

LA GRANDE ALLIANCE

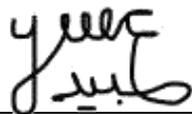
ÉTUDE DE PRÉFAISABILITÉ PHASES II & III – TRANSPORT INFRASTRUCTURE

NOTE TECHNIQUE 10 GÉOTECHNIQUE

VERSION FINALE

DATE : LE 25 MARS 2024

PRÉPARÉ PAR :



Yara Obeid, M.Sc.
Assistante des projets,
Géotechnique
Licence OIQ : 6046083



Ariane Landry, ing.
Chargée de projet,
Géotechnique
Licence OIQ : 6021777



Claudie Lefebvre-
Fortier, M.Sc.
Professionnelle en
géomorphologie,
Géotechnique

COLLABORATION :
Philip Dumont, géo
Géologue
Licence OIQ : 01285

VÉRIFIÉ PAR :



Amélie Duval Courchesne,
ing., D.E.S.S.
Chargée de projets,
Géotechnique
Licence OIQ : 5045783

Gino Beauchamp
Directeur de projets,
Sciences de la terre

Luc Paquette, ing.
Directeur d'unité
d'affaire Géotechnique,
Québec – Sciences de
la terre &
Environnement
Licence OIQ : 110523

Joseph Tsafack, ing.
M. Sc.
Directeur de
l'expertise en
géotechnique et
matériaux
Licence OIQ : 138847

SOMMAIRE EXÉCUTIF

Cette note technique 10 vise à documenter l'évaluation géotechnique préliminaire qui a été réalisée pour les infrastructures de transport proposées par la Grande Alliance. Cette évaluation a été réalisée dans la zone d'étude située sur le territoire de la région Eeyou Istchee Baie-James dans le nord du Québec. La zone d'étude est divisée en trois zones :

- Zone d'étude 1 (ZE1) : Chemin de fer de la route Billy-Diamond - Rupert - La Grande;
- Zone d'étude 2 (ZE2) : Prolongement de la route et du chemin de fer, et port - La Grande - Whapmagoostui/Kuujuarapik;
- Zone d'étude 3 (ZE3) : Route 167 - Mine Renard - Route Transtaïga.

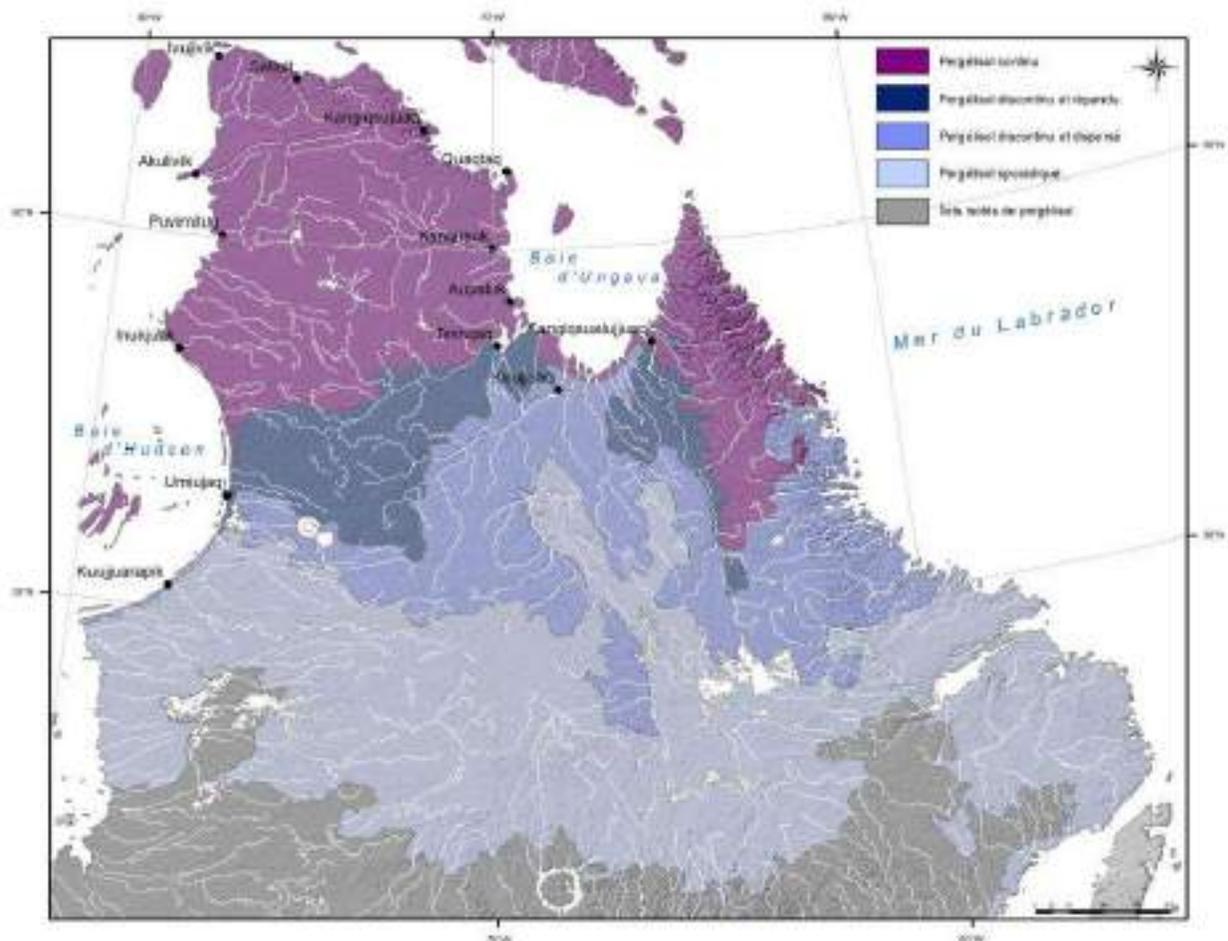
L'objectif de cette évaluation préliminaire/étude d'avant-projet était d'analyser toutes les informations disponibles afin d'avoir une vue d'ensemble du type de dépôts ainsi que des défis géotechniques potentiels et des particularités propres aux infrastructures proposées.

Parmi les documents recueillis figurent principalement des rapports antérieurs (sources de matériaux potentiels), des cartes géologiques, des cartes des zones morfo-sédimentaires, ainsi que des données sur les forages et les puits d'exploration. Une revue des données existantes dans les secteurs à l'étude a permis le recueil et la compilation des données géotechniques et géomorphologiques disponibles. Les données initiales comprennent celles fournies par le Client (articles, études antérieures du MTQ, SDBJ, etc.), les bases de données publiques tels que SIGEOM, GESTIM et la base de données publique et accessible en ligne d'Hydro-Québec (Cherloc). Des données ont également été obtenues du Centre d'études nordiques (CEN) de l'Université Laval et auprès de la Direction générale de l'Abitibi-Témiscamingue du MTQ.

Il est important de mentionner que, pendant l'étude, la route proposée entre La Grande et Whapmagoostui/Kuujuarapik est passée à la phase de faisabilité, ce qui a permis de mener une campagne préliminaire sur le terrain afin d'étudier tous les sites identifiés et de prélever manuellement des échantillons de sol et de roche, ainsi qu'un forage pour les six carrières potentielles sélectionnées. Les données de forage recueillies ont été analysées et intégrées dans le système d'information géographique (SIG) de l'étude.

PERGÉLISOL

Selon la carte Classification du pergélisol au Québec nordique (Allard et Seguin, 1987), le pergélisol au droit de la zone à l'étude correspond à un pergélisol sporadique, à l'exception du secteur de Whapmagoostui/Kuujuarapik où le pergélisol est considéré comme étant discontinu et dispersé. Selon la Figure suivante, le pergélisol sporadique (identifié par la lettre D) représenterait moins de 2 % du territoire près de la région de Whapmagoostui/Kuujuarapik. Cela signifie qu'il est possible de retrouver certains îlots de pergélisol par endroits dans certaines zones concernées dans la partie nord de la zone d'étude. D'ailleurs, les sols à granulométrie fine pourraient contenir de la glace sous différentes formes et, par conséquent, doivent être considérés comme instables au dégel. La présence de pergélisol sera donc à surveiller dans les zones où il y a présence de particules fines soit dans les dépôts de sédiments marins (silt et argile), dans les zones de tourbières recouvrant des sédiments fins et dans les dépôts de till composés majoritairement de particules fines. Certaines formes sont identifiables sur les photographies aériennes et pourront être étudiées plus amplement afin d'être le plus possible évitées lors de l'optimisation des différents tracés.



Source : Extrait de « Production de la 2^{ième} approximation de la carte de permélosol du Québec en fonction des paramètres géomorphologiques, écologiques, et des processus physiques liés au climat, March 2018 »

Figure Distribution du pergélisol au Québec nordique (Modifiée de Allard et al., 2012)

ZONE D'ÉTUDE 1 (ZE1): CHEMIN DE FER DE LA ROUTE BILLY-DIAMOND - RUPERT - LA GRANDE

Cette zone est l'emplacement prévu pour le projet d'infrastructures ferroviaires de 340 km entre Rupert et La Grande. Les dépôts meubles du corridor ferroviaire proposé (zone tampon de 1 km de part et d'autre du tracé) sont composés à 40 % de sols organiques (environ 25 %) et de sols argileux (environ 15 %). Ces zones constitueront le plus grand défi pour le chemin de fer. En outre, environ 44 % du tracé est composé de sable, de gravier et de dépôts de till, tandis que les 15 % restants sont constitués de roc. Les problèmes liés aux sols argileux et organiques sont, entre autres, la résistance géotechnique très faible à faible, la susceptibilité au gel, les tassements à long terme et la nécessité d'excaver de grandes pentes.

En termes de contraintes, des sédiments glaciomarins fins d'eau profonde qui se traduisent généralement par des zones de dépôts d'argile parsèment le trajet du corridor ferroviaire principalement dans le nord du tronçon. Le corridor traverse également plusieurs zones rocheuses dispersées de façon sporadique et réparties principalement dans les parties centre et nord du tracé. Environ trois zones de pentes modérées et trois zones de pentes abruptes ont été répertoriées au centre du corridor. Plusieurs milieux humides ont été identifiés le long du corridor ferroviaire, dont une forte proportion de ceux-ci se retrouve dans la partie nord du transect. Certaines tourbières sont

particulièrement bien développées et pourraient représenter un risque considérable d'affaissement et de tassement à long terme. Les travaux de photo-interprétation ont permis de relever 16 tourbières identifiées comme des contraintes majeures, dont cinq au centre du corridor de Waskaganish et 11 au nord.

En termes de sources potentielles de matériaux granulaires pour fins de construction, les corridors fluvio-glaciaires sont plus rares dans la portion située au sud de la rivière Eastmain. Cependant, certains dépôts de till ont une granulométrie qui convient à l'utilisation de matériaux granulaires. Le till remanié est situé au sud-est du transect et pourrait éventuellement compenser l'absence de sources granulaires dans ce secteur. Par ailleurs, plusieurs anciennes carrières et gravières qui ne sont plus exploitées, mais qui pourraient être réexploitées (baux d'exploitation non exclusifs) sont observées le long de la route Billy-Diamond. Certains de ces sites contiennent encore des quantités appréciables de matériaux de qualité et sont donc facilement accessibles. Dans une moindre mesure, il existe également des dépôts de sable et de moraine. Par conséquent, les proportions les plus élevées de bancs d'emprunt se trouvent dans la partie sud et l'extrémité nord de la zone d'étude. Sur une portion de 75 km du tracé dans le territoire d'Eastmain, entre les lacs Kaministikuch et Duxbury, situés dans les communautés d'Eastmain et de Wemindji, seuls quatre sites d'emprunt potentiels ont été identifiés. Il s'agit là d'une limitation importante pour l'avenir. Les zones morpho-sédimentaires disponibles sur SIGEOM montrent une plus grande proportion de sédiments fluvio-glaciaires dans les parties nord et centrale de la région de Waskaganish.

Les zones problématiques (dépôts d'argile, tourbières et traversées de cours d'eau) devraient faire l'objet d'une étude plus approfondie avec une campagne de forage préliminaire et/ou des études préliminaires avec des données de sondages au piézocône comprenant aussi des essais in situ, à partir desquels les propriétés du sol et du substrat rocheux peuvent être déterminées. La recherche de sources de matériaux granulaires par photo-interprétation combinée à des campagnes de terrain pour prélever des échantillons ponctuels doit également être planifiée. L'échantillonnage du sol dans les bancs d'emprunt existants et potentiels, ainsi que dans les carrières potentielles, est essentiel. La disponibilité des matériaux est un enjeu important dans le corridor ferroviaire proposé le long de la route existante, car les quantités disponibles sur les sites sont relativement faibles et de nouvelles sources devront être analysées.

ZONE D'ÉTUDE 2 (ZE2): PROLONGEMENT DE LA ROUTE ET DU CHEMIN DE FER, ET PORT - LA GRANDE - WHAPMAGOOSTUI/KUUJJUARAPIK

Cette zone est l'emplacement prévu pour le prolongement proposé de 219 km des infrastructures ferroviaires à partir de La Grande, le prolongement de 207 km infrastructures routières également à partir de La Grande et un port en eau profonde le long de la côte de Kuujjuarapik (qui a ensuite été redéfini comme un port saisonnier).

La section ci-dessous est divisée en deux sous-sections. Dans un premier temps, les données générales de l'étude de pré-faisabilité pour les corridors routiers et ferroviaires sont présentées, suivies d'un résumé des données de l'étude de faisabilité spécifique au corridor routier.

ANALYSE DE PRÉFAISABILITÉ

Avant la réalisation de l'étude sur les infrastructures de transport de La Grande Alliance, des études sur les tracés routiers ont été réalisées par Hydro-Québec et Poly-Géo. Le tracé routier actuellement proposé est très similaire au concept proposé en 2013, mais il respecte davantage les zones protégées et très sensibles telles que la Réserve de territoire aux fins d'aire protégée du Lac-Burton-Rivière-Rogan-et-la-Pointe-Louis-XIV et la Rivière-Kanaaupscow-et-Lac-Kukamaw. Le tronçon entre les chaînages approximatifs 60+000 et 118+000 comporte des variantes qui pourraient faire l'objet d'une étude plus approfondie au cours de la prochaine étape, car chacune d'elles ont des avantages et des impacts différents.

La répartition des dépôts meubles le long du corridor routier proposé, et ce, autant pour la variante 1 que la variante 2 et en tenant compte d'une zone tampon de 1 km de part et d'autre des tracés projetés, est constituée d'un peu plus de 50 % de till et de dépôts de sable et de gravier. Le reste du tracé est composé en moyenne de 20 % de sols argileux (soit de silt et d'argile) et de sols organiques (de 17 % à 23 %) pouvant être associés à des problématiques et à un peu plus de 26 % de roc (de 24 % à 29 %).

En termes de contraintes pour le corridor ferroviaire et le corridor routier (variantes 1 et 2 confondues), dans le secteur de Whapmagoostui/Kuujuarapik, des sédiments glaciomarins fins d'eau profonde ont été localisés dans les zones de plus basses élévations. Les corridors routiers et ferroviaires traversent ces zones de matériaux fins principalement dans les parties centre et nord du transect. Une forte proportion de ces dépôts est incluse dans les bassins versants au centre du corridor. Bien qu'ils soient généralement anticipés comme peu problématiques étant donné leur faible épaisseur, ces dépôts sont susceptibles d'être affectés par des glissements de terrain dans les secteurs où ils sont accumulés sur de grandes épaisseurs.

Bien que le corridor traverse plusieurs zones rocheuses, ces dernières se présentent généralement de façon sporadique et illustre un relief peu prononcé. Le roc n'apparaît donc généralement pas comme une contrainte au passage de la route et du chemin de fer, à l'exception de deux zones (km 48 et km 197) de pente modérée et d'une zone de forte pente (km 201) qui ont été identifiées dans les photo-interprétations : deux de ces zones sont situées au centre-sud du corridor routier tandis que le troisième est à l'extrémité nord. En outre, le tronçon de route proposé traverse au total 22 cours d'eau et plans d'eau importants, généralement sur de courtes distances, tandis que le tracé du chemin de fer en traverse 19. Une forte proportion de lacs est toutefois observée dans la partie sud du corridor, dont trois lacs sont directement recoupés par la route prévue. Quant au chemin de fer proposé, il traverse un plan d'eau de 400 m de long au km 93, au centre du tracé. Des milieux humides parsèment le corridor, ceux-ci se retrouvent en plus grande quantité au nord des corridors routiers et ferroviaires. Ils apparaissent relativement peu développés et facilement franchissables par les corridors routiers et ferroviaires. À noter que deux tourbières plus fortement développées ont été identifiées au sud et au centre des corridors (km 17 et km 130) comme étant des contraintes majeures au passage de la route.

Concernant le secteur spécifique de Whapmagoostui/Kuujuarapik, les dépôts meubles qui dominent le littoral limitant les zones portuaires à l'étude sont principalement composés de sédiments glaciomarins littoraux et pré-littoraux se traduisant généralement par des dépôts composés de sable, de silt et de gravier. Des affleurements rocheux et le socle rocheux recouvert d'une fine couche de sédiments sont également retrouvés. Spécifiquement le long de la Grande rivière de la Baleine, les dépôts meubles sont principalement composés de sédiments fins glaciomarins deltaïques, prodeltaïques et d'eau profonde qui sont constitués d'argiles. D'ailleurs, ces dépôts d'argiles sensibles localisés près de la Grande rivière de la Baleine sont sujets à des glissements de terrain récurrents et parfois majeurs. Il est à noter que la plupart des données de forages récupérées d'études antérieures dans le secteur ZE2 ont été retrouvées dans la zone de Whapmagoostui/Kuujuarapik. Les données géomorphologiques spécifiques au secteur des zones portuaires (port maritime projeté) sont abordées plus en détail dans la note technique 13B.

ANALYSE DE FAISABILITÉ

En cours de mandat de pré-faisabilité, la route de La Grande à la région de Whapmagoostui/Kuujuarapik est passée à l'étape de faisabilité. Étant donné le contexte éloigné du corridor routier proposé, l'accent du mandat de faisabilité a été sur la recherche de sources de matériaux pour la construction de la route. Les données existantes provenant d'études antérieures ont été consultées et des travaux de photo-interprétation supplémentaires ont été effectués afin d'identifier des sources de matériaux sous forme de bancs d'emprunts potentiels et de carrières potentielles. La recherche de bancs d'emprunt et de carrières s'est concentrée dans un rayon de 2 km de part et d'autre du corridor principal proposé. Ces travaux de faisabilité réalisés pour le corridor routier, décrits ci-dessous, sont susceptibles de servir d'apport pour le corridor ferroviaire en termes d'informations sur les sources potentielles de matériaux, étant donné qu'elles sont adjacentes.

Une première visite de terrain, réalisée du 11 au 15 juillet 2022, a permis de parcourir globalement les sites identifiés et d'y récupérer des échantillons de sols pour les sites de bancs d'emprunts et de roc pour les carrières. Au total, 31 ont été visités, soit 15 sites de bancs d'emprunt potentiels et 16 sites de roc affleurant à des fins d'exploitation de carrières potentielles. Les échantillons de sols ont été soumis à des essais en laboratoire afin de déterminer si leurs propriétés intrinsèques respectent les normes en vigueur pour un matériau de sous-fondation granulaire. Quant aux échantillons de rocs récupérés lors de la visite, ceux-ci ont été revus par un géologue. Une analyse multicritère a été effectuée afin de sélectionner six sites le long du tracé de la variante principale proposée (variante 2) et disposés à un intervalle économiquement viable.

Une deuxième campagne de terrain avec une foreuse fut réalisée, du 16 août au 7 septembre 2022, pour les six sites de carrières potentielles sélectionnés. Deux forages de l'ordre de 15 m de profondeur par site ont été réalisés afin de récupérer suffisamment d'échantillons de carottes de roc à des fins d'essais en laboratoire. Les résultats obtenus en laboratoire montrent généralement de bonnes propriétés intrinsèques des échantillons analysés (sols et roc), tant pour les matériaux de fondation granulaire que pour les matériaux de sous-fondation granulaire. En termes de quantités, l'équipe de génie routier a défini les quantités de matériaux nécessaires pour la construction de la route projetée qui a été divisée en 20 tronçons (variante 2). Globalement, 5 tronçons sur 20 se retrouvent avec un déficit en matériel granulaire d'un volume de l'ordre de 70 000 m³ à 500 000 m³. Ces tronçons sont localisés dans la portion nord du tracé projeté, soit dans le dernier deux tiers du tracé au nord du banc d'emprunt majeur rencontré à proximité du km 61. Des surplus sont projetés dans les 15 autres tronçons, ces matériaux en surplus pourront donc servir aux tronçons où un manque potentiel est anticipé.

Une cartographie détaillée des dépôts et des contraintes techniques (topographie, sols à faible portance) devrait être réalisée le long du tracé afin de poursuivre l'évaluation géotechnique de cette zone. Une future campagne de forage détaillée d'un point de vue géotechnique (échantillonnage du sol et du roc, essais in situ, autres types de sondages à envisager) visant d'abord les zones problématiques (sols organiques et argileux, zones de traverse de cours d'eau) qui ne peuvent être évitées, devrait être envisagée. Enfin, il serait nécessaire d'envisager la réalisation de courtes campagnes de sondages selon une trame régulière afin de préciser, entre autres, le type de sols d'infrastructure de la route projetée et l'altitude du socle rocheux.

ZONE D'ÉTUDE 3 (ZE3): ROUTE 167 – MINE RENARD – ROUTE TRANSTAÏGA

Cette zone est l'emplacement prévu pour la réfection proposée de la route 167 existante de 204 km et le prolongement de la route de 172 km depuis la route d'accès à la mine Renard de Stornoway jusqu'à la Transtaïga. Globalement, la répartition des dépôts meubles dans le corridor routier proposé (zone tampon de 1 km de part et d'autre du tracé projeté) est constituée presque à 100 % de dépôt de till et dans une moindre mesure de sable et gravier. En effet, moins de 1 % du corridor est recouvert de sols organiques et de roc.

En matière de contraintes, comparativement aux secteurs de Waskaganish et de Kuujjuarapik, on ne retrouve aucun dépôt glaciomarin fin d'eau profonde. Bien que le corridor traverse peu de zones rocheuses, le roc apparaît parfois près de la surface, ce qui se traduit par des parois plus abruptes par endroits. Les travaux de photo-interprétation ont d'ailleurs permis de relever six zones de pentes modérées et quatre zones de pentes fortes distribuées de façon éparse au niveau du corridor d'étude. Un total de 20 cours d'eau majeurs sont traversés par le segment routier projeté. Les milieux humides se retrouvent en très faible proportion dans le corridor projeté et sont disposés de façon éparse sur l'ensemble du territoire et apparaissent relativement peu développés.

En ce qui a trait aux sources potentielles de matériaux granulaires, la base de données GESTIM du MERN relève la présence de quelques bancs d'emprunt disposés aux extrémités nord et sud du tronçon, soit à proximité des routes existantes. Aucun banc n'a toutefois été répertorié au centre de la zone en raison de l'absence de route. Selon les données morpho-sédimentaires disponibles sur le SIGEOM, les sources de matériaux fluvioglaciers disposées de part et d'autre de la route projetée semblent plutôt bien distribuées sur l'ensemble du tracé, mis à part pour une zone s'étendant sur 25 km entre le tronçon 6 de la variante 1 et le tronçon 3 de la route principale, où les matériaux granulaires se font plus rares. À cet endroit, d'autres dépôts fluvioglaciers sont tout de même répertoriés en périphérie de la route, dans un rayon de 5 à 16 km du tracé projeté. Dans l'éventualité où l'exploitation de ces dépôts serait moins favorable en raison de la distance les séparant de la route, les dépôts de till qui recouvre la majorité de la zone d'étude pourraient également être utilisés comme matériau granulaire dans ces secteurs où les sources fluvioglaciers se font plus rares.

Dans la poursuite de l'évaluation géotechnique de cette zone, il serait pertinent d'entreprendre des travaux de photo-interprétation des dépôts de surface sur un parcours plus limité. Il serait également pertinent de poursuivre l'analyse par photo-interprétation des sources de matériaux granulaires, combinée à une campagne de terrain (comme celle menée à l'été 2022 pour la route ZE2 entre La Grande et Whapmagoostui/Kuujjuarapik) afin de prélever des échantillons sélectionnés. L'échantillonnage du sol dans les puits d'emprunt existants pour confirmer que leurs propriétés intrinsèques sont conformes aux normes actuelles serait également pertinent. D'un point de vue géotechnique, il serait pertinent d'envisager en priorité des campagnes de forage préliminaires aux endroits, le long du tracé, où des zones plus problématiques ont été identifiées (traversées de cours d'eau, sols à faible capacité portante).

LISTE DES ABRÉVIATIONS ET ACRONYMES

ABRÉVIATIONS/ ACRONYMES	DÉFINITION
Client	Société de développement Crie
COMEX	Comité d'examen des répercussions sur l'environnement et le milieu social
GESTIM	Système de gestion des titres miniers
HQ	Hydro-Québec
MERN	Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles
MTQ	Ministère des Transports du Québec
PDF	Portable Document Format (format de document portable)
SDBJ	Société de développement de la Baie-James
SIGEOM	Système d'information géominière du Québec
SIG	Système d'information géographique

TABLE DES MATIÈRES

1	INTRODUCTION	1
2	MÉTHODOLOGIE DE RECUEIL DE DONNÉES	2
2.1	Recueil d'études réalisées dans ou à proximité de la zone d'étude	3
2.2	Identification des études contenant des données géotechniques pertinentes	3
3	PORTRAIT GLOBAL DE LA GÉOMORPHOLOGIE DES ZONES À L'ÉTUDE.....	10
3.1	Chemin de fer – Rupert à La Grande (Phase II)	10
3.2	Route et chemin de fer : La Grande à Whapmagoostui/Kuujjuarapik (Phase II et III)	17
3.3	Route 167 : Réfection et prolongement jusqu'à la Transtaïga (Phase II).....	25
4	PORTRAIT GLOBAL DES DONNÉES GÉOTECHNIQUES PAR INFRASTRUCTURE	30
4.1	Chemin de fer : Rupert à La Grande (Phase II)	30
4.2	Route et chemin de fer : La Grande à Whapmagoostui/Kuujjuarapik (Phases II & III).....	37
4.3	Mine Renard - route 167 (ZE3 – Phase II)	48
5	PORTRAIT GLOBAL DU PERGÉLISOL	52
5.1	Conditions du pergélisol	52
6	ENJEUX GÉOTECHNIQUES POTENTIELS.....	54
6.1	Dépôt de sols compressibles	54
7	INVESTIGATIONS RECOMMANDÉES ET PROCHAINES ÉTAPES	59
7.1	Chemin de fer : Rupert à La Grande	59
7.2	Route : La Grande à Whapmagoostui/Kuujjuarapik	60
7.3	Chemin de fer : La Grande à Whapmagoostui/Kuujjuarapik.....	60
7.4	Route 167 : Réfection et prolongement jusqu'à la Transtaïga	61

TABLE DES MATIÈRES

7.5	Zones de pergélisol	61
8	FAISABILITÉ – ROUTE : LA GRANDE À WHAPMAGOOSTUI/KUUJJUARAPIK.....	62
8.1	Travaux préparatoires	62
8.2	Visite de reconnaissance	64
8.3	Investigation des sites de carrières potentielles par forages.....	76
8.4	Programme et présentation des résultats obtenus en laboratoire.....	79
8.5	Discussion des résultats.....	86
8.6	Recommandations et étapes futures.....	92
9	CONCLUSION	94
9.1	Composantes des infrastructures de préfaçabilité	94
9.2	Composantes des infrastructures de faisabilité	97
10	RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	99

TABLE DES MATIÈRES

TABLEAUX

Tableau 2-1	Résumé concernant les documents consultés.....	4
Tableau 2-2	Inventaire sondages disponibles	4
Tableau 2-3	Informations récupérées à partir des documents transmis par Hydro-Québec.....	5
Tableau 2-4	Description des champs de la base de données de forage.....	7
Tableau 2-5	Description des champs de la base de données contenant les autres données géotechniques (cartes, coupes, plans, etc.)	9
Tableau 3-1	Proportion des dépôts meubles dans le secteur de Rupert à La Grande	12
Tableau 3-2	Proportion des dépôts meubles dans le corridor projeté du secteur de Rupert à La Grande	13
Tableau 3-3	Proportion des dépôts meubles dans le secteur de La Grande à Whapmagoostui/Kuujjuarapik	18
Tableau 3-4	Proportion des socles rocheux dans les corridors projetés du secteur de La Grande à Whapmagoostui/Kuujjuarapik.....	19
Tableau 3-5	Proportion des dépôts meubles dans le secteur de la route 167	26
Tableau 3-6	Proportion des dépôts meubles dans le corridor projeté du secteur de la route 167	27
Tableau 4-1	Liste d'études pertinentes.....	30
Tableau 4-2	Description et épaisseur de chaque type de sols de fondation recouvrant le tracé de la route existante entre Matagami et la rivière La Grande	32
Tableau 4-3	Type de sol de fondation le long du tracé de la route existante entre Matagami et la rivière La Grande (route Billy-Diamond)	32
Tableau 4-4	Le pourcentage de chaque type de dépôt de surface le long du tracé du corridor ferroviaire obtenu à partir de l'étude de Keyser & Laforte (1978).....	33

TABLE DES MATIÈRES

Tableau 4-5	Les caractéristiques des zones tourbières identifiées le long du tracé de la route existante entre Matagami et Radisson (route Billy-Diamond) obtenues à partir de l'étude de Keyser & Lafort (1987)	34
Tableau 4-6	Résumé de la couverture de dépôts meubles le long du chemin de fer : Rupert à La Grande selon la carte des zones morpho-sédimentologiques générales du Québec	36
Tableau 4-7	Résumé des enjeux géotechniques potentiels le long du tracé proposé pour le corridor ferroviaire entre Rupert et La Grande	37
Tableau 4-8	Liste d'études précédentes dans le secteur de La Grande à Whapmagoostui/Kuujuarapik	37
Tableau 4-9	Résumé de la couverture de dépôts meubles le long des deux variantes du tracé projeté pour la route dans La Grande à Whapmagoostui/Kuujuarapik selon la carte des zones morpho-sédimentologiques générales du Québec	43
Tableau 4-10	Résumé de la couverture de dépôts meubles le long du tracé projeté pour le corridor ferroviaire le secteur La Grande à Whapmagoostui/Kuujuarapik selon la carte des zones morpho-sédimentologiques générales du Québec	45
Tableau 4-11	Résumé des enjeux géotechniques potentiels le long des deux variantes du tracé projeté du corridor routier dans le secteur La Grande à Whapmagoostui/Kuujuarapik	46
Tableau 4-12	Résumé des enjeux géotechniques potentiels le long du tracé du corridor ferroviaire projeté dans le secteur La Grande à Whapmagoostui/Kuujuarapik	46
Tableau 4-13	Résumé des couches stratigraphiques et de leurs épaisseurs moyennes rencontrées dans les études précédentes	47

TABLE DES MATIÈRES

Tableau 4-14	Résumé de la couverture de dépôts meubles le long du tracé projeté pour la réfection et le prolongement de la route 167 selon la carte zones morpho-sédimentologiques générales du Québec.	50
Tableau 4-15	Résumé des enjeux géotechniques potentiels le long de la route 167 projetée : réfection et prolongement jusqu'à la Transtaïga	51
Tableau 8-1	Caractéristiques générales des bancs d'emprunt investigués	66
Tableau 8-2	Caractéristiques des échantillons prélevés des bancs d'emprunt investigués	68
Tableau 8-3	Caractéristiques des carrières potentielles investiguées.....	72
Tableau 8-4	Caractéristiques des échantillons prélevés des sites de carrières potentielles investiguées.....	75
Tableau 8-5	Résumé des descriptions lithologiques des forages en laboratoire	78
Tableau 8-6	Programme de laboratoire - Échantillons de dépôts meubles	79
Tableau 8-7	Programme de laboratoire - Échantillons de carottes de roc	79
Tableau 8-8	Résultats des analyses granulométriques par tamisage sur des échantillons prélevés dans les bancs d'emprunt potentiels.....	80
Tableau 8-9	Résultats des analyses granulométriques par tamisage et par sédimentométrie des échantillons prélevés dans les bancs d'emprunts potentiels.....	81
Tableau 8-10	Résultats des essais en comparaison avec les exigences du tableau II-4 <i>Caractéristiques complémentaires des granulats-pour matériaux de fondation, de sous fondation, de couche de roulement granulaire et d'accotement</i>	82
Tableau 8-11	Extrait du tableau I-3 Catégories de granulats fins selon leurs caractéristiques intrinsèques	82

TABLE DES MATIÈRES

Tableau 8-12	Résultats des essais d'abrasion (micro-deval) et de coefficients de friabilité.....	83
Tableau 8-13	Extrait du tableau I-1 Catégories de granulats grossiers selon leurs caractéristiques intrinsèques	84
Tableau 8-14	Résultats des essais Micro-Deval et Los Angeles et catégories admissibles	84
Tableau 8-15	Résumé des résultats de potentiels en approvisionnement des bancs d'emprunts potentiels investigués	87
Tableau 8-16	Comparaison des volumes de matériaux estimés et des besoins pour la construction de la route.....	90

FIGURES

Figure 2-1	Zones d'étude (ZE).....	2
Figure 2-2	Carte de localisation des forages disponibles dans le SIGÉOM.....	6
Figure 2-3	Démarche utilisée pour la collecte de données jusqu'à l'intégration dans le SIG.....	9
Figure 3-1	Formes glaciaires au pourtour du chemin de fer projeté (ligne pointillée grise) au centre du secteur de Rupert à La Grande. On observe des champs de drumlinoïdes orientés NE-SO (traits rouges) et des séries de moraines de De Geer orientées NO-SE	14
Figure 3-2	Button de roc à pente abrupte traversé par le chemin de fer prévu (ligne pointillée noire) au centre du secteur de Rupert à La Grande, à 1 km au nord de la rivière Opinaca. Les lignes rouges illustrent les courbes de niveau au 10 m.....	15
Figure 3-3	Tourbière traversée par le chemin de fer prévu (ligne pointillée noire) sur environ 1,5 km de long, à l'extrémité nord du secteur de Waskaganish	16

TABLE DES MATIÈRES

Figure 3-4	Séries de plages (lignes pointillées) et de regroupements de dunes (triangle) au nord du village de Kuujjuarapik. La ligne pointillée rouge illustre l'extrémité nord de la route projetée.....	22
Figure 3-5	Ligne électrique traversée par le chemin de fer prévu (ligne pointillée noire) à l'extrémité sud du secteur de La Grande à Whapmagoostui/Kuujjuarapik	24
Figure 3-6	Drumlinoïdes (traits rouges) et séries de moraines côtelées (lignes pointillées rouges) à l'extrémité nord de la zone de la route 167	28
Figure 3-7	Tourbière traversée par la route projetée (ligne pointillée noire) sur environ 1 km de long, au centre du secteur de la mine Renard.....	29
Figure 4-1	Distribution de type de sol de fondations rencontré sur le tracé du corridor ferroviaire proposé entre km 257 et km 544	31
Figure 4-2	Type de sols de surface sur le tracé proposé pour le corridor ferroviaire entre Rupert et La Grande selon la carte des zones morpho-sédimentologiques générales du Québec : (a) Section nord du tracé, (b) Section sud du tracé	35
Figure 4-3	Distribution des zones morpho-sédimentologiques dans le secteur d'étude	39
Figure 4-4	Type de sols de surface sur les deux variantes du tracé proposé pour la route Billy Diamond entre La Grande et Whapmagoostui/Kuujjuarapik selon la carte des zones morpho-sédimentologiques générales du Québec	40

TABLE DES MATIÈRES

Figure 4-5	Type de sols de surface sur la variante 1 du tracé proposé pour la route Billy Diamond entre La Grande et Whapmagoostui/Kuujjuarapik selon la carte des zones morpho-sédimentologiques générales du Québec 41
Figure 4-6	Type de sols de surface sur la variante 2 du tracé proposé pour la route Billy Diamond entre La Grande et Whapmagoostui/Kuujjuarapik selon la carte des zones morpho-sédimentologiques générales du Québec 42
Figure 4-7	Type de sols de surface sur le tracé proposé pour le corridor ferroviaire entre La Grande et Whapmagoostui/Kuujjuarapik selon la carte des zones morpho-sédimentologiques générales du Québec 44
Figure 4-8	Plan de localisation des forages existants de l'étude d'impact sur l'environnement et le milieu social de la route 167 Nord vers les Monts Otish réalisé par MTQ 48
Figure 4-9	Type de sols de surface sur le tracé proposé pour la réfection et le prolongement de la route 167 selon la carte des zones morpho-sédimentologiques générales du Québec 49
Figure 5-1	Distribution du pergélisol au Québec nordique (Guide des bonnes pratiques au Nunavik, 2018) 53
Figure 8-1	(A) Vue d'ensemble vers le SO du banc d'emprunt D-061. (B) et (C) Vue vers l'est des plages superposées de sédiments avec blocs et cailloux en surface. 70
Figure 8-2	Aperçu de la foreuse utilisée et de l'équipement de chantier 77

TABLE DES MATIÈRES

ANNEXES

- A** CARTES DES ZONES MORPHO-SÉDIMENTAIRES
- A-1** Carte 1 – ZE1
- A-2** Carte 2 – ZE2
- A-3** Carte 3 – ZE3
- B** FEUILLETS 1 À 3 – SOURCES POTENTIELLES DE MATÉRIAUX GRANULAIRES ET DE TILL
- C** SOURCES POTENTIELLES DE DÉPÔTS GRANULAIRES À PROXIMITÉ DU VILLAGE DE KUJJUARAPIK
- D** CARTE DES FORAGES DANS LA ZONE ZE2
- E** FAISABILITÉ - ANNEXES
- E-1** Cartes
- E-2** Logs de forage
- E-3** Résultats des essais en laboratoire (courbes)
- E-4** Tableau Grab sAmple roc
- E-5** Rapport photographique des carottes de roc des forages

1 INTRODUCTION

Étant donné le contexte éloigné du territoire à l'étude et le coût important associé à la réalisation de travaux d'investigation dans ces zones, les équipes de géotechnique et de géomorphologie ont dans un premier temps consacré leurs efforts pour recueillir et compiler les données géotechniques et géomorphologiques disponibles à la suite des travaux d'aménagement et d'infrastructure effectués sur le territoire. L'objectif consiste à mettre cette information à la disposition des différentes disciplines et à établir le portrait le plus détaillé possible des conditions et des enjeux géotechniques associés aux infrastructures proposées.

Dans l'objectif de retracer d'abord et de collecter ensuite les données géotechniques existantes, diverses sources, dont Hydro-Québec (HQ), le ministère des Transports du Québec (MTQ), le Système d'information géomineière du Québec (SIGEOM), et la Société de développement de la Baie-James (SDBJ), ont été prises en compte. En effet, plusieurs études ont été menées sur le territoire de la Baie-James dans le passé, notamment dans le cadre de projets hydro-électriques, de travaux d'exploration minière ou encore de travaux de cartographie géologique.

2 MÉTHODOLOGIE DE RECUEIL DE DONNÉES

La méthodologie utilisée pour mener la recherche et l'extraction des données pertinentes se résume de la façon suivante :

- 1 Recueil d'études réalisées dans ou à proximité de la zone d'étude, soit plus précisément :
 - Analyse des intrants reçus par le Client;
 - Recherche dans la base de données publique et le web Cherloc d'Hydro-Québec du MERN;
 - Recherche dans la base de données du Système d'information géomineière du Québec (SIGEOM);
 - Recherche dans la base de données de Comité d'examen des répercussions sur l'environnement et le milieu social (COMEX).
- 2 Identification des études contenant des données géologiques et géotechniques pertinentes;
- 3 Extraction et compilation des données dans une base de données;
- 4 Intégration et affichage des données dans le Système d'information géographique (SIG) spécifique à l'étude.

Les grandes lignes de chacune de ces étapes sont présentées aux sections suivantes.

La figure 2-1 présente une vue d'ensemble des zones d'étude.

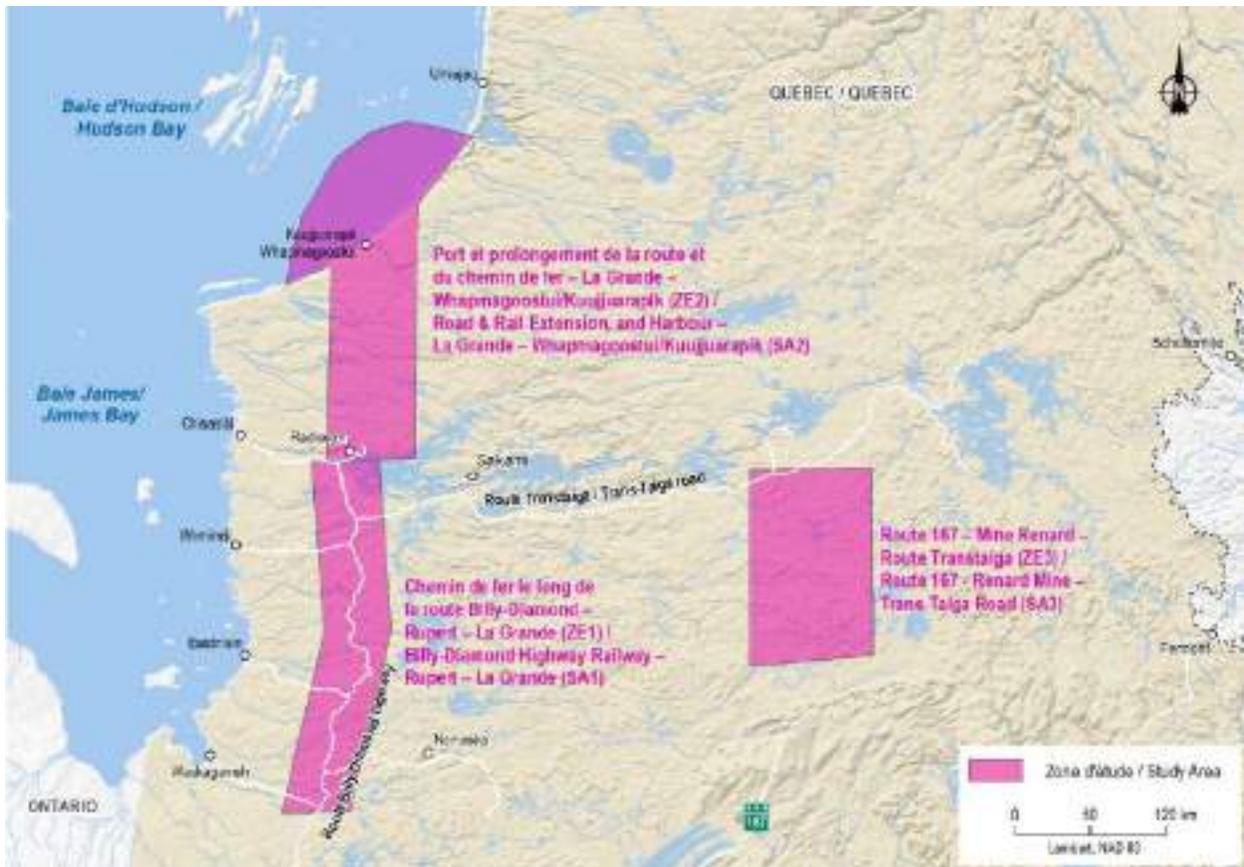


Figure 2-1 Zones d'étude (ZE)

2.1 RECUEIL D'ÉTUDES RÉALISÉES DANS OU À PROXIMITÉ DE LA ZONE D'ÉTUDE

D'abord, le Client a fourni des intrants, tels que des études provenant entre autres, sans s'y limiter, du ministère des Transports du Québec (MTQ), d'Hydro-Québec (HQ) et de la Société de développement de la Baie-James (SDBJ). Par la suite, des demandes ont été effectuées, par exemple, directement au MTQ dans le but d'obtenir toutes études antérieures ou données accessibles possiblement en lien avec les zones précises à l'étude. Il a ainsi été possible de récolter directement 61 études de la part du MTQ, 47 études de la part d'Hydro-Québec et une très grande quantité de données cartographiques de la part de la SDBJ.

Ensuite, une recherche approfondie a été réalisée dans la base de données en ligne Cherloc d'Hydro-Québec¹. Cette base de données est composée de plus de 17 000 rapports et études, produits par la division environnement d'Hydro-Québec au fil du temps. La fonction de recherche avancée ainsi qu'une recherche par combinaison de mots-clés a été utilisée afin de cibler les études pertinentes. Ainsi, des mots-clés tels que le nom des villages, cours d'eau ou étendues d'eau, infrastructures hydro-électriques, routes, ainsi que des termes techniques en lien avec la géotechnique ont été utilisés afin de cibler les données pertinentes.

Enfin, une recherche approfondie a été réalisée auprès du ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN) à l'aide du SIGEOM. Cet outil numérique contient une très grande quantité d'information géo-scientifique, en grande partie géoréférencée, qu'il est possible de visualiser à l'aide d'une carte interactive. Il est également possible d'activer une série de filtres afin de cibler précisément le type d'informations désirées. Ainsi, plusieurs données ont été consultées afin de trouver le plus de données géologiques et géotechniques pertinentes, principalement les forages au diamant et les zones morpho-sédimentologiques générales (carte des dépôts meubles).

2.2 IDENTIFICATION DES ÉTUDES CONTENANT DES DONNÉES GÉOTECHNIQUES PERTINENTES

2.2.1 DOCUMENTS TRANSMIS DIRECTEMENT À WSP

Suite à l'analyse des documents provenant du MTQ, il a été possible d'identifier des données pertinentes provenant de projets antérieurs qui ont été réalisés dans les secteurs de Kuujuarapik-route Billy-Diamond- ZE2 et de Mine Renard-route 167-ZE3.

Parmi les 47 études provenant d'Hydro-Québec, seulement 16 études contenaient de l'information pertinente du point de vue géotechnique pour la présente étude de préféabilité. Il a été possible d'y trouver quelques rapports de forages, descriptions des dépôts de surface, la localisation de bancs d'emprunts et des carrières, une description générale des sols et du roc ainsi que des rapports de tranchées d'exploration.

À la suite de l'analyse de l'étude réalisée par le MTQ en 2013 sur l'un des secteurs à l'étude, il a été possible d'y trouver des descriptions des matériaux de surface accompagnées de plusieurs cartographies détaillées, la localisation et la description de plusieurs bancs d'emprunts accompagnées de photographies pertinentes pour la photo-interprétation.

¹ Elle est disponible numériquement au site <https://cherloc.ca/>

2.2.2 BASE DE DONNÉES CHERLOC – HYDRO-QUÉBEC

À la suite d'une recherche approfondie dans la base de données Cherloc d'Hydro-Québec, plusieurs informations géotechniques ont pu être récupérées, dont :

- Plus d'une centaine de rapports détaillés de forages géotechniques et de tranchées d'exploration;
- Les résultats d'analyses de laboratoire incluant, des analyses granulométriques, analyses sédimentométriques, limites de consistance, analyses de sensibilité des sols, essais de compactage, essais de résistance en compression simple, essais de consolidation œdométrique et essais de perméabilité;
- Les résultats d'essais in situ, incluant des essais au scissomètre et indices N issu de l'essai de pénétration standard (SPT);
- Caractérisation du roc;
- Coupes stratigraphiques détaillées;
- Description et localisation de plusieurs bancs d'emprunts, esker et terrasses avec descriptions;
- Description des matériaux de surface (géomorphologie) avec cartographies très détaillées et photographies;
- Données bathymétriques et hydrogéologiques, telles que des relevés des niveaux d'eau et d'essais de perméabilité;
- Relevés sismiques;
- Études sur les zones à risque de glissement de terrain (descriptions et emplacement);
- Description des sols le long du littoral avec cartographies et analyses de laboratoire.

Les tableaux suivants résument l'information recueillie au sein de la base de données Cherloc.

Tableau 2-1 Résumé concernant les documents consultés

DOCUMENTS	NOMBRE
Revus au total	25
Avec données pertinentes dans la zone d'étude	17
Avec rapports de sondage dans la zone d'étude	8

Tableau 2-2 Inventaire sondages disponibles

SONDAGES	PUITS	FORAGES AU ROC	SONDAGES DANS DÉPÔTS MEUBLES	TOTAL
Compilés	21	22	48	91

L'ensemble des références et des rapports a été intégré dans la liste des intrants et sauvegardés sur le site Sharepoint de l'étude où ils peuvent être consultés par les différentes disciplines.

2.2.3 RESSOURCES CONFIDENTIELLES – HYDRO-QUÉBEC

Une deuxième liste d'études et de rapports a également été établie à partir des documents obtenus dans la base de données Cherloc de plusieurs études qui sont considérées comme confidentielles par Hydro-Québec et qui n'étaient pas accessibles. Une demande a été envoyée à Hydro-Québec pour obtenir la permission d'accéder à ces informations. Environ onze documents ont été envoyés par Hydro-Québec représentant quatre études différentes qui ont été faites dans le secteur ZE2 dans les zones au-dessus de Kuujjuarapik. Ces documents contenaient des informations similaires à celles mentionnées dans la section 2.2.2. En plus, ils comprenaient des informations sur la lithologie du socle rocheux, des tests de perméabilité effectués dans le sol et dans le roc.

Le tableau 2-3 résume l'information recueillie à partir de ces documents transférés d'Hydro-Québec.

Tableau 2-3 Informations récupérées à partir des documents transmis par Hydro-Québec

INFORMATION	QUANTITÉ
Rapports consultés	11
Rapports de forage avec description des dépôts meubles et du roc	48
Analyses granulométriques des matériaux de surface	37
Analyses de perméabilité	15
Rapports de forage au roc avec description de la lithologie du roc	11

2.2.4 SYSTÈME D'INFORMATION GÉOMINIÈRE DU QUÉBEC (SIGÉOM) – MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DES RESSOURCES NATURELLES

À la suite d'une recherche dans le SIGÉOM du ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, une grande quantité d'informations provenant principalement des forages au diamant réalisés dans le cadre de campagnes d'exploration minière antérieures ont été identifiées.

La figure suivante présente l'emplacement de ces forages en plus des secteurs concernés par le présent mandat. La dimension et la couleur des symboles réfèrent à la densité de forages disponibles à chacun des emplacements.



Figure 2-2 Carte de localisation des forages disponibles dans le SIGÉOM

Chaque groupe de forages est associé à un rapport présentant les détails et analyses associées. À la suite d'une consultation préliminaire, une soixantaine d'études contenant des rapports de forages avec description et sans description de la stratigraphie ont été identifiées. Cependant, il est à noter qu'une grande quantité de données a été obtenue dans la région de Schefferville soit où plusieurs routes ont été construites. Suite à l'écart du secteur de la région de Schefferville (prolongement de la route Transtaïga vers l'est pour rejoindre Schefferville) dans le cadre de l'étude de préféabilité, ces données n'ont pas été étudiées plus amplement.

Il a été possible d'obtenir via le SIGÉOM une carte des dépôts de surface à l'échelle de tout le territoire à l'étude, provenant d'une compilation numérique de toutes les données récoltées principalement par MERN lors de travaux de cartographie du territoire et/ou exploration.

2.2.5 RECUEIL DES DONNÉES GÉOMORPHOLOGIQUES

Une revue de la documentation existante dans le domaine public et scientifique a permis de synthétiser l'information relative à l'environnement physique des secteurs d'étude. De plus, les cartes (échelle 1 : 50 000) disponibles par le MERN ont été traitées à l'aide du logiciel ArcGIS Pro et ArcGIS Web AppBuilder. Ceci a permis de compléter l'information relative aux dépôts de surface et aux formes de terrain.

Les proportions des dépôts meubles dans chacun des secteurs ont été définies à partir des zones morpho-sédimentaires du SIGEOM. En ce qui a trait au secteur de Kuujjuarapik, l'étude de Poly-Géo (2013) offre une cartographie détaillée des dépôts de surface. Cette dernière a été consultée et a permis de bonifier les informations textuelles, mais par souci d'uniformité avec les deux autres secteurs, elle n'a pas été utilisée pour les calculs des proportions de dépôts meubles.

Pour les trois secteurs à l'étude, les zones d'instabilités ont été localisées dans les corridors incluant le réseau de transport prévu et 200 m de part et d'autre. Les contraintes suivantes ont été relevées à partir de la base de données SIGEOM et par photo-interprétation 2D sur le logiciel ArcGIS Pro :

- 1 Les plans d'eau;
- 2 Les milieux humides;
- 3 Les zones de roc accidenté (roc fracturé et escarpements rocheux);
- 4 Les zones de sédiment glaciomarin fin d'eau profonde;
- 5 Les infrastructures déjà en place et recoupant le trajet prévu;
- 6 Les zones d'aires protégées.

2.2.6 EXTRACTION ET COMPILATION DES DONNÉES DANS UNE BASE DE DONNÉES

L'extraction et la numérisation des données généralement conservées dans des documents en format PDF inertes constituent une étape nécessaire pour permettre l'analyse et faciliter l'intégration et le partage des données avec l'ensemble des intervenants. Un effort soutenu a donc été consacré à cette étape pour constituer une base d'information solide dès le début de l'étude.

2.2.6.1 EXTRACTION DES DONNÉES DE FORAGE

Une fois les études contenant des rapports de sondages identifiés, ces études ont été parcourues puis les rapports ont été enregistrés en documents PDF séparés. Pour chaque sondage identifié, les données présentées au tableau ci-dessous ont été compilées dans un chiffrier.

Tableau 2-4 Description des champs de la base de données de forage

NOM DU CHAMP	DONNÉE
No_Sondage	Numéro d'identification du sondage dans l'étude
Type	Type de sondage (PU : Puits, FR : Forage au Roc, FS : Forage dans le sol, TR : Tranchée)
Niveau_Tn	Élévation du terrain naturel
Prof_Max	Profondeur du sondage

NOTE TECHNIQUE 10 – GÉOTECHNIQUE

NOM DU CHAMP	DONNÉE
Prof_Roc	Profondeur du roc
No_Projet	Cote ou numéro associé au document
Zone	Zone associée au système de coordonnées projetées
Coord_est	Coordonnée projetée - Est
Coord_Nord	Coordonnée projetée – Nord
Longitude	Coordonnée géographique - Longitude
Latitude	Coordonnée géographique - Latitude
Prof_nappe	Profondeur de la nappe phréatique
Date_nappe	Date du relevé de la profondeur
Nom_document	Nom du document PDF contenant le rapport de forage. Il s'agit du nom du sondage.
Année	Année de publication de l'étude
Titre_étude	Titre de l'étude source d'où provient le rapport de forage
Commentaires	Toute précision concernant les données entrées
Page	Numéro de la page où se trouve le rapport de forage dans le document source.
Nb_pages	Nombre de pages du rapport de forage
SPT N_Cu	Oui/non contient des Indices N issus de l'essai de pénétration standard dans le cas de sols pulvérulents, ou d'essais au scissomètre, dans le cas de sols cohérents.
Compression	Oui/non contient des résultats d'essais de compression
Limites	Oui/non contient des données de limites d'Atterberg
Poids volumique	Oui/non contient des mesures du poids volumique
Perméabilité	Oui/non contient des résultats d'essais de perméabilité
Granulo	Oui/non contient des analyses granulométriques et/ou par sédimentométrie.

Dans plusieurs cas, les coordonnées exactes des forages n'étaient pas disponibles. Lorsque possible, ces coordonnées ont été obtenues de façon approximative par géoréférencement de plans de localisation à l'aide du logiciel QGIS et/ou à l'aide de chaînages fournis. Il est également à noter que toutes ces informations n'étaient pas toujours disponibles pour tous les forages.

2.2.6.2 EXTRACTION D'AUTRES DONNÉES

Les autres données pertinentes, telles que les résultats d'essais de laboratoire, les coupes stratigraphiques détaillées ou encore les plans de localisation des sondages, ont également été identifiées au sein des études et sauvegardées en documents PDF séparés. Pour chaque document ainsi créé, les informations suivantes ont été recueillies.

Tableau 2-5 Description des champs de la base de données contenant les autres données géotechniques (cartes, coupes, plans, etc.)

NOM DU CHAMP	DONNÉE
Nom	Nom représentatif du type d'information
Document_reference	Cote du document source
Année	Année de publication du document source
Titre_etude	Titre de l'étude
Commentaire	Commentaire ou précision en lien avec les données entrées
Page	Numéro de page
Nb_Page	Nombre de pages

L'ensemble des informations constitueront la matière première des analyses géotechniques destinée à identifier les enjeux et les risques dans les secteurs concernés.

2.2.7 INTÉGRATION DES DONNÉES DANS LE SYSTÈME D'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE (SIG)

La base de données technique est par la suite intégrée dans le système d'information géographique de l'étude. Chaque sondage apparaît alors comme un point sur lequel il est possible de cliquer afin d'accéder aux informations compilées : log de forage en format PDF, profondeur du roc, niveau du terrain naturel, principaux essais réalisés, etc. La figure suivante résume la démarche utilisée pour la collecte de données jusqu'à l'intégration dans le SIG.



Figure 2-3 Démarche utilisée pour la collecte de données jusqu'à l'intégration dans le SIG

3 PORTRAIT GLOBAL DE LA GÉOMORPHOLOGIE DES ZONES À L'ÉTUDE

Le volet géomorphologie de la présente étude technique vise à investiguer la nature des dépôts meubles dans les trois zones ciblées par l'étude de préféabilité phase II et III :

- Zone d'étude 1 (ZE1) : Chemin de fer de la route Billy-Diamond - Rupert - La Grande;
- Zone d'étude 2 (ZE2) : Prolongement de la route et du chemin de fer, et port - La Grande - Whapmagoostui/Kuujuarapik;
- Zone d'étude 3 (ZE3) : Route 167 - mine Renard - route Transtaïga.

Les objectifs principaux sont :

- Caractériser la proportion et la disposition des différents dépôts meubles répartis dans la région d'étude;
- Identifier les secteurs où les sédiments comportent un fort potentiel en matériau granulaire;
- Identifier les formes géomorphologiques importantes qu'on retrouve dans la région d'étude;
- Identifier les secteurs d'instabilités qui pourraient être problématiques pour la portance des futures infrastructures.

3.1 CHEMIN DE FER – RUPERT À LA GRANDE (PHASE II)

3.1.1 PHYSIOGRAPHIE

Le secteur d'étude de Waskaganish est un tronçon orienté nord-sud d'environ 285 km de long et 55 km de large. Ce dernier est localisé à l'est de la baie James, entre la rivière Rupert et La Grande Rivière. Son extrémité nord concorde avec la limite sud de la zone d'étude de Kuujuarapik. La zone d'étude est comprise dans la province naturelle des basses collines de la Grande Rivière, qui s'incline doucement vers les baies de James et d'Hudson plus à l'ouest (MERN, 2022a).

Le tronçon de Waskaganish est caractérisé par une plaine ondulée ponctuée par la roche en surface. L'altitude moyenne le long du corridor routier projeté se situe généralement entre 175 et 225 m. L'élévation maximale atteint toutefois 259 m à environ 30 km au sud de la rivière Eastmain (chaînage B-370 dans la base de données SIG).

Les vallées des rivières apparaissent généralement étroites et moyennement incisées. L'élévation s'abaisse autour de 150 m au niveau des rivières Pontax, Eastmain, Opinaca (chaînages B-306, B-394 et B-412 dans la base de données SIG) et immédiatement à l'est du lac du Vieux Comptoir (chaînage B-464 dans la base de données SIG). Un peu plus au nord, à l'est du lac Yasinski (chaînage B-542), l'altitude s'abaisse drastiquement, passant de 197 m à 135 m sur une distance d'environ 6 km. L'élévation remonte ensuite graduellement autour de 175 m jusqu'à Radisson.

3.1.2 GÉOLOGIE

Le secteur de Rupert à La Grande est inclus dans la province géologique du Supérieur du Bouclier canadien (MERN, 2022b). Les portions nord et centrale du tronçon chevauchent la sous-province de La Grande, formée de roche volcano-plutonique. Localement, le roc est composé de tonalite, diorite, granite et de gneiss tonalitique à granodioritique (MERN, 2022c). Le sud du tronçon recoupe quant à lui la sous-province de Nemiscau. Le roc en place est formé de roche métasédimentaire, principalement composée de paragneiss, de schiste, de formation de fer

et de marbre (MERN, 2022d). Quelques bandes étroites de roc volcanique felsique à mafique recourent la zone d'étude, principalement dans les portions nord et centrale.

Au point de vue structural, il apparaît que le roc est grandement déformé. En effet, plusieurs failles, zones de cisaillement et plis régionaux traversent le site de Rupert à La Grande, généralement dans un axe plus ou moins est-ouest (MERN, 2022c).

3.1.3 HYDROGRAPHIE

Le secteur d'étude est compris dans le bassin hydrographique de la baie d'Hudson. En considérant les bassins qui sont croisés plus d'une fois, la ligne ferroviaire prévue traversera 33 bassins versants de niveau 1 ou 2 sur son trajet. Ces bassins sont orientés est-ouest, puisque le réseau d'écoulement est dirigé vers le bassin collecteur de la baie James.

Le tracé ferroviaire préliminaire traversera huit cours d'eau majeurs, dont les principaux sont les rivières Pontax, Eastmain et au Castor, qui s'écoulent vers l'ouest. Ce même tracé recoupe également 149 cours d'eau mineurs, dont une forte proportion (30,20 %) est comprise dans le bassin versant de Eastman, situé au centre de la zone d'étude.

Par ailleurs, plusieurs lacs de grosseurs variables recouvrent le secteur de Rupert à La Grande, dont la plupart sont facilement contournés par le trajet ferroviaire prévu. La portion nord-est du secteur est quant à elle occupée par le réservoir Robert-Bourassa.

3.1.4 ZONES MORPHO-SÉDIMENTAIRES GÉNÉRALES

La carte 1 (annexe A-1) illustre la disposition des dépôts meubles dans la zone de Rupert à La Grande. Une importante partie du territoire d'étude est composée de sédiments organiques non différenciés (26,04 %; tableau 3-1). Ceux-ci sont disposés sporadiquement dans l'ensemble du secteur et se retrouvent en plus forte concentration au sud du tronçon.

Par ailleurs, une portion représentative du secteur est recouverte de till non différencié et de roche en place, qui occupent respectivement 17,74 % et 16,54 % du territoire. Ces deux zones morpho-sédimentologiques sont dispersées sur l'ensemble des parties nord et centrale du site, tandis que dans la partie sud, le roc est localisé à l'ouest et le till à l'est du tronçon.

Les sédiments glaciomarins littoraux et pré-littoraux représentent quant à eux 14,44 % des dépôts de surface de la zone de Rupert à La Grande. Ces sédiments sont principalement regroupés au centre du tronçon, quelques dépôts ont également été retrouvés de manière dispersée au nord et sud du site d'étude. Également, 13,93 % du territoire est couvert par des sédiments glaciomarins fins d'eau profonde, qui sont localisés principalement aux extrémités nord et sud du tronçon.

Des sédiments fluvioglaciaires (sédiments d'épandage proglaciaire subaquatique 0,04 %, juxtaglaciaires 0,74 %, et de moraine frontale 0,60 %) sont localisés dans les portions nord et centrale du tronçon d'intérêt. Ces dépôts offrent un bon potentiel comme matériau granulaire et seront décrits plus en détail à la section 3.1.4.

Les sédiments lacustres non différenciés s'étendent sur 7,15 % de la zone d'étude et sont disposés au fond des lacs actuels, dont le principal est le réservoir Robert-Bourassa, qui recoupe le nord du segment. Finalement, les autres types de dépôts présents dans la zone d'étude occupent généralement des superficies inférieures à 1 %.

Une attention particulière devra être portée à la répartition des sédiments organiques et des dépôts glaciomarins fins d'eau profonde qui occupent une grande portion de la zone de Rupert à La Grande et qui pourraient représenter une contrainte de stabilité lors de la conception des infrastructures éventuelles. Pour leur part, les dépôts d'éboulis (0,01 %) se retrouvent en proportion mineure sur le territoire et ne devraient donc pas être un obstacle à la portance des futures infrastructures.

Tableau 3-1 Proportion des dépôts meubles dans le secteur de Rupert à La Grande

TYPE DE DÉPÔTS	SUPERFICIE (HA)	PROPORTION DE LA ZONE D'ÉTUDE (%)
Alluvions non différenciées	26 618,74	0,643
Alluvions actuelles	9 818,42	0,237
Sédiments éoliens	842,07	0,020
Dépôts d'éboulis	404,29	0,010
Sédiments d'épandage proglaciaire subaquatique	1 738,23	0,042
Sédiments juxtaglaciaires	30 514,60	0,737
Sédiments de la moraine frontale	24 678,26	0,596
Sédiments lacustres non différenciés	296 020,67	7,148
Sédiments glaciolacustres fins d'eau profonde	180,50	0,004
Sédiments glaciolacustres littoraux et pré-littoraux	22 193,33	0,536
Sédiments glaciomarins fins d'eau profonde	577 000,75	13,932
Sédiments glaciomarins littoraux et pré-littoraux	598 096,60	14,442
Sédiments glaciomarins deltaïques et prodeltaïques	4 284,17	0,103
Sédiments organiques non différenciés	1 078 455,33	26,041
Roche en place non différenciée	684 906,01	16,538
Till non différencié	734 711,35	17,741
Till de fusion ou d'ablation	50 953,33	1,230

3.1.5 NATURE DES DÉPÔTS MEUBLES AU DROIT DU CORRIDOR

Le tableau 3-2 illustre la disposition des dépôts meubles au droit du corridor formé par le chemin de fer prévu et 200 m de part et d'autre, dans le secteur de Rupert à La Grande. La largeur de la zone tampon, totalisant 400 m de large, a été définie dans le but de couvrir l'ensemble de la zone où des dépôts instables pourraient affecter le tracé ferroviaire prévu. Une importante portion du corridor projeté est recouverte de sédiments organiques non différenciés (24,99 %), dont une forte concentration est disposée au sud du tronçon. Toutefois, il est à noter qu'une cartographie de détail pourrait permettre de revoir cette proportion à la baisse.

Les sédiments glaciomarins littoraux et pré-littoraux représentent quant à eux 18,41 % des dépôts de surface du corridor projeté et sont principalement regroupés au centre du tronçon. De plus, 16,04 % du corridor est couvert par des sédiments glaciomarins fins d'eau profonde. Une forte proportion de ces dépôts est localisée dans la partie nord du corridor, mais on en retrouve également dans une moindre mesure juste au nord de la rivière Eastmain, qui traverse le centre de la zone d'étude.

Par ailleurs, une importante partie du corridor est caractérisée par du till (till non différencié : 14,21 % ; till de fusion : 2,08 %) et de la roche en place (14,27 %). Les dépôts de till non différencié sont dispersés sur l'ensemble du corridor, avec une plus forte concentration dans la partie centrale. Les quelques dépôts de till de fusion sont répertoriés au centre du corridor également. Le roc est quant à lui localisé majoritairement dans les portions nord et centrale.

Bien que peu de sédiments de la moraine frontale recouvrent la zone d'étude de Rupert à La Grande, le corridor au droit de chemin de fer projeté traverse une proportion non négligeable de ces dépôts (8,48 %) dans sa partie nord. Finalement, les autres types de dépôts présents dans la zone d'étude occupent des superficies inférieures à 1 %.

Tableau 3-2 Proportion des dépôts meubles dans le corridor projeté du secteur de Rupert à La Grande

TYPE DE DÉPÔTS	SUPERFICIE (HA)	PROPORTION DU CORRIDOR (%)
Alluvions non différenciées	204,92	0,556
Alluvions actuelles	-	-
Sédiments éoliens	67,09	0,182
Dépôts d'éboulis	-	-
Sédiments d'épandage proglaciaire subaquatique	-	-
Sédiments juxtaglaciaires	186,33	0,505
Sédiments de la moraine frontale	3 126,65	8,477
Sédiments lacustres non différenciés	66,72	0,181
Sédiments glaciolacustres fins d'eau profonde	-	-
Sédiments glaciolacustres littoraux et pré-littoraux	0,94	0,003
Sédiments glaciomarins fins d'eau profonde	5 914,80	16,036
Sédiments glaciomarins littoraux et pré-littoraux	6 790,44	18,410
Sédiments glaciomarins deltaïques et prodeltaïques	40,38	0,109
Sédiments organiques non différenciés	9 216,49	24,987
Roche en place non différenciée	5 261,97	14,266
Till non différencié	5 239,76	14,206
Till de fusion ou d'ablation	768,39	2,083

3.1.6 SOURCES POTENTIELLES DE MATÉRIAUX GRANULAIRES

Le site de diffusion de documents du Système de gestion des titres miniers (GESTIM) du MERN regroupe les bancs d'emprunt localisés dans le secteur d'étude. De façon générale, de nombreuses exploitations de gravier et de pierre concassée sont observées le long de la route Billy-Diamond. On y retrouve également dans une moindre mesure des exploitations de sable et des dépôts morainiques. De ce fait, la portion sud et l'extrémité nord de la zone d'étude offrent les plus fortes proportions de bancs d'emprunt. Une plus faible quantité de bancs est toutefois répertoriée sur la portion du chemin de fer projeté localisée entre les lacs Kaministikuch et Duxbury, qui s'étend sur environ

75 km (chaînages B-352 à B-422 dans la base de données SIG). En effet, ce segment comporte seulement quatre bancs d'emprunt, dont deux sont constitués de sable, un de gravier et un autre de pierre concassée.

Par ailleurs, les zones morpho-sédimentaires disponibles sur SIGEOM illustrent une plus forte proportion de sédiments fluvioglaciaires, principalement constitués de dépôts juxtaglaciaires et de moraine frontale, dans les portions nord et centrale du secteur de Rupert à La Grande. En effet, au sud de la rivière Eastman (chaînage B-370 dans la base de données SIG), les corridors fluvioglaciaires se font très rares.

Certains dépôts de till présentent toutefois une granulométrie favorisant son utilisation comme matériau granulaire, tels que le till remanié (Tr), le till délavé (Td), le till de fusion (Tf), le till bosselé (Tb) et le till côtelé (To). Du till remanié est d'ailleurs localisé au sud-est du transect et pourrait possiblement pallier au manque de source granulaire dans ce secteur.

3.1.7 FORMES DE TERRAIN

L'ensemble du secteur d'étude est couvert de marques glaciaires et de formes fuselées mises en place durant la dernière glaciation. Notamment, plusieurs champs de drumlinoïdes forment des butons allongés dans l'axe NE-SE, qui témoignent de l'écoulement glaciaire local vers le SE (voir la figure 3-1).

La moraine de Sakami, qui s'étend du lac Mistassini jusqu'à Kuujjuarapik, marque quant à elle la déglaciation régionale (Hardy, 1982). Dans le secteur d'étude, elle forme un arc de cercle qui s'étend de la limite est de la rivière Opinaca dans la zone d'étude (vis-à-vis le chaînage B-430) jusqu'à l'extrémité nord du tronçon. Elle apparaît comme un cordon discontinu, composé de dépôts sablo-graveleux et sableux. Des séries de moraines de De Geer se sont également développées à l'extrémité sud du tronçon et juste au nord du lac Boisrobert (chaînage B-380 dans la base de données SIG). Ces crêtes parallèles, sont orientées NO-SE et se sont formées lors du retrait de la marge glaciaire au contact avec un plan d'eau. Quelques séries de moraines orientées nord-sud sont également répertoriées dans la portion nord-est du tronçon, juste à l'ouest du lac Sakami (vis-à-vis le chaînage B-536 dans la base de données SIG).

Par ailleurs, plusieurs crêtes de plages sont regroupées dans le sud du secteur de Rupert à La Grande. Ces dernières forment des cordons sinueux qui marquent d'anciens niveaux atteints par la mer de Tyrrell. Quelques regroupements de dunes sont également observés au sud et à l'est du tronçon et illustrent le remaniement éolien de sédiments.

