 | Étendue de la contamination – Métaux ..... 21  |
| Tableau 14 | Sommaire des superficies et volumes de sols affectés en<br>HP C <sub>10</sub> -C <sub>50</sub> et en métaux ..... 23   |



## **LISTE DES CARTES**

|           |   | <b>Page</b> |
|-----------|---|-------------|
| Carte 1   | Localisation générale du secteur à l'étude. ....  | 55          |
| Carte 2   | Localisation des sondages Secteur de la Côte Sillery au sud de la voie ferrée. ....   | 57          |
| Carte 3   | Localisation des sondages - Secteur ouest de l'ancien dépôt pétrolier de Esso / Texaco et de la marina. ....  | 59          |
| Carte 4a  | Sommaire des résultats analytiques supérieur au critère « B » de la Politique pour les échantillons de sols prélevés entre 0 et 2 m. ....   | 61          |
| Carte 4b  | Sommaire des résultats analytiques supérieur au critère « B » de la Politique pour les échantillons de sols prélevés à plus de 2 m. ....  | 63          |
| Carte 5a  | Sommaire des résultats analytiques supérieur au critère « B » de la Politique pour les échantillons de sols prélevés entre 0 et 2 m. Secteur ouest de l'ancien dépôt pétrolier de Esso / Texaco et de la marina. .... | 65          |
| Carte 5 b | Sommaire des résultats analytiques supérieur au critère « B » de la Politique pour les échantillons de sols prélevés à plus de 2 m. Secteur ouest de l'ancien dépôt pétrolier de Esso / Texaco et de la marina. ....  | 67          |
| Carte 6   | Sommaire des résultats analytiques supérieur au critère « B » de la Politique pour les échantillons de sols Secteur de la côte de Sillery.....  | 69          |
| Carte 7   | Sommaire des résultats analytiques supérieur au critère « B » de la Politique pour les échantillons de sols. Secteur ouest de l'ancien dépôt pétrolier de Esso / Texaco et de la marina. ....                         | 71          |

## **LISTE DES ANNEXES**

|          |                                  |
|----------|----------------------------------|
| Annexe 1 | Rapports de tranchées            |
| Annexe 2 | Certificats d'analyses chimiques |



# 1. INTRODUCTION

---

## 1.1 Mise en contexte

En prévision de travaux futurs de réaménagement de la promenade Samuel-De Champlain à Québec, des travaux de caractérisation environnementale ont été effectués à l'endroit des lots touchés par les travaux. Une évaluation environnementale de site (ÉES), phase I (GENIVAR, 2010a) a été réalisée durant l'hiver 2010, ainsi que deux ÉES, phase II (GENIVAR, 2010 b et GENIVAR, 2010c). Celles-ci ont permis d'obtenir un portrait de l'état environnemental du site à l'étude.

Suite à ces études, certains secteurs demeuraient moins investigués. Afin de se conformer aux exigences du ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP) concernant la densité de l'échantillonnage, des travaux complémentaires ont été proposés afin de compléter l'état environnemental de l'ensemble des propriétés touchées par les futurs travaux de réaménagement. Tel que convenu, un programme de travail a donc été préparé pour compléter la caractérisation environnementale à l'endroit des secteurs suivants :

- la zone située au sud de la voie ferrée dans le secteur de la côte de Sillery;
- le site du chantier naval de Boulet Lemelin Yacht inc. (Marina);
- la portion ouest du secteur de l'ancien dépôt pétrolier Esso-Texaco.

Les travaux consistaient à effectuer une caractérisation des sols à partir de tranchées d'exploration. Le détail des travaux est présenté aux sections suivantes.

## 1.2 Mandat et Objectifs

GENIVAR inc. (GENIVAR) a été mandatée par la Commission de la capitale nationale du Québec (CCNQ) pour la réalisation d'une ÉES, phase II complémentaire afin de compléter l'évaluation environnementale des remblais sur trois secteurs en particulier.

Les objectifs principaux des travaux étaient de déterminer la qualité environnementale des sols sur les secteurs identifiés et d'évaluer les volumes de sols affectés au-delà des valeurs limites pour l'usage visé.

Il est à noter qu'aucun réservoir pétrolier n'a été présent dans ces secteurs. La caractérisation vise donc principalement à évaluer la qualité environnementale des remblais et à délimiter certains secteurs affectés par les hydrocarbures pétroliers C<sub>10</sub>-C<sub>50</sub> ayant été identifiés dans les études préliminaires (ÉES, phase II). Soulignons

qu'aucun résultat non conforme n'a été obtenu pour le paramètre des hydrocarbures aromatiques monocycliques (HAM) dans les secteurs les plus susceptibles d'être affectés lors des travaux initiaux de caractérisation. Ce dernier n'a donc pas été considéré dans le programme analytique de cette phase complémentaire. Cependant, une attention particulière a été portée afin de détecter tout indice de la présence de ce paramètre lors des travaux d'échantillonnage.

### **1.3 Études antérieures**

Plusieurs études environnementales ont été effectuées à proximité de ces secteurs entre 1992 et 2000. En effet, plusieurs réservoirs hors-sol contenant des hydrocarbures pétroliers appartenant à différentes compagnies pétrolières (Pétro-Canada, Shell, Esso, Ultramar) étaient présents dans ces secteurs entre les années 1940 et les années 1990. Ces compagnies, propriétaires de plusieurs terrains à cette époque, y compris le Canadien National (CN), ont mené de nombreuses études de caractérisation environnementale aux emplacements des réservoirs. Des travaux de réhabilitation ont également été réalisés sur différentes portions de ces secteurs entre 1995 et 2000. Le résumé de ces études peut être consulté dans les rapports ÉES, phases I et II émis par GENIVAR en 2010 (GENIVAR, 2010a et GENIVAR, 2010b).



## 2. DESCRIPTION DU SITE

### 2.1 Identification du site à l'étude

Les principales données concernant les sites à l'étude sont présentées au tableau 1.

Tableau 1 Détails concernant les sites à l'étude

|                                      |   |                          |
|--------------------------------------|---|--------------------------|
| Adresse :                            | Boulevard Champlain                                 |                          |
| Site 1                               | 2 077 170 du cadastre de Québec                     |                          |
| Lots, Cadastre : Site 2              | 2 074 922 du cadastre de Québec                     |                          |
| Site 3                               | 2 074 539 du cadastre de Québec                     |                          |
| Coordonnées géographiques (site 1) : | Longitude : - 71°14'43.60"O                         | Latitude : 46°46'19.42"N |
| Coordonnées géographiques (site 2) : | Longitude : - 71°14'16.21"O                         | Latitude : 46°46'57.48"N |
| Coordonnées géographiques (site 3) : | Longitude : - 71°14'20.05"O                         | Latitude : 46°46'58.16"N |
| Usages autorisés :                   | Commercial, récréatif, public                       |                          |
| Occupation du site                   | Terrains vacants                                    |                          |
| (Activités et entreprises) :         | Activités liées à la marina (réparation de bateaux) |                          |
| Propriétaire au moment de l'étude :  | CCNQ (2 074 922 et 2 074 539)<br>MTQ (4 827 893)    |                          |

### 2.2 Description générale

Le site à l'étude est situé dans l'arrondissement Sainte-Foy-Sillery de la ville de Québec, en bordure du fleuve Saint-Laurent. Trois sites principaux ont été investigués :

- (1) la propriété du ministère des Transports du Québec (MTQ) correspondant au lot 2 077 170;
- (2) le site du chantier naval associé au Yacht-Club de Québec (YCQ) correspondant au lot 2 074 922;
- (3) la propriété du CCNQ correspondant au lot 2 074 539.

La localisation générale du site à l'étude est présentée à la carte 1.

