



**ÉVALUATION GÉOTECHNIQUE DOCUMENTAIRE  
– DUPLEX DE LOGEMENTS DU  
PERSONNEL DE PARCS CANADA**

7 décembre 2023

Préparé pour :  
Parcs Canada

Préparé par :  
Stantec Consulting Ltd.  
300 – 10220 103 Avenue NW Edmonton  
(Alberta) T5J 0K4

Numéro de projet :  
123316866

## Évaluation géotechnique documentaire – Duplex de logements pour le personnel de Parcs Canada

Révision	Description	Auteur	Date	Vérification de la qualité	Date	Examen indépendant	Date
0	Produite pour servir	Gustavo Padros	12 juillet 2023	Eric Leishman	12 juillet 2023	Xiteng Liu	12 juillet 2023



## Évaluation géotechnique documentaire – Duplex de logements pour le personnel de Parcs Canada

Les conclusions du rapport intitulé Évaluation géotechnique documentaire – Duplex de logements pour le personnel de Parcs Canada représentent l'opinion professionnelle de Stantec, au moment de la rédaction du rapport, et concernant la portée décrite dans le rapport. Les opinions exprimées dans le document sont fondées sur les conditions et les renseignements existant au moment où l'énoncé des travaux a été réalisé et ne tiennent pas compte des changements ultérieurs. Le rapport ne concerne que le projet précis pour lequel Stantec a été retenu et l'objectif déclaré pour lequel le rapport a été préparé. Le rapport ne doit pas être utilisé ou invoqué pour une variation ou un prolongement du projet, ou pour tout autre projet ou objectif, et toute utilisation non autorisée se fait aux risques et périls du destinataire.

Stantec a supposé que tous les renseignements reçus de Parcs Canada (le « client ») et de tiers dans le cadre de la préparation du rapport étaient corrects. Bien que Stantec ait fait preuve d'un niveau habituel de jugement ou de vérification préalable dans l'utilisation de ces renseignements, Stantec n'assume aucune responsabilité quant aux conséquences de toute erreur ou omission contenue dans ces renseignements.

Ce rapport doit uniquement être utilisé par le client conformément au contrat conclu entre Stantec et le client. Bien que le rapport puisse être fourni par le client aux autorités compétentes et à d'autres tiers dans le cadre du projet, Stantec décline toute obligation légale fondée sur la garantie, la confiance ou toute autre théorie à l'égard d'un tiers, et ne sera pas responsable envers ce tiers des dommages ou des pertes de toute nature qui pourraient en résulter.

Préparé par : \_\_\_\_\_  
Signature

\_\_\_\_\_  
Gustavo Padros, M.Sc., ing.

Révisé par : \_\_\_\_\_  
Signature

\_\_\_\_\_  
Eric Leishman, ing.

Approuvé par : \_\_\_\_\_  
Signature

\_\_\_\_\_  
Xiteng Liu, M.Sc., ing., PMP



## Table des matières

<b>RÉSUMÉ .....</b>	<b>II</b>
<b>1 INTRODUCTION.....</b>	<b>1</b>
<b>2 CONTEXTE .....</b>	<b>1</b>
<b>3 MÉTHODOLOGIE.....</b>	<b>2</b>
<b>4 GÉOLOGIE RÉGIONALE ET CONDITIONS SOUTERRAINES ATTENDUES.....</b>	<b>3</b>
<b>5 RECOMMANDATIONS GÉOTECHNIQUES.....</b>	<b>4</b>
5.1 Préparation du site .....	4
5.2 Excavation 5 .....	
5.3 Protection contre le gel.....	5
5.4 Fondations.....	6
5.5 Nivellement et drainage.....	6
5.6 Classification sismique du site .....	7
<b>6 CONCLUSION.....</b>	<b>8</b>
<b>7 RÉFÉRENCES .....</b>	<b>9</b>

### LISTE DES FIGURES

Figure 1	Emplacement du site .....	2
Figure 2	Vue en plan montrant l'emplacement du complexe modulaire proposé et des puits d'exploration réalisés par Thurber (2018) et Parkland Geo (2020) .....	3

