

Gestion des eaux contaminées rencontrées sur un chantier

Étude de cas

29 novembre 2021

Laure Bassignot et Benoit Grondin, ing.
Direction des Infrastructures
Division Réalisation des travaux (DRT)
Division de l'expertise et du soutien technique (DEST)
Novembre 2021

SOMMAIRE DE LA PRÉSENTATION

1



Que nous révélait la Phase 1 sur le secteur ?

2



Que nous a montré la caractérisation ?

3



Qu'avons-nous rencontré durant les travaux ?

4



Comment a été gérée la situation d'urgence au chantier ?

5

Comment avons-nous géré cette problématique ?



8

Questions, commentaires, suggestions ?

6



Quelles ont été les options de protection des conduites ?

7



Pourrions-nous faire mieux dans un autre projet ?



1

Que nous révélait la Phase I sur le secteur ?



Savoir reconnaître les sources potentielles de contamination dans une Phase I

Quelles ont été les options de protection des conduites ?

pas été rencontrées lors de la caractérisation ?

pas faire mieux dans un autre projet ?

la

3

Qu'avons nous rencontré durant les travaux ?

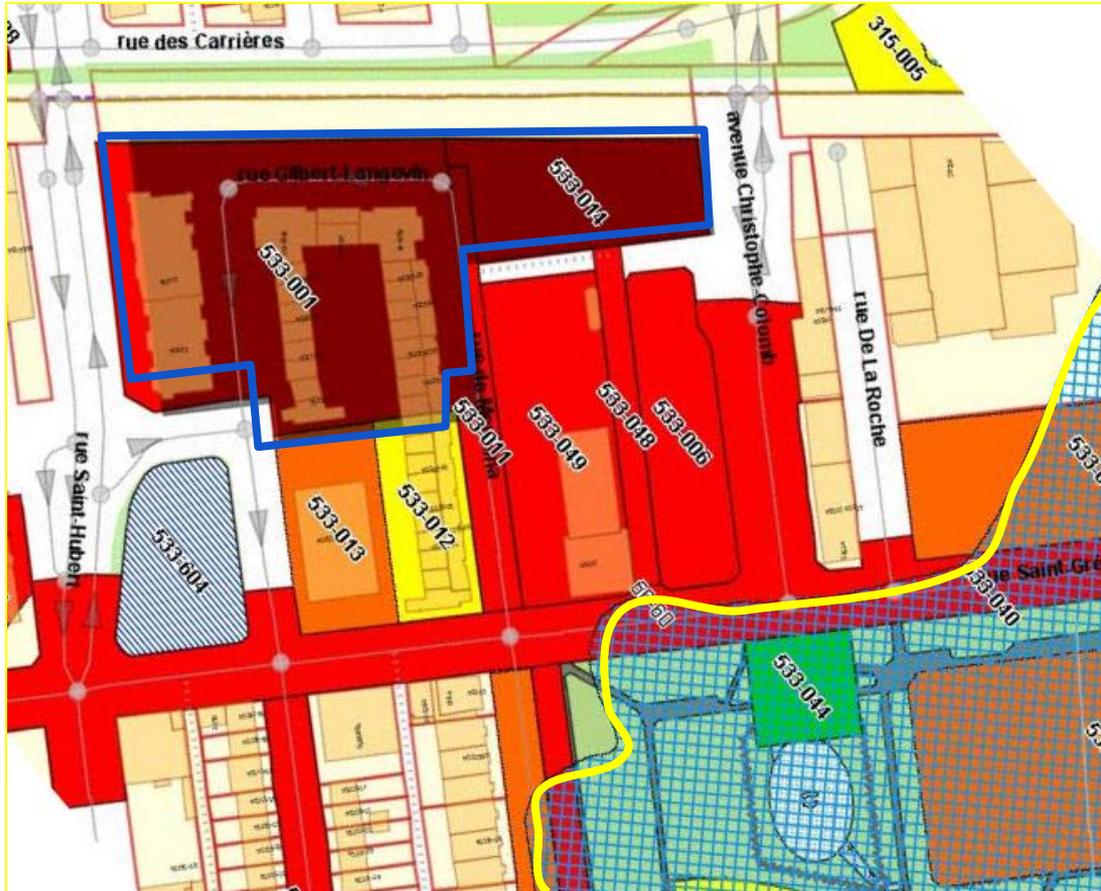
a été retenu ?

4

Comment a été gérée la situation d'urgence au chantier ?

9

Questions, commentaires, suggestions ?