### 2.3 Caractéristiques physiques du site

La carte topographique 21L14-200-0102 indique que le site est à une élévation moyenne de moins de 7 m au-dessus du niveau moyen de la mer. La topographie générale du site suggère que le ruissellement des eaux de surface et l'écoulement de l'eau souterraine s'effectuent du nord-ouest vers le sud-est, soit vers le fleuve Saint-Laurent pour les terrains du secteur à l'ouest du lot de l'ancien dépôt pétrolier Esso/Texaco et de la marina. Pour le secteur de la côte de Sillery, au sud de la voie ferrée, la topographie générale du site suggère que le ruissellement des eaux de surface et l'écoulement de l'eau souterraine s'effectuent du nord et nord-est vers le sud et le sud-est, soit vers le fleuve Saint-Laurent.

## 2.4 Géologie régionale

Le socle rocheux est constitué dans la région de roches sédimentaires cambriennes de la province géologique des Appalaches, soit principalement des shales vert, gris et rouge ainsi que des mudstones rouge avec interlits de shale et de mudstone gris et vert de la Formation de Sainte-Foy du Groupe de Sillery (St-Julien, 1995).

### **3. DESCRIPTION DES TRAVAUX DE LA PHASE II**

---

Les travaux de chantier réalisés dans le contexte de la caractérisation environnementale complémentaire du site se sont déroulés entre le 6 et le 9 août 2012. Les travaux ont conduit à la réalisation de 56 tranchées d'exploration. Les cartes 2 et 3 présentent la localisation des tranchées réalisées dans chacun des secteurs, ainsi que les limites des différentes parcelles.

Les travaux ont été effectués par monsieur Pierre Lelièvre et monsieur Martin Racine, tous les deux techniciens chez Qualitas. Monsieur Lebrun et monsieur Racine ont procédé à la localisation des sondages, à la rédaction des rapports de sondage, aux prélèvements des échantillons et à la transmission de ces derniers au laboratoire. La firme Qualitas a été mandatée par la CCNQ pour effectuer les travaux de forages au chantier puisqu'elle avait un contrat de services avec la CCNQ pour la réalisation de tels travaux. GENIVAR a donc été mandatée pour effectuer la coordination des travaux, l'analyse des données de chantier, rédiger le rapport d'étude et produire son attestation.

#### **3.1 Programme de caractérisation**

La stratégie d'intervention retenue pour élaborer le programme de caractérisation a été établie à partir des caractéristiques physiques du site et de son historique. La stratégie visait à :

- évaluer la qualité environnementale des remblais;
- mieux délimiter les secteurs affectés par les hydrocarbures pétroliers C<sub>10</sub>-C<sub>50</sub>;
- caractériser les sols susceptibles d'être contaminés aux endroits où les données étaient insuffisantes.

Dans ce but, il a été proposé d'effectuer une caractérisation à l'aide de tranchées d'exploration à l'endroit des secteurs suivants :

- la zone située au sud de la voie ferrée dans le secteur de la côte de Sillery;
- le site du chantier naval de Boulet Lemelin Yacht inc. (Marina);
- la portion ouest du secteur de l'ancien dépôt pétrolier Esso-Texaco.

Plus spécifiquement, le programme de travail a consisté à :

- localiser et identifier les tranchées par un piquet d'arpentage avant le début des travaux;
- faire une demande de repérage des services souterrains avant le début des travaux via le service d'Info-Excavation ainsi qu'aux propriétaires de chacune des propriétés pour la localisation des services privés;

- mobiliser et démobiliser le personnel technique, l'équipe d'excavation et le matériel requis pour la réalisation des travaux;
- échantillonner les sols à des intervalles de 50 cm dans les tranchées ou en fonction de la stratigraphie;
- procéder aux relevés de vapeur d'hydrocarbures sur chacun des échantillons de sols;
- procéder à l'analyse chimique sur les échantillons de sol pour les paramètres hydrocarbures pétroliers C<sub>10</sub>-C<sub>50</sub> (HP C<sub>10</sub>-C<sub>50</sub>), hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et les métaux;
- réaliser un programme d'assurance et de contrôle de la qualité;
- produire un rapport des travaux.

Les sections 3.2 et 3.3 présentent la méthodologie employée pour réaliser les travaux de terrain, alors que les sections 3.4 et 3.5 présentent le programme d'analyses chimiques réalisé par le laboratoire.

## 3.2 Méthodologie d'échantillonnage

Le prélèvement, les manipulations et la conservation des échantillons ont été effectués en tenant compte des recommandations du MDDEFP et reposent sur l'application des procédures décrites dans les guides habituellement utilisées dans le domaine, soit :

- Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales : généralités (cahier 1) (2008);
- Guide d'échantillonnage aux fins d'analyses environnementales : échantillonnage des sols (cahier 5) (2010);
- Guide de caractérisation des terrains (2003).

### 3.2.1 Généralités

Différents types de matériaux ont été échantillonnés lors des travaux de caractérisation environnementale, soit : le remblai et les sols naturels présents. Tous les échantillons de sols et de remblai ont été prélevés à l'aide d'une truelle d'acier inoxydable ou d'une pelle pédologique nettoyée au préalable et entre chaque prélèvement. Plusieurs sous-échantillons ont été prélevés pour chaque type de matériaux selon le protocole défini dans les sections subséquentes. Les sous-échantillons ont été homogénéisés afin d'obtenir un échantillon composé représentatif des matériaux. Le mélange des sous-échantillons a été fait directement sur le terrain dans un bol en acier inoxydable nettoyé entre chaque échantillon.

Les sols naturels et les remblais ont été placés dans des pots de verre fournis par les laboratoires d'analyse. Des gants de nitrile neufs ont été utilisés pour le prélèvement de chaque échantillon. Des changements de gants additionnels ont été faits lorsque ces derniers étaient souillés ou déchirés.

À la suite des prélèvements, tous les échantillons ont été placés dans des glacières munies de cellules réfrigérantes afin de les maintenir à une température voisine de 4 °C jusqu'à leur arrivée au laboratoire.

### 3.2.2 Procédure de nettoyage des équipements

L'ensemble des équipements non dédiés utilisés pour le prélèvement des échantillons de sol et de l'eau souterraine a été nettoyé entre chaque utilisation, tel que spécifié dans le document Guide d'échantillonnage à des fins d'analyse environnementales, Cahiers 1 et 5, du Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec. La procédure de nettoyage approuvée par le MDDEFP se décrit comme suit :

- rinçage des outils à l'eau afin de retirer les particules grossières;
- nettoyage des surfaces avec un détergent sans phosphate (ex. Alconox) en utilisant une brosse pour retirer toute particule;
- rinçage avec de l'eau déminéralisée;
- rinçage à l'acétone;
- rinçage à l'hexane;
- nouveau rinçage à l'acétone;
- assèchement.

Un rinçage adéquat inclut un contact de toutes les surfaces de l'équipement avec les liquides de rinçage. Des gants et des lunettes de protection ont été portés lors du nettoyage des équipements. Tous les liquides utilisés pour le nettoyage ont été entreposés et disposés selon la réglementation en vigueur.

## 3.3 **Travaux de caractérisation**

### 3.3.1 Demande d'autorisation de travaux

Avant le début des travaux, une demande d'accès au site et une demande d'intervention ont été effectuées auprès du MTQ par la firme Qualitas afin d'autoriser la réalisation de travaux sur leur propriété. Les autorisations ont été reçues en juillet 2012 auprès du responsable des travaux de Qualitas.

### 3.3.2 Localisation des tranchées

La stratégie de caractérisation retenue a consisté à réaliser 56 tranchées sur les trois sites identifiés. La localisation des sondages a été répartie de façon à couvrir toute la superficie des secteurs à l'étude. Le détail des travaux est présenté au tableau 2.

Tableau 2 Description des travaux

| Secteurs  | Travaux   |
|---|---|
| Propriétés du MTQ :<br>Côte de Sillery au sud de la voie ferrée | 28 tranchées d'environ 3 m de profondeur sur l'ensemble de la superficie de la propriété (TR7 à TR34).  |
| Chantier naval  | 14 tranchées d'environ 3 m de profondeur sur l'ensemble de la superficie de la propriété (TR35 à TR48). |
| Secteur ouest du lot de l'ancien<br>dépôt pétrolier Esso/Texaco | 14 tranchées d'environ 3 m de profondeur sur l'ensemble de la superficie de la propriété (TR49 à TR62). |
| <b>Total</b>  | <b>56 tranchées d'exploration de 3 m de profondeur</b>  |

Ce programme de travail a permis de confirmer la qualité des sols de façon représentative des emplacements identifiés comme étant à risque sur le site. La localisation des sondages réalisés est présentée aux cartes 2 et 3 selon les secteurs.