### LISTE DES ANNEXES

<b>ANNEXE A</b>	<b>DÉCLARATION DES CONDITIONS GÉNÉRALES .....</b>	<b>R-1</b>
<b>ANNEXE B</b>	<b>RAPPORT DE FORAGE DE THURBER (2018) .....</b>	<b>B-1</b>
<b>ANNEXE C</b>	<b>RAPPORT DE FORAGE DE PARKLAND GEO (2020) .....</b>	<b>C-1</b>



## Résumé

Ce document présente les résultats d'une évaluation géotechnique préparée par Stantec Consulting Ltd. (Stantec) pour Parcs Canada ayant trait à la construction du duplex de logements du personnel proposé, qui sera situé sur un lot de 36 m de largeur sur 40 m de longueur au 113B, av. McDermot, à Fort Chipewyan, en Alberta.

Une maison avec un sous-sol complet se trouvait auparavant sur le même terrain, puis a été démolie et enlevée. Le site de démolition est actuellement recouvert de remblais. Au moment de la préparation du rapport, on ne disposait pas du dossier de l'ouvrage fini concernant le matériau de remblai, mais d'après les communications avec Parcs Canada, le remblai a été mis en place dans un état compacté.

En fonction de l'examen des renseignements géotechniques disponibles sur deux sites voisins et des documents géologiques régionaux, les conditions souterraines dans les zones naturelles non perturbées devraient présenter du sable limoneux avec un peu de gravier recouvrant une assise rocheuse de gneiss granitique. On peut s'attendre à des conditions souterraines différentes sur le site de démolition, où l'on peut trouver du remblai (peut-être du remblai ordinaire) qui peut s'étendre jusqu'à l'assise rocheuse. L'examen par Stantec des renseignements géotechniques existants a permis de dégager les conclusions générales suivantes :

- l'excavation des puits d'exploration examinés, qui ont atteint des profondeurs allant de 1,4 m à 2,3 m, n'a pas donné lieu à la découverte d'eau souterraine;
- une portance pondérée aux états-limites ultimes (ELU) de 500 kPa a été recommandée pour les semelles reposant sur des couches de gravier de nivellement sur une assise rocheuse de gneiss granitique adéquate;
- compte tenu de la teneur potentielle du sol en sulfates solubles dans l'eau, il a été recommandé d'utiliser un ciment hydraulique à résistance modérée aux sulfates (de type MS);
- les autres recommandations de l'évaluation géotechnique documentaire comprennent la préparation du site, les excavations, la protection contre le gel, le nivellement et le drainage, ainsi que la classification sismique du site.



# 1 Introduction

Stantec Consulting Ltd. (Stantec) a été retenue par Parcs Canada pour faire une évaluation géotechnique documentaire afin d'appuyer la conception détaillée et la construction d'un nouveau bâtiment d'habitation modulaire en duplex situé au 113B, av. McDermot (le site), dans le hameau de Fort Chipewyan, en Alberta.

Le présent rapport fournit les résultats de l'évaluation géotechnique documentaire préparée en fonction de l'énoncé des travaux décrits dans la proposition de Stantec à Parcs Canada datée du 13 octobre 2023.

Les limites associées à ce rapport et à son contenu sont indiquées dans la déclaration incluse à l'annexe A.

# 2 Contexte

Le duplex proposé pour le logement du personnel consistera en une structure à deux étages construite sur un terrain d'environ 36 m de largeur sur 40 m de longueur. Le bâtiment sera constitué d'éléments modulaires en surélévation, sans sous-sol. Le type de fondation initialement privilégié par Parcs Canada était une structure spatiale. Par la suite, un vide sanitaire et des fondations directes ont été proposés par Parcs Canada comme étant l'option de fondation privilégiée.