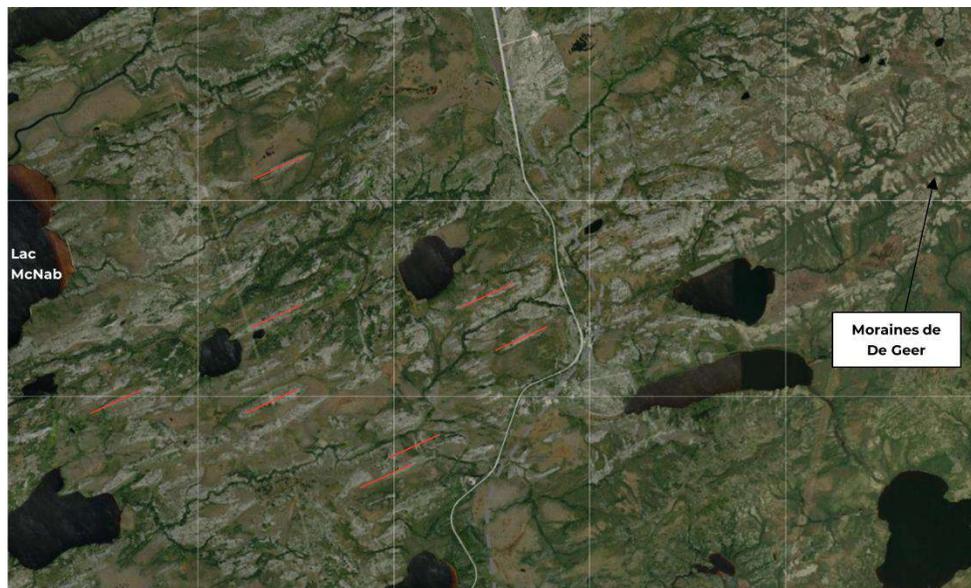


Figure 3-1 Formes glaciaires au pourtour du chemin de fer projeté (ligne pointillée grise) au centre du secteur de Rupert à La Grande. On observe des champs de drumlinoïdes orientés NE-SO (traits rouges) et des séries de moraines de De Geer orientées NO-SE

3.1.8 CONTRAINTES AU CORRIDOR FERROVIAIRE

Les contraintes au passage de la ligne de chemin de fer ont été répertoriées dans le corridor comprenant la ligne ferroviaire prévue et 200 m de part et d'autre. Cette section présente leur étendue et leur disposition. Les caractéristiques techniques associées à chacune des contraintes sont décrites à la section 6.

Les sédiments glaciomarins fins d'eau profonde, situés dans les zones de plus basses élévations, parsèment le trajet du corridor ferroviaire, principalement dans le nord du tronçon. Les zones où ces dépôts sont accumulés sur de grandes épaisseurs peuvent s'avérer instables et devront donc être étudiées en détail. Les travaux des Macleod et coll. (1999) soulèvent trois zones de dépôt d'argile d'origine marine de faible résistance le long de la route entre Matagami et la route Billy-Diamond. La première zone s'étend sur 40 km de part et d'autre de la rivière Eastmain et est caractérisée par une forte épaisseur d'argile sensible, recouverte par moins de 1 m de tourbe. Les deux autres zones sont rencontrées sur 10 et 16 km dans le nord du secteur. Elles sont constituées d'argile sensible recouverte par 1 à 2 m de tourbe et de pergélisol discontinu.

Le corridor traverse plusieurs zones rocheuses dispersées de façon sporadique et réparties principalement dans les parties centre et nord du segment. De façon générale, le roc n'apparaît pas comme une contrainte au passage de la ligne ferroviaire, excepté pour certaines zones où le relief est plus prononcé. Trois zones de pentes modérées (B-478, B-461 et B-408 dans la base de données SIG) et trois zones de pentes abruptes (B-394, B-412 et B-473 dans la base de données SIG) ont été répertoriées et nécessiteront une analyse détaillée afin d'évaluer si le segment devra être déplacé (voir la figure 3-2). Ces six sites rocheux sont situés au centre du corridor.



Figure 3-2 Button de roc à pente abrupte traversé par le chemin de fer prévu (ligne pointillée noire) au centre du secteur de Rupert à La Grande, à 1 km au nord de la rivière Opinaca. Les lignes rouges illustrent les courbes de niveau au 10 m

Par ailleurs, le corridor d'étude traverse 66 plans d'eau, mais la majorité n'est pas directement recoupée par la ligne de chemin de fer et ne représente donc pas des obstacles majeurs au passage de l'infrastructure.

Plusieurs milieux humides ont été identifiés le long du corridor ferroviaire, dont une forte proportion de ceux-ci se retrouve dans la partie nord du transect. Quoique la plupart de ces milieux humides semblent de faible envergure et ne doivent donc pas affecter le passage du chemin de fer, certaines tourbières sont particulièrement développées et pourraient représenter un risque d'affaissement et de tassement considérable à long terme. En effet, les travaux de photo-interprétation ont permis de relever 16 tourbières identifiées comme des contraintes majeures au passage de la ligne ferroviaire (voir la figure 3-3). Parmi celles-ci, on en dénombre cinq au centre du corridor de Waskaganish et 11 au nord. Par ailleurs, les travaux de Keyser et Laforge (1978) ont permis de relever 17 zones où les dépôts de tourbe excèdent 1,5 m d'épaisseur le long de la route Billy-Diamond, qui longe le tracé du chemin de fer projeté. Cinq de ces zones sont situées au sud du tronçon d'étude, une seule est située au centre du secteur, juste au sud de la rivière Eastmain, tandis que les 11 autres tourbières sont localisées au nord de la route.



Figure 3-3 Tourbière traversée par le chemin de fer prévu (ligne pointillée noire) sur environ 1,5 km de long, à l'extrémité nord du secteur de Waskaganish

Le segment d'étude croise également cinq lignes électriques sur son tracé (B-393, B-473, B-525, B-544 et B-610 dans la base de données SIG), dont trois d'entre elles sont situées dans la partie nord du secteur. Ces dernières comportent respectivement 3, 7 et 1 pylône(s) inclus dans le corridor de part et d'autre du chemin ferroviaire prévu. Les deux autres lignes électriques sont quant à elles localisées au centre du tronçon, et chacune d'elles comporte un seul pylône dans la zone du tracé prévu.

En ce qui concerne les contraintes environnementales, on retrouve à l'extrémité sud du tronçon la réserve de biodiversité projetée de Waskaganish. Celle-ci est traversée à trois endroits par le corridor ferroviaire, sur une distance totalisant 12 km. Au centre nord du secteur d'étude, le corridor du chemin de fer projeté longe la route en place et est bordé par la réserve de biodiversité projetée de Paakumshumwaau-Maatускаau sur environ 90 km. La réserve est recoupée à neuf endroits sur de courtes distances par le corridor, totalisant environ 5 km.

3.2 ROUTE ET CHEMIN DE FER : LA GRANDE À WHAPMAGOOSTUI/KUJJUARAPIK (PHASE II ET III)

Il est à noter que la route proposée comporte deux variantes, dont le tronçon entre les kilomètres 59 et 115 s'étend plus à l'est de la route initialement proposée dans l'étude de Poly-Géo inc. (2013). Les variantes 1 et 2 s'éloignent vers l'est d'environ 17 km et 6 km respectivement du tracé projeté par Poly-Géo Inc. Les deux variantes ont fait l'objet d'une évaluation géotechnique, mais suite à une analyse plus approfondie au cours de l'étude, la variante 2 a été privilégiée, ce qui explique la raison pour laquelle le chemin de fer proposé pour la Phase III longe le corridor routier proposé.

3.2.1 PHYSIOGRAPHIE

La zone d'étude de La Grande à Whapmagoostui/Kuujjuarapik est un corridor orienté nord-sud d'environ 260 km de long et 70 km de large. Le site est situé à l'est de la baie James et s'étend de Radisson jusqu'à la baie d'Hudson au nord. Il est inclus dans la province naturelle des basses collines de la Grande Rivière, qui s'étend sur 173 000 km² (MERN, 2022a). Cette région est caractérisée par une plate-forme légèrement inclinée vers les baies de James et d'Hudson, à l'ouest.

Le relief forme une plaine ondulée dont la topographie est principalement contrôlée par le socle rocheux qui affleure en abondance. L'altitude moyenne le long des corridors de la route et du chemin de fer projetés se situe généralement entre 125 et 150 m. L'élévation maximale atteint toutefois 236 m, à environ 62 km de l'extrémité nord de la route (chaînage B-558 dans la base de données SIG), puis diminue graduellement jusqu'à la baie d'Hudson au nord. Les vallées sont généralement étroites et incisées de façon superficielle (MERN, 2022a), excepté pour celle de la Grande rivière à la Baleine, qui est encaissée à des profondeurs variant entre 50 et 100 m.

3.2.2 GÉOLOGIE

Le roc composant la zone à l'étude est compris dans la province géologique du Supérieur du Bouclier canadien, d'âge Archéen (MERN, 2022b). Les portions nord et centrale du tronçon chevauche le domaine de Bienville (sous-province de Minto), principalement composée d'orthogneiss granitique à tonalitique (MERN, 2022c). L'extrémité sud du secteur recoupe quant à lui le pluton de Radisson (sous-province de Minto), essentiellement composé de monzodiorite quartzifère à hornblende (Goutier et coll., 1999). Finalement, une étroite bande de roche d'âge Protérozoïque (2,5 à 1,6 Ga) borde la côte de la baie d'Hudson. Celle-ci est composée de roches sédimentaires (dolomie, quartzite, basalte) appartenant au groupe de Nastapoka.

Au niveau structural, quelques failles régionales recoupent la roche-mère le long de la côte, au nord-est de Kuujjuarapik et dans la portion sud du secteur d'étude (MERN, 2022c).

3.2.3 HYDROGRAPHIE

La zone d'étude est comprise dans le bassin hydrographique de la baie d'Hudson. Les tracés des routes suivant les variantes 1 et 2 croiseront 15 et 10 sections de bassins versants (de niveau 1 ou 2) respectivement, dont certains bassins sont croisés plus d'une fois. Ces derniers sont orientés est-ouest, étant donné le réseau d'écoulement dirigé vers les bassins collecteurs de la baie James et de la baie d'Hudson.

Les principaux affluents recoupés par les tracés de la route et du chemin de fer sont les rivières Piagochioui au sud et la Grande rivière de la Baleine au nord, toutes deux s'écoulant vers l'ouest. Plusieurs systèmes de lacs et rivières allongés dans l'axe est-ouest sont aussi croisés sur le transect d'étude, particulièrement au centre et au sud du secteur. Les principaux plans d'eau couvrant le secteur sont le réservoir Robert-Bourrassa situé à la limite sud de la zone, ainsi que les lacs Julian, Craven et Roggan qui sont principalement localisés au centre du secteur.

Pour les deux variantes de route, un total de 22 plans d'eau ou cours d'eau majeurs est traversé par la route projetée. Sur la variante 1, le trajet prévu recoupe 142 cours d'eau mineurs répartis assez uniformément sur l'ensemble du segment. Une forte proportion de ces cours d'eau mineurs (34,5 %) est intersectée dans le bassin versant de la rivière Roggan, situé au centre-sud du secteur. La variante 2 recoupera quant à elle 198 cours d'eau mineurs, dont la majorité (25,25 %) est également incluse dans le bassin versant de Roggan. Le chemin de fer prévu recoupe quant à lui 19 plans d'eau ou cours d'eau majeurs ainsi que 145 cours d'eau mineurs.

3.2.4 ZONES MORPHO-SÉDIMENTAIRES GÉNÉRALES

Ce secteur est majoritairement caractérisé par de la roche en place non différenciée, qui recouvre 36,01 % de la zone d'étude (tableau 3-3; annexe A-2, carte 2). En effet, le roc affleure ponctuellement sur l'ensemble du tronçon d'intérêt. Le till non différencié recouvre quant à lui 31,65 % du territoire à l'étude et est disposé de façon plutôt uniforme dans le secteur de La Grande à Whapmagoostui/Kuujuuarapik.

Par ailleurs, 10,20 % du territoire est couvert par des sédiments lacustres non différenciés disposés au fond des lacs actuels. En effet, on observe une grande quantité de petits lacs disposés de façon sporadique sur l'ensemble du territoire. Aussi, les sédiments glaciomarins fins d'eau profonde (9,78 %) et les sédiments glaciomarins littoraux et pré-littoraux (8,97 %) recouvrent les vallées des rivières actuelles, formant des corridors principalement disposés dans les parties nord et centrale de la zone. Les sédiments glaciomarins ont été déposés lors de l'incursion marine post-glaciaire. La mer s'est maintenant retirée sous l'effet du relèvement isostatique.

Bien qu'en petite proportion sur le territoire, les sédiments fluvioglaciaires (sédiments d'épandage proglaciaire subaquatique 0,02 %, juxtaglaciaires 0,31 %, et de moraine frontale 0,32 %) offrent un fort potentiel comme matériau granulaire. Ces dépôts dispersés sur l'ensemble de la zone sont caractérisés par une granulométrie qui s'étend du sable silteux au gravier avec blocs.

Il est à noter que 39,67 % de la zone d'étude est recouverte d'eau, dont la majeure partie est concentrée dans la baie d'Hudson, au nord du tronçon. Ne présentant pas d'obstacle au tracé des futures infrastructures, la zone de la baie d'Hudson a été exclue de l'analyse sédimentaire. Les dépôts d'éboulis (0,001 %) et les sédiments organiques non différenciés (2,58 % ; disposés principalement au nord et à l'est du segment) se retrouvent, quant à eux, en très faible quantité dans la zone d'étude, ce qui ne devrait pas occasionner de problèmes de portance pour les infrastructures éventuelles. Finalement, les sédiments glaciomarins fins d'eau profonde devront être pris en compte lors de la conception des futures installations puisque ces dépôts peuvent s'avérer instables.

Tableau 3-3 Proportion des dépôts meubles dans le secteur de La Grande à Whapmagoostui/Kuujuuarapik

TYPE DE DÉPÔTS	SUPERFICIE (HA)	PROPORTION DE LA ZONE D'ÉTUDE (%)
Alluvions actuelles	1 176,18	0,030
Dépôts d'éboulis	48,27	0,001
Sédiments d'épandage proglaciaire subaquatique	878,53	0,023
Sédiments juxtaglaciaires	12 129,11	0,311
Sédiments de la moraine frontale	12 301,44	0,316
Sédiments lacustres non différenciés	397 212,23	10,198
Sédiments glaciomarins fins d'eau profonde	381 079,83	9,784

TYPE DE DÉPÔTS	SUPERFICIE (HA)	PROPORTION DE LA ZONE D'ÉTUDE (%)
Sédiments glaciomarins littoraux et pré littoraux	349 232,81	8,966
Sédiments glaciomarins deltaïques et prodeltaïques	4 112,06	0,106
Sédiments organiques non différenciés	100 394,88	2,578
Roche en place non différenciée	1 402 494,40	36,008
Till non différencié	1 232 747,84	31,650
Till de fusion ou d'ablation	1 129,02	0,029

3.2.5 NATURE DES DÉPÔTS AU DROIT DU CORRIDOR

Le tableau 3-4 présente la disposition des dépôts meubles au droit des corridors formés par la route et le chemin de fer prévus et 200 m de part et d'autre, dans le secteur de La Grande à Whapmagoostui/Kuujuarapik. À noter que les deux variantes de routes proposées entre les km 59 et 115 (V1 et V2) ont été considérées dans l'analyse des dépôts de surface. Il faut souligner qu'il s'agit d'une caractérisation générale des corridors étudiés et que la route ne traversera pas nécessairement ces zones.

Une forte proportion des corridors est couverte de till non différencié (V1 : 42,35 %; V2: 46,39 %; Ch. Fer : 44,13 %). Les dépôts de till sont répartis tout au long du corridor, mais apparaissent en plus forte concentration dans la partie sud de ceux-ci. Le roc est lui aussi abondant sur les tracés projetés (V1 : 26,10 %; V2 : 23,43 %; Ch. Fer : 23,88 %). Il affleure de façon éparse sur l'ensemble du corridor et de manière plus importante dans les parties nord et centrale.

Les sédiments glaciomarins fins d'eau profonde (V1: 16,42 %; V2: 15,24 %; Ch. Fer : 16,78 %) recourent le corridor projeté principalement dans les portions nord et centrale, de même que pour les sédiments glaciomarins littoraux et pré littoraux (V1: 9,07 %; V2: 8,15 %; Ch. Fer : 8,28 %). Par ailleurs, il est à noter qu'une faible proportion du corridor est traversé par des zones organiques (V1: 4,96 %; V2: 5,17 %; Ch. Fer : 4,95 %), disposées pour la plupart à l'extrémité nord de la route prévue.

Bien qu'en petite proportion sur la route projetée, un important dépôt de sédiments juxtaglaciaires (V1: 0,42 % V2 : 0,44 %; Ch. Fer : 1,10 %) est répertorié autour du kilomètre 61. En raison de leur proximité et de leur granulométrie caractéristique, ces sédiments pourront possiblement servir comme matériau granulaire lors de la conception de la route. Finalement, les autres types de dépôts répertoriés au droit de la route et du chemin de fer projetés ont des proportions représentant moins de 1 %.

Tableau 3-4 Proportion des socles rocheux dans les corridors projetés du secteur de La Grande à Whapmagoostui/Kuujuarapik

TYPE DE DÉPÔTS	ROUTE - VARIANTE 1		ROUTE - VARIANTE 2		CHEMIN DE FER	
	SUPERFICIE (HA)	PROPORTION DU CORRIDOR (%)	SUPERFICIE (HA)	PROPORTION DU CORRIDOR (%)	SUPERFICIE (HA)	PROPORTION DU CORRIDOR (%)
Alluvions actuelles	-	-	-	-	-	-
Dépôts d'éboulis	-	-	-	-	-	-
Sédiments d'épandage proglaciaire subaquatique	-	-	-	-	-	-
Sédiments juxtaglaciaires	64,15	0,420	64,15	0,438	96,35	1,099%

TYPE DE DÉPÔTS	ROUTE - VARIANTE 1		ROUTE - VARIANTE 2		CHEMIN DE FER	
	SUPERFICIE (HA)	PROPORTION DU CORRIDOR (%)	SUPERFICIE (HA)	PROPORTION DU CORRIDOR (%)	SUPERFICIE (HA)	PROPORTION DU CORRIDOR (%)
Sédiments de la moraine frontale	-	-	-	-	-	-
Sédiments lacustres non différenciés	31,66	0,207	98,12	0,670	28,24	0,322%
Sédiments glaciomarins fins d'eau profonde	2509,10	16,416	2230,81	15,236	1471,48	16,782%
Sédiments glaciomarins littoraux et pré littoraux	1386,19	9,069	1193,40	8,151	725,83	8,278%
Sédiments glaciomarins deltaïques et prodeltaïques	75,42	0,493	75,42	0,515	48,51	0,553%
Sédiments organiques non différenciés	757,35	4,955	757,35	5,173	434,20	4,952%
Roche en place non différenciée	3988,50	26,095	3430,67	23,431	2094,15	23,883%
Till non différencié	6472,37	42,345	6791,83	46,387	3869,44	44,130%
Till de fusion ou d'ablation	-	-	-	-	-	-

3.2.6 SOURCES POTENTIELLES DE MATÉRIAUX GRANULAIRES

Le rapport de la route d'accès aux communautés de Whapmagoostui et Kuujuarapik publié par Poly-Géo inc. en 2013 (Annexe B) présente un inventaire des sources potentielles de matériaux de construction dans une bande de 5 km de largeur centrée sur le trajet de la route. Les sources potentielles d'emprunt les plus importantes sont situées dans la portion sud du transect, près du lac Awahagats, où sont localisés deux dépôts de sable et gravier dont les volumes potentiels approximatifs sont de plus de 500 000 m³ et 2,5 M m³. Dans la portion nord de la route, plusieurs dépôts de sable et gravier de tailles plus modestes (entre 50 000 et 500 000 m³) sont disposés à proximité des lacs Benoît et Mach. On retrouve finalement un dépôt de sable et sable graveleux de plus de 500 000 m³ situé sur la rive sud de la Grande rivière de la Baleine, à l'extrémité nord de la route.

À l'exception de ces sources potentielles, le corridor d'étude offre de faibles quantités de dépôts granulaires. Pour cette raison, Poly-Géo inc. (2013) a également relevé les zones de dépôts de till sec, qui pourront éventuellement servir au remblayage et à la construction de la route dans certains secteurs. Le till composant les drumlinoïdes et les moraines de De Geer a été priorisé dans l'étude, puisque la majorité de ces formes de terrain présente un bon drainage ainsi que des volumes de matériel appréciables. Ces sources de till, bien qu'offrant généralement de plus faibles volumes exploitables, sont présentes sur l'ensemble du transect. Elles pourront donc servir à combler les secteurs où les sources de matériaux granulaires sont plus restreintes, soit dans les portions sud et centrale de la route projetée. Finalement, une attention particulière devra être portée à la portion de la route comprise entre la rivière Vaquelin et le lac Takutakamaw, au centre-nord du tronçon. En effet, cette zone pourrait s'avérer problématique, car elle est essentiellement composée de roc et dispose de très peu de ressources de till et de matériaux granulaires.

Par ailleurs, le rapport de recherche de matériaux dans les municipalités d'Akulivik et de Kuujuarapik/Whapmagoostui, publié par WSP en 2017, rapporte les sources potentielles de dépôts granulaires à proximité du village de Kuujuarapik. Au total, 13 sites ont été documentés, soit cinq sablières existantes (BEE-KUU1 à BEE-KUU5), deux carrières existantes (84 505 et CAE-KUU2) et six carrières potentielles (CAP-KUU1 à CAP-KUU6) (Annexe C).

Les cinq sablières sont composées de dépôts marins littoraux et pré-littoraux ou éoliens dont la granulométrie sableuse n'offre pas un fort potentiel comme matériau granulaire. Les carrières sont quant à elles composées de roches granitiques offrant une bonne qualité comme matériaux. Parmi celles-ci, la carrière existante 84505 présente un volume potentiel d'exploitation évalué à 220 000 m³. De plus, les carrières potentielles CAP-KUU1 et CAP-KUU2 offrent des volumes exploitables de 120 000 m³ et 300 000 m³ respectivement.

Finalement, en se référant aux zones morpho-sédimentaires disponibles sur le SIGEOM, il a été noté que les sédiments fluvioglaciers sont répartis sur l'ensemble de la zone d'étude, principalement du côté ouest de la route projetée. Bien qu'en petite proportion sur le territoire, ces dépôts pourraient représenter des sources potentielles en matériaux granulaires.

Une campagne de terrain réalisée par l'équipe de WSP à l'été 2022 a permis de cibler et de caractériser des bancs d'emprunt à fort potentiel d'exploitation le long du tracé de la route projetée (variante 2) et, du même coup, le long du chemin de fer projeté. Les résultats des travaux sont présentés à la section 8.

3.2.7 FORMES DE TERRAIN

Plusieurs formes de terrain marquent la déglaciation du secteur à l'étude. La plus importante est certainement la moraine de Sakami, qui forme un arc de cercle s'étendant sur environ 630 km, du lac Mistassini jusqu'à Kuujjuarapik (Hardy, 1982). Elle illustre la position du front glaciaire, parallèle à la côte de la baie James, au cours du retrait glaciaire vers l'est autour de 7 900 ans avant aujourd'hui. Cette forme est composée de matériaux sablo-graveleux et sableux, disposée en tronçons discontinus à l'ouest du corridor routier.

Des séries de moraines de De Geer se sont également développées dans la partie sud du secteur d'étude et en plus faibles quantités au centre du transect. Elles forment de minces crêtes parallèles formées durant la déglaciation au contact entre la marge glaciaire et un plan d'eau.

Par ailleurs, quelques regroupements de crêtes de plages sont localisés au pourtour du village de Kuujjuarapik (figure 3-4). Ces dernières forment des séries de cordons disposées parallèlement à la côte de la Baie d'Hudson. Ces dépôts, façonnés par les vagues, marquent d'anciens niveaux atteints par la mer de Tyrrell, qui a submergé le territoire lors de la déglaciation tardive.

Finalement, avant que la végétation actuelle ne couvre le territoire, quelques dunes se sont mises en place au pourtour du village de Kuujjuarapik, le long de la côte de la baie d'Hudson. Elles forment de petites crêtes de sédiment sableux qui sont remobilisées par l'activité éolienne dominée par des vents du sud-est et du nord (WSP, 2017).



Figure 3-4 Séries de plages (lignes pointillées) et de regroupements de dunes (triangle) au nord du village de Kuujuarapik. La ligne pointillée rouge illustre l'extrémité nord de la route projetée

3.2.8 CONTRAINTES AU CORRIDOR ROUTIER

L'étendue et la disposition des secteurs d'instabilité ont été identifiées dans le corridor comprenant la route projetée avec une zone tampon de 200 m de part et d'autre de la route. Le même processus a été réalisé pour le corridor comprenant le chemin de fer proposé et 200 m de part et d'autre. La section 6 présente les caractéristiques techniques associées à chacune des contraintes.

Dans le secteur de La Grande à Whapmagoostui/Kuujjuarapik, des sédiments glaciomarins fins d'eau profonde sont localisés dans les zones de plus basses élévations. Ils sont le vestige de la mer de Tyrrell, qui a envahi le territoire jusqu'à une altitude d'environ 270-280 m durant la dernière déglaciation. Les corridors routier et ferroviaire traversent ces zones de matériaux fins principalement dans les parties centre et nord du transect. Une forte proportion de ces dépôts est incluse dans les bassins versants des rivières Roggan et Vaquelin, au centre du corridor. Bien qu'ils ne soient généralement pas problématiques étant donné leur faible épaisseur, ces dépôts sont susceptibles d'être affectés par des glissements de terrain dans les secteurs où ils sont accumulés sur de grandes épaisseurs.

Bien que les corridors traversent plusieurs zones rocheuses, ces dernières se présentent généralement de façon sporadique et illustre un relief peu prononcé. Le roc n'apparaît donc généralement pas comme une contrainte au passage de la route. Toutefois, deux zones de pentes modérées (km 48 et km 197 de la route) et une grande zone de pente forte (km 201 de la route) sont recoupées par les tracés de la route et du chemin de fer prévus et devront donc faire l'objet d'une étude plus approfondie afin d'évaluer leur complexité quant au passage des voies.

Par ailleurs, 22 cours d'eau majeurs et plans d'eau sont traversés par le segment routier projeté, tandis que le tracé du chemin de fer en intersecte 19. Une forte proportion de lacs est toutefois observée dans la partie sud du corridor, où sept étendues d'eau sont accumulées sur environ 3,5 km de la route projetée. Parmi celles-ci, trois lacs sont directement recoupés par la route prévue. Il pourrait être envisageable de déplacer vers l'ouest le tracé prévu à cet endroit afin de minimiser les coûts et les risques associés aux traverses de plans d'eau. Quant à lui, le chemin de fer prévu traverse une étendue d'eau de près de 400 m de longueur vis-à-vis le km 93, au centre du tracé.

Bien qu'ils soient en moins forte proportion que sur le corridor du secteur de Waskaganish, les milieux humides parsèment le corridor de La Grande à Whapmagoostui/Kuujjuarapik. Ces milieux humides se retrouvent en plus grande quantité au nord du corridor. Ils apparaissent relativement peu développés et facilement franchissables par les corridors routier et ferroviaire. À noter que deux tourbières plus fortement développées ont été identifiées en photo-interprétation comme étant des contraintes majeures au passage de la route et de la voie ferrée au sud et au centre du corridor. La première est située au sud de la zone d'étude (km 17) et est recoupée uniquement par le chemin de fer projeté. La deuxième tourbière problématique est quant à elle localisée plus au nord du secteur (km 130) et est recoupée par la route et le chemin ferroviaire prévus.

En ce qui a trait aux infrastructures déjà en place, il a été observé que le chemin de fer prévu croise une ligne électrique à l'extrémité sud du tronçon (voir la figure 3-5). Cette zone est problématique puisqu'un pylône électrique est localisé à l'emplacement du trajet prévu.



Figure 3-5 Ligne électrique traversée par le chemin de fer prévu (ligne pointillée noire) à l'extrémité sud du secteur de La Grande à Whpmagoostui/Kuujjuarapik

Au point de vue environnemental, la route projetée traverse le lac Burton/rivière Roggan/aire protégée Pointe-Louis XIV sur environ 85 km au centre du tronçon. Le trajet de la route devra fort probablement être déplacé afin de contourner cette zone protégée.

3.3 ROUTE 167 : RÉFECTION ET PROLONGEMENT JUSQU'À LA TRANSTAÏGA (PHASE II)

3.3.1 PHYSIOGRAPHIE

Le secteur d'étude s'étale sur une zone rectangulaire orientée nord-sud d'environ 155 km de long et 100 km de large. Il est localisé à 415 km à l'est de la baie James et est recoupé par la Grande Rivière, qui mène au réservoir La Grande 4. La zone d'étude est incluse dans la province naturelle du plateau central du Nord-du-Québec, qui s'étend sur une superficie de 159 000 km² et forme un haut plateau incliné vers le nord et vers l'ouest (MERN, 2022d).

Pour ce qui est du site à l'étude, le territoire est caractérisé par une plate-forme ponctuée de collines (Topographic Map, 2022). Au sud du tronçon, le territoire s'élève jusqu'à environ 800 m, puis l'altitude diminue vers le nord-ouest jusqu'à atteindre 370 m. L'altitude moyenne le long du corridor routier projeté se situe généralement entre 450 m et 530 m. L'élévation maximale atteint toutefois 561 m à environ 32 km au nord de la limite sud du transect.

3.3.2 GÉOLOGIE

Le secteur de la route 167 est inclus dans la province géologique du Supérieur du Bouclier canadien (MERN, 2022b). Les parties nord et centrale du tronçon chevauchent la sous-province de La Grande, formée de roche volcano-plutonique. Localement, le roc est composé de tonalite, diorite, granite et de gneiss tonalitique à granodioritique (MERN, 2022c). Le sud du tronçon traverse quant à lui la sous-province d'Opinaca, formé de roche métasédimentaire essentiellement composée de paragneiss, de schiste, de formation de fer et de marbre. Quelques bandes étroites de roche volcanique mafique à intermédiaire recoupent le centre du secteur d'étude.

Le roc en place apparaît grandement déformé au niveau structural. Plusieurs failles, zones de cisaillement et plis régionaux recoupent le tronçon d'est en ouest, particulièrement dans la portion sud de la zone de la route 167 (MERN, 2022c).

3.3.3 HYDROGRAPHIE

L'ensemble de la zone étudiée est compris dans le bassin versant de niveau 1 de la Grande Rivière. Ce dernier est subdivisé en quatre bassins versants de niveau 2 recoupant le tronçon. Les sous-bassins de la rivière Sakami et de la rivière Pontois sont situés au sud et au sud-ouest de la zone respectivement. Le sous-bassin entourant le réservoir Henri-Bourassa s'étire quant à lui jusqu'au nord-ouest de la zone d'étude. Finalement, le sous-bassin au nord-est du secteur s'étend jusqu'au lac Caniapiscau.

Les principaux affluents recoupant le secteur d'étude sont les rivières Sakami et la Grande Rivière, s'écoulant vers l'ouest et traversant le centre et le nord du secteur respectivement. La portion nord du tronçon est couverte de petits plans d'eau allongés dans l'axe NO-SE, mis en place entre les crêtes des nombreuses moraines côtelées (Rogen). Au total, 20 plans d'eau ou cours d'eau majeurs et 100 cours d'eau mineurs sont traversés par la route projetée.

3.3.4 ZONES MORPHO-SÉDIMENTAIRES GÉNÉRALES

La majeure partie du territoire d'étude est composée de sédiments glaciaires (tableau 3-5; annexe A-3, carte 3), soit de till non différencié (84,78 %) et de till de fusion ou d'ablation (5,53 %). Par ailleurs, 5,73 % du tronçon est recouvert par des sédiments lacustres non différenciés qui tapissent le fond des nombreux petits lacs qu'on retrouve un peu partout sur le territoire. La partie sud de la zone est ponctuée de roche en place non différenciée qui affleure sur 1,38 % du territoire.

Certains dépôts de surface exposant un fort potentiel comme matériau granulaire ont été répertoriés sur le territoire. En effet, on note la présence de sédiments d'épandage proglaciaire subaérien (0,39 %) et de sédiments juxtaglaciaires (1,41 %) localisés le long de corridors fluvioglaciaires orientés NE-SO. Ces corridors sont dispersés sur l'ensemble du secteur, bien qu'ils se retrouvent en plus forte concentration dans la portion sud de la zone d'étude.

Finalement, les faibles proportions de sédiments organiques (0,37 %) et de dépôts d'éboulis (0,004 %) ne devraient pas causer de problème à la conception des futures infrastructures sur le territoire.

Tableau 3-5 Proportion des dépôts meubles dans le secteur de la route 167

TYPE DE DÉPÔTS	SUPERFICIE (HA)	PROPORTION DE LA ZONE D'ÉTUDE (%)
Alluvions non différenciées	8 454,74	0,124
Dépôts d'éboulis	286,63	0,004
Sédiments d'épandage proglaciaire subaérien	26 557,76	0,388
Sédiments juxtaglaciaires	96 432,17	1,409
Sédiments lacustres non différenciés	392 503,23	5,734
Sédiments glaciolacustres littoraux et pré littoraux	17 089,17	0,250
Sédiments glaciolacustres deltaïques/prodeltaïques	2 387,12	0,035
Sédiments organiques non différenciés	25 282,42	0,369
Roche en place non différenciée	94 587,67	1,382
Till non différencié	5 803 189,50	84,779
Till de fusion ou d'ablation	378 273,09	5,526

3.3.5 NATURE DES DÉPÔTS AU DROIT DU CORRIDOR

Le tableau 3-6 illustre la disposition des dépôts meubles au droit du corridor formé par la route prévue et 200 m de part et d'autre, dans le secteur de la route 167. Les dépôts de till (till non différencié : 86,66 % ; till de fusion : 9,58 %) recouvrent presque la totalité du corridor routier. À noter que le till de fusion est disposé de façon éparse sur l'ensemble du corridor.

Par ailleurs, 1,93 % du corridor est couvert par des sédiments juxtaglaciaires qui sont disposés en étroits cordons recoupant l'ensemble du corridor. Chacun des autres types de dépôts répertoriés au droit de la route projetée se retrouve en faible quantité, soit de l'ordre de moins de 1 %.

Tableau 3-6 Proportion des dépôts meubles dans le corridor projeté du secteur de la route 167

TYPE DE DÉPÔTS	SUPERFICIE (HA)	PROPORTION DU CORRIDOR (%)
Alluvions non différenciées	23,97	0,296
Dépôts d'éboulis	-	-
Sédiments d'épandage proglaciaire subaérien	79,89	0,987
Sédiments juxtaglaciaires	156,07	1,928
Sédiments lacustres non différenciés	3,03	0,037
Sédiments glaciolacustres littoraux et pré littoraux	-	-
Sédiments glaciolacustres deltaïques/prodeltaïques	-	-
Sédiments organiques non différenciés	40,26	0,497
Roche en place non différenciée	1,39	0,017
Till non différencié	7 014,51	86,655
Till de fusion ou d'ablation	775,68	9,582

3.3.6 SOURCES POTENTIELLES DE MATÉRIAUX GRANULAIRES

La base de données GESTIM du MERN relève la présence de quelques bancs d'emprunt sur le territoire à l'étude. Ceux-ci sont disposés aux extrémités nord et sud du tronçon, soit à proximité des routes existantes. Au sud, sont localisés 21 exploitations composées de gravier, alors que les cinq bancs d'emprunt disposés au nord comprennent deux bancs de gravier, deux de sable et un dernier de pierre concassée. Aucun banc n'a été répertorié au centre de la zone.

Selon les données morpho-sédimentaires disponibles sur le SIGEOM, les sources de matériau fluvioglaciaire disposées de part et d'autre de la route projetée semblent plutôt bien distribuées sur l'ensemble du tracé. En ce qui concerne la route variante 1 (tronçons 1 à 6) située à l'extrémité sud de la route projetée, des dépôts juxtaglaciaires et d'épandage recourent le tracé à intervalles réguliers et rapprochés (3,5 à 17 km entre eux).

Immédiatement au nord de la route variante 1, les dépôts de sable et gravier sont toutefois plus distancés. En effet, au sud de la route principale, entre le tronçon 6 de la variante 1 et le tronçon 3 de la route principale, environ 25 km séparent les sources de matériaux granulaires recoupant la route. D'autres dépôts fluvioglaciaires sont tout de même répertoriés en périphérie de la route, dans un rayon de 5 à 16 km du tracé projeté. Dans l'éventualité où l'exploitation de ces dépôts serait moins favorable en raison de la distance les séparant de la route, les dépôts de till qui recouvre la majorité de la zone d'étude pourraient également être utilisés comme matériau granulaire dans ces secteurs où les sources fluvioglaciaires se font plus rares.

En ce qui a trait aux portions centrale et nord de la route principale projetée (tronçons 3 à 17), de nombreux dépôts fluvioglaciers sont disposés à une distance de moins de 2 km du tracé, et ce, à un intervalle de 5 à 15 km entre eux. Il est à noter que la majorité de ces bancs sont directement recoupés par la route principale.

Une analyse par photo-interprétation ainsi que de plus amples investigations pourraient permettre de déterminer le potentiel de chacun des dépôts comme matériau granulaire.

3.3.7 FORMES DE TERRAIN

Le fuselé glaciaire est très bien développé dans le secteur de la route 167. En effet, plusieurs regroupements de drumlinoïdes orientés NE-SO témoignent du dernier écoulement glaciaire local vers le SO. Perpendiculairement à ces formes, on observe de nombreuses séries de moraines côtelées (Rogen) disposées parallèlement au front glaciaire, soit dans un axe NO-SE (voir la figure 3-6).

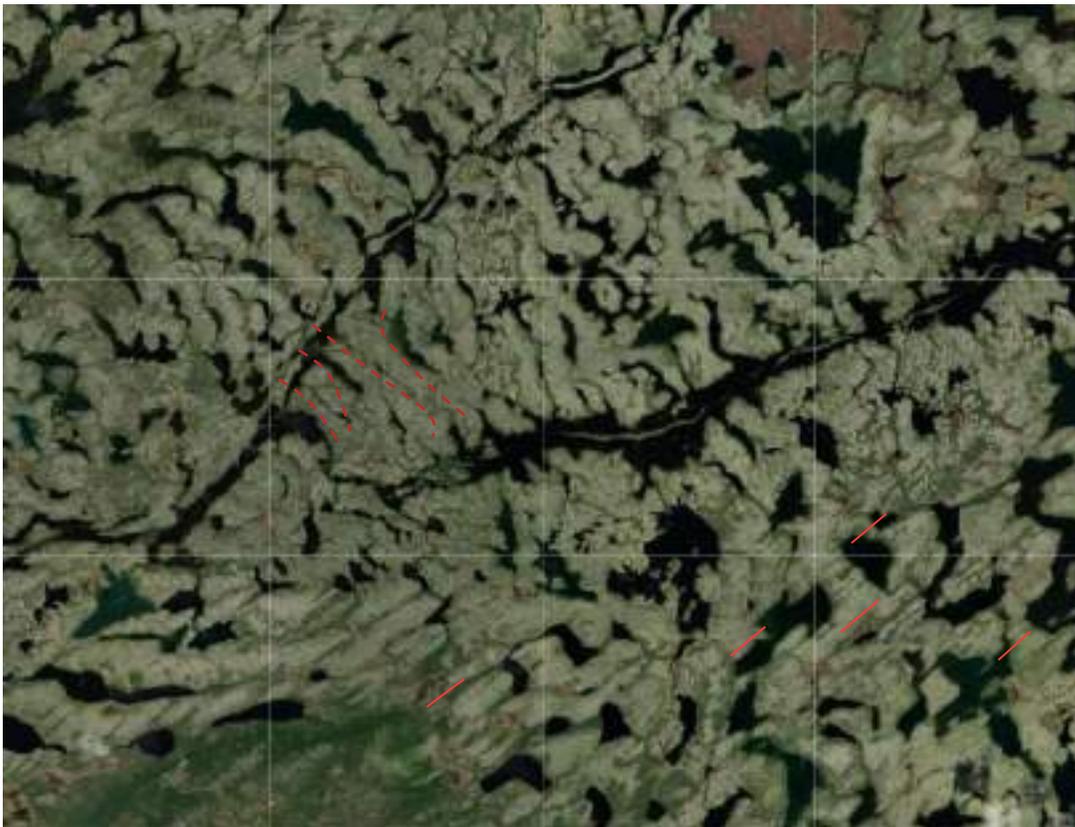


Figure 3-6 Drumlinoïdes (traits rouges) et séries de moraines côtelées (lignes pointillées rouges) à l'extrémité nord de la zone de la route 167

Ces moraines sont caractérisées par de courtes crêtes ondulées et parfois faiblement arquées. Dans le secteur d'étude, elles sont facilement repérables puisqu'elles forment des bourrelets parallèles à travers les plans d'eau.

Plusieurs formes fluvioglaciers visibles dans le tronçon d'étude se sont mises en place durant la dernière déglaciation. De nombreux chenaux d'eau de fonte sont incisés dans la couche de dépôts meubles. Le territoire est également ponctué de kettles formant des dépressions topographiques arrondies et souvent comblées d'eau (Flint, 1971). Dans le secteur d'étude, ces formes sont souvent de petites envergures, s'étendant en moyenne sur quelques centaines de mètres de diamètre. Par ailleurs, de nombreux eskers sillonnent le territoire. Ils forment d'étroits cordons de dépôts fluvioglaciers disposés dans un axe NE-SO, soit parallèlement au retrait glaciaire vers le NE.

3.3.8 CONTRAINTES AU CORRIDOR ROUTIER

Les secteurs d'instabilité ont été identifiés dans le corridor comprenant la route projetée et 200 m de part et d'autre. Cette section présente leur étendue et leur disposition, alors que la section 6 regroupe les caractéristiques techniques de chacune des contraintes.

Comparativement aux secteurs de Rupert à La Grande et de La Grande à Whapmagoostui/Kuujuarapik, le secteur de la route 167 est localisé plus à l'intérieur du territoire. De ce fait, il n'a pas été influencé par l'incursion postglaciaire de la mer de Tyrrell et on n'y retrouve donc aucun dépôt glaciomarin fin d'eau profonde.

Bien que le corridor traverse peu de zones rocheuses (0,017 %), le roc apparaît parfois près de la surface, ce qui se traduit par des parois plus abruptes par endroits. Les travaux de photo-interprétation ont d'ailleurs permis de relever six zones de pentes modérées et quatre zones de pentes fortes distribuées de façon éparse au niveau du corridor d'étude. Ces zones devront être étudiées plus en détail afin d'évaluer leur complexité quant au passage de la ligne.

Par ailleurs, 20 cours d'eau majeurs ou plans d'eau sont traversés par le segment routier projeté. Les traverses de cours d'eau les plus importantes devront faire l'objet d'investigations plus détaillées afin d'évaluer si le tracé prévu devrait être déplacé en vue de minimiser les coûts et les risques associés aux traverses de plans d'eau.

Finalement, les milieux humides se retrouvent en très faible proportion dans le corridor de la route 167. Ceux-ci sont disposés de façon éparse sur l'ensemble du territoire et apparaissent relativement peu développés. Le corridor de la route projetée traverse toutefois huit tourbières plus fortement développées (voir la figure 3-7). À ces endroits, le tracé de la future infrastructure pourrait devoir être révisé.



Figure 3-7 Tourbière traversée par la route projetée (ligne pointillée noire) sur environ 1 km de long, au centre du secteur de la mine Renard

4 PORTRAIT GLOBAL DES DONNÉES GÉOTECHNIQUES PAR INFRASTRUCTURE

Le volet géotechnique de la présente étude technique a pour but d'investiguer les trois zones ciblées par l'étude de préféabilité phases II et III :

- Zone d'étude 1 (ZE1) : Chemin de fer de la route Billy-Diamond - Rupert - La Grande;
- Zone d'étude 2 (ZE2) : Prolongement de la route - La Grande - Whapmagoostui/Kuujuarapik;
- Zone d'étude 3 (ZE3) : Route 167 - mine Renard - route Transtaïga.

Les objectifs principaux sont :

- Identifier les types de dépôts meubles;
- Identifier les paramètres ou caractéristiques géotechniques tels que la stratigraphie, la densité, la compacité ou la consistance des sols;
- Identifier la variation de la profondeur de la nappe phréatique;
- Identifier le type de socle-rocheux et ses caractéristiques.

Les sections suivantes présentent un résumé des informations géotechniques recueillies dans ces secteurs.

4.1 CHEMIN DE FER : RUPERT À LA GRANDE (PHASE II)

4.1.1 DESCRIPTION DES DOCUMENTS PERTINENTS

Au total, quatre études ont été trouvées dans le secteur de Rupert à La Grande. Elles sont pertinentes et contiennent des données géotechniques utiles qui ont permis d'identifier le type de dépôt de sol le long du corridor ferroviaire, les enjeux géotechniques, et les zones de sols problématiques. Les études sont résumées dans le tableau 4-1.

Tableau 4-1 Liste d'études pertinentes

AUTEURS	TITRE	ANNÉE	INFORMATIONS PERTINENTES
Keyser & Laforte (a)	Construction and performance of pavements over muskeg	1978	<ul style="list-style-type: none"> – Détails sur la conception de la route et coupes types; – Description des dépôts rencontrés le long de la route; – Description et propriétés des tourbières; – Résultats d'études de tassement.
Keyser & Laforte (b)	Road construction in palsa fields	1978	<ul style="list-style-type: none"> – Description des enjeux liés à la construction en zone de paises; – Présentation d'une méthodologie pour prendre en compte la dégradation des paises.
Lefebvre & Gingras	La route d'accès au territoire de la Baie-James	1980	<ul style="list-style-type: none"> – Résumé des principaux enjeux rencontrés lors de la conception.
MacLeod, Davidson, Dion, Brassard	Long Term Pavement Performance of the James Bay Access Road	1999	<ul style="list-style-type: none"> – Détails relatifs à la conception de la route; – Description des enjeux rencontrés lors de la construction; – Classification des sols de fondation le long de la route existante.

4.1.2 DONNÉES PROVENANT DES ÉTUDES ANTÉRIEURES

Les sous-sections suivantes présentent la compilation de données jugées les plus pertinentes à présenter provenant d'études antérieures. À noter que ces études sont basées sur la construction de la route Billy-Diamond qui est localisée à proximité du tracé du corridor ferroviaire à l'étude. Pour plus de détails, se référer directement aux ouvrages présentés dans le tableau 4-1.

ÉTUDE: *LONG TERM PAVEMENT PERFORMANCE OF THE JAMES BAY ACCESS ROAD* PAR MACLEOD, DAVIDSON, DION, BRASSARD (1999)

Cette carte présente une classification des sols de fondation le long du tracé de la route existante entre Matagami et route existante Billy-Diamond. Bien que différents types de sols soient rencontrés dans chaque section, cette classification présente le sol typiquement rencontré. La figure 4-1 présente un résumé de l'emplacement de chaque type de sol de fondation sur le tracé du corridor ferroviaire proposé. Le tableau 4-2 présente un résumé de l'épaisseur de chaque type de sols de fondation recouvrant le tracé de la route existante entre Matagami et route existante Billy-Diamond tel qu'identifié dans l'étude mentionnée ci-dessus. Le tableau 4-3 présente plus en détail la stratigraphie rencontrée par section telle qu'illustrée dans la figure 4-1. Il convient de noter que les points jaunes représentent les tourbières dont l'épaisseur est supérieure à 1,5 m (en référence aux informations fournies dans le tableau 4-5), tandis que les chiffres 1 à 12 représentent les sections traitées dans le tableau 4-3.

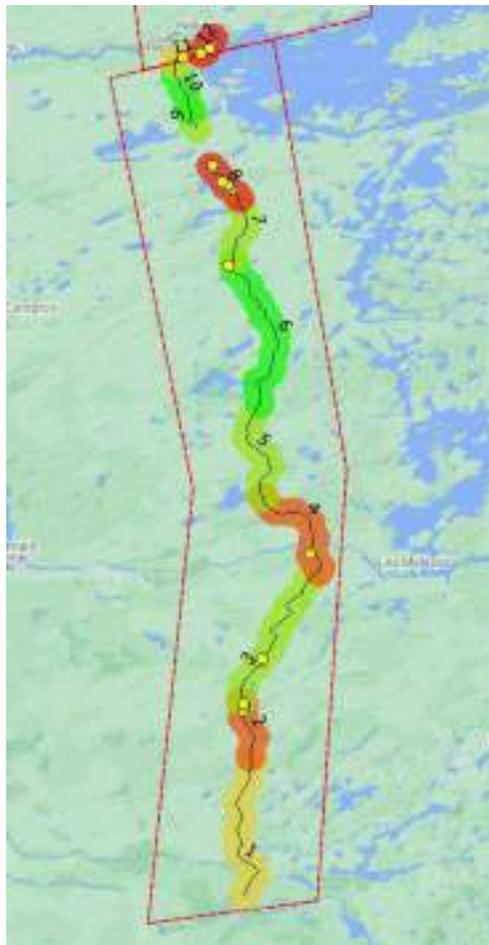


Figure 4-1 Distribution de type de sol de fondations rencontré sur le tracé du corridor ferroviaire proposé entre km 257 et km 544

NOTE TECHNIQUE 10 – GÉOTECHNIQUE

Tableau 4-2 Description et épaisseur de chaque type de sols de fondation recouvrant le tracé de la route existante entre Matagami et la rivière La Grande

TYPE	SOLS DE FONDATION		COUCHE FONDATION	
	DESCRIPTION		ÉPAISSEUR (m)	CBR «California Bearing Ratio »
1	Sol de plus faible résistance. Typiquement dépôt d'argile d'origine marine de consistance molle et sensible recouvert par 1-2 m de muskeg (tourbe). Des poches de pergélisol étaient rencontrées par endroit.		1,2	1,5 - 2
2	Typiquement dépôt d'argile d'origine marine de consistance molle généralement recouvert par moins de 1 m de muskeg (tourbe).		0,6	3
3	Typiquement till silteux à teneur en eau élevée. Bien que plus compétent, n'était généralement pas utilisé à titre de remblai. Roc à faible profondeur et mince couche de muskeg (tourbe) par endroit.		0,6	5
4	Till à blocs avec une teneur en silt inférieure au sol de type 3. Plusieurs sections avec roc à faible profondeur et mince couche de muskeg (tourbe).		0,6	8
5	Dépôts de sable et gravier de grande épaisseur.		0	15

Tableau 4-3 Type de sol de fondation le long du tracé de la route existante entre Matagami et la rivière La Grande (route Billy-Diamond)

NO ¹	CHAÎNAGE (KM)		LONGUEUR (KM)	TYPE DE SOL DE FONDATION	DESCRIPTION
	DÉBUT	FIN			
1	240	298	58	3	Dépôt de till silteux
2	298	320	22	2	Dépôt de till silteux
3	320	380	60	4	Tills à blocs, coupes et remblais rocheux peu profonds
4	380	420	40	2	Dépôt profond d'argile sensible
5	420	460	40	4	Tills à blocs, coupes et remblais rocheux peu profonds
6	460	520	60	5	Dépôt de sable et de gravier massif
7	520	544	24	4	Tills à blocs, coupes et remblais rocheux peu profonds
8	544	560	16	1	Pergélisol discontinu
9	574	582	8	4	Tills à blocs, coupes et remblais rocheux peu profonds
10	582	600	18	5	Dépôt de sable et de gravier massif
11	600	610	10	3	Tills à blocs, coupes et remblais rocheux peu profonds
12	610	620	10	1	Pergélisol discontinu

¹ Le numéro fait référence aux sections illustrées dans la figure 4-1.

ÉTUDE : CONSTRUCTION AND PERFORMANCE OF PAVEMENTS OVER MUSKEG PAR KEYSER & LAFORTE (1978)

Le tableau 4-4 présente le pourcentage de chaque type de dépôt de surface recouvrant le tracé du corridor ferroviaire proposé obtenu à partir de l'étude de Keyser & Laforte (1978). Aucune figure n'a été produite à partir des informations présentées ci-dessous.

Tableau 4-4 Le pourcentage de chaque type de dépôt de surface le long du tracé du corridor ferroviaire obtenu à partir de l'étude de Keyser & Laforte (1978)

CLASSE GÉNÉRALE ¹	CODE CGC-Q*	KEYSER & LAFORTE, 1978 (KM 275 - KM 620)		DÉFINITION
		MIN – MAX ² (%)	MOYENNE (%)	
Organique	O	2 – 12	9	Affleurements rocheux et roc à mince couverture de sédiments meubles
Roc	R	3 – 33	16	Affleurements rocheux présentant parfois une mince couverture de sédiments meubles (moins de 30 cm) et dont la nature exacte n'est pu être différenciée.
Till	T	8 – 32	20	Sable, gravier, silt et argile avec de blocs
	Tf			Diamicton à matrice lâche et généralement délavée et dont l'épaisseur dépasse généralement 1 m; surface généralement ponctuée de nombreux cailloux et blocs. Moraine d'ablation contient une proportion plus grande de silt et de sable que la moraine de fond.
Sable et gravier	A	20 - 57	37	Sédiment alluvionnaire mis en place le long de cours d'eau, mais dont la genèse exacte n'a pu être déterminée.
	GxT			Till, diamicton, blocs, sable et gravier; mis en place au front du glacier; constitués d'une ou plusieurs crêtes dont la surface est généralement bosselée et parsemée de blocs.
	Gx			Sable et gravier, blocs, un peu de till ou de diamicton; formant des eskers, des kames et des crêtes morainiques dont la surface est généralement bosselée.
Silt et argile	L	6 - 10	13	Silt et silt sableux, généralement massifs ou faiblement stratifiés; d'épaisseur variable; mis en place en zone intertidale ou infratidale dans des baies ou bras de mer abrités, souvent à proximité de grands complexes deltaïques.
	MGb			Sable, silt sableux, sable graveleux et gravier stratifié et généralement bien trié; mis en place en eau peu profonde; surface généralement marquée par des crêtes de plage et parfois remaniée par l'action éolienne.
	Mga	0 - 20	7	Silt argileux et argile silteuse, gris moyen à gris foncé, massifs, laminés ou stratifiés, comprenant localement des rythmites; variant de moins de; principalement mis en place par décantation durant la phase d'inondation glaciomarine.

¹ À noter que cette classification est approximative; les différents groupes morpho-sédimentologiques ont été regroupés en classes générales dans le cadre du présent livrable.

* Il est à noter que les couleurs utilisées pour chaque type de dépôt de sol ne représentent pas les couleurs exactes indiquées sur la carte des zones morpho-sédimentologiques du Québec, mais plutôt les couleurs utilisées dans les figures de ce rapport.

² Le pourcentage se réfère aux dépôts de plus de 1 m d'épaisseur rencontrés lors de de l'investigation initiale; moins de 5 % auraient été rencontrés sur le tracé de la route construite.

NOTE TECHNIQUE 10 – GÉOTECHNIQUE

De multiples zones de tourbe ont été identifiées dans les zones situées entre Matagami et La Grande, résumés dans le tableau 4-5. Au total, 17 zones ont été identifiées dans l'étude le long du tracé de la route existante entre Matagami et La Grande (route Billy-Diamond). L'épaisseur de ces couches de tourbe variait entre 1,6 et 3,0 m. Ces zones de tourbe ont été classées entre 4 et 10 sur l'échelle de Van Post, échelle qui classe la tourbe par rapport à son degré de décomposition. Pour ce qui est des sols sous-jacents, les zones classées 4 et 5 sur l'échelle de Van Post (4 : matériel végétal se désintègre et 5 : certains matériaux non structurés est présent) étaient principalement composées de silt à faible plasticité (ML), les zones classées 7 ou 8 (7 : matériel végétal est pratiquement indiscernable 8 : pas de racines ou de fibres appréciables) étaient principalement composées de sables silteux (SM), d'argiles à faible plasticité (CL) ou de silts à faible plasticité (ML), et les zones classées 10 (10 : pudding homogène), étaient principalement composées de sables silteux ou mal calibrés (SM-SP). Les valeurs de résistance au cisaillement non drainé (C_u) des zones tourbières variaient entre 0 à 93 kPa. Le tassement de ces zones de tourbe a également été enregistré sur une période de 10 ans, qui a varié entre 0,5 et 1,0 m.

Plus de détails par rapport à la localisation, les coordonnées, et les propriétés des dépôts de tourbe de plus de 1,5 m d'épaisseur rencontré le long du tracé de la route existante peuvent être trouvés dans l'étude de Keyser & Laforte (1978).

Tableau 4-5 Les caractéristiques des zones tourbières identifiées le long du tracé de la route existante entre Matagami et route existante Billy-Diamond obtenues à partir de l'étude de Keyser & Lafort (1987)

CHAÎNAGE ¹ (KM)	ÉPAISSEUR (m)	VON POST ²	C_u (kPa)	TYPE SOL SOUS-JACENT	C_u & S_u DE SOL SOUS- JACENT (kPa)	TASSEMENT 10 ANS (m)
316,3	2,50	H-5	0-20	ML	45-70	-
318,5	2,35	H-8	0-25	ML-CL	70-80	0,90
319	2,30	H-8	0-17	ML-CL	70-80	0,75
336,4	2,50	H-7	0-15	ML-SM	-	0,75
337,6	2,10	H-7	0-27	ML-SM	75-80	0,75
388,9	3,00	H-8	6-48	ML	80-105	1,00
518	2,50	H-10	0-12	SM-SP	N=25	0,90
548,1	2,50	H-6	0-20	ML	-	0,70
549,7	2,00	H-10	93	SM-ML	N=20	0,75
550,4	2,00	H-7	12-30	ML	N=66	0,60
550,6	2,10	H-4	3-18	ML	6.6-1.2	-
552,5	2,00	H-6	18-39	ML (IP=3)	-	-
558,4	1,60	H-7	6-27	-	N=67+	0,50
559,3	1,80	H-7	0-12	ML	-	-
604,1	1,95	H-6	30-40	ML	120	0,60
609,9	2,60	H-4	12-50	ML	110	0,51
613,2	2,10	H-5	50-60	ML	140	0,80

1 Correspond à la borne kilométrique le long de la route;

2 Classification relative au degré de décomposition de la tourbe suite à sa compression.

4.1.3 DISTRIBUTION DU DÉPÔT DE SOL DE SURFACE

CHEMIN DE FER : RUPERT À LA GRANDE

Le tableau 4-6 présente le pourcentage de chaque type de dépôt de surface recouvrant le tracé ferroviaire longeant la route Billy-Diamond dans le secteur de Rupert à La Grande, y compris une zone tampon de 1 km de chaque côté à des fins de présentation de la figure, obtenu à partir de la carte des zones morpho-sédimentologiques générale du Québec du MERN. La figure 4-2 présente un résumé de l'emplacement de chaque type de sol le long du tracé proposé.

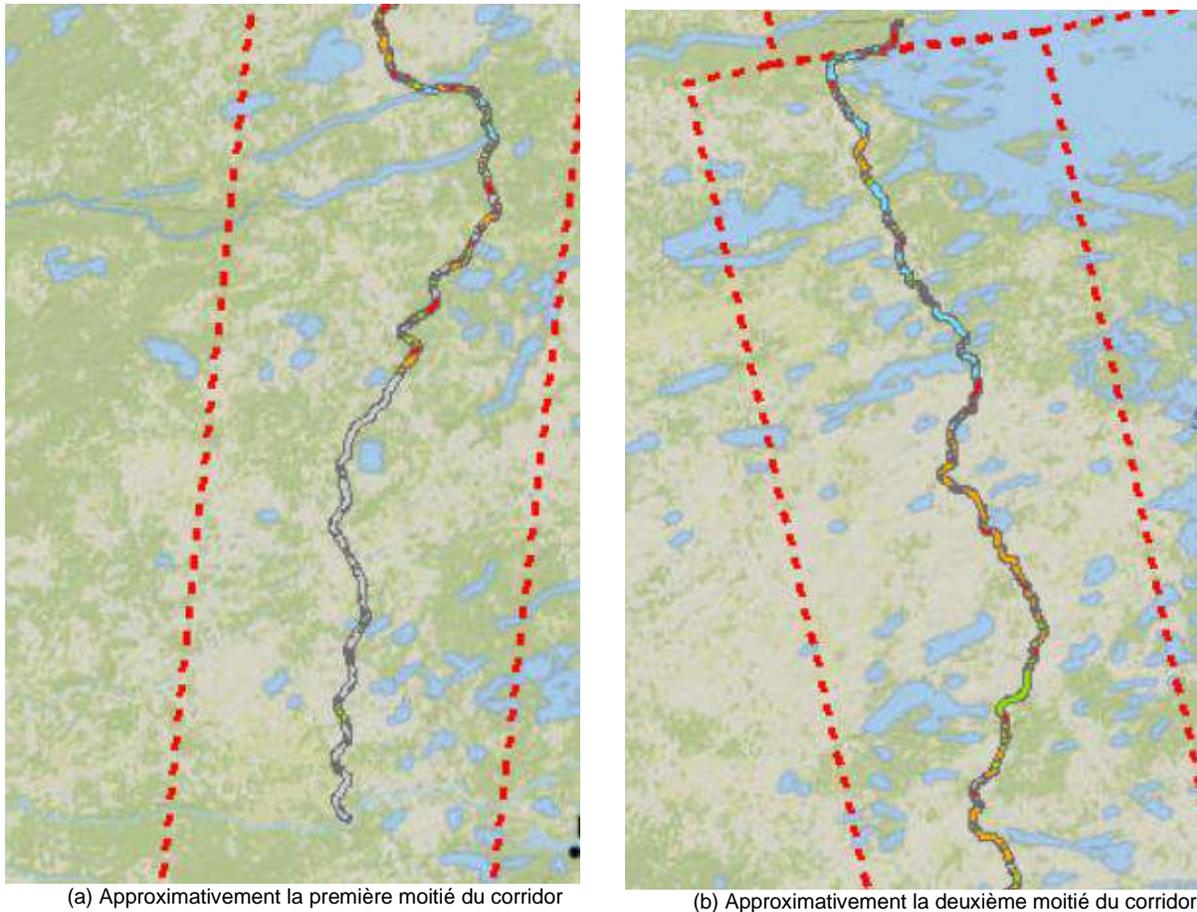


Figure 4-2 Type de sols de surface sur le tracé proposé pour le corridor ferroviaire entre Rupert et La Grande selon la carte des zones morpho-sédimentologiques générales du Québec : (a) Section nord du tracé, (b) Section sud du tracé

Tableau 4-6 Résumé de la couverture de dépôts meubles le long du chemin de fer : Rupert à La Grande selon la carte des zones morpho-sédimentologiques générales du Québec

CLASSE GÉNÉRALE ¹	LÉGENDE	CODE CGC-Q	COUVERTURE SPÉCIFIQUE	COUVERTURE TOTALE	LONGUEUR TOTALE (KM)	DESCRIPTION DES SOLS
Sols organiques		O	25,57 %	25,57 %	143	Sédiments organiques non différenciés
Silt, argile		L	0,16 %	15,20 %	85	Silt et silt sableux, généralement massifs ou faiblement stratifiés
		MGa	15,04 %			Silt argileux et argile silteuse, gris moyen à gris foncé, massifs, laminés ou stratifiés
Sable, gravier		A	0,59 %	28,07 %	157	Alluvions non-différenciés
		Ed	0,16 %			Sable fin à stratifications obliques diffuses mis en place par le vent sous forme de dunes paraboliques formées à la surface des sédiments littoraux et alluviaux fraîchement exondés; pouvant contenir des horizons organiques tels des paléosols
		Gx	0,58 %			Sable et gravier, blocs, un peu de till ou de diamicton;
		MGb	18,17 %			Sable, silt sableux, sable graveleux et gravier stratifié et généralement bien trié;
		MGd	0,04 %			Sable, sable graveleux et gravier, stratifiés et bien triés
		GxT	8,53%			Till, diamicton, blocs, sable et graviers
Till		T	14,00 %	16,26 %	175	Sable, gravier, silt et argile avec de blocs
		Tf	2,27 %			Diamicton à matrice lâche; cailloux et blocs. Moraine d'ablation contient une proportion plus grande de silt et de sable que la moraine de fond
Roc		R	14,90 %	14,90 %	84	Affleurements rocheux et roc à mince couverture de sédiments meubles

¹ À noter que cette classification est approximative; les différents groupes morpho-sédimentologiques ont été regroupés en classes générales dans le cadre du présent livrable.

4.1.4 SYNTHÈSE

Le tableau 4-7 résumant les enjeux géotechniques potentiels le long du tracé proposé pour le corridor ferroviaire entre Rupert et La Grande en fonction du type de sol rencontré.

Tableau 4-7 Résumé des enjeux géotechniques potentiels le long du tracé proposé pour le corridor ferroviaire entre Rupert et La Grande

TYPE DE SOL	COUVERTURE	NIVEAU DE RISQUE	ENJEUX POTENTIELS
Silt et argile	15 %	Moyen à élevé	Se référer à la section 6.1.1
Sols organiques	26 %	Élevé	Se référer à la section 6.1.2
Sable et gravier	28 %	Faible	Se référer à la section 6.1.3
Till	16 %	Faible	Se référer à la section 6.1.4
Roc	15 %	Faible	Se référer à la section 6.1.5

4.2 ROUTE ET CHEMIN DE FER : LA GRANDE À WHAPMAGOOSTUI/KUJJUARAPIK (PHASES II & III)

Cette section présente un résumé des données recueillies dans le cadre d'études réalisées dans le secteur de La Grande à Whapmagoostui/Kuujuarapik. Ces études sont résumées dans le tableau 4-8.

Il y a trois infrastructures proposées dans cette zone. La première infrastructure est l'aménagement d'un port qui serait situé le long du littoral de la baie d'Hudson à Kuujuarapik. La deuxième est un corridor routier reliant La Grande et Whapmagoostui/Kuujuarapik et la troisième est un corridor ferroviaire longeant le corridor routier reliant La Grande et Whapmagoostui/Kuujuarapik. Il est à noter qu'en cours de mandat, le corridor routier reliant La Grande et Whapmagoostui/Kuujuarapik est passé à un niveau d'étude de faisabilité qui sera abordé à la section 8.

Cette section aborde également certains enjeux géotechniques liés aux sédiments de la rivière Grande Baleine, puisqu'elle croise la baie d'Hudson, comme le montre la figure 4-3, ce qui rend tout aussi importante l'identification du type de sédiments qui sont transportés de la rivière vers la baie d'Hudson.

Pour plus de détails, se référer à la documentation présentée dans le tableau 4-8.

Tableau 4-8 Liste d'études précédentes dans le secteur de La Grande à Whapmagoostui/Kuujuarapik

AUTEUR	TITRE	ANNÉE	INFORMATIONS DISPONIBLES
Hydro-Québec	Estuaire de La Grande Baleine Releve des Fonds	1976	– Coupes stratigraphiques des sols; – Rapports de forages.
Hydro-Québec	<i>GBA 160 Complexe Grande Baleine - site GB1 - investigations géologiques 1977</i>	1977	– Description des dépôts meubles; – Présence des sols organiques; – Analyse granulométrique; – Rapports de forages avec valeurs de SPT.
Hydro-Québec	<i>GBA-187.4 Complexe Grande-Baleine - site GB 1 - investigations géologiques 1978 - rapport de synthèse</i>	1978	– Description des dépôts meubles; – Présence des sols organiques; – Analyse granulométrique; – Rapports de forages avec valeurs de SPT.

AUTEUR	TITRE	ANNÉE	INFORMATIONS DISPONIBLES
Hydro-Québec	<i>GBA-245.2 Complexe Grande Baleine - site GB-1 (variante Domanchin) - investigations 1981 - volume 2 description des forages</i>	1981	<ul style="list-style-type: none"> - Description des dépôts meubles; - Présence des sols organiques; - Analyse granulométrique; - Rapports de forages avec valeurs de SPT; - Lithologie de socle rocheux; - Essais de perméabilité.
MTQ	<i>Rapport de caractérisation environnementale- Terrain du hangar de l'aéroport (MTQ)</i>	2012	<ul style="list-style-type: none"> - Description des dépôts meubles; - Rapports de forages et des tranchées; - Description des caractéristiques environnementales.
MTQ	<i>Étude de corridor routier et tracé préliminaire Route d'accès aux communautés de Whapmagoostui et Kuujjuarapik</i>	2013	<ul style="list-style-type: none"> - Détails sur la conception de la route. - Description des dépôts meubles rencontrés le long de la route. - Description des propriétés des tourbes.
MTQ	<i>Avis Géotechnique- Agrandissement du socle et nouveau chemin d'accès</i>	2015	<ul style="list-style-type: none"> - Description des dépôts meubles; - Impact du pergélisol sur la construction; - Présence des sols organiques; - Considérations à prendre en compte lors de la construction sur des sols organiques; - Rapports de forages et des tranchées.
MTQ	<i>Projet de construction d'un garage d'entretien à l'aéroport de Kuujjuarapik, Nord du Québec, MRC de Kativik (Québec)</i>	2016	<ul style="list-style-type: none"> - Description des dépôts meubles; - Description des caractéristiques environnementales; - Présence des sols organiques; - Analyse granulométrique; - Rapports de forages avec valeurs de SPT.
Emmanuel L'Hérault et Michel Allard	<i>Production de la 2e approximation de la carte de pergélisol du Québec en fonction des paramètres géomorphologiques, écologiques, et des processus physiques liés au climat</i>	2018	<ul style="list-style-type: none"> - Distribution du pergélisol; - Épaisseur du pergélisol.
Denis Lord	<i>Glissement de terrain au Nunavik: les impacts ne sont pas encore connus</i>	2021	<ul style="list-style-type: none"> - Description du glissement de terrain le long de la rivière Grande Baleine; - Présentation des facteurs à l'origine du glissement de terrain.

4.2.1 DESCRIPTION DE DÉPÔTS MEUBLES

Selon la carte morpho-sédimentologique générale du Québec produite par le MERN et obtenue du SIGEOM, les dépôts meubles qui dominent le littoral limitant les zones portuaires, sont principalement composé de sédiments glaciomarins littoraux et pré-littoraux (MGb), avec quelques segments par des affleurements rocheux (R) et un socle rocheux recouvert d'une fine couche de sédiments (voir la figure 4-3).

Cependant, il faut noter que les dépôts meubles que l'on retrouve le long de la rivière Grande Baleine sont principalement composés de sédiments fins glaciomarins deltaïques, prodeltaïques et d'eau profonde (MGa et MGd) qui sont constitués d'argiles. La rencontre de ces types de dépôts dans les zones étudiées pourrait être hautement possible en raison des glissements de terrain récurrents qui se produisent le long de la rivière. Plus de détails concernant ce sujet sont présentés dans la section 6.1.1.3.

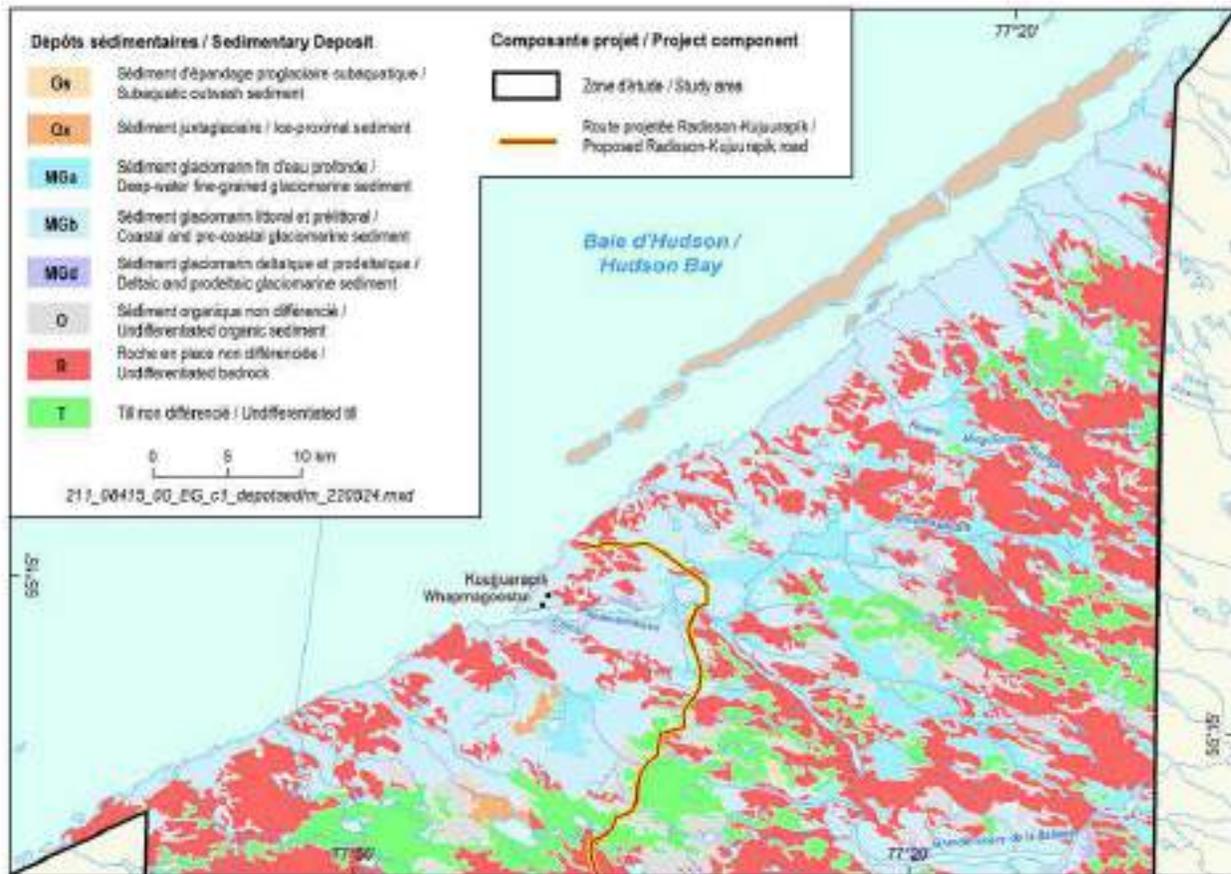


Figure 4-3 Distribution des zones morpho-sédimentologiques dans le secteur d'étude

4.2.1.1 DISTRIBUTION DU DÉPÔT DE SOL DE SURFACE

CORRIDOR ROUTIER RELIANT LA GRANDE ET KUUJJUARAPIK (VARIANTE 1 ET VARIANTE 2) - PHASE II

Le tableau 4-9 présente le pourcentage de chaque type de dépôt de surface recouvrant les deux variantes du tracé proposé soient les tracés identifiés variante 1 et variante 2 pour le prolongement de la route Billy-Diamond (ZE2) de La Grande à Whapmagoostui/Kujuarapik, y compris une zone tampon de 1 km de chaque côté à des fins de présentation de la figure, obtenu à partir de la carte des zones morpho-sédimentologiques générale du Québec du MERN. Il est à noter que le tracé initialement nommé tracé principal a été mis de côté étant donné qu'il passait dans une zone protégée. Les figures 4-4, 4-5 et 4-6 présentent un résumé de l'emplacement de chaque type de sol le long du tracé de la route proposé.