### 3.3.3 Réalisation des travaux

Les 56 tranchées ont été réalisées du 6 au 9 août 2012 par l'entrepreneur Construction Raoul Pelletier de Lévis (Québec). Les pelles hydrauliques sur chenilles Hitachi 50U et New Holland E70SR ont été utilisées pour les travaux d'excavation. La chronologie des travaux est présentée au tableau 3.

Tableau 3 Chronologie des travaux

| Date de réalisation | Tranchées réalisées   |
|---------------------|---|
| 6 août 2012         | TR-20, TR-22, TR-24, TR-25, TR-26, TR-27, TR-49, TR-50, TR-51, TR-52, TR-54, TR-60, TR-61, TR-62                            |
| 7 août 2012         | TR-14, TR-15, TR-16, TR-18, TR-19, TR-21, TR-23, TR-41, TR-53, TR-55, TR-56, TR-57, TR-58, TR-59                            |
| 8 août 2012         | TR-8, TR-10, TR-11, TR-12, TR-13, TR-17, TR-28, TR-33, TR-35, TR-36, TR-37, TR-38, TR-39, TR-40, TR-42, TR-43, TR-44, TR-45 |
| 9 août 2012         | TR-7, TR-9, TR-29, TR-30, TR-31, TR-32, TR-34, TR-46, TR-47, TR-48  |

Les rapports de tranchées sont présentés à l'annexe 1.

### 3.3.4 Échantillonnage des sols

Les échantillons de sol prélevés ont fait l'objet de mesures de concentration pour les COV à l'aide d'un photoionisateur. Les résultats de ces mesures sont présentés sur les rapports de tranchées à l'annexe 1.

Lors de la réalisation des tranchées, les échantillons de sol composé ont été prélevés à l'aide d'une truelle d'acier inoxydable ou d'une pelle pédologique directement sur la paroi des tranchées, à des intervalles de profondeur réguliers de 50 cm et en fonction des unités stratigraphiques rencontrées. L'échantillonnage a été réalisé en continu sur toute la profondeur de la tranchée. Les échantillons situés à plus de 2 m de profondeur ont été prélevés à l'aide d'une truelle directement dans le godet de l'excavatrice.

Tous les échantillons de sol ont été placés dans des pots de 250 ml fournis par le laboratoire responsable des analyses chimiques. Les nomenclatures des échantillons ont été effectuées en fonction du numéro de la tranchée (TR-7 à TR-62) et du numéro de l'échantillon (EM-1 à EM-5). Le deuxième échantillon prélevé dans la tranchée TR3 se nommera donc TR3-EM-2.

## 3.4 **Programme analytique**

Les échantillons de sol ont été analysés par le laboratoire Exova situé à Saint-Augustin-de-Desmaures à Québec, accrédité (n° 302) par le Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ) du MDDEFP pour les paramètres analytiques demandés. Le choix des paramètres retenus est basé sur l'historique du site, à savoir la présence de remblais ainsi que sur les résultats obtenus lors des caractérisations antérieures.

### 3.4.1 Échantillons de sol

Au total, 287 échantillons de sol ont été prélevés dans les tranchées (240 échantillons et 47 duplicata). Quarante (40) de ces échantillons ont été soumis à des analyses chimiques selon les observations effectuées sur le terrain. Onze (11) duplicata ainsi que deux blancs de terrain ont également été soumis à des analyses chimiques (voir section 3.5).

Le programme analytique qui a été appliqué aux sols des tranchées est détaillé au tableau 4.

Tableau 4 Programme analytique (sols)

| Secteurs   | Paramètres   | Nombre d'analyses chimiques |
|--|--|-----------------------------|
| Propriétés du MTQ :  | Hydrocarbures pétroliers C10-C50 (HP C10-C50)        | 36                          |
| Côte de Sillery au sud                                       | Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)        | 14                          |
| de la voie ferrée  | Métaux   | 36                          |
| Chantier naval   | Hydrocarbures pétroliers C10-C50 (HP C10-C50)        | 16                          |
|  | Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)        | 3                           |
|  | Métaux   | 16                          |
| Secteur ouest du lot de l'ancien dépôt pétrolier Esso/Texaco | Hydrocarbures pétroliers C10-C50 (HP C10-C50)        | 17                          |
|  | Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)        | 4                           |
|  | Métaux   | 23                          |
| <b>Total</b>   | <b>Hydrocarbures pétroliers C10-C50 (HP C10-C50)</b> | <b>69</b>                   |
|  | <b>Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)</b> | <b>21</b>                   |
|  | <b>Métaux</b>  | <b>75</b>                   |

Rappelons qu'aucune analyse d'hydrocarbures aromatiques monocyclique (HAM) n'a été effectuée dans le cadre de cette étude puisque des résultats des études antérieures étaient disponibles dans les secteurs étant les plus susceptibles d'être affectés et que ceux-ci respectaient les critères d'usages. De plus, lors de la réalisation des tranchées, tous les échantillons de sols ont été relevés pour les COV et aucune concentration significative n'y a été notée. Aucun indice de contamination aux hydrocarbures n'a été observé lors des travaux, autant au niveau des odeurs que de l'apparence visuelle. Pour cette raison, les paramètres choisis sont ceux pour lesquels l'étude préliminaire avait montré des dépassements et sont également liés à la présence de remblais.

### 3.5 Programme de contrôle de la qualité

Afin de confirmer la validité des méthodes d'échantillonnage, un programme de contrôle de la qualité a été préparé en conformité avec les recommandations du Guide de caractérisation des terrains contaminés. Ce programme comprenait l'analyse d'échantillons duplicata de terrain pour les sols, soit une proportion d'environ 10 % des analyses d'échantillons originaux réalisés (11 échantillons duplicata). Les échantillons ont été transmis au laboratoire pour vérifier la correspondance avec les échantillons originaux. Il s'agit des échantillons suivants :

- TR-53 DUP-8, duplicata de l'échantillon de sol TR-53-EM3;
- TR-60 DUP-5, duplicata de l'échantillon de sol TR-60-EM5;
- TR-20 DUP-3, duplicata de l'échantillon de sol TR-20-EM3;
- TR-19 DUP-10, duplicata de l'échantillon de sol TR-19-EM5;
- DUP-13C, duplicata de l'échantillon de sol TR-38-EM2;



- DUP-28, duplicata de l'échantillon de sol TR-7-EM3;
- DUP-25, duplicata de l'échantillon d'eau TR-30-EM5;
- DUP-20, duplicata de l'échantillon de sol TR-29-EM5;
- TR-53-DUP8, duplicata de l'échantillon de sol TR-53-EM3;
- DUP-28, duplicata de l'échantillon de sol TR-7-EM3;
- DUP-18, duplicata de l'échantillon d'eau TR-29-EM3.

Le tableau 5 présente la proportion d'analyses réalisées sur les duplicata par rapport au nombre total d'analyses.

Tableau 5            Compilation du nombre d'analyses incluant les duplicata (sols).

| Paramètre                           | Nombre d'analyses effectuées | Nombre d'analyses en duplicata | %           |
|-------------------------------------|------------------------------|--------------------------------|-------------|
| HP C <sub>10</sub> -C <sub>50</sub> | 69                           | 8                              | 11,6        |
| HAP                                 | 21                           | 3                              | 14,3        |
| Métaux                              | 75                           | 7                              | 9,3         |
| <b>Total</b>                        | <b>165</b>                   | <b>18</b>                      | <b>10,9</b> |

De plus, le programme de contrôle de la qualité comprenait l'analyse de deux blancs de terrain pour les sols. Ces échantillons ont été analysés afin de vérifier si le milieu environnant a eu une incidence sur les concentrations retrouvées dans les échantillons de sols au moment du prélèvement.