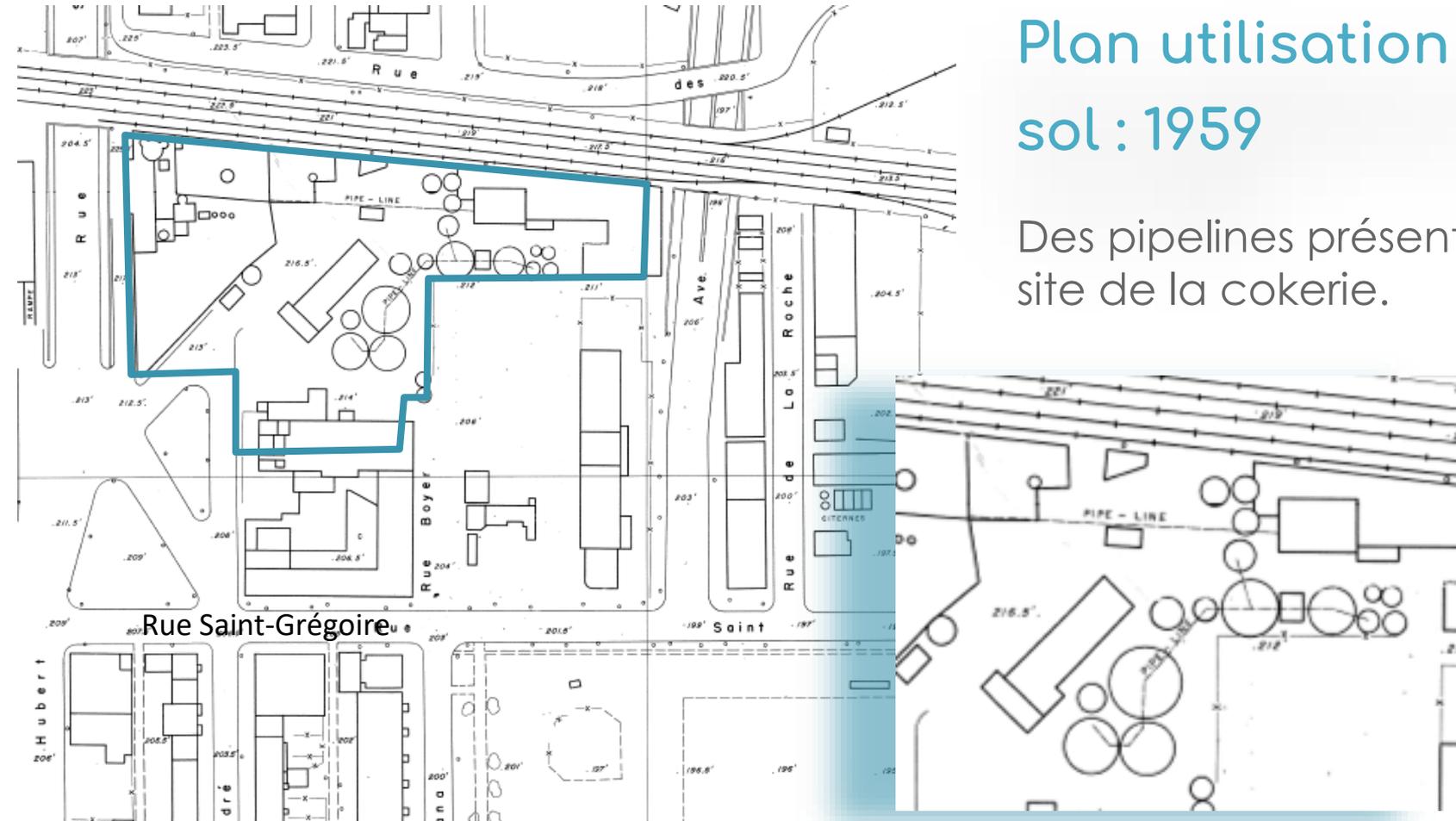


SisTec sur SIGS : Terrains contaminés

Outre tous les terrains contaminés colorés, deux éléments d'intérêt majeur : ancienne cokerie et ancienne carrière.

Plan utilisation du sol : 1959

Des pipelines présents sur le site de la cokerie.



1

Que nous révélait la Phase 1 sur le secteur ?

2

Que nous a montré la caractérisation ?



et savoir reconnaître les indices dans une caractérisation

5

Quel type de traitement

6

quelles ont été les options de protection des conduites ?

Pourquoi cette pro
pas été rencontrée lors de
caractérisation ?

projet ?