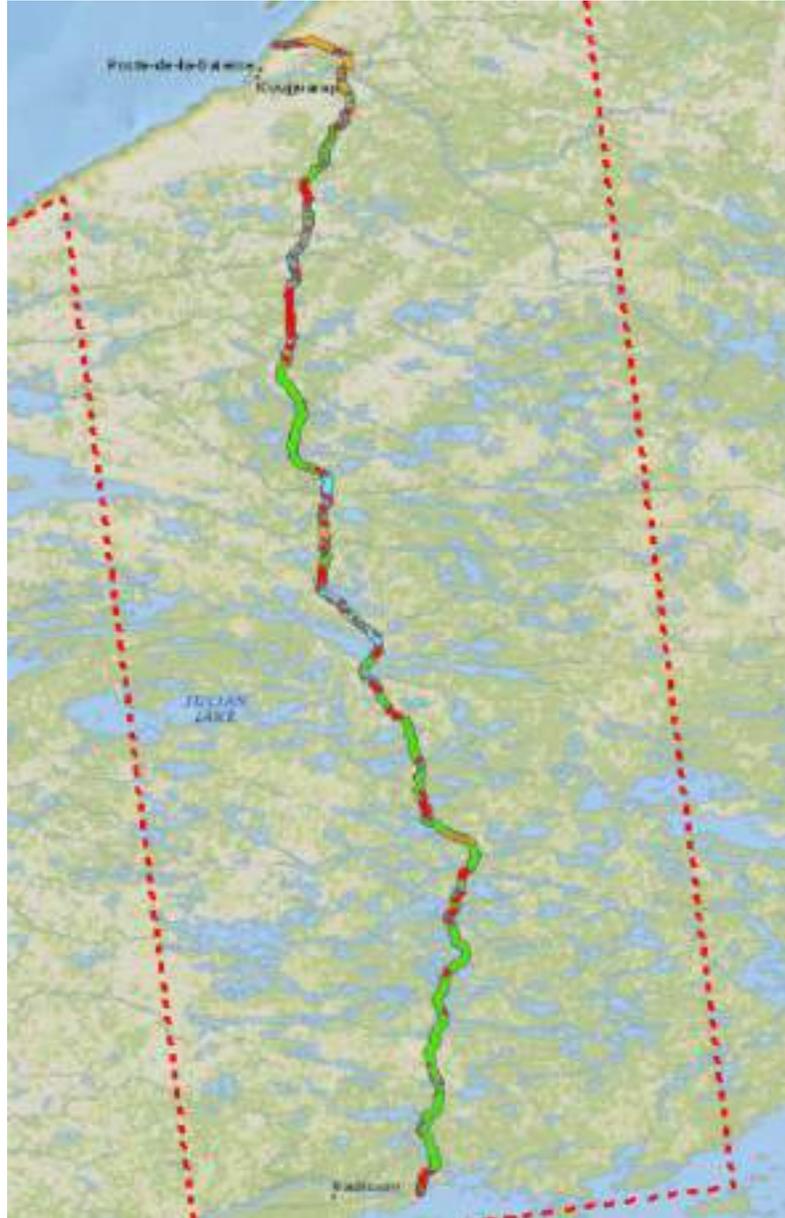


Figure 4-4 Type de sols de surface sur les deux variantes du tracé proposé pour la route entre La Grande et Whapmagoostui/Kuujuarapik selon la carte des zones morpho-sédimentologiques générales du Québec

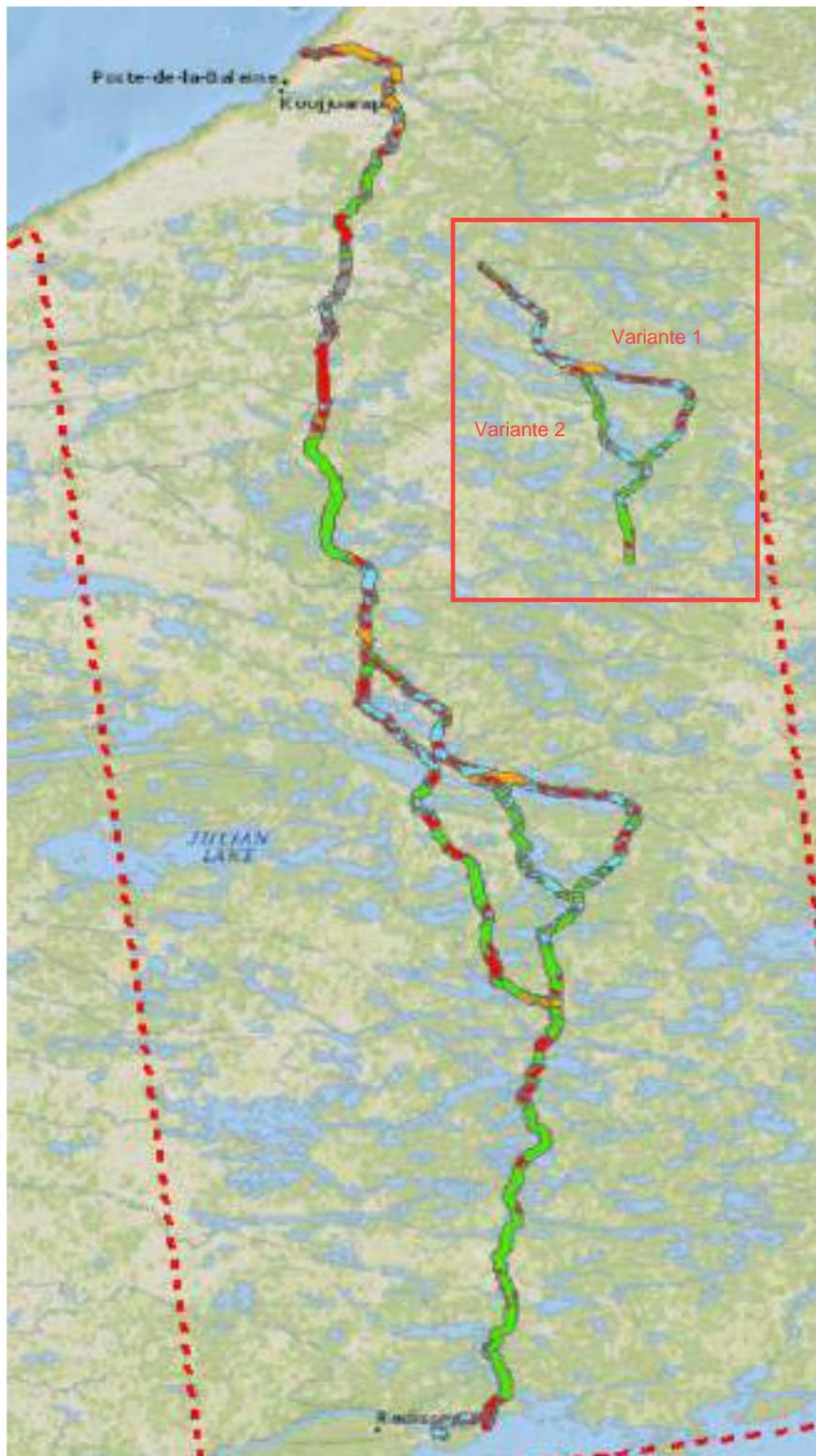


Figure 4-5 Type de sols de surface sur la variante 1 du tracé proposé pour la route entre La Grande et Whapmagoostui/Kuujuarapik selon la carte des zones morpho-sédimentologiques générales du Québec



Figure 4-6 Type de sols de surface sur la variante 2 du tracé proposé pour la route entre La Grande et Whapmagoostui/Kuujuarapik selon la carte des zones morpho-sédimentologiques générales du Québec

Tableau 4-9 Résumé de la couverture de dépôts meubles le long des deux variantes du tracé projeté pour la route dans La Grande à Whapmagoostui/Kuujuarapik selon la carte des zones morpho-sédimentologiques générales du Québec

CLASSE GÉNÉRALE ¹	LÉGENDE	CODE CGC-Q	COUVERTURE SPÉCIFIQUE	COUVERTURE TOTALE	LONGUEUR TOTALE (KM)	DESCRIPTION DES SOLS
Variante 1						
Sols organiques		O	5,4%	5,4%	12,0	Sédiments organiques non différenciés
Silt, argile		L	1,3%	18,3%	40,8	Silt et silt sableux, généralement massif ou faiblement stratifié
		MGa	17,0%			Silt argileux et argile silteuse, gris moyen à gris foncé, massif, laminé ou stratifié
Sable, gravier		Gx	0,4%	9,4%	21,0	Sable et gravier, blocs, un peu de till ou de diamicton
		MGb	8,6%			Sable, silt sableux, sable graveleux et gravier stratifié et généralement bien trié
		MGd	0,4%			Sable, sable graveleux et gravier, stratifié et bien trié, comprenant localement des sédiments silto-sableux prodeltaïques
Till		T	41,4%	41,4%	92,4	Sable, gravier, silt et argile avec de blocs
Roc		R	25,6%	25,6%	57,1	Affleurements rocheux et roc à mince couverture de sédiments meubles
Variante 2						
Sols organiques		O	5,4%	5,4%	11,5	Sédiments organiques non différenciés
Silt, argile		L	0,8%	12,3%	26,3	Silt et silt sableux, généralement massifs ou faiblement stratifié
		MGa	11,5%			Silt argileux et argile silteuse, gris moyen à gris foncé, massif, laminé ou stratifié
Sable, gravier		Gx	1,2%	8,9%	19,0	Sable et gravier, blocs, un peu de till ou de diamicton
		MGb	7,3%			Sable, silt sableux, sable graveleux et gravier stratifié et généralement bien trié
		MGd	0,4%			Sable, sable graveleux et gravier, stratifié et bien trié, comprenant localement des sédiments silto-sableux prodeltaïques
Till		T	44,7%	44,7%	95,1	Sable, gravier, silt et argile avec de blocs
Roc		R	28,6%	28,6%	60,7	Affleurements rocheux et roc à mince couverture de sédiments meubles

¹À noter que cette classification est approximative; les différents groupes morpho-sédimentologiques ont été regroupés en classes générales dans le cadre du présent livrable.

CORRIDOR FERROVIAIRE RELIANT LA GRANDE ET KUUJJUARAPIK – PHASE III

Le tableau 4-10 présente le pourcentage de chaque type de dépôt de surface recouvrant le tracé proposé pour le corridor ferroviaire reliant La Grande et Whapmagoostui/Kuujuarapik, y compris une zone tampon de 1 km de chaque côté à des fins de présentation de la figure, obtenu à partir de la carte des zones morpho-sédimentologiques générale du Québec du MERN. Il est à noter que le corridor ferroviaire a été tracé de manière à longer la variante 2 du corridor routier proposé entre La Grande et Kuujjuarapik tel que présenté à la section précédente. La figure 4-7 présente un résumé de l'emplacement de chaque type de sol le long du tracé proposé.



Figure 4-7 Type de sols de surface sur le tracé proposé pour le corridor ferroviaire entre La Grande et Whapmagoostui/Kuujuarapik selon la carte des zones morpho-sédimentologiques générales du Québec

NOTE TECHNIQUE 10 – GÉOTECHNIQUE

Tableau 4-10 Résumé de la couverture de dépôts meubles le long du tracé projeté pour le corridor ferroviaire le secteur La Grande à Whapmagoostui/Kuujuarapik selon la carte des zones morpho-sédimentologiques générales du Québec

CLASSE GÉNÉRALE ¹	LÉGENDE	CODE CGC-Q	COUVERTURE SPÉCIFIQUE	COUVERTURE TOTALE	LONGUEUR TOTALE (KM)	DESCRIPTION DES SOLS
Tracé proposé						
Sols organiques		O	5,0%	5,0%	11,0	Sédiments organiques non différenciés
Silt, argile		L	0,2%	17,2%	37,6	Silt et silt sableux, généralement massif ou faiblement stratifié
		MGa	17,0%			Silt argileux et argile silteuse, gris moyen à gris foncé, massif, laminé ou stratifié
Sable, gravier		Gx	1,1%	9,7%	21,25	Sable et gravier, blocs, un peu de till ou de diamicton
		MGb	8,1%			Sable, silt sableux, sable graveleux et gravier stratifié et généralement bien trié
		MGd	0,5%			Sable, sable graveleux et gravier, stratifié et bien trié, comprenant localement des sédiments silto-sableux prodeltaïques
Till		T	44,4%	44,4%	97,2	Sable, gravier, silt et argile avec de blocs
Roc		R	23,6%	23,6%	51,8	Affleurements rocheux et roc à mince couverture de sédiments meubles

¹A noter que cette classification est approximative; les différents groupes morpho-sédimentologiques ont été regroupés en classes générales dans le cadre du présent livrable.

4.2.2 SYNTHÈSE

4.2.2.1 CORRIDOR ROUTIER

Le tableau 4-11 résumant les enjeux géotechniques potentiels le long du tracé du corridor routier projeté dans le secteur La Grande à Whapmagoostui/Kuujuarapik, en fonction du type de sol rencontré.

Tableau 4-11 Résumé des enjeux géotechniques potentiels le long des deux variantes du tracé projeté du corridor routier dans le secteur La Grande à Whapmagoostui/Kuujuarapik

TYPE DE SOL	COUVERTURE	NIVEAU DE RISQUE	COUVERTURE	NIVEAU DE RISQUE	ENJEUX POTENTIELS
	VARIANTE 1		VARIANTE 2		
Silt et argile	18%	Moyen à élevé	12%	Moyen à élevé	Se référer à la section 6.1.1
Sols organiques	5 %	Moyen	5 %	Moyen	Se référer à la section 6.1.2
Sable et gravier	9 %	Faible	9 %	Faible	Se référer à la section 6.1.3
Till	42%	Faible	45 %	Faible	Se référer à la section 6.1.4
Roc	26 %	Faible	29 %	Faible	Se référer à la section 6.1.5

4.2.2.2 CORRIDOR FERROVIAIRE

Le tableau 4-2 résumant les enjeux géotechniques potentiels le long du tracé du corridor ferroviaire projeté dans le secteur La Grande à Whapmagoostui/Kuujuarapik, en fonction du type de sol rencontré.

Tableau 4-12 Résumé des enjeux géotechniques potentiels le long du tracé du corridor ferroviaire projeté dans le secteur La Grande à Whapmagoostui/Kuujuarapik

TYPE DE SOL	COUVERTURE	NIVEAU DE RISQUE	ENJEUX POTENTIELS
Silt et argile	17 %	Moyen à élevé	Se référer à la section 6.1.1
Sols organiques	5 %	Moyen	Se référer à la section 6.1.2
Sable et gravier	10 %	Faible	Se référer à la section 6.1.3
Till	44 %	Faible	Se référer à la section 6.1.4
Roc	24 %	Faible	Se référer à la section 6.1.5

4.2.3 DONNÉES DE FORAGES RECUEILLIES – SECTEUR GÉNÉRAL WHAPMAGOOSTUI/KUJUJARAPIK

Selon les données de forage existantes recueillies lors de différentes études géotechniques réalisées à l'aéroport de Kuujuarapik, à la rivière Grande Baleine, et au nord-est de la rivière Grande Baleine présentées à l'annexe D de ce document, les dépôts de sol rencontrés dans ces zones sont principalement composés de sables fins à grossiers, variant de sables silteux à des sables graveleux, avec des proportions variables de gravier et de silt. Ces proportions ont été identifiées dans l'étude réalisée par le MTQ en 2016 et dans les études réalisées par Hydro-Québec en 1978 et 1981, dans lesquelles une analyse de la distribution granulométrique a été effectuée sur quelques échantillons et les indices « N » provenant des essais de pénétration standard (SPT) ont été recueillis : les indices « N » lorsque relevés conformément à la norme ASTM D1586 renseigne sur la compacité des dépôts de sols pulvérulents. Les épaisseurs moyennes des couches rencontrées ont été calculées à partir des rapports de forages disponibles et elles sont résumées dans le tableau 4-13.

Selon les valeurs « N » obtenues des essais SPT lors de l'étude géotechnique de MTQ en 2016, qui variaient entre 8 et 45 coups, les dépôts de sable rencontrés dans cette étude sont de densité moyenne à dense. Ceci est également confirmé par les valeurs « N » obtenues lors des études d'investigations géotechniques qui ont été réalisées par Hydro-Québec en 1977 et 1978, dans lesquelles le dépôt de sable est de densité moyenne à très dense (valeurs « N » entre 15-50 coups en moyenne). Cependant, les données de forage présentées dans l'étude réalisée par Hydro-Québec en 1981 montrent des valeurs « N » variant entre 1 et 30 coups avec majoritairement des valeurs supérieures à 10 et une moyenne de 15, avec quelques horizons denses dont les valeurs dépassent 30 coups.

D'après les forages qui sont présentés en bleu dans la carte à l'annexe D de ce document, la stratigraphie du sol est légèrement différente de celle observée dans le reste des forages. Elle est principalement composée d'une couche supérieure de matières organiques d'une épaisseur moyenne de 0,7 m, suivie d'une couche relativement fine de sable silteux, puis de couches très lâches de silt argileux et de sable silteux et argileux. L'épaisseur de ces couches de silt argileux varie entre 2,0 et 6,5 m, avec des valeurs « N » qui ne dépassent pas 10. Un résumé de l'épaisseur moyenne de chaque couche est présenté dans le tableau 4-13. Ce constat a également été établi avec les données de forage présentées dans l'étude d'Hydro-Québec en 1981, où l'on a trouvé des couches superficielles ou des sols organiques et de la tourbe dans les forages à proximité des cours d'eau, comme le montre l'étude 4 dans la carte à l'annexe D de ce document. Une couche de silt argileux à silt et argile a également été identifiée dans certains des forages avec une épaisseur moyenne de 5,6 m. Un résumé des couches rencontrées et de leurs épaisseurs est présenté dans le tableau 4-13.

Le socle rocheux a été intercepté, selon les rapports de forages d'Hydro-Québec (1977 et 1978), à des profondeurs variant de 5 à 12 m, mais il a été intercepté à des profondeurs supérieures à 30 m au droit de deux forages. Le socle rocheux rencontré est constitué de granite et de gneiss granitique dont les indices de la qualité de roche (RQD) varient entre 55 % et 100 %.

Il convient de mentionner que toutes ces données donnent un aperçu général. Les épaisseurs présentées dans le tableau demeurent approximatives et sont ponctuelles à même la réalisation du sondage.

Tableau 4-13 Résumé des couches stratigraphiques et de leurs épaisseurs moyennes rencontrées dans les études précédentes

TYPE DE SOL	AUTEUR (ANNÉE)					
	HQ (1976)	HQ (1977)	HQ (1978)	HQ (1981)	MTQ (2012)	MTQ (2016)
	Épaisseur moyenne (m)					
Sols organiques/ Tourbe	--	--	0,7	0,5	--	0,2
Dépôt de sols pulvérulents (sable, silt et gravier)	9,0	2,0	9,0	18,5	8,0	4,0
Dépôt de sols cohésifs (silt et argile)	--	--	8,5	6,0	--	--
Dépôt de till probable (sable, silt, gravier, et argile)	3,9		--	7,0	--	--

-- Couche non rencontrée

4.3 MINE RENARD - ROUTE 167 (ZE3 – PHASE II)

Après une recherche approfondie sur les études existantes et les investigations géotechniques qui ont été faites dans ce secteur, une seule étude a été trouvée. Les données SIGEOM de ce secteur n'ont pas révélé d'informations pertinentes étant essentiellement des forages au diamant destinés à l'exploration minière. Cette étude a été réalisée par le MTQ dans laquelle environ 150 sondages (un peu plus de 100 tranchées d'exploration et environ 19 forages) ont été effectués comme le montre la figure ci-dessous.



Figure 4-8 Plan de localisation des forages existants de l'étude d'impact sur l'environnement et le milieu social de la route 167 Nord vers les Monts Otish réalisé par MTQ

Tel que mentionné dans la section 3.3, selon l'analyse géomorphologique de ce secteur et tel que vu dans les rapports des sondages consultés, le dépôt du sol naturel consiste principalement en un dépôt de sols pulvérulents suivi d'un dépôt de till.

Le dépôt de sols pulvérulents a été rencontré à des profondeurs approximatives variant entre la surface du sol et 9,0 m de profondeur, et ce, sur une épaisseur moyenne de 3,0 m. Ce dépôt se trouvait généralement dans un état lâche à compact d'après les indices N, issus de l'essai SPT, qui variaient entre 4 et 30 coups. Selon les résultats des analyses granulométriques effectuées sur des échantillons prélevés dans le dépôt de sols pulvérulents, ce dépôt est principalement composé de silt (6% -98%) et de sable (2% – 56%) avec des proportions variables de gravier allant de 0 à 34%. Il a été également classé, selon le système de classification unifié des sols (USCS), comme un sable silteux (SM) dans la plupart des forages à l'exception des quelques forages dans lequel il a été classé comme un silt à faible plasticité.

Le dépôt de till a été rencontré à des profondeurs approximatives variant entre 0,6 m et 8,4 m et ce, sur une épaisseur qui varie entre 1,2 m à 8,4 m pour une moyenne de l'ordre de 4,0 m. Le dépôt de till se trouvait généralement dans un état compact à très dense d'après les indices N, issus de l'essai SPT, qui variaient entre 10 à 50 coups. Selon les résultats des analyses granulométriques effectuées sur des échantillons prélevés dans le dépôt de till, ce dépôt est principalement composé de sable (45% à 83%) avec des proportions variables de silt (4% à 29%) et de gravier (7 à 36%).

Le socle rocheux a été rencontré à des profondeurs variant entre 1,9 à 7,5 m et est composé principalement de roches ignées/métamorphiques tel qu'un gneiss granitique de moyenne à excellente qualité, d'un basalte de moyenne à bonne qualité ou d'un granite rose de mauvaise qualité. Trois carottes de roc ont été testées en compression simple, deux d'entre elles ont été prélevées dans le granite et une dans le gneiss granitique, dans les trois échantillons, la résistance en compression simple du roc était de l'ordre de 200 MPa.

Quant à la nappe phréatique, cette dernière a été rencontrée à de faibles profondeurs soit entre 0,5 m et 3 m.

Il est à noter que plusieurs zones de dépôts de till ont été identifiées comme réutilisables dans cette étude.

4.3.1 DISTRIBUTION DES DÉPÔTS DE SOLS DE SURFACE SUR LE TRACÉ PROPOSÉ

ROUTE 167 : RÉFECTION ET PROLONGEMENT JUSQU'À LA TRANSTAÏGA

Le tableau 4-14 présente le pourcentage de chaque type de dépôt de surface recouvrant le tracé proposé de la route 167 (ZE3), y compris une zone tampon de 1 km de chaque côté à des fins de présentation de la figure, obtenu à partir de la carte des zones morpho-sédimentologiques générales du Québec MERN. La figure 4-9 présente un résumé de l'emplacement de chaque type de sol de fondation sur le tracé de la route.

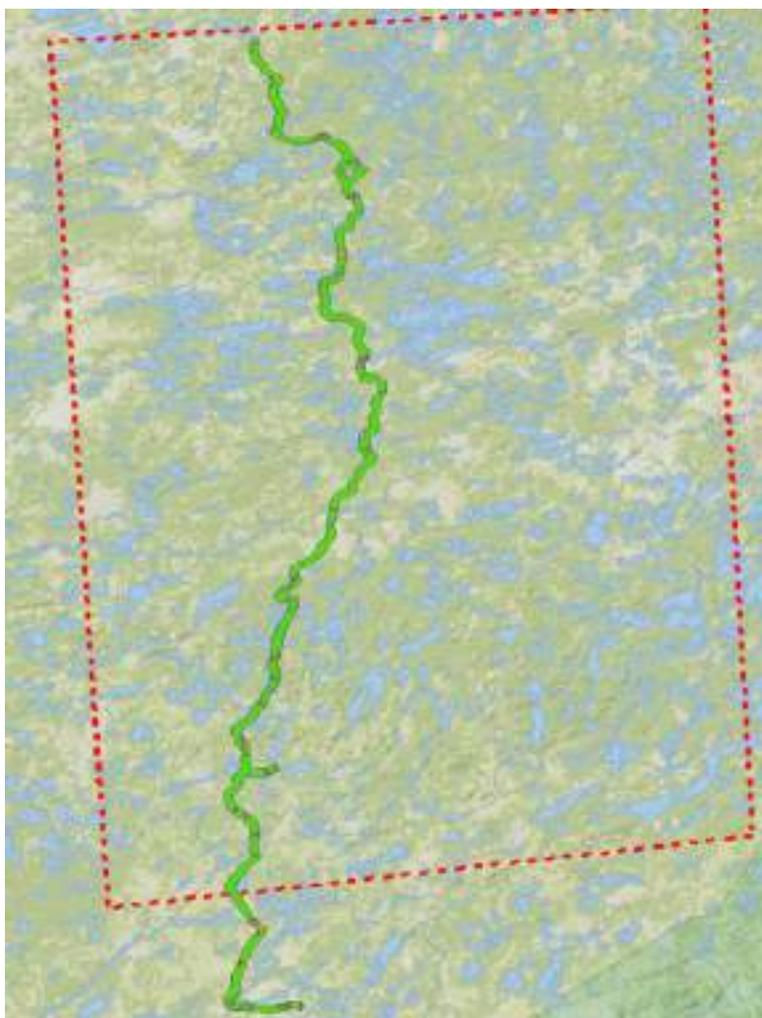


Figure 4-9 Type de sols de surface sur le tracé proposé pour la réfection et le prolongement de la route 167 selon la carte des zones morpho-sédimentologiques générales du Québec

NOTE TECHNIQUE 10 – GÉOTECHNIQUE

Tableau 4-14 Résumé de la couverture de dépôts meubles le long du tracé projeté pour la réfection et le prolongement de la route 167 selon la carte zones morpho-sédimentologiques générales du Québec.

CLASSE GÉNÉRALE ¹	CODE CGC-Q	LÉGENDE	COUVERTURE SPÉCIFIQUE	COUVERTURE TOTALE	LONGUEUR TOTALE (KM)	DESCRIPTION DES SOLS
Sols organiques	O			0,38%	2	Sédiments organiques non différenciés.
Sable et gravier	A		0,28%	3,20%	13	Alluvion non différenciée.
	Go		0,98%			Sable, gravier et blocs, montrant une décroissance granulométrique générale vers l'aval; formant des replats et des plaines d'épandage dont la surface est souvent marquée par d'anciens chenaux sinueux et peu profonds.
	Gx		1,97%			Sable et gravier, blocs, un peu de till ou de diamicton; formant des eskers, des kames et des crêtes morainiques dont la surface est généralement bosselée.
Till	T		86,79%	96,37%	390	Diamicton, sable, gravier, silt et argile avec de blocs.
	Tf		9,58%			Diamicton à matrice lâche et généralement délavée et dont l'épaisseur dépasse généralement 1 m; surface généralement ponctuée de nombreux cailloux et blocs. Moraine d'ablation contient une proportion plus grande de silt et de sable que la moraine de fond.
Roc*	R			0,02%*	0,063	Roches ignées/métamorphiques (Granite, granodiorite, tonalité, gneiss tonalitique).

¹ À noter que cette classification est approximative; les différents groupes morpho-sédimentologiques ont été regroupés en classes générales dans le cadre du présent livrable.

* Il est à noter que ce pourcentage correspond à une longueur totale d'environ 63 m.

4.3.2 SYNTHÈSE

Le tableau 4-15 résumant les enjeux géotechniques potentiels le long du tracé projeté dans le secteur de la route 167, en fonction du type de sol rencontré.

Tableau 4-15 Résumé des enjeux géotechniques potentiels le long de la route 167 projetée : réfection et prolongement jusqu'à la Transtaïga

TYPE DE SOL	COUVERTURE	NIVEAU DE RISQUE	ENJEUX POTENTIELS
Sols organiques	<1 %	Moyen	Se référer à la section 6.1.2
Sable et gravier	3 %	Faible	Se référer à la section 6.1.3
Till	96 %	Faible	Se référer à la section 6.1.4
Roc	<1 %	Faible	Se référer à la section 6.1.5

5 PORTRAIT GLOBAL DU PERGÉLISOL

Les paragraphes suivants traitent des conditions du pergélisol et des enjeux relatifs à la présence du pergélisol pour les zones d'étude faisant partie des Phases II et III :

- Zone d'étude 1 (ZE1) : Chemin de fer de la route Billy-Diamond - Rupert - La Grande;
- Zone d'étude 2 (ZE2) : Prolongement de la route - La Grande - Whapmagoostui/Kuujjuarapik;
- Zone d'étude 3 (ZE3) : Route 167 - mine Renard - route Transtaïga.

5.1 CONDITIONS DU PERGÉLISOL

Selon la carte Classification du pergélisol au Québec nordique (Allard et Seguin, 1987), le pergélisol au droit des trois secteurs étudiés correspond à un pergélisol sporadique, à l'exception de Kuujjuarapik, où le pergélisol est considéré comme étant discontinu et dispersé. Cela signifie qu'il est possible de retrouver certains îlots de pergélisol par endroits dans les secteurs à l'étude.

Selon la figure 5-1 à la page suivante, qui est un extrait de la carte intitulée Distribution du pergélisol au Québec nordique du Guide des bonnes pratiques au Nunavik (2e édition) réalisé par la Société d'habitation du Québec (gouvernement du Québec, 2018), le pergélisol sporadique (identifié par la lettre D) représenterait moins de 2 % du territoire. Quant au pergélisol discontinu et dispersé (identifié par la lettre C), celui-ci représenterait moins de 50 % du territoire.

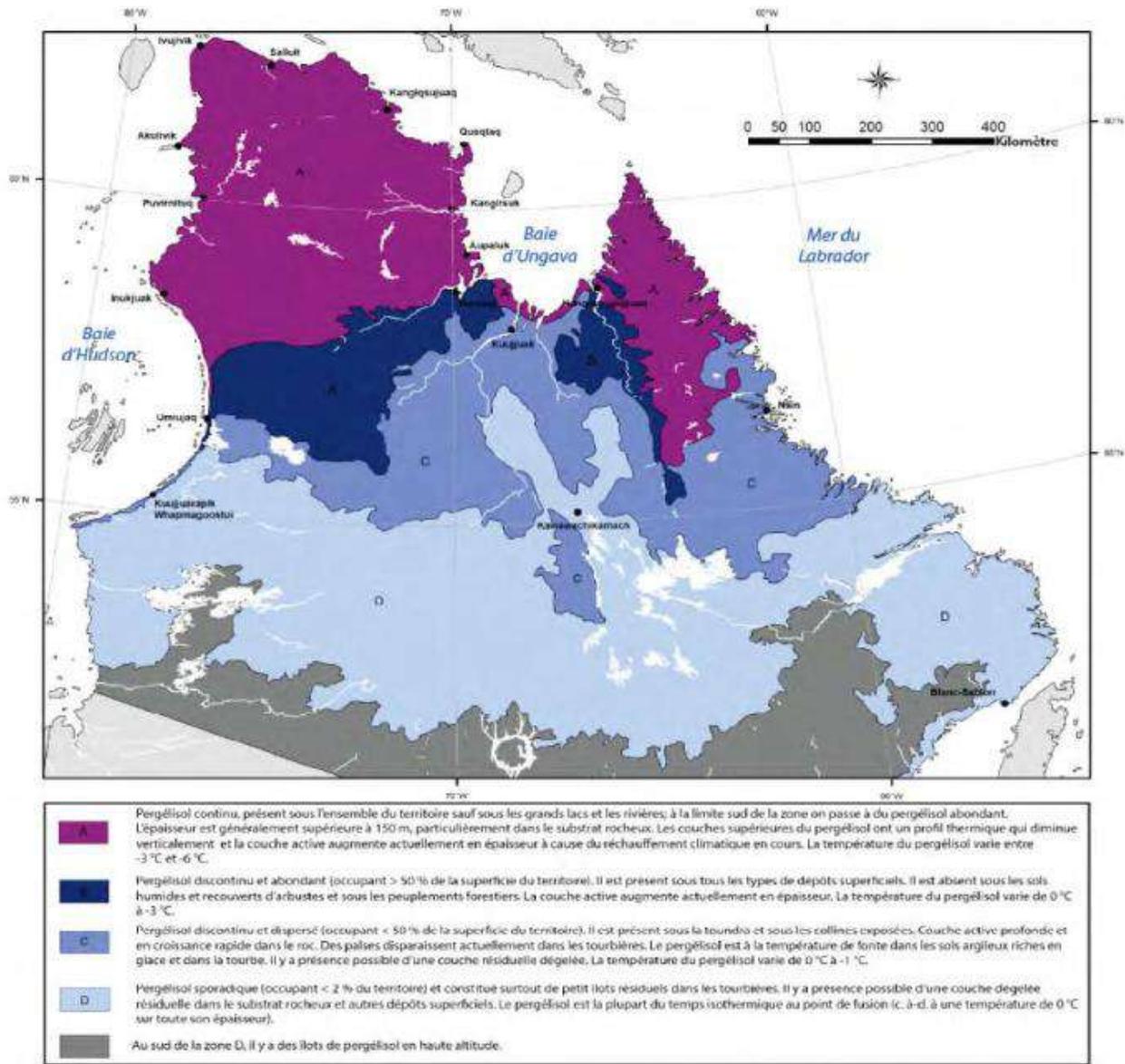


Figure 5-1 Distribution du pergélisol au Québec nordique (Guide des bonnes pratiques au Nunavik, 2018)

Malgré la faible proportion en pergélisol dans les zones étudiées selon la figure ci-dessus, il n'est pas impossible de rencontrer certains îlots de pergélisol. Les sols à grains fins pourraient contenir de la glace sous différentes formes et, par conséquent, doivent être considérés comme instables au dégel. La présence de pergélisol sera donc à surveiller dans les zones où il y a présence de particules fines soit dans les dépôts de sédiments marins (silt et argile), dans les zones de tourbières recouvrant des sédiments fins et dans les dépôts de till composés majoritairement de particules fines. Également, il est à noter que des palses isolées et des petits champs de palses se sont développés dans des tourbières recouvrant des sédiments fins : les palses sont très souvent associées au pergélisol. Ces formes sont identifiables sur les photographies aériennes et pourront être étudiées plus amplement afin d'être le plus possible évitées lors de l'optimisation des différents tracés.

Une attention particulière dans les prochaines étapes de l'étude devra être apportée à la composition des sols afin d'évaluer les risques de tassement pouvant être associés au dégel.

6 ENJEUX GÉOTECHNIQUES POTENTIELS

Les enjeux géotechniques potentiels listés ci-dessous sont mentionnés à titre général et indicatif seulement. Il s'agit d'un aperçu de ce qui est peut-être à envisager lors de la conception et/ou construction des ouvrages. Il est à noter que les conditions peuvent changer selon l'ouvrage à implanter et des conditions spécifiques au Site.

6.1 DÉPÔT DE SOLS COMPRESSIBLES

6.1.1 DÉPÔT D'ARGILE

6.1.1.1 ENJEUX LIÉS AUX DÉPÔTS D'ARGILE

Un dépôt argileux est un dépôt qui se compose principalement de particules fines de sol inférieures ou égales à environ 0,002 mm. Ce type de dépôt est caractérisé par une forte cohésion entre les particules de sol et peut avoir une consistance allant de très molle à dure et peut également posséder une plasticité faible à élevée. Un dépôt argileux peut être normalement consolidé ou surconsolidé dépendamment des contraintes subies depuis la formation du dépôt. Les argiles normalement consolidées sont généralement plus problématiques. Les dépôts argileux peuvent généralement imposer les problèmes suivants :

- Une résistance géotechnique faible, d'où le recours aux fondations profondes sur pieux ou sur radier général pour les futures infrastructures (telles que les ponts, les ponceaux, etc.);
- Une susceptibilité au gel (cycle gel-dégel), surtout pour les argiles qui subissent leurs premiers cycles de gel et dégel;
- Des tassements à long terme (tassement de consolidation);
- Faible drainage, d'où la nécessité d'installer un système de drainage à court et/ou à long terme;
- Des risques de tassements des ouvrages avoisinants en cas de rabattement de la nappe;
- Des pentes d'excavation importantes ou la nécessité d'excavations soutenues ; d'où des coûts supplémentaires;
- Le risque de soulèvement des fonds d'excavation dans le cas d'excavations profondes;
- Les risques de fissuration causée par le gonflement/assèchement des sols argileux.

6.1.1.2 CAS DES ARGILES NORMALEMENT CONSOLIDÉES (COMPRESSIBLES)

Les argiles normalement consolidées sont des argiles qui continuent à se consolider (à se tasser) sous le poids actuel des sols sus-jacents. Ces argiles peuvent poser de problématiques, car le fait de leur imposer une charge supplémentaire peut provoquer un tassement à long terme qui peut durer des années. Les essais de consolidation en laboratoire permettent de déterminer les tassements totaux et le temps de consolidation (période totale pendant laquelle les tassements de consolidation font prendre fin). Ces argiles présentent généralement une faible portance (résistance géotechnique) qui impose des mesures supplémentaires lors des travaux de conception et de construction. En résumé, voici les éléments à retenir :

- Une résistance géotechnique faible;
- Difficultés de compactage pendant le remblayage de l'excavation;
- Tassement à long terme, d'où la nécessité d'utiliser des techniques connues (surcharges avec drains verticaux) pour augmenter la contrainte de préconsolidation et améliorer la résistance au cisaillement non drainée. Ces techniques permettent ainsi de réduire l'amplitude et la durée des tassements. Une alternative de ces techniques d'amélioration des propriétés des sols qui prennent du temps est le recours aux remblais légers. Ces techniques permettent d'excaver les sols argileux sur une certaine épaisseur et de les remplacer par un remblai léger.

6.1.1.3 CAS DES ARGILES SENSIBLES

Les argiles très sensibles à extrêmement sensibles, tel que définies dans la section 5.2.3 du *Manuel Canadien d'Ingénierie de Fondations* (MCIF, 2013), sont des argiles ayant une résistance remaniée inférieure ou égale à 25 % de la résistance intacte lorsque ces résistances sont mesurées sur le chantier. Les teneurs en eau naturelle de ces argiles sont égales ou supérieures à leur limite de liquidité, ce qui peut expliquer leur sensibilité. En résumé, voici les éléments à retenir :

- Une résistance géotechnique faible : si le dépôt d'argile sensible se trouve en surface, il pourrait être excavé et remplacé par un remblai contrôlé ou un remblai léger;
- Une forte susceptibilité au remaniement, d'où de multiples restrictions lors des travaux d'excavations liées à la mise en pile de déblais, à la circulation, et aux machineries;
- Des difficultés à réaliser des excavations profondes;
- Des périodes de construction plus longues pour les fondations profondes;
- Une susceptibilité de liquéfaction; cet enjeu est particulièrement préoccupant si le dépôt d'argile sensible se trouve sur une pente, car s'il se liquéfie, il peut entraîner un glissement de terrain et une rupture de pente ou une coulée. Dans tous les cas et particulièrement dans le cas des terrains plats, la liquéfaction ou ramollissement de la couche d'argile sensible se traduit par une réduction drastique de la résistance au cisaillement non drainé et donc de la capacité portante des sols. Dans le cas d'une couche de sol non liquéfiable au-dessus de la couche très sensible, la période de liquéfaction se traduit aussi par les forces horizontales que le dépôt non liquéfiable va exercer sur les ouvrages avec lesquels il est en contact (murs de fondation, culées de pont, etc.).

Un glissement de terrain, tel que défini dans le document *Glissements de Terrain Dans les Dépôts Meubles* produit par le ministère de la Sécurité publique et le ministère des Affaires municipales et de l'Habitation, est le mouvement vers le bas d'une pente d'une masse des sols le long d'une surface de rupture, qui s'amorce dans un talus sous l'effet de la gravité. Ce phénomène est courant au Québec, il se produit fréquemment. Leur manifestation résulte généralement de la combinaison de facteurs aggravants ou déclencheurs, notamment la présence d'érosion, des argiles sensibles, l'inclinaison d'un talus, les propriétés géologiques et géotechniques des sols et les conditions d'eau souterraine.

Il est à noter qu'un glissement de terrain majeur a eu lieu en avril 2021 dans le secteur de la rivière Grande Baleine, soit en amont de Kuujuarapik/Whapmagoostui. D'ailleurs, selon l'article *Glissement de terrain au Nunavik : Les impacts ne sont pas encore connus* daté du 14 mai 2021 et publié par Michel Allard, environ 45 millions m³ de débris ont été précipités dans la rivière Grande Baleine lorsque ses falaises de 40 m de haut se sont effondrées sur une longueur de 1,8 km et une largeur de 500 m. L'article associe le glissement de terrain à la présence d'argiles marines sensibles issues de la fonte des glaciers il y a 8 000 ans. Il mentionne également qu'il s'agit d'un phénomène récurrent dans la région, qui se produit généralement au printemps, lorsque la neige fond et que le sol se gorge d'eau. Ce dépôt de sol qui longe la rivière Grande Baleine est considéré comme ayant un potentiel élevé de liquéfaction.

6.1.2 ZONES DE TOURBIÈRES

Selon la littérature, les dépôts de tourbe sont les vestiges partiellement ou totalement décomposés et fragmentés de plantes qui se sont accumulés sous l'eau et se sont fossilisés. Ils sont généralement caractérisés comme des sols hautement compressibles, avec un indice de vide et une teneur en eau élevée, dans lesquels ils présentent des conditions difficiles pour la construction, en particulier pour les routes, y compris des coûts initiaux élevés et une opération de maintenance continue. Certaines de ces conditions sont similaires aux dépôts argileux comme :

- Un tassement relativement important, d'où la nécessité de surexcaver toutes les couches tourbières si elles sont de faibles épaisseurs;
- Une résistance géotechnique très faible;
- Excavations de grandes pentes, si elles sont de faibles épaisseurs;

- Précompresser les couches tourbières si elles sont d'épaisseurs importantes ou réaliser des techniques d'amélioration des sols (coût onéreux);
- Techniques de remblayage majeur (opérations majeures).

Cependant, la méthode la plus simple consiste à essayer d'éviter les tourbières, car elles sont considérées comme très problématiques et de plus, il s'agit également de sols non réutilisables qui seront à gérer.

Par ailleurs, selon le document produit en 2015 par le MTQ *Avis sur les contraintes géotechniques- Agrandissement du socle et nouveau chemin d'accès* à l'aéroport de Kuujuarapik, Nunavik, il existe des couches de sols compressibles (normalement consolidées) constituées principalement de sols organiques dont l'épaisseur varie entre 0,5 et 2,0 m, situées vers le nord de la piste d'avion. La présence de ces couches de sol compressible a également été confirmée par le rapport produit par MTQ en 2016 pour l'étude géotechnique qui a eu lieu pour la construction du garage de l'aéroport de Kuujuarapik. Selon ce document, en plus des enjeux listés ci-dessus, la présence de ces couches de sols compressibles pourrait présenter les enjeux suivants :

- Génération de pressions interstitielles pendant le remblayage, entraînant des retards;
- Tassement pendant le remblayage pouvant atteindre environ 18 % de l'épaisseur totale du remblai;
- Problèmes de stabilité des pentes;
- Importantes infiltrations d'eau pendant la construction.

6.1.3 DÉPÔT DE SOLS PULVÉRULENTS

Les sols pulvérulents sont généralement des sols qui contiennent des proportions variables de sable, silt et gravier dont la matrice principale est souvent le sable.

Les sols pulvérulents sont généralement des sols de bonne portance si ceux-ci sont de densité moyenne à très dense. Cependant, la saturation de ces sols affecte très souvent leur densité et donc, leur portance. Les sols pulvérulents saturés peuvent être souvent lâches ou très lâches et donc, de faible portance et également, susceptibles d'être liquéfiables. Durant la construction, avec des sols pulvérulents saturés, des problématiques de drainage sont à anticiper. Si ces sols pulvérulents de faible portance peuvent être excavés, il est préférable de la faire. Sinon, il existe des techniques d'amélioration des sols comme les colonnes à modules contrôlés. Il faut toutefois considérer le coût onéreux de ces techniques. En résumé, voici les éléments à retenir :

- Problématique de drainage lors des travaux d'excavations;
- Rabattement de la nappe d'eau requise lors des travaux d'excavations;
- Surexcavation de sols de faible portance d'où la nécessité d'utiliser du remblai contrôlé;
- Une résistance géotechnique faible si les sols sont lâches et saturés;
- Potentiel de liquéfaction si les sols sont lâches, saturés et si la granulométrie est serrée (composés majoritairement de particules de même taille) : des techniques d'amélioration des sols peuvent être anticipées (coût onéreux).

6.1.4 DÉPÔT DE TILL

Selon la carte de zones morpho-sédimentologiques générales du Québec, il a été noté que les dépôts de till couvrent près de la moitié ou plus des dépôts meubles de surface le long des secteurs de Rupert à La Grande, La Grande à Whapmagoostui/Kuujuarapik et de la route 167 avec des pourcentages respectifs de couverture de 55 %, 87 % et 47 %.

Le till, tel que décrit à la section 5.2.7 du *Manuel Canadienne d'Ingénierie des Fondations* (MCIF, 2013), est un matériau glaciaire non stratifié et non trié, déposé directement par et sous les glaciers. Ses particules sont généralement angulaires et toutes les dimensions sont normalement présentes (gravier, sable, silt, et argile) (Legget, 1962, 1979; Legget et Karrow, 1983). Le till de fond (consolide sous le poids total du glacier) est normalement très dense alors que le till de récession (déposé par le glacier pendant sa récession) peut ne pas être dense.

Généralement, les dépôts de till posent peu de problèmes lors de la conception des ouvrages : la portance de ce type de dépôt est bonne. Cependant, cela dépend du pourcentage de particules fines par rapport aux particules grossières, car les tills fins peuvent avoir des horizons de consistance molle qui entraînent une faible portance et une susceptibilité au gel. Par ailleurs, le till granulaire peut présenter de gros blocs qui posent des difficultés lors des excavations et présente également des problématiques reliées au soulèvement dû au gel (till à blocs). La présence des cailloux et de blocs pose aussi le problème de battage de pieux à cause du risque de déviation des pieux ou de l'enroulement des pieux sur eux-mêmes. En résumé, la présence de dépôt de till peut entraîner :

- Du remaniement des surfaces d'excavation si le dépôt de till comprend une certaine proportion de particules fines (silt et argile) d'où la nécessité de protéger les fonds d'excavation (par un matelas granulaire ou par une couche de béton maigre);
- Des problèmes de capacité portante peu élevée dans le cas de till de récession dont la matrice est composée principalement silt et/ou d'argile);
- Difficultés de profilage, de compactage et d'excavation à cause de la présence des blocs dans des proportions importantes sont à envisager si le dépôt de till comprend une proportion majeure de blocs (till à blocs), d'où la nécessité d'utiliser du remblai contrôlé.

6.1.5 PRÉSENCE DE ROC AFFLEURANT

La présence de roc affleurant le long du tracé pourrait nécessiter des travaux d'excavation du roc par forage et dynamitage dépendamment du profil de la route et de la topographie du socle rocheux. S'il y a présence de roc en déblais majeurs (par exemple, présence d'une colline de roc le long du tracé), la largeur de la zone dynamitée devra être suffisante pour l'aménagement de fossés de captation et ainsi éviter d'avoir des incidents associés à des chutes de blocs sur la route. De plus, si la lithologie et les propriétés du roc en place le permettent, le roc dynamité pourrait être utilisé, suite à un concassage adéquat, comme matériel de remblai ou de pierre concassée.

Le tracé final de la route devra prendre en considération les escarpements rocheux. Les escarpements, aussi appelés falaises, représentent souvent des risques importants de chute de blocs et il demeure préférable de garder une distance sécuritaire des falaises pour pallier aux risques de chutes de blocs. Les travaux de sécurisation des falaises peuvent être coûteux et nécessitent des inspections régulières et de l'entretien.

6.1.6 EAU

La présence d'une nappe phréatique peut être problématique ou nécessiter des mesures supplémentaires en fonction du type de dépôt de sol et de sa profondeur. Voici un aperçu des problématiques reliées à l'eau et certaines mesures :

- Si le niveau de la nappe phréatique est supérieur au niveau de la surface finale de la route, un système de drainage permanent doit être envisagé;
- Si un dépôt granulaire existe sous le niveau de la nappe phréatique, sa susceptibilité à la liquéfaction augmentera;
- Selon le gradient hydraulique, l'eau pourrait causer des problèmes d'érosion interne dans les excavations dans les dépôts granulaires;
- Les excavations dans des dépôts cohésifs recouvrant des dépôts granulaires sous la nappe phréatique pourraient imposer des problèmes de soulèvement au fond de l'excavation;

- Si la présence de soutènement étanche est requise lors des travaux d'excavation (de type palplanches), les excavations vont générer un gradient hydraulique avec pour risque le développement du phénomène de Boulance (les particules de sol flottent dans l'eau);
- Présence de la ferrobactérie qui peut obstruer le système de drainage d'où la nécessité d'installer un système de drainage spécifique.

La présence de traverses de cours d'eau amène également son lot de complexité. Des problèmes géotechniques au niveau des fondations qui seront utilisées pour traverser les cours d'eau sont envisageables si ceux-ci sont des dépôts composés de sols de faible portance et/ou de roc fracturé et/ou de roc profond. Dans tous les cas, et ce, dépendamment du type d'ouvrage d'art proposé, si la présence de fondations est requise à même le cours d'eau, des pieux ou pieux-caissons sont souvent le type de fondation retenue. Pour les approches de l'ouvrage, tout dépend du type de sols et de leur portance : des fondations conventionnelles (superficielles ou radier de fondation) ou fondations profondes (pieux) sont les principales options.

6.1.7 PERGÉLISOL

Les dépôts meubles composés de sable et gravier comportant peu de particules fines sont considérés comme stables au dégel. En effet, ceux-ci sont susceptibles de contenir peu ou pas de glace. Toutefois, les sols à granulométrie fine tels que les dépôts composés de silt et d'argile (sédiments marins) pourraient contenir de la glace sous différentes formes et, par conséquent, doivent être considérés comme instables au dégel. Les sols à granulométrie fine peuvent donc s'avérer problématiques lors des excavations et la construction d'infrastructures. Des tassements différentiels significatifs peuvent être anticipés en présence de ce type de sol. Il faut également apporter une attention aux pentes d'excavation qui pourraient être instables en présence de pergélisol.

À plus grande échelle, le réchauffement climatique peut représenter un autre défi dans les secteurs aux sols à granulométrie fine dont la présence de pergélisol a été perçue. En effet, le réchauffement climatique peut amener à la dégradation du pergélisol et à des tassements différentiels importants.

La présence de pergélisol sera donc à surveiller dans les sédiments marins et dans les dépôts de till composé majoritairement de particules fines.

6.1.8 SOURCES POTENTIELLES DE MATÉRIAUX

La description des sources potentielles de matériaux granulaires par zone est présentée à la section 3, dans les sous-sections 3.1.6, 3.2.6 et 3.3.6 respectivement.

6.1.9 REMARQUES COMPLÉMENTAIRES

Malgré tous les enjeux géotechniques possibles mentionnés ci-dessus, il existe plusieurs mesures d'atténuation pour traiter la plupart d'entre eux, dont certaines sont les suivantes :

- Surexcavation des types de sols suivants s'ils sont présents sur de faibles épaisseurs;
 - Des couches d'argile liquéfiable en surface ou d'argile normalement consolidée;
 - Des couches de dépôt granulaire lâche susceptible à la liquéfaction;
 - Des couches de tourbières.
- L'installation des fondations profondes dans la présence d'argile liquéfiable sur une épaisseur importante, si la surexcavation n'est pas une option pour les infrastructures futures (telles que les ponts, les ponceaux, etc.);
- Les techniques d'amélioration des sols (colonnes à module contrôlé ou des colonnes ballastées) permettent d'augmenter les capacités portantes et dans certains cas, d'éliminer les risques de liquéfaction.

7 INVESTIGATIONS RECOMMANDÉES ET PROCHAINES ÉTAPES

Pour les étapes futures, les principaux objectifs seront de confirmer la nature des données recueillies dans cette étude, de caractériser les dépôts et obtenir les paramètres géotechniques de sols se trouvant sur les tracés retenus, d'identifier toutes les particularités ou toutes les zones critiques et de localiser tous les sites d'emprunt potentiels. Voici ci-dessous une description détaillée des données à recueillir par type de stratigraphie.

- Dans les sols organiques/tourbières, l'objectif est d'identifier :
 - L'épaisseur totale;
 - La composition granulométrique et le teneur en eau des sols;
 - La classification des sols organiques en fonction de l'échelle de Von Post;
- Dans les dépôts cohésifs, l'objectif est d'identifier :
 - L'épaisseur totale;
 - La composition granulométrique, la consistance, et le teneur en eau du sol
 - La résistance de cisaillement non drainé;
 - La sensibilité des sols cohésifs;
 - Le tassement potentiel;
 - La résistance géotechnique des sols;
- Dans les dépôts de sols pulvérulents et les dépôts de till, l'objectif est d'identifier :
 - L'épaisseur totale;
 - La composition granulométrique, la compacité, et le teneur en eau des sols;
 - La résistance géotechnique des sols;
 - Le potentiel de liquéfaction;
 - La possibilité de réutiliser les sols comme matériau de remblai.

7.1 CHEMIN DE FER : RUPERT À LA GRANDE

Après avoir choisi la variante du tracé, une campagne de forages devra être réalisée. La campagne d'investigation devra comprendre, sans s'y limiter, les éléments suivants :

- La réalisation des forages géotechniques. Le nombre et l'espacement des sondages varieront en fonction du tracé projeté au stade des futures études;
- L'échantillonnage des sols sera différent d'un forage à l'autre en fonction du type de dépôt de sols rencontré : soit la prise d'échantillons remaniés et d'échantillons intacts;
- L'installation des piézomètres et/ou tubes ouverts pour surveiller la nappe phréatique;
- Toutes les zones problématiques identifiées dans ce rapport, comme les zones proches des cours d'eau ou les zones tourbières, devront certainement être étudiées à l'aide de forages et/ou relevés au piézocône et de tout autre essai *in situ* jugé pertinent;
- L'échantillonnage des sols dans les bancs d'emprunt pour confirmer si l'utilisation des sols et des agrégats est possible ou pas;
- Confirmer si les bancs d'emprunt identifiés sont suffisants en termes de volume et identifier tout autre banc d'emprunt potentiel.

Selon cette étude de préfaisabilité, il a été noté que des sols organiques et cohésifs devraient couvrir environ 40 % du tracé du corridor ferroviaire proposé, ce qui pourrait nécessiter des forages supplémentaires et des essais *in situ* spécifiques, car ces sols présentent des enjeux potentiels à étudier.

Il est à noter qu'étant donné la présence de la route Billy-Diamond à proximité du tracé à l'étude, l'accès des équipements pourra a priori se faire par la route. L'aménagement de chemins temporaires et déboisement pour l'accès au site spécifique aux sondages est à anticiper.

7.2 ROUTE : LA GRANDE À WHAPMAGOOSTUI/KUJJUARAPIK

En cours de mandat lors de l'étude de préfaisabilité, le secteur de La Grande à Whapmagoostui/Kuujuarapik, plus particulièrement le futur corridor routier reliant La Grande et Kuujuarapik est passé en phase de faisabilité. Le long de ce tracé, l'étude de faisabilité se concentre sur l'étude des matériaux d'approvisionnement potentiels afin de faire le constat sur la possibilité de construire la route en soi. Voici les principaux éléments de cette étude :

- L'échantillonnage des sols dans les bancs d'emprunt pour confirmer si leur utilisation est possible ou pas;
- Confirmer si les bancs d'emprunt identifiés sont suffisants en termes de volume;
- Identifier des sites de carrières potentiels et échantillonnages du roc sur certains sites.

Ces éléments ont été considérés comme étant les plus critiques afin d'évaluer la faisabilité des infrastructures projetées. Cette étude de faisabilité comprend, en autres, une visite de site et une campagne de forages hélicoptérés. Des essais de laboratoire sont également prévus afin de déterminer les paramètres des échantillons de sols et de roc récupérés.

Selon cette étude de préfaisabilité, il a été noté que des sols organiques et cohésifs devraient couvrir environ 20 % (moyenne des variantes 1 et 2) du tracé projeté, ces endroits spécifiques pourraient nécessiter des forages supplémentaires et des essais *in situ* spécifiques (comme suggéré à la section 7.1), car ces sols présentent des enjeux potentiels à investiguer et ce, dans phase ultérieure des infrastructures projetées. Toutes les zones problématiques identifiées dans ce rapport, comme les zones proches des cours d'eau seront également à étudier dans une phase ultérieure.

De futures études nécessitant des campagnes de forages de type hélicoptéré sont donc à anticiper.

7.3 CHEMIN DE FER : LA GRANDE À WHAPMAGOOSTUI/KUJJUARAPIK

Comme décrit pour le corridor routier proposé, l'une des prochaines étapes importantes pour le corridor ferroviaire est l'évaluation de la qualité et de la quantité de matériaux granulaires disponibles pour la construction du chemin de fer. Les résultats de l'étude de faisabilité du corridor routier pourraient servir d'intrants pour le corridor ferroviaire. À ce titre, en fonction des ajustements apportés au tracé, une étude complémentaire sur les matériaux pourrait être réalisée. Cette étude complémentaire pourrait comprendre, entre autres, le prélèvement d'échantillons à la main, une campagne de forages et des essais en laboratoire.

Comme décrit précédemment, des sols organiques et cohésifs devraient couvrir environ 22 % du tracé proposé dans le corridor s'étendant de La Grande à Whapmagoostui/Kuujuarapik. Ces endroits spécifiques pourraient nécessiter des forages supplémentaires et des essais *in situ* spécifiques (comme suggéré dans la section 7.1), car ces sols pourraient présenter certains défis qui devront être étudiés lors d'une phase ultérieure des infrastructures proposées. Toutes les zones problématiques identifiées dans le présent rapport, telles que les zones situées à proximité de cours

d'eau, devront également faire l'objet d'une étude dans une phase ultérieure. Il faut donc s'attendre à de futures études nécessitant des campagnes de forages hélicoptés.

7.4 ROUTE 167 : RÉFECTION ET PROLONGEMENT JUSQU'À LA TRANSTAÏGA

Selon le tableau 4-14 présenté dans la section 4.3.1 de ce rapport, il a été constaté que la majorité du sol sur le tracé de la route 167 est constituée de dépôts de till, ce qui a priori, n'impose généralement peu de problèmes majeurs. Cependant, les travaux suivants devront tout de même être effectués :

- Une visite préliminaire du site;
- Identification des bancs d'emprunt et géolocalisation dans le secteur;
- La réalisation des forages géotechniques. Le nombre et l'espacement des sondages varieront en fonction du tracé projeté au stade des futures études;
- L'échantillonnage des sols sera différent d'un forage à l'autre en fonction du type de dépôt de sols rencontré : soit la prise d'échantillons remaniés et d'échantillons intacts et l'installation de piézomètres et/ou tubes ouverts suite à la complétion du forage pour les mesures de niveaux d'eau;
- L'échantillonnage des sols dans les bancs d'emprunt pour confirmer si leur utilisation est possible ou pas;
- Confirmer si les bancs d'emprunt identifiés sont suffisants en termes de volume et identifier tout autre banc d'emprunt potentiel.

Compte tenu de la localisation du site, il faut donc s'attendre à de futures études nécessitant la confirmation de volumes suffisants conformément aux exigences, des campagnes de forages hélicoptés et des travaux de défrichement locaux.

7.5 ZONES DE PERGÉLISOL

Dans les zones sur les tracés à l'étude où la présence de pergélisol est anticipée, des campagnes d'investigation spécifiques par la réalisation de tranchées d'exploration peuvent être effectuées dans une phase ultérieure des infrastructures projetées. Les paragraphes suivants comportent les prochaines étapes relatives au pergélisol.

- Effectuer des puits d'exploration (période à viser : juillet à août) afin de déterminer la profondeur de la couche active (le plafond du pergélisol). La couche active représente la couche superficielle au-dessus du pergélisol qui est soumis aux cycles de gel et de dégel. Advenant la présence du pergélisol, un refus sur sols gelés sera perçu. La profondeur de ce refus correspondra à la profondeur du plafond du pergélisol;
- Effectuer des prises de température à l'intérieur des échantillons lors des travaux de puits d'exploration et des forages;
- Évaluer la composition granulométrique des sols en place par l'entremise d'analyses granulométriques. De plus, des déterminations de la teneur en eau réalisées en laboratoire peuvent également donner un aperçu de la teneur en glace des sols en place;
- Il pourrait également être pertinent d'installer des chaînes de thermistance dans certains trous de forages dans les secteurs où le pergélisol est présent afin d'effectuer un suivi des températures des sols. Cela aura pour objectif d'anticiper les tassements pouvant être associés au dégel.

8 FAISABILITÉ – ROUTE : LA GRANDE À WHAPMAGOOSTUI/KUUJJUARAPIK

Étant donné que la route proposée entre La Grande et Whapmagoostui/Kuujuuarapik est passée à la phase de faisabilité au cours de l'étude, une campagne de terrain préliminaire a été mise en œuvre pour étudier la variante 2 retenue du corridor routier proposé, ainsi que pour étudier tous les sites identifiés et prélever manuellement des échantillons de sol et de roc. Des forages ont également été réalisés pour les six carrières potentielles sélectionnées. Les données de forage recueillies ont été analysées et intégrées dans le système d'information géographique (SIG) de l'étude.

8.1 TRAVAUX PRÉPARATOIRES

8.1.1 REVUE DES DOCUMENTS EXISTANTS

Cette étape du mandat inclut la collecte et l'examen de l'ensemble des données pertinentes au projet projeté, soit la documentation fournie par le Client et l'information disponible dans le domaine public et scientifique.

Afin de sélectionner les sites potentiels pour l'approvisionnement en matériaux, le document suivant a été consulté :

Rapport technique final Étude de corridor routier et tracé préliminaire - Route d'accès aux communautés de Whapmagoostui et Kuujjuarapik

Le rapport a été réalisé en 2013 par GENIVAR et consistait à présenter les résultats de l'étude de corridor routier et de l'analyse du tracé préliminaire proposé. La firme Poly-Géo a également été mandatée par GENIVAR afin de couvrir les aspects de l'étude liés à la caractérisation du milieu physique, à la géomorphologie, à la photo-interprétation et à la cartographie.

De plus, les données publiques suivantes ont permis de compléter l'information de la présente recherche :

- Cartes de la géologie du socle et du Quaternaire (échelle 1 : 50 000) du système d'information géomorphologique du Québec (SIGEOM) du ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN);
- Cartes des substances minérales de surface du système de gestion des titres miniers (GESTIM) du MERN;
- Revue des photos aériennes disponibles sur ArcGIS Online.

La revue des photos aériennes et des cartes a été réalisée par les professionnels en géomorphologie et en géologie de chez WSP.

8.1.2 SÉLECTION DES SITES

La sélection des sites potentiels destinés à l'exploitation des matériaux a été réalisée en amont afin de planifier la visite de reconnaissance de sites. Au total, 42 sites ont été retenus pour la visite de terrain, dont 19 bancs d'emprunt potentiels et 23 sites de roc affleurant à des fins d'exploitation de carrières potentielles (annexe E-1 / carte 5). Lors des travaux sur le terrain, un banc d'emprunt additionnel (B-017) et un site de carrière potentielle additionnel (R-140B) ont été relevés et caractérisés. Ces sites ont été sélectionnés selon des critères préétablis, soit la nature et la quantité exploitable du matériau, l'accessibilité (proximité d'un cours d'eau ou d'un milieu humide, bancs d'emprunt déjà ouvert, etc.), la répartition spatiale le long du tracé, ainsi que la distance par rapport à la route projetée.

Dix bancs d'emprunt granulaire sélectionnés proviennent du rapport réalisé par Poly-géo inc. Par ailleurs, deux sites, soit une carrière potentielle et un banc d'emprunt potentiel, ont été sélectionnés d'après les données GESTIM des carrières/sablières déjà exploitées.

Le reste des bancs d'emprunt d'apparence granulaire ainsi que les sites de carrières potentielles ont quant à eux été identifiés par notre équipe de professionnels suivant une analyse par photo-interprétation réalisée en visualisation 2D à l'écran à l'aide du logiciel cartographique ArcGIS. La recherche de potentielles carrières et de bancs d'emprunt supplémentaires s'est concentrée dans un rayon de 2 km de part et d'autre de la route projetée. La cartographie des matériaux a été réalisée conjointement à l'analyse des données provenant du LiDAR, de la base de données GESTIM et, en toile de fond, des cartes du SIGEOM. Le LiDAR a d'ailleurs servi à estimer l'épaisseur du roc et des dépôts granulaires, notamment dans les secteurs boisés ou caractérisés par une topographie relativement plane. Les limites de chacun des sites ont été définies de façon à respecter une distance d'au moins 30 m des milieux humides et hydriques, en conformité avec l'article 121 du guide d'application du règlement sur l'aménagement durable des forêts du domaine de l'état (MFFP, 2022).

Suivant la photo-interprétation, une sélection des sites présentant le plus fort potentiel d'exploitation a été réalisée selon les critères de sélection mentionnés précédemment. L'ensemble de ces informations a été compilé dans une base de données géoréférencée.

Les résultats des sites investigués dans le cadre de la visite de reconnaissance sont discutés à la section 8.2.

8.1.3 SANTÉ, SÉCURITÉ ET ENVIRONNEMENT

Diverses actions ont été réalisées fin de veiller à la santé et sécurité au cours de ce mandat et les travaux de terrain. Principalement, il y a eu l'élaboration d'un plan de santé, sécurité et environnement (SSE). Les points suivants ont été discutés :

- La définition des rôles et responsabilités des parties prenantes;
- La description des travaux et la localisation des sites des travaux;
- L'élaboration d'un plan de communication;
- L'élaboration d'un plan de sauvetage et d'évacuation;
- L'élaboration d'un plan de gestion des déplacements;
- L'évaluation et la gestion des dangers;
- L'élaboration des mesures de contrôles des risques;
- La gestion des sous-traitants;
- La gestion et l'implantation de restrictions sanitaires dues à la COVID-19;
- La limitation des risques de dommage à l'environnement.

Chaque partie prenante a dû signer le plan SSE afin de s'assurer la compréhension de chacun.

Une réunion spécifique à la santé et sécurité des travaux de terrain à effectuer à l'été 2022 a été tenue pour les différentes équipes impliquées à se rendre au terrain. De plus, la fiche de type « *Analyse sécuritaire et environnementale des tâches* » (ASET) a été remplie avant chaque départ sur le terrain pour faire un rappel des risques.

Diverses formations incluant des formations de premiers soins en région éloignée et de survie en forêt ont été suivies par les membres de l'équipe participant aux travaux de terrain.

8.1.4 COORDINATION AVEC LES SOUS-TRAITANTS

8.1.4.1 FOURNISSEUR D'HÉLICOPTÈRE

L'investigation a été réalisée par hélicoptage des équipes et des équipements via la sous-traitance de la compagnie Héli-Inter. L'emplacement pour l'aire d'atterrissage de l'hélicoptère était situé au 106, chemin du Parc-Industriel à Radisson. La planification détaillée des heures de départs et points de rencontre a été établie sur place avec le pilote. Il est à noter qu'une réunion de démarrage spécifique a été tenue préalablement en vue de la campagne d'investigation par forages. Lors de l'arrivée de nouveaux membres d'équipe, une démonstration des procédures d'entrée et de sortie de l'hélicoptère était effectuée.

8.1.4.2 FOURNISSEUR EN FORAGES

Les forages ont été réalisés en sous-traitance par la compagnie Succession Forage George Downing Ltée sous la supervision d'un surveillant de WSP spécialisé en géotechnique. La foreuse, le matériel de forage ainsi que les échantillons ont été déplacés d'un site à l'autre par élingage sous la supervision des membres de l'équipe d'Héli-Inter. Il est à noter qu'une réunion de démarrage spécifique a été tenue en vue la campagne d'investigation par forages.

8.2 VISITE DE RECONNAISSANCE

Les travaux de terrain géotechnique ont été effectués à l'été 2022 par une équipe de professionnels de WSP. L'investigation géotechnique a consisté, dans un premier temps, en une visite de reconnaissance du 11 au 15 juillet 2022, puis en un second temps, à la réalisation de forages géotechniques du 16 août au 7 septembre 2022. La visite de reconnaissance avait pour objectif d'évaluer les conditions aux sites sélectionnés de façon préliminaire. Un résumé des travaux effectués dans le cadre de la visite de reconnaissance est présenté ci-dessous :

- Échantillonnage des sols au moyen d'une pelle manuelle incluant la description stratigraphique sommaire;
- Échantillonnage manuel du roc affleurant incluant la description lithologique sommaire de celui-ci et des affleurements à proximité;
- Description générale du site (accessibilité par rapport au tracé, déboisement, proximité de milieux humides et hydriques, etc.) et photos;
- Description exhaustive du roc par un géologue d'expérience au laboratoire de WSP;
- Sélection et analyse d'échantillons de sols prélevés des sites de bancs d'emprunt potentiels pour la réalisation de divers essais de caractérisation des matériaux;
- Synthèse des résultats et observations réalisées au terrain

Voir l'annexe E-1 pour plus de détails.

8.2.1 BANCS D'EMPRUNT POTENTIELS

Suite à la visite des divers bancs d'emprunt potentiels, il est possible d'affirmer que sur les 19 bancs d'emprunt potentiels et le banc additionnel investigués, six se sont avérés non-exploitable. D'abord, les bancs B-125, B-140 et D-198 comportent une forte proportion de roc en surface et ne présentent donc aucun potentiel comme matériau granulaire. Le banc BV-082, composé de till, n'a pas été échantillonné puisque la matrice du matériau a été jugée trop fine pour les besoins en matériaux granulaires. Le banc D-205 n'a également pas été caractérisé en raison de campements des Premières Nations présents sur le site. Finalement, le banc 95882, situé à l'extrémité nord de la route projetée, a quant à lui été exclu des bancs potentiels puisque la nappe phréatique apparaît à moins de 1 m de la surface sur l'ensemble du site.

Dans la portion sud de la zone d'étude, les bancs visités étaient principalement constitués de till. Quoiqu'en faible proportion, la matrice de ces dépôts contenait la plupart du temps des particules fines, rendant l'utilisation du dépôt non favorable comme matériau granulaire. Pour cette raison, un banc d'emprunt additionnel (B-017) a été ajouté et caractérisé lors des travaux de terrain.

Les observations issues de la visite de reconnaissance des potentiels bancs d'emprunts granulaires sont résumées dans les tableaux présentés ci-dessous.

