

## **Annexe Vol 2-14**

### **Plan de contrôle du drainage rocheux acide (Québec et Nouveau-Brunswick)**

**Titre du document :**

Oléoduc Énergie Est  
QUANTITÉ DE ROC ET ÉTUDE DU ROC ACIDE  
Plan de contrôle du drainage rocheux acide (DRA)

**Numéro de document :** EE4930-GAL-C-RP-1007-Fr

**Numéro de révision :** 0



Golder Associés Ltée.  
1931 Robertson Road  
Ottawa, Ontario  
Canada, K2H 5B7  
Téléphone: 613-592-9600

N° rév.	Date de révision année-mois-jour	Raison de l'émission	Auteur	Réviseur	Approbation
0	2015-11-09	Pour utilisation	<i>Original signé par.</i>  Albert Stoffers	<i>Original signé par.</i>  Valérie Bertrand	<i>Original signé par.</i>  William Cavers P.Eng. (NB)

Le présent document constitue une traduction de la version originale anglaise et a été préparé pour le bénéfice des lecteurs francophones. En cas de doute sur le sens ou le contenu du document traduit, de même qu'en cas de divergence entre les deux versions, le lecteur est invité à consulter et à se fier d'abord à la version originale qui aura préséance et demeure la seule officielle. Sans égard aux autres conditions et limitations spécifiées dans l'une ou l'autre version de ce document, Golder Associés Ltée (Golder) ne pourra être tenue responsable de quelques dommages que ce soit, résultant d'une quelconque utilisation de la présente traduction par le lecteur.

## Sommaire exécutif

Ce sommaire exécutif est un synopsis du plan de contrôle du drainage rocheux acide (DRA) et présente un résumé des résultats de la campagne de travaux de terrain pour le programme d'investigation du DRA qui a eu lieu au Nouveau-Brunswick. Pour une compréhension complète de cette étude, une lecture entière du document est nécessaire.

TransCanada PipeLines Limited (TransCanada) a mandaté Golder Associés Ltée (Golder) afin de lui fournir un plan de contrôle du DRA à utiliser le long du tracé de leur projet d'Energy East. Le plan de contrôle a été complété par un programme d'échantillonnage sur le terrain pour déterminer le DRA, qui a été intégré dans le programme de terrain de géotechnique le long du tracé projeté au Nouveau-Brunswick. Cette portion du tracé potentiel de l'oléoduc a été sélectionnée pour la campagne de terrain parce qu'elle présente une quantité importante de roc affleurant et que ce roc montre des propriétés susceptibles de développer du DRA. L'objectif du plan de contrôle est de guider l'utilisateur pour l'identification de lithologies affleurantes contenant des sulfures le long du tracé projeté de l'oléoduc du projet Energy East, de confirmer le potentiel de ces lithologies à générer du DRA et d'identifier des mesures de contrôle du DRA.

### PLAN D'ATTÉNUATION DU DRA

L'approche recommandée dans le plan de contrôle du DRA est présentée ci-dessous. L'évaluation du DRA du roc au moment de son exposition et durant la construction ainsi que les suivis nécessaires après la construction sont inclus dans le protocole établi.

Le processus décisionnel est décrit comme suit:

1. **Identification du potentiel de DRA** – Observation des aires à proximité du futur oléoduc ou des aires utilisées pour sa construction ; revue de l'information géologique incluant le type de roche et la formation géologique ; et collecte d'échantillons dans les lithologies qui présentent un potentiel de DRA.
2. **Confirmation du potentiel de DRA** – Analyses en laboratoire des échantillons collectés à l'étape précédente afin de mesurer le contenu en soufre total et ainsi vérifier le potentiel de DRA.
3. **Options de contrôle du DRA** – Si le potentiel de DRA est confirmé (selon les tests de laboratoire ou les observations de terrain), les mesures d'atténuation adéquates sont sélectionnées selon le mode d'exposition des matériaux (c.à-d. empilement, tranchée, affleurement, etc.).
4. **Suivi postconstruction** – Une fois que les mesures de contrôle sélectionnées sont mises en place, un suivi du site est effectué pour déceler des signes de DRA ou de lixiviation des métaux (LM) afin de vérifier l'efficacité des méthodes de contrôle sélectionnées.

### PROGRAMME DE TERRAIN POUR IDENTIFIER LE DRA – NOUVEAU-BRUNSWICK

Les échantillons provenant des affleurements le long du tracé de l'oléoduc au Nouveau-Brunswick ne sont pas générateurs d'acide. Les échantillons ont un pouvoir tampon élevé qui provient de minéraux carbonatés et contiennent peu de sulfures. Les résultats des tests du potentiel de génération d'acide montrent que des mesures de prévention de l'oxydation des sulfures ne sont pas nécessaires pour les roches testées.

## Table des matières

<b>SOMMAIRE EXÉCUTIF .....</b>	<b>ii</b>
<b>1.0 INTRODUCTION .....</b>	<b>1</b>
<b>2.0 DRAINAGE ROCHEUX ACIDE.....</b>	<b>1</b>
<b>3.0 CONSIDÉRATION POUR LA CONSTRUCTION .....</b>	<b>2</b>
3.1 Exposition du roc et/ou remaniement du roc .....	2
<b>4.0 SOURCES POTENTIELLES DE DRA LE LONG DU TRACÉ DE L'OLEODUC AU NOUVEAU-BRUNSWICK.....</b>	<b>3</b>
<b>5.0 PROGRAMME DE TERRAIN POUR DÉTERMINER LE DRA AU NOUVEAU-BRUNSWICK .....</b>	<b>3</b>
5.1 Échantillonnage.....	3
5.2 Méthode analytique – potentiel acidogène .....	4
5.2.1 Critères d'évaluation du DRA .....	5
5.3 Résultats du potentiel de génération d'acide.....	6
5.3.1 Évaluation du potentiel de DRA .....	7
<b>6.0 ÉVALUATION ET PLAN DE CONTRÔLE DU DRA .....</b>	<b>9</b>
6.1 Identification du potentiel de DRA .....	9
6.1.1 Évaluation visuelle des aires de construction .....	9
6.1.2 Observations géologiques et collecte d'échantillon .....	10
6.2 Confirmation du potentiel de DRA .....	10
6.3 Stratégie de contrôle .....	11
6.3.1 Recouvrement ou mélange de matériaux.....	11
6.3.1.1 Recouvrement de parois rocheuses.....	11
6.3.2 Recouvrement ou mélange de matériel excavé.....	11
6.3.2.1 Conception et emplacement des empilements.....	12
6.3.2.2 Recouvrement de l'empilement.....	12
6.3.2.3 Mélange, neutralisation, enfouissement sur le site.....	12
6.3.3 Transport vers un lieu de déposition.....	13
6.3.4 Déposition par ennoisement.....	13
6.3.5 Fossés de dérivation des eaux .....	14
6.4 Suivi .....	16
6.4.1 Inspections visuelles.....	16

6.4.2	Suivi de la qualité de l'eau .....	16
<b>7.0</b>	<b>LIMITATIONS</b> .....	<b>17</b>
<b>8.0</b>	<b>MOT DE LA FIN</b> .....	<b>17</b>
<b>9.0</b>	<b>RÉFÉRENCES</b> .....	<b>18</b>

## TABLEAUX

Tableau 1:	Formations ou groupes ayant un risque moyen à élevé de générer du DRA.....	3
Tableau 2:	Localisation des affleurements où les échantillons ont été collectés .....	4
Tableau 3:	Critères de détermination du potentiel de DRA (NEDEM 2009).....	6

## FIGURES

Figure 1:	Potentiel de neutralisation versus potentiel d'acidité illustrant que les échantillons n'ont pas de potentiel de DRA .....	8
Figure 2:	Diagramme décisionnel d'identification et de contrôle du drainage rocheux acide (DRA) .....	15

## ANNEXES

### Annexe A

Classification du risque de drainage rocheux acide pour le roc affleurant le long du tracé proposé de l'oléoduc Energy East, au Nouveau-Brunswick

### Annexe B

Information sur les échantillons provenant des affleurements

### Annexe C

Résultats des tests du potentiel de génération d'acide

### Annexe D

Certificats de laboratoire

ACRONYME	DÉFINITION
AQ/CQ	Assurance Qualité / Control Qualité
CIT	Carbone inorganique total
DRA	Drainage rocheux acide
EE	Energy East
GPS	Système de positionnement global
LDM	Limite de détection de la méthode analytique
LM	Lixiviation de métaux
OC	Outcrop (affleurement)
Non-PGA	Non potentiellement générateur d'acide
PA	Potentiel d'acidification
PGA	Potentiellement générateur d'acide
PN	Potentiel de neutralisation
PN-CO3	Potentiel de neutralisation des carbonates
PPE	Plan de protection environnementale
RPN	Rapport du potentiel de neutralisation sur le potentiel d'acidification
S(t)	Soufre total

## 1.0 INTRODUCTION

TransCanada PipeLines Limited (TransCanada) a mandaté Golder Associés Ltée (Golder) afin de lui fournir un plan de contrôle du DRA qui sera utilisé le long du tracé du projet d'oléoduc Energy East lorsque le roc est affleurant ou près de la surface. Les formations géologiques qui présentent un risque de développer un DRA le long du tracé de l'oléoduc ont été identifiées lors d'une étude préalable (Golder 2014, 2015). Ces formations contiennent des sulfures où des sites miniers sont associés et sont donc considérées comme ayant un potentiel à développer un DRA. Un plan de contrôle du DMA a été élaboré dans le but de guider les actions de TransCanada dans l'éventualité où du roc ayant un potentiel de DMA serait remanié pendant la construction de l'oléoduc.

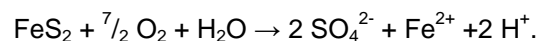
Ce document procure des principes conducteurs préliminaires afin d'identifier les lithologies de roches affleurantes contenant des sulfures le long du tracé projeté de l'oléoduc du projet Energy East. Il définit aussi comment confirmer le potentiel de ces lithologies à générer du DRA et procure des mesures de contrôle nécessaires pour prévenir le DRA. Ces principes sont les suivants :

- évaluation du site;
- échantillonnage et analyses;
- implantation de mesures de contrôle; et
- suivi.

Les stratégies de gestion proposées pourront être adaptées au fur et à mesure que le projet progresse de la conception à la construction. Au cours du projet, les connaissances spécifiques sur les divers sites seront collectées et accumulées afin de définir des stratégies de contrôle adaptées aux sites en question et possiblement de développer des stratégies additionnelles.

## 2.0 DRAINAGE ROCHEUX ACIDE

Le DRA réfère à une eau de contact acide qui peut être générée lorsque des matériaux géologiques contenant des sulfures (c.-à-d. pyrite [ $\text{FeS}_2$ ]) sont exposés à l'oxygène et à l'air. Comme montré par la réaction suivante, lorsque la pyrite, par exemple, est oxydé, du sulfate ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), du fer ( $\text{Fe}^{2+}$ ) et de l'acidité ( $\text{H}^+$ ) sont produits ainsi que d'autres métaux si inclus dans la pyrite en impureté :



La fracturation, l'excavation et l'exposition de surface fraîche de roche (c.-à-d. nouvelles parois rocheuses ou empilement) accélèrent les taux naturels d'altérations physique et chimique des matériaux en augmentant les surfaces exposées facilitant ainsi les contacts avec l'air et l'eau. Lorsque la roche est « minéralisée » (c.-à-d. enrichie en sulfures ou d'autres minéraux métalliques), son exposition aux conditions ambiantes peut conduire à des taux accrus d'oxydation du soufre contenu dans les minéraux métalliques, ce qui peut provoquer la génération de DRA. Une étude sur le potentiel de DRA de la roche est justifiée lorsque le roc est exposé en raison de la construction.

Bien que le DRA puisse se produire naturellement, il est le plus souvent associé à l'industrie minière étant donné que de nombreuses mines exploitent des formations rocheuses qui sont naturellement enrichies en minéraux sulfurés contenant des métaux. Le potentiel DRA d'un matériau dépend de la nature de la roche, du



contenu, du type de minéraux sulfurés dans la roche (c.-à-d. pyrite, chalcopryrite, marcassite, pyrrhotite, etc.) ainsi que sur la présence, le type et la quantité de minéraux ayant une capacité tampon tels que la calcite et la dolomite. En général, s'il y a une quantité insuffisante de minéraux tampons, des conditions acides peuvent se développer.

Une fois les conditions acides développées, la solubilité des minéraux et des métaux est augmentée, entraînant non seulement des changements possibles de pH, mais aussi la libération de métaux, de sulfates et autres composés dans l'environnement lesquels pourraient avoir un effet négatif sur la qualité du milieu récepteur. La présence de minéraux sulfurés dans la roche augmente les potentiels de DRA et de lixiviation des métaux (LM). L'identification des roches contenant des sulfures et leur gestion adéquate permettront de contrôler les impacts négatifs potentiels sur l'environnement associés à la fois au DRA et à la LM.