Des contrôles internes ont également été effectués par le laboratoire dans le contexte de son propre programme de contrôle de la qualité. La section 5.3 présente les résultats du programme de contrôle de la qualité.



## **4. GÉOLOGIE LOCALE**

---

### **4.1 Description stratigraphique**

Lors des travaux de terrain, la description des sols a été effectuée sur la base d'un examen visuel des échantillons récupérés dans les tranchées. Elles peuvent impliquer le recours au jugement et à l'interprétation du personnel ayant réalisé l'examen des sols. La description des échantillons prélevés a été réalisée en fonction du système de classification unifiée des sols décrit dans la méthode ASTM D 2487 (2000).

Sur les propriétés du MTQ la surface du sol dans le secteur de la côte de Sillery (tranchées TR-7 à TR-34) est recouverte d'une mince couche de sol organique variant de 0,06 à 0,30 m d'épaisseur. Sous cet horizon, on retrouve essentiellement un remblai composé de roc désagrégé assimilable à un sable graveleux brun avec un peu de silt sur une épaisseur variant de 2,5 à 3 m, soit la profondeur finale des tranchées. Le roc a été intercepté dans certaines tranchées entre 2,5 et 2,7 m.

Dans le secteur de la marina (tranchées TR-35 à TR-48), on retrouve essentiellement différentes couches de remblais constitués de sable graveleux, d'un peu de silt, de roc désagrégé et friable et de gravier d'une épaisseur d'au moins 3 m, soit la profondeur finale des tranchées. Le roc n'a pas été intercepté dans ce secteur.

Finalement, dans le secteur ouest du lot de l'ancien dépôt pétrolier Esso/Texaco (tranchées TR-49 à TR-62), on retrouve un remblai d'une épaisseur d'au moins 3 m, soit la profondeur finale des tranchées. Le remblai est constitué de roc désagrégé et friable assimilable à un sable silteux graveleux.

Les rapports des tranchées présentés à l'annexe 1 détaillent la stratigraphie du sol observée à chacun des sondages.

### **4.2 Matières résiduelles**

Dans le secteur de la côte de Sillery, une variété de matières résiduelles a été observée dans l'horizon de remblai, soit des morceaux de briques, de métal, de verre, de béton, de laine minérale, de tuyaux, d'asphalte, de bois, de plastique et de caoutchouc. Ces matières résiduelles ont été notées de façon disséminée à l'endroit de 17 des 28 tranchées réalisées.

Dans le secteur de la marina, huit des 14 tranchées ont montré la présence de matières résiduelles. Des matières résiduelles telles que des morceaux de briques, d'acier, de béton, d'asphalte et de bois ont été observées dans les remblais.

Dans tous les cas, de par leur nature, les matières résiduelles semblaient provenir de travaux de démolition. Leurs présences étaient disséminées dans les remblais, le plus souvent près de la surface.

Dans le secteur ouest de l'ancienne propriété d'Esso, l'ancienne surface asphaltée ayant servi de plate-forme de traitement lors de la réhabilitation des sols sur le site (biopiles) a été interceptée dans certaines tranchées (TR-59, TR-60). Peu de matières résiduelles ont été notées dans ce secteur.

## **5. CONSTAT ENVIRONNEMENTAL**

---

### **5.1 Critères de comparaison pour les sols**

Au moment des travaux, le zonage municipal permettait un usage commercial, récréatif et institutionnel du site. Dans ce cas-ci, l'usage récréatif est considéré comme non sensible (piste cyclable et parc municipal), ce qui impliquerait une réhabilitation au critère générique « C » de la Politique du MDDEFP. Dans l'application de la section IV.2.1 de la Loi sur la qualité de l'environnement (LQE), les valeurs énumérées à l'annexe II du RPRT ont été retenues. Toutefois, les résultats ont également été comparés aux critères génériques « B » de la Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés (la Politique) du MDDEFP, qui sont équivalents aux valeurs limites de l'annexe I du RPRT du MDDEFP. En plus des critères de la Politique, les résultats d'analyses des sols ont été comparés aux valeurs de l'annexe I du Règlement sur l'enfouissement des sols contaminés (RESC).

### **5.2 Résultats d'analyses pour les sols**

Tous les résultats analytiques des sols sont présentés aux tableaux 6, 7, 8 et 9. Tandis que les résultats du programme de contrôle qualité sont présentés aux tableaux 10 et 11. Une copie des certificats d'analyses chimiques est insérée à l'annexe 2. Les cartes 4 (a et b) et 5 (a et b) présentent un sommaire des résultats analytiques obtenus selon les profondeurs échantillonnées (0-2 m et plus de 2 m). Cette démarche avait pour but de distinguer les problématiques potentielles de gestion de sols excavés dans le cadre des travaux de réaménagement du boulevard Champlain.

#### **5.2.1 Métaux**

Des 75 échantillons soumis aux analyses pour les métaux, seul l'échantillon TR-49-EM4 présente des résultats supérieurs au critère « C » de la Politique, mais inférieurs à la norme RESC pour l'étain, le plomb et le zinc. Ce résultat n'est pas conforme pour l'usage du site. Trente (30) des 75 échantillons analysés présentent un résultat dans la plage « B-C » des critères pour un ou plusieurs des métaux analysés suivants : manganèse (20 échantillons), baryum (6 échantillons), étain (1 échantillon), cuivre (3 échantillons) et plomb (2 échantillons).

Tous les autres résultats pour les tranchées présentent des résultats inférieurs au critère « B » de la Politique, dont plusieurs sont inférieurs au critère « A » de la Politique. Environ 50 % des échantillons montrent des résultats dans la plage « A-B » des critères pour le plomb.

### 5.2.2 Hydrocarbures pétroliers C<sub>10</sub>-C<sub>50</sub>

Des 69 échantillons analysés pour les HP C<sub>10</sub>-C<sub>50</sub>, quatre échantillons présentent un résultat supérieur au critère « A » de la Politique :

- l'échantillon TR-49-EM4 (>RESC);
- l'échantillon TR-27-EM5 (plage « B-C »);
- les échantillons TR-27-EM4 et TR-32-EM-2 (plage « A-B »).

Le résultat obtenu pour l'échantillon TR-49-EM4 n'est pas conforme pour l'usage du site. Tous les résultats d'analyses des HP C<sub>10</sub>-C<sub>50</sub> des autres échantillons prélevés sont inférieurs à la limite de détection du laboratoire ou au critère « A » de la Politique. Aucun indice visuel ou olfactif n'avait été identifié dans ces secteurs lors des travaux.

### 5.2.3 Hydrocarbures aromatiques polycycliques

Vingt-un (21) échantillons ont été choisis aux fins d'analyse pour les HAP. Cinq de ces échantillons (TR-23-EM4, TR-27-EM5, TR-35-EM-2, TR-43-EM-1 et TR-49-EM4) présentent des résultats en HAP dans la plage « B-C » des critères du MDDEFP.

Tous ces échantillons montrent un dépassement de concentration pour le paramètre benzo (b+j+k) fluoranthène. Des dépassements en benzo (a) anthracène et benzo (a) pyrène sont observés dans les échantillons TR-35-EM-2, TR-43-EM-1 et TR-49-EM4. Les échantillons TR-35-EM-2 et TR-49-EM4 montrent aussi un dépassement pour le chrysène. De plus, l'échantillon TR-49-EM4 présente des résultats dans la plage « B-C » des critères de la Politique pour les paramètres indéno (1, 2, 3-cd) pyrène et benzo (g,h,i) péryrène. Les résultats de ce dernier sont associés à un échantillon présentant une concentration en HP C<sub>10</sub>-C<sub>50</sub> de 26 000 mg/kg.

Tous les autres résultats sont inférieurs au critère « B » de la Politique, dont la plupart sont inférieurs au critère « A ».