Une maison avec un sous-sol complet se trouvait auparavant sur le même terrain. En fonction des communications avec Parcs Canada, Stantec croit comprendre que la maison a été démolie et enlevée en mars 2023, et que la zone excavée a ensuite été remblayée et compactée. La profondeur de remblayage, le type de matériau utilisé pour le remblayage, le niveau de compactage avec lequel le matériau de remblayage a été placé, ainsi que les résultats des essais de matériaux pendant le compactage et la mise en place du remblayage n'ont pas été fournis à Stantec au moment de la préparation du présent rapport.

Une vue en plan de la zone montrant l'emplacement du site se trouve à la **figure 1**.



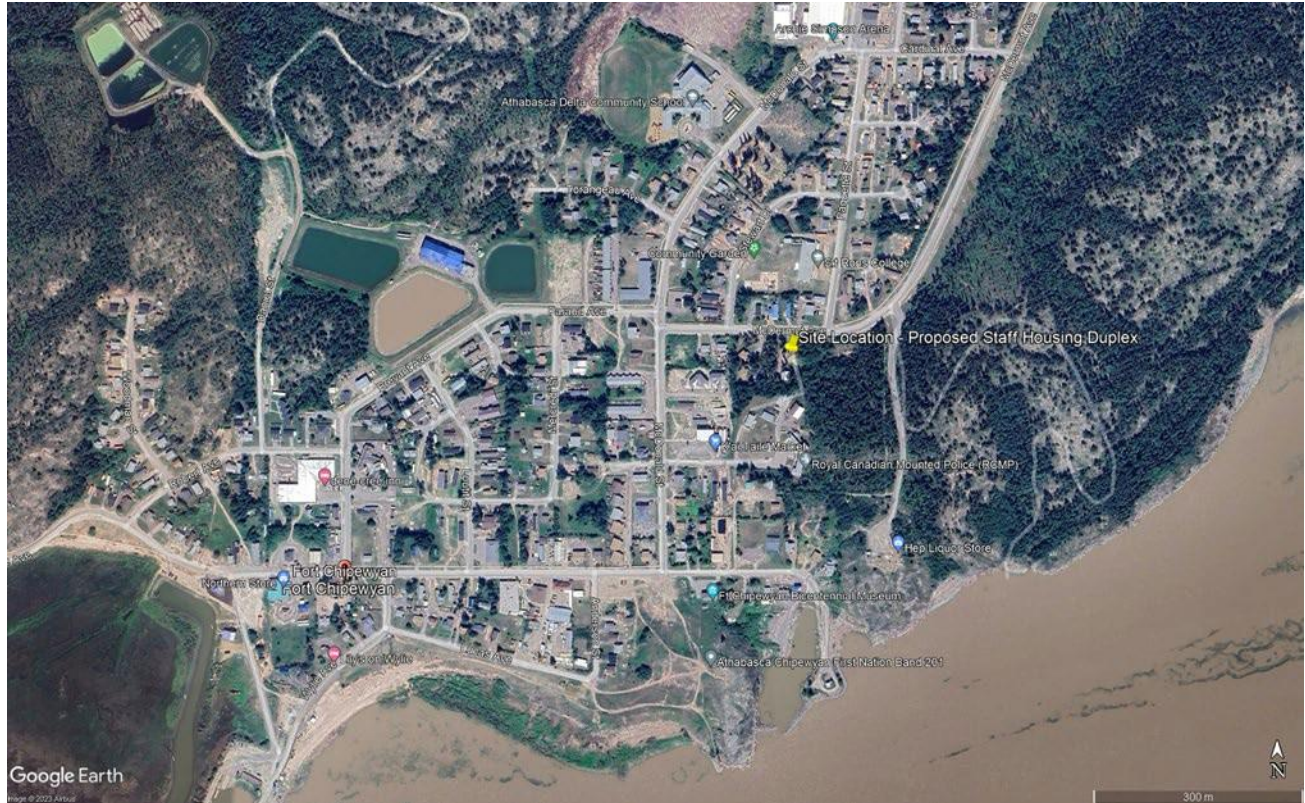


Figure 1 Emplacement du site

### 3 Méthodologie

La méthodologie suivie pour la préparation de l'évaluation géotechnique documentaire est décrite ci-dessous :

- (a) examiner les renseignements géotechniques disponibles et les documents géologiques régionaux. Les sources de renseignements sont incluses dans les références;
- (b) évaluer les conditions potentielles du sous-sol;
- (c) fournir des recommandations en appliquant le jugement de l'ingénieur en géotechnique et les critères établis dans le Manuel canadien d'ingénierie des fondations, 4<sup>e</sup> édition (2006).