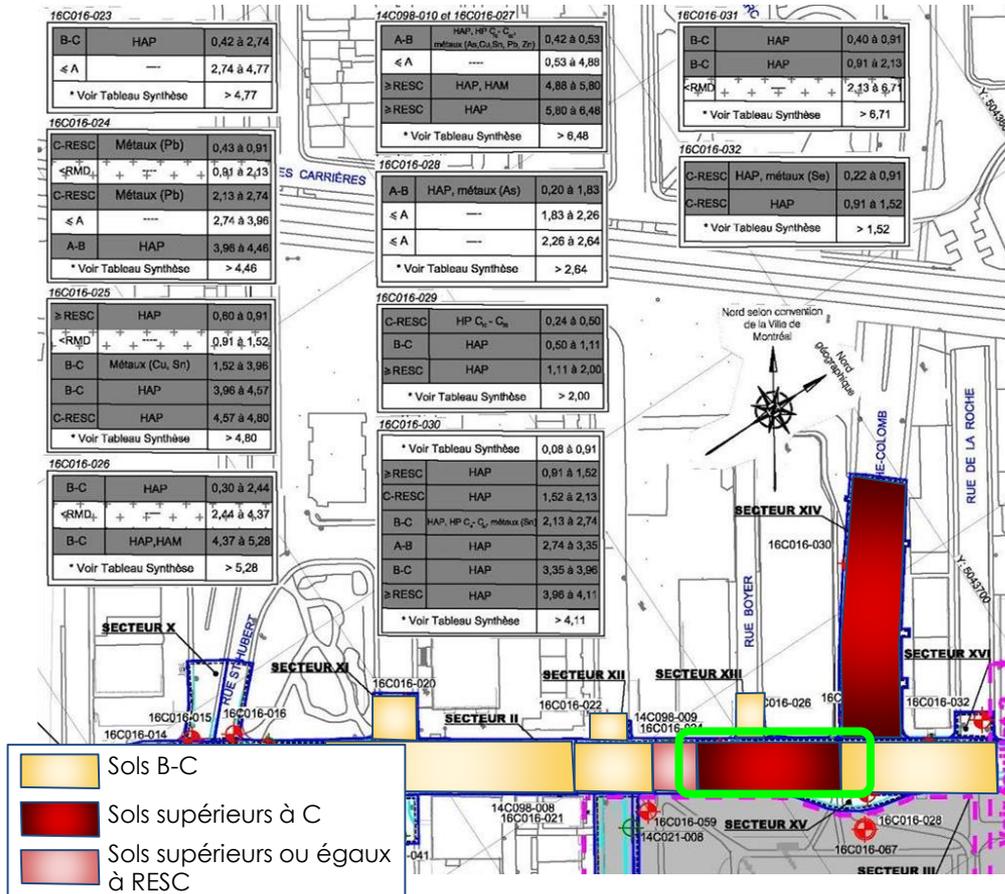
4

Comment a été gérée la situation d'urgence au chantier ?

9

estions, commentaires,
ns ?

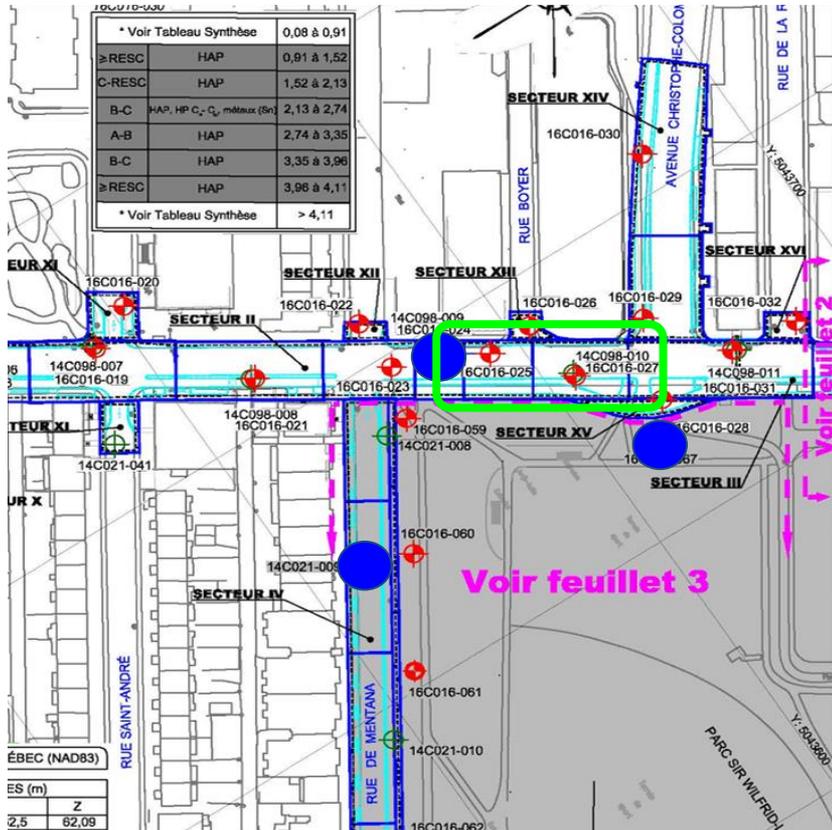
Que nous a montré la caractérisation ?



Résultats de la caractérisation des sols

Les sols ont été caractérisés majoritairement B-C, supérieurs à C ou supérieurs ou égaux à RESC dans le secteur immédiat.

Que nous a montré la caractérisation ?



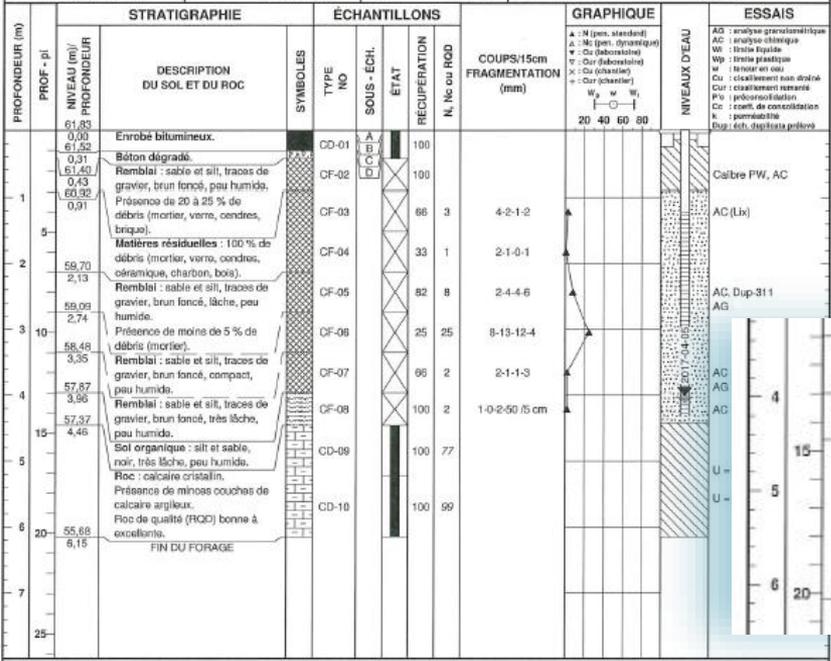
Résultats de l'eau souterraine

Trois puits d'observation ont été installés dans le secteur immédiat, dont un très proche de notre secteur problématique.