## 3.0 CONSIDÉRATION POUR LA CONSTRUCTION

### 3.1 Exposition du roc et/ou remaniement du roc

Durant la construction, il y a différents processus qui perturbent la surface du sol et qui peuvent nécessiter l'exposition, l'excavation ou la réutilisation du roc. Ces processus permettent à l'eau et à l'oxygène d'entrer en contact avec les minéraux sulfurés, ce qui augmente la possibilité de DRA et de LM pour les roches qui contiennent ces minéraux.

Les pratiques courantes de construction qui peuvent exposer et perturber le roc comprennent, mais ne s'y limitent pas, les suivantes:

- Construction de routes et de plateformes de travail - Le développement de voies d'accès à l'oléoduc et de plateformes de travail pour le déploiement d'équipements, des fournitures et des travailleurs peut être nécessaire et peut impliquer une exposition des roches présentes dans les zones désignées par ces installations ;
- Nivellement topographique - Ce processus crée un chemin à niveau pour la construction. Il peut impliquer un retrait de matériel provenant des hauts topographiques et/ou un remplissage des dépressions topographiques ;
- Tranchées et parois rocheuses – Surfaces exposées par des tranchées et/ou lors de la préparation des assises ;
- Bacs d'emprunt – Source de matériel de remblai, d'agrégat pour l'asphalte ou le béton, pour le contrôle de l'érosion ou pour la construction de ballast ; et
- Nivellement et réglage des surfaces – Plateformes pour des sites de valves, de stations de pompage et de réservoirs ainsi que pour les terminaux maritimes.

## 4.0 SOURCES POTENTIELLES DE DRA LE LONG DU TRACÉ DE L'OLEODUC AU NOUVEAU-BRUNSWICK

En août 2014, Golder a effectué une évaluation préliminaire du potentiel de DRA à partir d'une revue de données disponibles pour le projet proposé au Nouveau-Brunswick (Golder, 2014). Cette évaluation consistait en une revue de l'information géologique des formations rocheuses le long du tracé proposé de l'oléoduc. L'étude a démontré que certaines formations avaient la possibilité de contenir des minéraux sulfurés et donc de générer un DRA et que certaines de ces formations étaient présentes à faible profondeur. Ainsi, plusieurs formations géologiques ont été identifiées comme ayant un risque modéré à élevé de générer du DRA. Celles-ci sont identifiées dans le tableau 1 et également décrites à l'annexe A.

**Tableau 1: Formations ou groupes ayant un risque moyen à élevé de générer du DRA**

Formation ou groupe ayant un risque moyen à élevé de générer du DRA	Niveau de risque de générer du DRA	Longueur de la formation rencontrée le long du tracé (km)
Knights Brook	Élevé	4,5
Push and Be Damned	Élevé	3,9
Silver Hill	Élevé	1,9
East Scotch Settlement	Élevé	1,8
Minto (horizon de charbon uniquement)*	Élevé	106,6*
Cross Creek	Modéré	7,5
Hayes Brook	Modéré	1,6
Taxis River	Modéré	1,6
Hayden Lake	Modéré	1,9
Lancaster	Modéré	3,9
Grant Brook	Modéré	1,1
Burtt's Corner	Modéré	6,5
Bloomfield	Modéré	0,6
Goupe de Mabou	Modéré	7,0

Note: \* - La longueur estimée des lits de charbon rencontrés le long du tracé est de 2-4 km

Les 41 autres formations géologiques recoupées par le tracé de l'oléoduc montrent un faible risque de développer du DRA. L'information sur chacune des formations et leur risque de DRA associé sont présentés à l'annexe A dans le rapport de Golder (Golder 2014).

## 5.0 PROGRAMME DE TERRAIN POUR DÉTERMINER LE DRA AU NOUVEAU-BRUNSWICK

### 5.1 Échantillonnage

De concert avec le programme d'évaluation géotechnique effectué par Golder (EE Geotechnical and Shallow Bedrock Program, Golder 2015), le programme d'échantillonnage pour le DRA a été effectué entre le 8 et le 28 juillet 2015.

Un programme de forage a été réalisé dans le cadre de l'évaluation géotechnique; toutefois, en raison de difficultés imprévues, des échantillons du roc n'ont pas été obtenus au cours de ce programme. Il est prévu que des échantillons de roche soient collectés à une date ultérieure.

Le personnel de terrain de Golder a collecté 15 échantillons de roc provenant d'affleurements accessibles le long du tracé proposé de l'oléoduc. Durant ce programme, tout affleurement situé à proximité des forages de l'étude géotechnique a été échantillonné indépendamment de leur potentiel de DRA.

Chaque zone d'affleurement a été inspectée visuellement pour vérifier la présence de minéraux sulfurés ou de signes de DRA présents naturellement. Les échantillons ont été collectés des affleurements rocheux à l'aide d'un marteau en prenant soin d'enlever la patine d'altération superficielle. Le type de roche, la présence et le type de minéraux sulfurés, le métamorphisme, l'altération et la coloration associées à l'oxydation des minéraux sulfurés, lorsqu'observés, ont été décrits pour chacun des échantillons collectés (Annexe B). Les échantillons d'environ 2 kg chacun composés de roche fraîche (relativement non altérée).

**Tableau 2: Localisation des affleurements où les échantillons ont été collectés**

Nom de l'échantillon	Lithologie	Formation/groupe géologique	Coordonnées UTM (NAD 83, CSRS, projection stéréographique du Nouveau-Brunswick)	
OC 1	Siltstone	Balls Lake	2541088	7359991
OC 3	Conglomérat	Balls Lake	2541917	7361918
OC 4	Volcanique mafique	Fletcher Brook	2552253	7367807
OC 5	Volcanique mafique	Fletcher Brook	2554169	7366260
OC 6	Dacite	Cedar Camp Brook	2556663	7369722
OC 7	Rhyolite	Silver Hill	2556714	7370070
OC-8	Volcanique mafique	Wapske	2432417	7530300
OC-9	Volcanique mafique	Wapske	2432427	7530266
OC-10	Shale	Boland Brook	2377054	7616127
OC-11	Volcanique felsique	Cameron Mtn.	2425413	7552192
OC-12	Granodiorite	Bogan Brook	2447527	7501137
OC-13	Granodiorite	Bogan Brook	2448282	7501129
OC-14	Volcanique mafique	Burley Lake	2562887	7375422
OC-15	Volcanique mafique	Burley Lake	2562887	7375491

Tous les échantillons ont été envoyés à SGS Canada Inc. (SGS) à Lakefield, Ontario, pour analyses, tel que décrit ci-dessous.

## 5.2 Méthode analytique – potentiel acidogène

Le potentiel des matériaux géologiques à s'oxyder et à générer du DRA est évalué à l'aide des tests du potentiel acidogène. Ce test a été effectué suivant la méthode de Sobek modifiée et comprend une détermination des paramètres suivants:

- pH de la pâte;

- soufre total au four LECO (méthode ASTM E 1915-1901) utilisé pour calculer le potentiel de génération d'acide maximal (AP);
- sulfure et sulfate;
- carbone total (CT en % C) et carbonate (en % C) au four LECO; et
- potentiel de neutralisation brut (PN) par la méthode modifiée 1996 (NEDEM 2009).

Les sections suivantes décrivent le potentiel de neutralisation (PN), le potentiel d'acidité (PA) et le ratio du potentiel de neutralisation sur le potentiel d'acidité ( $RPN=PN/PA$ ) servant à la prédiction du potentiel de DRA.

### Potentiel de neutralisation (PN)

Le PN est une mesure de la capacité tampon d'un échantillon, fournie par les divers minéraux présents dans l'échantillon qui ont des réactivités et des capacités de neutralisation différentes. Parce que le type de minéraux neutralisants présents dans l'échantillon aura un effet déterminant sur le développement ou non du potentiel de génération d'acide, le PN a été évalué en utilisant deux techniques d'analyse différentes afin de déterminer, avec plus de précision, la quantité de PN disponible et efficace:

- Le PN brut, selon la méthode modifiée (1996): il représente le PN brut de l'échantillon comprenant la contribution de certains aluminosilicates, si présents. Les aluminosilicates ont un pouvoir tampon dans certaines conditions, mais sont beaucoup moins réactifs que les carbonates. Le PN brut représente le PN maximum de l'échantillon (NEDEM 2009).
- Le PN des carbonates ou PN-CO<sub>3</sub>: il représente le PN provenant des minéraux carbonatés seulement. Celui-ci est généralement plus représentatif du PN réactif d'un échantillon, mais peut surévaluer le PN si une proportion importante de ces carbonates contient du fer ou du manganèse, tels que la sidérite, la brucite ou l'ankérite. Ces minéraux ne fournissent aucune neutralisation ou neutralisation partielle.

La comparaison des valeurs du PN brut avec le PN-CO<sub>3</sub> permet de déterminer quelles classes de minéraux procurent le pouvoir tampon à l'échantillon. Par exemple, si un échantillon a une valeur de PN brut supérieure à la valeur du PN-CO<sub>3</sub>, il est probable que des aluminosilicates soient présents dans l'échantillon avec des carbonates. Par contre, si un échantillon a une valeur du PN brut proche ou égale à la valeur PN-CO<sub>3</sub>, ceci suggère que l'échantillon contient principalement des minéraux carbonatés. Enfin, si un échantillon a une valeur de PN brut inférieure à la valeur PN-CO<sub>3</sub>, il est possible que des carbonates de fer ou manganèse soient présents dans l'échantillon.

### Potentiel d'acidité (PA)

Le potentiel d'acidité est calculé à partir de la teneur totale en soufre d'un échantillon, présumant que l'ensemble du contenu en sulfures provient de pyrite qui s'oxydera et générera de l'acide.

Les valeurs de PN, de PN-CO<sub>3</sub> et de PA sont exprimées en kg équivalent de carbonate de calcium par tonne de roche.

## 5.2.1 Critères d'évaluation du DRA

Les lignes directrices énoncées dans le « Prediction Manual for Drainage Chemistry from Sulphidic Geologic Materials (NEDEM 2009) » ont été utilisées pour évaluer le potentiel de DRA à partir des résultats analytiques. Les critères suggérés pour déterminer le potentiel de DRA utilisent le ratio du potentiel de neutralisation sur le

potentiel d'acidité (RPN) et sont résumés dans le tableau 3. Le RPN-CO<sub>3</sub> est le rapport entre le PN-CO<sub>3</sub> et le PA.

**Tableau 3: Critères de détermination du potentiel de DRA (NEDEM 2009)**

Potentiel de DRA	Critère	Description	Classification
Probable	RPN < 1	Probable que de l'acidité soit générée à moins que les minéraux sulfurés ne soient pas réactifs	PGA – potentiellement générateur d'acide
Incertain	1 ≤ RPN < 2	Ni clairement générateur d'acide ou consommateur d'acidité	Incertain
Faible	RPN ≥ 2	Consommateur d'acidité	Non-PGA – non potentiellement générateur d'acide

Les échantillons qui ont un potentiel de générer du DRA sont classés comme «potentiellement générateurs d'acide » (PGA) et ont une valeur de RPN < 1. Les échantillons avec une valeur de RPN égale ou supérieure à 1 mais inférieure à 2 sont classés comme ayant un potentiel DRA «incertain». Dans ce dernier cas, le DRA se développera uniquement si le PN n'est pas suffisamment réactif (par exemple, si le pouvoir tampon est fourni par des aluminosilicates) ou si le PN s'épuisera avant que les sulfures ne se soient complètement oxydés. Les échantillons avec une valeur de RPN supérieure ou égale à 2 sont considérés comme ayant un faible potentiel à générer de l'acide à moins que les sulfures soient exposés de manière préférentielle le long de fracture ou que les sulfures soient extrêmement réactifs et que le PN ne le soit pas suffisamment.

### 5.3 Résultats du potentiel de génération d'acide

Les résultats du potentiel de génération d'acide sont présentés à l'annexe C et les certificats de laboratoire sont colligés à l'annexe D. Un sommaire des résultats est présenté ci-dessous:

- **Soufre** – La concentration en soufre total (S(t)) de la plupart des échantillons est sous la limite de détection de la méthode analytique (LDM) (≤0,005 % poids). Les 3 échantillons suivants sont les seuls des 14 échantillons qui ont une concentration de soufre total supérieure à la LDM :
  - une dacite (OC 6) de la Formation de Cedar Brook qui a un contenu en S(t) de 0,03 % poids; et
  - deux échantillons de volcaniques mafiques (OC 8 et OC 9) de la Formation Wapske qui ont un contenu en S(t) de 0,043 et 0,026 en % poids, respectivement.
- **Carbone** - Les concentrations en carbone total varient de ~0,02 à 1,4 % poids. Les résultats de la spéciation du carbone indiquent que pour la moitié des échantillons, le carbone organique représente plus de 80 % du carbone total. Pour les échantillons OC 7 et OC 11 à OC 14, qui sont tous des échantillons de roches ignées (rhyolite, volcaniques mafique et granodiorite) ne devant pas contenir de carbone organique, la détection de ce dernier peut être attribuée à la présence de lichen ou de mousse sur les échantillons. Toutefois, pour les échantillons OC 1 (siltstone) et OC 10 (shale), le carbone organique détecté pourrait être présent dans les échantillons.