## 4 Géologie régionale et conditions souterraines attendues

Un examen de la géologie régionale publiée (Godfrey, 1980) indique que Fort Chipewyan se trouve dans une zone dominée par des sédiments alluviaux déposés dans le delta à la convergence des rivières de la Paix et Athabasca. Des sédiments deltaïques forment un complexe continu de sable, de limon et d'argile sur une grande partie des basses terres à l'ouest du lac Athabasca. Ils sont recouverts d'une série de lacs et de marécages peu profonds. Les dépôts superficiels deltaïques varient considérablement sur le plan de la teneur en sable, en limon et en argile. En particulier, la zone où se trouve le site comprend un dépôt de sable superficiel recouvrant une assise rocheuse de gneiss granitique à biotite. L'assise rocheuse se compose principalement de granite, d'un peu de monzonite quartzique, de granodiorite, de diorite quartzique et de monzodiorite. Le gneiss granitique à biotite est généralement de couleur rose à rougeâtre. L'assise rocheuse peut être présente à faible profondeur, soit environ 2 m à proximité du site, selon les références mentionnées ci-dessous.

Les études géotechniques réalisées par Thurber Engineering Ltd. (Thurber, 2018) et Parkland Geotechnical Consulting Ltd. (Parkland Geo, 2020) comprenaient l'excavation de puits d'exploration situés relativement près du chantier de construction proposé. Les registres des puits d'exploration des deux études géotechniques susmentionnées sont inclus dans les **annexes B et C**. Un plan du site montrant l'emplacement approximatif des puits d'exploration creusés par Thurber et Parkland Geo est présenté à la **figure 2**.



**Figure 2** Vue en plan montrant l'emplacement du complexe modulaire proposé et des puits d'exploration réalisés par Thurber (2018) et Parkland Geo (2020)





## Évaluation géotechnique documentaire – Duplex de logements pour le personnel de Parcs Canada

### 5 Recommandations géotechniques

En fonction des résultats des programmes de puits d'exploration menés par Thurber et Parkland Geo ainsi que de l'examen de la géologie régionale mentionné précédemment, les conditions souterraines suivantes sont attendues dans les zones naturelles non perturbées autour du site, dans l'ordre décroissant :

- (a) TERRE VÉGÉTALE, potentiellement jusqu'à environ 0,4 m d'épaisseur;
- (b) SABLE, limoneux, et du gravier, potentiellement jusqu'à environ 2 m d'épaisseur et d'une densité relative compacte;
- (c) ASSISE ROCHEUSE, gneiss granitique, altéré, modérément dur.

On s'attend à ce que les conditions souterraines soient différentes sur le site de démolition, où se trouvait auparavant une maison qui présentait un sous-sol complet. Comme indiqué dans la **section 2**, la profondeur de remblayage, le type de matériau utilisé pour le remblayage, le niveau de compactage avec lequel le matériau de remblayage a été placé, ainsi que les résultats des essais de matériaux pendant le compactage et la mise en place du remblayage n'ont pas été fournis à Stantec au moment de la préparation du présent rapport. Dans ces conditions, et compte tenu du fait que Parcs Canada a mentionné que le remblai avait été compacté lors de sa mise en place, il est recommandé de considérer le matériau au-dessus de l'assise rocheuse comme un remblai ordinaire, mais de ne pas le considérer comme un matériau porteur.

La surface de la nappe phréatique n'a pas été rencontrée lors de l'excavation des puits d'exploration réalisés par Thurber et Parkland Geo, qui ont atteint des profondeurs maximales de 1,7 m et 2,3 m, respectivement. Aucun suintement n'a été observé dans les parois des puits d'exploration, qui sont restées stables et n'ont montré aucun signe d'affaissement. Il convient de noter que les puits d'exploration excavés par Thurber et Parkland Geo ont été réalisés respectivement en février et en novembre. Le niveau de la nappe phréatique fluctue au cours de l'année. Il est généralement plus élevé après le dégel du printemps et pendant la saison estivale.