NOTE TECHNIQUE 10 – GÉOTECHNIQUE

Tableau 8-1 Caractéristiques générales des bancs d'emprunt investigués

Site	Coordonnées		Matériau anticipé	Superficie approximative (m ²)	Profondeur exploitable (m)	Volume potentiel exploitable (m ³)	Distance la plus courte à la route (m)	Matériaux en surface		Milieux à proximité		Accès au tracé de la route	Topographie	Description topographique	Abondance de la végétation	Aire de travail	Informations supplémentaires
	X	Y						Cailloux (%)	Blocs (%)	Humide	Hydrique						
D-010	-77,43934322	53,8806184	Till	239 411	3	718 233	0	5	30	Oui	Non	Facile	Accidenté	Crête de moraine	Parsemé	Oui	N/D
B-017	-77,4065052	53,92154651	Till	207 054	2	414 108	0	5	15	Oui	Non	Facile	Relativement plat	Crête de moraine	Parsemé	Oui	N/D
D-025A	-77,43209858	53,99170491	Till	315 159	3	945 477	0	10	20	Oui	Oui	Facile	Relativement plat	Crête de moraine, largeur d'environ 40 m	Parsemé	Oui	Profondeur exploitable varie de 2,5 à 4 m.
B-034	-77,39713812	54,07134118	Till	182 268	4,5	820 206	0	10	25	Oui	Oui	Facile	Relativement plat	Crête de moraine, Largeur d'environ 25 m	Parsemé	Oui	Blocs métriques en surface.
D-046	-77,39533206	54,15806098	Till ou fluvioglaciaire	288 318	5	1 441 590	195	10	10	Non	Oui	N/A	Relativement plat	N/D	Parsemé	Oui	N/D
D-061	-77,3435031	54,27026717	Sable graveleux	3 551 571	15	53 273 565	0	30	10	Oui	Oui	Facile	Relativement plat	Jusqu'à 25-30 m de hauteur.	Parsemé	Oui	Déboisement léger nécessaire.
BV-082	-77,37942003	54,42483874	Till	253 418	5	1 267 090	0	10	3	Oui	Non	Assez facile	Relativement plat	Button allongé, 6 m de large et 4 m de haut.	Abondante	Non	Milieu humide à proximité. Till à matrice de sable fin avec trace de silt et présence de cailloux. Végétation moins dense sur le button.
BV-089	-77,41005693	54,4774748	Till	131 564	3	394 692	90	30	10	Oui	Non	Facile	Relativement plat	Pointe des buttons linéaires, 7 m de large et 3 m de haut	Parsemé	Oui	Déboisement moyen. Till de sable fin, traces de silt et de gravier.
B-110	-77,53812067	54,61390855	Till sableux	470 027	2	940 054	312	30	10	Oui	Oui	Facile du nord du tracé	Accidenté	Button allongé de 2 à 4 m de haut	Parsemé	N/D	Plusieurs blocs métriques en surface, épaisseur du dépôt variable.
B-119	-77,64479543	54,69233945	Sable et gravier	51 302	5	256 510	278	0	5	Oui	Non	N/D	Relativement plat	N/D	Parsemé	Oui	Endroit potentiel au sud du banc identifié initialement. Profondeur variable, le roc semble près de la surface.
B-125	-77,54715755	54,62709475	Sable	45 064	N/A	N/A	34	N/D	N/D	Oui	Non	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	Roc en surface, non exploitable.
B-140	-77,6862113	54,84917347	Till	99 447	N/A	N/A	230	N/D	N/D	Oui	Non	N/D	Relativement plat	Affleurement escarpé	Parsemé	N/D	Présence de roc et épaisseur de matériau en apparence très faible.

NOTE TECHNIQUE 10 – GÉOTECHNIQUE

Site	Coordonnées		Matériau anticipé	Superficie approximative (m ²)	Profondeur exploitable (m)	Volume potentiel exploitable (m ³)	Distance la plus courte à la route (m)	Matériaux en surface		Milieux à proximité		Accès au tracé de la route	Topographie	Description topographique	Abondance de la végétation	Aire de travail	Informations supplémentaires
	X	Y						Cailloux (%)	Blocs (%)	Humide	Hydrique						
B-146	-77,70402177	54,90037855	Till	196 777	3	590 331	0	3	5	Non	Oui	N/D	Escarapé	Étendue relativement plane au centre avec quelques boutons allongés aux extrémités	Parsemé	Oui	Colline à pente douce de 3 m hauteur en moyenne, mais le roc est à proximité.
D-164	-77,64446833	55,04872387	Sable et gravier	545 847	8	4 366 776	463	10	15	Oui	Non	N/D	Escarapé	Grande étendue jusqu'à 8 m de haut, à pente douce	Parsemé	Oui	Beaucoup de roc en surface du côté ouest. Beaucoup de blocs et cailloux en surface, mais peu dans le sédiment.
D-181A	-77,62548501	55,18477847	Sable et gravier	100 408	3	301 224	0	0	0	Oui	Oui	N/D	Relativement plat	Étendue assez plane	Parsemé	Oui	Grande étendue de sable moyen à grossier à l'extrémité d'un bouton de roc.
D-192	-77,59336807	55,27650269	Sable	657 643	8	5 261 144	0	0	0	Oui	Non	N/D	Relativement plat	Grande étendue plane aux bordures escarpées	Parsemé	Oui	N/D
D-198	-77,62353599	55,31358444	Sable	46 267	N/A	N/A	0	N/A	N/A	Oui	Non	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	Roc en surface, exploitation non intéressante.
D-201B	-77,66301178	55,31451606	Sable	91 309	2	182 618	282	0	0	Non	Non	Facile	Plat	N/D	Parsemé	Oui	Étendue de sable et gravier confinée entre deux boutons de roc.
D-205	-77,7239227	55,30496403	Sable	122 522	N/A	N/A	779	N/A	N/A	Oui	Non	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	Campement autochtone sur le site, survol seulement.
95882	-77,72194374	55,3184003	Gravier	6 951	N/A	N/A	144	0	0	Oui	Oui	Facile	Plat	N/D	Absente	Oui	Pelle mécanique présente sur le site. Étendue d'eau au centre du site et nappe phréatique à moins d'un mètre de profondeur.

NOTE TECHNIQUE 10 – GÉOTECHNIQUE

Tableau 8-2 Caractéristiques des échantillons prélevés des bancs d'emprunt investigués

Site	No échantillon	Coordonnées		Épaisseur sol organique	Description stratigraphique	Profondeur échantillon	Humidité	Couleur	Infiltration d'eau	Densité apparente	Notes supplémentaires
		X	Y								
D-010	D-010-01	-77,43932468	53,88061913	0,15	Sable un peu de silt, traces de gravier, brun, sec.	0,3	Sec	Brun	Aucune	Moyenne	Excavation difficile en raison des blocs.
B-017	B-017-01	-77,40651565	53,92155275	0,1	Sable, un peu de silt, traces de gravier. Présence de cailloux (5 %) et blocs (10 %).	0,6	Sec	Gris brun	Aucune	Moyenne	Présence de plusieurs cordons morainiques parallèles. Moraine d'environ 25 m de large.
D-025A	D-025A-01	-77,43205949	53,99176112	0,1	Sable, un peu de gravier, traces de silt, brun, sec.	0,45	Sec	Brun	Aucune	Lâche	Présence de cordons morainiques à proximité. Le site est situé au sud-ouest du D-025A initial.
	D-025A-02	-77,43119364	53,9901687	0,15	Idem à D-025A-02, avec plus de cailloux (10%)	0,7	Sec	N/D	N/D	Lâche	N/D
B-034	B-034-01	-77,39711951	54,0713314	0,13	Sable, un peu de silt, traces de gravier, gris brun, sec.	0,7	Sec	Gris	Aucune	Moyenne	N/D
	B-034-02	-77,39660797	54,07081008	0,2	Sable silteux, traces de gravier gris-brun, sec.	0,6	Sec	Gris brun	Aucune	Dense	Présence de blocs 30% et cailloux 5%.
D-046	D-046-01	-77,39534014	54,15805913	0,15	Sable un peu de gravier, traces de silt, brun, sec. Présence de cailloux.	0,55	Sec	Brun	Aucune	Moyenne	Pas beaucoup de blocs à la surface du terrain. Environ 10% au niveau de l'échantillon.
D-061	D-061-01	-77,3434949	54,27026445	0,1	Sable homogène moyen à grossiers, lâche et sec.	0,5	Sec	Beige	Aucune	Lâche	N/D
	D-061-02	-77,31937538	54,27320668	0,1	Sable et gravier avec cailloux et blocs (40 %). Forme des plages superposées avec beaucoup de cailloux et blocs en surface.	0,5	Sec	Beige	Aucune	Lâche	Semble exploitable sur 10 à 12 m de profondeur, puis devient du sable fin à moyen, sans cailloux et blocs.
	D-061-03	-77,31894598	54,27248033	0,05	Sable moyen avec cailloux et blocs (15 %), peu de gravier.	0,5	Sec	Beige	Aucune	Lâche	N/D
BV-089	BV-089-01	-77,40989158	54,47777481	0,1	Till à matrice de sable fin, traces de silt et de gravier. Faiblement humide.	0,45	Faiblement Humide	Gris olive	Aucune	Dense	N/D
BV-110	B-110-01	-77,53947971	54,61541546	0,2	Till à matrice de sable fin, un peu de gravier et de silt. Présence de cailloux centimétriques à décimétriques, parfois jointifs. Humide.	0,8	Humide	Gris olive	Aucune	Très lâche	N/D
B-119	B-119-01	-77,6434422	54,69316224	0,05	Sable moyen à grossier, traces de gravier et de cailloux. Humide.	0,4	Humide	Brun orangé	Aucune	Lâche	Traces d'oxydation.
	B-119-02	-77,64241446	54,69424152	0,1	Sable, un peu de silt, traces de gravier. Humide. Présence de blocs métriques en surface.	0,5	Humide	Brun orangé	Aucune	Lâche	N/D
B-146	B-146-01	-77,70395362	54,90036929	0,7	Sable grossier, un peu de gravier et traces de cailloux. Humide.	0,5	Humide	Beige orangé	Aucune	Lâche	N/D
D-164	D-164-01	-77,64449074	55,04870653	N/D	Sable moyen à grossier, traces de gravier, lâche et sec. Sédiment bien trié, avec litage horizontal.	0,7	Sec	Beige	Aucune	Lâche	N/D
D-181A	D-181A-01	-77,62547496	55,18479366	0	Sable moyen à grossier, lâche et humide. Litage horizontal avec bancs de sable grossiers (1-11mm). Zone de gravier et cailloux à 90 m à l'ouest de l'échantillon.	0,9	Humide	Beige	Aucune	Lâche	Présence d'une couche de 0,4 m de sable moyen un peu induré en profondeur. Situé juste avant le bouton de roc au sud-est.
D-192	D-192-01	-77,59336007	55,27651453	0,1	Sable fin à moyen, très bien trié, plutôt massif, humide et lâche.	0,95	Humide	Beige	Aucune	Lâche	Semble un bon potentiel, bonne épaisseur et facilement exploitable.
	D-192-02	-77,60243744	55,27833832	0,1	Idem à D-192-01.	0,6	Humide	Beige	Aucune	Lâche	N/D
D-201B	D-201B-01	-77,66297709	55,31452762	0,1	Sable graveleux, compact et humide.	0,5	Humide	Brun rouille	Aucune	Moyenne	N/D
95882	95882-01	-77,72195233	55,31848648	0	Sable, traces de silt et de gravier, brun et humide.	0,35	Humide	N/D	Oui, en surface	Très lâche	N/D

8.2.1.1 DESCRIPTION DES BANCS D'EMPRUNTS D'UN POINT DE VUE GÉOMORPHOLOGIQUE

Les paragraphes suivants regroupent les différents bancs d'emprunt selon leurs modes de dépositions : les bancs de matériaux glaciaires (till), de matériaux fluvioglaciaires (sable et gravier) et de sédiments glaciomarins (sable, gravier, silt et argile).

BANCS DE MATÉRIAUX GLACIAIRES (TILL)

La dernière glaciation a permis la déposition de sédiment glaciaire (till) qui recouvre la roche-mère de façon discontinue sur le territoire d'étude. La distribution des dépôts meubles au droit du corridor routier projeté (section 3.2.5) illustre une forte proportion de till dans la portion sud de la route prévue. Sept bancs d'emprunt investigués ont d'ailleurs été répertoriés dans ces dépôts (D-010, B-017, D-025A, B-034, D-046, BV-082, BV-089). La couverture de till devient toutefois plus sporadique dans les portions nord et centrale de la route projetée.

Durant la déglaciation, le contact entre la marge glaciaire et les eaux de la mer postglaciaire de Tyrrell a permis de modeler des séries de moraines de De Geer. Ces dernières forment de minces crêtes parallèles qui se sont développées dans les dépôts de till. Leur longueur varie de quelques centaines de mètres à 2 km, alors qu'elles s'étendent sur environ 15 m à 50 m de largeur. En moyenne, 250 m séparent les moraines entre elles.

Le till est un diamicton dont la matrice et la pierrosité varient en fonction de la genèse du dépôt. Les dépôts de till caractérisés par une matrice sableuse et une pierrosité moyenne à forte offrent un bon potentiel comme matériaux granulaires. C'est le cas des bancs d'emprunt D-025A, D-046 et BV-089 qui sont composés d'un sable graveleux, avec des traces ou un peu de silt.

Les bancs d'emprunt B-017, B-034 et BV-082 présentent quant à eux une matrice de sable silteux ou de silt, rendant leur utilisation comme matériau granulaire moins favorable. Enfin, le banc D-010 est composé d'un sable graveleux et silteux avec présence de cailloux.

BANCS DE MATÉRIAUX FLUVIOGLACIAIRES (SABLE ET GRAVIER)

Le retrait glaciaire a engendré la déposition par les eaux de fonte d'importants volumes de matériaux (sables et graviers) disposés sous forme de complexes fluvioglaciaires (eskers, kames et épandages). Or, le tracé de la route projetée recoupe très peu de ces zones de sédiments fluvioglaciaires, à l'exception d'un important dépôt juxtaglaciaire (D-061) répertorié autour du kilomètre 61, soit à la jonction sud entre la route préliminaire de Poly-Géo et la variante de la route proposée par WSP.

La visite de terrain et les analyses granulométriques ont confirmé le fort potentiel de ce dépôt comme matériau granulaire. En effet, la caractérisation de terrain a révélé que le banc D-061 forme un cordon allongé qui s'étend d'est en ouest sur près de 6 km (figure 8-1A). Son épaisseur maximale semble atteindre environ 30 m, tandis que sa largeur varie entre 300 m et 700 m. Les sédiments sont disposés sous forme de plages superposées et comportent beaucoup de cailloux et blocs en surface (40 %) (figure 8-1B-C). Au sommet (échantillon D-061-02), le sédiment semble composé de sable et gravier avec la présence de blocs et cailloux (40%) en surface. Sur les niveaux de plages plus bas en élévation (échantillons D-061-01 et D-061-03), le sédiment devient un sable graveleux avec traces de silt et comporte un peu moins de cailloux et de blocs en surface (15%). De plus, d'après les résultats des tests en laboratoire, l'échantillon D-061-03 ne respecte pas le critère des matériaux de sous-fondation (voir section 8.4.2.1) et présente donc un faible potentiel comme matériau granulaire.

Enfin, un forage en mode destructif au droit du banc D-061 a permis de confirmer la forte épaisseur de matériel disponible. En effet, le dépôt a été foré sur 14 m de profondeur, soit jusqu'à la limite de la foreuse en mode destructif. En considérant sa superficie de 3 633 265 m² et une épaisseur moyenne de 15 m, le volume de matériaux exploitable correspond à 54 498 975 m³, ce qui pourrait combler le besoin en matériaux granulaires pour une grande partie de la route projetée.

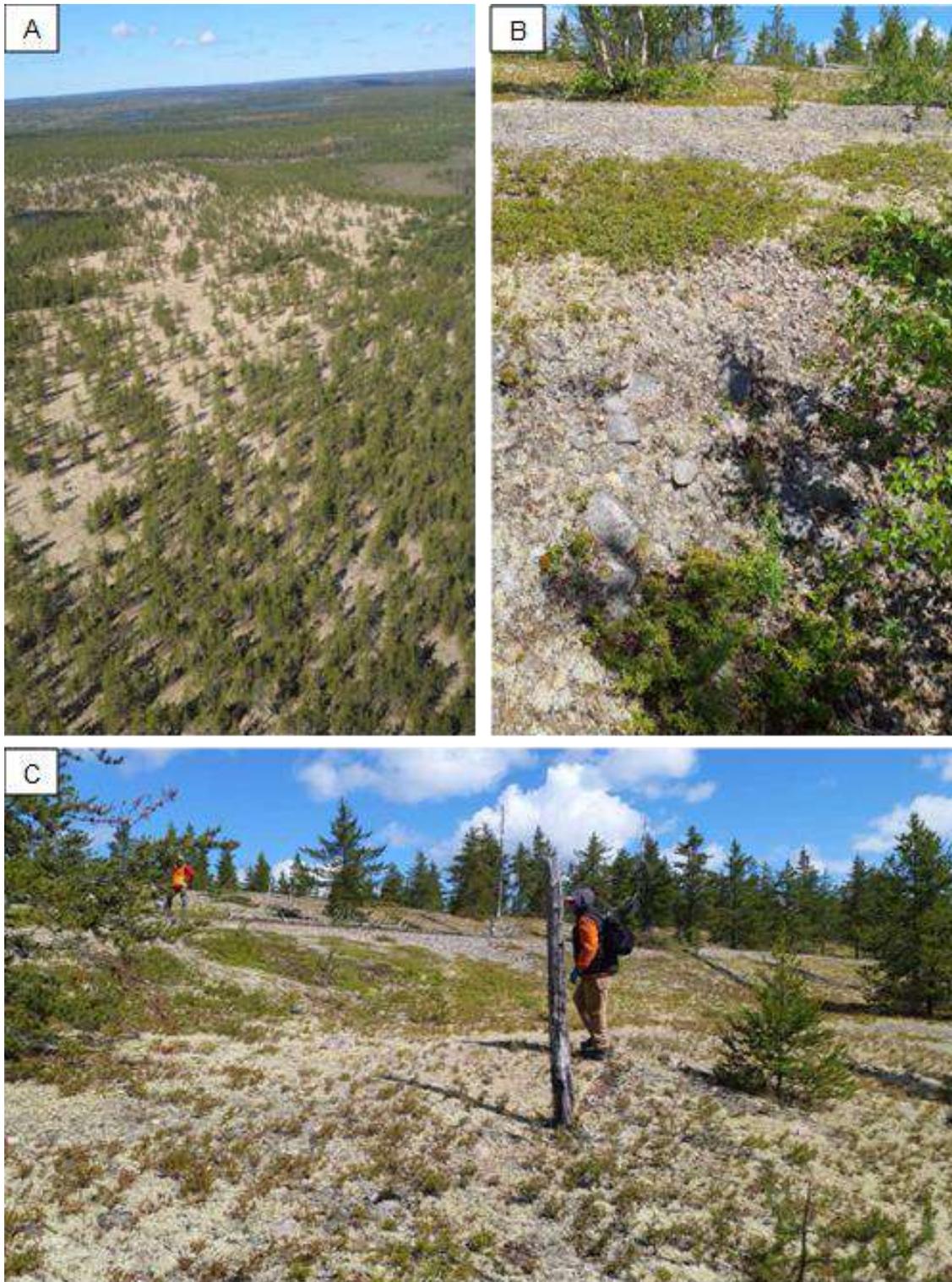


Figure 8-1 (A) Vue d'ensemble vers le SO du banc d'emprunt D-061. (B) et (C) Vue vers l'est des plages superposées de sédiments avec blocs et cailloux en surface.

BANCS DE SÉDIMENTS GLACIOMARINS (SABLE, GRAVIER, SILT ET ARGILE)

Lors de la déglaciation, la mer de Tyrrell a envahi le territoire d'étude, ce qui a permis la déposition de sédiments à texture fine (silts et argiles) dans les zones profondes de la mer, ainsi que des sédiments plus grossiers (sable et gravier) dans les zones moins profondes. Certains dépôts ont aussi été remaniés lors de la transgression marine, engendrant ainsi le lessivage de la fraction fine (argiles et silts) et laissant en place la fraction plus grossière (sable, gravier, cailloux et blocs).

Les sédiments glaciomarins fins d'eau profonde ainsi que littoraux et pré littoraux recourent la route projetée principalement dans les parties nord et centrale de la zone. Les bancs d'emprunt B-110, B-119, B-146, D-164 et D-181A, D-192, D-201B ont tous été répertoriés dans des zones de sédiments glaciomarins.

Les dépôts B-110 et B-119 (échantillon B-119-02 seulement) sont composés de sable silteux avec un peu de gravier. Puisque ces derniers comprennent une forte proportion de particules fines, soit 27% et 28% respectivement, ils offrent un plus faible potentiel comme matériaux granulaires. À noter que l'échantillon B-119-01 est quant à lui composé d'un sable graveleux avec traces de silt. Une portion du banc B-119 reste donc favorable à l'exploitation.

Les dépôts B-146, D-164 et D-181A sont quant à eux caractérisés par un sable avec parfois des traces de gravier et de silt. Nous estimons que ceux-ci pourraient donc être exploités et éventuellement amendés avec du matériel provenant de carrières à proximité. Cependant, il est à noter que le roc a été aperçu en surface à certains endroits sur les bancs B-146 et D-164, tandis que le banc D-181A est situé directement à l'extrémité d'un bouton rocheux. La proximité du socle rocheux est donc un élément important à considérer, puisqu'il pourrait diminuer considérablement l'épaisseur exploitable de ces dépôts.

Finalement, le dépôt D-201B est composé de sable et gravier avec traces de silt et constitue donc un excellent matériau potentiel pour la construction de la route. Il faut toutefois considérer que le banc forme une étendue plane entre deux boutons de roc, ce qui pourrait complexifier son exploitation.

8.2.2 SITES DE CARRIÈRES POTENTIELLES

Parmi les 23 sites de carrières potentielles préalablement identifiés, sept sites n'ont pas été retenus pour les visites de terrain puisqu'un site de carrière à plus fort potentiel était situé à proximité. De plus, le site R-140 n'a pas été étudié, mais a été remplacé sur le terrain par le site additionnel R-140B, situé à proximité, qui semblait plus favorable à l'exploitation. Au final, 16 sites de carrières potentielles ont donc été caractérisés durant la visite de reconnaissance.

Les observations issues de la visite de reconnaissance des carrières potentielles sont résumées dans les tableaux présentés ci-dessous. Ces tableaux présentent notamment la lithologie rencontrée et d'autres observations pertinentes. Les cartes de chacune des carrières sont présentées à l'annexe E-1. L'annexe E-4 présente un tableau-résumé de la description visuelle effectuée en laboratoire avec photos en appui.

NOTE TECHNIQUE 10 – GÉOTECHNIQUE

Tableau 8-3 Caractéristiques des carrières potentielles investiguées

Site	Coordonnées		Superficie approximative (m ²)	Profondeur exploitable	Volume (m ³)	Distance la plus courte à la route (m)	Milieux à proximité		Accès au tracé de la route	Lithologie apparente	Structure			Altération	Météorisation		Forme affleurement	Déboisement prévu	Informations supplémentaires
	X	Y					Humide	Hydrique			Type	Direction	Pendage		Type	Intensité			
2393	-77,44619653	53,83013887	109 531	10	1 095 310	917	Non	Non	Facile	Granite	Intrusion d'un dyke	342	70	N/A	N/D	Très Faible	Paroi rocheuse	Oui	Granite à grains grossiers, peu de structure, quelques dykes de roche felsique porphyrique. Exploitable sur les deux parois, avec plateforme entre les deux.
R-010	-77,42499076	53,8763815	100 879	12	1 210 548	224	Non	Oui	Facile par le sud	Granite	Intrusion de pegmatites avec plans irréguliers	45	90	N/A	N/A	N/A	N/D	N/d	N/D
R-025	-77,43148075	53,9835315	109 704	3	329 112	466	Non	Oui	Simple à moyen	Granite / Gneiss granitique	Foliation	7	70	N/A	N/A	Très Faible	Button	Oui	Épaisseur et intérêt faible
R-033	-77,40273693	54,06022459	113 991	6	683 946	201	Non	Oui	N/D	Gneiss granitique	Foliation	20	55	N/A	N/A	N/A	Button	Oui	Rubannage local
R-046	-77,37690973	54,16146892	163 300	6	979 800	0	Non	Non	Facile	Granite	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Très Faible	Button	Oui	N/D
R-054C	-77,36727388	54,21795431	348 243	8	2 785 944	0	Non	Oui	Facile	Granite	Veines de quartz avec bordures de feldspaths porphyriques	N/D	N/D	N/A	Lichen	Très Faible	Button	Oui	Déboisement pour l'accès, faible couverture végétale sur le site. Granite avec enclaves homogènes de diorite et quelques veines cm à dm de quartz et feldspath porphyrique. Légère foliation par endroit (micas alignés et quartz un peu allongé).

NOTE TECHNIQUE 10 – GÉOTECHNIQUE

Site	Coordonnées		Superficie approximative (m ²)	Profondeur exploitable	Volume (m ³)	Distance la plus courte à la route (m)	Milieux à proximité		Accès au tracé de la route	Lithologie apparente	Structure			Altération	Météorisation		Forme affleurement	Déboisement prévu	Informations supplémentaires
	X	Y					Humide	Hydrique			Type	Direction	Pendage		Type	Intensité			
RV-096	-77,44605475	54,51860908	294 355	15	4 415 325	0	N/D	Oui	Facile par le SO, au pied du bouton de roc.	Gneiss granitique	Foliation	270	80	N/A	Lichen	Forte	Button	Oui	Léger déboisement nécessaire. Peu de couverture végétale sur les boutons. Gneiss granitique à grain moyen à grossier. Folié et homogène. Peu fracturé. Plusieurs boutons à proximité.
R-110	-77,54158705	54,61935657	342 081	16	5 473 296	0	Non	Oui	Grand lac au sud. Tracé sur le bouton à pente modérée.	Granite	Intrusion d'une pegmatite	N/D	N/D	N/A	Lichen	Moyenne	Button	Oui	Granitoïde rose à grains moyens à grossiers. Folié par endroit, mais dans l'ensemble peu métamorphisé. Intrusion d'une pegmatite, 20 cm de large, orienté NE-SO (pas de pendage possible). Enclaves décimétriques de diorite. Forme un bouton à fort dénivelé côté sud.
R-118	-77,62604211	54,68592858	609 588	15	9 143 820	0	Non	Non	Facile	Gneiss granitique	N/A	N/A	N/A	N/A	Lichen	Faible	Button	Oui	Couvert organique sporadique
R-129A	-77,66101134	54,76259591	224 455	17	3 815 735	0	Non	Non	Facile	Gneiss granitique	Foliation et veines de quartz	322	60	Oui, oxydé	Lichen	Forte	Button	Oui	Couverture végétale faible à partielle (conifères)
R-140B	-77,67485159	54,86319427	295 964	20	5 919 280	614	Oui	Oui	Facile, tracé à environ 1 km	Monzodiorite	N/A	N/A	N/A	oui	N/A	Faible	Button	Non	N/D
R-147	-77,69443656	54,90635734	495 170	20	9 903 400	0	Oui	Oui	Facile	Monzodiorite	N/A	N/A	N/A	Oui, oxydé	Lichen	Faible	Button	Non	N/D

NOTE TECHNIQUE 10 – GÉOTECHNIQUE

Site	Coordonnées		Superficie approximative (m ²)	Profondeur exploitable	Volume (m ³)	Distance la plus courte à la route (m)	Milieux à proximité		Accès au tracé de la route	Lithologie apparente	Structure			Altération	Météorisation		Forme affleurement	Déboisement prévu	Informations supplémentaires
	X	Y					Humide	Hydrique			Type	Direction	Pendage		Type	Intensité			
R-165	-77,6851274	55,05870794	166 243	20	3 324 860	504	Oui	Oui	Facile, mais nombreux lac et milieux humides	Granite	Joints	N/D	N/D	N/A	N/A	Très Faible	Button	Non	Assez dégagé, entouré de milieux humides, donc une aire de travail difficile. Les joints sont orientés approximativement à est-ouest.
R-181A	-77,62219568	55,18198118	205 873	15	3 088 095	86	Oui	Non	Facile	Granite	Joints	N/D	N/D	N/A	N/A	N/A	Button	Non	Petits milieux humides dans les dépressions au-dessus Sol organique sporadique
R-192	-77,57975004	55,26898107	984 348	36	35 436 528	0	Oui	Oui	N/D	Granodiorite	Joints	N/D	N/D	N/A	Lichen	Très Faible	Button	Un peu	Déboisement minime
R-202A	-77,65702604	55,31886158	373 919	30	11 217 570	0	Non	Oui	Facile	Gneiss granitique	Joints	N/D	N/D	N/A	Lichen	Faible	Button	Non	N/D

NOTE TECHNIQUE 10 – GÉOTECHNIQUE

Tableau 8-4 Caractéristiques des échantillons prélevés des sites de carrières potentielles investiguées

Site	No échantillon	Coordonnées		Lithologie	Altération		Texture	Couleur	Taille grains	Minéraux principaux
		X	Y		Type	Intensité				
2393	2393-01	-77,44631861	53,83027028	Granite	N/A	N/A	Grenue	Gris rosé	Grossier	Plagioclase, feldspath K, quartz, mafiques (<10%)
R-010	R-010-01	-77,42500226	53,8763971	Granite	N/A	N/A	Grenue	Gris rosé	Grossier	Quartz, feldspath k, plagioclase, biotite
	R-010-02	-77,42489106	53,87590615	Granite	N/A	N/A	Grenue	Gris rosé	Grossier	Quartz, biotite, plagioclase
R-025	R-025-01	-77,4313525	53,99225069	Granite	N/A	N/A	Grenue	Gris pâle	Moyen	Quartz, plagioclase, biotite, mafiques autres
R-033	R-033-01	-77,40273985	54,06022589	Gneiss granitique	N/A	N/A	Grenue	Gris rosé	Grossier	Quartz, feldspath k, plagioclase, biotite
R-046	R-046-01	-77,37721478	54,16145314	Granite	N/A	N/A	Grenue	Gris blanc	Grossier	Quartz, feldspath k, plagioclase, biotite
	R-046-02	-77,37803472	54,16135621	Granite	N/A	N/A	Grenue	Gris blanc	Grossier	Plagioclase, quartz, biotite, feldspath k
R-054C	R-054C-01	-77,36733682	54,21781437	Granite	N/A	N/A	Grenue	Gris rosé	Grossier	Plagioclase, feldspath K, quartz, mafiques (<10%)
RV-096	RV-096-01	-77,446139	54,51867828	Gneiss granitique	N/A	N/A	Folié	Blanc gris et rosé	Moyen	Feldspath, quartz, biotite, mafiques autres
	RV-096-02	-77,44823583	54,5190569	Gneiss granitique	N/A	N/A	Grenue	Rose grisâtre	Moyen	Feldspath K, plagioclase, quartz, mafiques (15%)
R-110	R-110-01	-77,55883498	54,61451458	Granite	N/A	N/A	Grenue	Rosé	Moyen	Feldspath K, plagioclase, quartz, mafiques (<10%)
R-118	R-018-01	-77,62581145	54,68613181	Gneiss granitique (faiblement métamorphisé presque granite)	N/A	N/A	Grenue	Rose, blanc, noir (moucheté)	Moyen	Quartz, feldspath K, biotite
R-129A	R-129A-01	-77,66214335	54,7631088	Gneiss granitique	N/A	N/A	Grenue	Gris pâle	Grossier	Plagioclase, feldspath K, quartz, mafiques (10%)
R-140B	R-140B-01	-77,67530506	54,86334232	Monzodiorite	Oxydation et lichen	Moyenne	Grenue	Gris	Moyen	Quartz, plagioclase, biotite
R-147	R-147-01	-77,69442278	54,90619082	Monzodiorite	Oxydation	Faible	Grenue	Gris	Moyen	Plagioclase, quartz, biotite
	R-147-02	-77,69425973	54,90628625	Granite / gneiss granitique	N/A	N/A	Grenue	Gris rosé	Moyen	N/D
	R-147-03	-77,70320449	54,90653663	Granite	N/A	N/A	Grenue	Rose	Moyen	N/D
R-165	R-165-01	-77,68569135	55,05859332	Granite	Oxydation	Faible	Grenue	Gris rosé	Moyen	Biotite, quartz, feldspath k, plagioclase
	R-165-02	-77,68667469	55,05881013	Granite	Oxydation	Faible	Massive	Gris rosé	Moyen	Quartz, plagioclase, biotite feldspath K
R-181A	R-181A-01	-77,62247669	55,18214937	Granite	Lichen	Faible	Grenue	Rose grisâtre	Moyen	Quartz, feldspath K, biotite
	R-181A-2	-77,62091075	55,18087893	Granite	N/A	N/A	Grenue	Gris rosé	Moyen	N/D
R-192	R-192-01	-77,5725	55,26722222	Granodiorite	N/A	N/A	Grenue	Gris blanc	Moyen	N/D
	R-192-02	-77,58527778	55,27083333	Gneiss granitique	N/A	N/A	Grenue	Gris rosé	Moyen	N/D
R-202A	R-202A-01	-77,65952065	55,31621073	Granite / gneiss granitique	N/A	N/A	Grenue	Gris rosé	Moyen	Feldspath K, quartz, biotite
	R-202A-02	-77,65948175	55,31614967	Gneiss granitique	N/A	N/A	Grenue	Gris rosé	Moyen	N/D
	R-202A-03	-77,65699433	55,31885195	Gneiss granitique	N/A	N/A	Grenue	Rose	Moyen	Quartz, feldspath K, plagioclase

Suivant les travaux de terrain, une analyse multicritère pour la sélection et justification des sites de forages a été réalisée par l'équipe en géotechnique en fonction des critères suivants :

- Proximité et qualité du banc d'emprunt;
- Lithologie;
- Volume potentiel exploitable;
- Disponibilité d'une aire de travail;
- Accessibilité par rapport au tracé;
- Déboisement requis;
- Dénivelé observé.

Chaque critère ayant une pondération selon son importance (en terme qualitatif : à considérer, important, très important), un pointage de l'appréciation de satisfaction du critère a été attribué à chaque site (en terme qualitatif : très faible, faible, neutre, forte, très forte). Parmi les sites de potentielles carrières, sept sites ont été identifiés comme étant moins favorable soit les sites 2393, R-025, R-033, R-046, R-118, R-129A et R-140B, deux sites ont été identifiés comme étant moyennement favorable soient les sites R-054C et RV-096 et sept sites ont été identifiés comme favorable soit les sites R-010, R-110, R-147, R-165, R-181A, R-192 et R-202A. En plus de cette analyse, il a fallu considérer la répartition spatiale le long du tracé de manière à ce que la distance entre les sites soit de l'ordre de 50 km. En considérant ce critère supplémentaire à part entière, les sites ont été sélectionnés pour la campagne de forages soient : R-010, R-054C, R-110, R-147, R-165 et R-192. Deux forages par site ont été réalisés. Toutefois, il est à noter que lors des travaux de terrain, à des fins de répartition de long du tracé, il a été décidé d'effectuer un forage sur le site nommé R-054C et un forage sur le site nommé R-054D qui étaient situés très près l'un de l'autre. La campagne de forages a été réalisée d'août à septembre 2022.

8.3 INVESTIGATION DES SITES DE CARRIÈRES POTENTIELLES PAR FORAGES

8.3.1 MÉTHODOLOGIE

Suivant le repérage géotechnique, sept sites de potentielles carrières soit R-010, R-054C, R-054D, R-110, R-147, R-165 et R-192. Deux forages par site d'une profondeur d'environ 15 m au sein du roc ont été effectués à l'exception des sites R-054C et R-054D où un forage a été effectué vu qu'il s'agit relativement du même affleurement. L'objectif était de décrire la lithologie du roc ainsi que d'en définir la nature et la qualité en vue de son exploitation dans le cadre de la mise en place d'infrastructures routières pour le futur corridor routier.

8.3.2 RÉSUMÉ DES TRAVAUX DE FORAGES ET LITHOLOGIE RENCONTRÉE

Les forages ont été réalisés à l'aide d'une foreuse hélicoptée de type Duralite 250B, opérée en sous-traitance par une équipe de forage de la compagnie Downing, sous la supervision constante du personnel technique de WSP.

Les photographies suivantes ont été prises en chantier et donnent un aperçu de l'équipement utilisé en chantier.



Figure 8-2 Aperçu de la foreuse utilisée et de l'équipement de chantier

Le roc a été carotté au moyen d'un carottier double diamanté de calibre « BTW » soit d'un diamètre intérieur de 44-42 mm et sur des longueurs variant entre 15,29 m et 16,16 m. Les carottes de roc ont été décrites par un membre de l'équipe technique de WSP et l'indice de qualité du roc, « Rock Quality Designation » (RQD), a été mesuré pour chaque course prélevée. Les descriptions du roc et les valeurs mesurées de RQD sont présentées sur les rapports de forage inclus à l'annexe E-2.

Les carottes de roc recueillies lors des travaux de forages ont été acheminées à notre laboratoire et ont été soumises à un examen visuel plus approfondi par un géologue expérimenté.

Les descriptions détaillées se retrouvent dans les rapports de forages présentés à l'annexe E-2. Le rapport photographique des carottes de roc est présenté à l'annexe E-5.

Les échantillons de roc prélevés lors des forages montrent un roc d'origine ignée dont la composition varie d'une diorite (proportion faible en feldspaths alcalins) à une syénite (proportion plus élevée en feldspaths alcalins).

Les récupérations obtenues lors du carottage du roc dans les forages sont généralement de 100 %. Les valeurs de RQD obtenues dans les forages varient, mais sont majoritairement supérieures à 80 %, témoignant d'un roc de bonne à excellente qualité.

8.3.3 DESCRIPTION DÉTAILLÉE DES ÉCHANTILLONS DE CAROTTES DE ROC

La campagne de forage a été réalisée sur sept sites, stratégiquement sélectionnés le long du tracé de la route proposée. Les forages distribués par paires se situent dans trois zones géologiques distinctes, à savoir le Pluton de Radisson à l'extrême sud du tracé, l'Orthogneiss de Bienville au centre représentant la majorité du tracé, et les forages et la zone de roches archéennes dans la partie nord de la route proposée. Toutes les identifications lithologiques ont été faites de façon macroscopique à l'œil nu, et selon le diagramme de Streckeisen de classification des roches ignées, aucune vérification à l'aide d'une binoculaire à grossissement ou d'un microscope n'a été effectuée. Les principales lithologies identifiées ont été décrites comme étant des granitoïdes, ayant des proportions en feldspath et plagioclases variables, un faible pourcentage de quartz et des proportions en minéraux mafiques très variables. Les roches démontrant localement une foliation plus ou moins apparente, elles sont parfois recoupées d'intrusions pegmatitiques ou contiennent des enclaves mafiques de grandeurs variables. Les roches présentent généralement une oxydation superficielle et peu développée et une altération faible ou inexistante. De fines pyrites en traces ou localement en faible pourcentage ont été observées dans certains forages, cette présence semble être associée au métamorphisme. Le tableau suivant décrit les principales caractéristiques des lithologies rencontrées au droit des forages.

Tableau 8-5 Résumé des descriptions lithologiques des forages en laboratoire

Forage	Prof. finale (m)	Lithologies principales	Textures et structures	Zone géologique (MERN)
R-010-F1	16,06	Syénite à quartz et Monzonite à quartz	Très léger rubanement diffus	Pluton de Radisson 1
R-010-F2	15,36	Syénite à quartz et passages pegmatitiques Fine pyrite en traces (localement 1-4%)	Léger rubanement	Pluton de Radisson 1
R-054C-F1	15,89	Syénite à quartz, Monzonite à quartz et enclaves mafiques	Massif	Orthogneiss de Bienville 1
R-054D-F2	16,02	Syénite à quartz et enclaves mafiques	Massif	Orthogneiss de Bienville 1
R-110-F1	15,70	Monzonite à quartz et Syénite à quartz Fine pyrite en traces (localement 1-2%)	Léger rubanement	Orthogneiss de Bienville 2
R-110-F2B	16,16	Syénite à quartz, passages pegmatitiques et enclaves mafiques	Massif	Orthogneiss de Bienville 2
R-147-F1	15,84	Monzonite, Diorite, Monzodiorite, et enclaves mafiques	Léger rubanement,	Orthogneiss de Bienville 2
R-147-F2B	16,00	Monzonite, Monzodiorite et enclaves mafiques à granitiques	Léger rubanement	Orthogneiss de Bienville 2
R-165-F1	15,49	Syénite à quartz	Massif	Orthogneiss de Bienville 2
R-165-F2	15,29	Syénite à quartz	Massif	Orthogneiss de Bienville 2
R-192-F1	15,84	Monzonite-Monzodiorite à quartz et enclaves mafiques Fine pyrite en traces	Léger rubanement	Archéen
R-192-F2	15,57	Monzonite, Monzonite à quartz et Monzodiorite à quartz	Léger rubanement	Archéen

Lors de la description des forages correspondants à la zone géologique de l'Orthogneiss de Bienville (forages R-054C, R-054D, R-110, R-147 et R-165), principalement composée d'orthogneiss granitique à tonalitique (MERN, 2022c), où plusieurs unités lithologiques ont été décrites comme granitoïdes avec un léger rubanement (ou foliation). La foliation est souvent légère, par conséquent les roches n'ont pas été décrites comme étant métamorphiques lors de l'identification macroscopique, mais il est probable que certaines roches identifiées comme granitoïdes ait subi du métamorphisme et serait par conséquent des orthogneiss, tel que décrit par le MERN. Les orthogneiss sont des roches d'origine ignée (e.g. granitoïdes) qui ont subi un certain grade de métamorphisme, accompagnée d'une modification de l'assemblage minéralogique et de la texture, dont une foliation ou rubanement plus ou moins développé ou apparent. Une étude pétrographique plus approfondie au microscope serait donc nécessaire pour déterminer plus précisément les lithologies, étape éventuellement nécessaire pour une caractérisation complète.

Lors de la description lithologique des forages en laboratoire, deux échantillons de carottes de roc ont été choisis dans chacun des 12 forages dans le but de réaliser des essais physiques préliminaires en laboratoire dans le but de vérifier certaines caractéristiques intrinsèques des roches sous forme de granulats. La sélection a été faite de manière à obtenir des échantillons les plus représentatifs des lithologies présentent.

8.4 PROGRAMME ET PRÉSENTATION DES RÉSULTATS OBTENUS EN LABORATOIRE

8.4.1 PROGRAMME DE LABORATOIRE

8.4.1.1 ÉCHANTILLONS DE DÉPÔTS MEUBLES

Les essais physiques suivants ont été réalisés au laboratoire de WSP sur des échantillons représentatifs de sols d'apparence granulaires prélevés lors de la visite de reconnaissance de façon à évaluer les propriétés intrinsèques de ces matériaux.

À cette étape de faisabilité, des analyses granulométriques et des essais permettant la détermination des propriétés intrinsèques des matériaux échantillonnés (essai d'abrasion et coefficient de friabilité) ont été jugés suffisants. Suite à certains résultats d'analyses granulométriques obtenus, des analyses granulométriques par sédimentation et des essais au bleu de méthylène ont été ajoutés au programme.

Le tableau suivant présente le type et le nombre d'essais effectués sur les échantillons de dépôts meubles.

Tableau 8-6 Programme de laboratoire - Échantillons de dépôts meubles

ESSAIS	NORME	NOMBRE D'ESSAIS
Analyse granulométrique par tamisage et lavage au tamis 80 µm	BNQ 2501-025	21
Analyse granulométrique par sédimentation	BNQ 2501-025	6
Détermination de la teneur en eau	BNQ 2501-170	21
Essais d'abrasion Micro-Deval, granulats fin	LC 21-101	21
Coefficient de friabilité, granulats fin	LC 21-080	21
Bleu de méthylène	LC 21-255	6

8.4.1.2 ÉCHANTILLONS DE CAROTTES DE ROC

Les essais physiques suivants ont été réalisés au laboratoire de WSP sur des échantillons de roc prélevés lors de la réalisation des forages au droit des sites de carrières potentielles destinés à l'exploitation des matériaux grossiers.

Le tableau suivant présente le type et le nombre d'essais anticipés sur les échantillons de carottes de roc.

Tableau 8-7 Programme de laboratoire - Échantillons de carottes de roc

ESSAIS	NORME	NOMBRE D'ESSAIS
Essais d'abrasion Micro-Deval (grade F)	LC 21-070	24
Essais d'abrasion Los Angeles (grade B)	LC 21-400	24

8.4.2 RÉSULTATS DES ESSAIS EN LABORATOIRE

8.4.2.1 ÉCHANTILLONS DE DÉPÔTS MEUBLES

ESSAIS PHYSIQUES (GRANULATS FINS)

Les tableaux suivants présentent les résultats des analyses granulométriques et des analyses granulométriques par sédimentation réalisées sur les échantillons de matériaux granulaires issus des bancs d'emprunts potentiels. Les résultats détaillés sont présentés à l'annexe E-3.

Tableau 8-8 Résultats des analyses granulométriques par tamisage sur des échantillons prélevés dans les bancs d'emprunt potentiels

Banc d'emprunt no	Échantillon no	Profondeur (m)	Teneur en eau (%)	Gravier > 5 mm(%)	Sable < 5 mm et >80 µm (%)	Particules fines < 80 µm (%)	Description
D-025A	D-025A-01	0,10-0,45	4,8	19,6	70,5	9,6	Sable, un peu de gravier, traces de silt
B-034	B-034-02	0,20-0,60	7,1	20,7	54,8	25,0	Sable silteux et graveleux
D-046	D-046-01	0,15-0,55	6,1	24,6	69,8	5,7	Sable graveleux, traces de silt
D-061	D-061-01	0,10-0,50	3,4	0,0	99,1	0,9	Sable, traces de silt
	D-061-02	0,10-0,50	0,8	42,4	56,9	0,3	Sable et gravier
	D-061-03	0,05-0,50	3,1	21,8	76,7	1,5	Sable graveleux, traces de silt
BV-089	BV-089-01	0,10-0,45	5,7	33,3	42,3	15,4	Sable graveleux, un peu de silt. Présence de cailloux (ordre de 9 %).
B-119	B-119-01	0,05-0,40	2,0	28,0	70,4	1,6	Sable graveleux, traces de silt
B-146	B-146-01	ND	3,6	8,3	91,1	0,7	Sable, traces de gravier et de silt
D-164	D-164-01	0,00-0,70	2,0	3,4	95,2	1,4	Sable, traces de gravier et de silt
D-181A	D-181A-01	0,00-0,90	3,1	3,9	96,0	0,1	Sable, traces de gravier
D-192	D-192-01	0,10-0,95	4,3	0,1	97,0	2,9	Sable, traces de silt
	D-192-02	0,10-0,60	4,3	0,1	96,4	3,5	Sable, traces de silt
D-201B	D-201B-01	0,10-0,50	3,3	44,9	54,3	0,8	Sable et gravier, traces de silt
95882	95882-01	0,00-0,35	21,1	3,5	96,5	0,0	Sable, traces de gravier

NOTE TECHNIQUE 10 – GÉOTECHNIQUE

Tableau 8-9 Résultats des analyses granulométriques par tamisage et par sédimentométrie des échantillons prélevés dans les bancs d'emprunts potentiels

Banc d'emprunt no	Échantillon no	Profondeur (m)	Teneur en eau (%)	Gravier > 5 mm (%)	Sable < 5 mm et > 80 µm (%)	Particules fines < 80 µm et > 2 µm (silt) (%)	Particules fines < 2 µm (argile) (%)	Description
D-010	D-010-01	0,15-0,30	6,3	23,2	52,3	19,8	0,8	Sable graveleux et silteux, traces d'argile Présence de cailloux (ordre de 4 %)
B-017	B-017-01	0,00-0,60	6,5	17,7	50,4	29,9	2,0	Sable silteux, un peu de gravier, traces d'argile
D-025A	D-025A-02	0,15-0,70	4,8	25,4	57,3	15,8	1,3	Sable graveleux, un peu de silt, traces d'argile
B-034	B-034-01	0,13-0,70	6,6	17,6	47,4	33,3	1,7	Sable silteux, un peu de gravier, traces d'argile
B-110	B-110-01	0,20-0,80	7,5	17,1	43,4	25,4	1,2	Sable silteux, un peu de gravier, traces d'argile Présence de cailloux (ordre de 14 %)
B-119	B-119-02	0,10-0,50	8,0	14,5	57,8	26,1	1,7	Sable silteux, un peu de gravier, traces d'argile

Également, des essais au bleu de méthylène ont été réalisés sur certains échantillons représentatifs comportant une granulométrie plus fine. Les résultats sont présentés dans le tableau ici-bas en comparaison avec les exigences du tableau II-4 de la norme BNQ 2560-114 « *Travaux de génie civil – Granulats* ».

NOTE TECHNIQUE 10 – GÉOTECHNIQUE

Tableau 8-10 Résultats des essais en comparaison avec les exigences du tableau II-4 *Caractéristiques complémentaires des granulats-pour matériaux de fondation, de sous fondation, de couche de roulement granulaire et d'accotement*

NO. BANC	ÉCHANTILLON	VALEUR AU BLEU	EXIGENCE
D-010	D-010-01	0,02	
B-017	B-017-01	0,12	≤ 0,20
D-025A	D-025A-02	0,03	
B-034	B-034-01	0,06	
B-110	B-110-01	0,01	
B-119	B-119-02	0,02	

Tous les résultats issus de l'essai au bleu de méthylène sont conformes aux exigences de la norme BNQ 2560-114. En effet, aucun résultat n'excède la valeur maximale admissible de 0,20.

À titre indicatif, le tableau suivant présente les spécifications de la norme BNQ 2560-114 concernant les exigences pour la catégorie granulats fins faisant typiquement référence au matériau de sous-fondation granulaire. Les catégories de granulats fins sont établies dans le tableau I-3 de la norme BNQ 2560-114 selon leurs caractéristiques intrinsèques de résistance à l'usure (essai MD) d'après la procédure de la méthode d'essai LC 21-101 et de friabilité d'après la méthode d'essai LC 21-080. L'appartenance à une catégorie nécessite de satisfaire simultanément aux deux spécifications mentionnées dans le paragraphe précédent.

Tableau 8-11 Extrait du tableau I-3 Catégories de granulats fins selon leurs caractéristiques intrinsèques

CARACTÉRISTIQUE INTRINSÈQUE	MÉTHODE D'ESSAI	CATÉGORIES DE GRANULATS FINS		
		1	2	3
Micro-Deval (MD), en %	LC 21-101	≤ 30	≤ 35	≤ 35
Friabilité, en %	LC 21-080	≤ 40	≤ 40	S.O.

La mention S.O. signifie qu'il n'y a pas d'exigences pour cette caractéristique

NOTE TECHNIQUE 10 – GÉOTECHNIQUE

Le tableau 8-12 suivant présente les résultats des essais d'abrasion Micro-Deval et de coefficient de friabilité. Les valeurs mesurées correspondent à la perte en pourcentage du matériau lorsque soumis aux essais physiques. Ces résultats ont ensuite été comparés avec les spécifications de la norme BNQ 2560-114 présentées au tableau 8-11 précédent.

Tableau 8-12 Résultats des essais d'abrasion (micro-deval) et de coefficients de friabilité

NO. BANC	ÉCHANTILLON	MICRO-DEVAL (MD), EN %	FRIABILITÉ, EN %
D-010	D-010-01	25	18
B-017	B-017-01	20	20
D-025A	D-025A-01	20	16
	D-025A-02	22	16
B-034	B-034-01	24	2
	B-034-02	22	18
D-046	D-046-01	20	18
D-061	D-061-01	12	12
	D-061-02	8 ¹	15
	D-061-03	46 ²	16
BV-089	BV-089-01	23 ¹	20
B-110	B-110-01	13	19
B-119	B-119-01	18	15
	B-119-02	16	20
B-146	B-146-01	20	15
D-164	D-164-01	14	14
D-181A	D-181A-01	13	14
D-192	D-192-01	19	7
	D-192-02	19	14
D-201B	D-201B-01	13	17
95882	95882-01	18	13

¹ : Selon méthode d'essai LC 21-070 en raison de la portion plus importante de particules grossières.
²: La valeur du résultat du test d'abrasion Micro-Deval excède la valeur maximale acceptable pour l'ensemble des catégories de granulats

Tous les résultats obtenus pour ces deux essais sont conformes aux spécifications de la norme BNQ 2560-114 pour toutes catégories de granulats fins à l'exception de l'échantillon D-061-03 où la valeur du résultat de l'essai d'abrasion, Micro-Deval, excède la valeur maximale admissible pour toutes les catégories de granulats.

8.4.2.2 ÉCHANTILLONS DES CAROTTES DE ROC

Le roc sera exploité comme matériaux de fondation granulaire, de couche de roulement granulaire et de l'accotement. Il sera concassé afin d'obtenir un matériau de type MG 20, MG 20B ou MG-56 ou équivalents lors de la construction des diverses infrastructures routières. Afin d'effectuer les essais physiques (Micro-Deval et Los Angeles), les échantillons de roc prélevés ont d'abord subi un broyage. Les échantillons ont été préparés selon le grade visé qui est le plus près de la granulométrie du granulat destiné aux travaux prévus. Dans ce cas-ci, le grade visé pour les essais Micro-Deval et Los Angeles était respectivement « F » et « B ».

ESSAIS PHYSIQUES (GRANULATS GROSSIERS)

À titre indicatif, le tableau suivant présente les spécifications de la norme BNQ 2560-114 concernant les exigences pour la catégorie des granulats grossiers faisant typiquement référence aux matériaux de la fondation, de la couche de roulement granulaire et de l'accotement. Les catégories de gros granulats sont établies dans le tableau I-1 selon leurs caractéristiques intrinsèques de résistance à l'usure [essai micro-Deval (MD)] d'après la méthode d'essai LC 21-070 et de résistance à l'abrasion [essai Los Angeles (LA)] d'après la méthode d'essai LC 21-400. L'appartenance à une catégorie nécessite de satisfaire simultanément aux trois spécifications MD, LA et MD + LA. La méthode LC 21-070 correspond aux granulats de grosseur variant de 5 à 20 mm alors que la méthode LC 21-400 s'applique aux granulats de grosseur comprise entre 2,5 et 80 mm tout dépendamment du grade visé. Les résultats détaillés sont présentés à l'Annexe E-3.

Tableau 8-13 Extrait du tableau I-1 Catégories de granulats grossiers selon leurs caractéristiques intrinsèques

CARACTÉRISTIQUE INTRINSÈQUE	MÉTHODE D'ESSAI	CATÉGORIES DE GRANULATS GROSSIERS					
		1	2	3	4	5	5
Micro-Deval (MD), en %	LC 21-070	≤ 15	≤ 20	≤ 25	≤ 30	≤ 35	≤ 40
Los Angeles (LA), en %	LC 21-400	≤ 35	≤ 45	≤ 50	≤ 50	≤ 50	≤ 50
Micro-Deval et Los Angeles (MD+LA), en %	LC 21-070 et LC 21-400	≤ 40	≤ 55	≤ 70	≤ 75	≤ 80	≤ 85

Le tableau suivant présente les résultats des essais Micro-Deval et Los Angeles. Ces résultats ont ensuite été comparés avec les spécifications de la norme BNQ 2560-114 énumérées dans le tableau 8-13 en présentant la catégorie pour laquelle ces matériaux sont admissibles. Les valeurs mesurées correspondent à la perte en pourcentage du matériau lorsque soumis aux essais physiques

Tableau 8-14 Résultats des essais Micro-Deval et Los Angeles et catégories admissibles

NO. BANC	ÉCHANTILLON	MICRO-DEVAL (MD), EN %	LOS ANGELES (LA), EN %	MICRO-DEVAL (MD) ET LOS ANGELES (LA), EN %	CATÉGORIE ADMISSIBLE
R-010	R-010-F1-ECH-01	11	32	42	2
	R-010-F1-ECH-02	10	31	41	2
	R-010-F2-ECH-01	11	32	43	2
	R-010-F2-ECH-02	11	31	42	2

NOTE TECHNIQUE 10 – GÉOTECHNIQUE

NO. BANC	ÉCHANTILLON	MICRO-DEVAL (MD), EN %	LOS ANGELES (LA), EN %	MICRO-DEVAL (MD) ET LOS ANGELES (LA), EN %	CATÉGORIE ADMISSIBLE
R-054C	R-054C-F1-ECH-01	10	28	38	1
	R-054C-F1-ECH-02	9	24	33	1
R-054D	R-054D-F2-ECH-01	10	30	40	1
	R-054D-F2-ECH-02	10	29	40	1
R-110	R-110-F1-ECH-01	11	31	42	2
	R-110-F1-ECH-02	9	31	40	1
	R-110-F2B-ECH-01	8	30	38	1
	R-110-F2B-ECH-02	10	32	42	2
R-147	R-147-F1-ECH-01	6	22	28	1
	R-147-F1-ECH-02	7	21	28	1
	R-147-F2B-ECH-01	8	17	25	1
	R-147-F2B-ECH-02	10	23	33	1
R-165	R-165-F1-ECH-01	7	23	30	1
	R-165-F1-ECH-02	6	25	31	1
	R-165-F2-ECH-01	6	24	30	1
	R-165-F2-ECH-02	8	25	32	1
R-192	R-192-F1-ECH-01	8	27	35	1
	R-192-F1-ECH-02	8	28	36	1
	R-192-F2-ECH-01	9	24	32	1
	R-192-F2-ECH-02	8	25	33	1

8.5 DISCUSSION DES RÉSULTATS

8.5.1 MATÉRIAUX ISSUS DES POTENTIELS BANCS D'EMPRUNTS GRANULAIRES

Le tableau suivant résume les résultats obtenus en tenant compte des observations effectuées lors la visite de reconnaissance et des résultats d'essais de laboratoire. Les bancs **en rouge** représentent les sites jugés non exploitables, tandis que les bancs **en bleu** comportent une proportion en particules fines rendant a priori ces sites moins favorables à l'exploitation de matériel de sous-fondation granulaire.

Les résultats d'analyses granulométriques par sédimentation ont pu révéler que seulement des traces d'argile, soit moins de 2 %, sont présentes dans les sols des bancs identifiés comme étant les moins favorables. Les résultats des valeurs au bleu de méthylène viennent témoigner du même constat soit l'absence (ou presque) d'argile au sein des échantillons de sols. Néanmoins, selon les résultats des analyses granulométriques, les sols issus des bancs identifiés **en bleu** contiennent un pourcentage de particules passant le 80 µm (silt et argile) dépassant 10%. Par conséquent, ces sols doivent être considérés comme gélifs. Des problèmes liés au soulèvement au gel pourraient survenir si aucun amendement n'est apporté à ce type de matériel. Dans certaines conditions, ces soulèvements peuvent apporter des dommages à la structure de chaussée prévue.

De plus, selon la classification unifiée (USCS), la grande majorité des matériaux composant les bancs d'emprunts les plus favorables à l'exploitation peuvent être classés « SP ». Ce type de matériau présente des caractéristiques favorables comme matériau de sous-fondation, dont un bon drainage, une gélivité nulle à très faible; une compressibilité ou gonflement très faible ainsi qu'une certaine facilité de mise en œuvre lors du compactage. En comparaison avec ce type de matériau, les sols issus des bancs d'emprunts identifiés **en bleu** sont quant à eux majoritairement classés « SM ». Contrairement aux caractéristiques des sols classés « SP », ceux-ci présentent une moins bonne capacité de drainage et une plus grande gélivité en raison de la proportion plus importante en particules fines.

Également, plusieurs bancs parmi les bancs d'emprunts les plus favorables à l'exploitation présentent des échantillons qui respectent déjà les exigences (ou presque) de la norme BNQ 2560-114 d'un matériau de type MG 112 ou équivalents d'un point de vue granulométrique, ce qui peut s'avérer intéressant puisque le processus d'amendement pourrait s'avérer plutôt minimal. Les bancs d'emprunts qui présentent des matériaux se rapprochant le plus d'un matériau de type MG 112 sont les bancs B-119, B-146, D-201B, D-061 et D-181A. Les matériaux du banc d'emprunt D-201B respectent également (ou presque) les exigences d'un matériau de type MG 20 ou équivalents.

Quant aux essais au Micro-Deval, ceux-ci ont permis de caractériser la résistance à l'usure des granulats alors que les essais Los Angeles ont permis d'avoir une appréciation sur la résistance des granulats à la fragmentation en comparaison avec les exigences de la norme BNQ 2560-114. En effet, les sols sont conformes aux spécifications de la norme BNQ 2560-114 pour toutes catégories de granulats fins à l'exception de l'échantillon D-061-03 où la valeur du résultat de l'essai d'abrasion, Micro-Deval, excède la valeur maximale admissible pour toutes les catégories de granulats. Par conséquent, considérant ces résultats, il n'y a a priori pas de contrainte quant à l'usage prévu de ces matériaux au sein de la structure de chaussée. Une attention particulière devra toutefois être apportée aux sols du banc D-061 puisqu'un échantillon sur trois ne rencontre pas les spécifications de la norme BNQ 2560-114.

Finalement, selon les exigences du tableau II-4 de la norme BNQ 2560-114, la quantité de matières organiques doit être inférieure ou égale à 0,8 % ($\leq 0,8$ %). Bien qu'aucun essai n'ait été réalisé en laboratoire pour vérifier la quantité de matières organiques, une appréciation visuelle a été réalisée en chantier et le contenu en matières organiques semble négligeable. Bien entendu, les sols organiques se retrouvant en surface, soit le couvert végétal, devront être enlevés avant l'exploitation des sols sous-jacents. Les sols qui seront exploités doivent également être exempts de toutes matières organiques ou suivre la norme mentionnée ci-dessus.

NOTE TECHNIQUE 10 – GÉOTECHNIQUE

Tableau 8-15 Résumé des résultats de potentiels en approvisionnement des bancs d'emprunts potentiels investigués

NO BANC D'EMPRUNT	ÉCHANTILLON	TYPE DE DÉPÔT	DESCRIPTION STRATIGRAPHIQUE	VOLUME ESTIMÉ (M ³)	POTENTIEL QUALITATIF
D-010	D-010-01	Matériaux glaciaires	Sable graveleux et silteux, traces d'argile. Présence de cailloux	718 233	Moyen
B-017	B-017-01	Matériaux glaciaires	Sable silteux, un peu de gravier, traces d'argile	414 108	Moyen
D-025A	D-025A-01	Matériaux glaciaires	Sable, un peu de gravier, traces de silt	945 477	Bon
	D-025A-02		Sable graveleux, un peu de silt, traces d'argile		Bon
B-034	B-034-01	Matériaux glaciaires	Sable silteux, un peu de gravier, traces d'argile	820 206	Moyen
	B-034-02		Sable silteux et graveleux		Moyen
D-046	D-046-01	Matériaux glaciaires	Sable graveleux, traces de silt	1 441 590	Bon
D-061	D-061-01	Matériaux fluvioglaciaires	Sable, traces de silt	53 273 565	Excellent
	D-061-02		Sable et gravier		Faible
	D-061-03		Sable graveleux, traces de silt		Faible
BV-082	-	Matériaux glaciaires	Till : Matrice de sable fin silteux	1 267 090	Faible
BV-089	BV-089-01	Matériaux glaciaires	Sable graveleux, un peu de silt. Présence de cailloux.	394 692	Bon
B-110	B-110-01	Sédiments glaciomarins	Sable silteux, un peu de gravier, traces d'argile Présence de cailloux	940 054	Moyen
B-119	B-119-01	Sédiments glaciomarins	Sable graveleux, traces de silt	256 510	Excellent
	B-119-02	Sédiments glaciomarins	Sable silteux, un peu de gravier, traces d'argile		Moyen
B-125	-	-	Socle rocheux semble en surface	-	Faible
B-140	-	-	Socle rocheux semble en surface	-	Faible
B-146	B-146-01	Sédiments glaciomarins	Sable, traces de gravier et de silt	590 331	Excellent
D-164	D-164-01	Sédiments glaciomarins	Sable, traces de gravier et de silt	4 366 776	Bon
D-181A	D-181A-01	Sédiments glaciomarins	Sable, traces de gravier	301 224	Excellent
D-192	D-192-01	Sédiments glaciomarins	Sable, traces de silt	5 261 144	Bon
	D-192-02		Sable, traces de silt		Bon
D-198	-	-	Socle rocheux semble en surface	-	Faible
D-201B	D-201B-01	Sédiments glaciomarins	Sable et gravier, traces de silt	182 618	Excellent

NO BANC D'EMPRUNT	ÉCHANTILLON	TYPE DE DÉPÔT	DESCRIPTION STRATIGRAPHIQUE	VOLUME ESTIMÉ (M ³)	POTENTIEL QUALITATIF
D-205	-	Sédiments glaciomarins	Campement autochtone sur le site	-	-
98882	98882-01	Sédiments glaciomarins	Sable, traces de gravier. Nappe phréatique à < 1 m de profondeur.	-	-

8.5.1.1 ANALYSES DES RÉSULTATS D'UN POINT DE VUE GÉOMORPHOLOGIQUE

8.5.2 MATÉRIAUX ISSUS DES CARRIÈRES POTENTIELLES

Les exigences pour la catégorie des granulats grossiers de la norme BNQ 2560-114 font typiquement référence aux matériaux de la fondation, de la couche de roulement granulaire et de l'accotement. Les catégories de gros granulats ont été établies à l'aide du tableau 8-13 selon leurs caractéristiques intrinsèques de résistance à l'usure [essai micro-Deval (MD)] d'après la méthode d'essai LC 21-070 et de résistance à l'abrasion [essai Los Angeles (LA)] d'après la méthode d'essai LC 21-400. L'appartenance à une catégorie nécessite de satisfaire simultanément aux trois spécifications MD, LA et MD + LA.

Selon les résultats des essais en laboratoire, de façon générale, l'ensemble des sites de carrières potentielles pour lesquelles un échantillonnage plus détaillé a été réalisé par l'intermédiaire de la réalisation de forages présenteraient un bon potentiel d'exploitation. En effet, tous les échantillons respectent les exigences minimales pour un matériau de la catégorie 2. Parmi les sites de carrières étudiées, cinq d'entre elles ne révèlent aucune restriction quant à l'usage futur du granulat soient les sites identifiés par les numéros R-054C, R-054D, R-147, R-165 et R-192 présentent le meilleur potentiel d'exploitation. Les échantillons de roc prélevés de ces carrières respectent les exigences pour toutes catégories de granulats.

Outre les essais en laboratoire, selon les descriptions géologiques détaillées réalisées au laboratoire de WSP par un géologue expérimenté, le roc retrouvé est d'origine ignée ou parfois quelque peu métamorphisée. Ce type de roc est généralement considéré comme un roc très dur à extrêmement dur selon le tableau 3.5 de *Manuel canadien d'ingénierie des fondations (MCIF, 2013)* et possède une bonne résistance à l'abrasion. C'est d'ailleurs ce que les résultats en laboratoire ont pu démontrer.

À la lumière des essais et résultats obtenus, les échantillons démontrent en général de bonnes propriétés physiques. Cependant, des enclaves ou intrusifs mafiques de lithologies moins propices à l'exploitation de carrière à granulats, ainsi que la présence de sulfures, ont été observés lors de l'examen visuel des forages. Les minéraux mafiques sont moins résistants à l'altération, notamment aux cycles de gel-dégel et à la présence d'eau (transformation chimique) : ces minéraux sont généralement plus sensibles à ces phénomènes et donc moins intéressants en termes d'optique de granulats. Par conséquent, en fonction du pourcentage de minéraux mafiques et de sulfures présents à l'échelle des affleurements, quelques sites pourraient présenter un potentiel plus faible en réalité que ce que les résultats des essais complétés au droit des forages laisseraient suggérer.

8.5.3 APERÇU DES QUANTITÉS DE MATÉRIAUX DISPONIBLES

8.5.3.1 CALCUL DES SURPLUS ET DÉFICITS DE MATÉRIAUX DISPONIBLES AU DROIT DE LA ROUTE PROJETÉE

Le tableau 8-16 regroupe les principales caractéristiques des sites visités (qualité, volume, etc.) ainsi que les besoins en matériau de la route projetée. La superficie et l'épaisseur des bancs et carrières ont été définies par photo-interprétation d'images satellitaires via le logiciel ArcGIS Pro, à l'aide des courbes de niveau et, lorsque disponible, des modèles numériques du LiDAR. Aucun relevé d'arpentage n'a été effectué au terrain. Les limites de chacun des sites ont ensuite été revues afin de tenir compte des contraintes environnementales, soit la présence de milieux humides et hydriques. En effet, une distance d'au moins 30 m des milieux humides et hydriques a été respectée au pourtour des sites, en conformité avec l'article 121 du guide d'application du règlement sur l'aménagement durable des forêts du domaine de l'état (MFFP, 2022).

Pour chacun des sites, le volume de matériaux exploitables a été calculé en multipliant la superficie par l'épaisseur moyenne estimée du site. La description des sites fait référence aux résultats des analyses granulométriques (bancs d'emprunt) et macroscopiques (carrières) post-terrain.

L'équipe de génie routier a défini les quantités de matériaux nécessaires pour la construction de la route. Pour ce faire, le tracé prévu (variante 2) a été découpé en 20 tronçons de 10 km de longueur. Pour chacun des tronçons, le volume estimé des bancs et des sites de carrières investigués a été comparé au besoin en matériaux granulaires (annexe E-1, carte 6). Il est à noter que les déblais de roc pourront eux aussi servir à la construction de la route et ont été considérés dans le calcul de besoin net en matériaux granulaires (V remblai nécessaire - V déblai de roc). Les déblais de 2e classe constituent la couche de dépôt meuble reposant sur le socle rocheux. Bien qu'une certaine proportion de ces matériaux puisse servir à la construction routière, ceux-ci n'ont pas été considérés dans les calculs de surplus/déficits en matériaux, puisque de plus amples investigations devront d'abord évaluer leur qualité à des fins d'utilisation en matériaux granulaires (matériau de fondation granulaire et/ou sous-fondation granulaire). Enfin, les surplus/déficits en matériaux pour la construction de la route ont été calculés (V bancs + V carrières - V besoin net). Apriori, 5 tronçons sur 20 se retrouvent avec un déficit en matériel granulaire d'un volume de l'ordre de 70 000 m³ à 500 000 m³. Ces tronçons sont localisés dans la portion Nord du tracé projeté, soit dans le dernier deux tiers du tracé au nord du banc d'emprunt majeur rencontré à proximité du km 61. Des surplus sont projetés dans les 15 autres tronçons, ces matériaux en surplus pourront donc servir aux tronçons où un manque potentiel est anticipé.

NOTE TECHNIQUE 10 – GÉOTECHNIQUE

Tableau 8-16 Comparaison des volumes de matériaux estimés et des besoins pour la construction de la route

No tronçon	Caractéristiques des sites visités				Caractéristiques de la route prévue					
	No carrière potentielle	No banc potentiel	No échantillon	Description préliminaire	Volume estimé (m³)	Remblai nécessaire (m³)	Déblai de 2e classe	Déblai de roc	Besoin net (m³)	Surplus/déficit de matériaux (m³)
TR_01	2393		2393-01	Monzonite à quartz	1 095 310	752 124	14 505	232 650	519 474	1 786 384
	R-010		R-010-01	Monzonite à quartz	1 210 548					
			R-010-02	Monzonite à quartz						
TR_02		D-010	D-010-01	Sable graveleux et silteux. Présence de cailloux	718 233	493 227	59 807	177 961	315 266	817 075
		B-017	B-017-01	Sable silteux, un peu de gravier	414 108					
TR_03	R-025		R-025-01	Granodiorite	329 112	305 758	55 816	39 800	265 958	1 008 631
		D-025A	D-025A-01	Sable, un peu de gravier, traces de silt	945 477					
			D-025A-02	Sable graveleux, un peu de silt						
TR_04	R-033		R-033-01	Gneiss granitique	683 946	341 191	27 042	7 020	334 171	1 169 981
		B-034	B-034-01	Silt, un peu de gravier	820 206					
			B-034-02	Sable silteux et graveleux						
TR_05	R-046		R-046-01	Granite	979 800	551 497	26 408	28 662	522 835	1 898 555
			R-046-02	Pegmatite granitique						
		D-046	D-046-01	Sable graveleux, traces de silt	1 441 590					
TR_06	R-054C		R-054C-01	Syénite à quartz pegmatitique	2 785 944	256 032	41 749	115 698	140 334	18,700,320
	R-054D		R-054D-02	Syénite à quartz pegmatitique	16 054 710					
Var_02_TR_01		D-061	D-061-01	Sable, traces de silt	53 273 565	101 543	65 468	7 272	94 271	53 179 294
			D-061-02	Sable et gravier						
			D-061-03	Sable graveleux, traces de silt						
Var_02_TR_02						102 770	86 570	23 772	78 998	(78 998)
Var_02_TR_03		BV-082	-	Till : Matrice de sable fin silteux	1 267 090	168 837	49 243	9 902	158 935	235 757
		BV-089	BV-089-01	Sable graveleux, un peu de silt. Présence de cailloux.	394 692					
Var_02_TR_04	RV-096		RV-096-01	Gneiss granitique	4 415 325	122 331	80 874	37 473	84 858	4 330 467
			RV-096-02	Gneiss granitique						
Var_03_TR_01						198 966	86 218	84 178	114 788	(114 788)
Var_03_TR_02	R-110		R-110-01	Granite	5 473 296	407 809	97 550	34 660	373 149	15 440 531
	R-118		R-118-01	Monzonite-Syénite à quartz	9 143 820					
		B-110	B-110-01	Sable silteux, un peu de gravier. Présence de cailloux	940 054					
		B-119	B-119-01	Sable graveleux, traces de silt	256 510					
	B-119-02		Sable silteux, un peu de gravier							
TR_13	R-129A		R-129A-01	Gneiss granitique	3 815 735	254 316	72 301	76 977	177 339	3 638 396
		B-125	-	Roc en surface						
TR_14		B-140	-	Roc en surface		452 083	101 528	80 302	371 781	(371 781)

NOTE TECHNIQUE 10 – GÉOTECHNIQUE

No tronçon	Caractéristiques des sites visités				Caractéristiques de la route prévue					
	No carrière potentielle	No banc potentiel	No échantillon	Description préliminaire	Volume estimé (m³)	Remblai nécessaire (m³)	Déblai de 2e classe	Déblai de roc	Besoin net (m³)	Surplus/déficit de matériaux (m³)
TR_15	R-140B		R-140B-01	Diorite à quartz	5 919 280	275 462	83 629	106 041	169 421	16 243 590
	R-147		R-147-01	Diorite à quartz	9 903 400					
			R-147-02	Monzodiorite						
			R-147-03	Monzonite à quartz						
	B-146	B-146-01	Sable, traces de gravier et de silt	590 331						
TR_16					216 677	34 902	143 277	73 400	(73 400)	
TR_17	R-165		R-165-01	Syénite à quartz	3 324 860	303 476	15 497	10 403	293 073	7 398 563
			R-165-02	Syénite à quartz						
		D-164	D-164-01	Sable, traces de gravier et de silt	4 366 776					
TR_18						535 472	8 314	20 332	515 140	(515 140)
TR_19	R-181A		R-181A-01	Syénite à quartz	3 088 095	447 038	15 323	8 795	438 243	2 951 076
			R-181A-02	Monzonite à quartz						
		D-181A	D-181A-01	Sable, traces de gravier	301 224					
TR_20	R-192		R-192-01	Diorite à quartz-Tonalite	35 436 528	2 051 826	4 800	183 755	1 868 071	50 229 789
			R-192-02	Monzonite à quartz						
	R-202A		R-202A-01	Gneiss granitique	11 217 570					
			R-202A-02	Gneiss granitique						
			R-202A-03	Syénite à quartz						
		D-192	D-192-01	Sable, traces de silt	5 261 144					
			D-192-02	Sable, traces de silt						
		D-198	-	Roc en surface						
		D-201B	D-201B-01	Sable et gravier, traces de silt	182 618					
	D-205	-	Campement autochtone sur le site							
	98882	98882-01	Sable, traces de gravier. Nappe phréatique à < 1m de profondeur.							
TOTAL					184 783 807	8 338 435	1 027 544	1 428 929	6 909 506	176 983 181

Représente un surplus

Représente un déficit

8.6 RECOMMANDATIONS ET ÉTAPES FUTURES

Si les infrastructures proposées (en totalité ou séparément) sont jugées utiles par les communautés, beaucoup de travail reste à faire avant la construction ; cette étude n'est que le début de toutes les étapes nécessaires à la réalisation d'un projet de cette envergure et de cette nature. Des analyses détaillées, l'optimisation du tracé et la collecte de données supplémentaires sur le site doivent être réalisées en coordination avec d'autres études préparatoires qui alimenteront le projet conceptuel et les travaux d'ingénierie et de construction plus détaillés. Plus spécifiquement, les études géotechniques impliqueront une campagne de terrain plus détaillée avec de différents sondages (forages, essais in situ) et des investigations supplémentaires pour :

- Évaluer la portance des sols et du roc sur les sites des infrastructures proposées;
- Évaluer la nature et les propriétés des sols d'infrastructure ou du roc en place si rencontré des infrastructures le long du tracé proposé.