- **PN-CO<sub>3</sub>** – Les valeurs de PN des carbonates ont été calculées à partir de la mesure de carbone inorganique total (CIT) de chaque échantillon. Les valeurs de PN-CO<sub>3</sub> sont de 0,42 à 111 tonnes équivalentes de CaCO<sub>3</sub> par tonne de roche.
- **PN** – les valeurs de PN brut sont plus élevées que les valeurs PN-CO<sub>3</sub>, ce qui suggère que, pour la plupart des échantillons, la majeure partie de la capacité tampon est fournie par des aluminosilicates.
- **pH de la pâte** – La plupart des échantillons ont rapporté des valeurs de pH de la pâte légèrement acide à alcalins (c.-à-d. de 5,7 à 9,9). Les échantillons avec un pH de la pâte alcalin ont une certaine capacité tampon disponible immédiatement pour neutraliser l'acide, tandis que ceux avec un pH de la pâte acide ont une capacité tampon limitée.

### 5.3.1 Évaluation du potentiel de DRA

Le PN versus le PA est montré dans la figure 1. Selon les valeurs de RPN, tous les échantillons sont classés comme étant non-PGA (RPN > 2), étant donné leur faible contenu en soufre (inférieur à la LDM). Selon les valeurs de RPN-CO<sub>3</sub>, presque tous les échantillons sont non-PGA, sauf OC-6, OC-12 et OC-13 qui seraient classés comme ayant un potentiel incertain de DRA selon leurs valeurs RPN-CO<sub>3</sub> (entre 1 et 2). Cependant, leur faible contenu en sulfures et leur contenu en aluminosilicates suggèrent que ces échantillons soient plutôt non-PGA.

Ces résultats sont corroborés par les observations de terrain où aucun minéral sulfuré n'a été observé et où aucune preuve visuelle de DRA, telle la coloration rouille sur les parois rocheuses, n'a été notée.

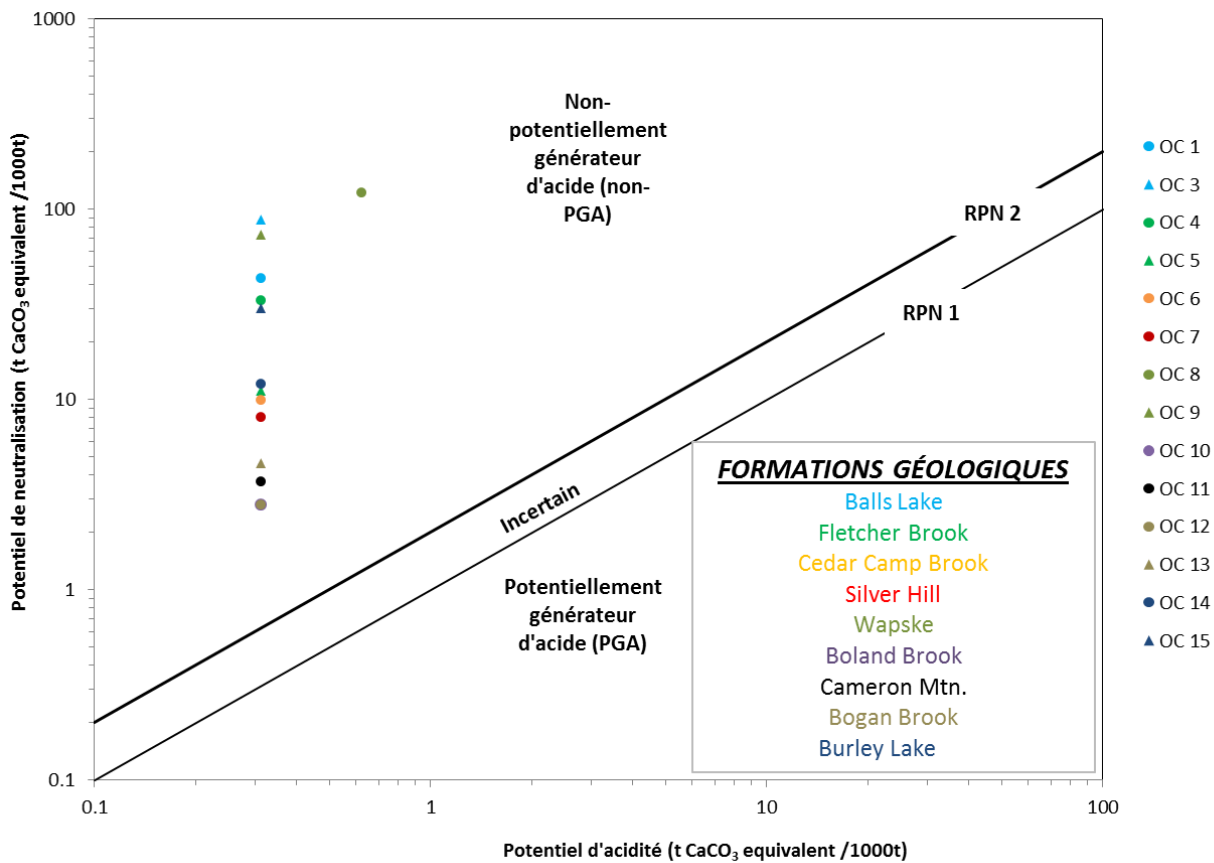


Figure 1: Potentiel de neutralisation versus potentiel d'acidité illustrant que les échantillons n'ont pas de potentiel de DRA

## 6.0 ÉVALUATION ET PLAN DE CONTRÔLE DU DRA

La figure 2 résume le protocole recommandé d'identification et de contrôle du DRA pendant les activités de construction. Ce protocole commence par l'évaluation du DRA du roc lors de son exposition et se poursuit jusqu'au suivi postconstruction. Ces étapes sont détaillées dans les sections suivantes.

Le processus décisionnel est décrit comme suit:

1. **Identification du potentiel de DRA** – Observation des aires à proximité de l'oléoduc et des aires utilisées pour sa construction ; revue de l'information géologique incluant le type de roche et la formation géologique ; et au besoin, collecte d'échantillons dans les lithologies qui présentent un potentiel de DRA.
2. **Confirmation du potentiel de DRA** – Analyses en laboratoire des échantillons collectés à l'étape précédente afin de mesurer le contenu en soufre total et de vérifier si le potentiel de DRA existe.
3. **Options d'atténuation** – Si le potentiel de DRA est confirmé (selon les tests de laboratoire ou les observations de terrain), les mesures de contrôle adéquates sont sélectionnées selon le mode d'exposition des matériaux (c.-à-d. empilement, tranchée, affleurement, etc.).
4. **Suivi postconstruction** – Une fois que les mesures d'atténuations sélectionnées sont mises en place, un suivi des signes de DRA ou de lixiviation des métaux (LM) est réalisé afin de vérifier l'efficacité des méthodes de contrôle sélectionnées.

### 6.1 Identification du potentiel de DRA

La première étape du plan d'atténuation du DRA est de déterminer si la roche exposée contient des minéraux sulfurés visibles qui pourraient indiquer du DRA possible et donc des mesures de contrôle du DRA. Les étapes décrites ci-dessous décrivent les informations à collecter afin de déterminer si la roche exposée a un potentiel de DRA.

#### 6.1.1 Évaluation visuelle des aires de construction

L'évaluation visuelle est une méthode utile pour l'identification des risques du potentiel de DRA sur le terrain. Les caractéristiques des roches suivantes sont à noter:

- présence de minéraux sulfurés;
- coloration (communément brune, rouille, orange, rouge ou jaune) des roches ou d'autres matériaux de surface, sur les parois rocheuses et dans les lits de cours d'eau;
- eau de couleurs distinctives (cours d'eau teinté orangé, rougeâtre, jaunâtre ou noirâtre);
- présence de zones dépourvues de végétation près de la roche exposée; et
- zone à proximité d'ancienne mines ou de mines en exploitation de charbon ou de minéraux métalliques (cuivre, or, argent, etc.) ou sur des claims miniers.



## 6.1.2 Observations géologiques et collecte d'échantillon

### *Identification des types de roches et des formations géologiques associées*

Des inspections visuelles des affleurements rocheux et des déblais de forage devraient être faites à toutes les étapes du processus de construction afin d'identifier les minéraux pertinents pour l'évaluation du potentiel de DRA.

Afin de déterminer si un échantillon doit être prélevé pour l'analyse du soufre pour confirmer le potentiel de DRA, l'abondance visuelle de sulfures évaluée visuellement dans le roc exposé et dans des échantillons représentatifs devrait être estimée. La proportion estimée devrait ensuite être comparée au niveau de risque de la formation géologique préalablement déterminée dans une évaluation préliminaire pour la région. Un échantillon doit être prélevé lorsque le potentiel de DRA est modéré ou élevé et qu'aucun sulfure n'est visible sur les affleurements ou dans les échantillons. Lorsque des minéraux sulfurés sont présents, un échantillon peut quand même être collecté et analysé pour confirmer le potentiel de DRA de la roche. Alternativement, dans ces cas, la roche exposée peut simplement être considérée comme ayant un potentiel de DRA sans avoir recours à une confirmation par analyse et les mesures de contrôle seraient alors mises en place.

### *Échantillonnage*

Si, après inspection visuelle, un échantillon est soumis à l'analyse en laboratoire pour confirmer le potentiel de DRA, les éléments suivants devraient être notés lors de l'échantillonnage:

- coordonnées de l'emplacement de l'échantillon à l'aide d'un GPS;
- notes détaillées et photographies pour indiquer les caractéristiques suivantes:
  - caractéristiques physiques des roches;
  - degré d'altération, y compris la présence de signes d'altération (taches de rouilles, précipités d'altération, etc.);
  - identification préliminaire et estimation de l'abondance des minéraux sulfurés; et
- le nom de l'échantillon doit être clairement indiqué ainsi que le kilométrage identifiant la position du point d'échantillonnage le long du tracé de l'oléoduc.

Les échantillons représentatifs de la roche exposée devraient être prélevés. Ils devraient être composés de fragments de la taille maximale d'un poing totalisant de 2 à 3 kilogrammes (kg) et représentatifs de la roche exposée. Le personnel chargé de la collecte de l'échantillon doit être familiarisé avec le protocole d'échantillonnage. Des précautions doivent être prises pour éviter l'incorporation de matières organiques dans l'échantillon.

## 6.2 Confirmation du potentiel de DRA

Lorsque les échantillons sont prélevés, ils doivent être soumis à une analyse quantitative du soufre total à l'aide d'un instrument (terrain ou en laboratoire) capable d'atteindre une faible limite de détection analytique (~ 0,005 % poids). Un programme d'assurance de la qualité/contrôle de la qualité (AQ/CQ) doit inclure des duplicata non identifiés au laboratoire.

Si les observations visuelles confirment la présence de sulfures sur un affleurement, des mesures de contrôle du DRA seront nécessaires, indépendamment de leur classification.

Si les échantillons sont envoyés au laboratoire pour tester le potentiel de DRA et que les résultats montrent une valeur RPN <2; des mesures de contrôle du DRA seront également nécessaires.

## 6.3 Stratégie de contrôle

La méthode la plus efficace de contrôle du DRA est d'éviter l'exposition des roches. Éviter cette exposition est souhaitable mais n'est pas nécessairement possible lorsque la localisation des roches potentiellement acidogènes n'est pas connue avant la construction. Les stratégies de contrôle qui peuvent être utilisées pour empêcher le DRA comprennent : (1) un recouvrement ou un mélange avec des matériaux à pH alcalins et (2) un contrôle de l'exposition à l'eau. Le choix de la stratégie la plus appropriée dépendra des aspects spécifiques aux conditions du site et à la construction. L'objectif ultime de la stratégie est de prévenir les impacts négatifs sur l'environnement récepteur.

### 6.3.1 Recouvrement ou mélange de matériaux

#### 6.3.1.1 Recouvrement de parois rocheuses

Là où des roches qui contiennent des sulfures sont exposées, des mesures de contrôle devraient être appliquées empêchant le transport des produits du DRA des parois rocheuses et des roches déplacées.

Les parois rocheuses devraient être travaillées à un angle d'inclinaison qui permet de les recouvrir avec un matériau ne contenant pas de sulfure. Trois options de couverture de parois rocheuses sont proposées:

- Un sol à faible perméabilité végété pour contrôler l'érosion et l'infiltration de l'eau;
- Du béton projeté ou autre matériel pulvérisé à faible perméabilité qui adhère à une surface préparée de roche contenant des sulfures. Ce matériau sera une barrière à l'eau et à l'air. Des fossés de dérivation d'eau devraient également être installés si cette méthode est utilisée; et
- Du coulis pour colmater les fissures exposées sur les parois rocheuses contenant des sulfures pour minimiser le contact de l'eau avec les sulfures et de réduire la probabilité de développer du DRA et du ML.