## 5.3 **Résultats d'analyses pour le programme de contrôle de la qualité**

Les différences relatives entre les échantillons de sol originaux et leur duplicata sont généralement inférieures à 30 % pour les analyses en métaux, en HP C<sub>10</sub>-C<sub>50</sub> et en HAP. Seuls quatre échantillons ont des différences relatives supérieures à 30 % pour l'un ou l'autre des métaux analysés :

- TR19-EM5 (Sn 100 %);
- TR-53-EM3 (Pb, 117 %);

- TR-30-EM5 (Sn 133 %),
- TR-38-EM2 (Pb 127 % et As 119 %).

Ces variations peuvent être causées par l'hétérogénéité du matériel. Les résultats pour les HAP présentent également des différences relatives supérieures à 30 %. Par contre, dans ce cas-ci, les concentrations mesurées sont très près des limites de détection. De façon générale, les concentrations obtenues d'un échantillon original et son duplicata sont du même ordre de grandeur et s'inscrivent dans les mêmes plages des critères de contamination.

La comparaison des résultats d'analyses des duplicatas avec les échantillons originaux confirme la validité des procédures d'échantillonnage et de manipulation des échantillons. Les résultats obtenus dans le contexte du programme de contrôle de la qualité sont présentés aux tableaux 10 (duplicatas) et 11 (blancs). Les concentrations de l'échantillon duplicata sont présentées dans la colonne suivant celle de l'échantillon original.

Pour sa part, les blancs de terrain pour les sols ont montré des concentrations inférieures à la limite de détection du laboratoire sauf pour le manganèse, qui présente des résultats inférieurs au critère « A » de la Politique, ce qui indique que les conditions ambiantes sur le site n'ont pas eu d'effet sur les concentrations retrouvées dans les échantillons prélevés au site. Les contrôles du laboratoire sont présentés dans les certificats d'analyses de l'annexe3.





## 6. ÉTENDUE DE LA CONTAMINATION

---

### 6.1 Sols contaminés sur le site à l'étude

L'estimation des volumes de sols affectés a été réalisée en tenant compte des résultats analytiques des études antérieures, et en associant les différents niveaux de contamination aux superficies et aux intervalles de profondeur touchés à l'endroit de chaque sondage. Pour définir les superficies affectées, la méthode des mi-distances a été utilisée afin de tracer des polygones. Certains polygones ont été volontairement rectifiés quant à leur forme afin de prendre en considération les contraintes observées lors des travaux de terrain. L'estimation des volumes pourrait varier de l'ordre de 30 % étant donné que l'estimation représente un volume de sols en place. L'emplacement des zones de sols affectés par les hydrocarbures et les métaux ainsi que les volumes associés est présenté aux cartes 6 et 7 pour les trois secteurs à l'étude.

#### 6.1.1 Hydrocarbures

Selon les résultats obtenus lors des études antérieures et de la présente caractérisation, les sols de quelques secteurs sont touchés par une contamination en hydrocarbures. Le tableau 12 présente une synthèse des quantités affectées estimées par secteur (chiffres arrondis). On y retrouve les intervalles de sols affectés par les différents paramètres.

Ainsi, le volume de sols contaminés en hydrocarbures pétroliers pour la plage « B-C » est estimé à 5 728 m<sup>3</sup> pour l'ouest des anciens terrains d'Esso, à 3 632 m<sup>3</sup> pour le secteur de la marina et à 3 313 m<sup>3</sup> pour les terrains du MTQ. Les volumes au-delà du critère « C » en HP C<sub>10</sub>-C<sub>50</sub> ont été évalués à 157 m<sup>3</sup> dans le secteur de la tranchée TR49 (Esso) et à 208 m<sup>3</sup> pour le secteur du sondage F20 sur les terrains du MTQ. Les superficies touchées sont approximativement de 780 m<sup>2</sup> pour les sols excédant le critère « RESC » et de 208 m<sup>2</sup> pour les sols ayant une concentration dans la plage des critères « C-RESC ».

#### 6.1.2 Métaux

Selon les résultats obtenus lors des études antérieures et de la présente caractérisation, les dépassements des critères génériques « B » en métaux concernent principalement le Mn et le Ba. On trouve également quelques dépassements en Pb, Sn, Cu et Zn.

Le tableau 13 présente une synthèse des quantités affectées estimées par secteur (chiffres arrondis). On y retrouve les intervalles de sols affectés par les différents paramètres.

Tableau 12 Étendue de la contamination – Hydrocarbures.

| Secteurs                  | Stations d'échantillonnage | Paramètres                          | Plage de la politique | Intervalle de profondeur (m) | Volume (m <sup>3</sup> ) |
|---------------------------|----------------------------|-------------------------------------|-----------------------|------------------------------|--------------------------|
| Ancienne propriété d'ESSO | TR-49-EM4                  | HP C <sub>10</sub> -C <sub>50</sub> | >RESC                 | 2,8 à 3,0                    | 157                      |
|                           |                            | HAP                                 | B-C                   | 2,8 à 3,0                    | 157                      |
|                           | PU1A                       | BTEX                                | B-C                   | 0,2 à 0,5                    | 246                      |
|                           | PU2-EX                     | HP C <sub>10</sub> -C <sub>50</sub> | B-C                   | 0 à 3,0                      | 344                      |
|                           | PU4                        | BTEX                                | B-C                   | 0,2 à 0,6                    | 131                      |
|                           | PU5 (D10)                  | HP C <sub>10</sub> -C <sub>50</sub> | B-C                   | 0 à 3,0                      | 2 290                    |
|                           | PU6 (H10)                  | HP C <sub>10</sub> -C <sub>50</sub> | B-C                   | 0 à 3,0                      | 2 493                    |
|                           | PU30                       | HGM <sup>1</sup>                    | B-C                   | 0 à 0,2                      | 67                       |
| Marina                    | F15                        | HP C <sub>10</sub> -C <sub>50</sub> | B-C                   | 3,75 à 4,5                   | 316                      |
|                           | F30-CF2                    | HP C <sub>10</sub> -C <sub>50</sub> | B-C                   | 0,75 à 1,5                   | 250                      |
|                           | TR-35-EM2                  | HAP                                 | B-C                   | 0,1 à 1                      | 1 640                    |
|                           | TR-43-EM1                  | HAP                                 | B-C                   | 0 à 1                        | 1 426                    |
| Terrain du MTQ            | TR-23-EM4                  | HAP                                 | B-C                   | 1 à 2                        | 868                      |
|                           | TR-27-EM5                  | HP C <sub>10</sub> -C <sub>50</sub> | B-C                   | 2 à 3                        | 882                      |
|                           | F20-CF2 et CF5             | HP C <sub>10</sub> -C <sub>50</sub> | C-RESC                | 0,75 à 1,5                   | 208                      |
|                           | PO22-CF5                   | HP C <sub>10</sub> -C <sub>50</sub> | B-C                   | 3 à 3,75                     | 481                      |
|                           | F23-CF4 et CF5             | HP C <sub>10</sub> -C <sub>50</sub> | B-C                   | 2,25 à 3                     | 541                      |
|                           |                            | HAP                                 | B-C                   | 2,25 à 3                     | 541                      |

<sup>1</sup> huiles et graisses minérales

Il est à noter que les résultats d'analyse pour le manganèse (Mn) ont également été comparés à une teneur de fond de 3 483 mg/kg. Cette teneur de fond provient de l'étude réalisée en 2011 et portant sur l'évaluation de la teneur de fond naturelle en manganèse dans le secteur du boulevard Champlain entre la côte de Sillery et la côte Gilmour (GENIVAR, 2011). Cette étude révèle que le Mn est omniprésent dans certains horizons de sol; il est le plus souvent associé à un horizon de shale rouge désagrégé lorsqu'analysé dans les sols naturels. Dans les remblais, la présence de Mn à des concentrations excédant les critères applicables est associée à la présence de gravier de couleur rouge, ce qui pourrait être en fait des fragments de shale rouge désagrégé qui aurait été mélangé aux matériaux de remblai. Ces concentrations en Mn ne sont pas d'origine anthropique, mais bien des matériaux d'origine naturelle présents sur le site lors des différents travaux de réhabilitation environnementale des sols.