En ce qui concerne les matériaux granulaires, l'étude des bancs d'emprunt potentiels, les masses rocheuses et les essais de laboratoire réalisés sont considérés comme préliminaires et comportent plusieurs limites. Au cours des études ultérieures, d'autres forages et une caractérisation plus approfondie des carrières d'agrégats potentielles, ainsi que des bancs d'emprunt potentiels, seront nécessaires pour la réalisation des différents travaux routiers proposés, afin de se conformer aux caractéristiques et aux critères d'évaluation des différentes normes en vigueur. Selon les normes gouvernementales, une liste non exhaustive des travaux d'investigation ultérieurs est énumérée dans les sous-sections ci-dessous.

8.6.1 MATÉRIAUX GRANULAIRES DE SOUS-FONDATION

Pour les matériaux granulaires de sous-fondation, des essais supplémentaires doivent être effectués pour confirmer les caractéristiques de ces matériaux. Sans s'y limiter, ces caractéristiques sont les suivantes :

- Caractéristiques intrinsèques : dégradation des agrégats fins par attrition selon la norme LC 21-101 et pourcentage de friabilité selon la norme LC 21-080,
- Analyse granulométrique par tamisage selon la norme LC 21-040,
- Caractéristiques complémentaires telles que le pourcentage de matière organique selon la norme LC 31-228 et la valeur du bleu de méthylène selon la norme LC 21-255.

8.6.2 MATÉRIAUX GRANULAIRES DE FONDATION

Pour les matériaux granulaires de fondation, des essais supplémentaires doivent être effectués pour confirmer les caractéristiques de ces matériaux. Sans s'y limiter, ces caractéristiques sont :

- Caractéristiques intrinsèques : dégradation des gros granulats par attrition selon la norme LC 21-070 et dégradation des gros granulats par abrasion selon la norme LC 21-400;
- Caractéristiques de fabrication : Analyse granulométrique par tamisage selon la norme LC 21-040, particules plates-et allongées selon la norme LC 21-265;
- Caractéristiques complémentaires (uniquement pour les matériaux provenant de sablières ou de gravières) telles que le pourcentage de matière organique selon la norme LC 31-228 et la valeur du bleu de méthylène selon la norme LC 21-255.

8.6.3 GRANULATS POUR LE BÉTON DES PONTS ET DES PONCEAUX

La construction de la route nécessitera la construction de ponts et de ponceaux. Le béton de ces ponts et ponceaux doit être conforme aux exigences de la norme CSA A23.1:19. Les granulats à utiliser dans le mélange pour obtenir les bétons doivent être conformes aux exigences du tableau 12 de la norme CSA.1:19. En plus de toutes les exigences du tableau 12 de la norme CSA.1:19, les matériaux granulaires doivent être conformes aux exigences suivantes :

- Analyse pétrographique macroscopique (norme CSA A23.2-15A);
- Analyse pétrographique en lames minces, afin d'identifier les différentes phases minéralogiques en lumière transmise et en lumière réfléchie (norme CSA A23.2-15A);
- Analyses chimiques (4 éléments), pour déterminer le total de soufre et de sulfates, afin d'évaluer le potentiel de réactivité chimique (norme CSA A23.2-15A);
- Classification de l'indice pétrographique (PN), pour déterminer le coefficient de qualité pétrographique de chaque type de roc (norme BNQ 2560-114);
- Los Angeles : Normes CSA A23.2-16A et 17A;
- Micro-Deval : Normes CSA A23.2-23A et 17A;
- Résistance au gel et au dégel des granulats grossiers non confinés : Normes CSA A23.2-24A.

9 CONCLUSION

Si les infrastructures proposées (en totalité ou séparément) sont jugées utiles par les communautés, beaucoup de travail reste à faire avant la construction; cette étude n'est que le début de toutes les étapes nécessaires à la réalisation d'un projet de cette envergure et de cette nature. Des analyses détaillées, l'optimisation du tracé et la collecte de données supplémentaires sur le site doivent être réalisées en coordination avec d'autres études préparatoires qui alimenteront le projet conceptuel et les travaux d'ingénierie et de construction plus détaillés. Plus précisément, les études géotechniques devront permettre de caractériser les dépôts et d'obtenir les paramètres géotechniques du sol pour chaque infrastructure, d'identifier les caractéristiques ou les zones critiques, et de localiser tous les sites d'emprunt potentiels.

9.1 COMPOSANTES DES INFRASTRUCTURES DE PRÉFAISABILITÉ

9.1.1 CHEMIN DE FER : RUPERT À LA GRANDE (PHASE II)

Le secteur ZE1 comprend l'étude d'un corridor ferroviaire longeant la route Billy-Diamond existante. Globalement, la distribution des dépôts meubles dans le corridor ferroviaire (zone tampon de 1 km de part et d'autre du tracé projeté) est constituée d'environ :

- 40% de sols granulaires (sable, gravier et de till);
- 25% de sols organiques;
- 20% de roc;
- 15% de sols cohésifs (silt et argile).

Les contraintes au passage de la ligne de chemin de fer ont été répertoriées dans le corridor comprenant la ligne ferroviaire prévue et 200 m de part et d'autre et comprennent :

- Sédiments glaciomarins fins d'eau profonde (dépôts d'argile) apparaissant principalement dans le nord du tracé;
- Trois zones de pentes modérées (B-478, B-461 et B-408 dans la base de données SIG) et trois zones de pentes fortes (B-394, B-412 et B-473) recoupent la portion centre du tracé;
- 8 plans d'eau recoupés par le corridor ferroviaire, dont les principaux sont les rivières Pontax, Eastmain et Beaver;
- 16 tourbières particulièrement développées et recoupant le tracé, dont cinq au centre et 11 au nord;
- Cinq lignes électriques (B-393, B-473, B-525, B-544 et B-610 dans la base de données SIG) recoupées par le tracé, dont trois d'entre elles sont situées dans la partie nord du secteur et les deux autres au centre.

Compte tenu du type de dépôts identifiés sur le tracé proposé et de leurs proportions correspondantes, les enjeux géotechniques à relever sont principalement les suivants :

- Une résistance géotechnique faible s'il s'agit de dépôts granulaires lâches (sable, gravier, ou till) ou de dépôts cohésifs mous (silt ou argile);
- Surexcavation de sols de faible portance d'où la nécessité d'utiliser du remblai contrôlé;
- Une susceptibilité au gel (cycle gel-dégel) (dépôts cohésifs);
- Des tassements à long terme (tassement de consolidation dans les dépôts cohésifs);
- Les risques de fissuration causée par le gonflement/assèchement des sols argileux;

- Problématique de drainage lors des travaux d'excavations, d'où la nécessité d'installer un système de drainage à court et/ou à long terme;
- Potentiel de liquéfaction si les sols granulaires sont lâches, saturés et si la granulométrie est serrée (composé majoritairement de particules de même taille) : des techniques d'amélioration des sols peuvent être anticipées (coût onéreux);
- Difficultés d'excavation à cause de la présence des blocs dans des proportions importantes sont à envisager si le dépôt de till comprend une proportion majeure de blocs (till à blocs), d'où la nécessité d'utiliser du remblai;
- La nécessité des travaux d'excavation du roc par forage et dynamitage dépendamment du profil de la route et de la topographie du socle rocheux aux emplacements de roc affleurant le long du tracé;

Les sources potentielles de matériaux granulaires répertoriées le long du chemin de fer projeté sont les suivantes :

- Diverses exploitations de gravier et de pierre concassée dans la portion sud et l'extrémité nord de la zone d'étude (données GESTIM);
- Quelques exploitations de sable et des dépôts morainiques dans la portion sud et l'extrémité nord de la zone d'étude (données GESTIM);
- Sédiments fluvioglaciaires répertoriés dans les portions nord et centrale du secteur d'étude (SIGEOM);
- Till remanié répertorié au sud-est du secteur d'étude (SIGEOM).

La qualité et la quantité de matériaux disponibles sur ces sites devront être étudiées lors des prochaines étapes du projet.

9.1.2 ROUTE ET CHEMIN DE FER : LA GRANDE À WHAPMAGOOSTUI/KUUJJUARAPIK (PHASES II ET III)

Le secteur ZE2 inclut l'étude d'un corridor routier et d'un corridor ferroviaire longeant le corridor routier anticipé, en plus de l'étude de l'aménagement d'un port maritime près de Kuujjuarapik. Globalement, la disposition des dépôts meuble le long du corridor routier proposé (variante 1 et variante 2 confondues; zone tampon de 1 km de part et d'autre des tracés projetés) est constituée d'environ :

- Un peu plus de 50% de till et de dépôts de sable et gravier;
- Ordre de 25% de roc;
- Ordre de 20 % de sols argileux (silt et d'argile) et de sols organiques.

Les contraintes au passage de la route des infrastructures projetées ont été répertoriées dans les corridors comprenant la route et le chemin de fer prévus et 200 m de part et d'autre et comprennent :

- Sédiments glaciomarins fins d'eau profonde (dépôts d'argile) localisés principalement dans les parties centre et nord du transect;
- Trois zones rocheuses de pentes modérées (km 48, km 70 and km 197), dont deux sont situées au centre-sud du corridor et la troisième à l'extrémité nord;
- 22 et 19 plans d'eau respectivement recoupés par des corridors routiers et ferroviaires, dont les principaux sont la rivière Piagochioui au sud et la Grande Rivière de la Baleine au nord;
- Deux tourbières fortement développées et répertoriées au centre du corridor (km 87 et km 129,5);
- Une ligne électrique recoupée par le tracé à l'extrémité sud du tronçon.

Compte tenu du type de dépôts identifiés sur le tracé proposé et de leurs proportions correspondantes, les enjeux géotechniques à relever sont principalement les suivants :

- Une résistance géotechnique faible s'il s'agit de dépôts granulaires lâches (sable, gravier, ou till) ou de dépôts cohésifs mous (silt ou argile);

- Surexcavation de sols de faible portance d'où la nécessité d'utiliser du remblai contrôlé;
- Une susceptibilité au gel (cycle gel-dégel) (dépôts cohésifs);
- Des tassements à long terme (tassement de consolidation dans les dépôts cohésifs);
- Les risques de fissuration causée par le gonflement/assèchement des sols argileux;
- Problématique de drainage lors des travaux d'excavations, d'où la nécessité d'installer un système de drainage à court et/ou à long terme;
- Potentiel de liquéfaction si les sols granulaires sont lâches, saturés et si la granulométrie est serrée (composé majoritairement de particules de même taille) : des techniques d'amélioration des sols peuvent être anticipées (coût onéreux);
- Difficultés d'excavation à cause de la présence des blocs dans des proportions importantes sont à envisager si le dépôt de till comprend une proportion majeure de blocs (till à blocs), d'où la nécessité d'utiliser du remblai contrôlé;
- La nécessité des travaux d'excavation du roc par forage et dynamitage dépendamment du profil de la route et de la topographie du socle rocheux aux emplacements de roc affleurant le long du tracé;

Les sources potentielles de matériaux granulaires répertoriées le long du chemin de fer projeté sont les suivantes :

- Deux dépôts de sable et gravier de plus de 500 000 m³ et 2,5 M m³ dans la portion sud du transect, près du lac Awahagats (Poly-Géo inc., 2013);
- Plusieurs dépôts de sable et gravier entre 50 000 et 500 000 m³. Dans la portion nord de la route, à proximité des lacs Benoît et Mach (Poly-Géo inc., 2013);
- Un dépôt de sable et sable graveleux de plus de 500 000 m³ situé sur la rive sud de la Grande Rivière de la Baleine, à l'extrémité nord de la route. (Poly-Géo inc., 2013);
- Plusieurs dépôts de till présents sur l'ensemble du transect et pouvant combler les secteurs où les sources de matériaux granulaires sont plus restreintes, soit dans les portions sud et centrale de la route projetée.
- 13 sites de dépôts granulaires, soit cinq sablières existantes, deux carrières existantes et six carrières potentielles répertoriées à l'extrémité nord de la zone, à proximité du village de Kuujuarapik (WSP, 2017);
- Quelques zones de sédiments fluvioglaciers, principalement du côté ouest de la route projetée (SIGEOM).
- Plusieurs bancs d'emprunt et carrières à fort potentiel d'exploitation le long du tracé de la route projetée (variante 2) investigués lors de la campagne de terrain réalisée par l'équipe de WSP à l'été 2022.

9.1.3 ROUTE 167 : RÉFECTION ET PROLONGEMENT À LA TRANSTAÏGA (PHASE II)

Le secteur ZE3 comprend le prolongement de la route 167 jusqu'à la route Transtaïga. Globalement, la répartition des dépôts meubles dans le corridor routier proposé (zone tampon de 1 km de part et d'autre du tracé projeté) est constituée d'environ :

- Ordre de 100% de dépôt de till et dans une moindre mesure de sable et gravier;
- Moins de 1% de sols organiques et de roc.

Les contraintes au passage de la route projetée ont été répertoriées dans le corridor comprenant la route prévue et 200 m de part et d'autre et comprennent :

- Six zones rocheuses de pentes modérées et quatre zones de pentes fortes distribuées de façon éparse au niveau du corridor d'étude;
- 20 cours d'eau majeurs ou plans d'eau traversés par le corridor routier;
- Huit tourbières plus fortement développées et distribuées de façon éparse sur l'ensemble du territoire.

La majeure partie du tracé de la route étant recouverte de dépôt de till avec moins de 1% de sols organiques et de roc, les enjeux géotechniques de ce secteur devraient se limiter aux suivants :

- Des problèmes de capacité portante peu élevée dans le cas de till de récession dont la matrice est composée principalement silt et/ou d'argile);
- Du remaniement des surfaces d'excavation si le dépôt de till comprend une certaine proportion de particules fines (silt et argile) d'où la nécessité de protéger les fonds d'excavation (par un coussin granulaire ou par une couche de béton maigre);
- Potentiel de liquéfaction si les sols sont lâches, saturés et si la granulométrie est serrée (composé majoritairement de particules de même taille) : des techniques d'amélioration des sols peuvent être anticipées (coût onéreux);
- Difficultés d'excavation à cause de la présence des blocs dans des proportions importantes sont à envisager si le dépôt de till comprend une proportion majeure de blocs (till à blocs), d'où la nécessité d'utiliser du remblai contrôlé.

Les sources potentielles de matériaux granulaires répertoriées le long du chemin de fer projeté sont les suivantes :

- 21 bancs d'emprunt composés de gravier à l'extrémité sud du tracé (GESTIM);
- Cinq bancs d'emprunt, dont deux bancs de gravier, deux de sable et un dernier de pierre concassée à l'extrémité nord du tracé (GESTIM);
- Plusieurs dépôts fluvioglaciaires disposés de part et d'autre de la route projetée, principalement à l'extrémité sud et dans les portions centrale et nord du secteur d'étude (SIGEOM);
- Plusieurs dépôts de till recouvrant la majorité de la zone d'étude et pouvant combler les secteurs où les sources de matériaux granulaires sont plus restreintes.

9.2 COMPOSANTES DES INFRASTRUCTURES DE FAISABILITÉ

9.2.1 ROUTE : LA GRANDE À WHAPMAGOOSTUI/KUUJJUARAPIK (PHASE II)

L'étude géotechnique dans le cadre de l'étape de faisabilité visait à investiguer la quantité potentielle et la qualité de matériau exploitable composant les bancs d'emprunt potentiels et les sites de carrières potentielles qui pourraient servir à la construction de la route.

D'abord, la visite de reconnaissance préliminaire a permis d'échantillonner les sols des bancs d'emprunts sélectionnés préalablement en vue de réaliser des analyses en laboratoire et d'en évaluer le potentiel d'exploitation. Également, cette même visite a permis l'examen des carrières potentielles et d'échantillons manuels de roc en vue de la sélection des sites à plus fort potentiel d'exploitation.

Ensuite, une investigation plus approfondie a été réalisée par l'entremise d'une campagne de forages afin entre autres d'échantillonner suffisamment de roc pour effectuer des essais en laboratoire permettant d'évaluer les caractérisations intrinsèques de ces matériaux.

L'analyse des résultats a permis d'identifier un surplus potentiel en matériaux sur la majorité du tracé de la route projetée (15 tronçons sur 20). Cinq tronçons sont toutefois caractérisés par un déficit en matériaux granulaires dans les portions centrale et nord du tracé. Ce manque de matériau s'explique par le fait qu'aucun banc d'emprunt ou site de carrière potentielle n'ont été investigués dans ce secteur ou, dans le cas du tronçon 14, le banc visité s'est avéré non-exploitable (B-140 au km 140). Les surplus en matériaux des tronçons voisins pourraient facilement subvenir

aux déficits des 5 tronçons. Toutefois, il faudra prévoir une hausse des coûts de production en raison de l'augmentation de la distance de transport des matériaux.

Il est à noter qu'une grande partie des besoins en matériaux sera comblée par les carrières, qui sont distribuées tout au long du tracé de la route et qui offrent des volumes importants de matériaux exploitables. En effet, les principales lithologies identifiées ont été décrites comme étant des granitoïdes, avec des proportions variables de feldspath et de plagioclase, un faible pourcentage de quartz et des proportions très variables de minéraux mafiques, ce qui constitue en général une bonne qualité de roc. Les bancs d'emprunt sont plus petits et souvent plus éloignés les uns des autres le long de la route proposée.

10 RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Allard, M. et al. (2007). Cartographie des conditions de pergélisol dans les communautés du Nunavik en vue de l'adaptation au réchauffement climatique. Centre d'études nordiques, Université Laval, Québec, p.5.
- Beaulac, I. et Doré, G. (2005). Bilan de la condition des pistes et des chemins d'accès menant aux aéroports du Nunavik. Rapport GCT-2005-09, Département de génie civil, Université Laval, Québec, p.60-61.
- BNQ. 2014. Norme BNQ-2560-114/2014, Travaux de génie civil – Granulats. Bureau de normalisation du Québec, 2014, 86 pages.
- CSA. 2019. Standard CSA A23.1:19/A23.2:19, Concrete materials and methods of concrete construction/Test methods and standard practices for concrete. Canadian Standards Association, 882 pages
- CSA. 2019. Norme CSA S6 :19, Canadian Highway Bridge Design Code. Canadian Standards Association. 1265 pages.
- Flint, R.F.1971. Glacial and Quaternary geology. John Wiley & Sons, New York, 892 pages.
- GOUTIER, J., DION, C., DAVID, J., DION, D J., 1999. GÉOLOGIE DE LA RÉGION DE LA PASSE SHIMUSUMINU ET DU LAC VION (33F/11 ET 33F/12). MRN ; [RG 98-17](#), 43 pages, 2 plans.
- Hardy, L. 1982. La moraine frontale de Sakami, Québec subarctique. Géographie physique et Quaternaire, 36 (1-2), 51–61. <https://doi.org/10.7202/032469ar>
- Legget, R.F. (1976). Glacial Till, An Inter-disciplinary Study. The Royal Society of Canada Special Publications, n° 12, University of Toronto Press.
- Legget, R.F. et Karrow, P.F. (1983). Handbook of Geology in Civil Engineering. McGraw-Hill Book Company, New York, 1308 p.
- MACLEOD, D. R., DAVIDSON, K., DION, A., et coll. Long Term Pavement Performance of the James Bay Access Road. In : PROCEEDINGS OF THE ANNUAL CONFERENCE-CANADIAN TECHNICAL ASPHALT ASSOCIATION. Polyscience Publications; 1998, 1999. p. 49-74.
- MERN. 2022a. Descriptions des provinces naturelles. Système d'information géominière du Québec, lexique stratigraphique, ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles. Consultée le 10 février 2022 https://www.environnement.gouv.qc.ca/biodiversite/aires_protegees/provinces/partie4h.htm
- MERN. 2022 b. Province du Supérieur. Système d'information géominière du Québec, lexique stratigraphique, ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles. Consultée le 11 février 2022 <https://gq.mines.gouv.qc.ca/lexique-stratigraphique/province-du-superieur/>
- MERN. 2022 c. Géologie détaillée du Québec, échelle 1 : 50 000. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles. Consultée le 15 février 2022 https://sigeom.mines.gouv.qc.ca/signet/classes/I1108_afchCarteIntr
- MERN. 2022 d. Descriptions des provinces naturelles. Système d'information géominière du Québec, lexique stratigraphique, ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles. Consultée le 11 février 2022 https://www.environnement.gouv.qc.ca/biodiversite/aires_protegees/provinces/partie4i.htm

POLY-GÉO INC., 2013. Route d'accès aux communautés de Whapmagoostui et Kuujjuarapik, Nunavik. Choix du corridor routier optimal, photo-interprétation des matériaux de surface et inventaire des sources potentielles de matériaux de construction. Rapport final présenté à GENIVAR. 26 pages et 5 annexes.

SOCIÉTÉ CANADIENNE DE GÉOTECHNIQUE. 2013. *Manuel canadien d'ingénierie des fondations*. 4^e édition. BiTech Publishers, Richmond, B.C., 476 pages.

Topographic Map. 2022. Carte topographique Québec, altitude, relief. Consultée le 11 février 2022 <https://fr-ca.topographic-map.com/maps/66py/Qu%C3%A9bec/>

WSP. 2017. Recherche de matériaux dans les municipalités d'Akulivik et de Kuujjuarapik/Whapmagoostui, Cep Ungava. Rapport technique. Rapport produit pour le bureau de la coordination du Nord-Du-Québec du MTMDET. 44 pages et annexes.

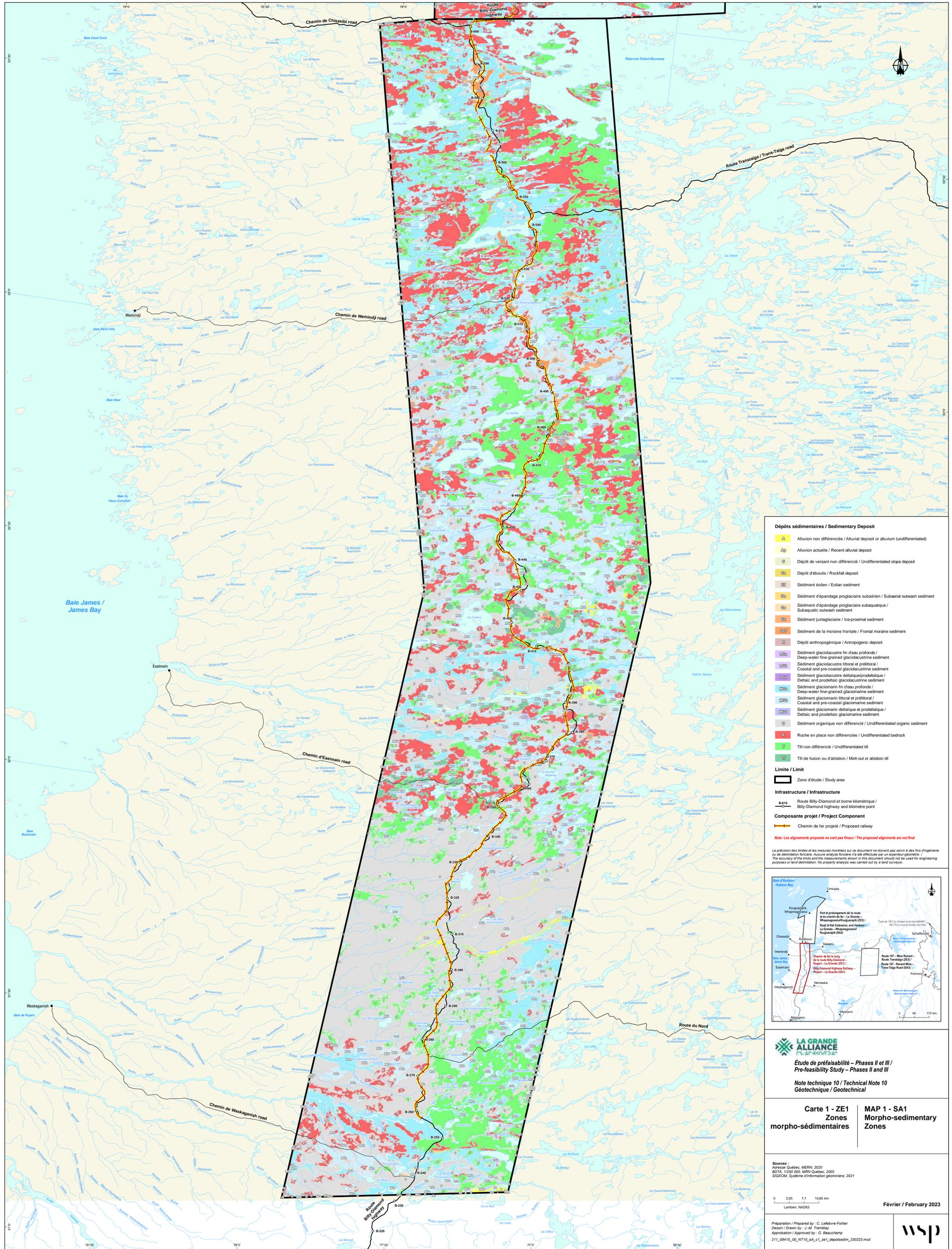
ANNEXE

A

CARTES DES ZONES
MORPHO-
SÉDIMENTAIRES

ANNEXE

A-1 CARTE 1 – ZE1



Dépôts sédimentaires / Sedimentary Deposit

- ▲ Alluvion non différenciée / Alluvial deposit or alluvium (undifferentiated)
- ▲p Alluvion actuelle / Recent alluvial deposit
- Dépôt de versant non différencié / Undifferentiated slope deposit
- Dépôt d'éboulis / Rockfall deposit
- Sédiment éolien / Eolian sediment
- Sédiment d'épandage proglaciaire subaérien / Subaerial outwash sediment
- Sédiment d'épandage proglaciaire subaquatique / Subaquatic outwash sediment
- Sédiment juxtaglaciaire / Ice-proximal sediment
- Sédiment de la moraine frontale / Frontal moraine sediment
- Dépôt anthropogénique / Anthropogenic deposit
- Sédiment glacioclastre fin d'eau profonde / Deep-water fine-grained glacioclastre sediment
- Sédiment glacioclastre littoral et pré-littoral / Coastal and pre-coastal glacioclastre sediment
- Sédiment glacioclastre deltaïque/prodeltaïque / Deltaic and prodeltaic glacioclastre sediment
- Sédiment glaciomarin fin d'eau profonde / Deep-water fine-grained glaciomarine sediment
- Sédiment glaciomarin littoral et pré-littoral / Coastal and pre-coastal glaciomarine sediment
- Sédiment glaciomarin deltaïque et prodeltaïque / Deltaic and prodeltaic glaciomarine sediment
- Sédiment organique non différencié / Undifferentiated organic sediment
- Roche en place non différenciée / Undifferentiated bedrock
- Till non différencié / Undifferentiated till
- Till de fusion ou d'ablation / Melt-out or ablation till

Limite / Limit

- Zone d'étude / Study area

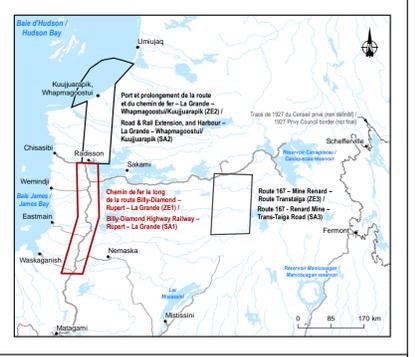
Infrastructure / Infrastructure

- B-610 Route Billy-Diamond et borne kilométrique / Billy-Diamond highway and kilometre point

Composante projet / Project Component

- Chemin de fer projeté / Proposed railway

Note: Les alignements proposés ne sont pas finaux / The proposed alignments are not final



LA GRANDE ALLIANCE

Étude de préféabilité - Phases II et III / Pre-feasibility Study - Phases II and III

Note technique 10 / Technical Note 10
Geotechnique / Geotechnical

Carte 1 - ZE1 Zones morpho-sédimentaires / MAP 1 - SA1 Morpho-sedimentary Zones

Sources : Adresse Québec, MERN, 2020
BDTA, 1/250 000, MRN Québec, 2002
SIGEOM, Système d'information géométrique, 2021

0 3,65 7,1 10,95 km
Lambert, NAD83

Février / February 2023

Préparation / Prepared by : C. Lefebvre-Fortier
Dessin / Drawn by : J.-M. Tremblay
Approbation / Approved by : G. Beauchamp
211_08415_00_NT10_SA1_C1_28_1_deposits_m_230223.mxd

ANNEXE

A-2 CARTE 2 – ZE2

TERRITOIRE DU NUNAVUT /
NUNAVUT TERRITORY

Baie d'Hudson /
Hudson Bay

Kuujuarapik
Whapmagoostui

Dépôts sédimentaires / Sedimentary Deposit

- A Alluvion non différenciée / Alluvial deposit or alluvium (undifferentiated)
- Ap Alluvion actuelle / Recent alluvial deposit
- B Dépôt de versant non différencié / Undifferentiated slope deposit
- Cc Dépôt d'éboulis / Rockfall deposit
- Ec Sediment éolien / Eolian sediment
- Co Sediment d'épandage proglaciaire subaérien / Subaerial outwash sediment
- Cs Sediment d'épandage proglaciaire subaquatique / Subaquatic outwash sediment
- Oa Sediment juxtaplacéaire / Ice-proximal sediment
- Oa1 Sediment de la moraine frontale / Frontal moraine sediment
- D Dépôt anthropogénique / Anthropogenic deposit
- G1 Sediment glacioclastique fin d'eau profonde / Deep-water fine-grained glacioclastic sediment
- G2 Sediment glacioclastique littoral et pré-littoral / Coastal and pre-coastal glacioclastic sediment
- G3 Sediment glacioclastique deltaïque/prodeltaïque / Deltaic and prodeltaic glacioclastic sediment
- G4 Sediment glacioclastique fin d'eau profonde / Deep-water fine-grained glacioclastic sediment
- G5 Sediment glacioclastique littoral et pré-littoral / Coastal and pre-coastal glacioclastic sediment
- G6 Sediment glacioclastique deltaïque et prodeltaïque / Deltaic and prodeltaic glacioclastic sediment
- O Sediment organique non différencié / Undifferentiated organic sediment
- R Roche en place non différenciée / Undifferentiated bedrock
- T Till non différencié / Undifferentiated till
- Td Till de fusion ou d'ablation / Melt-out or ablation till

Limite / Limit

- Zone d'étude / Study area

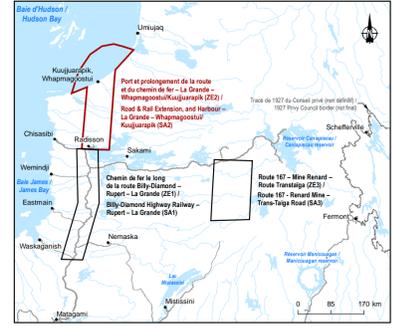
Infrastructure / Infrastructure

- Route Billy-Diamond et borne kilométrique / Billy-Diamond highway and kilometre point
- Variante de la route projetée / Proposed road alternative
- Chemin de fer projeté / Proposed railway

Composante projet / Project Component

- Route projetée / Proposed road
- Variante de la route projetée / Proposed road alternative
- Chemin de fer projeté / Proposed railway

Note: Les alignements proposés ne sont pas finaux / The proposed alignments are not final



LA GRANDE ALLIANCE
Étude de préféabilité – Phases II et III
Pre-feasibility Study – Phases II and III
Note technique 10 / Technical Note 10
Géotechnique / Geotechnical

Carte 2 - ZE2 Zones morpho-sédimentaires | **MAP 2 - SA2 Morpho-sedimentary Zones**

Sources : Adresse Québec, MERN, 2020
BDTA, 1/250 000, MRN Québec, 2002
SIGEOM, Système d'information géographique, 2021

0 3,65 7,1 10,65 km
Lambert, NAD83

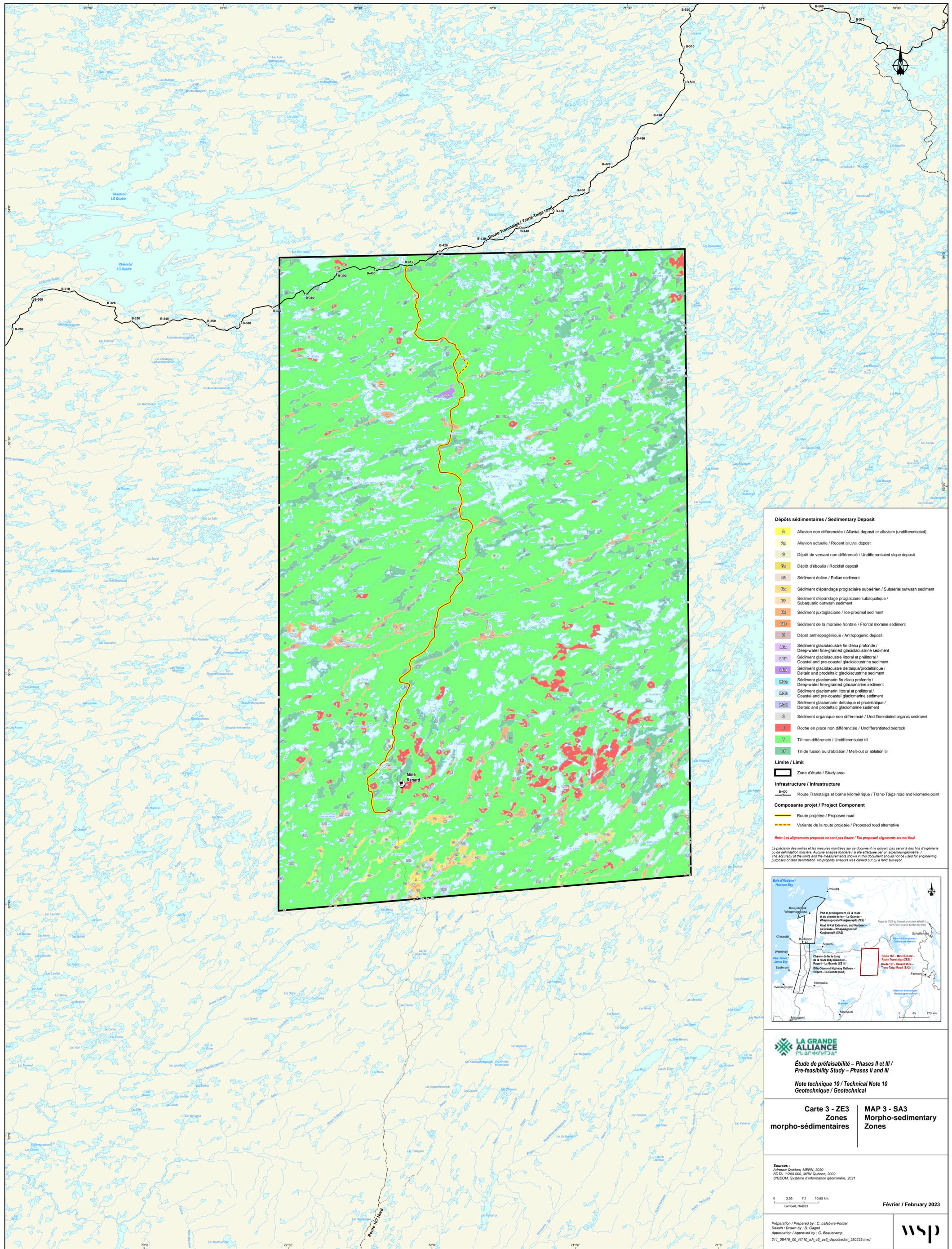
Février / February 2023

Préparation / Prepared by : C. Lefebvre-Fortier
Dessin / Drawn by : D. Gagné
Approbation / Approved by : G. Beauchamp
211_08415_00_NT10_SA2_ZE2_depositsdm_230223.mxd



ANNEXE

A-3 *CARTE 3 – ZE3*



Dépôts sédimentaires / Sedimentary Deposit

△	Alluvion non différenciée / Alluvial deposit or alluvium (undifferentiated)
△p	Alluvion actuelle / Recent alluvial deposit
⊙	Dépôt de versant non différencié / Undifferentiated slope deposit
Co	Dépôt d'éboulis / Rockfall deposit
ES	Sédiment éolien / Eolian sediment
Co	Sédiment d'épandage proglaciaire subaérien / Subaerial outwash sediment
Co	Sédiment d'épandage proglaciaire subaquatique / Subaquatic outwash sediment
Co	Sédiment juxtaglaciaire / Ice-proximal sediment
CoT	Sédiment de la moraine frontale / Frontal moraine sediment
T	Dépôt anthropogénique / Anthropogenic deposit
LoD	Sédiment glaciolacustre fin d'eau profonde / Deep-water fine-grained glaciolacustrine sediment
LoB	Sédiment glaciolacustre littoral et pré-littoral / Coastal and pre-coastal glaciolacustrine sediment
LoD	Sédiment glaciolacustre deltaïque/prodeltaïque / Deltaic and prodeltaic glaciolacustrine sediment
LoD	Sédiment glaciomarin fin d'eau profonde / Deep-water fine-grained glaciomarine sediment
LoB	Sédiment glaciomarin littoral et pré-littoral / Coastal and pre-coastal glaciomarine sediment
LoD	Sédiment glaciomarin deltaïque et prodeltaïque / Deltaic and prodeltaic glaciomarine sediment
⊙	Sédiment organique non différencié / Undifferentiated organic sediment
R	Roche en place non différenciée / Undifferentiated bedrock
T	Til non différencié / Undifferentiated till
T	Til de fusion ou d'ablation / Melt-out or ablation till

Limite / Limit

Zone d'étude / Study area

Infrastructure / Infrastructure

Route Transtaiga et borne kilométrique / Trans-Taiga road and kilometre point

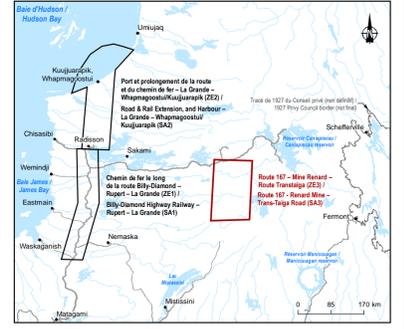
Composante projet / Project Component

Route projetée / Proposed road

Variante de la route projetée / Proposed road alternative

Note: Les alignements proposés ne sont pas finaux / The proposed alignments are not final

La précision des limites et les mesures montrées sur ce document ne doivent pas servir à des fins d'ingénierie ou de délimitation foncière. Aucune analyse foncière n'a été effectuée par un arpenteur-géomètre. / The accuracy of the limits and the measurements shown in this document should not be used for engineering purposes or land delimitation. No property analysis was carried out by a land surveyor.



LA GRANDE ALLIANCE

Étude de préféabilité – Phases II et III / Pre-feasibility Study – Phases II and III

Note technique 10 / Technical Note 10

Geotechnique / Geotechnical

Carte 3 - ZE3 Zones morpho-sédimentaires / **MAP 3 - SA3 Morpho-sedimentary Zones**

Sources : Adresse Québec, MERN, 2020; RD74, 1255 000, MERN Québec, 2002; SIGEOM, Système d'information géométrique, 2021

0 3,65 7,1 10,95 km

Lambert, NAD83

Février / February 2023

Préparation / Prepared by : C. Lefebvre-Fortier
 Dessin / Drawn by : D. Gagné
 Approbation / Approved by : G. Beauchamp

211_08415_00_NT10_SA3_C3_SA3_deposem_230223.mxd

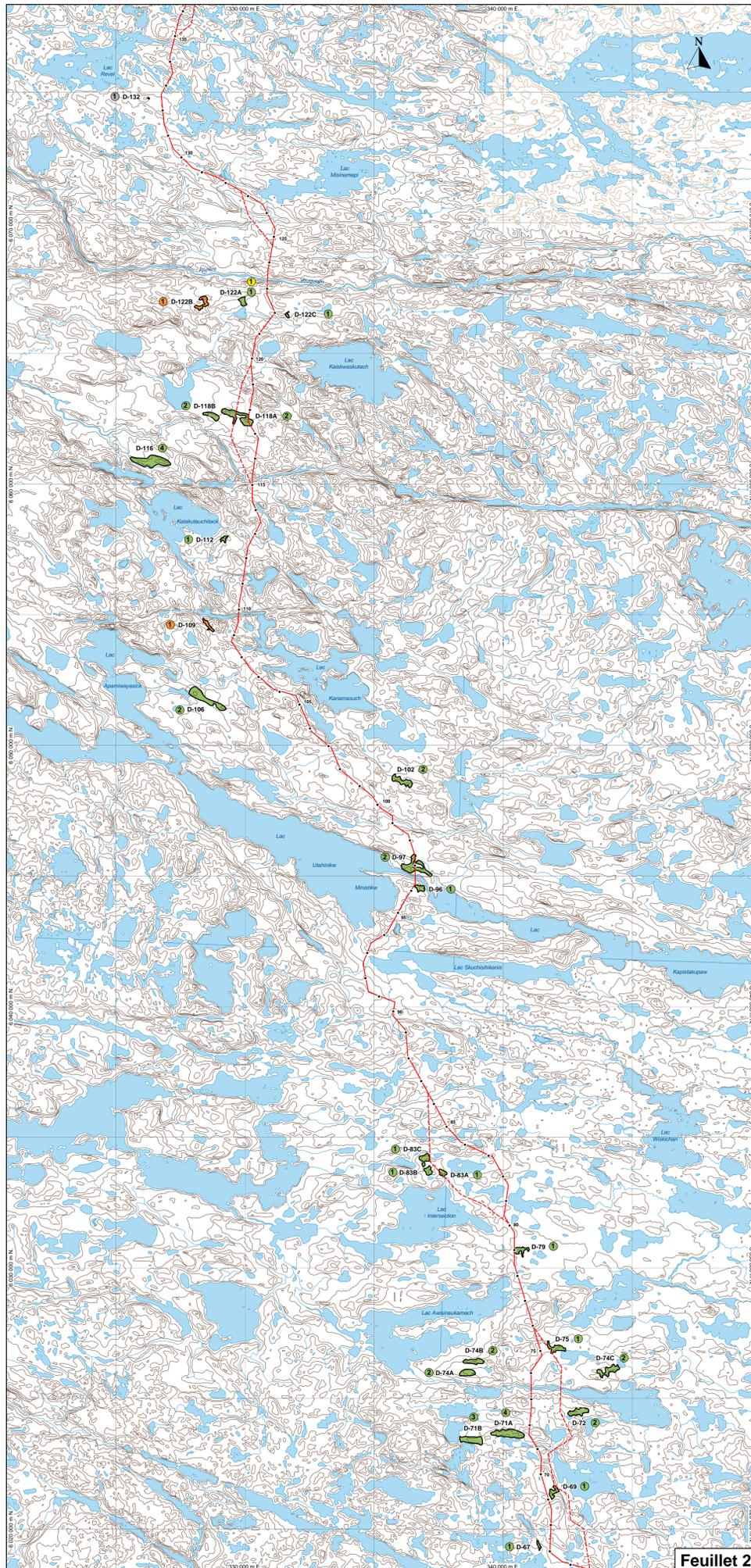
ANNEXE

B

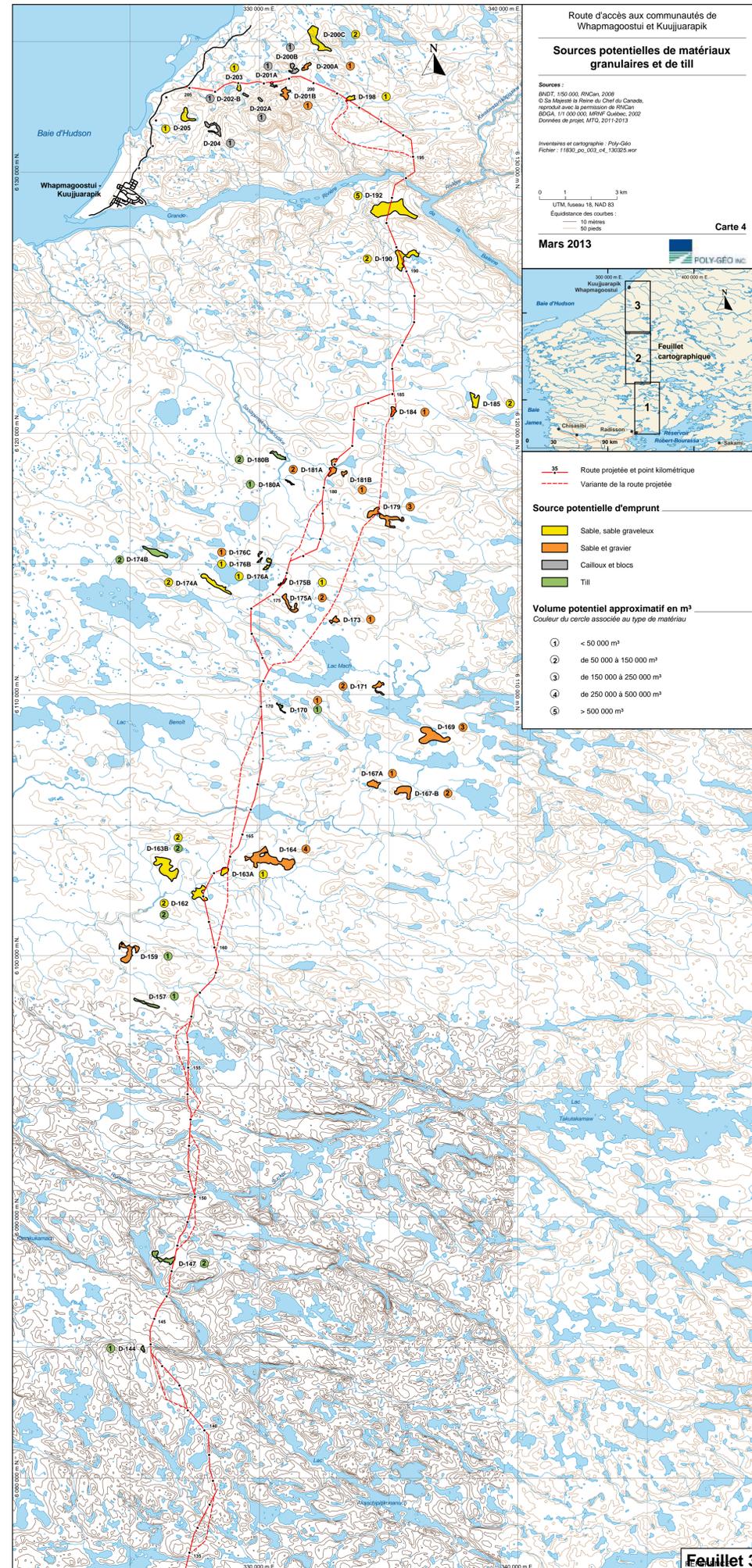
FEUILLETS 1 À 3 –
SOURCES
POTENTIELLES DE
MATÉRIAUX
GRANULAIRES ET DE
TILL



Feuille 1



Feuille 2



Feuille 3

Route d'accès aux communautés de Whapmagostui et Kuujuarapik

Sources potentielles de matériaux granulaires et de till

Sources :
 BNQ, 1:50 000, RNCAN, 2008
 © Sa Majesté la Reine du Canada, reproduit avec la permission de PRCAN
 BDQA, 1:1 000 000, MRNF Québec, 2002
 Données de projet, MTR, 2011-2013

Inventaires et cartographie : Poly-Géo
 Fichier : 11832_po_003_of_13025.wor

0 1 3 km
 Équidistance des courbes : 10 mètres / 50 pieds

Carte 4

Mars 2013

POLY-GÉO inc.

Feuille cartographique

— 35 — Route projetée et point kilométrique
 - - - - Variante de la route projetée

Source potentielle d'emprunt

- Sable, sable graveleux
- Sable et gravier
- Cailloux et blocs
- Till

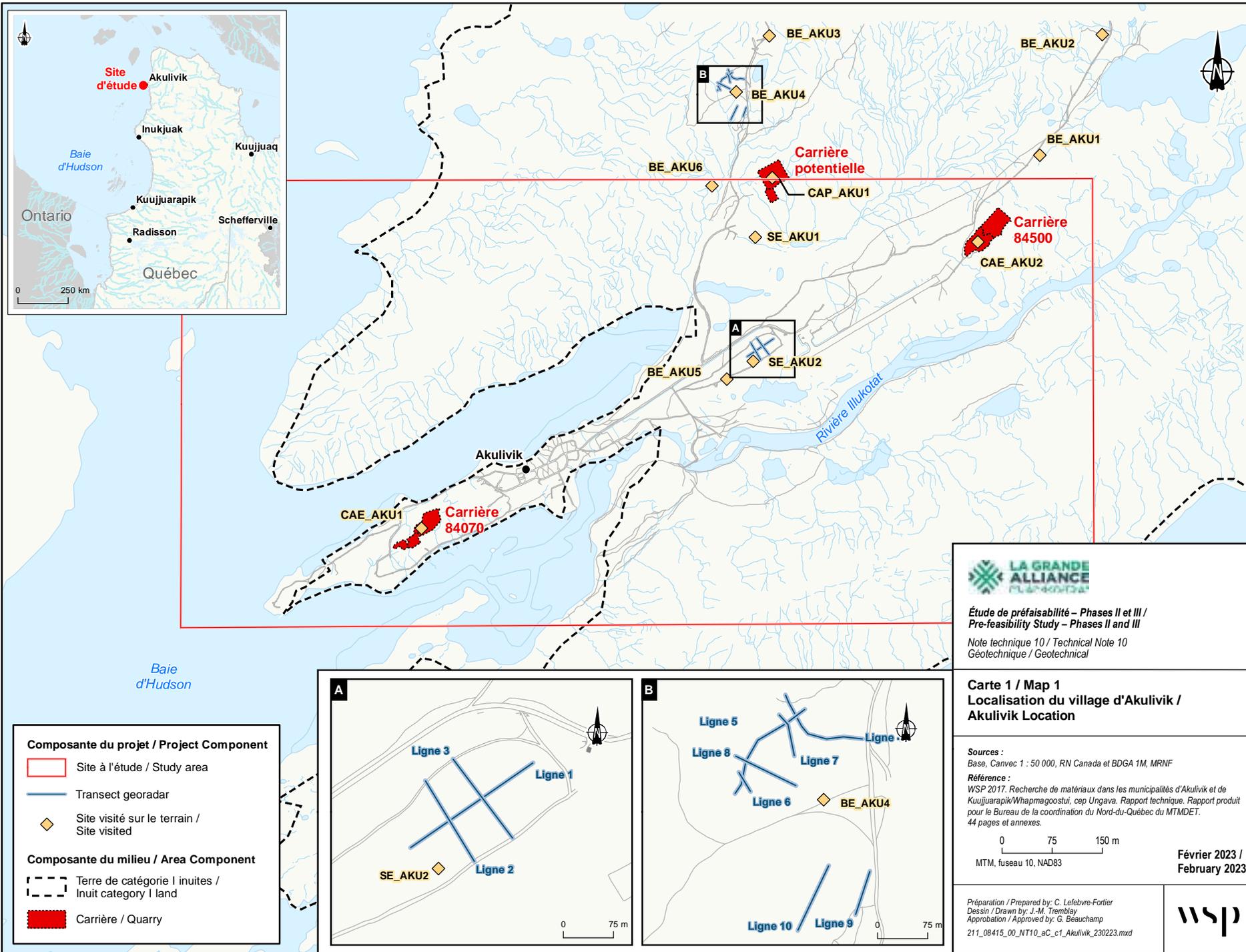
Volume potentiel approximatif en m³
 Couleur du cercle associée au type de matériau

- ① < 50 000 m³
- ② de 50 000 à 150 000 m³
- ③ de 150 000 à 250 000 m³
- ④ de 250 000 à 500 000 m³
- ⑤ > 500 000 m³

ANNEXE

C

SOURCES
POTENTIELLES DE
DÉPÔTS
GRANULAIRES À
PROXIMITÉ DU
VILLAGE DE
KUUJJUARAPIK



LA GRANDE ALLIANCE
 CONSULTANTS

Étude de préféabilité – Phases II et III /
 Pre-feasibility Study – Phases II and III

Note technique 10 / Technical Note 10
 Géotechnique / Geotechnical

Carte 1 / Map 1
**Localisation du village d'Akulivik /
 Akulivik Location**

Sources :
 Base, Carvec 1 : 50 000, RN Canada et BDGA 1M, MRNF

Référence :
 WSP 2017, Recherche de matériaux dans les municipalités d'Akulivik et de
 Kuujjuarapik/Whapmagoostui, cep Ungava. Rapport technique. Rapport produit
 pour le Bureau de la coordination du Nord-du-Québec du MTMDET.
 44 pages et annexes.

0 75 150 m
 MTM, fuseau 10, NAD83

Février 2023 /
 February 2023

Préparation / Prepared by: C. Lefebvre-Fortier
 Dessin / Drawn by: J.-M. Tremblay
 Approbation / Approved by: G. Beauchamp
 211_08415_00_NT10_aC_c1_Akulivik_230223.mxd

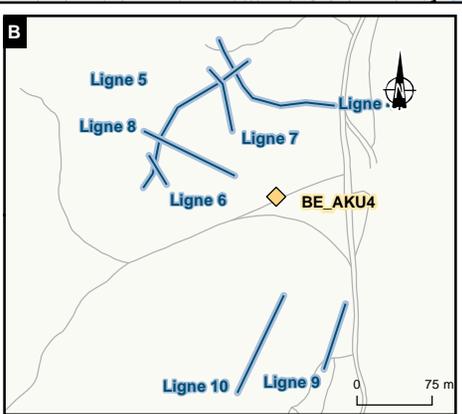
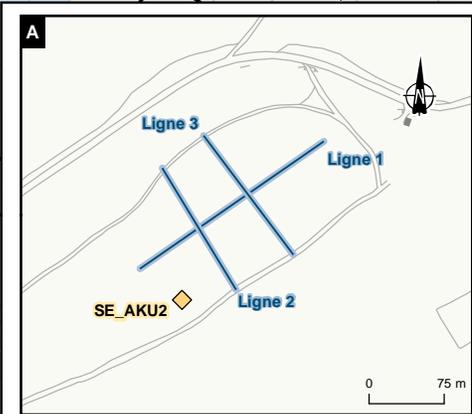
WSP

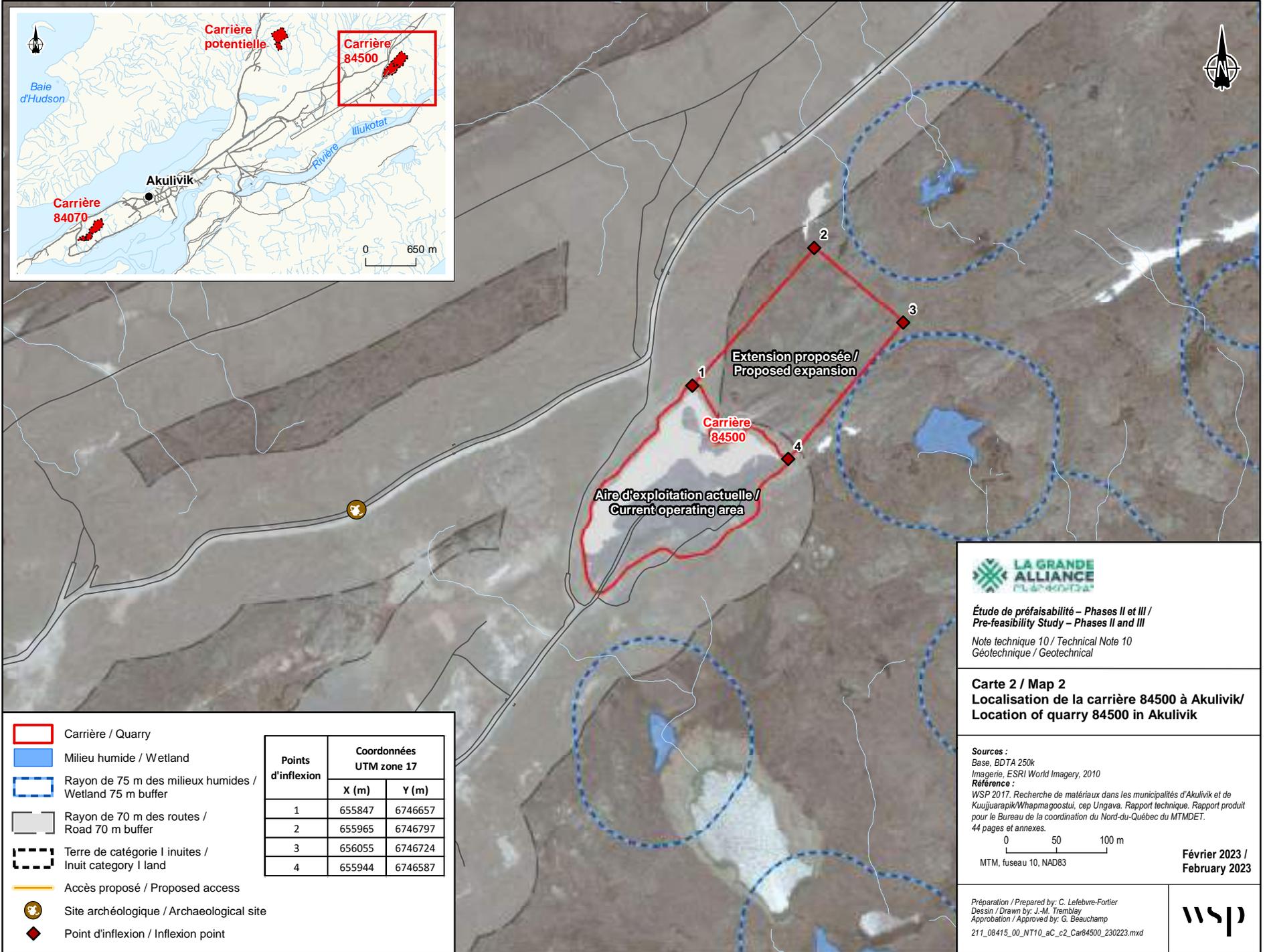
Composante du projet / Project Component

- Site à l'étude / Study area
- Transect géoradar
- Site visité sur le terrain / Site visited

Composante du milieu / Area Component

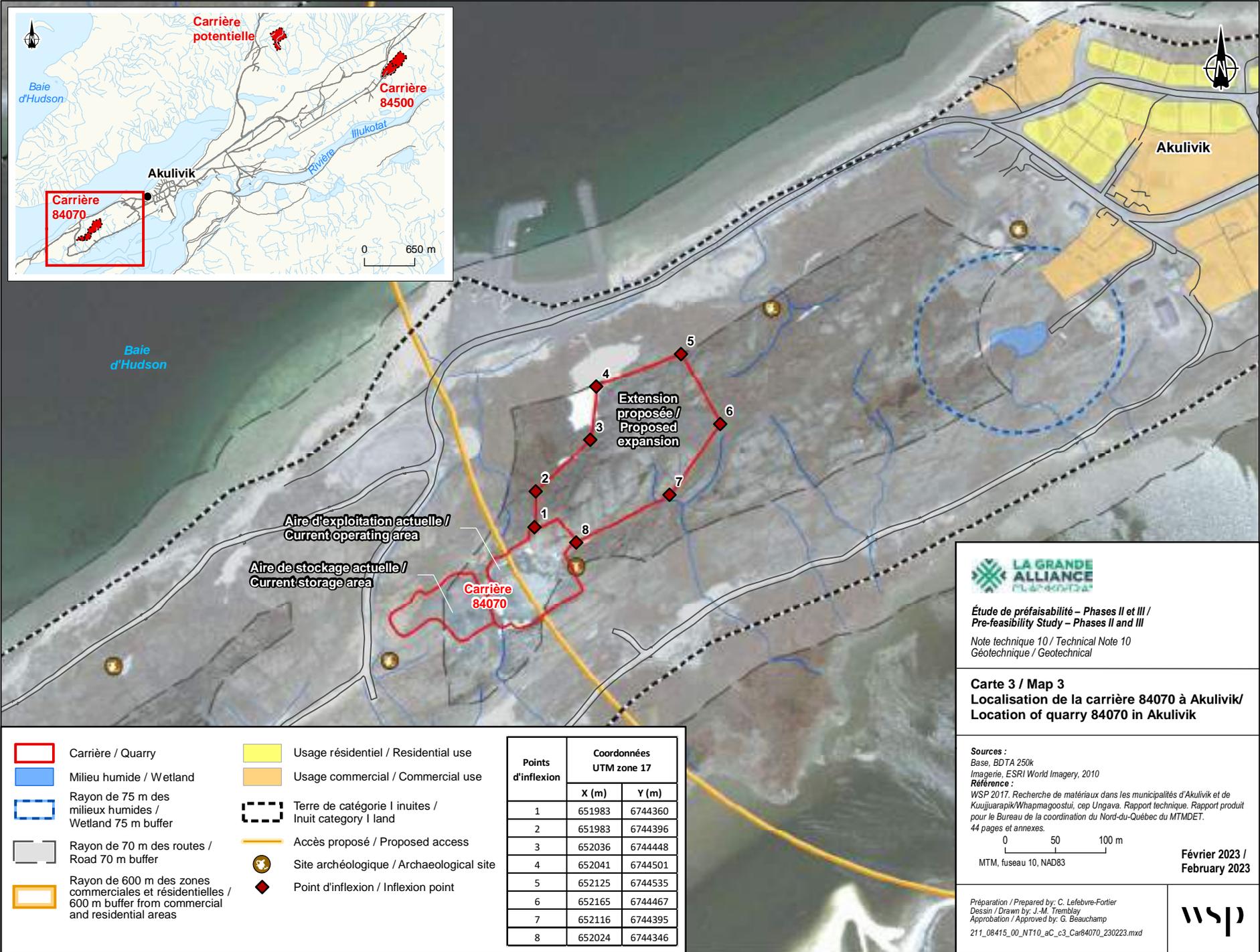
- Terre de catégorie I inuites / Inuit category I land
- Carrière / Quarry





- Carrière / Quarry
- Milieu humide / Wetland
- Rayon de 75 m des milieux humides / Wetland 75 m buffer
- Rayon de 70 m des routes / Road 70 m buffer
- Terre de catégorie I inuites / Inuit category I land
- Accès proposé / Proposed access
- Site archéologique / Archaeological site
- ◆ Point d'inflexion / Inflexion point

Points d'inflexion	Coordonnées UTM zone 17	
	X (m)	Y (m)
1	655847	6746657
2	655965	6746797
3	656055	6746724
4	655944	6746587



- Carrière / Quarry
- Usage résidentiel / Residential use
- Milieu humide / Wetland
- Usage commercial / Commercial use
- Rayon de 75 m des milieux humides / Wetland 75 m buffer
- Terre de catégorie I inuites / Inuit category I land
- Rayon de 70 m des routes / Road 70 m buffer
- Rayon de 600 m des zones commerciales et résidentielles / 600 m buffer from commercial and residential areas
- Accès proposé / Proposed access
- Site archéologique / Archaeological site
- ◆ Point d'inflexion / Inflection point

Points d'inflexion	Coordonnées UTM zone 17	
	X (m)	Y (m)
1	651983	6744360
2	651983	6744396
3	652036	6744448
4	652041	6744501
5	652125	6744535
6	652165	6744467
7	652116	6744395
8	652024	6744346

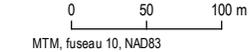


Étude de préaisabilité – Phases II et III /
Pre-feasibility Study – Phases II and III

Note technique 10 / Technical Note 10
Géotechnique / Geotechnical

Carte 3 / Map 3
Localisation de la carrière 84070 à Akulivik /
Location of quarry 84070 in Akulivik

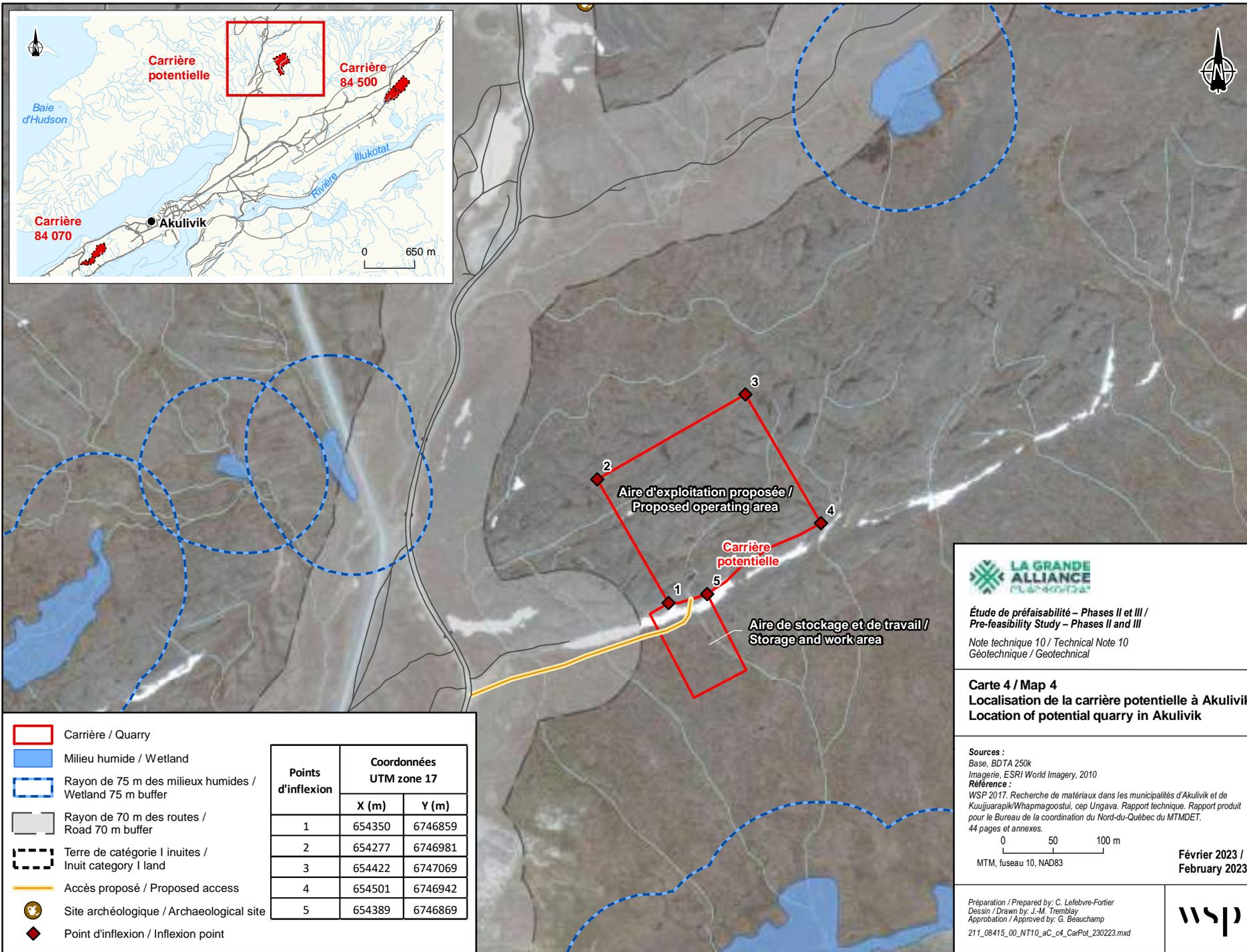
Sources :
Base, BDTA 250k
Imagerie, ESRI World Imagery, 2010
Référence :
WSP 2017, Recherche de matériaux dans les municipalités d'Akulivik et de Kuujuarapik/Whapmagostui, cap Ungava. Rapport technique. Rapport produit pour le Bureau de la coordination du Nord-du-Québec du MTMDT.
44 pages et annexes.