Montréal Service des infrastructures, de la voirie et des transports, Direction des infrastructures, Division de l'épave et du soudon technique		Nom du consultant: SNC-LAVALIN Dossier n° : 642260		Page 1 de 1 RAPPORT DE FORAGE	
Nom du projet: Réaménagement géométrique, reconstruction de la chaussée, construction et/ou reconstruction de portions de conduites d'eau dans la rue Saint-Grégoire entre la rue Saint-Denis et l'avenue Papineau, dans les rues transversales à la rue Saint-Grégoire et dans le parc Laurier.		Coordonnées géodésiques MTM Québec (NAD-1983)		Sondage N° : 16C016-024 X: 297706,6 Y: 5043576,8 Z: 61,83	
Nom du requérant : Service des infrastructures, de la voirie et des transports, Direction des transports, Division de la gestion des actifs		Site numéro : 533		Plan de localisation No. : PIDT_10869	
Localisation civile : Rue St-Grégoire, à 16,7 m du côté est de la rue de Mentana, à 2,3 m du trottoir, côté nord		Date du début du sondage : 2017-01-04		Profondeur du sondage : 6,15	
Entreprenur en forage : Forage André Roy Inc.		Inclinaison : 90 Azimut : 16		Diamètre du forage : 203 mm	
Type de forage : Tarière évidée		Diamètre du carottier : 76 mm		Préparé par : J.F. Lalancette, tech.	
TYPE D'ÉCHANTILLON CF Carrière Rendue EM Manuel TA Tarière TE Tube d'échantillonnage TM Tube à paroi mince		TERMINOLOGIE "tracés" 1-10% "un peu" 10-20% "adjectif (-eux)" 20-30% "et" 30-50%		INDICE DE QUALITÉ DU ROC % RQD <25 Très pauvre >25-50 Pauvre 50-75 Passable 75-90 Bon 90-100 Excellent	
COMPACTITÉ INDICE "N" Très lâche 0-4 Lâche 4-10 Compact 10-30 Dense 30-50 Très dense >50		NIVEAU D'EAU Puits d'observation Date: 2017-04-05 Prof.: 4,01		ÉTAT DE L'ÉCHANTILLON Remanié Intact (tube à paroi mince) Perdu Forage au diamant	
SYMBOLES N: indice de pénétration standard R: Retus (N > 100) R.Q.D.: indice de qualité du roc (Rock Quality Designation) % R.Q.D. = E. Carottes > 4 po. (10 cm) laquage foré		CLASSIFICATION (SYSTÈME UNIFIÉ) Argile < 0,002 mm Silt 0,002 à 0,075 mm Sable 0,075 à 4,75 mm Gravier 4,75 à 75 mm Cailloux 75 à 300 mm Blocs > 300mm		CONSISTANCE Très molle <12 kPa Molle 12-25 kPa Ferme 25-50 kPa Rigide 50-100 kPa Très rigide 100-200 kPa Dure >200 kPa	
RÉSISTANCE AU DÉSILLEMENT (Cu) <12 kPa 12-25 kPa 25-50 kPa 50-100 kPa 100-200 kPa >200 kPa					

Que nous a montré la caractérisation ?

Le puits d'observation montrait peu d'eau dans le puits et il n'a pas été possible d'échantillonner l'eau pour des analyses chimiques. Le roc est décrit comme étant de qualité bonne à excellente.