#### 6.3.2 Recouvrement ou mélange de matériel excavé

Lorsque les activités de construction exigent le retrait du mort-terrain (c.-à-d., sol ou matériel au-dessus du socle rocheux) et/ou du roc, l'oxydation des minéraux sulfurés dans le matériel excavé et les parois creusées dépend de la surface d'exposition et du contact avec l'eau. Si la roche contenant des sulfures est exposée dans les zones excavées, les mesures suivantes doivent être prises pour réduire ou prévenir le DRA:

- l'eau de surface et les eaux souterraines doivent être détournées des zones exposées qui contiennent des sulfures;
- des mesures de collecte et de pompage de l'eau hors des zones excavées et traitement de cette eau; et/ou,
- le remblaiement ou la couverture de la zone avec un matériau à faible perméabilité ou un revêtement synthétique.

Le remblai des zones excavées avec de la roche contenant des sulfures peut être acceptable à la condition que le remblai soit recouvert d'un matériau à faible perméabilité qui minimise l'infiltration d'eau dans la zone remblayée.

La roche contenant des sulfures devrait être remblayée ou recouverte d'un matériau à faible perméabilité dès que possible. Des fossés pour collecter l'eau doivent être conçus et construits pour détourner le ruissellement des zones non perturbées loin de la roche nouvellement exposée.

### **6.3.2.1 Conception et emplacement des empilements**

Des empilements (permanents et temporaires) de matériau pourraient être requis et donc nécessiter la mise en œuvre de mesures de contrôle du DRA. L'objectif d'un empilement bien conçu est de minimiser l'exposition du matériau à l'air et à l'eau ainsi que de limiter le ruissellement et les exfiltrations.

Les empilements devraient être situés loin des récepteurs environnementaux sensibles (par exemple, les ruisseaux, les rivières, les lacs, les zones humides, les puits d'eau potable, etc.). Les empilements de roc contenant des sulfures doivent demeurer secs pour minimiser le DRA et le transport des produits de DRA et de ML. L'empilement devrait être situé de telle sorte que l'eau soit détournée de celui-ci, ou, si établi dans une zone où le sol est humide, il devrait être placé sur une plateforme constituée d'un matériau non-générateur d'acide (ne contenant pas de sulfures) afin de minimiser le contact de l'eau avec l'empilement comportant un potentiel de DRA. Un recouvrement pourrait être nécessaire afin de minimiser l'infiltration de l'eau dans l'empilement. Des spécifications d'ingénierie seront nécessaires avant la mise en œuvre d'une conception d'empilement.

### **6.3.2.2 Recouvrement de l'empilement**

Le recouvrement du roc contenant des sulfures est une pratique largement acceptée et qui est utilisée avec succès pour minimiser l'infiltration d'eau ou de fonte de neige dans l'empilement et le transport des produits de DRA et de LM vers le milieu récepteur. Le recouvrement peut être constitué de matériaux naturels de faible perméabilité (c.-à-d. de l'argile ou un till à contenu élevé en particules fines). Les recouvrements devraient être protégés de l'érosion par une couche de roc grossier inerte ou de végétation ; cette dernière pouvant également aider à réduire l'infiltration de l'eau.

Un revêtement synthétique de faible perméabilité, tel qu'un recouvrement géo-synthétique, un chlorure de polyvinyle (PVC) ou du polyéthylène haute densité (PEHD) peut également être utilisé, mais ce type de recouvrement peut nécessiter une protection supplémentaire de la membrane. Ces matériaux minimisent l'infiltration dans l'empilement et, lorsqu'ils sont utilisés dans les fossés, peuvent être conçus afin de détourner les précipitations vers un cours d'eau voisin.

### **6.3.2.3 Mélange, neutralisation, enfouissement sur le site**

Une autre option de contrôle du DRA est celle d'intégrer des amendements qui ont un pH alcalin afin de tamponner l'acide qui peut être générée par l'oxydation des minéraux sulfurés. Les sources d'alcalinité peuvent comprendre les substances suivantes:

- le calcaire;
- la dolomie;
- la chaux agricole ou les poussières de four; et

- Les cendres volantes.

Avant leur utilisation, ces matériaux devraient être caractérisés (faire l'objet d'analyse chimique) afin d'assurer qu'ils ne contiennent pas de métaux qui pourraient être libérés lors de la neutralisation de l'acide. Le matériau alcalin doit être ajouté à la roche sulfurée et mélangé de manière homogène sur la totalité de l'empilement pour une neutralisation efficace.

Il convient de souligner que le fait de mélanger du roc contenant des sulfures à des matériaux ayant un pouvoir tampon n'empêche pas l'oxydation des minéraux sulfurés mais plutôt neutralise l'acide qui pourrait être produite. L'objectif du mélange est que le drainage issu de l'empilement puisse maintenir un pH neutre, diminuant ainsi la probabilité de mobilité de la plupart des métaux. Ce processus implique une augmentation de la manutention et du transport des matériaux et peut requérir des modifications, telles que le concassage, le broyage, etc., du matériau d'amendement avant d'effectuer le mélange.

La quantité appropriée d'amendements qui ont un pH alcalin et la méthode de mélange doivent être déterminées avant la construction de l'empilement.

Afin de vérifier qu'il existe une quantité suffisante de matériau ayant un pouvoir tampon dans l'empilement, un rapport de 3: 1 est recommandé entre le matériau ayant un potentiel de neutralisation et celui ayant un potentiel acide (sur la base de soufre total). Par ailleurs, afin d'optimiser la neutralisation de l'acide qui pourrait être générée à l'intérieur de l'empilement, il est préférable que la granulométrie de la matière au pH alcalin soit plus fine que celle de la roche ayant un potentiel acide, afin d'augmenter la superficie disponible de neutralisation de l'acide. Les deux matériaux devraient être mélangés avant leur mise en place dans l'empilement plutôt que d'être placés selon une alternance de couches pour éviter que des voies préférentielles d'écoulement se développent dans l'empilement.

### 6.3.3 Transport vers un lieu de déposition

Si la construction exige que du roc contenant des sulfures soit retiré de la zone de construction, le matériau pourrait être transporté vers un dépôt autorisé pour ce type de matériau. Ce dépôt doit posséder les installations qui permettent le captage et le traitement (le cas échéant) de toute eau de contact qui est recueillie à partir de la halde de roc.

### 6.3.4 Déposition par ennoisement

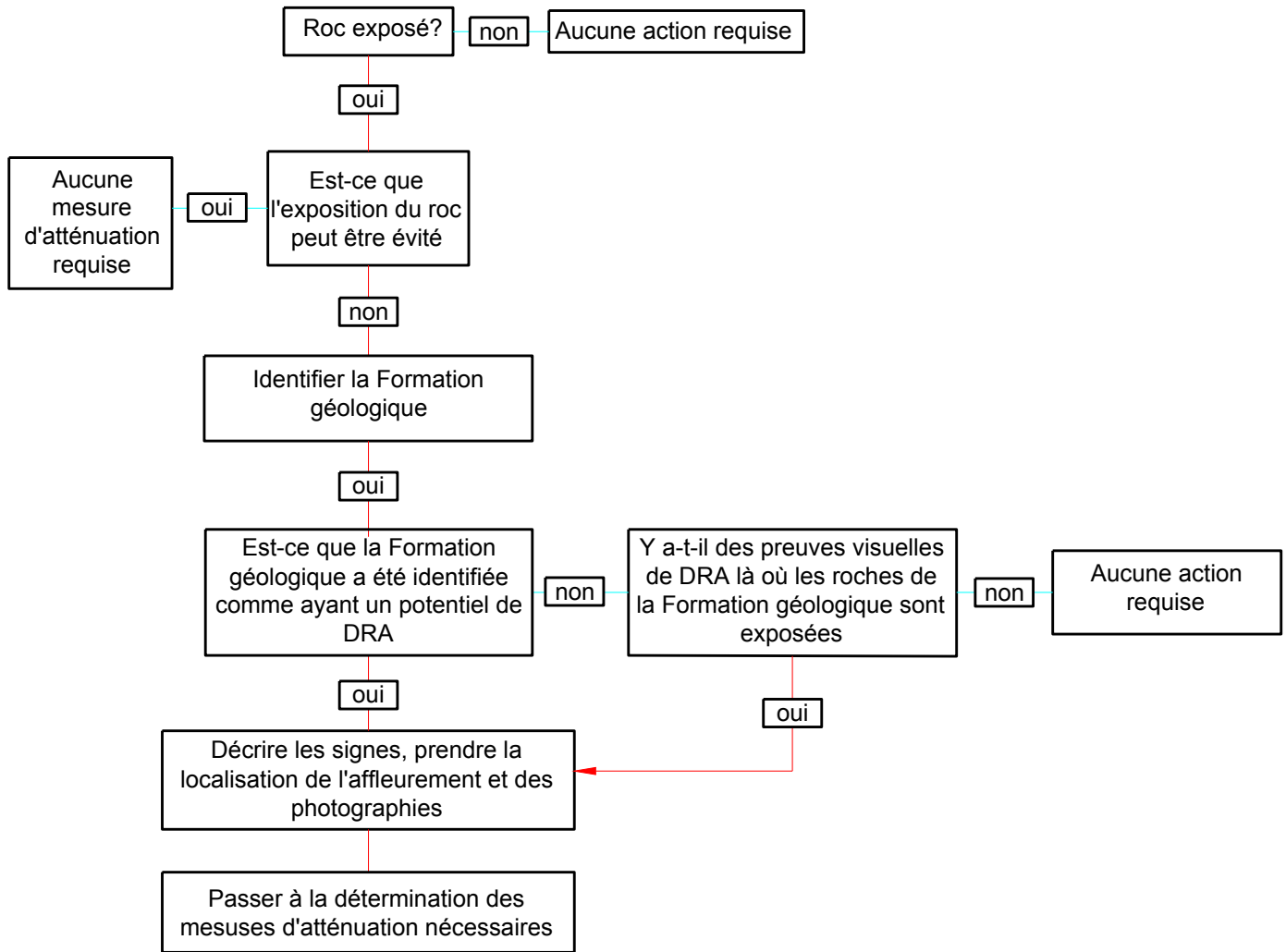
Le stockage de roche sous l'eau peut se faire soit en eau douce ou en eau de mer. Les emplacements en eau douce peuvent être naturels ou artificiels (c.-à-d. lacs profonds, zones humides artificielles, anciennes carrières ou anciennes fosses). Indépendamment de l'emplacement, la couverture aqueuse doit être permanente pour que cette stratégie d'atténuation demeure efficace au fil du temps. Si du roc PGA est exposé à n'importe quel moment, la production d'acide pourrait débuter et des impacts environnementaux négatifs causés par le lixiviat contaminé pourraient se produire.

De nombreuses exigences devront être rencontrées avant que tout matériau ne soit autorisé à être ennoyé. Certaines de ces exigences sont: la caractérisation détaillée du matériau, l'identification des couloirs de camionnage pour le transport du matériau et l'élaboration d'études en environnement et en ingénierie. La disposition dans l'océan est régie par la Loi canadienne sur la protection de l'environnement (1992) qui vise à prévenir la pollution marine. Si une élimination par ennoisement dans la mer est établie comme l'option d'atténuation la plus appropriée, TransCanada sera tenue de soumettre tous les éléments exigés pour l'obtention des permis avant de s'engager à utiliser cette option d'atténuation.

### 6.3.5 Fossés de dérivation des eaux

Des mesures de contrôle de l'eau de surface devraient être mises en œuvre pour toutes les stratégies d'atténuation. L'eau de surface doit être dirigée loin d'une zone de déblai ou d'empilement afin de minimiser l'interaction avec la roche contenant des sulfures. Un détournement des eaux de ruissellement peut inclure la construction de fossés de drainage permettant de diriger l'eau de surface loin de la roche et de diminuer l'infiltration dans l'empilement ou la paroi rocheuse.

## Évaluation du potentiel DRA



CLIENT  
"ENERGY EAST PIPELINE LIMITED PARTNERSHIP"

PROJET  
OLÉODUC ÉNERGIE EST – QUANTITÉ DE ROC ET ÉTUDE DES  
ROCHES ACIDES

CONSULTANT

AAAA-MM-JJ 2015-11-09

DESSINÉ ----

PROJETÉ BR

APPROUVÉ VJB

APPROUVÉ WC



TITRE

**DIAGRAMME DÉCISIONNEL D'IDENTIFICATION ET  
D'ATTÉNUATION DU DRAINAGE ROCHEUX ACIDE (DRA)**

N° PROJET  
1411679

PHASE  
00020

RÉV.  
0

FIGURE  
2

## 6.4 Suivi

Le suivi des mesures de contrôle choisies doit être mis en place à la fin de la construction afin de confirmer leur efficacité de contrôle du DRA. Il est entendu que la surveillance postconstruction sera incluse au plan de protection environnementale de TransCanada (PPE). Les étapes mentionnées ci-dessous constituent un aperçu des mesures que TransCanada pourrait prescrire dans leur PPE pour aider au suivi de tout matériau de DRA rencontré.