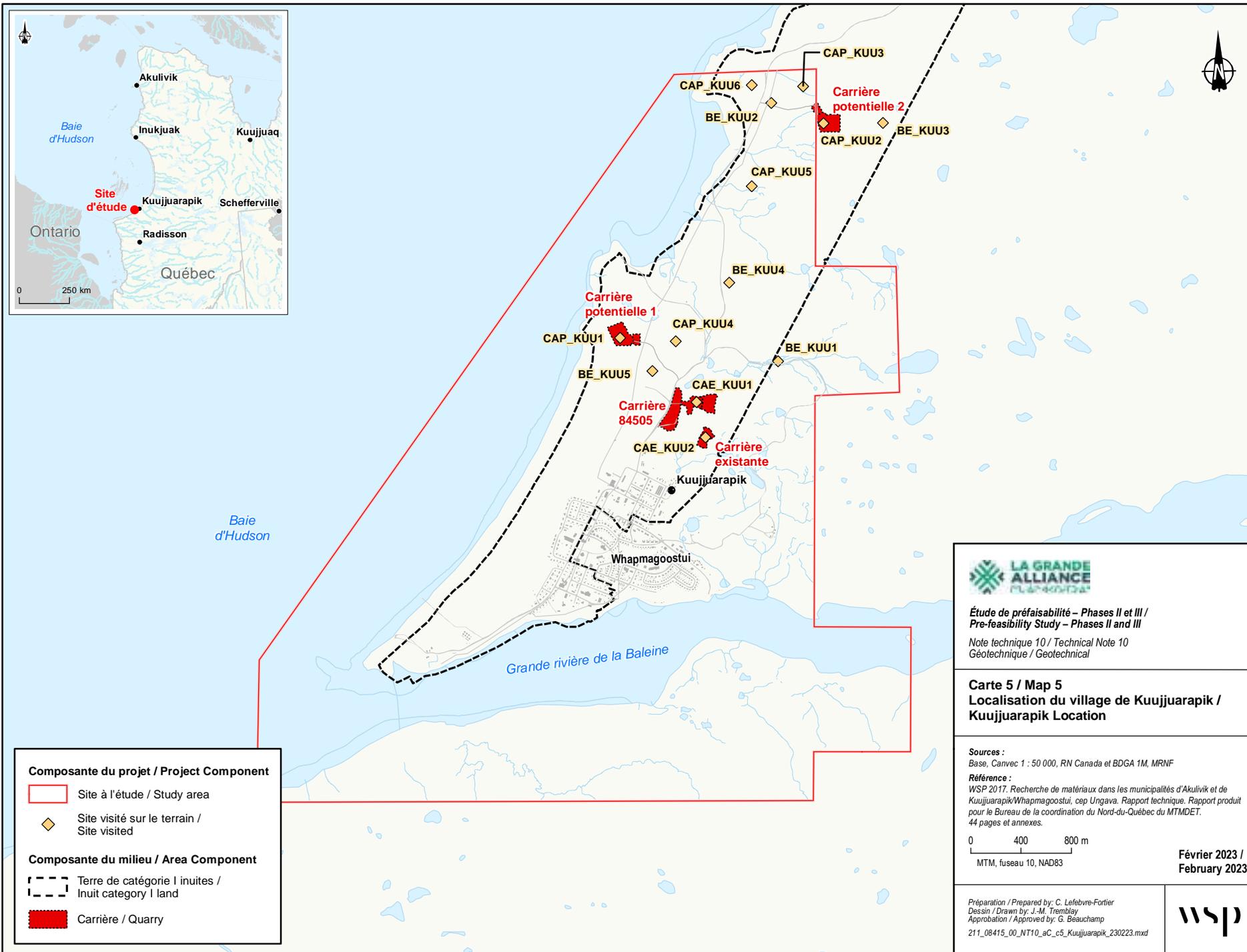


Février 2023 /
February 2023

Préparation / Prepared by: C. Lefebvre-Fortier
Dessin / Drawn by: J.-M. Tremblay
Approbation / Approved by: G. Beauchamp
211_08415_00_NT10_aC_c3_Car84070_230223.mxd







LA GRANDE ALLIANCE
 UNGAVA / UNGAVA

Étude de pré faisabilité – Phases II et III /
 Pre-feasibility Study – Phases II and III

Note technique 10 / Technical Note 10
 Géotechnique / Geotechnical

Carte 5 / Map 5
Localisation du village de Kuujuaq /
Kuujuaq Location

Sources :
 Base, Carvec 1 : 50 000, RN Canada et BDGA 1M, MRNF

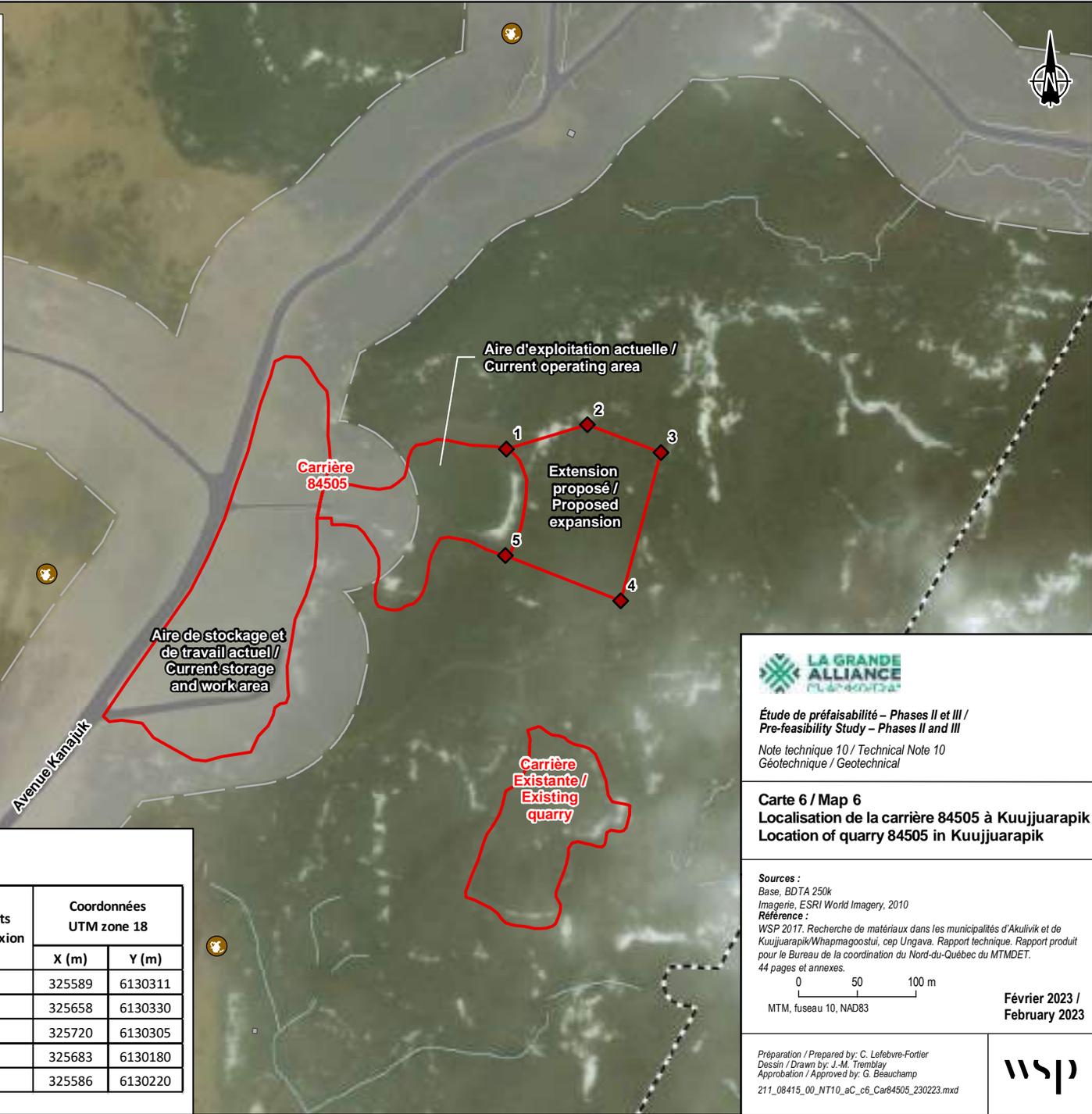
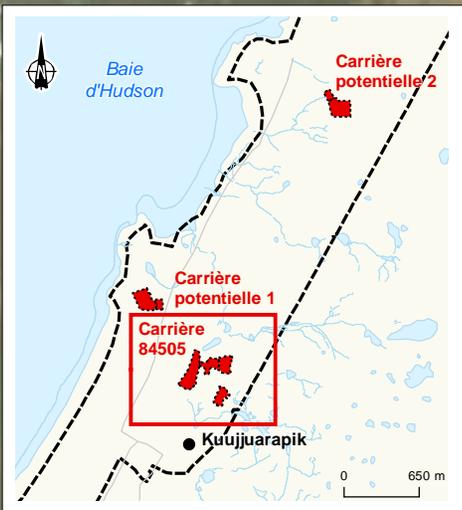
Référence :
 WSP 2017, Recherche de matériaux dans les municipalités d'Akulivik et de Kuujuaq/Whapmagoostui, cep Ungava. Rapport technique. Rapport produit pour le Bureau de la coordination du Nord-du-Québec du MTMDET. 44 pages et annexes.

0 400 800 m
 MTM, fuseau 10, NAD83

Février 2023 /
 February 2023

Préparation / Prepared by: C. Lefebvre-Fortier
 Dessin / Drawn by: J.-M. Tremblay
 Approbation / Approved by: G. Beauchamp
 211_08415_00_NT10_aC_c5_Kuujuaq_230223.mxd

wsp



- Carrière / Quarry
- Rayon de 600 m des zones commerciales et résidentielles / 600 m buffer from commercial and residential areas
- Rayon de 70 m des routes / Road 70 m buffer
- Terre de catégorie I inuites / Inuit category I land
- Accès proposé / Proposed access
- Site archéologique / Archaeological site
- ◆ Point d'inflexion / Inflection point

Points d'inflexion	Coordonnées UTM zone 18	
	X (m)	Y (m)
1	325589	6130311
2	325658	6130330
3	325720	6130305
4	325683	6130180
5	325586	6130220



Étude de préaisabilité – Phases II et III / Pre-feasibility Study – Phases II and III
 Note technique 10 / Technical Note 10
 Géotechnique / Geotechnical

Carte 6 / Map 6
Localisation de la carrière 84505 à Kuujjuarapik / Location of quarry 84505 in Kuujjuarapik

Sources :
 Base, BDTA 250k
 Imagerie, ESRI World Imagery, 2010
Référence :
 WSP 2017, Recherche de matériaux dans les municipalités d'Akulivik et de Kuujjuarapik/Whapmagoostui, cap Ungava. Rapport technique. Rapport produit pour le Bureau de la coordination du Nord-du-Québec du MTMDDET.
 44 pages et annexes.

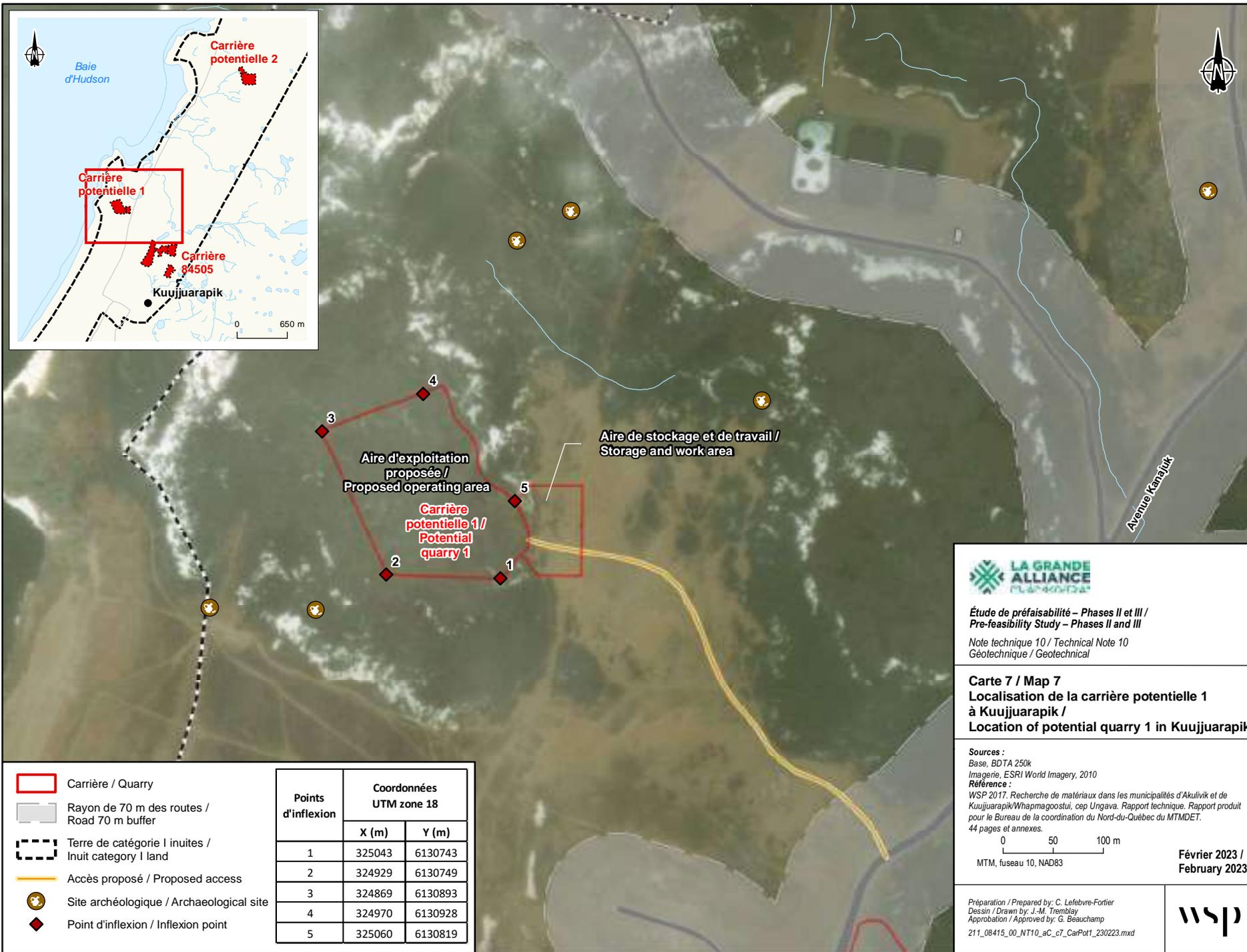


MTM, fuseau 10, NAD83

Février 2023 / February 2023

Préparation / Prepared by: C. Lefebvre-Fortier
 Dessin / Drawn by: J.-M. Tremblay
 Approbation / Approved by: G. Beauchamp
 211_08415_00_NT10_aC_c6_Car84505_230223.mxd





- Carrière / Quarry
- Rayon de 70 m des routes / Road 70 m buffer
- Terre de catégorie I inuites / Inuit category I land
- Accès proposé / Proposed access
- 🗿 Site archéologique / Archaeological site
- Point d'inflexion / Inflection point

Points d'inflexion	Coordonnées UTM zone 18	
	X (m)	Y (m)
1	325043	6130743
2	324929	6130749
3	324869	6130893
4	324970	6130928
5	325060	6130819


Étude de préaisabilité – Phases II et III /
Pre-feasibility Study – Phases II and III
 Note technique 10 / Technical Note 10
 Géotechnique / Geotechnical

Carte 7 / Map 7
Localisation de la carrière potentielle 1
à Kuujjuarapik /
Location of potential quarry 1 in Kuujjuarapik

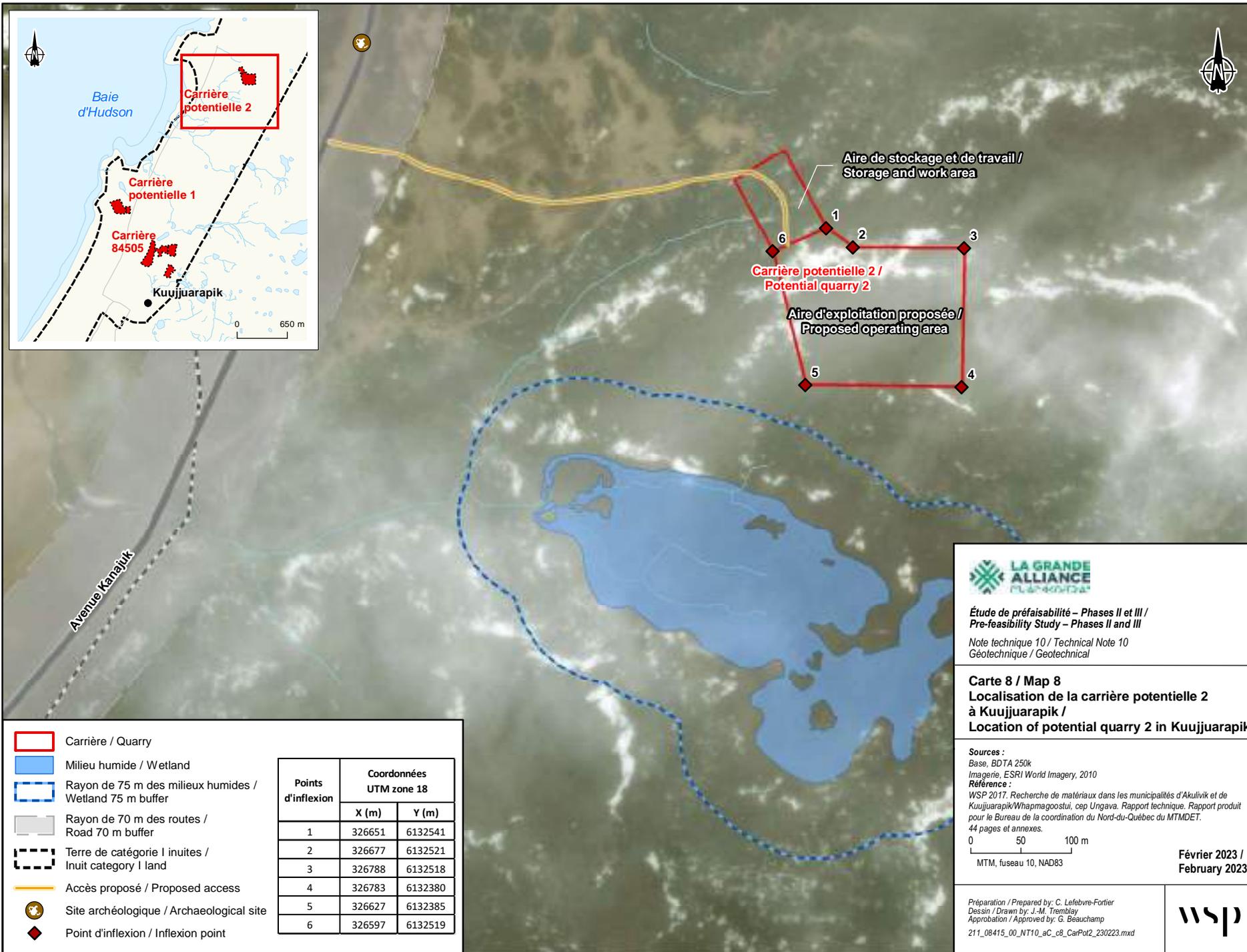
Sources :
 Base, BDTA 250k
 Imagerie, ESRI World Imagery, 2010
Référence :
 WSP 2017, Recherche de matériaux dans les municipalités d'Akulivik et de Kuujjuarapik/Whapmagostui, cap Ungava. Rapport technique. Rapport produit pour le Bureau de la coordination du Nord-du-Québec du MTMDDET.
 44 pages et annexes.


 MTM, fuseau 10, NAD83

Février 2023 /
February 2023

Préparation / Prepared by: C. Lefebvre-Fortier
 Dessin / Drawn by: J.-M. Tremblay
 Approbation / Approved by: G. Beauchamp
 211_08415_00_NT10_aC_c7_CarPot1_230223.mxd





- Carrière / Quarry
- Milieu humide / Wetland
- Rayon de 75 m des milieux humides / Wetland 75 m buffer
- Rayon de 70 m des routes / Road 70 m buffer
- Terre de catégorie I inuites / Inuit category I land
- Accès proposé / Proposed access
- Site archéologique / Archaeological site
- ◆ Point d'inflexion / Inflexion point

Points d'inflexion	Coordonnées UTM zone 18	
	X (m)	Y (m)
1	326651	6132541
2	326677	6132521
3	326788	6132518
4	326783	6132380
5	326627	6132385
6	326597	6132519


Étude de préféabilité – Phases II et III /
Pre-feasibility Study – Phases II and III
 Note technique 10 / Technical Note 10
 Géotechnique / Geotechnical

Carte 8 / Map 8
Localisation de la carrière potentielle 2
à Kuujjuarapik /
Location of potential quarry 2 in Kuujjuarapik

Sources :
 Base, BDTA 250k
 Imagerie, ESRI World Imagery, 2010
Référence :
 WSP 2017, Recherche de matériaux dans les municipalités d'Akulivik et de Kuujjuarapik/Whapmagoostui, cap Ungava. Rapport technique. Rapport produit pour le Bureau de la coordination du Nord-du-Québec du MTMDÉT.
 44 pages et annexes.

 MTM, fuseau 10, NAD83

Février 2023 /
February 2023

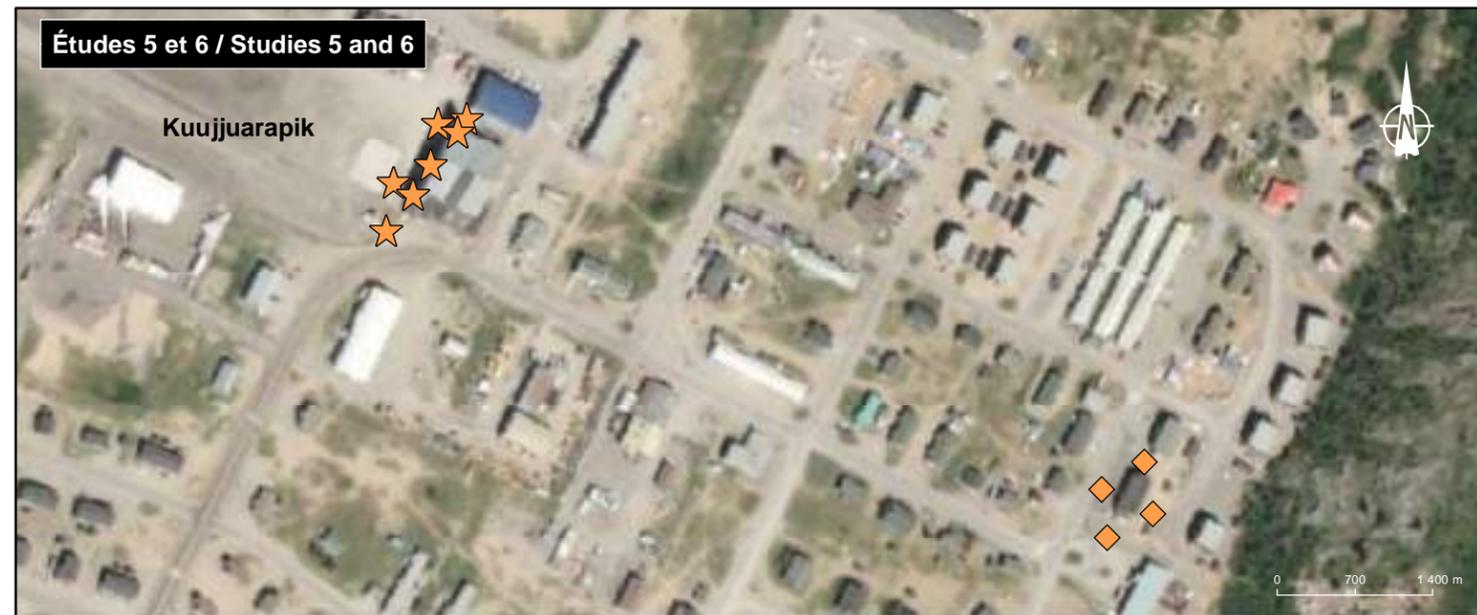
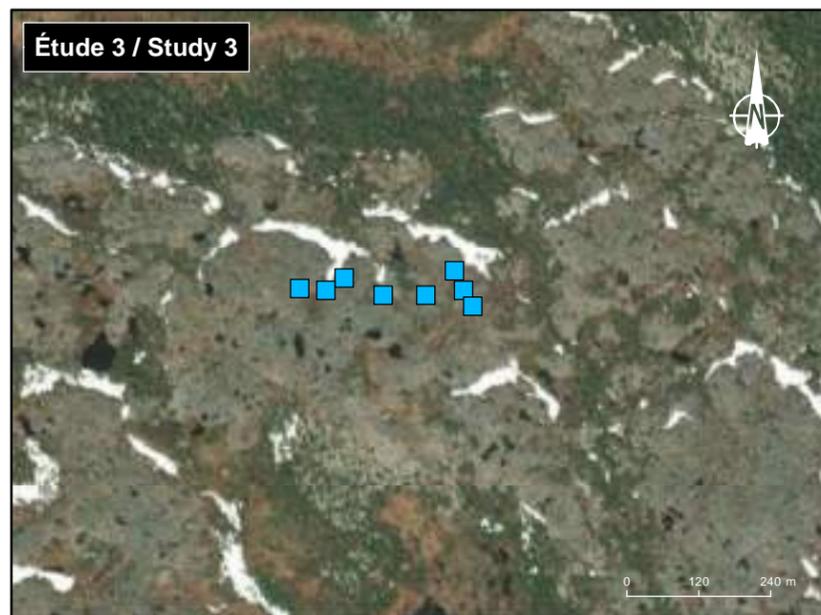
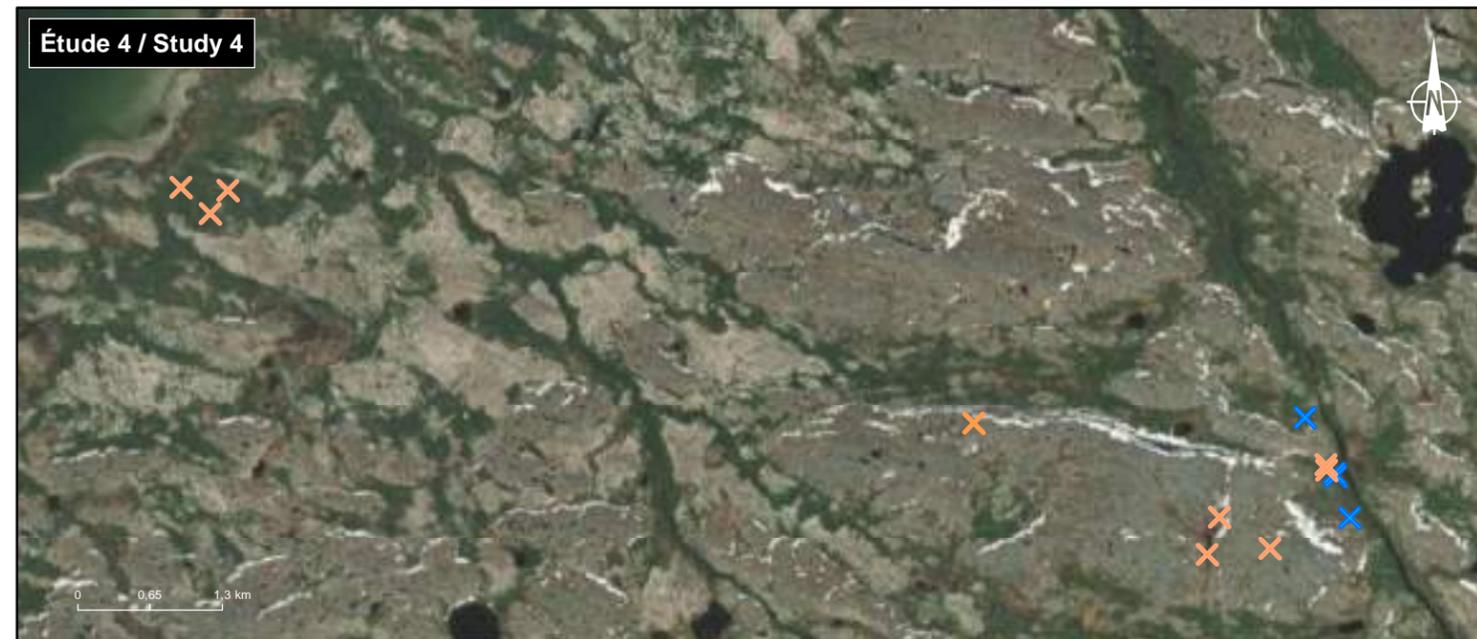
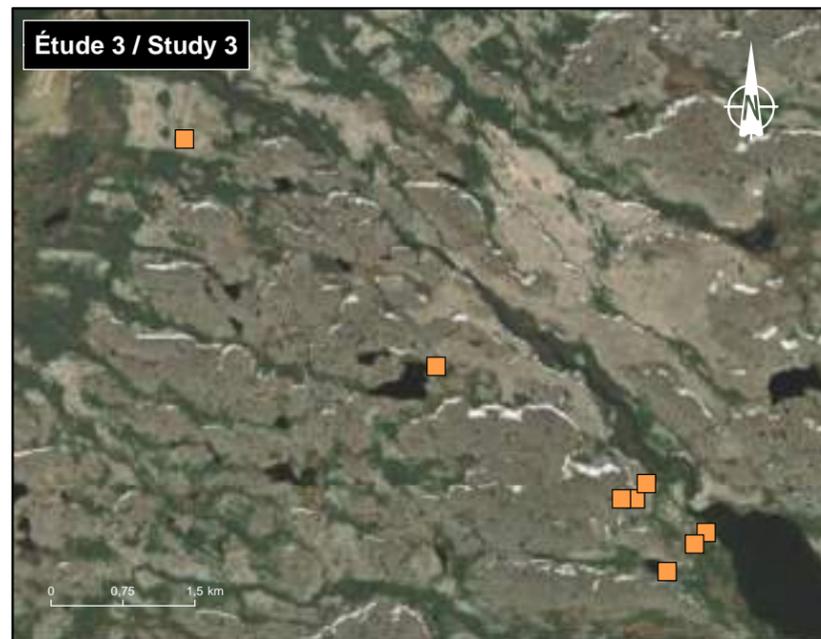
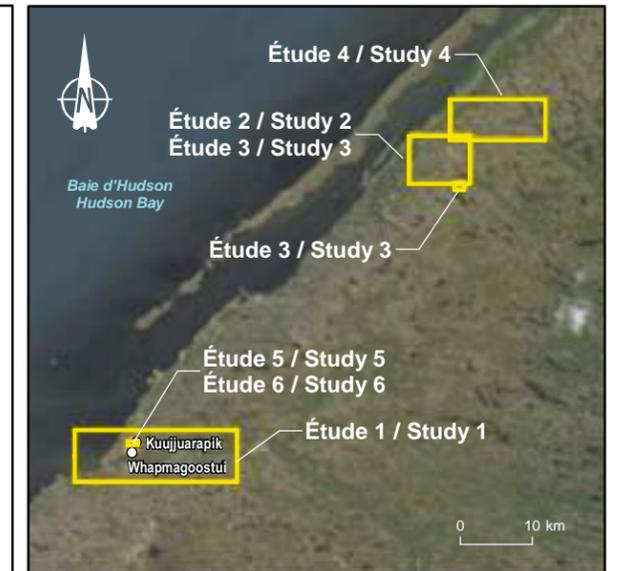
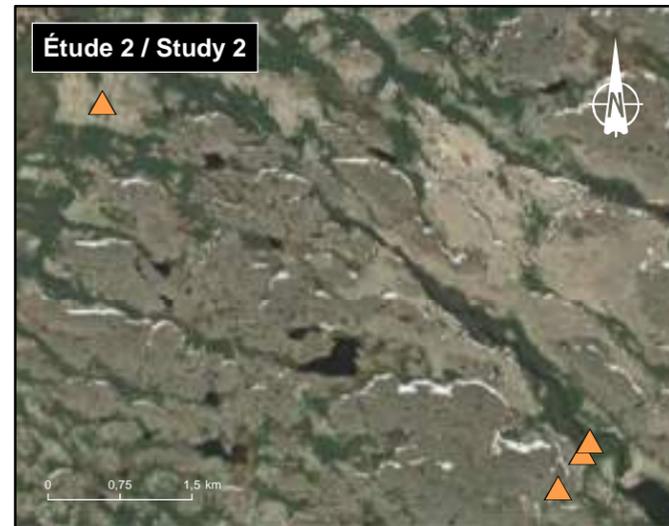
Préparation / Prepared by: C. Lefebvre-Fortier
 Dessin / Drawn by: J.-M. Tremblay
 Approbation / Approved by: G. Beauchamp
 211_08415_00_NT10_aC_e8_CarPot2_230223.mxd



ANNEXE

D

CARTE DES
FORAGES DANS LA
ZONE ZE2



Hydro-Québec (HQ)

	Sols pulvérulents / Granular soils	Sols argileux ou organiques / Clayey or organic soils
1976	●	●
1977	▲	
1978	■	■
1981	×	×

Ministère des Transports du Québec (MTQ)

	Sols pulvérulents / Granular soils
2012	★
2016	◆

LA GRANDE ALLIANCE
ᐱᐱ ᐱᐱ ᐱᐱ ᐱᐱ ᐱᐱ

Étude de préféabilité – Phases II et III
Pre-feasibility Study – Phases II and III

Note technique 10 / Technical Note 10
Géotechnique / Geotechnical

Carte 4 / Map 4
Forages existants dans le secteur de Whapmagoostui/Kuujjuarapik / Existing boreholes in Whapmagoostui/Kuujjuarapik area

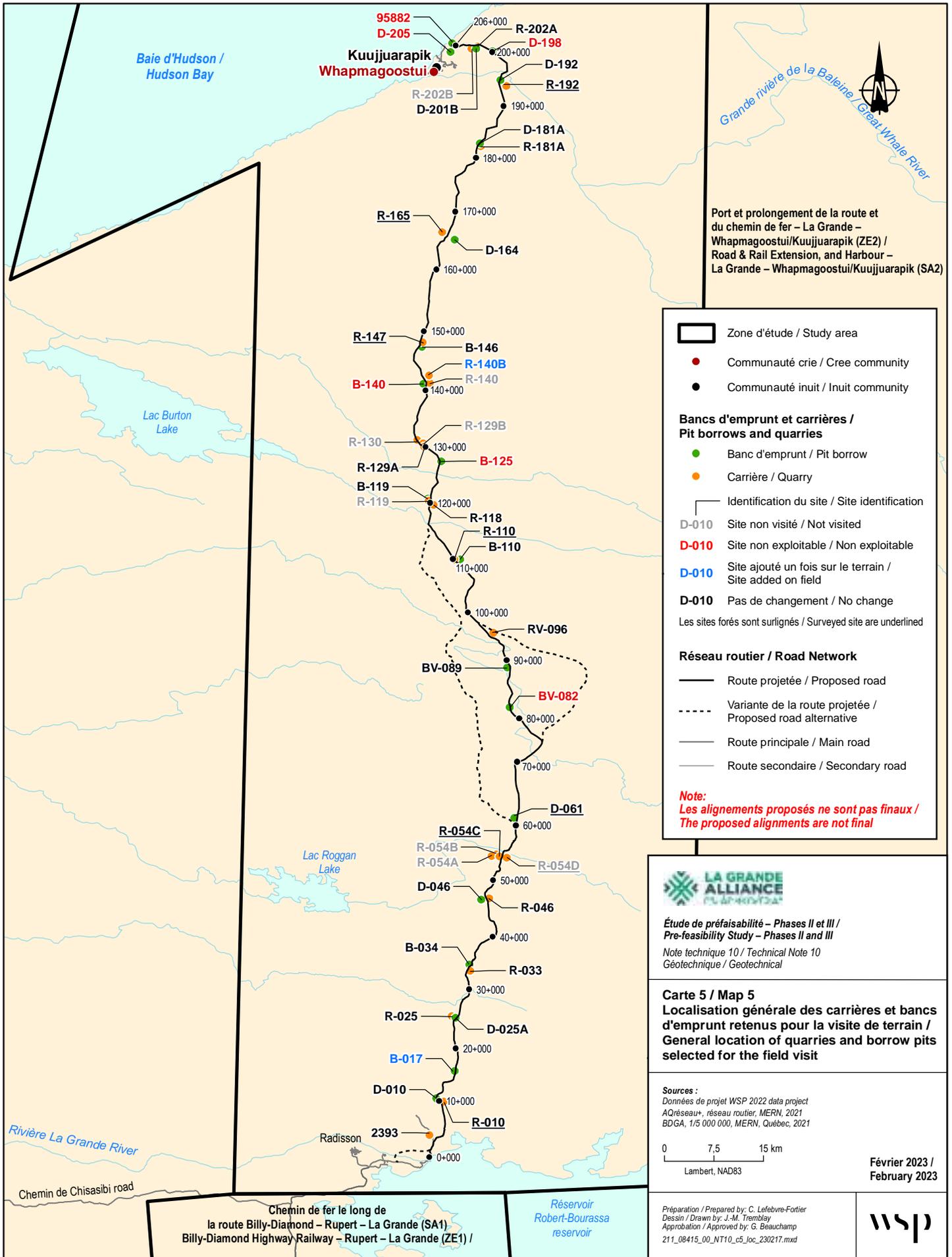
ANNEXE

E

FAISABILITÉ -
ANNEXES

ANNEXE

E-1 CARTES



Port et prolongement de la route et du chemin de fer – La Grande – Whapmagoostui/Kuujuuarapik (ZE2) / Road & Rail Extension, and Harbour – La Grande – Whapmagoostui/Kuujuuarapik (SA2)

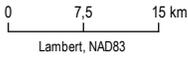
- Zone d'étude / Study area
 - Communauté crie / Cree community
 - Communauté inuit / Inuit community
- Bancs d'emprunt et carrières / Pit borrows and quarries**
- Banc d'emprunt / Pit borrow
 - Carrière / Quarry
- Identification du site / Site identification
- D-010 Site non visité / Not visited
 - D-010 Site non exploitable / Non exploitable
 - D-010 Site ajouté un fois sur le terrain / Site added on field
 - D-010 Pas de changement / No change
- Les sites forés sont surlignés / Surveyed site are underlined
- Réseau routier / Road Network**
- Route projetée / Proposed road
 - Variante de la route projetée / Proposed road alternative
 - Route principale / Main road
 - Route secondaire / Secondary road
- Note:**
Les alignements proposés ne sont pas finaux / The proposed alignments are not final



Étude de pré faisabilité – Phases II et III / Pre-feasibility Study – Phases II and III
 Note technique 10 / Technical Note 10
 Géotechnique / Geotechnical

Carte 5 / Map 5
Localisation générale des carrières et bancs d'emprunt retenus pour la visite de terrain / General location of quarries and borrow pits selected for the field visit

Sources :
 Données de projet WSP 2022 data project
 AQRéseau+ réseau routier, MERN, 2021
 BDGA, 1/5 000 000, MERN, Québec, 2021



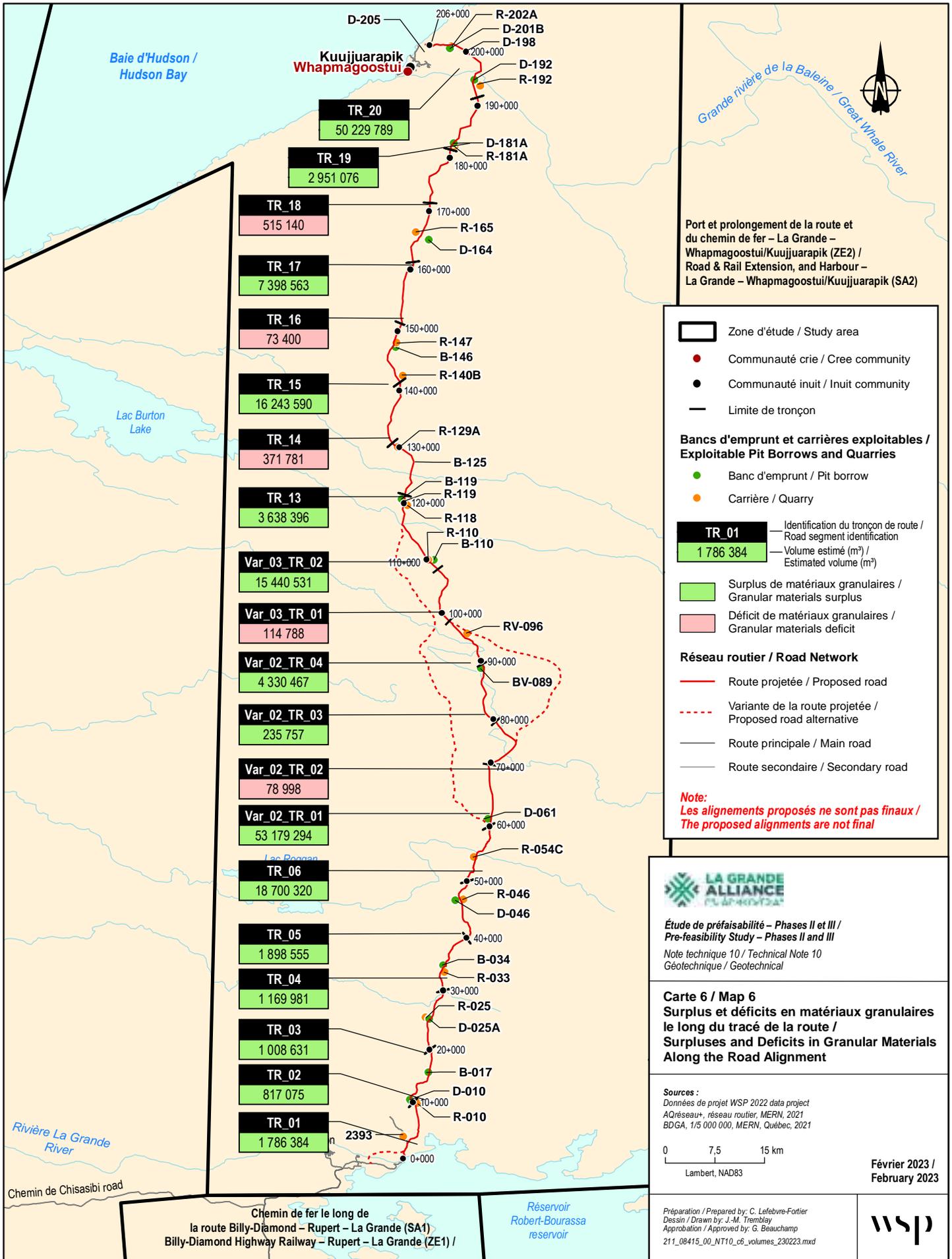
Février 2023 / February 2023

Préparation / Prepared by: C. Lefebvre-Fortier
 Dessin / Drawn by: J.-M. Tremblay
 Approbation / Approved by: G. Beauchamp
 211_08415_00_NT10_c5_loc_230217.mxd



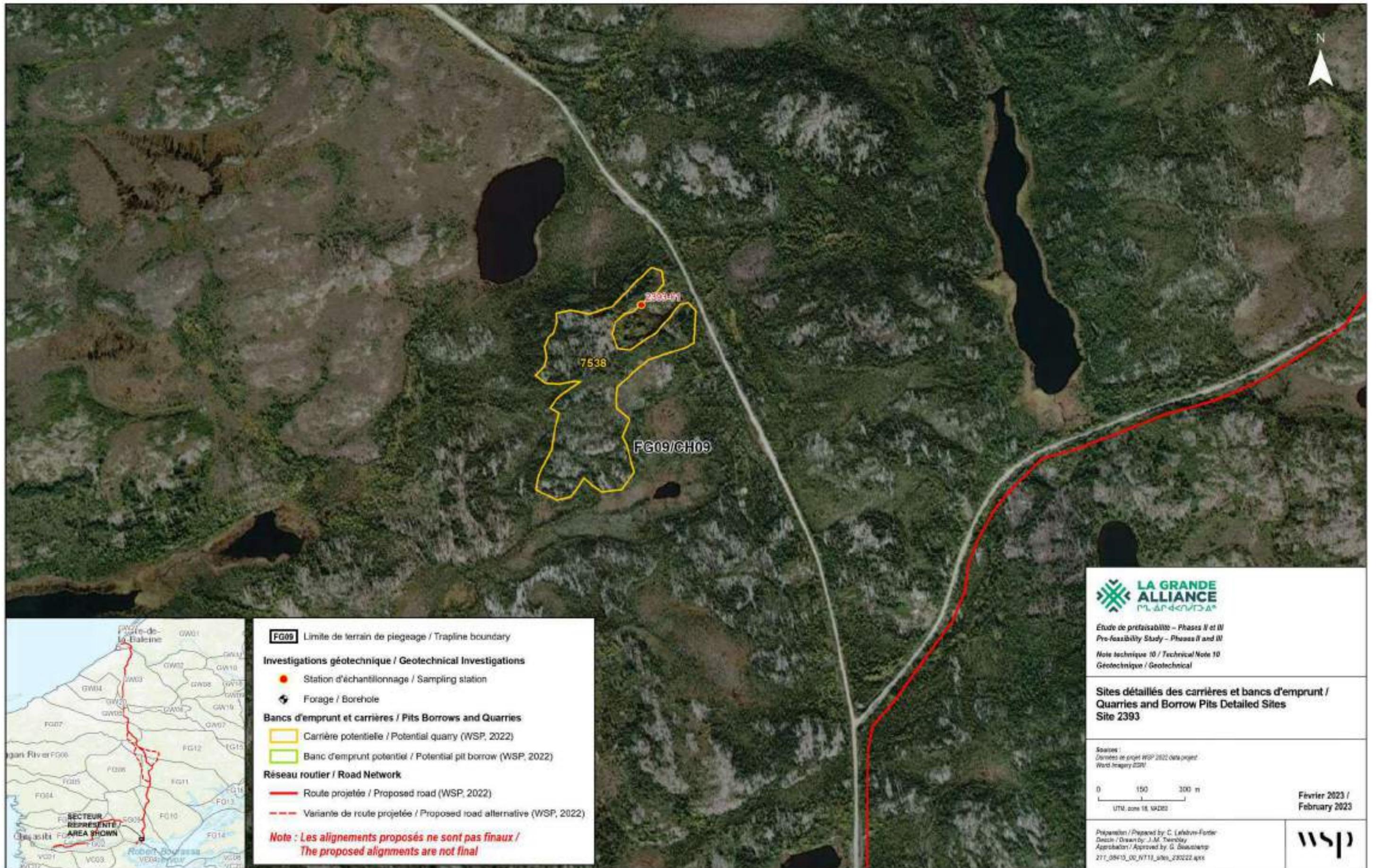
Chemin de fer le long de la route Billy-Diamond – Rupert – La Grande (SA1)
 Billy-Diamond Highway Railway – Rupert – La Grande (ZE1) /

Réservoir Robert-Bourassa
 reservoir



Chemin de fer le long de la route Billy-Diamond – Rupert – La Grande (SA1)
Billy-Diamond Highway Railway – Rupert – La Grande (ZE1) /

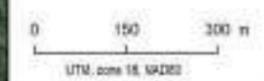
Réservoir Robert-Bourassa reservoir



Étude de faisabilité – Phases II et III
 Pre-feasibility Study – Phases II and III
 Note technique 10 / Technical Note 10
 Géotechnique / Geotechnical

Sites détaillés des carrières et bancs d'emprunt /
 Quarries and Borrow Pits Detailed Sites
 Site 2393

Sources :
 Données de projet WSP 2022, data projet
 World Imagery DSM



Février 2023 /
 February 2023

Préparation / Prepared by: C. Leblond-Fortier
 Dessin / Drawn by: J.M. Tremblay
 Approbation / Approved by: G. Beauséjour
 271_08410_00_FT110_sites_230222.aprx

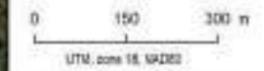




Étude de pré-faisabilité – Phases II et III
 Pre-feasibility Study – Phases II and III
 Note technique 10 / Technical Note 10
 Géotechnique / Geotechnical

**Sites détaillés des carrières et bancs d'emprunt /
 Quarries and Borrow Pits Detailed Sites**
 Site D-010 / R-010

Sources:
 Données de projet WSP 2022 data project
 World Imagery ESRI



Février 2023 /
 February 2023

Préparation / Prepared by: C. Leblond-Fortier
 Dessin / Drawn by: J.M. Tiesley
 Approbation / Approved by: G. Sautoump
 271_08410_00_V111_s000_230222.aprx



FG09 Limite de terrain de piégeage / Trapline boundary

Investigations géotechnique / Geotechnical Investigations

- Station d'échantillonnage / Sampling station
- ⊗ Forage / Borehole

Bancs d'emprunt et carrières / Pits Borrows and Quarries

- Carrière potentielle / Potential quarry (WSP, 2022)
- Banc d'emprunt potentiel / Potential pit borrow (WSP, 2022)

Réseau routier / Road Network

- Route projetée / Proposed road (WSP, 2022)
- Variante de la route projetée / Proposed road alternative (WSP, 2022)

**Note : Les alignements proposés ne sont pas finaux /
 The proposed alignments are not final**

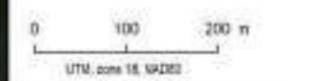




Étude de pré-faisabilité – Phases II et III
 Pre-feasibility Study – Phases II and III
 Note technique 10 / Technical Note 10
 Géotechnique / Geotechnical

**Sites détaillés des carrières et bancs d'emprunt /
 Quarries and Borrow Pits Detailed Sites
 Site B-017**

Sources:
 Données de projet WSP 2022 data project
 Word Imagery ESRI



Février 2023 /
 February 2023

Préparation / Prepared by: C. Leblond-Fortier
 Dessin / Drawn by: J.M. Tiesday
 Approbation / Approved by: G. Sautoump
 271_08410_00_V111_s006_230222.apx



- FG09** Limite de terrain de piégeage / Trapline boundary
 - Investigations géotechnique / Geotechnical Investigations**
 - Station d'échantillonnage / Sampling station
 - ⊕ Forage / Borehole
 - Bancs d'emprunt et carrières / Pits Borrows and Quarries**
 - Carrière potentielle / Potential quarry (WSP, 2022)
 - ▭ Banc d'emprunt potentiel / Potential pit borrow (WSP, 2022)
 - Réseau routier / Road Network**
 - Route projetée / Proposed road (WSP, 2022)
 - - - Variante de la route projetée / Proposed road alternative (WSP, 2022)
- Note : Les alignements proposés ne sont pas finaux /
 The proposed alignments are not final**





FG09 Limite de terrain de piégeage / Trapline boundary

Investigations géotechnique / Geotechnical Investigations

- Station d'échantillonnage / Sampling station
- ⊗ Forage / Borehole

Bancs d'emprunt et carrières / Pits Borrow and Quarries

- Carrière potentielle / Potential quarry (WSP, 2022)
- Banc d'emprunt potentiel / Potential pit borrow (WSP, 2022)

Réseau routier / Road Network

- Route projetée / Proposed road (WSP, 2022)
- - - Variante de la route projetée / Proposed road alternative (WSP, 2022)

Note : Les alignements proposés ne sont pas finaux / The proposed alignments are not final

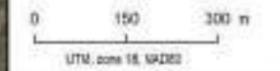
Le site visité a été décalé au sud-ouest puisque le sédiment composant la moraine semblait d'épaisseur considérable et pourrait donc être une extension exploitable du site initial D-025A.



Étude de pré-faisabilité – Phases II et III
 Pre-feasibility Study – Phases II and III
 Note technique 10 / Technical Note 10
 Géotechnique / Geotechnical

Sites détaillés des carrières et bancs d'emprunt / Quarries and Borrow Pits Detailed Sites
Site D-025AR-025

Sources :
 Données de projet WSP 2022 data project
 Ward Imagery 2021



Février 2023 / February 2023

Préparation / Prepared by: C. Leblond-Fortier
 Dessin / Drawn by: J.M. Tiesley
 Approbation / Approved by: G. Sausclair
 271_08410_00_V111_s006_230222.aprx





FG10 Limite de terrain de piégeage / Trapline boundary

Investigations géotechnique / Geotechnical Investigations

- Station d'échantillonnage / Sampling station
- ⊕ Forage / Borehole

Bancs d'emprunt et carrières / Pits Borrows and Quarries

- Carrière potentielle / Potential quarry (WSP, 2022)
- Banc d'emprunt potentiel / Potential pit borrow (WSP, 2022)

Réseau routier / Road Network

- Route projetée / Proposed road (WSP, 2022)
- - - Variante de la route projetée / Proposed road alternative (WSP, 2022)

Note : Les alignements proposés ne sont pas finaux / The proposed alignments are not final

Le site visité a été décalé au nord-est puisque le sédiment composant la moraine semblait d'épaisseur considérable et pourrait donc être une extension exploitable du site initial B-034

LA GRANDE ALLIANCE
 7111-1111-1111

Étude de pré-faisabilité – Phases II et III
 Pre-feasibility Study – Phases II and III

Note technique 10 / Technical Note 10
 Géotechnique / Geotechnical

Sites détaillés des carrières et bancs d'emprunt / Quarries and Borrow Pits Detailed Sites
 Site B-034/R-033

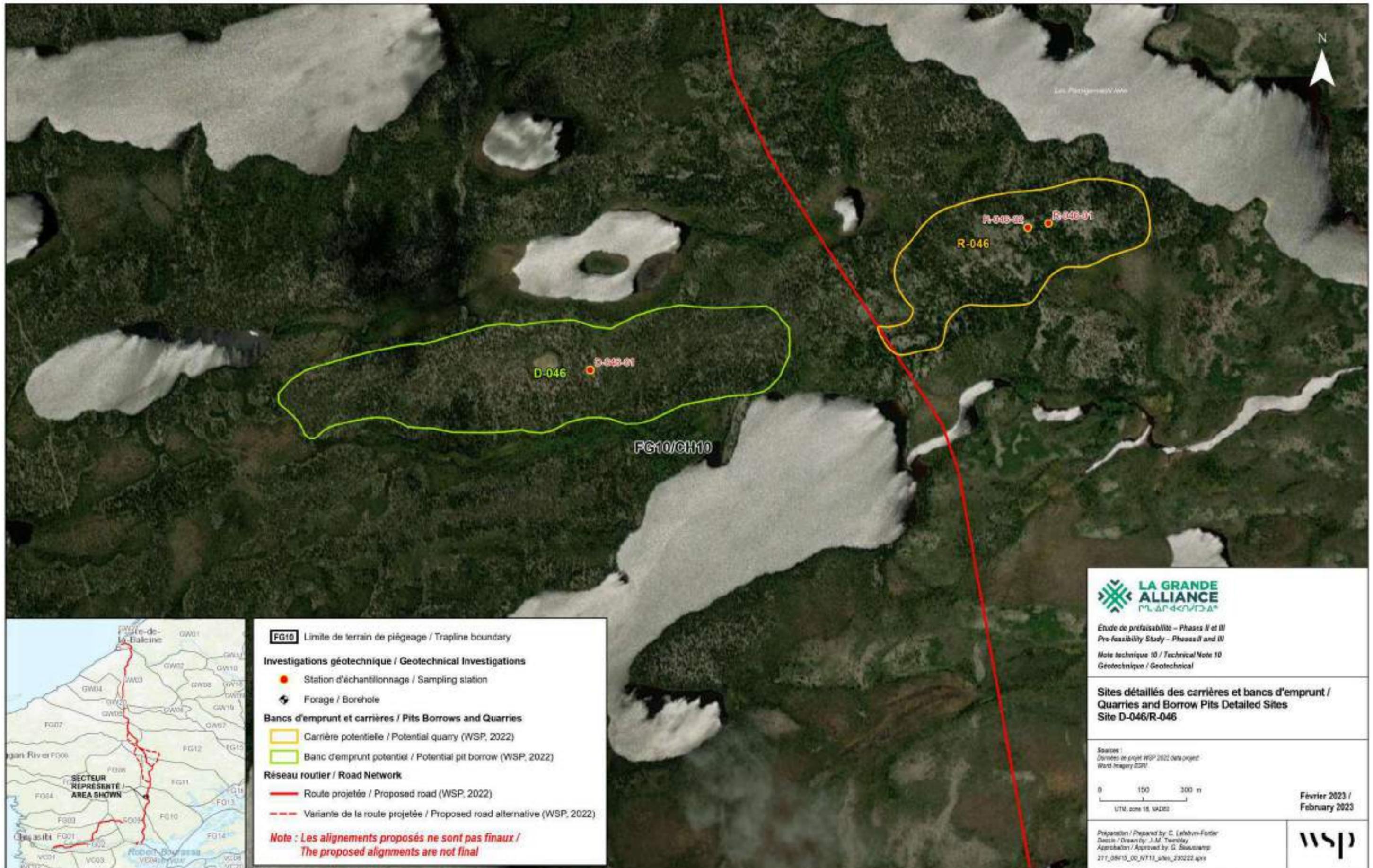
Sources:
 Données de projet WSP 2022 data project
 Ward Imagery 2021

0 150 300 m
 UTM, zone 18, WGS84

Février 2023 / February 2023

Préparation / Prepared by: C. Leblond-Fortier
 Dessin / Drawn by: J.M. Tardif
 Approbation / Approved by: G. Stastamp
 271_08410_00_V111_0001_230222.aprx

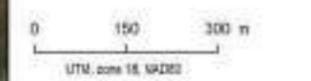
WSP



Étude de pré-faisabilité – Phases II et III
 Pre-feasibility Study – Phases II and III
 Note technique 10 / Technical Note 10
 Géotechnique / Geotechnical

**Sites détaillés des carrières et bancs d'emprunt /
 Quarries and Borrow Pits Detailed Sites
 Site D-046/R-046**

Sources:
 Données de projet WSP 2022 data project
 World Imagery ESRI



Février 2023 /
 February 2023

Préparation / Prepared by: C. Leblond-Fortier
 Dessin / Drawn by: J.M. Tardif
 Approbation / Approved by: G. Stasulamp
 211_08410_00_FT111_s006_230222.aprx



- FG10** Limite de terrain de piégeage / Trapline boundary
 - Investigations géotechnique / Geotechnical Investigations**
 - Station d'échantillonnage / Sampling station
 - ⊕ Forage / Borehole
 - Bancs d'emprunt et carrières / Pits Borrows and Quarries**
 - Carrière potentielle / Potential quarry (WSP, 2022)
 - ▭ Banc d'emprunt potentiel / Potential pit borrow (WSP, 2022)
 - Réseau routier / Road Network**
 - Route projetée / Proposed road (WSP, 2022)
 - - - Variante de la route projetée / Proposed road alternative (WSP, 2022)
- Note : Les alignements proposés ne sont pas finaux /
 The proposed alignments are not final**





FG11/CH11

R-054B

R-054C-F1

R-054C

FG10/CH10

R-054C-M

R-054D-F2

R-054D

FG10 Limite de terrain de piégeage / Trapline boundary

Investigations géotechnique / Geotechnical Investigations

- Station d'échantillonnage / Sampling station
- ⊕ Forage / Borehole

Bancs d'emprunt et carrières / Pits Borrows and Quarries

- Carrière potentielle / Potential quarry (WSP, 2022)
- Banc d'emprunt potentiel / Potential pit borrow (WSP, 2022)

Réseau routier / Road Network

- Route projetée / Proposed road (WSP, 2022)
- - - Variante de la route projetée / Proposed road alternative (WSP, 2022)

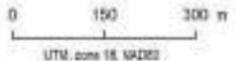
Note : Les alignements proposés ne sont pas finaux / The proposed alignments are not final



Étude de pré-faisabilité – Phases II et III
 Pre-feasibility Study – Phases II and III
 Note technique 10 / Technical Note 10
 Géotechnique / Geotechnical

Sites détaillés des carrières et bancs d'emprunt / Quarries and Borrow Pits Detailed Sites
 Site R-054A / R-054B / R-054C / R-054D

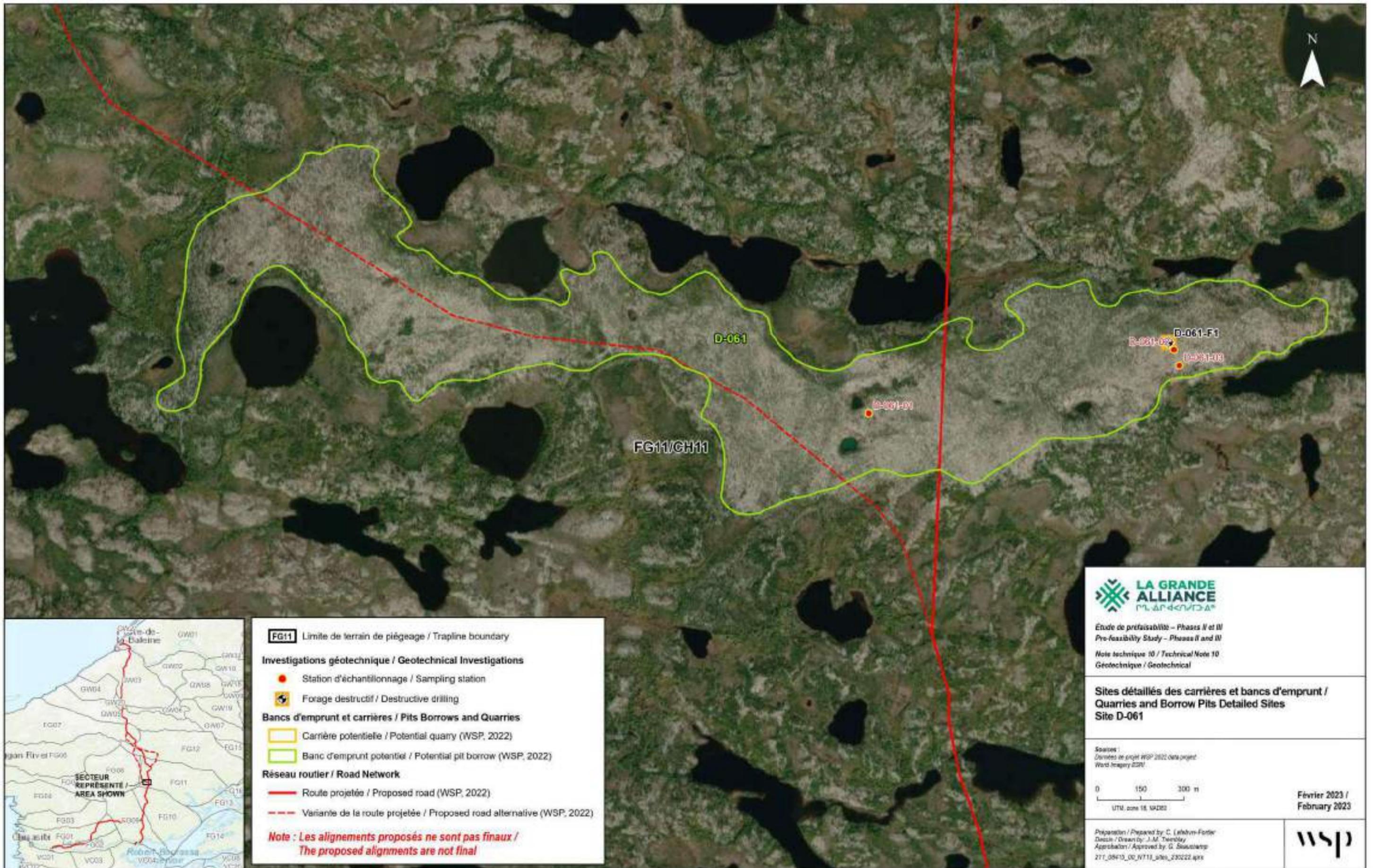
Sources :
 Données de projet WSP 2022 data project
 Ward Imagery 2021



Février 2023 / February 2023

Préparation / Prepared by: C. Leblond-Fortier
 Dessin / Drawn by: J.M. Tiesday
 Approbation / Approved by: G. Sausclair
 271_08410_00_FT11_s001_230222.apx





FG11 Limite de terrain de piégeage / Trapline boundary

Investigations géotechnique / Geotechnical Investigations

- Station d'échantillonnage / Sampling station
- ⚡ Forage destructif / Destructive drilling

Bancs d'emprunt et carrières / Pits Borrows and Quarries

- Carrière potentielle / Potential quarry (WSP, 2022)
- ▭ Banc d'emprunt potentiel / Potential pit borrow (WSP, 2022)

Réseau routier / Road Network

- Route projetée / Proposed road (WSP, 2022)
- - - Variante de la route projetée / Proposed road alternative (WSP, 2022)

Note : Les alignements proposés ne sont pas finaux / The proposed alignments are not final

LA GRANDE ALLIANCE
 "L'UNION FAIT LA FORCE"

Étude de pré-faisabilité – Phases II et III
 Pre-feasibility Study – Phases II and III

Note technique 10 / Technical Note 10
 Géotechnique / Geotechnical

Sites détaillés des carrières et bancs d'emprunt / Quarries and Borrow Pits Detailed Sites
Site D-061

Sources :
 Données de projet WSP 2022 data project
 Ward Imagery 2021

0 150 300 m
 UTM, zone 18, WGS84

Février 2023 / February 2023

Préparation / Prepared by: C. Leblond-Fortier
 Dessin / Drawn by: J.M. Tiesley
 Approbation / Approved by: G. Sautoump
 271_08410_00_FT11_sites_230222.aprx

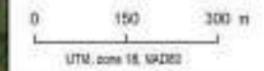
wsp



Étude de pré-faisabilité – Phases II et III
 Pre-feasibility Study – Phases II and III
 Note technique 10 / Technical Note 10
 Géotechnique / Geotechnical

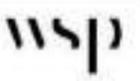
**Sites détaillés des carrières et bancs d'emprunt /
 Quarries and Borrow Pits Detailed Sites**
 Site BV-082

Sources:
 Données de projet WSP 2022, data project
 Ward Imagery 2021



Février 2023 /
 February 2023

Préparation / Prepared by: C. Leblond-Fortier
 Dessin / Drawn by: J.M. Tardif
 Approbation / Approved by: G. Staschun
 271_08410_00_FT11_sites_230222.aprx



FG11 Limite de terrain de piégeage / Trapline boundary

Investigations géotechnique / Geotechnical Investigations

- Station d'échantillonnage / Sampling station
- ⊕ Forage / Borehole

Bancs d'emprunt et carrières / Pits Borrows and Quarries

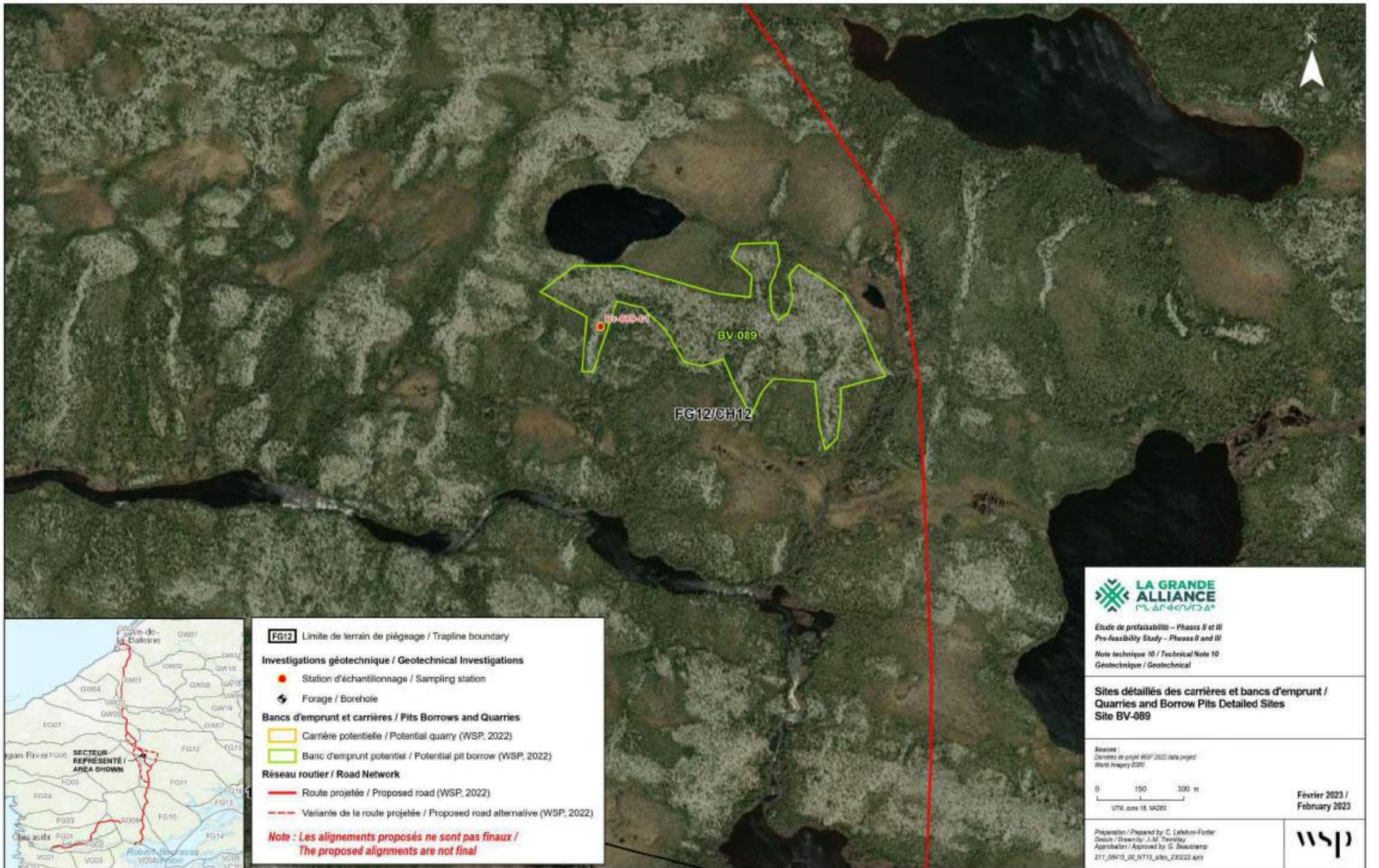
- Carrière potentielle / Potential quarry (WSP, 2022)
- ▭ Banc d'emprunt potentiel / Potential pit borrow (WSP, 2022)

Réseau routier / Road Network

- Route projetée / Proposed road (WSP, 2022)
- - - Variante de la route projetée / Proposed road alternative (WSP, 2022)

Note : Les alignements proposés ne sont pas finaux /
 The proposed alignments are not final





LA GRANDE ALLIANCE
 ԼՄՏԲԿՆՎՃԱԾ

Étude de pré-faisabilité – Phases II et III
 Pre-feasibility Study – Phases II and III

Note technique 10 / Technical Note 10
 Géotechnique / Geotechnical

**Sites détaillés des carrières et bancs d'emprunt /
 Quarries and Borrow Pits Detailed Sites**
 Site BV-089

Sources:
 Données de projet WSP 2022 data project
 World Imagery ESRI

0 150 300 m
 UTM, zone 18, WGS84

Février 2023 /
 February 2023

Préparation / Prepared by: C. Leblond-Fortier
 Dessin / Drawn by: J.M. Terebyay
 Approbation / Approved by: G. Sausstang
 271_08410_00_VT111_sites_230222.aprx

wsp

FG12 Limite de terrain de piégeage / Trapline boundary

Investigations géotechnique / Geotechnical Investigations

- Station d'échantillonnage / Sampling station
- ⊕ Forage / Borehole

Bancs d'emprunt et carrières / Pits Borrows and Quarries

- Carrière potentielle / Potential quarry (WSP, 2022)
- Banc d'emprunt potentiel / Potential pit borrow (WSP, 2022)

Réseau routier / Road Network

- Route projetée / Proposed road (WSP, 2022)
- - - Variante de la route projetée / Proposed road alternative (WSP, 2022)

**Note : Les alignements proposés ne sont pas finaux /
 The proposed alignments are not final**





RV-096

FG12/CH12

RV-096-02

RV-096-01

- FG12** Limite de terrain de piégeage / Trapline boundary
 - Investigations géotechnique / Geotechnical Investigations**
 - Station d'échantillonnage / Sampling station
 - ⚡ Forage / Borehole
 - Bancs d'emprunt et carrières / Pits Borrows and Quarries**
 - Carrière potentielle / Potential quarry (WSP, 2022)
 - Banc d'emprunt potentiel / Potential pit borrow (WSP, 2022)
 - Réseau routier / Road Network**
 - Route projetée / Proposed road (WSP, 2022)
 - - - Variante de la route projetée / Proposed road alternative (WSP, 2022)
- Note : Les alignements proposés ne sont pas finaux / The proposed alignments are not final**

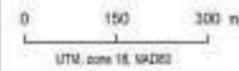
Il semble que le site a été décalé vers le sud puisque l'endroit était plus facile d'accès et proposait tout de même une bonne quantité de roc exploitable



Étude de pré-faisabilité – Phases II et III
 Pre-feasibility Study – Phases II and III
 Note technique 10 / Technical Note 10
 Géotechnique / Geotechnical

Sites détaillés des carrières et bancs d'emprunt /
 Quarries and Borrow Pits Detailed Sites
 Site RV-096

Sources :
 Données de projet WSP 2022 data project
 Ward Imagery 2021



Février 2023 /
 February 2023

Préparation / Prepared by: C. Leblond-Fortier
 Dessin / Drawn by: J.M. Tiesley
 Approbation / Approved by: G. Stastamp
 211_08410_00_V111_s006_230222.aprx

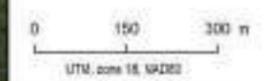




Étude de pré-faisabilité – Phases II et III
 Pre-feasibility Study – Phases II and III
 Note technique 10 / Technical Note 10
 Géotechnique / Geotechnical

**Sites détaillés des carrières et bancs d'emprunt /
 Quarries and Borrow Pits Detailed Sites
 Site B-110 / R-110**

Sources:
 Données de projet WSP 2022, data projet
 World Imagery ESRI



Février 2023 /
 February 2023

Préparation / Prepared by: C. Leblond-Fortier
 Dessin / Drawn by: J.M. Tiesley
 Approbation / Approved by: G. Sautoump
 211_08410_00_FT111_sites_230222.aprx