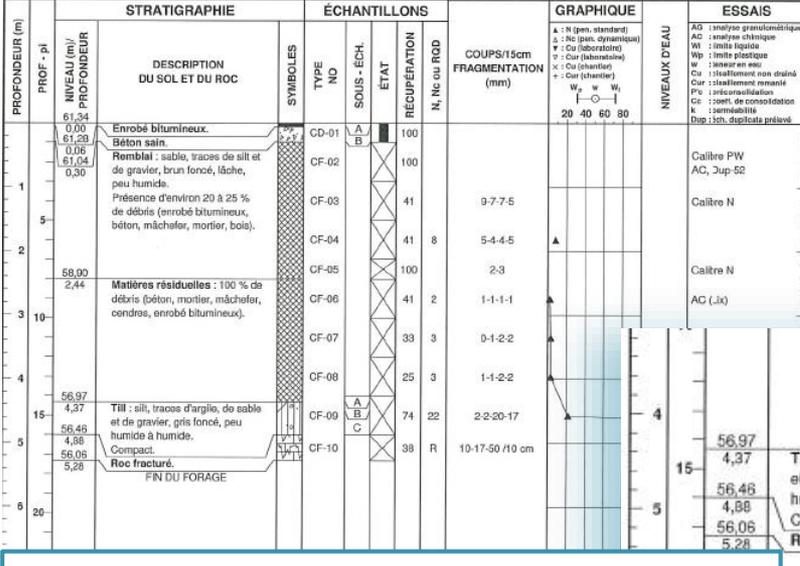
Roc qualité bonne/excellente

U = 132,3 MPa
U = 108,6 MPa

Montréal Services des infrastructures, de la voirie et des transports, Direction des infrastructures, Division de l'expertise et du soutien technique		Nom du consultant: SNC-LAVALIN Dossier n°: 642260		Page 1 de 1 RAPPORT DE FORAGE					
Nom du projet: Réaménagement géométrique, reconstruction de la chaussée, construction et/ou reconstruction de portions de conduites d'eau dans la rue Saint-Grégoire entre la rue Saint-Denis et l'avenue Papineau, dans les rues transversales à la rue Saint-Grégoire et dans le parc Laurier.		Sondage N°: 16C016-026		Coordonnées géodésiques MTM Québec (NAD-1983) X: 297716,3 Y: 5043606,1 Z: 61,34					
Nom du requérant: Service des infrastructures, de la voirie et des transports, Direction des transports, Division de la gestion des actifs		Site numéro: 533		Plan de localisation No.: PIDT_10869					
Localisation civile: Rue Boyer, à 7,1 m du côté nord de la rue St-Grégoire, à 5,9 m de la bordure, côté ouest		Inclinaison: 90 Azimut: --- Diamètre du carotier: --- Préparé par: P. Crevier, géo.		Date du début du sondage: 2017-01-31 Profondeur du sondage: 5,28					
Entrepreneur en forage: Forage André Roy inc. Type de forage: Tarifié évidé		Profondeur du sondage: 5,28		Date du début du sondage: 2017-01-31 Profondeur du sondage: 5,28					
Diamètre du forage: 203 mm		Inclinaison: 90 Azimut: --- Diamètre du carotier: --- Vérifié par: P. Crevier, géo.		Date du début du sondage: 2017-01-31 Profondeur du sondage: 5,28					
Préparé par: J.F. Lalancette, tech.		Inclinaison: 90 Azimut: --- Diamètre du carotier: --- Vérifié par: P. Crevier, géo.		Date du début du sondage: 2017-01-31 Profondeur du sondage: 5,28					
TYPE D'ÉCHANTILLON CD Carotière fendue EM Manuel TIA Tarifiée TE Tube d'échantillonnage TM Tube à paroi mince		TERMINOLOGIE "traces" "un peu" adjectif (...aux) "et" 1-10% 10-20% 20-30% 30-40%		INDICE DE QUALITÉ DU ROC % RQD <25 25-50 50-75 75-90 90-100 QUALIFICATIF Très pauvre Pauvre Passable Bon Excellent		COMPACTITÉ Indice "N" 0-4 4-10 10-30 30-50 >50 Très lâche Lâche Compact Dense Très dense		NIVEAU D'EAU Date: Prof.: Date: Prof.:	
ÉTAT DE L'ÉCHANTILLON Remanié Intact (tube à paroi mince) Perdu Forage au diamant		SYMBOLES N: Indice de pénétration standard R: Refus (N > 100) R.Q.D.: Indice de qualité du roc (Rock Quality Designation) % R.Q.D. = $\frac{\sum \text{Carottes} > 4 \text{ po. (13 cm)}}{\text{longueur forage}}$		CLASSIFICATION (SYSTÈME UNIFIÉ) Argile < 0,002 mm Silt 0,002 à 0,075 mm Sable 0,075 à 4,75 mm Gravier 4,75 à 75 mm Cailloux 75 à 300 mm Blocs > 300mm		CONSISTANCE Très molle Molle Ferme Raide Très raide Dur		RÉSISTANCE AU CISAILEMENT (Cu) <12 kPa 12-25 kPa 25-50 kPa 50-100 kPa 100-200 kPa >200 kPa	

Que nous a montré la caractérisation ?

Un 2ème forage montrait un roc fracturé à sa base avec des sols naturels peu humides à humides et de fortes odeurs de produits pétroliers, mais aucun signe de saturation des sols et de venues importantes d'eau.



Roc fracturé

Présence d'odeurs fortes de produits pétroliers et d'une couleur noire à partir de 3,66 m de profondeur

Les résultats de la caractérisation

Des sols contaminés et du roc présents dans l'emprise de la rue Saint-Grégoire

- Le roc à hauteur du radier de la future conduite d'égout dans la rue Saint-Grégoire, entre les rues Mentana et Christophe-Colomb
- L'eau souterraine au niveau de la conduite de l'égout
- Des sols contaminés sur toute l'épaisseur des remblais
- Des matières résiduelles intercalées dans les remblais
- La possibilité d'eau souterraine au niveau du radier de la future conduite d'égout.

Conclusion de la caractérisation

Des limitations aux données de caractérisation dans certains contextes

- Les données de la caractérisation sont des données factuelles et ponctuelles représentant une situation au moment des sondages
- Les niveaux d'eau relevés dans les forages sont dépendants de toutes les conditions hydrogéologiques les entourant et varient avec la saison
- Les conditions hydrogéologiques prévalant dans le roc fracturé sont extrêmement variables en fonction de la fracturation du roc, spécialement aux abords d'une ancienne carrière

1

Que nous révélait la Phase 1 sur le secteur ?

2

Que nous a montré la caractérisation ?