## 5 Recommandations géotechniques

### 5.1 Préparation du site

Les recommandations suivantes sont formulées pour la préparation du site :

- (a) Décaper la terre végétale et la stocker séparément des matériaux du sol minéral en vue d'une réutilisation éventuelle. Le disposer sur un géotextile pour éviter la contamination du matériau. Une épaisseur de terre végétale allant jusqu'à 400 mm a été observée dans les puits d'explorations excavés par Parkland Geo (2020).
- (b) Les fondations du complexe modulaire doivent reposer sur une assise rocheuse. À cette fin, il convient d'effectuer l'excavation jusqu'à l'assise rocheuse adéquate en suivant les recommandations figurant à la **section 5.2**.
- (c) Stocker les matériaux d'excavation adéquats pour les réutiliser comme remblai. Se reporter aux recommandations relatives à l'excavation incluses dans la **section 5.2**.
- (d) Avant la construction des fondations, préparer la surface de l'assise rocheuse comme indiqué à la **section 5.4**.



## Évaluation géotechnique documentaire – Duplex de logements pour le personnel de Parcs Canada

### 5 Recommandations géotechniques

- (e) Après la construction de la semelle, remplir l'excavation à l'aide de matériaux d'excavation adéquats, compactés à 95 % de l'essai Proctor normal pour densité sèche maximale (SPMDD) et placés en couches compactées ne dépassant pas 150 mm d'épaisseur. La teneur en eau du remblai doit se situer à  $\pm 3$  % de la teneur en eau optimale (TEO) afin d'obtenir le degré de compactage requis. Les matières organiques, la terre gelée ou toute autre matière nocive doivent être exclues du remblai.
- (f) Suivre les recommandations en matière de nivellement et de drainage figurant à la **section 5.5**.



## 5.2 Excavation

Des excavations pour les fondations, des tranchées et éventuellement d'autres infrastructures seront nécessaires. Toutes les excavations temporaires (les excavations réalisées à des fins de construction, sous surveillance régulière et remplies à la fin de la construction), y compris les tranchées, doivent être réalisées conformément à la loi albertaine sur la santé et la sécurité au travail (OH&S).

Les excavations temporaires dans les remblais ou les sols indigènes jusqu'à une profondeur de 2,5 m ne doivent pas avoir une pente supérieure à 2H : 1V. On peut aussi de servir d'un système d'étaisage. Les excavations doivent être inspectées régulièrement pour détecter tout signe d'instabilité et être aplanies si nécessaire, en particulier après des périodes de pluie ou à proximité d'un bassin ou d'une accumulation d'eau de surface.

Le niveau phréatique et des niveaux de nappe perchée isolés peuvent être rencontrés au cours des excavations. Dans ces conditions, l'entrepreneur devrait envisager la possibilité d'aplanir davantage le talus remanié et d'exiger des mesures de drainage, qui devraient comprendre des fossés le long du périmètre de l'excavation se déversant dans un bassin contenant une pompe submersible pour gérer l'afflux d'eau. Dans le cas de services publics profondément enterrés, l'eau au fond des tranchées peut être dirigée vers des puisards et ensuite pompée.

Les empilages de matériaux et de terre excavée doivent être éloignés de la crête d'une distance au moins égale à la profondeur d'excavation proposée. De même, les véhicules légers doivent être éloignés d'au moins 1 m de la crête de l'excavation. Les véhicules lourds, y compris les camions hydrovac, doivent être stationnés à l'écart de la crête d'une distance au moins égale à la profondeur d'excavation proposée. Les pentes d'excavation doivent être vérifiées régulièrement pour détecter tout signe d'écaillage, de fissuration, d'affaissement, de déchaussement, etc., en particulier après des périodes de pluie ou à proximité d'une accumulation d'eau de surface.