FG07 Limite de terrain de piégeage / Trapline boundary

Investigations géotechnique / Geotechnical Investigations

- Station d'échantillonnage / Sampling station
- ⊕ Forage / Borehole

Bancs d'emprunt et carrières / Pits Borrows and Quarries

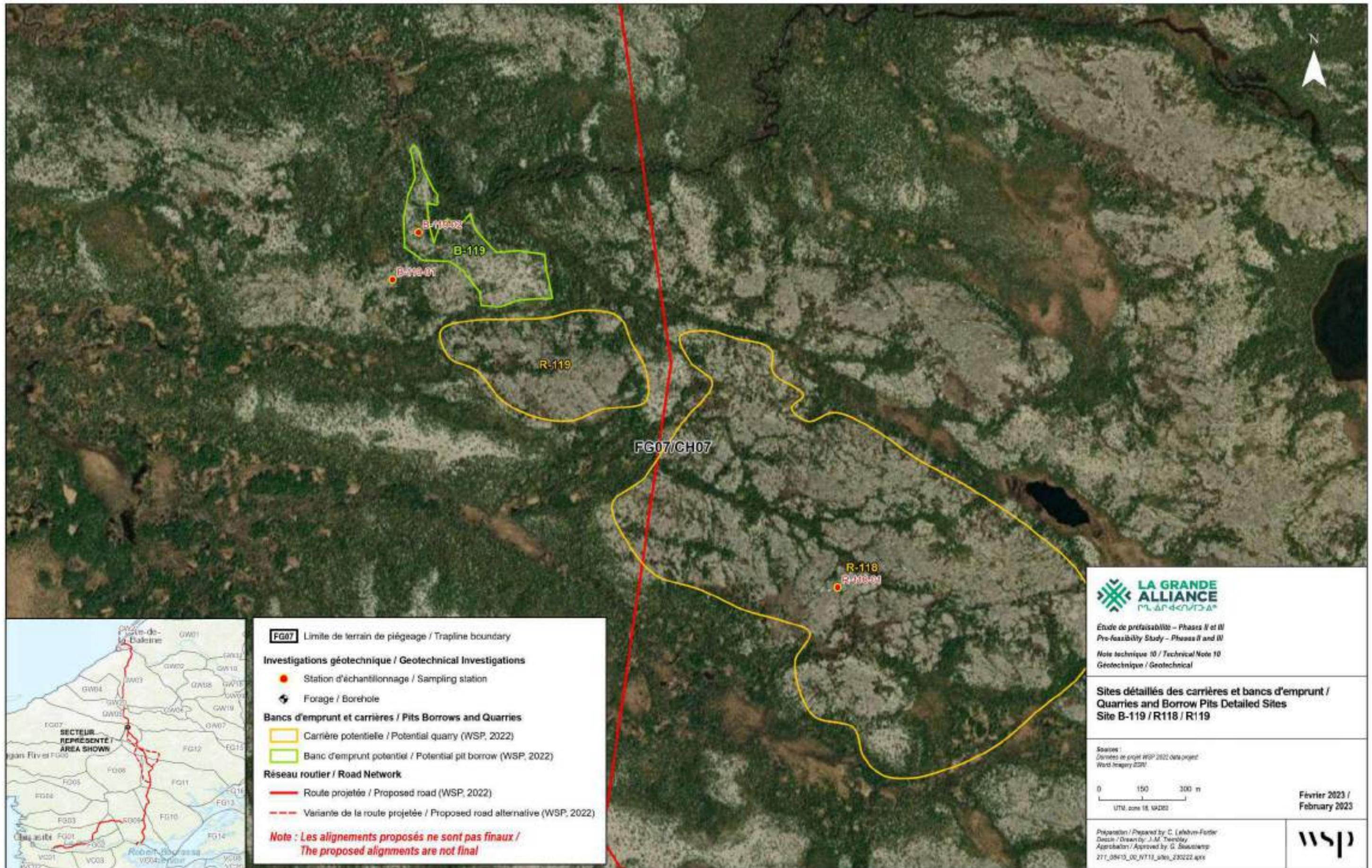
- Carrière potentielle / Potential quarry (WSP, 2022)
- Banc d'emprunt potentiel / Potential pit borrow (WSP, 2022)

Réseau routier / Road Network

- Route projetée / Proposed road (WSP, 2022)
- Variante de la route projetée / Proposed road alternative (WSP, 2022)

Note : Les alignements proposés ne sont pas finaux /
 The proposed alignments are not final





FG07 Limite de terrain de piégeage / Trapline boundary

Investigations géotechnique / Geotechnical Investigations

- Station d'échantillonnage / Sampling station
- ⊕ Forage / Borehole

Bancs d'emprunt et carrières / Pits Borrows and Quarries

- Carrière potentielle / Potential quarry (WSP, 2022)
- Banc d'emprunt potentiel / Potential pit borrow (WSP, 2022)

Réseau routier / Road Network

- Route projetée / Proposed road (WSP, 2022)
- Variante de la route projetée / Proposed road alternative (WSP, 2022)

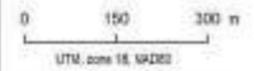
Note : Les alignements proposés ne sont pas finaux / The proposed alignments are not final



Étude de faisabilité – Phases II et III
 Pre-feasibility Study – Phases II and III
 Note technique 10 / Technical Note 10
 Géotechnique / Geotechnical

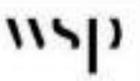
Sites détaillés des carrières et bancs d'emprunt / Quarries and Borrow Pits Detailed Sites
 Site B-119 / R118 / R119

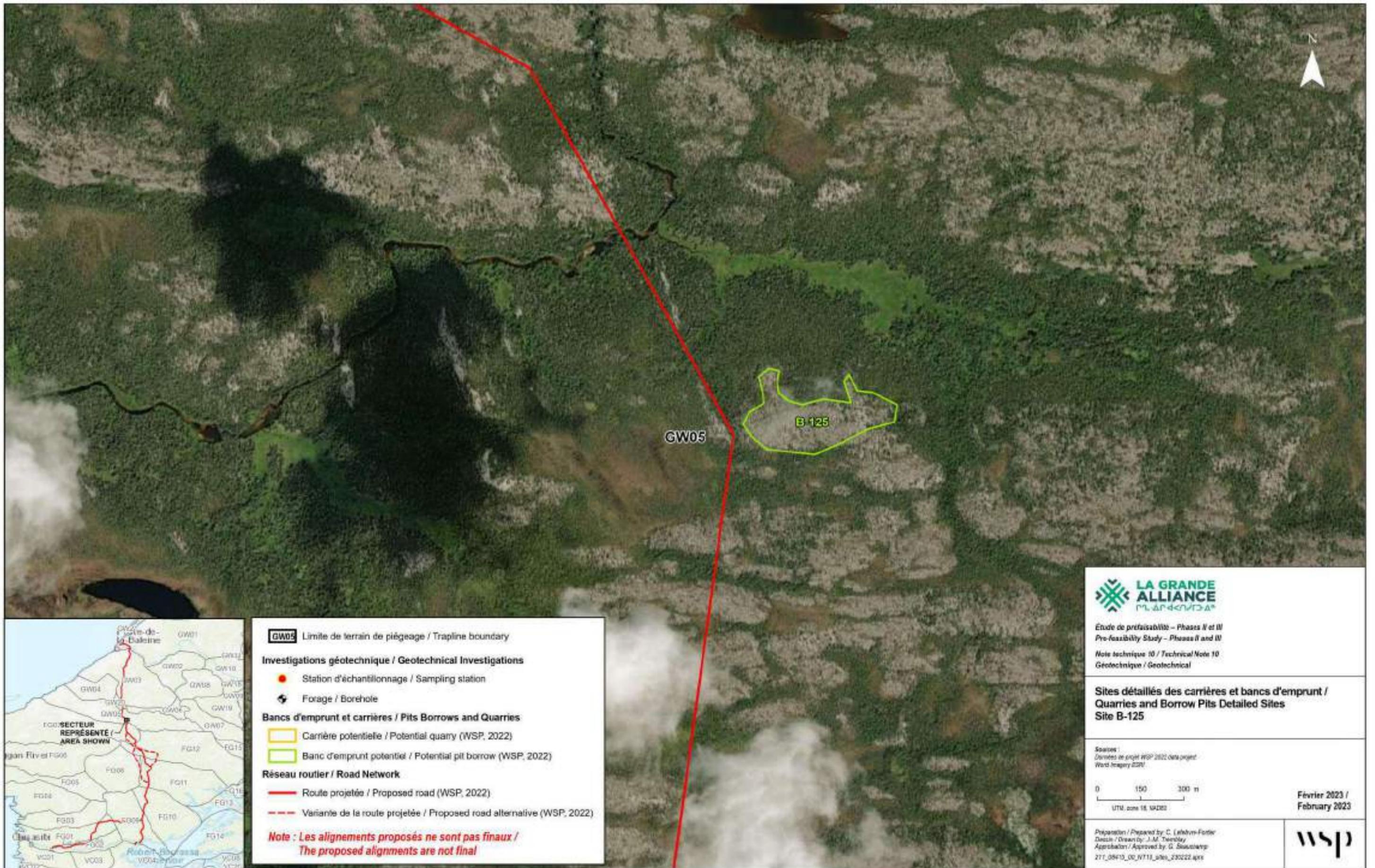
Sources:
 Données de projet WSP 2022 data project
 World Imagery ESRI



Février 2023 / February 2023

Préparation / Prepared by: C. Leblond-Fortin
 Dessin / Drawn by: J.M. Tiesday
 Approuvé / Approved by: G. Stastny
 271_08410_00_R119_sites_230222.aprx





GW05 Limite de terrain de piégeage / Trapline boundary

Investigations géotechnique / Geotechnical Investigations

- Station d'échantillonnage / Sampling station
- ⚙ Forage / Borehole

Bancs d'emprunt et carrières / Pits Borrows and Quarries

- Carrière potentielle / Potential quarry (WSP, 2022)
- Banc d'emprunt potentiel / Potential pit borrow (WSP, 2022)

Réseau routier / Road Network

- Route projetée / Proposed road (WSP, 2022)
- - - Variante de la route projetée / Proposed road alternative (WSP, 2022)

Note : Les alignements proposés ne sont pas finaux / The proposed alignments are not final

LA GRANDE ALLIANCE
 ΠΛΑΤΕΛΛΗΝΙΚΑ

Étude de pré-faisabilité – Phases II et III
 Pre-feasibility Study – Phases II and III

Note technique 10 / Technical Note 10
 Géotechnique / Geotechnical

Sites détaillés des carrières et bancs d'emprunt / Quarries and Borrow Pits Detailed Sites
Site B-125

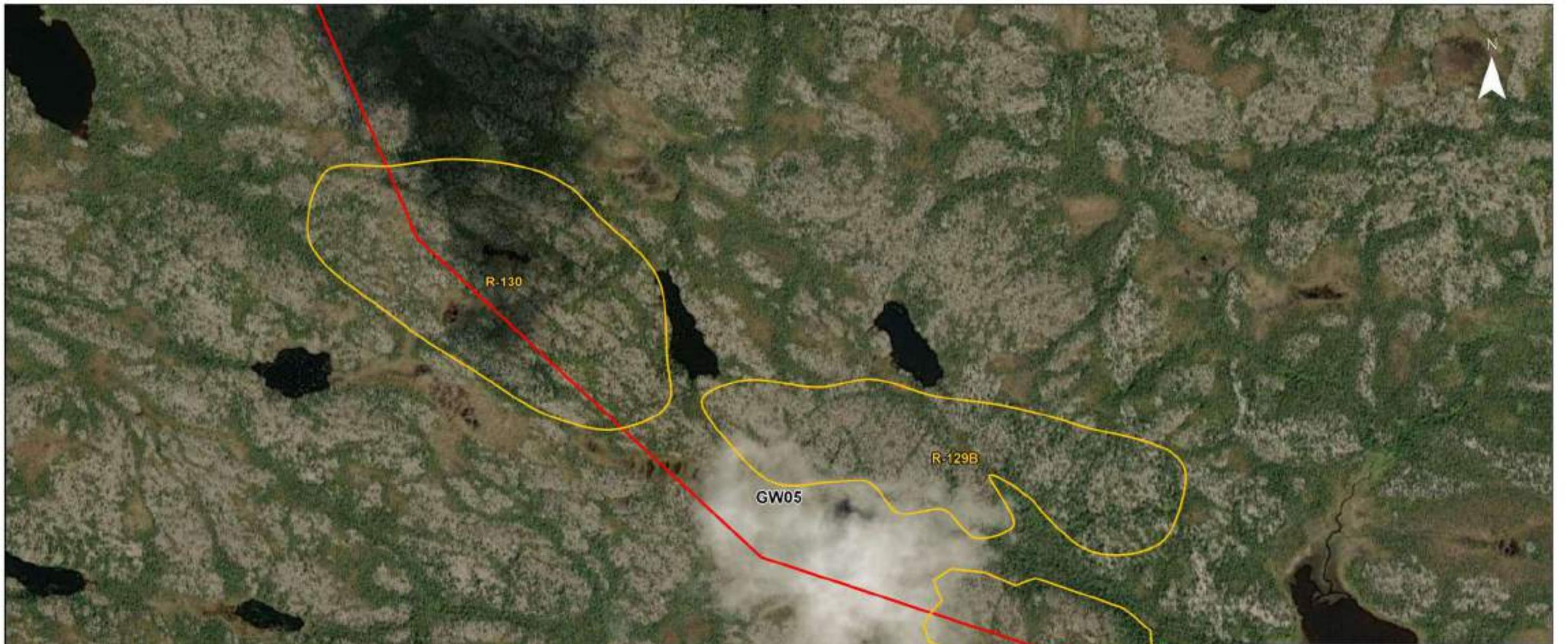
Sources :
 Données de projet WSP 2022 data project
 World Imagery ESRI

0 150 300 m
 UTM, zone 18, WGS84

Février 2023 / February 2023

Préparation / Prepared by: C. Leblond-Fortier
 Dessin / Drawn by: J.M. Tiesday
 Approbation / Approved by: G. Sautoump
 271_08410_00_VT111_s006_230222.aprx

wsp



GW05 Limite de terrain de piégeage / Trapline boundary

Investigations géotechnique / Geotechnical Investigations

- Station d'échantillonnage / Sampling station
- ⊕ Forage / Borehole

Bancs d'emprunt et carrières / Pits Borrows and Quarries

- Carrière potentielle / Potential quarry (WSP, 2022)
- Banc d'emprunt potentiel / Potential pit borrow (WSP, 2022)

Réseau routier / Road Network

- Route projetée / Proposed road (WSP, 2022)
- - - Variante de la route projetée / Proposed road alternative (WSP, 2022)

Note : Les alignements proposés ne sont pas finaux / The proposed alignments are not final

LA GRANDE ALLIANCE
 75 46 40 70 2 0

Étude de pré-faisabilité – Phases II et III
 Pre-feasibility Study – Phases II and III
 Note technique 10 / Technical Note 10
 Géotechnique / Geotechnical

Sites détaillés des carrières et bancs d'emprunt / Quarries and Borrow Pits Detailed Sites
 Site R-129A / R-129B / R-130

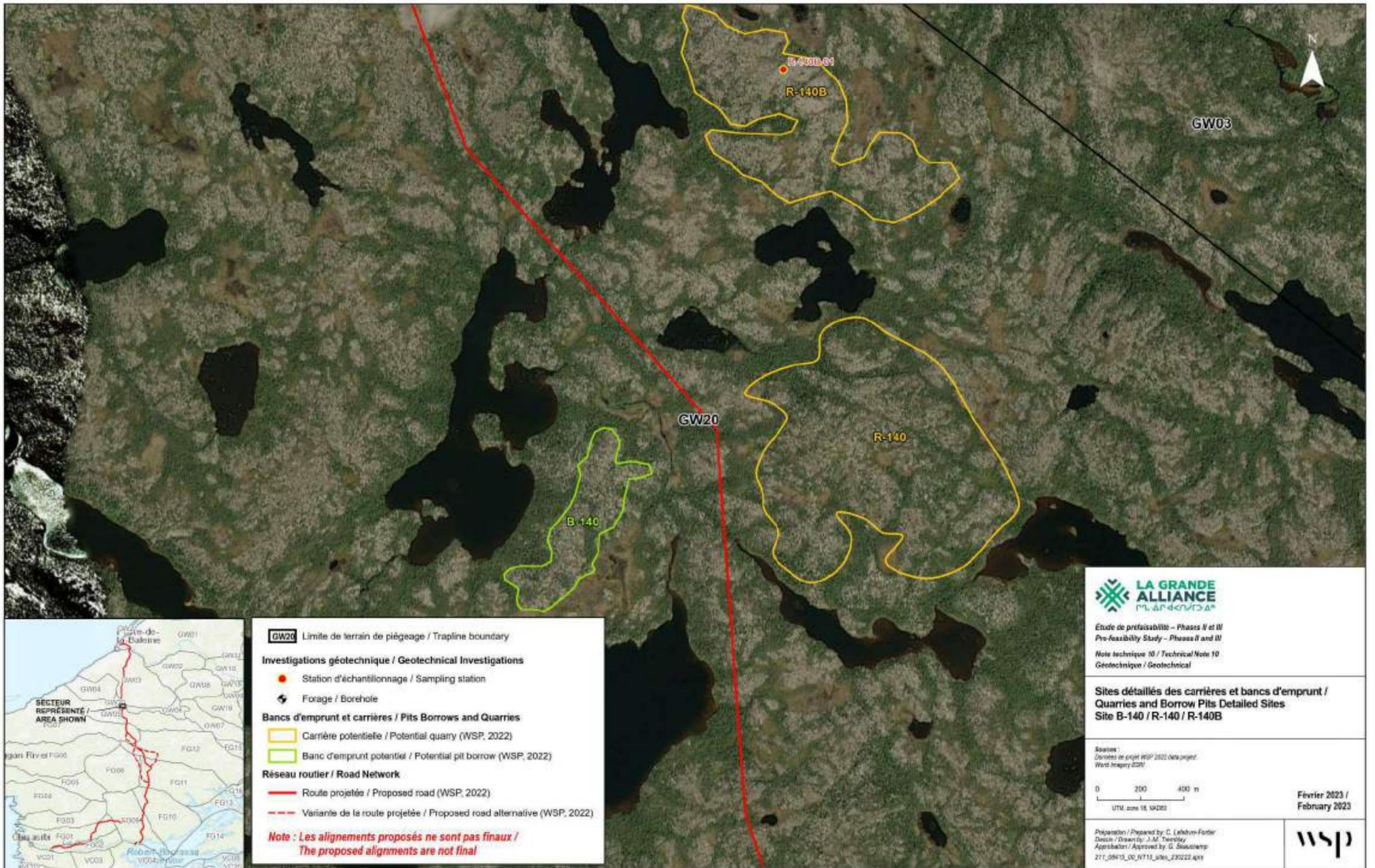
Sources :
 Données de projet WSP 2022 data project
 World Imagery ESRI

0 150 300 m
 UTM, zone 18, WGS84

Février 2023 / February 2023

Préparation / Prepared by: C. Leblond-Fortier
 Dessin / Drawn by: J.M. Tiesley
 Approbation / Approved by: G. Sautoump
 271_08410_00_V111_s001_230222.aprx

wsp



GW20 Limite de terrain de piégeage / Trapline boundary

Investigations géotechnique / Geotechnical Investigations

- Station d'échantillonnage / Sampling station
- ⊕ Forage / Borehole

Bancs d'emprunt et carrières / Pits Borrows and Quarries

- Carrière potentielle / Potential quarry (WSP, 2022)
- Banc d'emprunt potentiel / Potential pit borrow (WSP, 2022)

Réseau routier / Road Network

- Route projetée / Proposed road (WSP, 2022)
- - - Variante de la route projetée / Proposed road alternative (WSP, 2022)

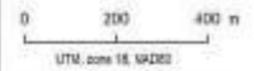
Note : Les alignements proposés ne sont pas finaux / The proposed alignments are not final



Étude de pré-faisabilité – Phases II et III
 Pre-feasibility Study – Phases II and III
 Note technique 10 / Technical Note 10
 Géotechnique / Geotechnical

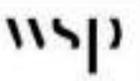
Sites détaillés des carrières et bancs d'emprunt / Quarries and Borrow Pits Detailed Sites
Site B-140 / R-140 / R-140B

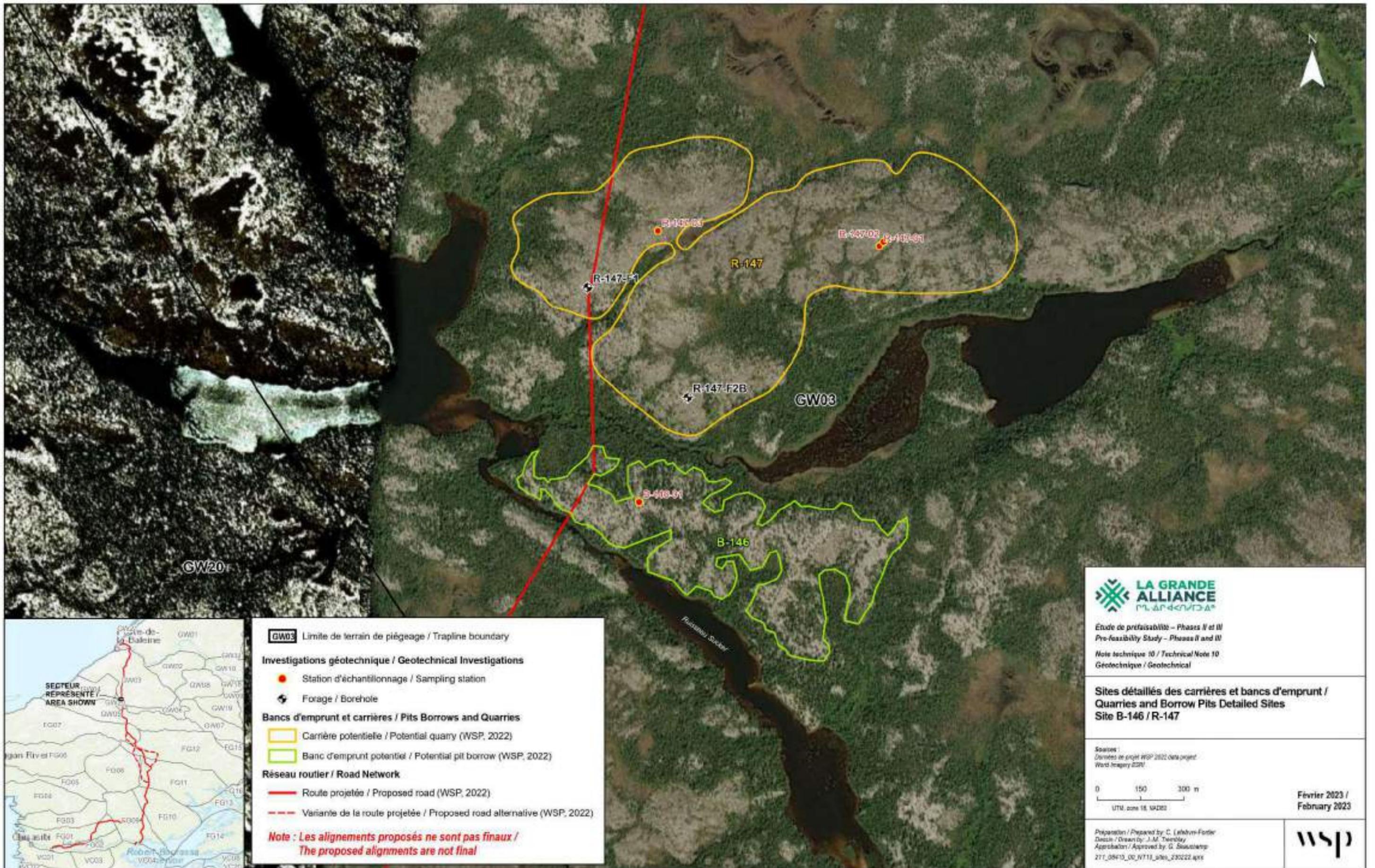
Sources :
 Données de projet WSP 2022 data project
 World Imagery ESRI



Février 2023 / February 2023

Préparation / Prepared by: C. Leblond-Fortier
 Dessin / Drawn by: J.M. Tiesley
 Approbation / Approved by: G. Sautoump
 271_08410_00_WT111_sites_230222.aprx





GW03 Limite de terrain de piégeage / Trapline boundary

Investigations géotechnique / Geotechnical Investigations

- Station d'échantillonnage / Sampling station
- ⊕ Forage / Borehole

Bancs d'emprunt et carrières / Pits Borrows and Quarries

- Carrière potentielle / Potential quarry (WSP, 2022)
- Banc d'emprunt potentiel / Potential pit borrow (WSP, 2022)

Réseau routier / Road Network

- Route projetée / Proposed road (WSP, 2022)
- - - Variante de la route projetée / Proposed road alternative (WSP, 2022)

Note : Les alignements proposés ne sont pas finaux / The proposed alignments are not final

LA GRANDE ALLIANCE
 CONSULTANTS

Étude de pré-faisabilité – Phases II et III
 Pre-feasibility Study – Phases II and III

Note technique 10 / Technical Note 10
 Géotechnique / Geotechnical

Sites détaillés des carrières et bancs d'emprunt / Quarries and Borrow Pits Detailed Sites
 Site B-146 / R-147

Sources:
 Données de projet WSP 2022, data projet
 Ward Imagery 2021

0 150 300 m
 UTM, zone 18, NAD83

Février 2023 / February 2023

Préparation / Prepared by: C. Leblond-Fortier
 Dessin / Drawn by: J.M. Tardif
 Approbation / Approved by: G. Stasulamp
 271_08410_00_FT111_sites_230222.aprx

wsp



GW03 Limite de terrain de piégeage / Trapline boundary

Investigations géotechnique / Geotechnical Investigations

- Station d'échantillonnage / Sampling station
- ⊕ Forage / Borehole

Bancs d'emprunt et carrières / Pits Borrows and Quarries

- Carrière potentielle / Potential quarry (WSP, 2022)
- Banc d'emprunt potentiel / Potential pit borrow (WSP, 2022)

Réseau routier / Road Network

- Route projetée / Proposed road (WSP, 2022)
- - - Variante de la route projetée / Proposed road alternative (WSP, 2022)

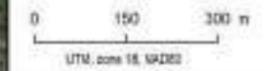
Note : Les alignements proposés ne sont pas finaux / The proposed alignments are not final



Étude de faisabilité – Phases II et III
 Pre-feasibility Study – Phases II and III
 Note technique 10 / Technical Note 10
 Géotechnique / Geotechnical

Sites détaillés des carrières et bancs d'emprunt / Quarries and Borrow Pits Detailed Sites
Site D-164 / R-165

Sources :
 Données de projet WSP 2022 data project
 World Imagery ESRI



Février 2023 / February 2023

Préparation / Prepared by: C. Leblond-Fortier
 Dessin / Drawn by: J.M. Tiesley
 Approbation / Approved by: G. Sautoump
 271_08410_00_FT111_sites_230222.aprx





GW03 Limite de terrain de piégeage / Trapline boundary

Investigations géotechnique / Geotechnical Investigations

- Station d'échantillonnage / Sampling station
- ⊕ Forage / Borehole

Bancs d'emprunt et carrières / Pits Borrows and Quarries

- Carrière potentielle / Potential quarry (WSP, 2022)
- Banc d'emprunt potentiel / Potential pit borrow (WSP, 2022)

Réseau routier / Road Network

- Route projetée / Proposed road (WSP, 2022)
- - - Variante de la route projetée / Proposed road alternative (WSP, 2022)

Note : Les alignements proposés ne sont pas finaux / The proposed alignments are not final

LA GRANDE ALLIANCE
 L'UNION FAIT LA FORCE

Étude de pré-faisabilité – Phases II et III
 Pre-feasibility Study – Phases II and III

Note technique 10 / Technical Note 10
 Géotechnique / Geotechnical

Sites détaillés des carrières et bancs d'emprunt / Quarries and Borrow Pits Detailed Sites
 Site D-181A / R-181A

Sources :
 Données de projet WSP 2022, data projet
 World Imagery ESRI

0 150 300 m
 UTM, zone 18, WGS84

Février 2023 / February 2023

Préparation / Prepared by: C. Leblond-Fortin
 Dessin / Drawn by: J.M. Tardif
 Approbation / Approved by: G. Stasilewicz
 211_08410_00_FT111_s006_230222.aprx

wsp



GW03 Limite de terrain de piégeage / Trapline boundary

Investigations géotechnique / Geotechnical Investigations

- Station d'échantillonnage / Sampling station
- ⊗ Forage / Borehole

Bancs d'emprunt et carrières / Pits Borrows and Quarries

- Carrière potentielle / Potential quarry (WSP, 2022)
- ▭ Banc d'emprunt potentiel / Potential pit borrow (WSP, 2022)

Réseau routier / Road Network

- Route projetée / Proposed road (WSP, 2022)
- - - Variante de la route projetée / Proposed road alternative (WSP, 2022)

Note : Les alignements proposés ne sont pas finaux / The proposed alignments are not final

LA GRANDE ALLIANCE
 CONSULTANTS

Étude de pré-faisabilité – Phases II et III
 Pre-feasibility Study – Phases II and III

Note technique 10 / Technical Note 10
 Géotechnique / Geotechnical

Sites détaillés des carrières et bancs d'emprunt / Quarries and Borrow Pits Detailed Sites
 Site D-192 / R192

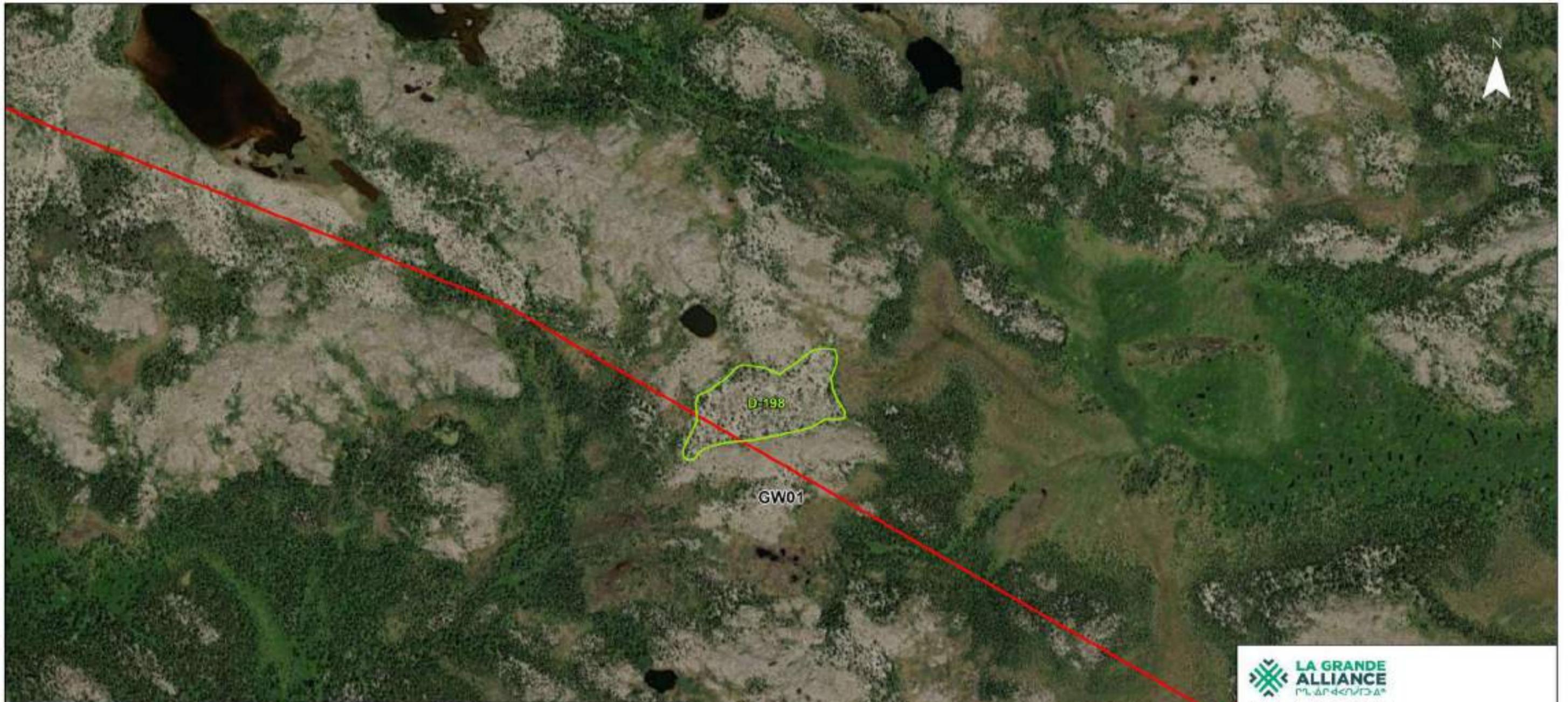
Sources :
 Données de projet WSP 2022 data project
 World Imagery ESRI

0 150 300 m
 UTM, zone 18, WGS84

Février 2023 / February 2023

Préparation / Prepared by: C. Leblond-Fortier
 Dessin / Drawn by: J.M. Tiesley
 Approbation / Approved by: G. Sautoump
 271_08410_00_FT111_sites_230222.aprx

wsp



GW01 Limite de terrain de piégeage / Trapline boundary

Investigations géotechnique / Geotechnical Investigations

- Station d'échantillonnage / Sampling station
- ⊕ Forage / Borehole

Bancs d'emprunt et carrières / Pits Borrows and Quarries

- Carrière potentielle / Potential quarry (WSP, 2022)
- Banc d'emprunt potentiel / Potential pit borrow (WSP, 2022)

Réseau routier / Road Network

- Route projetée / Proposed road (WSP, 2022)
- - - Variante de la route projetée / Proposed road alternative (WSP, 2022)

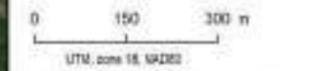
Note : Les alignements proposés ne sont pas finaux / The proposed alignments are not final



Étude de faisabilité – Phases II et III
 Pre-feasibility Study – Phases II and III
 Note technique 10 / Technical Note 10
 Géotechnique / Geotechnical

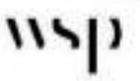
Sites détaillés des carrières et bancs d'emprunt / Quarries and Borrow Pits Detailed Sites
Site D-198

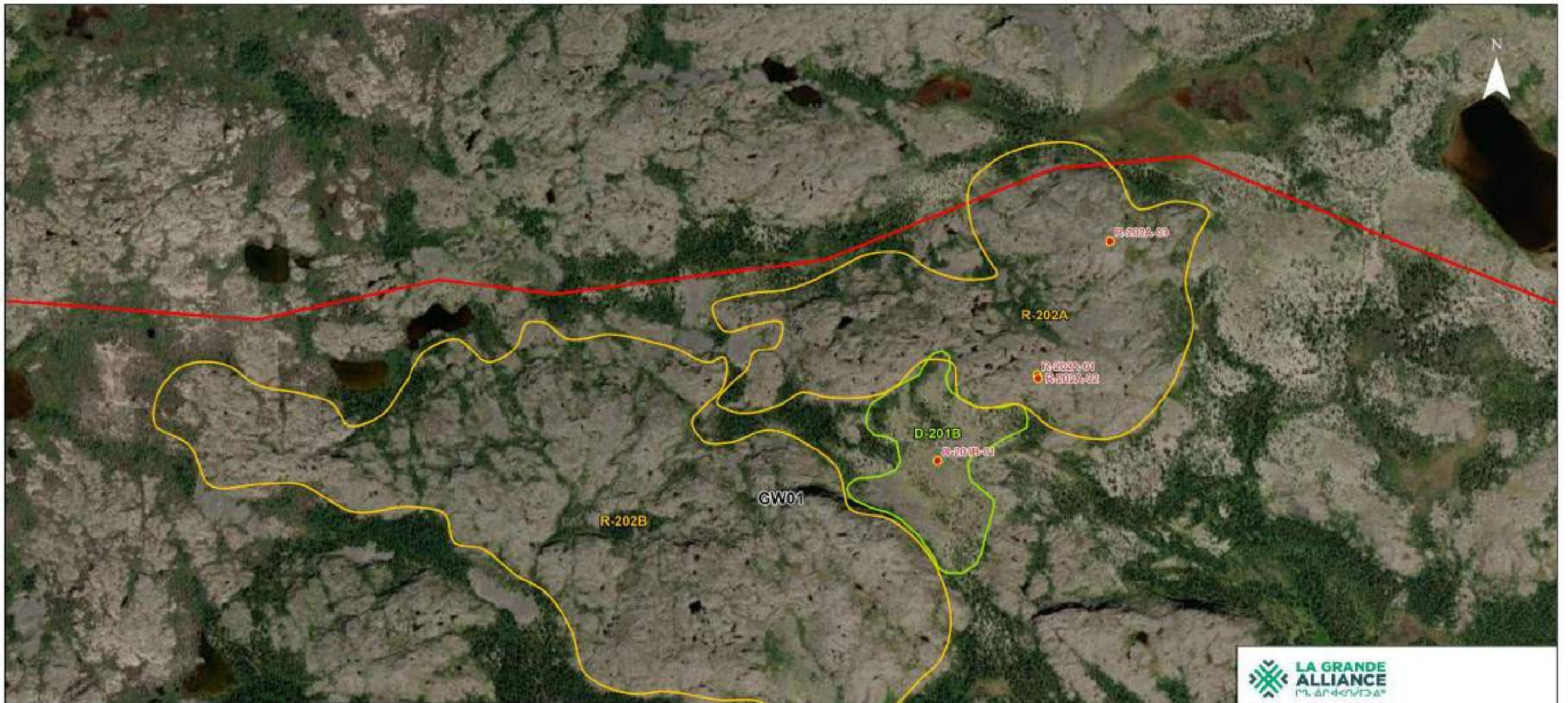
Sources :
 Données de projet WSP 2022 data projet
 Ward Imagery 2021



Février 2023 / February 2023

Préparation / Prepared by: C. Leblond-Fortier
 Dessin / Drawn by: J.M. Tiesley
 Approbation / Approved by: G. Sausclair
 271_08410_00_WT11_0000_230222.aprx





GW01 Limite de terrain de piégeage / Trapline boundary

Investigations géotechnique / Geotechnical Investigations

- Station d'échantillonnage / Sampling station
- ⊕ Forage / Borehole

Bancs d'emprunt et carrières / Pits Borrows and Quarries

- Carrière potentielle / Potential quarry (WSP, 2022)
- Banc d'emprunt potentiel / Potential pit borrow (WSP, 2022)

Réseau routier / Road Network

- Route projetée / Proposed road (WSP, 2022)
- - - Variante de la route projetée / Proposed road alternative (WSP, 2022)

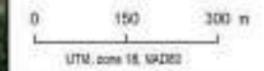
Note : Les alignements proposés ne sont pas finaux / The proposed alignments are not final



Étude de faisabilité – Phases II et III
 Pre-feasibility Study – Phases II and III
 Note technique 10 / Technical Note 10
 Géotechnique / Geotechnical

Sites détaillés des carrières et bancs d'emprunt / Quarries and Borrow Pits Detailed Sites
 Site D-201B / R-202A / R-202B

Sources :
 Données de projet WSP 2022 data project
 World Imagery ESRI



Février 2023 / February 2023

Préparation / Prepared by: C. Leblond-Fortier
 Dessin / Drawn by: J.M. Tardif
 Approbation / Approved by: G. Sautter
 271_08410_00_FT111_s001_230222.aprx





GW01 Limite de terrain de piégeage / Trapline boundary

Investigations géotechnique / Geotechnical Investigations

- Station d'échantillonnage / Sampling station
- ⚙ Forage / Borehole

Bancs d'emprunt et carrières / Pits Borrows and Quarries

- Carrière potentielle / Potential quarry (WSP, 2022)
- ▭ Banc d'emprunt potentiel / Potential pit borrow (WSP, 2022)

Réseau routier / Road Network

- Route projetée / Proposed road (WSP, 2022)
- - - Variante de la route projetée / Proposed road alternative (WSP, 2022)

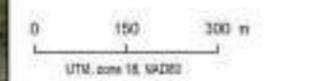
Note : Les alignements proposés ne sont pas finaux / The proposed alignments are not final



Étude de pré-faisabilité – Phases II et III
 Pre-feasibility Study – Phases II and III
 Note technique 10 / Technical Note 10
 Géotechnique / Geotechnical

Sites détaillés des carrières et bancs d'emprunt / Quarries and Borrow Pits Detailed Sites Site D-205

Sources :
 Données de projet WSP 2022 data projet
 Ward Imagery 2021



Février 2023 / February 2023

Préparation / Prepared by: C. Leblond-Fortier
 Dessin / Drawn by: J.M. Tiesday
 Approbation / Approved by: G. Sautoump
 271_08410_00_FT11_0001_230222.aprx





GW01 Limite de terrain de piégeage / Trapline boundary

Investigations géotechnique / Geotechnical Investigations

- Station d'échantillonnage / Sampling station
- ⊕ Forage / Borehole

Bancs d'emprunt et carrières / Pits Borrows and Quarries

- Carrière potentielle / Potential quarry (WSP, 2022)
- ▭ Banc d'emprunt potentiel / Potential pit borrow (WSP, 2022)

Réseau routier / Road Network

- Route projetée / Proposed road (WSP, 2022)
- - - Variante de la route projetée / Proposed road alternative (WSP, 2022)

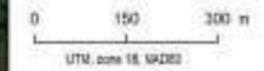
Note : Les alignements proposés ne sont pas finaux / The proposed alignments are not final



Étude de préaisabilité – Phases II et III
 Pre-feasibility Study – Phases II and III
 Note technique 10 / Technical Note 10
 Géotechnique / Geotechnical

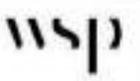
Sites détaillés des carrières et bancs d'emprunt / Quarries and Borrow Pits Detailed Sites
Site 95882

Sources :
 Données de projet WSP 2022 data projet
 Ward Imagery 2021



Février 2023 / February 2023

Préparation / Prepared by: C. Leblond-Fortier
 Dessin / Drawn by: J.M. Tuesday
 Approbation / Approved by: G. Sautoump
 271_08410_00_FT111_s000_230222.aprx



ANNEXE

E-2 LOGS DE FORAGE



NOTES EXPLICATIVES SUR LES RAPPORTS DE SONDAGE

PROFONDEUR : Distance par rapport à la surface du sol des différents contacts géologiques.

ÉLÉVATION : Référence à un point géodésique ou à un point arbitraire de l'emplacement vertical d'un sondage.

DESCRIPTION DES SOLS ET DU ROC

Classification des sols	Dimension des particules (mm)
Argile	< 0,002
Silt	0,002 à 0,080
Sable fin	0,080 à 0,4
Sable moyen	0,4 à 2
Sable grossier	2 à 5
Gravier fin	5 à 20
Gravier grossier	20 à 80
Cailloux	80 à 300
Blocs	> 300

Terminologie descriptive	Pourcentage
« Traces »	1 à 10 %
« Un peu »	10 à 20 %
Adjectif (ex., graveleux)	20 à 35 %
« Et »	35 à 50 %

Sols pulvérulents ou granulaires	Indice N de l'essai de pénétration standard (coups/300 mm)
Très lâche	0 - 4
Lâche	4 - 10
Compact	10 - 30
Dense	30 - 50
Très dense	> 50

Sols cohérents	Résistance au cisaillement non drainé (kPa)
Très mou	≤ 12
Mou	12 à 25
Ferme	25 à 50
Raide	50 à 100
Très raide	100 à 200
Dure	> 200

Classification du roc	Indice RQD
Très mauvaise qualité	< 25 %
Mauvaise qualité	25 à 50 %
Qualité moyenne	50 à 75 %
Bonne qualité	75 à 90 %
Excellente qualité	90 à 100 %

SYMBOLES

Roc		Gravier		Argile	
Bloc		Sable		Remblai	
Cailloux		Silt		Sol organique	

ÉCHANTILLONS

TYPE ET NUMÉRO : Type d'échantillon conformément à la méthode d'échantillonnage utilisée et séquence numérique croissante correspondante à l'ordre d'échantillonnage.

SOUS-ÉCHANTILLON : S'applique lorsque plus d'une stratigraphie compose l'échantillon. La classification en sous-échantillon permet de différencier les stratigraphies pour les essais en laboratoire.

ÉTAT : Illustrer par un symbole défini dans l'entête du rapport de sondage. Permet de définir la condition de l'échantillon.

RÉCUPÉRATION : Rapport entre la longueur récupérée dans l'échantillonneur versus la longueur enfoncée de cet échantillonneur.

INDICE N : Obtenu par l'essai de pénétration standard, correspondant au nombre de coups d'un marteau de 63,5 kg tombant d'une hauteur de 760 mm nécessaire pour enfoncer un carottier fendu de 51 mm de diamètre sur une longueur de 300 mm.

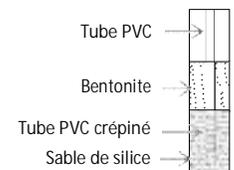
RQD : Rapport entre la sommation des morceaux plus longs que 100 mm de roc intact et la longueur forée d'une course.

GRAPHIQUE

Graphique permettant d'illustrer la résistance au cisaillement non drainé des sols cohérents, les essais de pénétration dynamique, les teneurs en eau et les limites d'Atterberg.

NIVEAU D'EAU

Cette colonne représente le niveau d'eau mesuré à la date indiquée. Le détail d'installation est illustré schématiquement.



ESSAIS

Cette section présente les résultats des essais effectués en chantier et au laboratoire. La définition des abréviations utilisées est indiquée dans l'entête du rapport de sondage.

Nom du consultant :	Nom du client :	Page 1 de 1 RAPPORT DE FORAGE							
		Sondage N° R-010-F1							
Nom du projet : Étude de faisabilité - La Grande Alliance - Infrastructures de transport		Coordonnées géodésiques (m) X : 340 633,1							
Nom du requérant : Société de développement crie		UTM Zone 18 (NAD 83) Y : 5 972 389,5							
Localisation civile : Grande Alliance - Baie-James		Z : 206,00							
Entrepreneur en forage : Succession Forage George Downing Ltée.	Inclinaison : 90	No. de projet : 211-08415-00							
Type de forage : Forage au diamant	Azimut :	No. plan de localisation : ANNEXE E-1							
Diamètre du forage : BTW	Diamètre du carottier : BTW	Date du début du sondage : 2022-09-06							
Technicien : Christophe Ménard, CPI	Vérifié par : Philip Dumont, géo.	Profondeur du sondage : 16,06 m							
TYPE D'ÉCHANTILLON		ÉTAT DE L'ÉCHANTILLON							
CF Cuillère fendue	Remanié	COMPACITÉ et INDICE "N"							
CR Échantillon par forage au diamant	Intact	Très lâche 0-4							
EM Manuel	Perdu	Lâche 4-10							
TA Tarière	Forage au diamant	Compact 10-30							
TT Tube transparent		Dense 30-50							
TS Tube shelby		Très dense >50							
		INDICE DE QUALITÉ DU ROC							
		% RQD QUALIFICATIF							
		<25 Très mauvais							
		25-50 Mauvais							
		50-75 Moyen							
		75-90 Bon							
		90-100 Excellent							
		SYMBOLES							
		N: Indice de pénétration standard							
		R: Refus (N > 100)							
		PM: Poids du marteau / 61 cm							
		% RQD = Σ Carottes > 4 po. (10 cm)							
		Longueur forée							
TERMINOLOGIE		CLASSIFICATION DES SOLS							
"traces" 1-10%	Argile < 0,002 mm	CONSISTANCE et RÉSISTANCE au CISAILEMENT (Cu)							
"un peu" 10-20%	Silt 0,002 à 0,080 mm		Très molle <12 kPa						
adjectif (...eux) 20-35%	Sable 0,080 à 5 mm		Molle 12-25 kPa						
"et" 35-50%	Gravier 5 à 80 mm		Ferme 25-50 kPa						
	Cailloux 80 à 300 mm		Raide 50-100 kPa						
	Blocs > 300 mm		Très raide 100-200 kPa						
		Dure >200 kPa							
		DÉTAILS D'INSTALLATION							
		Piézo Hauteur du PVC/Sol* (m)							
		NIVEAUX D'EAU							
		Piézo Date Prof* (m) Niveau (m)							
		* PVC hors sol : - PVC sous la surface du terrain : +							
		* Prof. par rapport à la surface du terrain							
PROFONDEUR (m)	STRATIGRAPHIE		ÉCHANTILLONS				GRAPHIQUE	INSTALLATION	ESSAIS
	PROFONDEUR (pi)	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBOLES	TYPE - NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE RÉCUPÉRATION (%)			
	NIVEAU (m) / PROFONDEUR								AC Analyse chimique
	206,00	Niveau							W_L Limite liquide
1	0,00	Roc: Syénite à quartz et Monzonite à quartz, gris pâle rosé à gris foncé, grains moyens à grossiers, massif avec présence d'un léger rubanement diffus, non altéré et très faiblement météorisé.		CR-01	BTW	100 70			W_P Limite plastique
5				CR-02	BTW	100 71			W_N Teneur en eau
2				CR-03	BTW	100 56			Cu Cisaillement non drainé
3	10	Présence de joints sub-horizontaux.		CR-04	BTW	100 100			Cur Cisaillement remanié
4	15	Roc de qualité (RQD): Moyenne jusqu'à 4,03 m, puis bonne à excellente par la suite.		CR-05	BTW	100 84			σ_v Préconsolidation
5	20			CR-06	BTW	100 93			U_P Compression uniaxiale sur carotte de roc
6	25			CR-07	BTW	100 88			Dup Ech. duplicata prélevé
7	30			CR-08	BTW	100 98			
8	35			CR-09	BTW	100 97			
9	40			CR-10	BTW	100 98			
10	45			CR-11	BTW	100 93			
11	50								
12	189,94								
13	16,06	Fin du forage.							
14									
15									
16									
17									
Remarque(s) :									

Nom du consultant :	Nom du client :	Page 1 de 1 <h2 style="text-align: center;">RAPPORT DE FORAGE</h2>			
Nom du projet : Étude de faisabilité - La Grande Alliance - Infrastructures de transport Nom du requérant : Société de développement crie Localisation civile : Grande Alliance - Baie-James Entrepreneur en forage : Succession Forage George Downing Ltée. Inclinaison : 90 Type de forage : Forage au diamant Azimut : Diamètre du forage : BTW Diamètre du carottier : BTW Technicien : Christophe Ménard, CPI Vérifié par : Philip Dumont, géo.		Sondage N° R-010-F2 Coordonnées géodésiques (m) X : 340 600,0 UTM Zone 18 (NAD 83) Y : 5 972 692,9 Z : 201,00 No. de projet : 211-08415-00 No. plan de localisation : ANNEXE E-1 Date du début du sondage : 2022-09-05 Profondeur du sondage : 15,36 m			
TYPE D'ÉCHANTILLON CF Cuillère fendue CR Échantillon par forage au diamant EM Manuel TA Tarière TT Tube transparent TS Tube shelby	ÉTAT DE L'ÉCHANTILLON Remanié Intact Perdu Forage au diamant	COMPACITÉ et INDICE "N" Très lâche 0-4 Lâche 4-10 Compact 10-30 Dense 30-50 Très dense >50	INDICE DE QUALITÉ DU ROC % RQD QUALIFICATIF <25 Très mauvais 25-50 Mauvais 50-75 Moyen 75-90 Bon 90-100 Excellent	SYMBOLES N: Indice de pénétration standard R: Refus (N > 100) PM: Poids du marteau / 61 cm % RQD = Σ Carottes > 4 po. (10 cm) Longueur forée	
TERMINOLOGIE "traces" 1-10% "un peu" 10-20% adjectif (...eux) 20-35% "et" 35-50%	CLASSIFICATION DES SOLS Argile < 0,002 mm Silt 0,002 à 0,080 mm Sable 0,080 à 5 mm Gravier 5 à 80 mm Cailloux 80 à 300 mm Blocs > 300 mm	CONSISTANCE et RÉSISTANCE au CISAILEMENT (Cu) Très molle <12 kPa Molle 12-25 kPa Ferme 25-50 kPa Raide 50-100 kPa Très raide 100-200 kPa Dure >200 kPa	DÉTAILS D'INSTALLATION Piézo Hauteur du PVC/Sol* (m)	NIVEAUX D'EAU Piézo Date Prof* (m) Niveau (m)	
PROFONDEUR (m) PROFONDEUR (pi) NIVEAU (m) / PROFONDEUR	STRATIGRAPHIE DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBOLES	ÉCHANTILLONS TYPE - NO SOUS - ÉCH. ÉTAT et CALIBRE RÉCUPÉRATION (%) N, Nc ou RQD	GRAPHIQUE X : N (pen. standard) + : Nc (pen. dynamique) ■ : Cu (laboratoire) □ : Cu (laboratoire) ▲ : Cu (chantier) △ : Cu (chantier) 	INSTALLATION ESSAIS AG Analyse granulométrique AC Analyse chimique W Limite liquide W _L Limite plastique W _P Limite plastique W _N Teneur en eau Cu Cisaillement non drainé Cur Cisaillement remanié σ _c Préconsolidation U _p Compression uniaxiale sur carotte de roc Dup Ech. duplicata prélevé
201,00 0,00 1 5 2 10 3 15 4 20 5 25 6 30 7 35 8 40 9 45 10 50 11 15,36 12 13 14 15 16 17	Niveau Roc: Syénite à quartz, gris foncé à pâle rosé, grains moyens à très grossiers, massif, non altéré et très faiblement météorisé. Présence de joints sub-horizontaux. Roc de qualité (RQD): Moyenne jusqu'à 0,85 m, puis excellente par la suite. Syénite à quartz, gris foncé à pâle rosé, grains moyens à grossiers, légèrement rubanné, non altéré et très faiblement météorisé. Présence de joints sub-horizontaux. Roc de qualité (RQD): Bonne à excellente excepté de 10,09 à 11,65 m où la qualité est plutôt moyenne. Fin du forage.		CR-01 BTW 100 55 CR-02 BTW 100 92 CR-03 BTW 100 94 CR-04 BTW 100 99 CR-05 BTW 100 94 CR-06 BTW 100 98 CR-07 BTW 99 77 CR-08 BTW 100 69 CR-09 BTW 100 94 CR-10 BTW 100 85 CR-11 BTW 100 100	20 40 60 80	
Remarque(s) :					

Nom du consultant : 		Nom du client : 		Page 1 de 1						
				RAPPORT DE FORAGE						
				Sondage N°	R-054C-F1					
Nom du projet : Étude de faisabilité - La Grande Alliance - Infrastructures de transport			Coordonnées géodésiques (m) X : 345 508,0							
Nom du requérant : Société de développement crie			UTM Zone 18 (NAD 83) Y : 6 010 809,3							
Localisation civile : Grande Alliance - Baie-James			Z : 212,00							
Entrepreneur en forage : Succession Forage George Downing Ltée.		Inclinaison : 90		No. de projet : 211-08415-00						
Type de forage : Forage au diamant		Azimut :		No. plan de localisation : ANNEXE E-1						
Diamètre du forage : BTW		Diamètre du carottier : BTW		Date du début du sondage : 2022-09-02						
Technicien : Christophe Ménard, CPI		Vérifié par : Philip Dumont, géo.		Profondeur du sondage : 15,89 m						
TYPE D'ÉCHANTILLON		ÉTAT DE L'ÉCHANTILLON		COMPACITÉ et INDICE "N"						
CF Cuillère fendue		Remanié 		Très lâche 0-4						
CR Échantillon par forage au diamant		Intact 		Lâche 4-10						
EM Manuel		Perdu 		Compact 10-30						
TA Tarière		Forage au diamant 		Dense 30-50						
TT Tube transparent				Très dense >50						
TS Tube shelby										
				INDICE DE QUALITÉ DU ROC						
				% RQD						
				QUALIFICATIF						
				Très mauvais						
				Mauvais						
				Moyen						
				Bon						
				Excellent						
				SYMBOLES						
				N: Indice de pénétration standard						
				R: Refus (N > 100)						
				PM: Poids du marteau / 61 cm						
				% RQD = Σ Carottes > 4 po. (10 cm)						
				Longueur forée						
TERMINOLOGIE		CLASSIFICATION DES SOLS		CONSISTANCE et RÉSISTANCE au CISAILEMENT (Cu)						
"traces" 1-10%		Argile < 0,002 mm		Très molle <12 kPa						
"un peu" 10-20%		Silt 0,002 à 0,080 mm		Molle 12-25 kPa						
adjectif (...eux) 20-35%		Sable 0,080 à 5 mm		Ferme 25-50 kPa						
"et" 35-50%		Gravier 5 à 80 mm		Raide 50-100 kPa						
		Cailloux 80 à 300 mm		Très raide 100-200 kPa						
		Blocs > 300 mm		Dure >200 kPa						
				DÉTAILS D'INSTALLATION						
				Piézo Hauteur du PVC/Sol* (m)						
				Piézo Date Prof* (m) Niveau (m)						
				* PVC hors sol : - PVC sous la surface du terrain : +						
				* Prof. par rapport à la surface du terrain						
PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS			GRAPHIQUE	INSTALLATION	ESSAIS
		DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBOLES	TYPE - NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)			
	212,00	Niveau								
	0,00	Roc: Syénite à quartz, gris pâle rosé à gris foncé, grains moyens à grossiers, massif, très peu altéré et très faiblement météorisé près de la surface.		CR-01	BTW	100	87			
1	5			CR-02	BTW	100	96			
2	10	Présence d'enclaves mafiques arrondies centimétriques à décimétriques.		CR-03	BTW	100	94			
3	15	Présence de joints sub-horizontaux et obliques.		CR-04	BTW	100	97			
4	20	Roc de qualité (RQD): Bonne jusqu'à 0,84 m, puis excellente par la suite.		CR-05	BTW	100	94			
5	25			CR-06	BTW	100	94			
6	30			CR-07	BTW	100	96			
7	35			CR-08	BTW	100	98			
8	40	Monzonite à quartz, gris pâle rosé à gris foncé, grains moyens à grossiers, massif, très peu altéré et très faiblement météorisé.		CR-09	BTW	100	100			
9	45	Présence d'enclaves mafiques arrondies centimétriques à décimétriques.		CR-10	BTW	100	90			
10	50	Présence de joints sub-horizontaux.		CR-11	BTW	100	97			
11	55	Roc de qualité (RQD): Excellente.		CR-12	BTW	100	100			
12	196,11									
13	15,89	Fin du forage.								
14										
15										
16										
17										
Remarque(s) :										

Nom du projet : **Étude de faisabilité - La Grande Alliance - Infrastructures de transport**

Nom du requérant : **Société de développement crie**

Localisation civile : **Grande Alliance - Baie-James**

Entrepreneur en forage : **Succession Forage George Downing Ltée.** Inclinaison : **90**

Type de forage : **Forage au diamant** Azimut :

Diamètre du forage : **BTW** Diamètre du carottier : **BTW**

Technicien : **Christophe Ménard, CPI** Vérifié par : **Philip Dumont, géo.**

Coordonnées géodésiques (m) X : **346 271,1**
 UTM Zone 18 (NAD 83) Y : **6 010 975,9**
 Z : **200,00**

No. de projet : **211-08415-00**
 No. plan de localisation : **ANNEXE E-1**
 Date du début du sondage : **2022-08-31**
 Profondeur du sondage : **16,02 m**

TYPE D'ÉCHANTILLON		ÉTAT DE L'ÉCHANTILLON		COMPACITÉ et INDICE "N"		INDICE DE QUALITÉ DU ROC		SYMBOLES	
CF Cuillère fendue	Remanié 	Très lâche	0-4	% RQD	QUALIFICATIF	N: Indice de pénétration standard R: Refus (N > 100) PM: Poids du marteau / 61 cm % RQD = Σ Carottes > 4 po. (10 cm) Longueur forée			
CR Échantillon par forage au diamant	Intact 	Lâche	4-10	<25	Très mauvais				
EM Manuel	Perdu 	Compact	10-30	25-50	Mauvais				
TA Tarière	Forage au diamant 	Dense	30-50	50-75	Moyen				
TT Tube transparent		Très dense	>50	75-90	Bon				
TS Tube shelby				90-100	Excellent				

TERMINOLOGIE		CLASSIFICATION DES SOLS		CONSISTANCE et RÉSISTANCE au CISAILEMENT (Cu)		DÉTAILS D'INSTALLATION		NIVEAUX D'EAU	
"traces"	1-10%	Argile	< 0,002 mm	Très molle	<12 kPa	Piézo	Hauteur du PVC/Sol* (m)	Piézo	Date Prof* (m) Niveau (m)
"un peu"	10-20%	Silt	0,002 à 0,080 mm	Molle	12-25 kPa	* PVC hors sol : - PVC sous la surface du terrain : + * Prof. par rapport à la surface du terrain			
adjectif (...eux)	20-35%	Sable	0,080 à 5 mm	Ferme	25-50 kPa				
"et"	35-50%	Gravier	5 à 80 mm	Raide	50-100 kPa				
		Cailloux	80 à 300 mm	Très raide	100-200 kPa				
		Blocs	> 300 mm	Dure	>200 kPa				

PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS				GRAPHIQUE	INSTALLATION	ESSAIS
		DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBOLES	TYPE - NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	N, Nc ou RQD			
	200,00	Niveau									
	0,00	Roc: Syénite à quartz, gris moyen rosé à gris foncé verdâtre, grains moyens à grossiers, massif, très peu altéré et très faiblement météorisé.		CR-01	BTW	100	83				
1	5			CR-02	BTW	100	88				
2	10	Présence d'enclaves mafiques arrondies centimétriques à décimétriques.		CR-03	BTW	99	93				
3	15	Présence de joints sub-horizontaux et obliques.		CR-04	BTW	100	94				
4	20	Roc de qualité (RQD): Bonne à excellente.		CR-05	BTW	99	77				
5	25			CR-06	A BTW	100	86				
6	30			CR-07	BTW	100	100				
7	35			CR-08	BTW	100	99				
8	40			CR-09	BTW	100	83				
9	45			CR-10	BTW	99	93				
10	50			CR-11	BTW	100	95				
11	183,98										
12	16,02	Fin du forage.									
13											
14											
15											
16											
17											

Nom du projet : Étude de faisabilité - La Grande Alliance - Infrastructures de transport Nom du requérant : Société de développement crie Localisation civile : Grande Alliance - Baie-James Entrepreneur en forage : Succession Forage George Downing Ltée. Type de forage : Forage au diamant Diamètre du forage : BTW Technicien : Christophe Ménard, CPI	Inclinaison : 90 Azimut : Diamètre du carottier : BTW Vérifié par : Philip Dumont, géo.	Coordonnées géodésiques (m) X : 334 806,3 UTM Zone 18 (NAD 83) Y : 6 054 882,3 Z : 173,00 No. de projet : 211-08415-00 No. plan de localisation : ANNEXE E-1 Date du début du sondage : 2022-08-27 Profondeur du sondage : 15,70 m
---	--	---

TYPE D'ÉCHANTILLON	ÉTAT DE L'ÉCHANTILLON	COMPACITÉ et INDICE "N"	INDICE DE QUALITÉ DU ROC	SYMBOLES
CF Cuillère fendue CR Échantillon par forage au diamant EM Manuel TA Tarière TT Tube transparent TS Tube shelby	Remanié Intact Perdu Forage au diamant	Très lâche 0-4 Lâche 4-10 Compact 10-30 Dense 30-50 Très dense >50	% RQD <25 25-50 50-75 75-90 90-100	QUALIFICATIF Très mauvais Mauvais Moyen Bon Excellent
				N: Indice de pénétration standard R: Refus (N > 100) PM: Poids du marteau / 61 cm % RQD = Σ Carottes > 4 po. (10 cm) Longueur forée

TERMINOLOGIE	CLASSIFICATION DES SOLS	CONSISTANCE et RÉSISTANCE au CISAILEMENT (Cu)	DÉTAILS D'INSTALLATION	NIVEAUX D'EAU
"traces" 1-10% "un peu" 10-20% adjectif (...eux) 20-35% "et" 35-50%	Argile < 0,002 mm Silt 0,002 à 0,080 mm Sable 0,080 à 5 mm Gravier 5 à 80 mm Cailloux 80 à 300 mm Blocs > 300 mm	Très molle <12 kPa Molle 12-25 kPa Ferme 25-50 kPa Raide 50-100 kPa Très raide 100-200 kPa Dure >200 kPa	Piézo Hauteur du PVC/Sol* (m)	Piézo Date Prof* (m) Niveau (m)
			* PVC hors sol : - PVC sous la surface du terrain : +	* Prof. par rapport à la surface du terrain

PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS				GRAPHIQUE	INSTALLATION	ESSAIS	
		DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBOLES	TYPE - NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	N _i Nc ou RQD	COUPS / 15 cm		X : N (pen. standard) + : Nc (pen. dynamique) ■ : Cu (laboratoire) □ : Cu (chantier) ▲ : Cu (chantier) △ : Cu (chantier)	
	173,00	Niveau										
	0,00	Roc: Monzonite à quartz, gris pâle rosé à gris foncé verdâtre, grains grossiers, massif avec léger rubanement, non altéré et très faiblement météorisé.		CR-01	BTW	■	100	85				
1	5			CR-02	BTW	■	100	100				
2	10	Présence de joints sub-horizontaux.		CR-03	BTW	■	100	100				
3	15	Roc de qualité (RQD): Bonne jusqu'à 0,84 m, puis excellente par la suite.		CR-04	BTW	■	100	99				
4	167,22											
5	5,78	Syénite à quartz, gris pâle rosé, grains moyens à grossiers, massif avec léger rubanement, non altéré et très faiblement météorisé.		CR-05	BTW	■	100	92				
6	20			CR-06	BTW	■	100	100				
7	25	Présence de quelques injections pegmatitiques centimétriques.		CR-07	BTW	■	100	99				
8	30	Présence de joints sub-horizontaux.		CR-08	BTW	■	100	100				
9	35	Roc de qualité (RQD): Excellente excepté entre 10,94 et 12,55 m où la qualité est plutôt bonne.		CR-09	BTW	■	100	87				
10	40			CR-10	BTW	■	100	90				
11	45			CR-11	BTW	■	100	96				
12	50											
13	157,30											
14	15,70	Fin du forage.										
15	55											

WSP_FR_Log.sty

Nom du consultant :	Nom du client :	Page 1 de 1 RAPPORT DE FORAGE								
		Sondage N° R-110-F2B								
Nom du projet : Étude de faisabilité - La Grande Alliance - Infrastructures de transport		Coordonnées géodésiques (m) X : 334 792,5								
Nom du requérant : Société de développement crie		UTM Zone 18 (NAD 83) Y : 6 055 318,9								
Localisation civile : Grande Alliance - Baie-James		Z : 206,00								
Entrepreneur en forage : Succession Forage George Downing Ltée.	Inclinaison : 90	No. de projet : 211-08415-00								
Type de forage : Forage au diamant	Azimut :	No. plan de localisation : ANNEXE E-1								
Diamètre du forage : BTW	Diamètre du carottier : BTW	Date du début du sondage : 2022-08-28								
Technicien : Christophe Ménard, CPI	Vérifié par : Philip Dumont, géo.	Profondeur du sondage : 16,16 m								
TYPE D'ÉCHANTILLON		ÉTAT DE L'ÉCHANTILLON								
CF Cuillère fendue	Remanié	COMPACITÉ et INDICE "N"								
CR Échantillon par forage au diamant	Intact	Très lâche 0-4								
EM Manuel	Perdu	Lâche 4-10								
TA Tarière	Forage au diamant	Compact 10-30								
TT Tube transparent		Dense 30-50								
TS Tube shelby		Très dense >50								
		INDICE DE QUALITÉ DU ROC								
		% RQD QUALIFICATIF								
		<25 Très mauvais								
		25-50 Mauvais								
		50-75 Moyen								
		75-90 Bon								
		90-100 Excellent								
		SYMBOLES								
		N: Indice de pénétration standard								
		R: Refus (N > 100)								
		PM: Poids du marteau / 61 cm								
		% RQD = Σ Carottes > 4 po. (10 cm)								
		Longueur forée								
TERMINOLOGIE		CLASSIFICATION DES SOLS								
"traces" 1-10%	Argile < 0,002 mm	CONSISTANCE et RÉSISTANCE au CISAILEMENT (Cu)								
"un peu" 10-20%	Silt 0,002 à 0,080 mm		Très molle <12 kPa							
adjectif (...eux) 20-35%	Sable 0,080 à 5 mm		Molle 12-25 kPa							
"et" 35-50%	Gravier 5 à 80 mm		Ferme 25-50 kPa							
	Cailloux 80 à 300 mm		Raide 50-100 kPa							
	Blocs > 300 mm		Très raide 100-200 kPa							
		Dure >200 kPa								
		DÉTAILS D'INSTALLATION	NIVEAUX D'EAU							
		Piézo Hauteur du PVC/Sol* (m)	Piézo Date Prof* (m) Niveau (m)							
		* PVC hors sol : - PVC sous la surface du terrain : +	* Prof. par rapport à la surface du terrain							
PROFONDEUR (m)	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS				GRAPHIQUE	INSTALLATION	ESSAIS
	PROFONDEUR (pi)	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBOLES	TYPE - NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE RÉCUPÉRATION (%)	N, Nc ou RQD	COUPS / 15 cm		
	NIVEAU (m) / PROFONDEUR									
	206,00	Niveau								
1	0,00	Roc: Syénite à quartz, gris pâle rosé à gris foncé verdâtre, grains moyens à grossiers, très peu altéré et très faiblement météorisé près de la surface.		CR-01	BTW	100	100			
5				CR-02	BTW	100	99			
2				CR-03	BTW	99	93			
3	10	Présence de quelques passages pegmatitiques et d'enclaves mafiques arrondies centimétriques et décimétriques.		CR-04	BTW	100	91			
4				CR-05	BTW	99	99			
5	15	Présence de joints sub-horizontaux et obliques.		CR-06	BTW	100	94			
6	20	Roc de qualité (RQD): Excellente.		CR-07	BTW	100	92			
7				CR-08	BTW	99	94			
8	25			CR-09	BTW	100	100			
9	30			CR-10	BTW	99	99			
10	35			CR-11	BTW	100	100			
11	40									
12	45									
13	50									
14	55	Fin du forage.								
15										
16	189,84									
17	16,16									
Remarque(s) :										

Nom du projet : **Étude de faisabilité - La Grande Alliance - Infrastructures de transport**

Nom du requérant : **Société de développement crie**

Localisation civile : **Grande Alliance - Baie-James**

Entrepreneur en forage : **Succession Forage George Downing Ltée.** Inclinaison : **90**

Type de forage : **Forage au diamant** Azimut :

Diamètre du forage : **BTW** Diamètre du carottier : **BTW**

Technicien : **Christophe Ménard, CPI** Vérifié par : **Philip Dumont, géo.**

Coordonnées géodésiques (m) X : **326 516,5**
 UTM Zone 18 (NAD 83) Y : **6 087 599,3**
 Z : **188,00**

No. de projet : **211-08415-00**
 No. plan de localisation : **ANNEXE E-1**
 Date du début du sondage : **2022-08-24**
 Profondeur du sondage : **15,84 m**

TYPE D'ÉCHANTILLON	ÉTAT DE L'ÉCHANTILLON	COMPACITÉ et INDICE "N"	INDICE DE QUALITÉ DU ROC	SYMBOLES
CF Cuillère fendue CR Échantillon par forage au diamant EM Manuel TA Tarière TT Tube transparent TS Tube shelby	Remanié  Intact  Perdu  Forage au diamant 	Très lâche 0-4 Lâche 4-10 Compact 10-30 Dense 30-50 Très dense >50	% RQD QUALIFICATIF <25 Très mauvais 25-50 Mauvais 50-75 Moyen 75-90 Bon 90-100 Excellent	N: Indice de pénétration standard R: Refus (N > 100) PM: Poids du marteau / 61 cm % RQD = Σ Carottes > 4 po. (10 cm) Longueur forée

TERMINOLOGIE	CLASSIFICATION DES SOLS	CONSISTANCE et RÉSISTANCE au CISAILEMENT (Cu)	DÉTAILS D'INSTALLATION	NIVEAUX D'EAU
"traces" 1-10% "un peu" 10-20% adjectif (...eux) 20-35% "et" 35-50%	Argile < 0,002 mm Silt 0,002 à 0,080 mm Sable 0,080 à 5 mm Gravier 5 à 80 mm Cailloux 80 à 300 mm Blocs > 300 mm	Très molle <12 kPa Molle 12-25 kPa Ferme 25-50 kPa Raide 50-100 kPa Très raide 100-200 kPa Dure >200 kPa	Piézo Hauteur du PVC/Sol* (m)	Piézo Date Prof* (m) Niveau (m)

* PVC hors sol : -
PVC sous la surface du terrain : +
* Prof. par rapport à la surface du terrain

PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	STRATIGRAPHIE		ÉCHANTILLONS				GRAPHIQUE	INSTALLATION	ESSAIS
		DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBOLES	TYPE - NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE RÉCUPÉRATION (%)	N, Nc ou RQD			
	188,00	Niveau								
	0,00	Roc: Monzonite, beige rosé à gris foncé, grains moyens à grossiers, massif avec un léger rubanement, non altéré et très faiblement météorisé.		CR-01	BTW	100	100			
1	5			CR-02	BTW	100	100			
2	10	Présence d'enclaves mafiques arrondies centimétriques.		CR-03	BTW	100	100			
3	15	Présence de joints sub-horizontaux et obliques.		CR-04	BTW	98	98			
4	20	Roc de qualité (RQD): Excellente.		CR-05	BTW	100	100			
5	25			CR-06	BTW	98	98			
6	30	Monzonite et Diorite, beige rosé à gris foncé, grains moyens à grossiers, massif avec léger rubanement, non altéré et très faiblement météorisé.		CR-07	BTW	100	100			
7	35	Présence d'enclaves arrondies centimétriques de composition variable.		CR-08	BTW	100	100			
8	40	Présence de joints sub-horizontaux et obliques.		CR-09	BTW	100	100			
9	45	Roc de qualité (RQD): Excellente.		CR-10	A BTW	96	96			
10	50	Monzodiorite, beige à gris foncé, grains moyens à grossiers, massif avec léger rubanement, non altéré et très faiblement météorisé.		CR-11	BTW	100	100			
11	55	Présence de joints sub-horizontaux et obliques.								
12	55	Roc de qualité (RQD): Excellente. Fin du forage.								