3

Qu'avons-nous rencontré durant les travaux ?

gérée la
nce au

5

Quel type de traitement de l'eau contaminée a été retenu ?

6

Quelles options de gestion des conduites ?

Trouver des solutions pour gérer l'eau contaminée rencontrée

7

Pourrions-nous faire mieux dans un autre projet ?

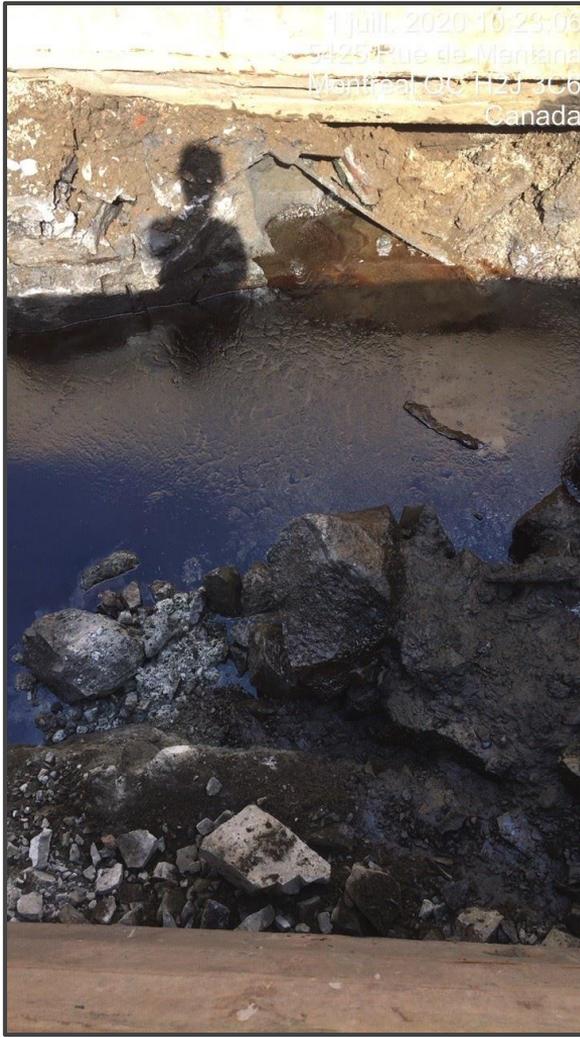
suggestions ?

entaires,





1 juill. 2020 10:24:08
5425 Rue de Montana
Montréal QC H2J 3C6
Canada



1 juill. 2020 13:10:05



2 juill. 2020 15:01:49
1050-1068 Rue Saint-Gregoire
Montréal QC H2T
Canada



1 juill. 2020 16:06:58
5518 Rue de Mentana
Montréal QC H2J 4B3
Canada



2 juill. 2020 07:17:54
5425 Rue de Mentana
Montréal QC H2J 3C6
Canada



Problèmes de santé

Brûlures

- Deux employés ont subi des brûlures au premier degré
- L'un d'eux a choisi d'aller aux urgences et a été mis en arrêt de travail 3 jours

Maux de tête

- Plusieurs personnes nous ont rapporté avoir des nausées et maux de tête



Odeurs inconfortables

- Odeur perceptible jusqu'à une vingtaine de mètres de l'excavation



Détérioration du caoutchouc

Bottes

- Les bottes neuves d'un employé ayant été en contact avec l'eau ont montré des signes de détérioration très rapidement



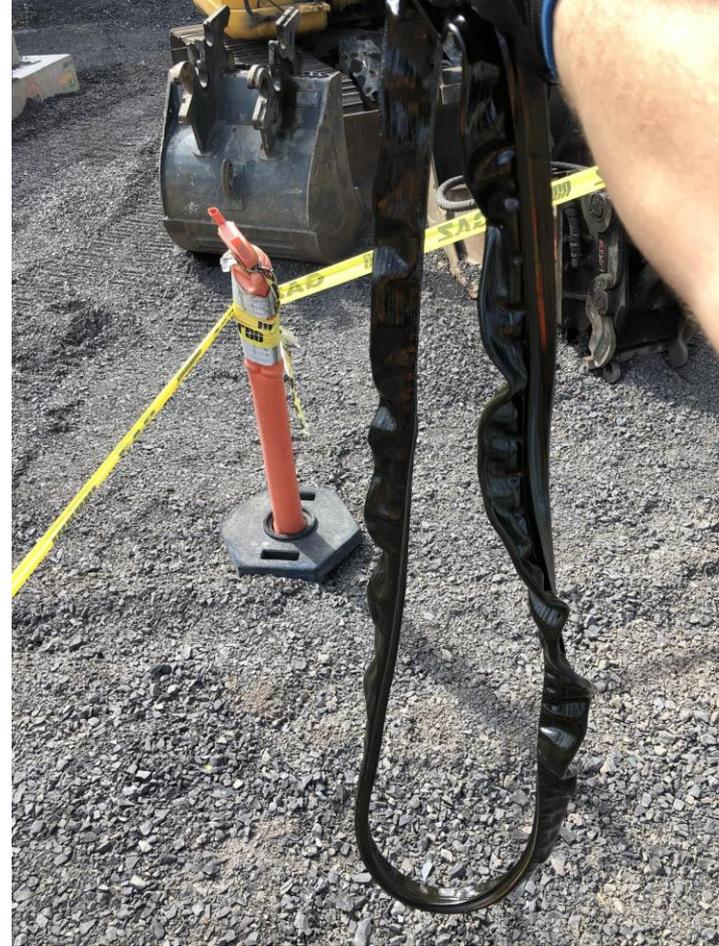
Pompes

- Les boyaux de la pompe servant à contrôler les eaux de la tranchée se sont mises à percer à plusieurs endroits
- La pompe a montré des signes de défaillance rapidement après avoir été mise en contact avec l'eau contaminée