### 6.4.1 Inspections visuelles

Une inspection périodique devrait être effectuée relativement à toute zone où des mesures de contrôle ont été appliquées afin de vérifier que les stratégies mises en œuvre demeurent fonctionnelles. Les inspections devraient noter la végétation présente, si celle-ci est utilisée dans le cadre de la conception d'un recouvrement, la robustesse d'un recouvrement (c.-à-d. canaux d'érosion, déchirures), les infiltrations, les obstructions ou les blocages de l'écoulement de l'eau dans les fossés et/ou les drains, et/ou la coloration de l'eau.

### 6.4.2 Suivi de la qualité de l'eau

Des points d'échantillonnage désignés devraient être établis afin de capter l'eau souterraine, les exfiltrations et le ruissellement des zones d'atténuation du DRA. Celles-ci devraient être localisées comme suit:

- zone de référence en amont de la zone d'atténuation du DRA;
- autour de la zone d'atténuation du DRA; et
- en aval de la zone.

Des échantillons d'eau devraient être pris avant la mise en place de tout matériau, de façon à déterminer les conditions de référence, et après avoir complété les activités de remédiation au moment où les résultats de la qualité de l'eau peuvent être comparés aux conditions de référence.

La période de suivi devrait être évaluée selon une base spécifique à chaque site. Pour les emplacements, il est recommandé que l'échantillonnage de l'eau soit effectué sur une base trimestrielle au cours de la première année suivant la construction, ou en conformité avec le permis propre au site.

Pour les faces de coupe et les tranchées, la fréquence d'échantillonnage peut être modulée sur la base des conditions du site et la présence des eaux réceptrices ou l'eau potable. L'eau de référence provenant de l'amont devrait être échantillonnée selon une fréquence identique à celle des eaux issues des puits aval.

L'échantillonnage pourrait être terminé une fois que les niveaux d'eau et les concentrations de l'eau reviennent aux niveaux de référence ou retombent en dessous des critères en vigueur (provincial ou fédéral). Si des indications de DRA continuent à être observées, les mesures de contrôle et les besoins en suivi devraient être réévalués.

## 7.0 LIMITATIONS

Ce plan conceptuel de contrôle du DRA a été préparé pour l'usage exclusif de TransCanada Pipelines Limited. Le plan de contrôle, qui inclut spécifiquement tous les tableaux et les figures, est basé sur des données et des informations recueillies par Golder Associés Ltée. Ce plan est basé uniquement sur les conditions des propriétés au moment des travaux, complété par des informations et des données historiques obtenues par Golder, tel que décrit dans ce document.

Golder s'est appuyée de bonne foi sur toutes les informations fournies et n'accepte pas la responsabilité relative à toutes lacunes, déclarations inexactes, ou inexactitudes contenues dans le plan de contrôle du DRA découlant des omissions, d'erreurs d'interprétation ou d'actes frauduleux des personnes contactées ou des erreurs ou des omissions continues dans la documentation examinée.

Les services rendus, tels que décrits dans ce plan de contrôle du DRA, ont été fournis d'une manière compatible avec le niveau de soin et de compétence normalement apporté par d'autres membres oeuvrant dans les professions de l'ingénierie et des sciences, exerçant actuellement dans des conditions similaires et soumis à des limites de temps et des contraintes financières et physiques applicables aux services.

Toute utilisation de ce plan d'atténuation, faite par un tiers, toute dépendance envers ce plan ou toute décision devant être prise sur la base de ce plan, sont la responsabilité de ces tiers. Golder Associés Ltée décline toute responsabilité pour les dommages, le cas échéant, subis par des tiers découlant de décisions prises ou d'actions fondées sur ce plan d'atténuation.

Les constatations et les conclusions de ce plan de contrôle du DRA ne sont valables qu'à la date du présent plan d'atténuation. Si de nouvelles informations sont obtenues dans le cadre de futurs travaux, y compris des fouilles, des sondages ou d'autres études, Golder Associés Ltée devrait être invitée à réévaluer les conclusions de ce document et d'apporter des modifications au besoin.

## 8.0 MOT DE LA FIN

Sur demande, Golder est disponible pour fournir des plans d'ingénierie détaillés et des devis portant sur les mesures de contrôle choisies pour les sites.

Nous espérons que ce rapport rencontre vos besoins présents. N'hésitez pas à nous contacter pour toute question ou tout commentaire s'y rapportant.

## GOLDER ASSOCIÉS LTÉE



## 9.0 RÉFÉRENCES

- Blowes, D.W. et C.J. Ptacek, 1994. Acid-Neutralization Mechanisms in Inactive Mine tailings. Short Course Handbook on Environmental Geochemistry of Sulfide Mine Wastes, Waterloo Ontario, May 1994. Association minéralogique du Canada, éditeurs Jambor et Blowes. Pages 272 -292.
- Golder Associés Ltée. (Golder), 2014. Preliminary Desktop Screening Level Evaluation of the Potential for Acid Rock Drainage from Disturbed Bedrock Along the Pipeline Alignment in New Brunswick and Quebec, New Build, Energy East. 8 août, 2014.
- Golder Associés Ltée. (Golder), 2015. Geotechnical Report – Shallow Bedrock and ARD Investigation, Energy East New Build, New Brunswick. DRAFT. Septembre, 2015.
- NEDEM (2009). Prediction Manual for Drainage Chemistry from Sulphidic Geologic Materials. MEND Report 1.20.1. Neutralisation des eaux de drainage dans l'environnement minier, Ressources Naturelles Canada. Decembre 2009.

# ANNEXE A

## Classification du risque de drainage rocheux acide pour le roc affleurant le long du tracé proposé de l'oléoduc Energy East, au Nouveau-Brunswick

Annexe A: Classification du risque de potentiel de génération d'acide pour le roc affleurant le long du tracé proposé de l'oléoduc Energy East au Nouveau-Brunswick

Numéro de carte	Symbole	Groupe	Formation	Lithologie (source: NB E&M 2014)	Gisements associés (source: NB E&M 2002)	Classification du risque	Longueur de la formation rencontrée le long du tracé (km)	Justification de la classification du risque de DRA
NR 4	EO <sub>KB</sub>	Miramichi	Knights Brook	Grès gris verdâtre à gris foncé, en strates minces à moyennes, et schiste gris foncé à noir interlités.	Sulfures massifs contenant du cuivre, de l'argent et du plomb	Élevé	4,5	Présence de mines métallifères dans la région. Les schistes (shale) sont connus pour contenir des sulfures tandis que les grès procure peu de pouvoir tampon.
NR 4	O <sub>PBD</sub>	Tetagoche	Push and Be Damned	Strates moyennes à épaisses de wacke lithique transitionnant à du grès gris-foncé argilite silteuse à un shale; proportion mineure de conglomérat polymictique vert grisâtre et siltstone.	Sulfures massifs contenant du cuivre, de l'or, du plomb, du molybdène et du tungstène	Élevé	3,9	Présence de mines métallifères dans la région. Les plus importantes lithologies sont des shales et des mudstones. Proportion mineure des silstones carbonatés.
NR 6	Z <sub>SH</sub>	Coldbrook	Silver Hill	Tuf rhyolitique et rhyolite communément à rubanement de coulée, roses à rouges et gris. Les tufs sont généralement lithifiés et affichent localement des textures sphérolitiques bien développées. La formation est localement pyritifère et fortement clivée à mylonitique. Des quantités modestes de siltite feuilletée, de chert, de coulées mafiques et de tufs mafiques sont interstratifiées avec les roches felsiques.	n/a	Élevé	1,9	Contenu en sulfures connu dans cette Formation et les lithologies importantes procurent peu de pouvoir tampon.
NR 6	ES	Annindale	East Scotch Settlement	Siltite et schiste carbonneux gris foncé, vert foncé et noir, qui devient localement fortement pyritifère et qui renferme de rares nodules chertueux calcaires; tuf à lapilli lithobasaltique vert; basalte vésiculaire à massif et agglomérat mafique, localement associé à des serpentinites et à des roches possiblement ophiolitiques; wacke quartzifère gris pâle à gris verdâtre en strates minces, grès volcanoclastique et siltite. Des masses de plagiogranite entrecroisent ces roches par endroits. La formation est communément intensément déformée et une altération en carbonates, en silices, en chlorites et en fuchsites se superpose localement à l'assemblage métamorphique de faciès de schistes verts inférieurs.	Sulfures massifs contenant de l'or, de l'argent et du cuivre	Élevé	1,8	Présence de mines métallifères dans la région. Les lithologies les plus importantes sont des shales et des mudstones. Proportion mineure de lithologies calcaires.
NR 4 & 6	C <sub>MI</sub>	Pictou	Minto	Du grès de feldspath et de galet gris à brun rouge et par endroit marron, interstratifiés et à litage horizontal; conglomérat clastique polymictique composé d'éléments ronds et compacts (granulat à galets) de couleur gris à chamois, interstratifié et à litage horizontal; grès et siltite gris pâle à brun rouge, à lamination ondulée et parallèle et à grains fins; présence de mudstone et de schiste moins laminés; nodules mineurs de calcrète pédogénétique et minces filons de charbon.	n/a	Élevé	106,6	Les filons de charbon sont documentés comme générateurs d'acide. Les autres lithologies procurent peu de capacité tampon.
NR 6	C <sub>MA</sub>	Mabou	Non-défini	Conglomérat brun rougeâtre, de grès et de mudstone, accompagnés parfois de calcrète bien développée.	Sulfures massifs contenant de l'argent, de l'or et du plomb	Modéré	7,0	Présence de mines métallifères dans la région mais ces mines sont associées à des failles qui n'ont pas présentes sur le tracé de l'oléoduc. Présence d'unités calcaires.
NR 4	S <sub>CR</sub>	Kingsclear	Cross Creek	Schiste et siltite en strates minces à moyennes, brun rougeâtre et verts.	n/a	Modéré	7,5	Présence de shale. La capacité tampon des autres lithologies est inconnue.
NR 4	S <sub>HAB</sub>	Kingsclear	Hayes Brook	Wacke quartzueux, de grains fins à grossiers, en strates moyennes à épaisses, passant du gris au vert grisâtre, interstratifié de schiste gris foncé à noir.	n/a	Modéré	1,6	Présence de shale. La capacité tampon des autres lithologies est inconnue.
NR 4	S <sub>RR</sub>	Kingsclear	Taxis River	Wacke lithique de grains moyens à grossiers, en strates moyennes à épaisses, gris pâle à foncé, et conglomérat à galets interstratifiés avec du schiste gris pâle à foncé.	n/a	Modéré	1,6	Présence de shale. La capacité tampon des autres lithologies est inconnue.
NR 4	O <sub>HL</sub>	Tetagoche	Hayden Lake	Chert et mudstone ferromagnésifères rouges et verts, recouverts de schiste et de chert noirs, roches volcanomafiques localement disposées en coussins, gris foncé à vert grisâtre foncé; et quantité secondaire de roches volcanofelsiques aphanitiques à porphyro felsopathiques, gris pâle à gris verdâtre pâle.	n/a	Modéré	1,9	Présence de shale. La capacité tampon des autres lithologies est inconnue.
NR 6	C <sub>L</sub>	Cumberland	Lancaster	Grès quartzueux gris à gris verdâtre et de schiste gris foncé, gris verdâtre ou noir. Ailleurs, elle renferme en plus du grès à gros grains, un conglomérat à galets de quartz et une quantité restreinte de mudstone rouge et de grès à grains fins.	n/a	Modéré	3,9	Présence de shale. La capacité tampon des autres lithologies est inconnue.
NR 6	C <sub>BF</sub>	Horton	Bloomfield	Schiste et mudstone de couleur vert et brun rouge dans la partie inférieure de la section, recouverts de grès felsopathique rose à grains grossiers et de conglomérats granuleux, assorti d'une interstratification de conglomérats de galets en quantités moindres et d'un peu de mudstone dans la partie supérieure; des interstratifications de mudstone riches en matières organiques (bitumineux) et de carbonate nodulaire et oncolitique en faible quantité sont observées localement.	n/a	Modéré	0,6	Présence de shale. La capacité tampon des autres lithologies est inconnue.
NR 6	S <sub>SB</sub>	Mascarene	Grant Brook	Schiste et siltite ardoiseuse feuilletée en lamines minces et devenant massive, bordeaux rougeâtre à violet et vert pâle; de wacke lithique micacé de grains moyens à fins, en strates moyennes à épaisses; quantité modeste de conglomérat et de grès caillouteux.	n/a	Modéré	1,1	Présence de shale. La capacité tampon des autres lithologies est inconnue.
NR 4	S <sub>BU</sub>	Kingsclear	Burts Corner	Wacke lithique, de grains fins à moyens, en strates moyennes à épaisses, gris, interstratifié avec de la siltite renfermant localement des graptolites, laminée et gris foncé, ainsi qu'avec du schiste gris pâle à gris foncé.	n/a	Modéré	6,5	Présence de shale. La capacité tampon des autres lithologies est inconnue.
NR 1	N/A	Perham Group	Gounamitz Lake	La Formation de Gounamitz Lake est principalement constituée d'ardoise (siltite) et de grès interlités, et elle présente une diminution générale de la grosseur des grains et de l'épaisseur des strates vers le haut. La partie inférieure de l'unité est constituée de grès calcaireux à grains fins en strates moyennes à épaisses, de teinte gris pâle à gris verdâtre, intercalées de siltite calcaireuse en strates minces gris foncé, avec une légère quantité de calcilutite près de la base. La partie supérieure de la Formation de Gounamitz Lake est constituée de siltite et de grès en strates minces à moyennes, ainsi que de schiste rouge et vert en strates très minces.	n/a	Faible		Les lithologies importantes contiennent des minéraux ayant une capacité neutralisante et /ou contiennent peu ou pas de sulfures.
NR 10	C <sub>HRR</sub>	Mabou	Basalte de Hardwood Ridge	Basalte à olivine massif à amygdaloïde, gris violacé, localement accompagné de phénocristaux de plagioclase et de trachyandésite.	n/a	Faible		Les lithologies importantes contiennent des minéraux ayant une capacité neutralisante et /ou contiennent peu ou pas de sulfures.
NR 3	D <sub>CA</sub>	Tobique	Cameron Mtn.	Dans un ordre stratigraphique ascendant, la Formation de Cameron Mountain est constituée d'un membre conglomératique polymictique (conglomérat, grès et siltite), d'un membre felsique inférieur (roches pyroclastiques et effusives felsiques, quantité modeste de roches sédimentaires volcanoclastiques et coulées mafiques), d'un membre volcanomafique (basalte massif se transformant en coussins, quantité restreinte d'hyaloclastite, tuf mafique, roches volcanofelsiques et siltite calcaireuse) et d'un membre felsique supérieur (rhyolite massive à litée par écoulement magmatique ou autobréchifiée), et petite quantité de basalte en coussins, de grès à grains fins et de conglomérat).	n/a	Faible		Les lithologies importantes contiennent des minéraux ayant une capacité neutralisante et /ou contiennent peu ou pas de sulfures.
NR 3	D <sub>W</sub>	Tobique	Wapske	Dans la région type, la Formation de Wapske est principalement constituée de siltite et de grès quartzueux et lithique à grains fins, gris, interlités avec des roches volcanomafiques localement en coussins, et d'une quantité secondaire de roches volcanofelsiques et de conglomérat polymictique. L'abondance des lithologies varie du nord au sud. Les roches volcaniques sont massives à coussinées.	n/a	Faible		Les lithologies importantes contiennent des minéraux ayant une capacité neutralisante et /ou contiennent peu ou pas de sulfures.
NR 3	O <sub>PA</sub>	Matapedia	Pabos	Siltite calcaireuse gris verdâtre foncé, en strates minces, avec minces lamines de grès, interstratifiée avec de minces couches de mudstone de carbonate gris et une quantité restreinte de grès à grains fins.	n/a	Faible		Les lithologies importantes contiennent des minéraux ayant une capacité neutralisante et /ou contiennent peu ou pas de sulfures.
NR 3	O <sub>BO</sub>	Grog Brook	Boland Brook	Mudstone non calcaireux en strates minces, gris verdâtre foncé, de siltite et de grès à grains fins, dont les proportions varient considérablement.	n/a	Faible		Les lithologies importantes contiennent des minéraux ayant une capacité neutralisante et /ou contiennent peu ou pas de sulfures.
NR 3	D <sub>TC</sub>	Fortin	Temiscouata	Siltite (ardoise) non calcaireuse, en strates minces à feuilletées, gris foncé, et quantité modeste de grès micacé légèrement calcaireux, à grains fins, et de conglomérat polymictique. Il y a également un membre calcaireux sans nom constitué de siltite calcaire fortement calcaireuse, micacée, gris foncé, interlitée avec du grès en strates minces, à grains fins, fortement calcaireux, gris foncé.	n/a	Faible		Les lithologies importantes contiennent des minéraux ayant une capacité neutralisante et /ou contiennent peu ou pas de sulfures.
NR 3	SD <sub>TR</sub>	Fortin	Tracy Brook	Grès de grains fins à moyens, légèrement calcaireux, gris moyen à gris verdâtre, en strates minces à épaisses, interlités avec du schiste et de la siltite gris foncé à vert foncé, faiblement calcaireux, ainsi qu'une petite quantité de calcilutite et de schiste rouge.	n/a	Faible		Les lithologies importantes contiennent des minéraux ayant une capacité neutralisante et /ou contiennent peu ou pas de sulfures.
NR 3	N/A	Formation de White Head	Matapedia Group	La Formation de White Head se subdivise en quatre membres à l'intérieur de la Gaspésie. Ceux-ci comprennent, dans un ordre ascendant : le membre Birmingham – calcaire sableux et mudstone de carbonate gris, en strates minces; le membre de la côte de la Surprise – mudstone vert foncé légèrement calcaireux, comportant quelques strates minces à moyennes de quartzarénite de grains fins à moyens; le membre L'Irlande – mudstone de carbonate gris, en strates moyennes, comportant quelques interlits minces de grès bioclastique et de mudstone calcaireux brun; le membre Des Jean – schiste calcaireux et calcaire argileux gris, en strates minces, accompagnés de quelques strates lenticulaires de conglomérat sableux. Au Nouveau Brunswick, les principaux lithotypes ressemblent à ceux présents dans les membres Birmingham et L'Irlande du secteur type, mais aucune subdivision de ce genre n'a été tentée à l'extérieur du Québec. On décrit généralement les roches en tant que calcaire argileux (calcilutite) à grains très fins, massif à abondamment feuilleté, gris foncé à gris bleuâtre, et schiste calcaireux régulièrement interlités. Des sections locales de roches principalement non carbonatées pourraient constituer un équivalent du membre de la côte de la Surprise, même si l'absence de contrôle sur la position stratigraphique empêche une corrélation exacte; évoquons par exemple le membre d'ardoise médian dans le secteur de Siegas, une unité cartographiable de grès et de schiste calcaireux dans le secteur du ruisseau Five Fingers ruisseau Oxford, ainsi qu'une section de 400 mètres de siltite calcaireuse et de schiste non calcaireux sur la lèvre orientale de la faille du ruisseau McKenzie, dans le secteur du réservoir Sisson Branch, et l'argilite officiellement appelée argilite de New Denmark, à l'est de Grand Sault.	n/a	Faible	260,9	Les lithologies importantes contiennent des minéraux ayant une capacité neutralisante et /ou contiennent peu ou pas de sulfures.
NR 4	C <sub>HRR</sub>	Mabou	Basalte de Hardwood Ridge	Basalte à olivine massif à amygdaloïde, gris violacé, localement accompagné de phénocristaux de plagioclase et de trachyandésite.	n/a	Faible		Les lithologies importantes contiennent des minéraux ayant une capacité neutralisante et /ou contiennent peu ou pas de sulfures.