Le Mn est parfois associé à des concentrations de Ba. Il est fortement suspecté que les concentrations en Mn et Ba observées soient liées à des teneurs naturelles présentes dans les sols en place. Dans l'évaluation environnementale de phase I, aucune activité d'origine anthropique pouvant expliquer des concentrations en manganèse n'a été identifiée sur le site à l'étude. Soulignons également que d'autres études environnementales effectuées dans le secteur, dans la même formation géologique, montraient également des problématiques en Mn et en Ba.

Tableau 13 Étendue de la contamination – Métaux

| Secteurs                  | Stations d'échantillonnage | Paramètres              | Plage de la politique | Plage selon nouveau critère du Mn | Intervalle de profondeur (m) | Volume (m <sup>3</sup> ) |
|---------------------------|----------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------------------|------------------------------|--------------------------|
| Ancienne propriété d'ESSO | TR-49-EM4                  | Métaux (Ba, Cu)         | B-C                   | B-C                               | 2,8 à 3,0                    | 157                      |
|                           |                            | Métaux (Sn, Pb, Zn)     | C-RESC                | C-RESC                            | 2,8 à 3,0                    | 157                      |
|                           | TR50-EM4                   | Métaux (Mn)*            | B-C                   | <A                                | 2,2 à 3,0                    | 261                      |
|                           | TR51-EM4                   | Métaux (Mn)*            | B-C                   | <A                                | 2,4 à 3,0                    | 451                      |
|                           | TR54-EM1                   | Métaux (Mn)*            | B-C                   | <A                                | 0 à 1                        | 679                      |
| Marina                    | TR-36-EM3                  | Métaux (Mn)*            | B-C                   | <A                                | 1,2 à 2,5                    | 1 201                    |
|                           | TR-37-EM2                  | Métaux (Cu)             | B-C                   | B-C                               | 0,50 à 1,20                  | 874                      |
|                           | TR-38-EM2                  | Métaux (Pb)             | B-C                   | B-C                               | 1 à 2,5                      | 1 359                    |
|                           | TR-43-EM1                  | Métaux (Pb)             | B-C                   | B-C                               | 0 à 1                        | 1 426                    |
|                           | TR-46-EM2                  | Métaux (Pb)             | B-C                   | B-C                               | 0,1 à 1                      | 934                      |
|                           | F13-CF5                    | Métaux (Mn-4040 mg/kg)  | C-RESC                | C-RESC                            | 3 à 3,75                     | 378                      |
|                           | PO28-CF2                   | Métaux (Mn-2590 mg/kg)* | C-RESC                | A-B                               | 0,75 à 1,5                   | 651                      |
|                           | F30-CF2                    | Métaux (Mn-2460 mg/kg)* | C-RESC                | A-B                               | 0,75 à 1,5                   | 250                      |
| Terrain du MTQ            | TR-5                       | Métaux (Ba)             | B-C                   | B-C                               | 1,7 à 2,2                    | 364                      |
|                           | TR7-EM3                    | Métaux (Mn)*            | B-C                   | <A                                | 0,5 à 1                      | 330                      |
|                           | TR-9-EM2                   | Métaux (Ba)             | B-C                   | B-C                               | 0,15 à 0,50                  | 290                      |
|                           | TR11-EM3 et EM5            | Métaux (Mn)*            | B-C                   | <A                                | 0,73 à 1                     | 247                      |
|                           |                            | Métaux (Mn)*            | B-C                   | <A                                | 2 à 3                        | 914                      |
|                           | TR12-EM5                   | Métaux (Mn)*            | B-C                   | <A                                | 2 à 3                        | 746                      |
|                           | TR14-EM4                   | Métaux (Mn)*            | B-C                   | <A                                | 1 à 2                        | 723                      |
|                           | TR15-EM2                   | Métaux (Mn)*            | B-C                   | <A                                | 0,16 à 0,5                   | 290                      |
|                           | TR-17-EM5                  | Métaux (Ba)             | B-C                   | B-C                               | 2 à 3                        | 818                      |
|                           | TR-18-EM2                  | Métaux (Mn)*            | B-C                   | <A                                | 0,12 à 0,90                  | 602                      |
|                           | TR-19-EM2 et EM5           | Métaux (Mn)*            | B-C                   | <A                                | 0,15 à 0,50                  | 244                      |
|                           |                            | Métaux (Mn)*            | B-C                   | <A                                | 2 à 3                        | 696                      |
|                           | TR-20-EM3                  | Métaux (Ba)             | B-C                   | B-C                               | 0,5 à 1                      | 374                      |
|                           | TR-21-EM5                  | Métaux (Mn)*            | B-C                   | <A                                | 2 à 3                        | 851                      |
|                           | TR-22-EM2 et EM5           | Métaux (Mn)*            | B-C                   | A-B                               | 0,1 à 0,7                    | 445                      |
|                           |                            | Métaux (Mn)*            | B-C                   | <A                                | 2 à 3                        | 742                      |
|                           | TR-23-EM2                  | Métaux (Mn)*            | B-C                   | <A                                | 0,06 à 0,5                   | 382                      |
|                           | TR-24-EM5                  | Métaux (Mn)*            | B-C                   | <A                                | 2 à 3                        | 788                      |
|                           | TR-30-EM3 et EM5           | Métaux (Ba)             | B-C                   | B-C                               | 0,5 à 1                      | 350                      |
|                           |                            | Métaux (Ba, Sn)         | B-C                   | B-C                               | 2 à 3                        | 699                      |
|                           | F2-CF3                     | Métaux (Mn)*            | B-C                   | <A                                | 1,5 à 2,25                   | 94                       |
|                           | F3-CF3 et CF5              | Métaux (Mn-3120 mg/kg)* | C-RESC                | C-RESC                            | 1,5 à 2,25                   | 184                      |
|                           |                            | Métaux (Mn-4650 mg/kg)  | C-RESC                | C-RESC                            | 3 à 3,75                     | 184                      |
|                           | F4-CF5                     | Métaux (Mn-2880 mg/kg)* | C-RESC                | A-B                               | 3 à 3,75                     | 154                      |
|                           | F5-CF3                     | Métaux (Mn)*            | B-C                   | <A                                | 1,5 à 2,25                   | 130                      |
|                           | F20-CF5                    | Métaux (Mn*, Ba)        | B-C                   | B-C                               | 3 à 3,75                     | 208                      |
|                           | F21-CF5                    | Métaux (Mn-4170 mg/kg)  | C-RESC                | C-RESC                            | 3 à 3,75                     | 617                      |
|                           | PO22-CF3                   | Métaux (Mn*, Cu)        | B-C                   | B-C                               | 1,5 à 2,25                   | 481                      |
|                           | F23- CF5                   | Métaux (Mn-2920 mg/kg)  | C-RESC                | A-B                               | 3 à 3,75                     | 541                      |
|                           | PO24-CF7                   | Métaux (Mn-3130 mg/kg)* | C-RESC                | C-RESC                            | 4,5 à 5,25                   | 702                      |
|                           |                            | Métaux (Ba)             | B-C                   | B-C                               | 1,5 à 2,25                   | 629                      |
|                           | PO25-CF3 et CF6            | Métaux (Mn-3960 mg/kg)* | C-RESC                | C-RESC                            | 1,5 à 2,25                   | 629                      |
|                           |                            | Métaux (Mn-5860 mg/kg)  | C-RESC                | C-RESC                            | 3,75 à 4,5                   | 629                      |

\* sous la teneur de fond de 3 483 mg/kg

Une position intérimaire pour les teneurs naturelles en Mn dans les sols a même été établie en 2012 par le MDDEFP pour la région de la Capitale-Nationale. Celle-ci établie à 3 000 mg/kg les nouveaux critères « B » et « C » pour le Mn et à 2 025 mg/kg, le nouveau critère « A » pour le secteur des Appalaches.