Détérioration du caoutchouc

garnitures

- Une garniture a été déposée dans le conteneur d'eau contaminée et après une journée en est sortie toute déformée



Dangerosité des produits découverts

- Mélange de produits non identifiés → dangerosité inconnue

Interventions préventives nécessaires pour assurer la sécurité de tous

1

Que nous révélait la Phase 1 sur le secteur ?

2

Que nous a montré la caractérisation ?

3

Qu'avons nous durant les tra

4

Comment a été gérée la situation d'urgence au chantier ?

5

Quel type de traitement de l'eau contaminée a été retenu ?

6

Quelles ont été les options de protection des conduites ?

7

pas caractérisation ?

8

un autre projet ?

suggestions ?

Savoir comment réagir devant la situation d'urgence



8 juill. 2020 15:22:53
909 Rue Saint-Gregoire
Montréal QC H2J 1A6
Canada



9 juill. 2020 15:46:04
1001-1049 Rue Saint-Gregoire
Montréal QC H2J
Canada



9 juil. 2020 13:41:28
1080-1698 Rue Saint-Gregoire
Montreal QC H2J
Canada



16 juil. 2020 07:22:49
5371-5449 Rue de Mentana
Montreal QC H2J
Canada





Contrôle des vapeurs de composés organiques volatils à la sortie du conteneur et dans l'excavation trois fois par jour

Présence de composés organiques volatils (COV)

- Des COV ont été détectés au chantier
- La température du point d'éclair du Xylène (produit détecté dans l'eau) est basse (autour de 30°C) et près des températures extérieures au moment de la découverte de l'eau
- L'eau est entreposée dans un conteneur en plein soleil
- Le SIM a donc demandé d'éliminer toutes sources d'ignition dans un périmètre de 30,0 m autour du conteneur le temps de prendre des mesures de la concentration en COV et d'avoir l'avis d'un ingénieur

Le **point d'éclair** ou **point d'inflammabilité** (en anglais : *flash point*) correspond à la température la plus basse à laquelle un corps combustible émet suffisamment de vapeurs pour former, avec l'air ambiant, un mélange gazeux qui s'enflamme sous l'effet d'une source d'énergie calorifique telle qu'une flamme pilote, mais pas suffisamment pour que la combustion s'entretienne d'elle-même (pour ceci, il faut atteindre le [point d'inflammation](#))

Présence de composés organiques volatils (COV)

- Des mesures sont prises régulièrement au niveau du conteneur pour valider la concentration des COV, de même que dans l'égout
- Le conteneur est maintenu ouvert pour permettre l'aération. Des mesures sont prévues pour le refroidir au besoin, comme de l'arrosage
- Il est interdit de fumer dans la zone
- Les feux de circulation sont éteints, de même que l'air climatisé du bâtiment de la voirie
- Aucun véhicule à moteur ne peut circuler dans la zone

1

Que nous révélait la Phase 1 sur le secteur ?

2

Que nous a montré la caractérisation ?

3

Qu'avons-nous rencontré durant les travaux ?

4

Comment a été gérée la situation d'urgence au chantier ?

5

Comment avons-nous géré cette problématique ?



8

On a trouvé des solutions pour gérer la problématique d'eau contaminée en chantier

9

Questions, commentaires, questions ?

Les réservoirs d'accumulation de l'eau contaminée

Canada

Réservoir pour eaux
contaminées (80 m³)

Membrane
étanche au sol

Toile pour confiner
débordement



L'unité de traitement

Montréal QC H2J 1A6
Canada

Réservoir eaux
contaminées (80 m³)

Réservoir eaux
contaminées (80 m³)

Unité de décontamination
(eaux souterraines)



L'équipement de prévention

Canada



9 sept. 2020 08:16:36
1055 Rue Saint-Gregoire
Montréal QC H2J 1A6
Canada

Poubelles pour jeter
les équipements
jetables comme les
combinaisons Tyvek®



9 sept. 2020 08:17:01
5401-5423 Rue Boyer
Montréal QC H2J
Canada



Vue côté contaminé et entrée de la douche

9 sept. 2020 08:17:42
1055 Rue Saint-Gregoire
Montréal QC H2J 1A6
Canada



Vue côté propre et sortie de la douche

L'installation complète



Le système de traitement de l'eau contaminée



- 2 Conteneurs de stockage
- 1 déshuileur
- 1 unité de traitement
- 1 conteneur de rétention avant rejet aux égouts



Conteneur de stockage du produit récupéré

Le système de traitement de l'eau contaminée



Déshuileur



Filtres à charbon actif à l'intérieur de l'unité de traitement



Filtres à sacs à l'intérieur de l'unité de traitement

Le système de traitement de l'eau contaminée

Barils de charbons actifs nécessaires pour améliorer le traitement et obtenir des concentrations inférieures à $1\ \mu\text{g/L}$ de HAP cancérigènes et $400\ \mu\text{g/L}$ de HAP non cancérigènes



1

Que nous révélait la Phase 1 sur le secteur ?