## Annexe A: Classification du risque de potentiel de génération d'acide pour le roc affleurant le long du tracé proposé de l'oléoduc Energy East au Nouveau-Brunswick

Numéro de carte	Symbole	Groupe	Formation	Lithologie (source: NB E&M 2014)	Gisements associés (source: NB E&M 2002)	Classification du risque	Longueur de la formation rencontrée le long du tracé (km)	Justification de la classification du risque de DRA
NR 4	C <sub>2N</sub>	Mabou	Shin	Séquence à granulométrie croissante vers le haut de conglomérat à galets passant à des blocs, bordeaux à brun rougeâtre et vert par endroits, ainsi que de grès communément caillouteux et de mudstone et siltite brun rouge. Le vernis du désert et la calcite pédogénique dans les strates à gros grains et les nodules de caliche ou les zones de calcrite dans les strates à grains fins sont répandus. Une unité de basalte porphyrique à olivine et de plagioclase à structures prismées gris foncé et une quantité restreinte de basalte massif sont localement présents près de la base de l'unité.	n/a	Faible		Les lithologies importantes contiennent des minéraux ayant une capacité neutralisante et /ou contiennent peu ou pas de sulfures.
NR 4	O <sub>TU</sub>	Tetagouche	Turnbull Mtn	conglomérat à galets de quartzite vert grisâtre, massif, représentant des coulées de débris ayant fait l'objet d'une resédimentation ou siltite calcareuse gris pâle, intercalée avec de minces couches lenticulaires de tuf felsique gris moyen.	n/a	Faible		Les lithologies importantes contiennent des minéraux ayant une capacité neutralisante et /ou contiennent peu ou pas de sulfures.
NR 4	D <sub>NW</sub>	14-18	Granite de Nashwaak	Granite à biotite, isogranulaire à sérié, à grains moyens, gris pâle à rose pâle, se transformant progressivement vers le nord en granite à muscovite biotite.	n/a	Faible		Les lithologies importantes contiennent des minéraux ayant une capacité neutralisante et /ou contiennent peu ou pas de sulfures.
NR 4	O <sub>MK</sub>		Granite de McKiel Lake	Granite à biotite feldspathique oeilé, schisteux, isogranulaire à mégacrystallin, de grains moyens à grossiers, gris à rose; quantité modeste de granite à biotite muscovite isogranulaire, de grains fins à moyens, métaporphyre granitique, ainsi que lentilles fusiformes et filons de pegmatite. Le granite est mylonitique dans les environs des failles importantes.	n/a	Faible		Les lithologies importantes contiennent des minéraux ayant une capacité neutralisante et /ou contiennent peu ou pas de sulfures.
NR 4	S <sub>BOG</sub>		Granodiorite de Bogan Brook	Granodiorite à biotite et à hornblende biotite isogranulaire, à grains moyens, gris pâle renfermant des xénolites et des enclaves d'amphibolite et de paragneiss migmatisé.	n/a	Faible		Les lithologies importantes contiennent des minéraux ayant une capacité neutralisante et /ou contiennent peu ou pas de sulfures.
NR 4	D <sub>JB</sub>		Granite de Juniper Barren	Granite à biotite isogranulaire à subporphyrique, de grains moyens à grossiers, gris pâle à rose pâle, et quantité secondaire de granite biotitifère et muscovitifère, d'aplite grenatifère et de pegmatite.	n/a	Faible		Les lithologies importantes contiennent des minéraux ayant une capacité neutralisante et /ou contiennent peu ou pas de sulfures.
NR 4	D <sub>W</sub>	Tobique	Wapske	Dans la région type, la Formation de Wapske est principalement constituée de siltite et de grès quartziteux et lithique à grains fins, gris, interité avec des roches volcanomafiques localement en coussins, et d'une quantité secondaire de roches volcanofelsiques et de conglomérat polymictique. L'abondance des lithologies varie du nord au sud. Les roches volcaniques sont massives à coussinées.	n/a	Faible		Les lithologies importantes contiennent des minéraux ayant une capacité neutralisante et /ou contiennent peu ou pas de sulfures.
NR 4	D <sub>CG</sub>	Tobique	Costigan Mtn.	Tuf de coulées pyroclastiques rhyolitique, rose à rouge, gris, vert et violet; de tuf à lapilli; de brèche volcanique; de porphyre quartzo feldspathique; et de rhyolite à rubanement de coulée rouge à violette, interité d'ardoise grise, de siltite quartziteuse et de grès, de roches volcanomafiques et d'une quantité restreinte de conglomérat polymictique.	n/a	Faible		Les lithologies importantes contiennent des minéraux ayant une capacité neutralisante et /ou contiennent peu ou pas de sulfures.
NR 4	D		Roches intrusives mafiques et felsiques sans nom	Roches intrusives mafiques et felsiques.	n/a	Faible		Les lithologies importantes contiennent des minéraux ayant une capacité neutralisante et /ou contiennent peu ou pas de sulfures.
NR 4	C <sub>AR</sub>	Mabou	Arthurette	La Formation d'Arthurette se subdivise en deux membres sans nom. Le membre le plus bas est constitué de grès rouge, de conglomérat polymictique rouge et de mudstone rouge. Au nord est, le grès et le conglomérat prédominent; au sud ouest, le mudstone est abondant. Le membre supérieur est constitué d'un conglomérat à galets de quartz calcaire, charmois à gris pâle, et de grès quartziteux calcaire.	n/a	Faible		Les lithologies importantes contiennent des minéraux ayant une capacité neutralisante et /ou contiennent peu ou pas de sulfures.
NR 4	D <sub>CA</sub>	Tobique	Cameron Mtn.	Dans un ordre stratigraphique ascendant, la Formation de Cameron Mountain est constituée d'un membre conglomératique polymictique (conglomérat, grès et siltite), d'un membre felsique inférieur (roches pyroclastiques et effusives felsiques, quantité modeste de roches sédimentaires volcanoclastiques et coulées mafiques), d'un membre volcanomafique (basalte massif se transformant en coussins, quantité restreinte d'hyaloclastite, tuf mafique, roches volcanofelsiques et siltite calcareuse) et d'un membre felsique supérieur (rhyolite massive à litée par écoulement magmatique ou autobréchillée), et petite quantité de basalte en coussins, de grès à grains fins et de conglomérat).	n/a	Faible		Les lithologies importantes contiennent des minéraux ayant une capacité neutralisante et /ou contiennent peu ou pas de sulfures.
NR 4	N/A	Roches intrusives	Gabbro de Becaguimec Lake	Gabbro ophitique de grains moyens à grossiers, vert grisâtre foncé. La troctolite est abondante dans la partie méridionale. De petits massifs intrusifs, des dykes de granite à amphibole biotite porphyrique et des dykes de diabase pénètrent le gabbro.	n/a	Faible		Les lithologies importantes contiennent des minéraux ayant une capacité neutralisante et /ou contiennent peu ou pas de sulfures.
NR 4	N/A	Cortège métamorphique de Trousers Lake	Cortège métamorphique de Trousers Lake (présence de sillimanite)	Psammite et pélite gneissique à migmatite gris foncé (paragneiss) interstratifiés avec de l'amphibolite massive à schisteuse vert grisâtre foncé et du gneiss oeilé (orthognèse) felsique à grains fins, passant du gris pâle au rose.	n/a	Faible		Les lithologies importantes contiennent des minéraux ayant une capacité neutralisante et /ou contiennent peu ou pas de sulfures.
NR 6	S <sub>HB</sub>	Mascarene	Henderson Brook	Conglomérat polymictique gris rosé renfermant des galets de roches volcanofelsiques, du microgranite, du quartz laiteux et des roches sédimentaires; grès lithique à feldspathique, communément fossilifère, de grains fins à grossiers, en strates moyennes à épaisses, gris pâle à moyen; et schiste et siltite feuilletés gris moyen à foncé.	n/a	Faible		Les lithologies importantes contiennent des minéraux ayant une capacité neutralisante et /ou contiennent peu ou pas de sulfures.
NR 6	S <sub>ST</sub>	Silurien	Gabbro de Stewarton	Gabbro ophitique à grains moyens, principalement gris foncé, à gris verdâtre, de gabbro anorthositique, de norite, de troctolite, de gabbro diabasique et de microdiorite quartziteuse avec quantité limitée de gabbro anorthositique pegmatitique.	n/a	Faible		Les lithologies importantes contiennent des minéraux ayant une capacité neutralisante et /ou contiennent peu ou pas de sulfures.
NR 6	€ <sub>LB</sub>	Annindale	Lawson Brook	Rhyolite à rubanement de coulée, d'hyaloclastite rhyolitique, de dômes de rhyolite légèrement porphyrique noire et d'une quantité secondaire de microgranite, de tuf felsique phylliteux bordeaux, gris et vert, de siltite, de grès tufacé à grains très fins et d'ardoise gris pâle.	n/a	Faible		Les lithologies importantes contiennent des minéraux ayant une capacité neutralisante et /ou contiennent peu ou pas de sulfures.
NR 6	D <sub>CMC</sub>	Horton	Memramcook	Conglomérat polygénique rouge, de gris rouge à vert gris, en couche épaisse et lithologie intégrale de grès feldspathique à lithique, à grains grossiers à fins, interstratifiés avec de la siltite micacée rouge brun à vert gris, ainsi que du mudstone.	n/a	Faible		Les lithologies importantes contiennent des minéraux ayant une capacité neutralisante et /ou contiennent peu ou pas de sulfures.
NR 6	C <sub>BL</sub>	Cumberland	Balls Lake	En règle générale, la séquence de cônes alluviaux est composée d'un conglomérat polymictique de galets de quartz, autant mal classé que bien classé, de couleur charmois à brun rougeâtre, ainsi que de grès de couleur rose à brun rougeâtre, de schiste et de siltite.	n/a	Faible		Les lithologies importantes contiennent des minéraux ayant une capacité neutralisante et /ou contiennent peu ou pas de sulfures.
NR 6	Z <sub>CE</sub>	Coldbrook	Cedar Camp Brook	Chert et de la siltite siliceuse passant du noir au gris et au vert, nettement laminée et météorisée gris pâle à brun pâle. Elle comprend également un conglomérat tufacé, du tuf à lapilli noir et de la dacite noire.	n/a	Faible		Les lithologies importantes contiennent des minéraux ayant une capacité neutralisante et /ou contiennent peu ou pas de sulfures.
NR 6	Z <sub>FB</sub>	Coldbrook	Fletcher Brook	Tuf à lapilli dacitique gris foncé, coulées dacitiques gris brunâtre foncé à gris et petite quantité de tuf à lapilli lithobasaltique et de coulées basaltiques amygdaloïdes.	n/a	Faible		Les lithologies importantes contiennent des minéraux ayant une capacité neutralisante et /ou contiennent peu ou pas de sulfures.
NR 6	Z <sub>SY</sub>	Coldbrook	Seely Beach	Grès micacé rouge et gris par endroits, de conglomérat rouge, de conglomérat à galets de quartzite, de siltite tufacée rouge et, localement, d'ardoise grise et rouge et de quartzarénite rouge, micacée.	n/a	Faible		Les lithologies importantes contiennent des minéraux ayant une capacité neutralisante et /ou contiennent peu ou pas de sulfures.