Ainsi, les volumes approximatifs de sols contaminés au-dessus du critère « C » (en Mn (critère de la Politique à respecter pour l'usage du site) sont d'environ 1 279 m<sup>3</sup> pour la marina et de 3 640 m<sup>3</sup> pour les terrains appartenant au MTQ. En tenant compte de la nouvelle position intérimaire provinciale modifiant les critères pour le manganèse (nouveaux critères « B » et « C » de 3 000 mg/kg), les volumes excédant le nouveau critère « C » seraient maintenant de 378 m<sup>3</sup> pour la marina et de 2 945 m<sup>3</sup> pour les terrains du MTQ.

Finalement, un volume de 157 m<sup>3</sup> devra être excavé puisque les résultats analytiques obtenus présentent des concentrations en Sn, Pb et Zn excédant les critères « C » de la Politique. Ce volume est également associé à une contamination en hydrocarbures pétroliers.

## 6.2 Sommaire des volumes de sols nécessitant une gestion

Tous les sols présentant des concentrations inférieures aux critères génériques « C » respectent les usages prévus pour le site. Les volumes excédant ces critères devront être gérés en fonction de la réglementation en vigueur. Il est à noter que le nouveau cadre de gestion pour les sols présentant des teneurs naturelles en Mn, mis en place depuis l'hiver 2012 par le MDDEFP, sera appliqué lors de la planification des travaux. Ce nouveau cadre présente une gestion spécifique en fonction de quatre situations :

- 1- concentrations < critère « A »;
- 2- concentrations entre « A » et « C »;
- 3- concentrations « C » et 20 000 ppm;
- 4- concentrations mesurées > 20 000 ppm.

Un volume total de 365 m<sup>3</sup> de sols est affecté par les HP C<sub>10</sub>-C<sub>50</sub>, dont 157 m<sup>3</sup> également affectés par les métaux au-delà du critère « C ». Le détail des volumes affectés selon le secteur investigué est présenté au tableau 14. Il est à noter que ces volumes constituent une estimation basée sur les informations recueillies lors de la présente étude et que les volumes réels pourraient varier.

Tableau 14 Sommaire des superficies et volumes de sols affectés en HP C<sub>10</sub>-C<sub>50</sub> et en métaux

| Paramètres (Site)  | Superficie touchée (m <sup>2</sup> ) | Intervalle de profondeur | Volume affecté plage C-RESC (m <sup>3</sup> ) | Volume affecté >RESC (m <sup>3</sup> ) |
|--|--------------------------------------|--------------------------|---|--|
| HP C <sub>10</sub> -C <sub>50</sub><br>(Côte de Sillery)                           | 208                                  | 0,75-1,5 m               | 208   | 0                                      |
| HP C <sub>10</sub> -C <sub>50</sub><br>Pb, Zn, Sn<br>(Ancien dépôt de Esso/TExaco) | 780                                  | 2,8-3,0 m                | 0   | 157*                                   |
| <b>Total</b>   |                                      |                          | <b>208</b>                                    | <b>157</b>                             |

\* les concentrations en métaux se situent dans la plage C-RESC

Un volume total de 3 323 m<sup>3</sup> de sols est affecté par le Mn au-dessus du nouveau critère « C » (3 000 mg/kg), soit 378 m<sup>3</sup> pour la marina et 2 945 m<sup>3</sup> pour les terrains du MTQ. Cependant, en fonction du nouveau cadre de gestion, aucune gestion des sols affectés en Mn n'est anticipée présentement puisque ceux-ci se situent tous à plus de 1,5 m de la surface du sol et ont une concentration inférieure à 20 000 mg/kg. La gestion de ces sols sera requise uniquement si ceux-ci sont excavés.



## 7. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

---

### 7.1 Conclusion

GENIVAR a été mandatée par la CCNQ pour la réalisation d'une ÉES, phase II complémentaire afin de préciser la qualité environnementale des remblais sur trois secteurs en particulier. Les objectifs principaux des travaux étaient de déterminer la qualité environnementale des sols sur les secteurs identifiés et d'évaluer les volumes de sols affectés au-delà des valeurs limites pour l'usage visé.

La stratégie visait donc à caractériser les matériaux susceptibles d'être contaminés aux endroits où les données étaient insuffisantes. Dans ce but, il a été proposé d'effectuer une caractérisation à l'aide de tranchées d'exploration à l'endroit des secteurs suivants :

- la zone située au sud de la voie ferrée dans le secteur de la côte de Sillery;
- le site du chantier naval de Boulet Lemelin Yacht inc. (Marina);
- la portion ouest du secteur de l'ancien dépôt pétrolier Esso-Texaco.

L'ÉES, phase II complémentaire a conduit à la réalisation de travaux de terrain du 6 au 9 août 2012, permettant la réalisation de 56 tranchées et le prélèvement d'échantillons de sol.

Quatre-vingts (80) échantillons, 11 duplicata ainsi que deux blancs de terrain ont été soumis à des analyses chimiques selon les observations effectuées sur le terrain pour déterminer leur concentration pour un ou plusieurs des paramètres suivants : hydrocarbures pétroliers C<sub>10</sub>-C<sub>50</sub> (HP C<sub>10</sub>-C<sub>50</sub>), hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et métaux.

Les résultats analytiques en métaux des 75 échantillons prélevés dans les tranchées, seul l'échantillon TR-49-EM4 présente des résultats supérieurs au critère générique « C » de la Politique, mais inférieurs à la norme du RESC pour l'étain, le plomb et le zinc. Trente (30) des 75 échantillons analysés présentent un résultat dans la plage « B-C » des critères pour un ou plusieurs des métaux suivant : manganèse (20 échantillons), baryum (6 échantillons), étain (1 échantillon), cuivre (3 échantillons) et plomb (2 échantillons). Finalement, des 20 échantillons présentant une concentration en Mn dans la plage « B-C » des critères de la Politique, tous ont indiqué des résultats inférieurs à 3 000 mg/kg, nouveau critère « B » établi dans le cadre de la nouvelle position intérimaire du MDDEFP pour la région de la Capitale-Nationale.

Des 69 échantillons prélevés dans les tranchées aux fins d'analyses pour les HP C<sub>10</sub>-C<sub>50</sub>, quatre échantillons présentent un résultat supérieur au critère « A » de la Politique :

- l'échantillon TR-49-EM4 (>RESC);
- l'échantillon TR-27-EM5 (plage « B-C »);
- les échantillons TR-27-EM4 et TR-32-EM-2 (plage « A-B »).

Vingt-et-un (21) échantillons ont été choisis aux fins d'analyse pour les HAP. Cinq de ces échantillons (TR-23-EM4, TR-27-EM5, TR-35-EM-2, TR-43-EM-1 et TR-49-EM4) présentent des résultats en HAP dans la plage « B-C » de la Politique.

La compilation des volumes de sols affectés a été effectuée en considérant les résultats antérieurs obtenus dans ces secteurs. Pour le secteur de la côte de Sillery, on évalue qu'une superficie de 208 m<sup>2</sup> serait potentiellement affectée par les HP C<sub>10</sub>-C<sub>50</sub> au-delà du critère « C » pour un volume de 208 m<sup>3</sup>. Les sols affectés en manganèse au-delà du critère « C » de la Politique représenteraient environ 3 640 m<sup>3</sup>. Toutefois, seuls 2 945 m<sup>3</sup> se trouvent au-dessus du nouveau critère de 3 000 mg/kg et aucun sol ne nécessiterait de gestion puisque ceux-ci se trouvent à une profondeur de plus de 1,5 m (en fonction du nouveau cadre de gestion).

Pour la portion ouest du secteur de l'ancien dépôt pétrolier Esso-Texaco les superficies affectées évaluées dans cette étude représenteraient 780 m<sup>2</sup>, pour un volume de sol de 157 m<sup>3</sup> ayant des concentrations en HP C<sub>10</sub>-C<sub>50</sub> supérieures à la valeur maximale permise par le RESC et des concentrations supérieures au critère générique « C » de la Politique pour le Pb, le Sn et le Zn.