2

Que nous a montré la caractérisation ?

3

Qu'avons-nous rencontré durant les travaux ?

4

Comment a été gérée la situation d'urgence au chantier ?

6

Quelles ont été les options de protection des conduites ?



Se munir de scénarios de protection des conduites contre le risque de dégradation au contact des produits pétroliers

9

Questions, commentaires,

Résistance des matériaux

Garniture

Table de sélection (voir Toluène, Naphtalène et Xylène)

~~1)~~ Caoutchouc standard

~~2)~~ Nitrile

3) Viton



Résistance des garnitures et autres plastiques

Conduites

1. Conduites de PVC non recommandées en présence d'hydrocarbures
2. Le pH de l'eau échantillonnée est considéré agressif pour le béton



Analyse de la situation



6. Les conduites en béton sont déjà livrées au chantier
7. Les regards à installer sont préfabriqués et certains ont déjà été livrés au chantier
8. Les nouveaux drains de puisards sont au-dessus de la nappe phréatique dans Saint-Grégoire et Christophe-Colomb
9. Le profil de la nouvelle conduite d'égout sur Christophe-Colomb semble être au-dessus du niveau de la nappe phréatique

Solution retenue



Protection de la paroi de la conduite d'égout et des regards avec une membrane étanche

- Permet de poursuivre les travaux rapidement
- Conservation des regards possible
- Légère modification à la méthode de pose
- Augmentation contrôlée des coûts
- Protection minimale de la conduite et des regards
- Difficile de s'assurer que le suivi sera fait conséquemment à la situation rencontrée
- Retarde l'attaque de la solution sur les éléments du réseau d'égout (la membrane agira comme anode sacrificielle)

Solution retenue



- Mise en place d'une membrane de type Texel TM460 recouverte d'un géotextile Texel 912 pour la protéger, sur la conduite et les regards
- Extrémité aval de la membrane non collée à la paroi de béton pour s'assurer que l'eau puisse s'évacuer
- Longitudinalement, chevauchement des deux extrémités pour assurer une couverture complète
- Membrane collée avec super colle 77 de 3M et mise en place de ruban adhésif pour la maintenir en place durant prise de la colle

3M

Solution retenue



- Mise en place d'une membrane de type Texel TM460 recouverte d'un géotextile Texel 912 pour la protéger sur la conduite et les regards
- Extrémité ouverte pour s'adapter à la forme de la conduite
- Longitudinalement, chevrons pour assurer une couverture complète
- Membrane collée avec du ruban adhésif pour la fixation de la colle

Étant donné l'épaisseur de la membrane TM460, il a été jugé, au chantier, que le risque de poinçonnement était faible et donc le géotextile n'a pas été mis en place

Équipement requis pour accès tranchée > 10 min



Équipement requis pour accès tranchée <= 10 min



Demi-masque avec cartouches pour vapeurs organiques avec visière et lunette.

Combinaison Tyvek®

Détecteur 4 gaz

Bottes résistantes aux huiles et hydrocarbures





Présence d'eau
contaminée ayant
migrée

Mise en place du bouchon d'argile

1

Que nous révélait la Phase 1 sur le secteur ?

2

Que nous a montré la caractérisation ?

3

Qu'avons-nous rencontré durant les travaux ?

4

Comment a été gérée la situation d'urgence au chantier ?

5

Quel type de traitement de l'eau contaminée a été retenu ?

6

Quelles ont été les options de protection des conduites ?

Apprendre des expériences de projet

pas été rencontrée lors de la caractérisation ?

7

Pourrions-nous faire mieux dans un autre projet ?



Les enseignements de cette étude de cas

- En chantier,
 - bien que l'entrepreneur soit maître d'oeuvre, il ne faut pas hésiter à imposer des mesures de sécurité tel que de ne pas fumer à proximité de l'excavation
 - en présence de produits non identifiés, nous devrions toujours s'abstenir d'être en contact ou de rester proche de la source d'émission des fluides (vapeurs, liquides)
 - Porter une attention particulière aux COV qui peuvent s'enflammer en présence d'une source d'ignition et qui peuvent voyager dans les égouts et poser des problèmes d'odeur

Les enseignements de cette étude de cas

- En chantier,
 - prévoir un espace suffisant pour la mise en place de l'unité de traitement
 - prévoir les délais pour l'obtention des résultats d'analyse de l'eau et que les normes de rejet à l'égout sont relativement sévères
 - prévoir que la vitesse de traitement n'est pas égale à la vitesse de pompage de l'eau provenant de la tranchée

1

Que nous révélait la Phase 1 sur le secteur ?

2

Que nous a montré la caractérisation ?

3

Qu'avons-nous rencontré durant les travaux ?

4

Comment a été gérée la situation d'urgence au chantier ?

5

Quel type de traitement de l'eau contaminée a été retenu ?

6

Quelles ont été les options de protection des conduites ?

7

Pourquoi cette problématique n'a pas été rencontrée lors de la caractérisation ?

8

Pourrions-nous mieux diriger le projet ?

8

Questions, commentaires, suggestions ?



MERCI!