NR 6	Z <sub>BU</sub>	Coldbrook	Burley Lake	Coulées basaltiques amygdaloïdes interitées avec de la rhyolite, du tuf à lapilli et un conglomérat rouge basaltique, de la brèche, du grès et de la siltite. L'hématite est abondante par endroits et confère une teinte rougeâtre aux roches volcaniques.	n/a	Faible		Les lithologies importantes contiennent des minéraux ayant une capacité neutralisante et /ou contiennent peu ou pas de sulfures.
NR 6	Z <sub>BN</sub>	Coldbrook	Ben Lomond	Tuf à lapilli lithique volcanogène gris à noir et rose à orange ou conglomérat tufacé généralement accompagné de lapilli dacitique à rhyolitique, subangulaire à subsphérique.	n/a	Faible		Les lithologies importantes contiennent des minéraux ayant une capacité neutralisante et /ou contiennent peu ou pas de sulfures.
NR 6	C <sub>WM</sub>	Mabou	Wanamaker	Grès et conglomérat polymictique, peu trié, brun rougeâtre.	n/a	Faible		Les lithologies importantes contiennent des minéraux ayant une capacité neutralisante et /ou contiennent peu ou pas de sulfures.
NR 6	C <sub>K</sub>	Horton	Kennebecasis	Conglomérat brun rougeâtre, grès, quantité minime de mudstone.	n/a	Faible		Les lithologies importantes contiennent des minéraux ayant une capacité neutralisante et /ou contiennent peu ou pas de sulfures.
NR 6	S <sub>RM</sub>	Kingston	Raymond Mtn.	Tuf à lapilli, cristal lithique et basaltique à litho andésitique gris foncé pénétré par une quantité restreinte de nappes mafiques (amphibolite).	n/a	Faible		Les lithologies importantes contiennent des minéraux ayant une capacité neutralisante et /ou contiennent peu ou pas de sulfures.
NR 6	S <sub>B</sub>	Kingston	Bayswater	Tuf à lapilli dacitique, devenant litho-rhyolitique à cristal-lithique, principalement gris pâle à charmois ou brun rougeâtre, renfermant communément des clastes de rhyolite et de feldspath roses et roses et une abondance de feuilles d'amphibolite.	n/a	Faible		Les lithologies importantes contiennent des minéraux ayant une capacité neutralisante et /ou contiennent peu ou pas de sulfures.
NR 6	C <sub>RB</sub>	Sussex	Ridge Brook	Granulat à galets de conglomérat brun rouge polygéniques, interstratifiés avec du grès lithique à grains moyens à grossiers, en quantité moindre.	n/a	Faible		Les lithologies importantes contiennent des minéraux ayant une capacité neutralisante et /ou contiennent peu ou pas de sulfures.
NR 6	S <sub>LR</sub>	Mascarene	Long Reach	Elle comporte principalement des coulées basaltiques vert grisâtre à vertes, localement accompagnées de sommets oxydés brun rougeâtre, du tuf cristallin, du lapilli basaltique, de la brèche, du tuf et de l'hyaloclastite basaltiques, de la siltite et du grès à grains fins gris foncé à vert et, en quantité modeste, violet, du tuf à lapilli lithorhyolitique, de la rhyolite porphyro quartzo feldspathique et une quantité restreinte de schiste noir et de calcaire gris.	n/a	Faible		Les lithologies importantes contiennent des minéraux ayant une capacité neutralisante et /ou contiennent peu ou pas de sulfures.
NR 6	S	Silurien	Roches intrusives mafiques et felsiques sans nom	Roches intrusives mafiques et felsiques.	n/a	Faible		Les lithologies importantes contiennent des minéraux ayant une capacité neutralisante et /ou contiennent peu ou pas de sulfures.
NR 6	€	Cambrien	Roches intrusives mafiques et felsiques intrusives sans nom	Roches intrusives mafiques et felsiques.	n/a	Faible		Les lithologies importantes contiennent des minéraux ayant une capacité neutralisante et /ou contiennent peu ou pas de sulfures.
			Eau	Traverses de rivières/cours d'eau.	n/a	n/a	1,1	

# ANNEXE B

## Information sur les échantillons provenant des affleurements

Numéro de l'échantillon	Localisation de l'échantillon		DÉTAILS DE LA FORMATION (Source: Département des Ressources naturelles du Nouveau-Brunswick)				TYPE DE ROCHE ET DESCRIPTION DE L'ÉCHANTILLON			POTENTIEL DE GÉNÉRATION D'ACIDE PAR FORMATION		
			Formation	Groupe	Âge	Description de la formation (tirée de NB E&M, 2014)	Type de roche de l'échantillon	Description de l'échantillon	Commentaires	Gisements associés	Classification du risque	Justification de la classification du risque de PGA
OC1	BH14-45	n/a	Balls Lake	Mabou	Carbonifère	En règle générale, la séquence de cônes alluviaux est composée d'un conglomérat polymictique de galets de quartz, autant mal classé que bien classé, de couleur chamois à brun rougeâtre, ainsi que de grès de couleur rose à brun rougeâtre, de schiste et de siltite.	siltite	siltite pourpre à grains fins bien étalés, pas de sulfure visible		n/a	Faible	Les lithologies importantes contiennent des minéraux ayant une capacité neutralisante et /ou contiennent peu ou pas de sulfures .
OC2	BH14-45	n/a					grès	grès à grains fins à moyens, gris, pas de sulfure visible	Pas soumis au laboratoire pour analyse. Échantillon similaire à OC1 mais à grains plus grossier et moins pourpre. Échantillons très durs, ne peut pas être brisé avec un marteau.			
OC3	BH14-44	n/a					conglomérat	conglomérat, rouge gris, pas de sulfure visible, claste jusqu'à 5 cm, hématitisé, chloritisé	Matrice similiaie à OC1			
OC4	BH14-43	n/a	Fletcher Brook	Coldbrook	Néoprotérozoïque	Tuf à lapilli dacitique gris foncé, coulées dacitiques gris brunâtre foncé à gris et petite quantité de tuf à lapilli lithobasaltique et de coulées basaltiques amygdaloïdes.	volcanique mafique	gris à gris foncé, grains fins. Basalte		n/a	Faible	Les lithologies importantes contiennent des minéraux ayant une capacité neutralisante et /ou contiennent peu ou pas de sulfures .
OC5	BH14-43	n/a					volcanique mafique	basalte, vert gris, grains fins à moyens, pas de sulfure visible	Similaire à OC4, plus vert et dur (difficile à briser)			
OC6	2-3 km au sud du BH14-42	n/a	Cedar Camp Brook	Coldbrook	Néoprotérozoïque	Chert et de la siltite siliceuse passant du noir au gris et au vert, nettement laminée et météorisée gris pâle à brun pâle. Elle comprend également un conglomérat tufacé, du tuf à lapilli noir et de la dacite noire.	dacite	grains fins gris foncé, rouille, dacite noire		n/a	Faible	Les lithologies importantes contiennent des minéraux ayant une capacité neutralisante et /ou contiennent peu ou pas de sulfures .
OC7	BH14-42	n/a	Silver Hill	Coldbrook	Néoprotérozoïque	Tuf rhyolitique et rhyolite communément à rubanement de coulée, roses à rouges et gris. Les tufs sont généralement lithifiés et affichent localement des textures sphérolitiques bien développées. La formation est localement pyritifère et fortement clivée à mylonitique. Des quantités modestes de siltite feuilletée, de chert, de coulées mafiques et de tufs mafiques sont interstratifiées avec les roches felsiques.	rhyolite	rhyolite altérée - altération élevée et rose, surface fraîche passe du gris, au pourpre, au vert		n/a	Élevé	Contenu en sulfures connu dans cette Formation et les lithologies importantes procurent peu de neutralisation.
OC8	BH14-13	N:46,76918/ O:67,38487	Wapske	Tobique	Dévonien	Dans la région type, la Formation de Wapske est principalement constituée de siltite et de grès quartzeux et lithique à grains fins, gris, interlité avec des roches volcanomafiques localement en coussins, et d'une quantité secondaire de roches volcanofelsiques et de conglomérat polymictique. L'abondance des lithologies varie du nord au sud. Les roches volcaniques sont massives à coussinées.	volcanique mafique	gris, cristalline, grains grossiers, sulfures visibles, quelques taches de rouilles	basalte to basalte andesitique	n/a	Faible	Les lithologies importantes contiennent des minéraux ayant une capacité neutralisante et /ou contiennent peu ou pas de sulfures .
OC9	BH14-13	N:46,76888/ O:67,384474					volcanique mafique	gris, cristalline, grains fins à moyens, sulfures visibles, quelques taches de rouilles	Similaire à OC8 mais à grain plus fin et sans tache de rouille			
OC10	PK 21 (N-E d'Edmunston)	N:47,53311/ O:68,13473	Boland Brook	Grog Brook		Mudstone non calcaireux en strates minces, gris verdâtre foncé, de siltite et de grès à grains fins, dont les proportions varient considérablement.	shale	strates minces, grandement fissile		n/a	Faible	Les lithologies importantes contiennent des minéraux ayant une capacité neutralisante et /ou contiennent peu ou pas de sulfures .
OC11	PK 111	N:46,96536/ O:67,48013	Cameron Mtn.	Tobique	Dévonien	Dans un ordre stratigraphique ascendant, la Formation de Cameron Mountain est constituée d'un membre conglomératique polymictique (conglomérat, grès et siltite), d'un membre felsique inférieur (roches pyroclastiques et effusives felsiques, quantité modeste de roches sédimentaires volcanoclastiques et coulées mafiques), d'un membre volcanomafique (basalte massif se transformant en coussins, quantité restreinte d'hyaloclastite, tuf mafique, roches volcanofelsiques et siltite calcaireuse) et d'un membre felsique supérieur (rhyolite massive à litée par écoulement magmatique ou autobréchifiée), et petite quantité de basalte en coussins, de grès à grains fins et de conglomérat).	membre felsique	rose à gris, grains fins à moyens, modérément altéré et quelques taches de rouilles		n/a	Faible	Les lithologies importantes contiennent des minéraux ayant une capacité neutralisante et /ou contiennent peu ou pas de sulfures .
OC12	PK 171	N:46,50819/ O:67,18374	Granodiorite de Bogan Brook	Intrusive	Silurien	Granodiorite à biotite et à hornblende biotite isogranulaire, à grains moyens, gris pâle renfermant des xénolites et des enclaves d'amphibolite et de paragneiss migmatisé.	granodiorite	grains fins à moyens		n/a	Faible	Les lithologies importantes contiennent des minéraux ayant une capacité neutralisante et /ou contiennent peu ou pas de sulfures .
OC13	PK 171	N:46,50817/ O:67,17391					granodiorite	grains moyens à grossiers	Grains plus grossier que OC12			
OC14	BH14-41	N:45,37628/ O:65,69714	Burley Lake	Coldbrook	Néoprotérozoïque	Coulées basaltiques amygdaloïdes interlitées avec de la rhyolite, du tuf à lapilli et un conglomérat rouge basaltiques, de la brèche, du grès et de la siltite. L'hématite est abondante par endroits et confère une teinte rougeâtre aux roches volcaniques.	volcanique mafique	rougeâtre, grains fins, altérée		n/a	Faible	Les lithologies importantes contiennent des minéraux ayant une capacité neutralisante et /ou contiennent peu ou pas de sulfures .
OC15	BH14-41	N:45,37690/ O:65,69907					volcanique mafique	gris foncé à légèrement vert	Roche plus fraîche (moins altérée) que OC14			