Les eaux de ruissellement peuvent saturer et dégrader le matériau d'excavation si elles ne sont pas évacuées rapidement. Le drainage de surface doit être éloigné de la crête de l'excavation. Si les eaux souterraines s'infiltrant par les côtés de l'excavation, les pentes peuvent avoir tendance à s'effondrer, et il peut s'avérer nécessaire d'assurer l'entretien et la surveillance de l'excavation.

## 5.3 Protection contre le gel

Le sol des zones non perturbées, composé de sable limoneux et d'un peu de gravier, et le remblai du site de démolition peuvent être considérés comme sensibles au gel. La profondeur moyenne annuelle de pénétration du gel estimée pour un sol granulaire de sable limoneux est de 2,6 m. La profondeur de pénétration du gel pour une période de retour de 50 ans est de 3,1 m.

Les fondations devraient se trouver à l'extérieur des zones chauffées en raison de la présence du vide sanitaire. Comme mentionné à la **section 5.4**, les semelles seront fondées directement sur l'assise rocheuse avec un minimum de gravier de nivellement. Le potentiel de soulèvement dû au gel sous la semelle est considéré comme négligeable. Par conséquent, aucune protection contre le gel n'est nécessaire pour les semelles fondées sur l'assise rocheuse.



## Évaluation géotechnique documentaire – Duplex de logements pour le personnel de Parcs Canada

### 5 Recommandations géotechniques

Les conduites d'eau ou d'égouts enterrées soumises au gel doivent être installées en dessous de la profondeur de pénétration du gel de 3,1 m ou protégées par un isolant.

L'isolation peut être assemblée pour former un caisson à quatre côtés, ou être placée en une couche horizontale au-dessus du tuyau ou en forme de « U inversé », où l'isolation est installée verticalement le long des parois de la tranchée, en plus d'une section horizontale au-dessus du tuyau. La longueur totale d'isolant nécessaire, y compris les sections verticales, dépend de la profondeur d'enfouissement et peut être déterminée à l'aide de la formule suivante :

$$L = D + 2(G - X) - 0,3$$

Où :

L = largeur de l'isolation (m)

D = diamètre du tuyau (m)

X = profondeur de l'isolation (m)

G = profondeur estimée de pénétration du gel, 3,1 m pour une période de retour de 50 ans (m)

## 5.4 Fondations

Compte tenu des conditions souterraines attendues sur le site, les semelles reposant sur une assise rocheuse de gneiss granitique solide sont considérées comme adéquates pour soutenir le duplex proposé pour le logement du personnel. Afin de fournir une surface adéquate pour les semelles en béton et d'éviter les concentrations de contraintes, il est recommandé de placer une semelle de nivellement d'une épaisseur minimale de 150 mm entre la face inférieure de la semelle et l'assise rocheuse. La semelle de nivellement peut être constituée de gravier concassé (dont moins de 10 % passe le tamis de 80 µm et comportant une taille maximale des agrégats de 20 mm). La couche de gravier doit s'étendre au minimum à 300 mm du bord des semelles. Le gravier doit être disposé en couches de 150 mm et compacté à 100 % de l'essai Proctor normal pour densité sèche maximale. Le béton maigre peut servir de solution de rechange pour créer une couche de nivellement pour les semelles.

En fonction de ces recommandations, une capacité portante pondérée aux ELU de 500 kPa peut être envisagée pour les semelles fondées sur la couche de nivellement recommandée ci-dessus et recouvrant une assise rocheuse granitique adéquate. La capacité portante pondérée aux ELU mentionnée ci-dessus comprend un facteur de résistance géotechnique de 0,5.

Avant la construction de la semelle, la surface exposée de l'assise rocheuse doit être inspectée par du personnel en géotechnique qualifié.

Selon les résultats des tests de sulfate soluble dans l'eau (Parkland Geo, 2020), l'utilisation d'un ciment hydraulique modérément résistant au sulfate (de type MS) est recommandée. La résistance minimale à la compression à 56 jours est de 30 MPa, avec un rapport eau/ciment maximal de 0,5. Il faut aérer tout le béton exposé au gel pendant ou après la construction.