Finalement, dans le secteur de la marina, aucun sol ne présente des concentrations supérieures au critère « C », à l'exception de trois secteurs présentant une concentration en Mn au-delà du critère « C » de la Politique (1 279 m<sup>3</sup>). Par contre, seul le secteur du forage F13 présente une concentration supérieure au nouveau critère établi pour la région de la Capitale-Nationale de 3 000 mg/kg (378 m<sup>3</sup>). Aucune gestion de ces sols ne serait requise puisqu'ils se trouvent à plus de 3 m de profondeur si ceux-ci n'ont pas à être excavés.

## 7.2 Recommandations

Les résultats obtenus lors de cette étude et lors des études antérieures ont permis d'identifier deux secteurs affectés par les hydrocarbures à des concentrations supérieures aux critères d'usages établis (tranchée TR49 et forage F20).



Les autres secteurs investigués seraient présentement conformes pour l'usage prévu (parc municipal), considérant que le critère applicable est le critère « C ». Dans le cas où le critère applicable était le critère « B », des volumes de sols affectés par les hydrocarbures et les métaux (plage « B-C ») devront être excavés et gérés de façon adéquate. Néanmoins, dans le cadre des travaux de réaménagement de la promenade, des procédures de gestion des sols « B-C » à l'échelle de la propriété devront être mises en place si les sols sont excavés. Ces procédures seront détaillées dans le cadre d'un plan de réhabilitation environnementale et devront être annexées au devis de l'entrepreneur responsable des travaux d'excavation ou de terrassement. De plus, les modalités de gestion des sols tiendront compte du nouveau cadre de gestion pour les sols ayant des teneurs naturelles en manganèse dans la région de la Capitale-Nationale.

Finalement, la présence de matières résiduelles à l'endroit de la côte de Sillery et de la Marina pourrait nécessiter des investigations additionnelles. Si des constructions y sont projetées, il sera pertinent de vérifier la nécessité d'effectuer une étude complémentaire en vertu de l'article 65 de la LQE.



## **8. PORTÉE ET LIMITATIONS**

---

Le présent rapport est constitué de la partie descriptive du texte ainsi que de l'ensemble des tableaux, figures et annexes associés. L'utilisation d'informations extraites de ce rapport, mises hors du contexte général de l'étude, peut conduire à une fausse interprétation de résultats partiels ou fragmentaires. Le présent document a été préparé pour l'usage exclusif de la Commission de la capitale nationale du Québec (CCNQ). Toute utilisation d'information contenue dans ce rapport ne peut être effectuée sans une approbation écrite la CCNQ.

Les informations présentées dans ce rapport et qui ont été obtenues par GENIVAR, par l'entremise d'un tiers, n'ont pas été indépendamment vérifiées ou autrement examinées par GENIVAR pour en déterminer l'exactitude ou la totalité. GENIVAR a utilisé ces informations de bonne foi et n'acceptera aucune responsabilité pour aucune déficience, mauvaise interprétation ou inexactitude présentée dans ce rapport résultant d'omissions, de mauvaises interprétations, d'actes frauduleux des personnes interviewées ou contactées dans le contexte de cette étude.

Les conditions environnementales du lot étudié ont été déterminées à partir des résultats analytiques sur les échantillons de sol prélevés aux emplacements des forages. Les conditions environnementales du lot peuvent être différentes des lieux de prélèvements d'échantillons. Il n'est jamais possible, même avec un échantillonnage exhaustif, d'éliminer la possibilité qu'une partie du lot soit contaminée sans avoir été détectée.

Les travaux réalisés, tels que décrits dans ce rapport, ont été conduits avec le même niveau de prudence et de diligence qui est normalement exercé dans le domaine de l'ingénierie et des sciences professionnelles dans des conditions similaires.

Le contenu de ce rapport est basé sur l'information obtenue au cours des travaux, sur notre compréhension actuelle des conditions des lots à l'étude et sur notre jugement professionnel à la lumière de ces informations au moment d'écrire ce rapport. Ce rapport ne procure pas une opinion légale en regard des réglementations et lois applicables.

Les conclusions de ce rapport sont valides seulement à la date de ce rapport. Si de nouvelles informations étaient mises à jour lors de travaux futurs, incluant des excavations, des forages ou d'autres études, GENIVAR demande à pouvoir réévaluer les conclusions de ce rapport et produire un amendement, le cas échéant.



## 9. RÉFÉRENCES

---

- BIOGÉNIE S.R.D.C. 2000. *Réhabilitation environnementale de l'ancien terminal marin Esso #44-4110, 1325, Boulevard Champlain à Sillery*. Rapport final présenté à Pétrolière impériale, février 2000, 114p. et annexes.
- BIOGÉNIE S.R.D.C. 1998. *Réhabilitation environnementale du terrain de l'ancien dépôt pétrolier de Shell à Sillery*. Rapport Final présenté au Canadien National, Septembre 1998, 24 p. et annexes.
- CEAEQ. 2008. *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyse environnementale : généralité (cahier 1)*. Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec. 58 p.
- CEAEQ. 2008. *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales : échantillonnage des sols (cahier 5)*. Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec. 59 p.
- DDH ENVIRONNEMENT LTÉE, 2005. *Évaluation environnementale Phase 2 - NIP 250238 et 5001589, Québec (Québec)*. Rapport présenté au Canadien National, août 2005, 45 p. et annexes.
- GENIVAR. 2011. *Évaluation de la teneur de fond en Manganèse - Secteur du boulevard Champlain entre la côte de Sillery et la côte Gilmour*. Rapport de GENIVAR inc. à La Commission de la Capitale Nationale. 32 p. et annexes.
- GENIVAR. 2010a. *Évaluation environnementale de site, phase I – Réaménagement du boulevard Champlain entre la côte de Sillery et la côte Gilmour, Promenade Samuel-De Champlain, Québec (Québec)*. Rapport de GENIVAR Société en commandite à la Commission de la capitale nationale du Québec. 65 p. et annexes.
- GENIVAR. 2010 b. *Évaluation environnementale de site, phase II – Voie ferrée – Réaménagement du boulevard Champlain entre la côte de Sillery et la côte Gilmour, Promenade Samuel-De Champlain, Québec (Québec)*. Rapport de GENIVAR Société en commandite à la Commission de la capitale nationale du Québec, 60 p. et annexes.
- INRS-EAU. 1990. *Analyse statistique des données de qualité de l'eau du fleuve Saint-Laurent (1978-1988)* Rapport rédigé pour Environnement Canada, Centre Saint-Laurent, Conservation et Protection.
- LASALLE. P. 1978. *Géologie des sédiments de surface de la région de Québec*. Ministère des Richesses naturelles. Service de l'exploration géologique. Rapport DPV-565.

- MDDEP. 2009. *Critères de qualité de l'eau de surface, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Québec*, ISBN 978-2-550-57559-7 (PDF), 506 p. et 16 annexes.
- MDDEP. 1998 (révisée en 2001). *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés*. Ministère de l'Environnement du Québec, Les Publications du Québec, Québec, 124 p.
- MDDEP. 2003. *Guide de caractérisation des terrains*. Ministère de l'Environnement du Québec, Les Publications du Québec, Québec. 92 p.
- MRNF. 1992. *Carte topographique, feuillet Québec, n° 21L14 200-0102, échelle : 1 : 20 000*, ministère des Ressources naturelles et de la Faune.
- ST-JULIEN. P. 1995. *Géologie de la région de Québec*. Ministère des Ressources naturelles. Secteur des mines. Rapport MB 94-40, 62 p. et cartes.
- VINCENT FOURNIER ET ASSOCIÉS. 1994. *Étude de caractérisation environnementale Phase 3. Dépôt de produits pétroliers (MFI) 1325, Boulevard Champlain, Sillery*. Rapport présenté à Pétroles Esso Canada, Mars 1994, 21 p. et annexes.