# ANNEXE C

## Résultats des tests du potentiel de génération d'acide

Nom d'échantillon	Type de roche	Formation/ Groupe géologique	Localisation	Type d'échantillon	pH de la pâte	Carbone (total)	Carbonate	CO <sub>3</sub> -NP	Soufre (total)	Sulfate	Sulfure	PN	PA	PN net	RPN	PGA
						% C		t CaCO <sub>3</sub> /1000 t	%	%	%	t CaCO <sub>3</sub> /1000t				
OC 1	siltite	Balls Lake	BH14-45	Affleurement	9.2	0.48	0.38	32	< 0.005	< 0.01	< 0.01	43	0.31	42	138	non PGA
OC 3	conglomérat	Balls Lake	BH14-44	Affleurement	8.9	1.0	0.90	75	< 0.005	< 0.01	< 0.01	87	0.31	86	278	non PGA
OC 4	volcanique mafique	Fletcher Brook	BH14-43	Affleurement	9.2	0.30	0.24	20	< 0.005	< 0.01	< 0.01	33	0.31	33	106	non PGA
OC 5	volcanique mafique	Fletcher Brook	BH14-43	Affleurement	9.2	0.061	0.035	2.9	< 0.005	< 0.01	< 0.01	11	0.31	11	35	non PGA
OC 6	dacite	Cedar Camp Brook	2-3 km au sud du BH14- 42	Affleurement	9.9	0.019	0.0050	0.42	0.030	0.020	0.010	8.0	0.31	7.7	26	non PGA
OC 7	rhyolite	Silver Hill	BH14-42	Affleurement	9.9	0.060	0.008	0.67	< 0.005	< 0.01	< 0.01	9.9	0.31	9.6	32	non PGA
OC-8	volcanique mafique	Wapske	BH14-13	Affleurement	9.1	1.4	1.3	111	0.043	0.020	0.020	122	0.63	122	195	non PGA
OC-9	volcanique mafique	Wapske	BH14-13	Affleurement	9.2	1.1	0.78	65	0.026	0.020	0.010	73	0.31	73	234	non PGA
OC-10	schiste	Boland Brook	PK 21 (N-E d' Edmunston)	Affleurement	5.7	0.58	0.012	1.0	< 0.005	< 0.01	< 0.01	2.8	0.31	2.5	9.0	non PGA
OC-11	membre felsique	Cameron Mtn.	PK 111	Affleurement	7.7	0.065	0.0080	0.67	< 0.005	< 0.01	< 0.01	3.7	0.31	3.4	12	non PGA
OC-12	granodiorite	Granodiorite de Bogan Brook	PK 171	Affleurement	6.4	0.17	0.0050	0.42	< 0.005	< 0.01	< 0.01	2.8	0.31	2.5	9.0	non PGA
OC-13	granodiorite	Granodiorite de Bogan Brook	PK 171	Affleurement	7.8	0.062	0.0050	0.42	< 0.005	< 0.01	< 0.01	4.6	0.31	4.3	15	non PGA
OC-14	volcanique mafique	Burley Lake	BH14-41	Affleurement	6.4	0.50	0.030	2.5	< 0.005	< 0.01	< 0.01	12	0.31	11	38	non PGA
OC-15	volcanique mafique	Burley Lake	BH14-41	Affleurement	8.6	0.31	0.25	21	< 0.005	< 0.01	< 0.01	30	0.31	29	96	non PGA



# ANNEXE D

## Certificats de laboratoire

**SGS Canada Inc.**

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.  
 Lakefield - Ontario - K0L 2H0  
 Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

29-July-2015

**Golder Associates Limited**

Attn : Albert Stoffers

1931 Robertson Rd  
 Ottawa, ON  
 K2H 5B7,

Phone: 613-592-9600  
 Fax:613-592-9601

**Date Rec. :** 17 July 2015  
**LR Report:** CA15315-JUL15  
**Reference:** 1411679

**Copy:** #1

# CERTIFICATE OF ANALYSIS

## Final Report

Analysis	3: Analysis Approval Date	4: Analysis Approval Time	5: OC 1	6: OC 3	7: OC 4	8: OC 5	9: OC 7	10: OC 6
Sample Date & Time			15-Jul-15	15-Jul-15	15-Jul-15	15-Jul-15	15-Jul-15	15-Jul-15
Paste pH	29-Jul-15	09:27	9.17	8.93	9.23	9.17	9.91	9.89
Fizz Rate [---]	29-Jul-15	09:27	3	3	3	1	1	1
Sample weight [g]	29-Jul-15	09:27	1.95	2.06	1.99	2.03	2.01	2.03
HCl Added [mL]	29-Jul-15	09:27	30.80	59.20	30.30	20.00	20.00	20.00
HCl [Normality]	29-Jul-15	09:27	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
NaOH [Normality]	29-Jul-15	09:27	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
NaOH to [pH=8.3 mL]	29-Jul-15	09:27	14.15	23.47	17.10	15.63	16.02	16.76
Final pH	29-Jul-15	09:27	1.68	1.62	1.88	1.37	1.66	1.54
NP [t CaCO3/1000 t]	29-Jul-15	09:27	43	87	33	11	9.9	8.0
AP [t CaCO3/1000 t]	---	---	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31
Net NP [t CaCO3/1000 t]	---	---	42.4	86.4	32.9	10.5	9.59	7.69
NP/AP [ratio]	---	---	138	280	107	34.8	31.9	25.6
Sulphur (total) [%]	28-Jul-15	13:26	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	0.030
Acid Leachable SO4-S [%]	---	---	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.02
Sulphide [%]	28-Jul-15	13:26	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.01
Carbon (total) [%]	28-Jul-15	13:23	0.479	1.04	0.296	0.061	0.060	0.019
Carbonate [%]	28-Jul-15	13:23	1.92	4.49	1.19	0.175	0.040	< 0.025

**Brian Graham B.Sc.**  
 Project Specialist  
 Environmental Services, Analytical

**SGS Canada Inc.**

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.  
 Lakefield - Ontario - KOL 2H0  
 Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

05-August-2015

**Golder Associates Limited**

Attn : Albert Stoffers

1931 Robertson Rd  
 Ottawa, ON  
 K2H 5B7,

Phone: 613-592-9600  
 Fax:613-592-9601

**Date Rec. :** 28 July 2015  
**LR Report:** CA15489-JUL15  
**Reference:** 1411679

**Copy:** #1

# CERTIFICATE OF ANALYSIS

## Final Report

Analysis	3: Analysis Approval Date	4: Analysis Approval Time	5: OC-8	6: OC-9	7: OC-10	8: OC-11	9: OC-12	10: OC-13	11: OC-14	12: OC-15
Sample Date & Time			N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Paste pH	04-Aug-15	12:55	9.13	9.15	5.74	7.71	6.44	7.77	6.44	8.58
Fizz Rate [---]	04-Aug-15	12:55	4	4	2	2	2	2	2	3
Sample weight [g]	04-Aug-15	12:55	2.03	1.95	1.97	1.98	2.04	2.02	2.00	1.99
HCl Added [mL]	04-Aug-15	12:55	87.00	53.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
HCl [Normality]	04-Aug-15	12:55	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
NaOH [Normality]	04-Aug-15	12:55	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
NaOH to [pH=8.3 mL]	04-Aug-15	12:55	37.40	24.61	18.90	18.55	18.88	18.16	15.36	8.24
Final pH	04-Aug-15	12:55	1.79	1.64	1.15	1.17	1.12	1.14	1.39	1.86
NP [t CaCO3/1000 t]	04-Aug-15	12:55	122	73	2.8	3.7	2.8	4.6	12	30
AP [t CaCO3/1000 t]	---	---	0.62	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31
Net NP [t CaCO3/1000 t]	---	---	122	72.5	2.49	3.39	2.49	4.29	11.3	29.3
NP/AP [ratio]	---	---	196	233	9.03	11.9	9.03	14.8	37.4	95.5
Sulphur (total) [%]	05-Aug-15	11:21	0.043	0.026	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005
Acid Leachable SO4-S [%]	---	---	0.02	0.02	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Sulphide [%]	05-Aug-15	11:21	0.02	0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Carbon (total) [%]	05-Aug-15	11:21	1.43	1.08	0.584	0.065	0.165	0.062	0.502	0.306
Carbonate [%]	05-Aug-15	11:21	6.67	3.89	0.060	0.040	< 0.025	< 0.025	0.150	1.24


---

**Brian Graham B.Sc.**  
*Project Specialist*  
*Environmental Services, Analytical*

**SGS Canada Inc.**

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.  
Lakefield - Ontario - K0L 2H0  
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

LR Report : CA15489-JUL15

$$\begin{aligned} & *NP \text{ (Neutralization Potential)} \\ & = 50 \times \frac{(N \text{ of HCL} \times \text{Total HCL added} - N \text{ NaOH} \times \text{NaOH added})}{\text{Weight of Sample}} \end{aligned}$$

$$*AP \text{ (Acid Potential)} = \% \text{ Sulphide Sulphur} \times 31.25$$

$$*Net \ NP \text{ (Net Neutralization Potential)} = NP - AP$$

$$NP/AP \text{ Ratio} = NP/AP$$

\*Results expressed as tonnes CaCO<sub>3</sub> equivalent/1000 tonnes of material  
Samples with a % Sulphide value of <0.01 will be calculated using a 0.01 value.