Les sols importés sur le site pour servir de remblais doivent être testés pour déterminer leur teneur en ions sulfates solubles dans l'eau avant d'être utilisés.



## 5.5 Nivellement et drainage

Il faut niveler le site au cours des premières étapes de la construction afin d'assurer un drainage positif des eaux de ruissellement en dehors des zones de travail.

Il faut éviter l'orniérage excessif et l'effondrement de la plateforme causés par les activités de construction. Les précautions à prendre comprennent l'utilisation d'équipements légers, montés sur chenilles, et la restriction de la circulation sur le sous-sol. Il peut être nécessaire de placer un géotextile recouvert de gravier sur des sols instables et fragiles afin de créer des plateformes de travail pour la construction. Il est recommandé d'examiner soigneusement les activités de construction.

Le 0,5 m supérieur de remblai autour du nouveau bâtiment proposé doit être constitué d'un sol cohésif compacté afin d'empêcher l'infiltration des eaux de ruissellement. Le sol cohésif doit s'étendre sur une distance minimale de 1,5 m au-delà du bâtiment et doit être nivelé à une pente minimale de 2 %.

Les tuyaux de descente pluviale à l'emplacement du bâtiment doivent de préférence être reliés directement à un système de collecte des eaux pluviales. Il est également possible d'installer des prolongements de descente pluviale afin de s'assurer que l'eau évacuée ne refoule pas contre le bâtiment et qu'elle ne s'accumule pas dans les zones stagnantes à proximité du bâtiment.

## 5.6 Classification sismique du site

Le site se trouve dans une zone d'activité sismique relativement faible. Cependant, il faut concevoir les structures proposées pour qu'elles résistent à une force sismique minimale, conformément au Code national du bâtiment du Canada (CNBC) de Ressources naturelles Canada (RNC, 2015).

En fonction des mouvements du sol précisés par le CNBC pour une probabilité de dépassement de 2 % en 50 ans et un taux d'amortissement de 5 %, les paramètres suivants d'accélération spectrale ( $S_a$ ) et d'accélération maximale du sol (PGA) exprimés en fraction de l'accélération de la pesanteur ( $g$ ) doivent être utilisés dans les analyses :

- $S_a(0,2) = 0,052 g$
- $S_a(0,5) = 0,031 g$
- $S_a(1,0) = 0,016 g$
- $S_a(2,0) = 0,006 g$
- $PGA = 0,030 g$

La zone du site est considérée comme un chantier de catégorie C, avec une vitesse moyenne des ondes transversales de 450 m/sec, ce qui correspond à un « terrain ferme », selon la définition du CNBC.

## 6 Conclusion

Ce rapport a été préparé pour le seul bénéfice du client (Parcs Canada) et de ses mandataires et ne peut être utilisé par une tierce partie sans le consentement écrit de Stantec Consulting Ltd. (Stantec) et de Parcs Canada. Toute utilisation de ce document par un tiers relève de la responsabilité de ce tiers. L'utilisation de ce rapport est soumise à l'énoncé des conditions générales figurant à l'**annexe A**.

Il incombe à Parcs Canada, nommé « le client » dans l'énoncé des conditions générales, et à ses mandataires, d'examiner les conditions et d'aviser Stantec si l'une d'entre elles n'est pas respectée. L'énoncé des conditions générales aborde les points suivants :

- Utilisation du rapport
- Fondement du rapport
- Norme de diligence
- Interprétation des conditions du site
- Conditions variables ou inattendues du site
- Planification, conception ou construction

Nous espérons que ce rapport répond à vos attentes à ce moment-ci. Si vous avez des questions ou si nous pouvons vous aider davantage, n'hésitez pas à communiquer avec la personne soussignée à tout moment. Ce rapport a été préparé par Gustavo Padros, M.Sc, ing. et Eric Leishman, M.Sc, ing.. Il a été révisé par Xiteng Liu, M.Sc, ing., PMP.

Le tout respectueusement soumis,

**Stantec Consulting Ltd.**