WSP_FR_Log.sty

Nom du consultant :		Nom du client :		Page 1 de 2								
				RAPPORT DE FORAGE								
				Sondage N° R-147-F2B								
Nom du projet : Étude de faisabilité - La Grande Alliance - Infrastructures de transport				Coordonnées géodésiques (m) X : 326 759,6								
Nom du requérant : Société de développement crie				UTM Zone 18 (NAD 83) Y : 6 087 311,6								
Localisation civile : Grande Alliance - Baie-James				Z : 185,00								
Entrepreneur en forage : Succession Forage George Downing Ltée.		Inclinaison : 90		No. de projet : 211-08415-00								
Type de forage : Forage au diamant		Azimut :		No. plan de localisation : ANNEXE E-1								
Diamètre du forage : BTW		Diamètre du carottier : BTW		Date du début du sondage : 2022-08-26								
Technicien : Christophe Ménard, CPI		Vérifié par : Philip Dumont, géo.		Profondeur du sondage : 16,00 m								
TYPE D'ÉCHANTILLON		ÉTAT DE L'ÉCHANTILLON		COMPACITÉ et INDICE "N"								
CF Cuillère fendue CR Échantillon par forage au diamant EM Manuel TA Tarière TT Tube transparent TS Tube shelby		Remanié Intact Perdu Forage au diamant		Très lâche 0-4 Lâche 4-10 Compact 10-30 Dense 30-50 Très dense >50								
				INDICE DE QUALITÉ DU ROC								
				% RQD QUALIFICATIF <25 Très mauvais 25-50 Mauvais 50-75 Moyen 75-90 Bon 90-100 Excellent								
				SYMBOLES								
				N: Indice de pénétration standard R: Refus (N > 100) PM: Poids du marteau / 61 cm % RQD = Σ Carottes > 4 po. (10 cm) Longueur forée								
TERMINOLOGIE		CLASSIFICATION DES SOLS		CONSISTANCE et RÉSISTANCE au CISAILEMENT (Cu)								
"traces" 1-10% "un peu" 10-20% adjectif (...eux) 20-35% "et" 35-50%		Argile < 0,002 mm Silt 0,002 à 0,080 mm Sable 0,080 à 5 mm Gravier 5 à 80 mm Cailloux 80 à 300 mm Blocs > 300 mm		Très molle <12 kPa Molle 12-25 kPa Ferme 25-50 kPa Raide 50-100 kPa Très raide 100-200 kPa Dure >200 kPa								
				DÉTAILS D'INSTALLATION								
				Piézo Hauteur du PVC/Sol* (m)								
				NIVEAUX D'EAU								
				Piézo Date Prof* (m) Niveau (m)								
				* PVC hors sol : - PVC sous la surface du terrain : + * Prof. par rapport à la surface du terrain								
PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS			GRAPHIQUE		INSTALLATION	ESSAIS	
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBOLES	TYPE - NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE RÉCUPÉRATION (%)	N, Nc ou RQD	COUPS / 15 cm		X : N (pen. standard) + : Nc (pen. dynamique) ■ : Cu (laboratoire) □ : Cur (laboratoire) ▲ : Cu (chantier) △ : Cur (chantier) 	AG Analyse granulométrique AC Analyse chimique W _L Limite liquide W _P Limite plastique W _N Teneur en eau C _u Cisaillement non drainé C _r Cisaillement remanié σ _v Préconsolidation U _p Compression uniaxiale sur carotte de roc Dup Ech. duplicata prélevé
		185,00	Niveau									
		0,00	Roc: Monzonite, beige rosé à gris foncé, grains moyens à grossiers, massif avec un léger rubanement, non altéré et très faiblement météorisé.									
1			Présence d'enclaves granitiques arrondies centimétriques.									
5			Présence de joints sub-horizontaux et obliques.		A							
2		182,92	Roc de qualité (RQD): Moyenne jusqu'à 0,85 m, puis excellente par la suite.									
		2,08	Monzonite à Monzodiorite, beige rosé ou verdâtre à gris foncé, grains moyens à grossiers, massif avec léger rubanement, non altéré et très faiblement météorisé.		B							
3			Présence d'enclaves arrondies centimétriques de composition variable.									
15			Présence de joints sub-horizontaux et obliques.									
5			Roc de qualité (RQD): Bonne à excellente.									
6												
20												
7												
25												
Remarque(s) :												



RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

R-147-F2B

PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS			GRAPHIQUE	INSTALLATION	ESSAIS
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBOLES	TYPE - NO	SOUS - ÉCH. ÉTAT et CALIBRE RÉCUPÉRATION (%)	N, Nc ou RQD			
9	30				CR-08	BTW	99	99		
10	35				CR-09	BTW	100	100		
11	40				CR-10	BTW	100	100		
12	45	172,25	Monzonite, beige légèrement rosé à verdâtre, grains moyens à grossiers, massif, très peu altéré et très faiblement météorisé.		CR-11	BTW	100	100		
13	12,75									
14	50	170,62	Présence d'enclaves mafiques arrondies centimétriques.		CR-12	BTW	100	100		
15	14,38	Présence de joints sub-horizontaux et obliques.								
16	55	169,00	Roc de qualité (RQD): Excellente. Monzonite à Monzodiorite, beige rosé à gris foncé, grains moyens à grossiers, massif avec léger rubanement, très peu altéré et très faiblement météorisé.							
17	60	16,00	Présence d'enclaves arrondies centimétriques de composition variable.							
18	65		Présence d'un joint oblique.							
19	70		Roc de qualité (RQD): Excellente. Fin du forage.							

Nom du consultant :	Nom du client :	Page 1 de 1							
		RAPPORT DE FORAGE							
		Sondage N° R-165-F1							
Nom du projet : Étude de faisabilité - La Grande Alliance - Infrastructures de transport		Coordonnées géodésiques (m) X : 328 631,0							
Nom du requérant : Société de développement crie		UTM Zone 18 (NAD 83) Y : 6 104 614,3							
Localisation civile : Grande Alliance - Baie-James		Z : 175,00							
Entrepreneur en forage : Succession Forage George Downing Ltée.	Inclinaison : 90	No. de projet : 211-08415-00							
Type de forage : Forage au diamant	Azimut :	No. plan de localisation : ANNEXE E-1							
Diamètre du forage : BTW	Diamètre du carottier : BTW	Date du début du sondage : 2022-08-23							
Technicien : Christophe Ménard, CPI	Vérifié par : Philip Dumont, géo.	Profondeur du sondage : 15,49 m							
TYPE D'ÉCHANTILLON		ÉTAT DE L'ÉCHANTILLON							
CF Cuillère fendue	Remanié	COMPACITÉ et INDICE "N"							
CR Échantillon par forage au diamant	Intact	Très lâche 0-4							
EM Manuel	Perdu	Lâche 4-10							
TA Tarière	Forage au diamant	Compact 10-30							
TT Tube transparent		Dense 30-50							
TS Tube shelby		Très dense >50							
		INDICE DE QUALITÉ DU ROC							
		% RQD QUALIFICATIF							
		<25 Très mauvais							
		25-50 Mauvais							
		50-75 Moyen							
		75-90 Bon							
		90-100 Excellent							
		SYMBOLES							
		N: Indice de pénétration standard							
		R: Refus (N > 100)							
		PM: Poids du marteau / 61 cm							
		% RQD = Σ Carottes > 4 po. (10 cm)							
		Longueur forée							
TERMINOLOGIE		CLASSIFICATION DES SOLS							
"traces" 1-10%	Argile < 0,002 mm	CONSISTANCE et RÉSISTANCE au CISAILEMENT (Cu)							
"un peu" 10-20%	Silt 0,002 à 0,080 mm								
adjectif (...eux) 20-35%	Sable 0,080 à 5 mm								
"et" 35-50%	Gravier 5 à 80 mm								
	Cailloux 80 à 300 mm								
	Blocs > 300 mm								
		DÉTAILS D'INSTALLATION							
		Piézo Hauteur du PVC/Sol* (m)							
		NIVEAUX D'EAU							
		Piézo Date Prof* (m) Niveau (m)							
		* PVC hors sol : - PVC sous la surface du terrain : +							
		* Prof. par rapport à la surface du terrain							
PROFONDEUR (m)	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS			GRAPHIQUE	INSTALLATION	ESSAIS
	PROFONDEUR (pi)	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBOLES	TYPE - NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE RÉCUPÉRATION (%)			
	NIVEAU (m) / PROFONDEUR								
	175,00	Niveau							
	0,00	Roc: Syénite à quartz, gris pâle rosé, grains moyens à grossiers, massif, faiblement altéré et très faiblement météorisé.		CR-01	BTW	85	15		
1				CR-02	BTW	99	92		
5		Présence de joints sub-horizontaux, obliques et sub-verticaux.		CR-03	BTW	100	62		
2				CR-04	BTW	100	70		
3				CR-05	BTW	100	80		
4		Roc de qualité (RQD): Très mauvaise jusqu'à 0,80 m, puis bonne à excellente par la suite, excepté entre 2,40 et 8,20 m où la qualité du roc est plutôt moyenne.		CR-06	BTW	100	72		
15				CR-07	BTW	100	91		
5				CR-08	BTW	100	75		
6				CR-09	BTW	100	81		
7				CR-10	BTW	100	100		
8				CR-11	BTW	100	75		
25									
30									
35									
40									
45									
50	159,51								
15	15,49	Fin du forage.							
16									
55									
17									
Remarque(s) :									

Nom du consultant :	Nom du client :	Page 1 de 1							
		RAPPORT DE FORAGE							
		Sondage N° R-165-F2							
Nom du projet : Étude de faisabilité - La Grande Alliance - Infrastructures de transport		Coordonnées géodésiques (m) X : 328 129,6							
Nom du requérant : Société de développement crie		UTM Zone 18 (NAD 83) Y : 6 104 687,0							
Localisation civile : Grande Alliance - Baie-James		Z : 170,00							
Entrepreneur en forage : Succession Forage George Downing Ltée.	Inclinaison : 90	No. de projet : 211-08415-00							
Type de forage : Forage au diamant	Azimut :	No. plan de localisation : ANNEXE E-1							
Diamètre du forage : BTW	Diamètre du carottier : BTW	Date du début du sondage : 2022-08-22							
Technicien : Christophe Ménard, CPI	Vérifié par : Philip Dumont, géo.	Profondeur du sondage : 15,29 m							
TYPE D'ÉCHANTILLON		ÉTAT DE L'ÉCHANTILLON							
CF Cuillère fendue	Remanié	COMPACITÉ et INDICE "N"							
CR Échantillon par forage au diamant	Intact	Très lâche 0-4							
EM Manuel	Perdu	Lâche 4-10							
TA Tarière	Forage au diamant	Compact 10-30							
TT Tube transparent		Dense 30-50							
TS Tube shelby		Très dense >50							
		INDICE DE QUALITÉ DU ROC							
		% RQD QUALIFICATIF							
		<25 Très mauvais							
		25-50 Mauvais							
		50-75 Moyen							
		75-90 Bon							
		90-100 Excellent							
		SYMBOLES							
		N: Indice de pénétration standard							
		R: Refus (N > 100)							
		PM: Poids du marteau / 61 cm							
		% RQD = Σ Carottes > 4 po. (10 cm)							
		Longueur forée							
TERMINOLOGIE		CLASSIFICATION DES SOLS							
"traces" 1-10%	Argile < 0,002 mm	CONSISTANCE et RÉSISTANCE au CISAILEMENT (Cu)							
"un peu" 10-20%	Silt 0,002 à 0,080 mm								
adjectif (...eux) 20-35%	Sable 0,080 à 5 mm								
"et" 35-50%	Gravier 5 à 80 mm								
	Cailloux 80 à 300 mm								
	Blocs > 300 mm								
		DÉTAILS D'INSTALLATION							
		Piézo Hauteur du PVC/Sol* (m)							
		NIVEAUX D'EAU							
		Piézo Date Prof* (m) Niveau (m)							
		* PVC hors sol : - PVC sous la surface du terrain : +							
		* Prof. par rapport à la surface du terrain							
PROFONDEUR (m)	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS			GRAPHIQUE	INSTALLATION	ESSAIS
	PROFONDEUR (pi)	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBOLES	TYPE - NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE RÉCUPÉRATION (%)			
	NIVEAU (m) / PROFONDEUR								
	170,00	Niveau							
	0,00	Roc: Syénite à quartz, gris moyen rosé, grains moyens à grossiers, massif, non altéré et très faiblement météorisé.		CR-01	BTW	100 100			
1				CR-02	BTW	98 91			
5		Présence de joints sub-horizontaux, obliques et sub-verticaux.		CR-03	BTW	100 96			
2				CR-04	BTW	100 94			
3		Roc de qualité (RQD): Excellente.		CR-05	BTW	99 99			
4				CR-06	BTW	100 99			
15				CR-07	BTW	100 92			
5				CR-08	BTW	100 100			
6				CR-09	BTW	100 98			
7				CR-10	BTW	100 96			
8				CR-11	BTW	100 100			
25									
30									
35									
40									
45									
50	154,71								
15	15,29	Fin du forage.							
16									
55									
17									
Remarque(s) :									

Nom du projet : Étude de faisabilité - La Grande Alliance - Infrastructures de transport	Coordonnées géodésiques (m) X : 335 744,9
Nom du requérant : Société de développement crie	UTM Zone 18 (NAD 83) Y : 6 127 981,8
Localisation civile : Grande Alliance - Baie-James	Z : 141,00
Entrepreneur en forage : Succession Forage George Downing Ltée.	Inclinaison : 90
Type de forage : Forage au diamant	Azimut :
Diamètre du forage : BTW	Diamètre du carottier : BTW
Technicien : Christophe Ménard, CPI	Vérifié par : Philip Dumont, géo.
No. de projet : 211-08415-00	
No. plan de localisation : ANNEXE E-1	
Date du début du sondage : 2022-08-20	
Profondeur du sondage : 15,84 m	

TYPE D'ÉCHANTILLON	ÉTAT DE L'ÉCHANTILLON	COMPACITÉ et INDICE "N"	INDICE DE QUALITÉ DU ROC	SYMBOLES
CF Cuillère fendue CR Échantillon par forage au diamant EM Manuel TA Tarière TT Tube transparent TS Tube shelby	Remanié Intact Perdu Forage au diamant	Très lâche 0-4 Lâche 4-10 Compact 10-30 Dense 30-50 Très dense >50	% RQD QUALIFICATIF <25 Très mauvais 25-50 Mauvais 50-75 Moyen 75-90 Bon 90-100 Excellent	N: Indice de pénétration standard R: Refus (N > 100) PM: Poids du marteau / 61 cm % RQD = Σ Carottes > 4 po. (10 cm) Longueur forée

TERMINOLOGIE	CLASSIFICATION DES SOLS	CONSISTANCE et RÉSISTANCE au CISAILEMENT (Cu)	DÉTAILS D'INSTALLATION	NIVEAUX D'EAU
"traces" 1-10% "un peu" 10-20% adjectif (...eux) 20-35% "et" 35-50%	Argile < 0,002 mm Silt 0,002 à 0,080 mm Sable 0,080 à 5 mm Gravier 5 à 80 mm Cailloux 80 à 300 mm Blocs > 300 mm	Très molle <12 kPa Molle 12-25 kPa Ferme 25-50 kPa Raide 50-100 kPa Très raide 100-200 kPa Dure >200 kPa	Piézo Hauteur du PVC/Sol* (m)	Piézo Date Prof* (m) Niveau (m)
			* PVC hors sol : - PVC sous la surface du terrain : +	* Prof. par rapport à la surface du terrain

PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	STRATIGRAPHIE		ÉCHANTILLONS				GRAPHIQUE	INSTALLATION	ESSAIS	
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBOLES	TYPE - NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)		N, Nc ou RQD	COUPS / 15 cm
		141,00	Niveau								
		0,00	Roc: Monzonite à Monzodiorite à quartz, blanc rosé à gris foncé verdâtre, grains moyens à grossiers, massif avec un léger rubannement, non altéré et très faiblement météorisé.		CR-01	BTW	100	100			
1	5				A	BTW	100	75			
2	10				B	BTW	100	92			
3	15		Présence d'enclaves mafiques centimétriques à décimétriques de 1,60 à 1,92 m, de 4,98 à 5,54 m et de 11,72 à 14,99 m.		CR-03	BTW	100	92			
4	20		Présence de joints sub-horizontaux.		CR-04	BTW	100	94			
5	25		Roc de qualité (RQD): Bonne à excellente.		CR-05	BTW	100	100			
6	30				CR-06	BTW	100	92			
7	35				CR-07	BTW	100	91			
8	40				CR-08	BTW	100	100			
9	45				CR-09	BTW	100	90			
10	50				CR-10	BTW	100	91			
11	55				CR-11	BTW	100	95			
12		125,16									
13		15,84	Fin du forage.								
14											
15											
16											
17											

WSP_FR_Log.sty

Nom du consultant :	Nom du client :	Page 1 de 2											
		RAPPORT DE FORAGE											
		Sondage N° R-192-F2											
Nom du projet : Étude de faisabilité - La Grande Alliance - Infrastructures de transport		Coordonnées géodésiques (m) X : 336 502,3											
Nom du requérant : Société de développement crie		UTM Zone 18 (NAD 83) Y : 6 127 540,5											
Localisation civile : Grande Alliance - Baie-James		Z : 144,00											
Entrepreneur en forage : Succession Forage George Downing Ltée.	Inclinaison : 90	No. de projet : 211-08415-00											
Type de forage : Forage au diamant	Azimut :	No. plan de localisation : ANNEXE E-1											
Diamètre du forage : BTW	Diamètre du carottier : BTW	Date du début du sondage : 2022-08-19											
Technicien : Christophe Ménard, CPI	Vérifié par : Philip Dumont, géo.	Profondeur du sondage : 15,57 m											
TYPE D'ÉCHANTILLON ÉTAT DE L'ÉCHANTILLON COMPACITÉ et INDICE "N" INDICE DE QUALITÉ DU ROC SYMBOLES													
CF Cuillère fendue Remanié CR Échantillon par forage au diamant Intact EM Manuel Perdu TA Tarière Forage au diamant TT Tube transparent TS Tube shelby		Très lâche 0-4 Lâche 4-10 Compact 10-30 Dense 30-50 Très dense >50	% RQD QUALIFICATIF <25 Très mauvais 25-50 Mauvais 50-75 Moyen 75-90 Bon 90-100 Excellent	N: Indice de pénétration standard R: Refus (N > 100) PM: Poids du marteau / 61 cm % RQD = Σ Carottes > 4 po. (10 cm) Longueur forée									
TERMINOLOGIE CLASSIFICATION DES SOLS CONSISTANCE et RÉSISTANCE au CISAILEMENT (Cu) DÉTAILS D'INSTALLATION NIVEAUX D'EAU													
"traces" 1-10% Argile < 0,002 mm "un peu" 10-20% Silt 0,002 à 0,080 mm adjectif (...eux) 20-35% Sable 0,080 à 5 mm "et" 35-50% Gravier 5 à 80 mm Cailloux 80 à 300 mm Blocs > 300 mm		Très molle <12 kPa Molle 12-25 kPa Ferme 25-50 kPa Raide 50-100 kPa Très raide 100-200 kPa Dure >200 kPa	Piézo Hauteur du PVC/Sol* (m)	Piézo Date Prof* (m) Niveau (m)									
* PVC hors sol : - PVC sous la surface du terrain : +		* Prof. par rapport à la surface du terrain											
PROFONDEUR (m)	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS			GRAPHIQUE			INSTALLATION	ESSAIS		
	PROFONDEUR (pi)	NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBOLES	TYPE - NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE RÉCUPÉRATION (%)	N, Nc ou RQD	COUPS / 15 cm		X : N (pen. standard) + : Nc (pen. dynamique) ■ : Cu (laboratoire) □ : Cur (laboratoire) ▲ : Cu (chantier) △ : Cur (chantier)	AG Analyse granulométrique AC Analyse chimique W _L Limite liquide W _P Limite plastique W _N Teneur en eau C _u Cisaillement non drainé C _r Cisaillement remanié σ _v Préconsolidation U _p Compression uniaxiale sur carotte de roc Dup Ech. duplicata prélevé	
	144,00	Niveau											
	0,00	Roc: Monzonite à quartz, blanc rosé à gris foncé verdâtre, grains moyens à grossiers, massif avec un léger rubanement, non altéré et très faiblement météorisé.		CR-01	A								
1		Présence de joints sub-horizontaux.			B	BTW	100	73					
5		Roc de qualité (RQD): Moyenne jusqu'à 0,98 m, puis bonne à excellente par la suite excepté entre 7,09 et 7,90 m et entre 14,30 et 15,57 m où la qualité est plutôt moyenne.		CR-02		BTW	100	87					
2	141,81												
	2,19												
3	10	Monzonite à quartz, gris moyen à foncé, grains moyens à grossiers, massif avec un léger rubanement, non altéré et très faiblement météorisé.		CR-03		BTW	100	94					
4		Présence de joints sub-horizontaux.											
15		Roc de qualité (RQD): Excellente.		CR-04		BTW	100	95					
5													
6	20	Monzonite, beige à gris foncé, grains moyens à grossiers, massif avec un léger rubanement, non altéré et très faiblement météorisé.		CR-05		BTW	100	98					
7		Présence de joints sub-horizontaux, obliques et sub-verticaux.											
25		Roc de qualité (RQD): Moyenne à excellente.		CR-06		BTW	100	67					
Remarque(s) :													



RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

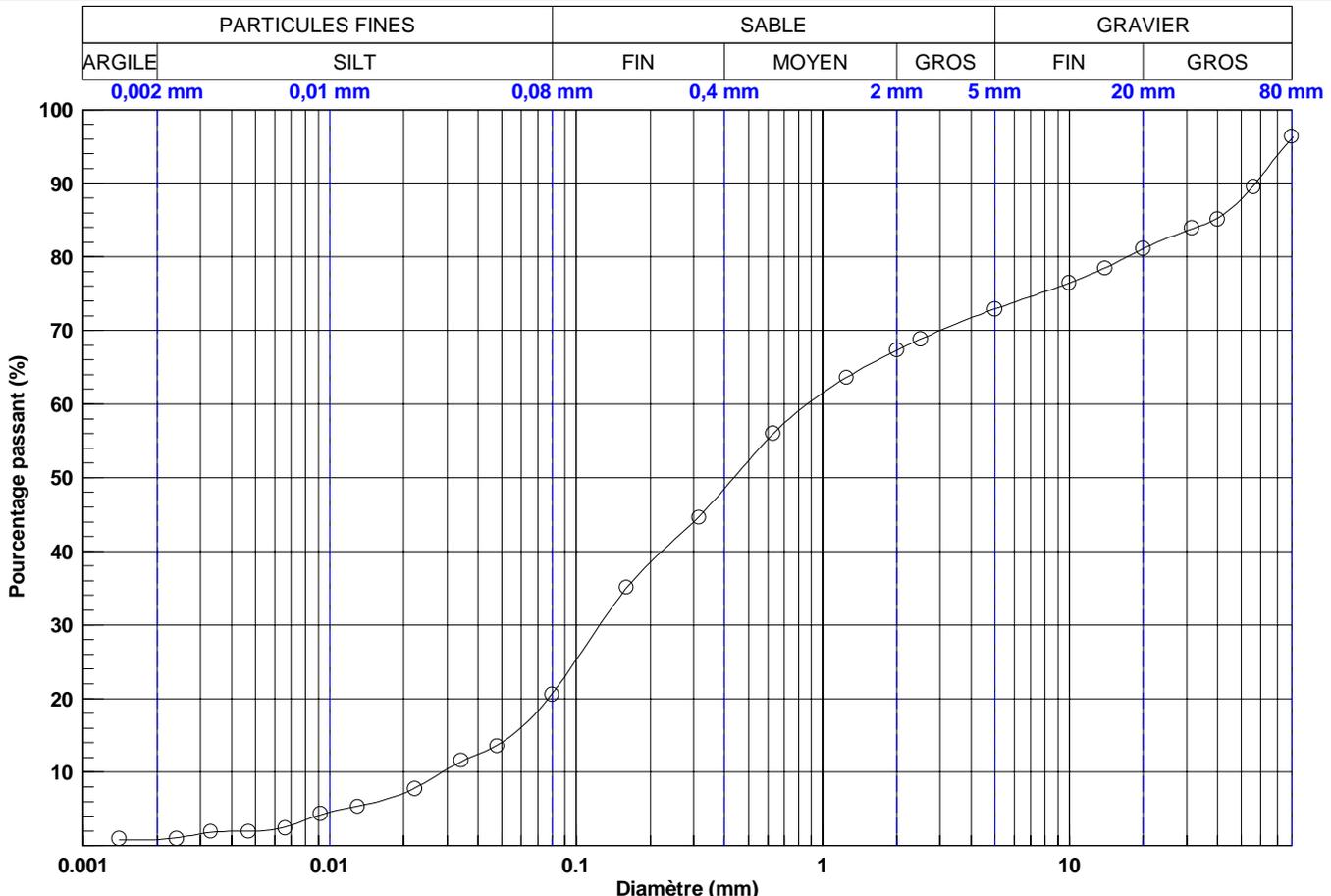
R-192-F2

PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS			GRAPHIQUE	INSTALLATION	ESSAIS	
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBOLES	TYPE - NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE RÉCUPÉRATION (%)	N _i Nc ou RQD			COUPS / 15 cm
9	30	135,00 9,00	Monzondiorite à quartz, gris pâle rosé à gris foncé, grains moyens à grossiers, massif avec un léger rubanement, non altéré et très faiblement météorisé. Présence de joints sub-horizontaux. Roc de qualité (RQD): Excellente et devenant moyenne à partir de 14,30 m.		CR-07	BTW	100	99			
10		CR-08			BTW	100	96				
11		CR-09			BTW	100	91				
12		CR-10			BTW	100	90				
13		CR-11			BTW	100	69				
14		128,43 15,57	Fin du forage.								
15	50										
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											

ANNEXE

E-3 *RÉSULTATS DES ESSAIS EN LABORATOIRE (COURBES)*

Nom du projet : **Étude de faisabilité - La Grande Alliance - Infrastructures de transport** No. de projet : **211-08415-00**
 Nom du requérant : **Société de développement crie** No. plan de localisation : **ANNEXE E-1**
 Localisation civile : **Radisson-Kuujuarapik** Date du début du sondage : **2022-07-13**



Courbe	ARGILE	SILT	SABLE	GRAVIER
○	0.8	19.8	52.3	23.2

Courbe	0,002 mm	0,08 mm	0,16 mm	0,315 mm	0,63 mm	1,25 mm	2,5 mm	5 mm	10 mm	14 mm	20 mm	28 mm	40 mm	56 mm	80 mm
○	0.83	20.63	34.97	44.71	55.94	63.61	68.83	72.91	76.44	78.50	81.10	83.16	85.25	89.66	96.09

Courbe	Sondage	Éch.	Profondeur (m)	Description	D10	D30	D60	Cu	Cc	USCS	W _N
○	D-010	01	0.15 - 0.30	Sable graveleux, un peu de silt, présence de cailloux.	0.03	0.12	0.87	30.1	0.6	SM	6.3

Effectué par : - Date : - Vérifié par : - Date : -
 Date de production : 2023-01-19

I:\aco\211\02\geotec\geotec_80\SI\y\elab\1_FRANCAIS\WSP_FR_Lab_Granulo&Sédimento.sty

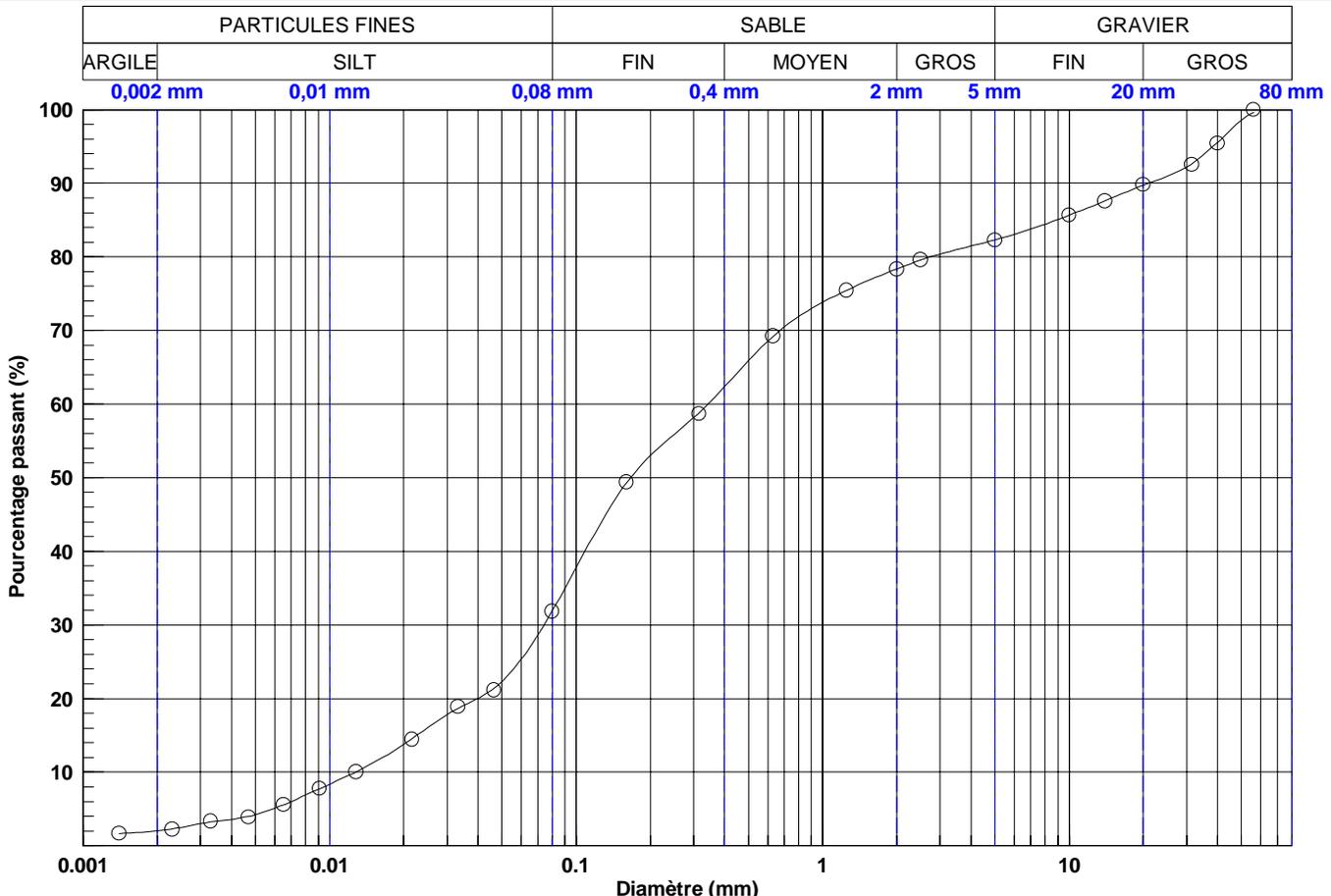
Nom du consultant : 

Nom du client : 

Page 1 de 1
ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE
 Sondage N° B-017

Nom du projet : **Étude de faisabilité - La Grande Alliance - Infrastructures de transport**
 Nom du requérant : **Société de développement crie**
 Localisation civile : **Radisson-Kuujuarapik**

No. de projet : **211-08415-00**
 No. plan de localisation : **ANNEXE E-1**
 Date du début du sondage : **2022-07-13**



Courbe	ARGILE	SILT	SABLE	GRAVIER
○	2.0	29.9	50.4	17.7

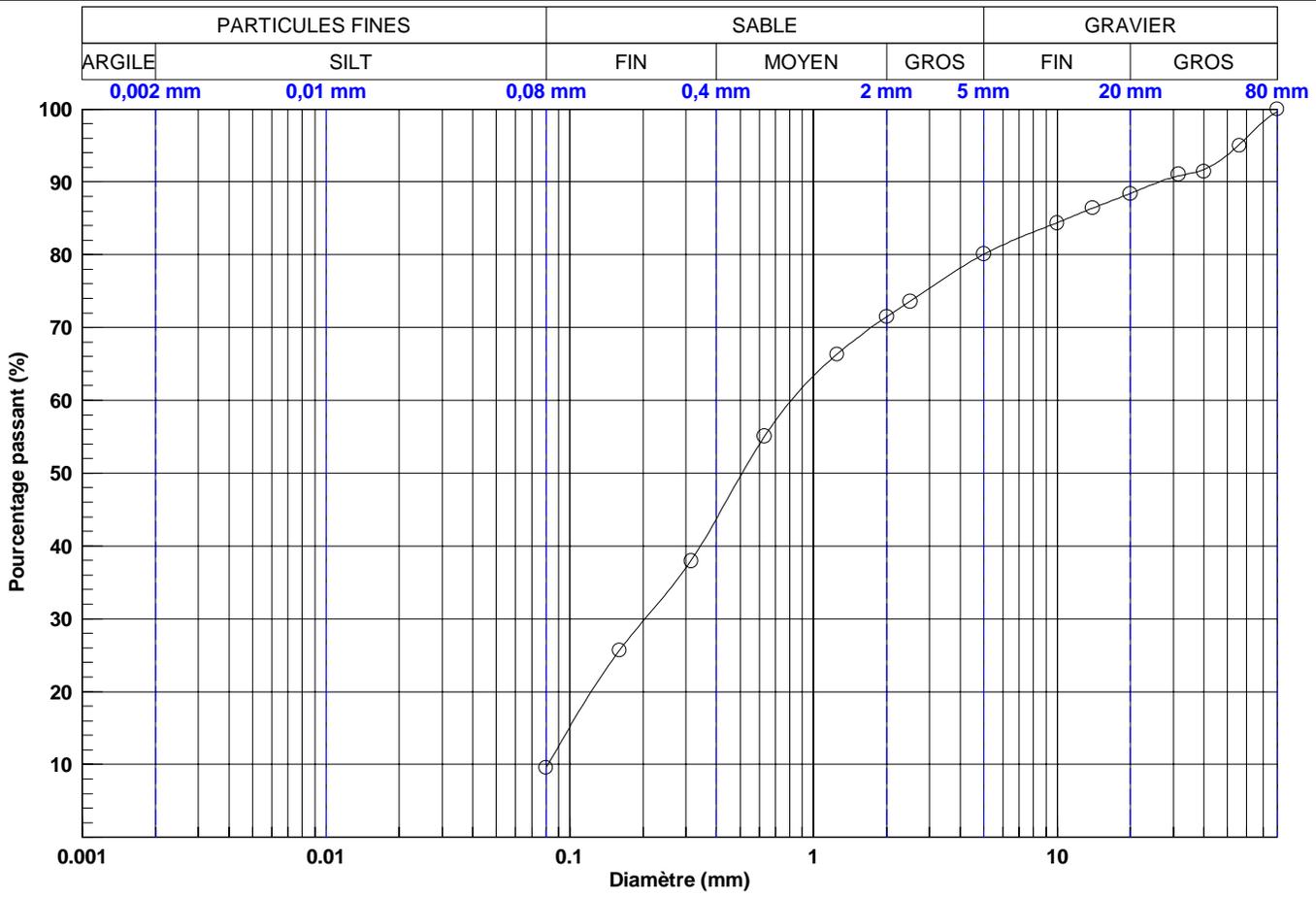
Courbe	0,002 mm	0,08 mm	0,16 mm	0,315 mm	0,63 mm	1,25 mm	2,5 mm	5 mm	10 mm	14 mm	20 mm	28 mm	40 mm	56 mm	80 mm
○	2.00	31.86	49.26	58.80	69.20	75.44	79.56	82.29	85.65	87.60	89.73	91.67	95.54	99.66	100.00

Courbe	Sondage	Éch.	Profondeur (m)	Description	D10	D30	D60	Cu	Cc	USCS	W _N
○	B-017	01	0.00 - 0.60	Sable silteux, un peu de gravier, traces d'argile.	0.01	0.07	0.34	26.9	1.3	SM	6.5

Effectué par : - Date : - Vérifié par : - Date : -
 Date de production : 2023-01-19

I:\aco\211\c02\geotec\lab\80\SI\y\ellab\1_FRANCAIS\WSP_FR_Lab_Granulo&sediment\o.sty

Nom du projet : **Étude de faisabilité - La Grande Alliance - Infrastructures de transport** No. de projet : **211-08415-00**
 Nom du requérant : **Société de développement crié** No. plan de localisation : **ANNEXE E-1**
 Localisation civile : **Radisson-Kuujuarapik** Date du début du sondage : **2022-07-13**



Courbe	PARTICULES FINES	SABLE	GRAVIER
○	9.6	70.5	19.6

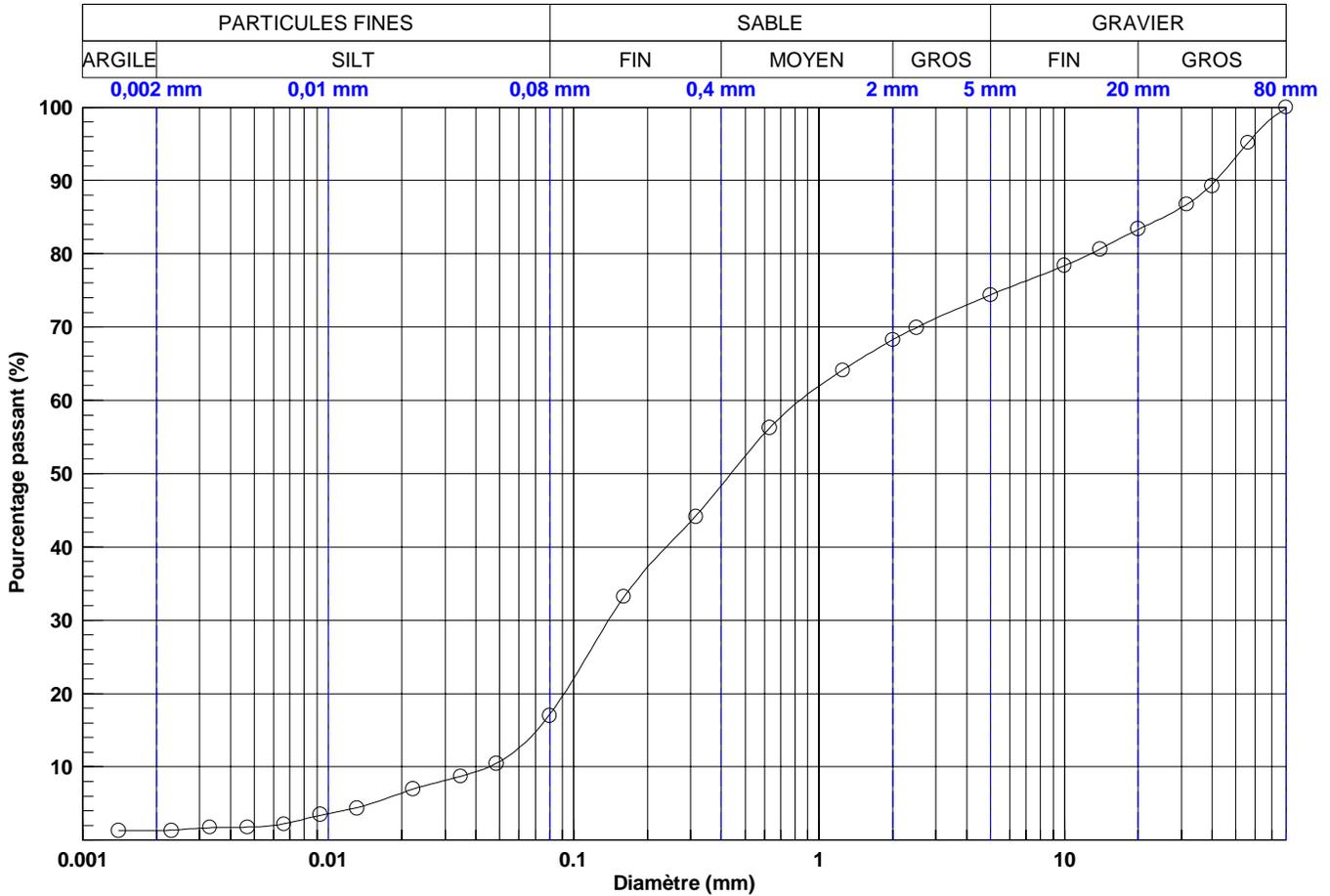
Courbe	0,08 mm	0,08 mm	0,16 mm	0,315 mm	0,63 mm	1,25 mm	2,5 mm	5 mm	10 mm	14 mm	20 mm	28 mm	40 mm	56 mm	80 mm
○	9.57	9.57	25.62	38.07	55.00	66.34	73.64	80.06	84.38	86.39	88.43	90.32	91.69	95.15	99.65

Courbe	Sondage	Éch.	Profondeur (m)	Description	D10	D30	D60	Cu	Cc	USCS	W _N
○	D-025A	01	0.10 - 0.45	Sable, un peu de gravier, traces de silt.	0.08	0.20	0.81	10.0	0.6	SP-SM	4.8

I:\aco\211\02\geotec\geotec_80\SI\y\elab\1_FRANCAIS\WSP_FR_Lab_Granulo.sty

Nom du projet : **Étude de faisabilité - La Grande Alliance - Infrastructures de transport**
 Nom du requérant : **Société de développement crie**
 Localisation civile : **Radisson-Kuujuarapik**

No. de projet : **211-08415-00**
 No. plan de localisation : **ANNEXE E-1**
 Date du début du sondage : **2022-07-13**



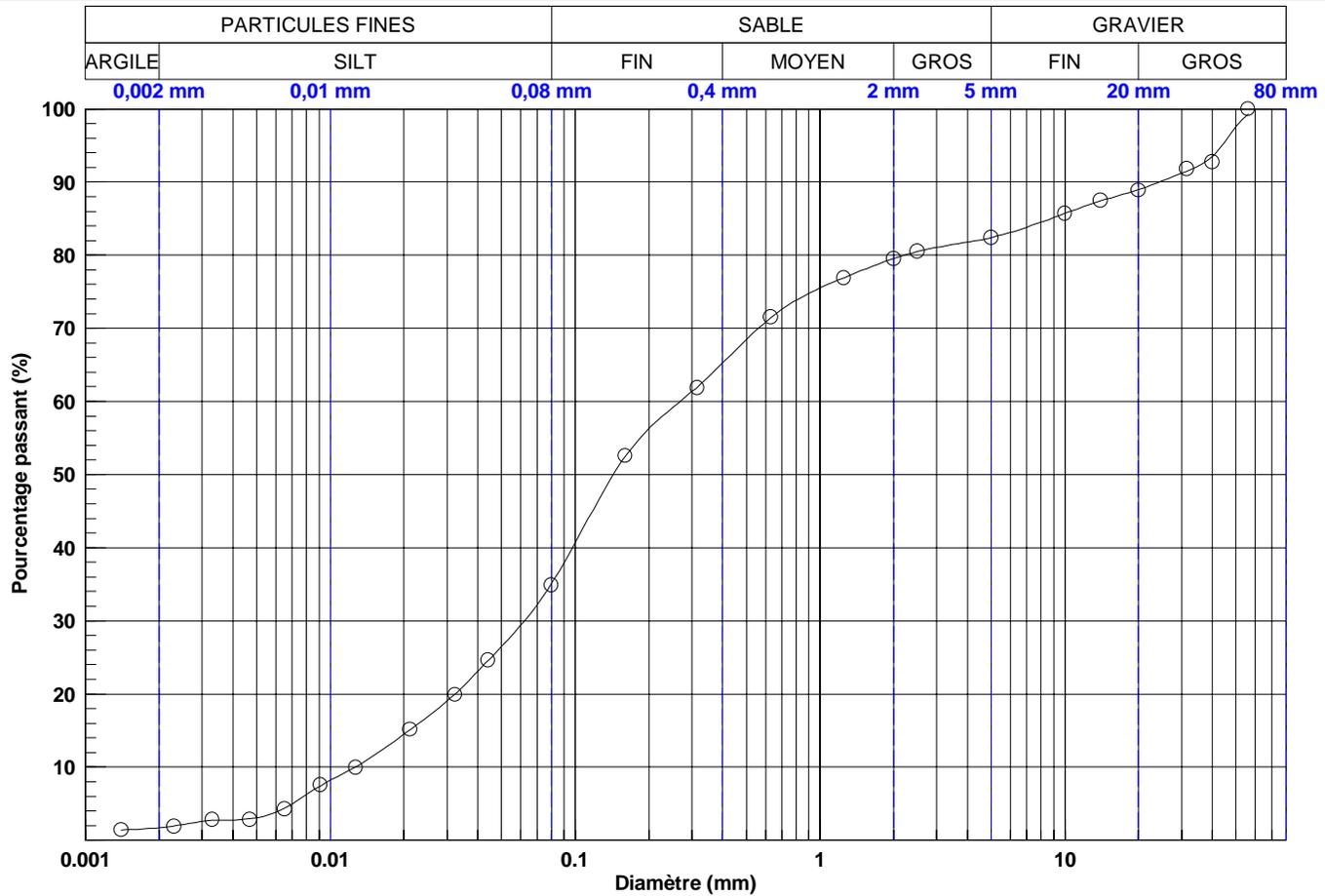
Courbe	ARGILE	SILT	SABLE	GRAVIER
○	1.3	15.8	57.3	25.4

Courbe	0,002 mm	0,08 mm	0,16 mm	0,315 mm	0,63 mm	1,25 mm	2,5 mm	5 mm	10 mm	14 mm	20 mm	28 mm	40 mm	56 mm	80 mm
○	1.28	17.09	33.10	44.23	56.21	64.13	69.93	74.39	78.39	80.63	83.32	85.73	89.49	95.15	99.75

Courbe	Sondage	Éch.	Profondeur (m)	Description	D10	D30	D60	Cu	Cc	USCS	W _N
○	D-025A	02	0.15 - 0.70	Sable graveleux, un peu de silt, traces d'argile.	0.05	0.14	0.84	18.5	0.5	SM	4.8

I:\aco\21\c02\geotec\lab\1_FRANCAIS\WSP_FR_Lab_Granulo&Sédiments\sty

Nom du projet : **Étude de faisabilité - La Grande Alliance - Infrastructures de transport** No. de projet : **211-08415-00**
 Nom du requérant : **Société de développement crie** No. plan de localisation : **ANNEXE E-1**
 Localisation civile : **Radisson-Kuujuarapik** Date du début du sondage : **2022-07-13**



Courbe	ARGILE	SILT	SABLE	GRAVIER
○	1.7	33.3	47.4	17.6

Courbe	0,002 mm	0,08 mm	0,16 mm	0,315 mm	0,63 mm	1,25 mm	2,5 mm	5 mm	10 mm	14 mm	20 mm	28 mm	40 mm	56 mm	80 mm
○	1.71	35.04	52.42	61.96	71.46	76.91	80.49	82.40	85.71	87.43	88.96	90.81	93.52	99.30	100.00

Courbe	Sondage	Éch.	Profondeur (m)	Description	D10	D30	D60	Cu	Cc	USCS	W _N
○	B-034	01	0.13 - 0.70	Sable silteux, un peu de gravier, traces d'argile.	0.01	0.06	0.27	21.2	1.1	SM	6.6

Effectué par : - Date : - Vérifié par : - Date : -
 Date de production : 2023-01-19

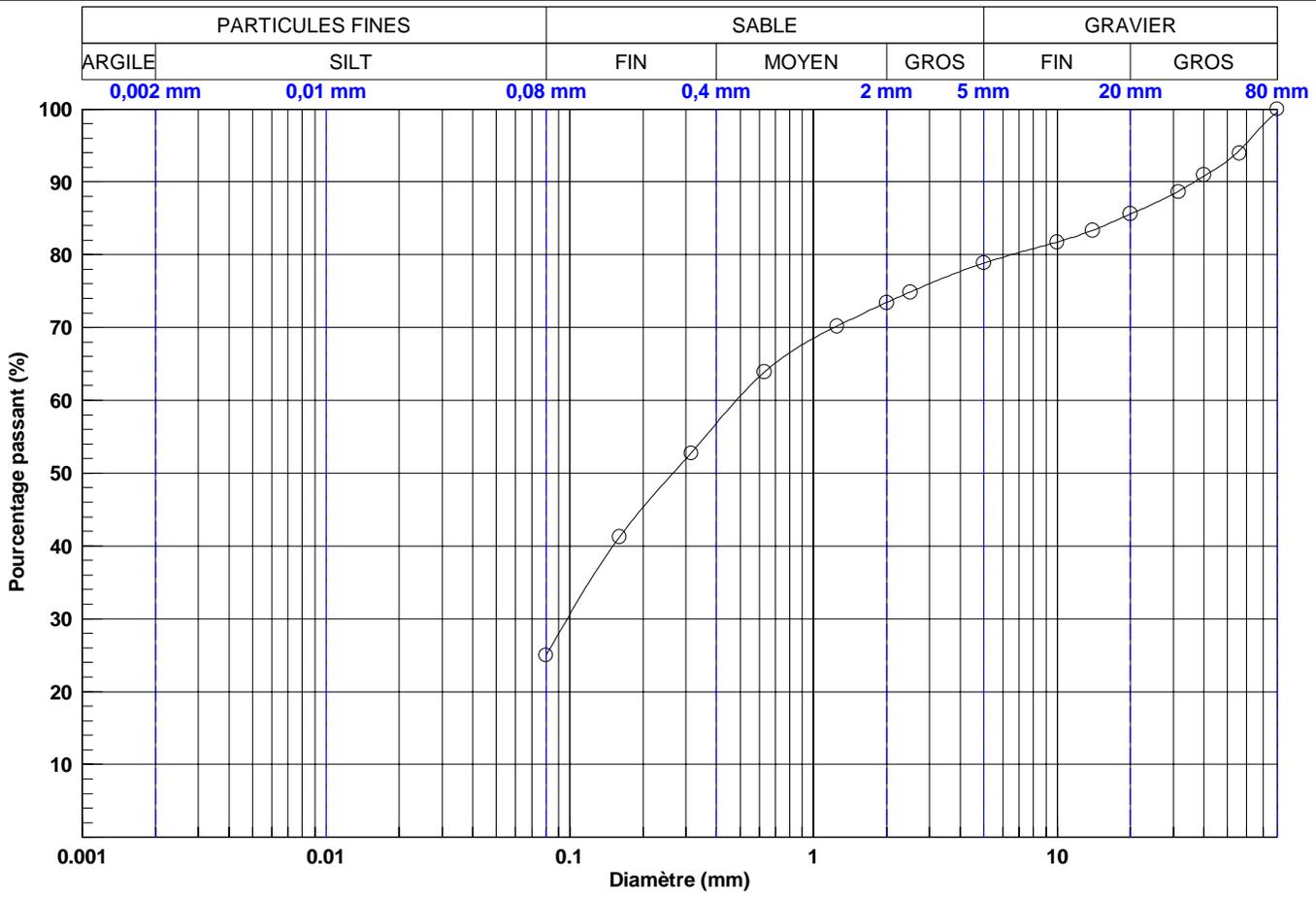
I:\aco\211\c02\geotec\lab\1_FRANCAIS\WSP_FR_Lab_Granulo&sediment\0.sty

Nom du consultant : 

Nom du client : 

Page 1 de 1
ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE
 Sondage N° B-034

Nom du projet : **Étude de faisabilité - La Grande Alliance - Infrastructures de transport** No. de projet : **211-08415-00**
 Nom du requérant : **Société de développement crie** No. plan de localisation : **ANNEXE E-1**
 Localisation civile : **Radisson-Kuujuarapik** Date du début du sondage : **2022-07-13**



Courbe	PARTICULES FINES	SABLE	GRAVIER
○	25.0	53.8	20.7

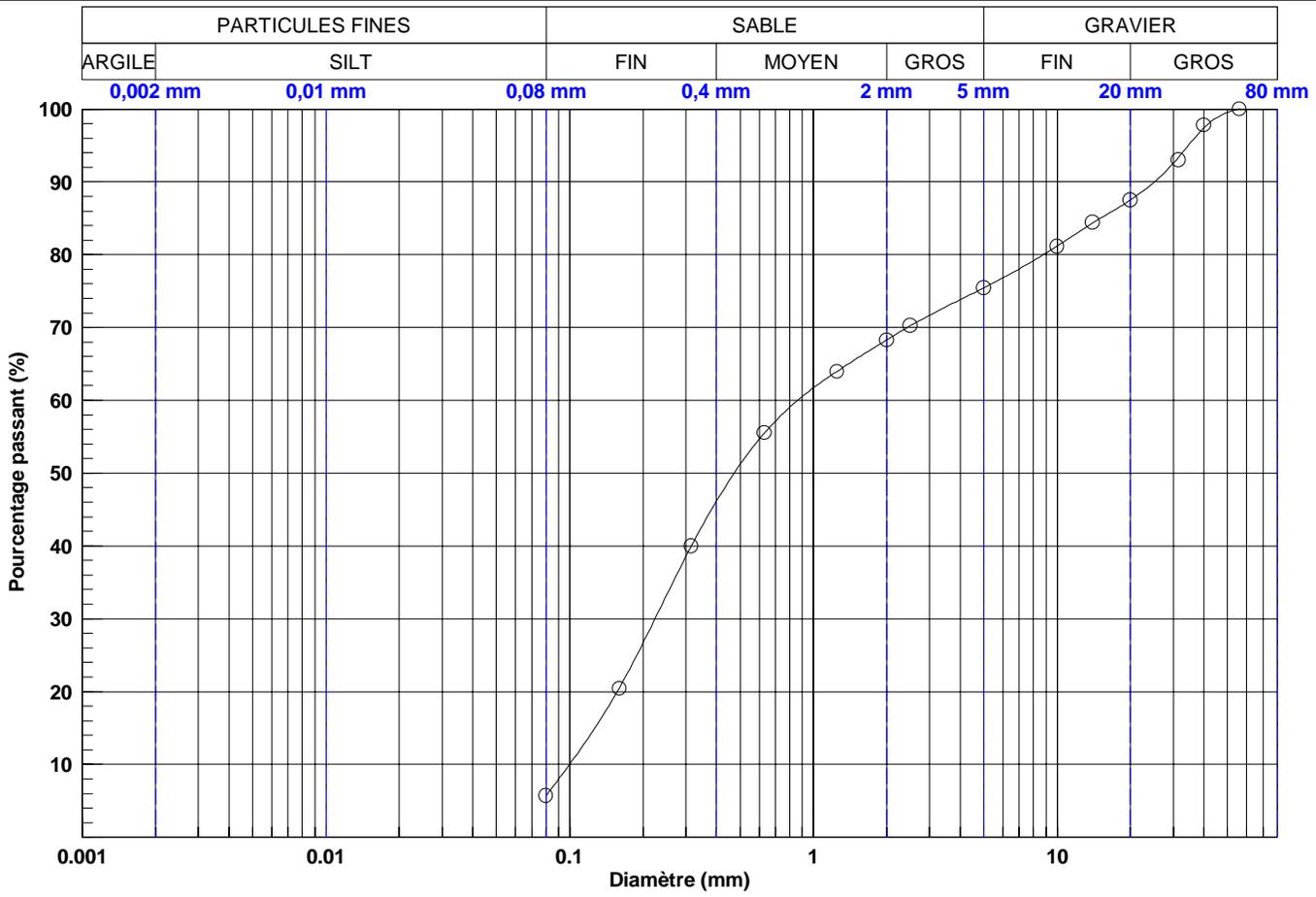
Courbe	0,08 mm	0,08 mm	0,16 mm	0,315 mm	0,63 mm	1,25 mm	2,5 mm	5 mm	10 mm	14 mm	20 mm	28 mm	40 mm	56 mm	80 mm
○	25.03	25.03	41.19	52.79	63.86	70.20	74.87	78.85	81.72	83.35	85.59	87.81	90.79	94.31	99.53

Courbe	Sondage	Éch.	Profondeur (m)	Description	D10	D30	D60	Cu	Cc	USCS	W _N
○	B-034	02	0.20 - 0.60	Sable siteux et graveleux.	-	0.10	0.48	-	-	SM	7.1

Effectué par : - Date : - Vérifié par : - Date : -
 Date de production : 2023-01-19

I:\aco\211\02\geotec\geotec_80\SI\y\elab\1_FRANCAIS\WSP_FR_Lab_Granulo.sty

Nom du projet : **Étude de faisabilité - La Grande Alliance - Infrastructures de transport** No. de projet : **211-08415-00**
 Nom du requérant : **Société de développement crie** No. plan de localisation : **ANNEXE E-1**
 Localisation civile : **Radisson-Kuujuarapik** Date du début du sondage : **2022-07-13**



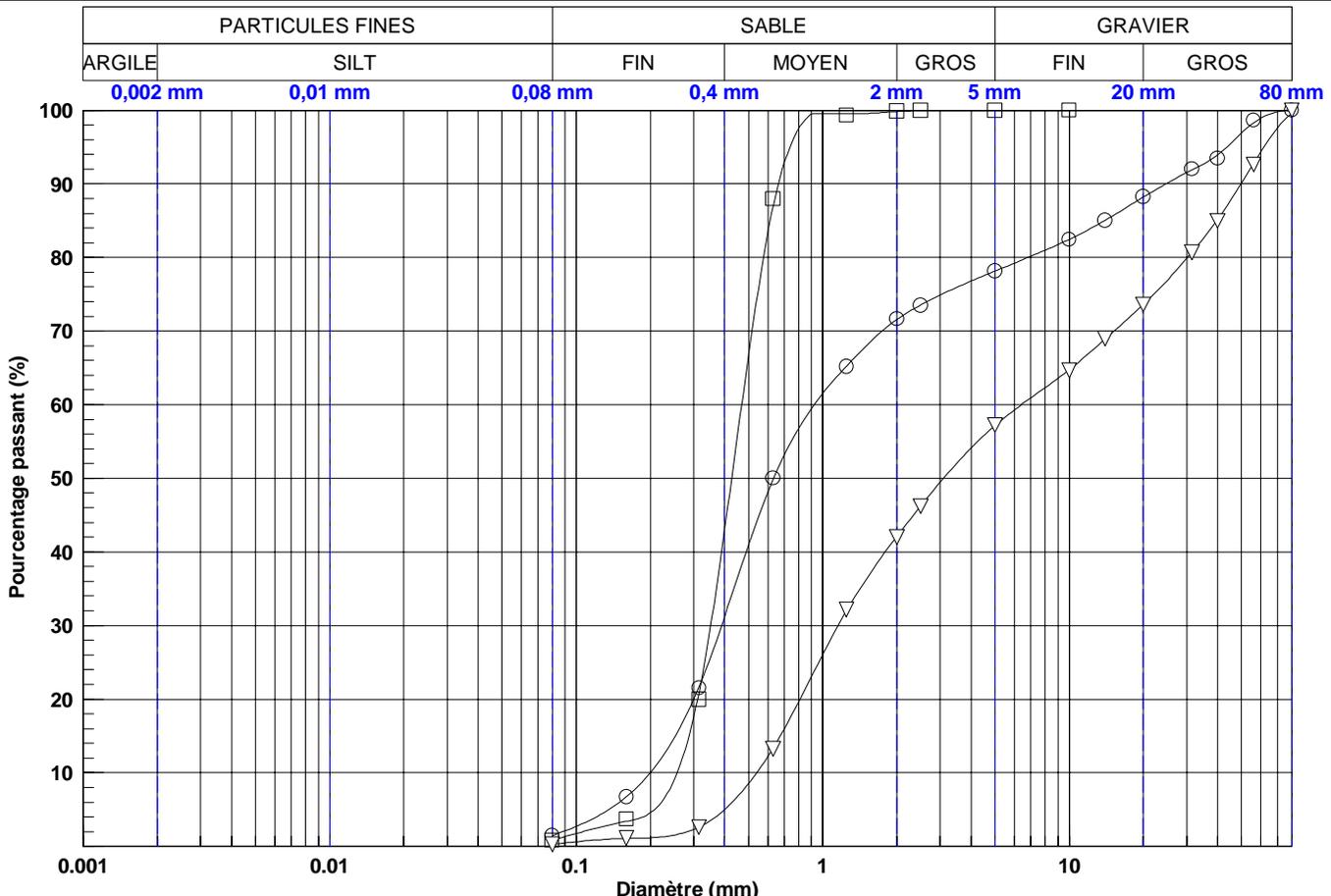
Courbe	PARTICULES FINES	SABLE	GRAVIER
○	5.7	69.8	24.6

Courbe	0,08 mm	0,08 mm	0,16 mm	0,315 mm	0,63 mm	1,25 mm	2,5 mm	5 mm	10 mm	14 mm	20 mm	28 mm	40 mm	56 mm	80 mm
○	5.68	5.68	20.52	39.93	55.51	63.97	70.24	75.44	81.18	84.35	87.52	91.48	97.42	100.00	100.00

Courbe	Sondage	Éch.	Profondeur (m)	Description	D10	D30	D60	Cu	Cc	USCS	W _N
○	D-046	01	0.15 - 0.55	Sable graveleux, traces de silt.	0.10	0.22	0.86	8.6	0.6	SP-SM	6.1

I:\aco\211\02\geotec\geotec_80\SI\y\elab\1_FRANCAIS\WSP_FR_Lab_Granulo.sty

Nom du projet : **Étude de faisabilité - La Grande Alliance - Infrastructures de transport** No. de projet : **211-08415-00**
 Nom du requérant : **Société de développement crie** No. plan de localisation : **ANNEXE E-1**
 Localisation civile : **Radisson-Kuujuarapik** Date du début du sondage : **2022-07-13**



Courbe	PARTICULES FINES	SABLE	GRAVIER
○	1.5	76.7	21.8
□	0.8	99.1	0.0
▽	0.3	56.9	42.4

Courbe	0,08 mm	0,08 mm	0,16 mm	0,315 mm	0,63 mm	1,25 mm	2,5 mm	5 mm	10 mm	14 mm	20 mm	28 mm	40 mm	56 mm	80 mm
○	1.48	1.48	6.73	21.72	49.81	65.27	73.54	78.16	82.44	85.04	88.22	90.99	93.89	98.30	100.00
□	0.85	0.85	3.40	20.90	86.93	99.56	99.96	99.98	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
▽	0.29	0.29	1.09	2.64	13.34	32.07	46.23	57.19	64.72	68.94	73.64	78.70	85.11	92.77	99.57

Courbe	Sondage	Éch.	Profondeur (m)	Description	D10	D30	D60	Cu	Cc	USCS	W _N
○	D-061	03	0.05 - 0.50	Sable graveleux, traces de silt.	0.20	0.39	0.92	4.6	0.8	SP	3.1
□	D-061	01	0.10 - 0.50	Sable.	0.26	0.35	0.47	1.8	1.0	SP	3.4
▽	D-061	02	0.10 - 0.50	Sable et gravier.	0.54	1.15	6.40	11.8	0.4	SP	0.8

I:\aco\21102\geotec\geotec_80\SI\y\elab\1_FRANCAIS\WSP_FR_Lab_Granulo.sty

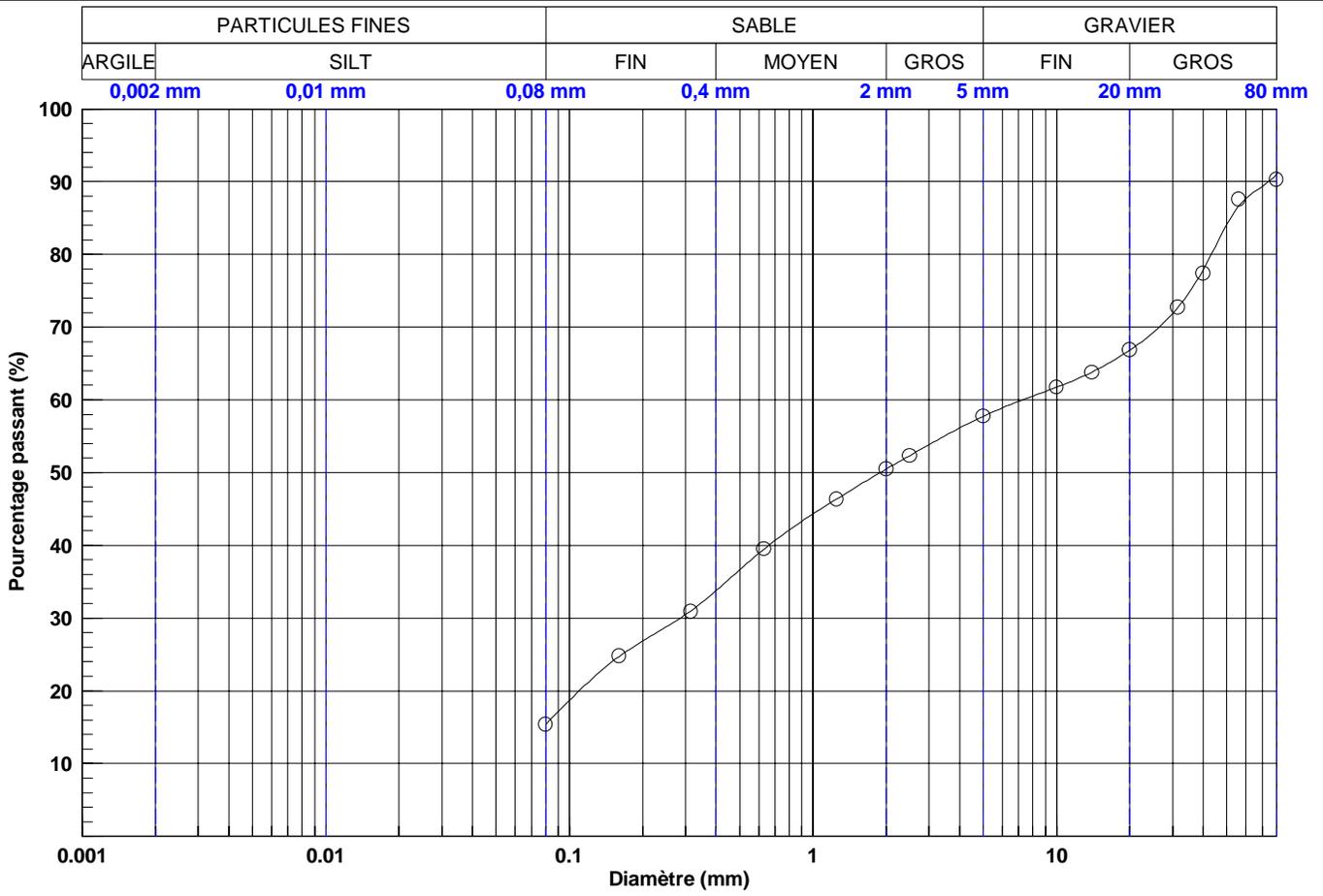
Nom du consultant : 

Nom du client : 

ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE

Sondage N° BV-089

Nom du projet : **Étude de faisabilité - La Grande Alliance - Infrastructures de transport** No. de projet : **211-08415-00**
 Nom du requérant : **Société de développement crie** No. plan de localisation : **ANNEXE E-1**
 Localisation civile : **Radisson-Kuujuarapik** Date du début du sondage : **2022-07-13**



Courbe	PARTICULES FINES	SABLE	GRAVIER
○	15.4	42.3	33.3

Courbe	0,08 mm	0,15 mm	0,3 mm	0,6 mm	1,2 mm	2,5 mm	5 mm	10 mm	20 mm	40 mm	80 mm
○	15.41	24.72	30.99	39.48	46.34	52.34	57.75	61.74	66.84	77.88	91.03

Courbe	Sondage	Éch.	Profondeur (m)	Description	D10	D30	D60	Cu	Cc	USCS	W _N
○	BV-089	01	0.10 - 0.45	Sable graveleux, un peu de silt, présence de cailloux.	-	0.29	7.27	-	-	SM	5.7

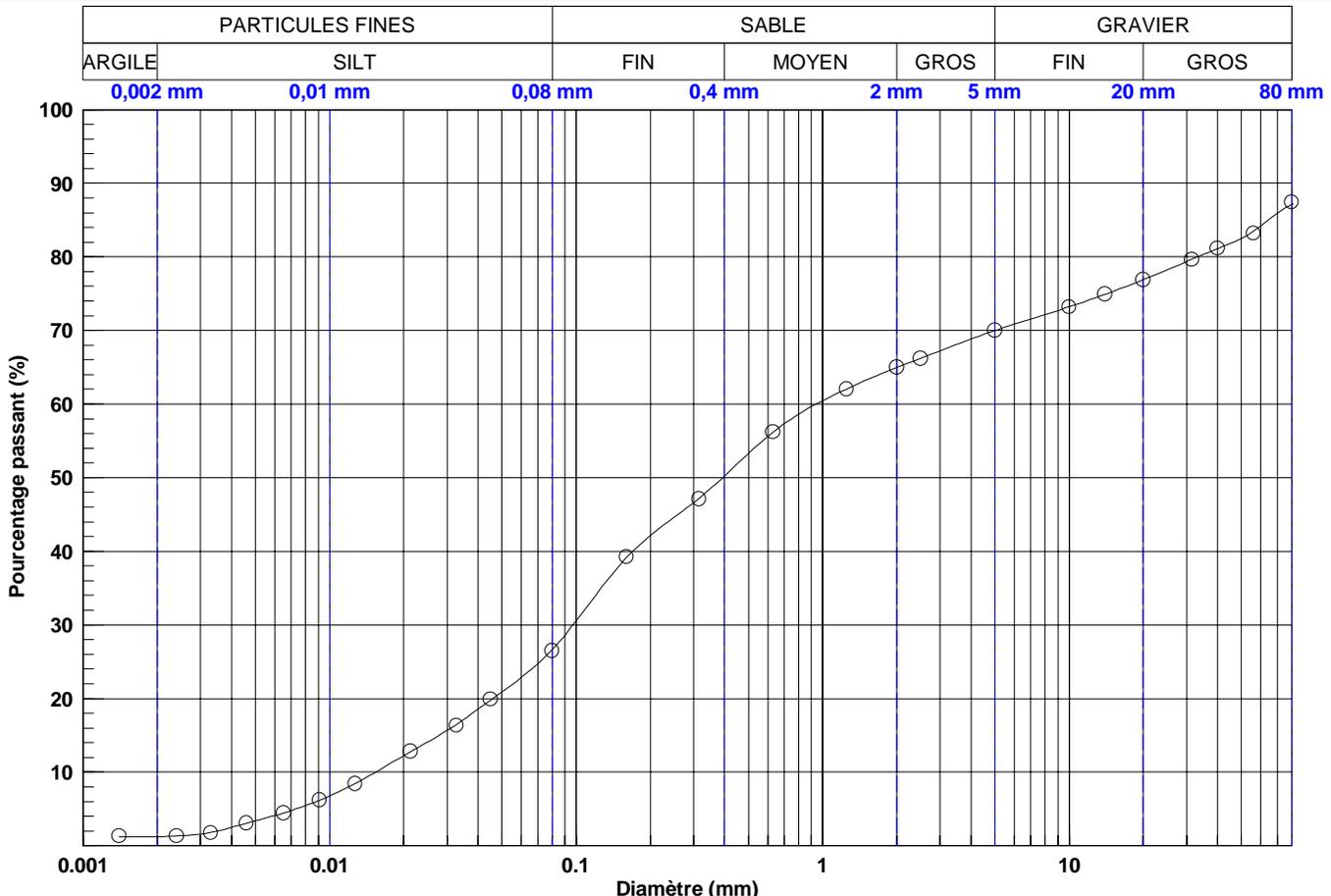
Effectué par : - Date : - Vérfié par : - Date : -
 Date de production : 2023-01-19

\\saco\2\c02\geotec\lab1\lab1_FRANCAIS\WSP_FR_Lab_Granulo.sty

Nom du consultant : 

Nom du client : 

Nom du projet : **Étude de faisabilité - La Grande Alliance - Infrastructures de transport** No. de projet : **211-08415-00**
 Nom du requérant : **Société de développement crie** No. plan de localisation : **ANNEXE E-1**
 Localisation civile : **Radisson-Kuujuarapik** Date du début du sondage : **2022-07-13**



Courbe	ARGILE	SILT	SABLE	GRAVIER
○	1.2	25.4	43.4	17.1

Courbe	0,002 mm	0,08 mm	0,16 mm	0,315 mm	0,63 mm	1,25 mm	2,5 mm	5 mm	10 mm	14 mm	20 mm	28 mm	40 mm	56 mm	80 mm
○	1.24	26.62	39.13	47.17	56.17	62.05	66.22	69.98	73.21	74.91	76.89	78.93	81.08	83.49	87.11

Courbe	Sondage	Éch.	Profondeur (m)	Description	D10	D30	D60	Cu	Cc	USCS	W _N
○	B-110	01	0.20 - 0.80	Sable silteux, un peu de gravier, traces d'argile, présence de cailloux.	0.02	0.10	0.94	61.1	0.7	SM	7.5

Effectué par : - Date : - Vérifié par : - Date : -
 Date de production : 2023-01-19

I:\aco\211\c02\geotec\geotec_80\SI\y\elab\1_FRANCAIS\WSP_FR_Lab_Granulo&Sédiments\sty

Nom du consultant : 

Nom du client : 

ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE

Sondage N° B-119

Nom du projet : **Étude de faisabilité - La Grande Alliance - Infrastructures de transport**

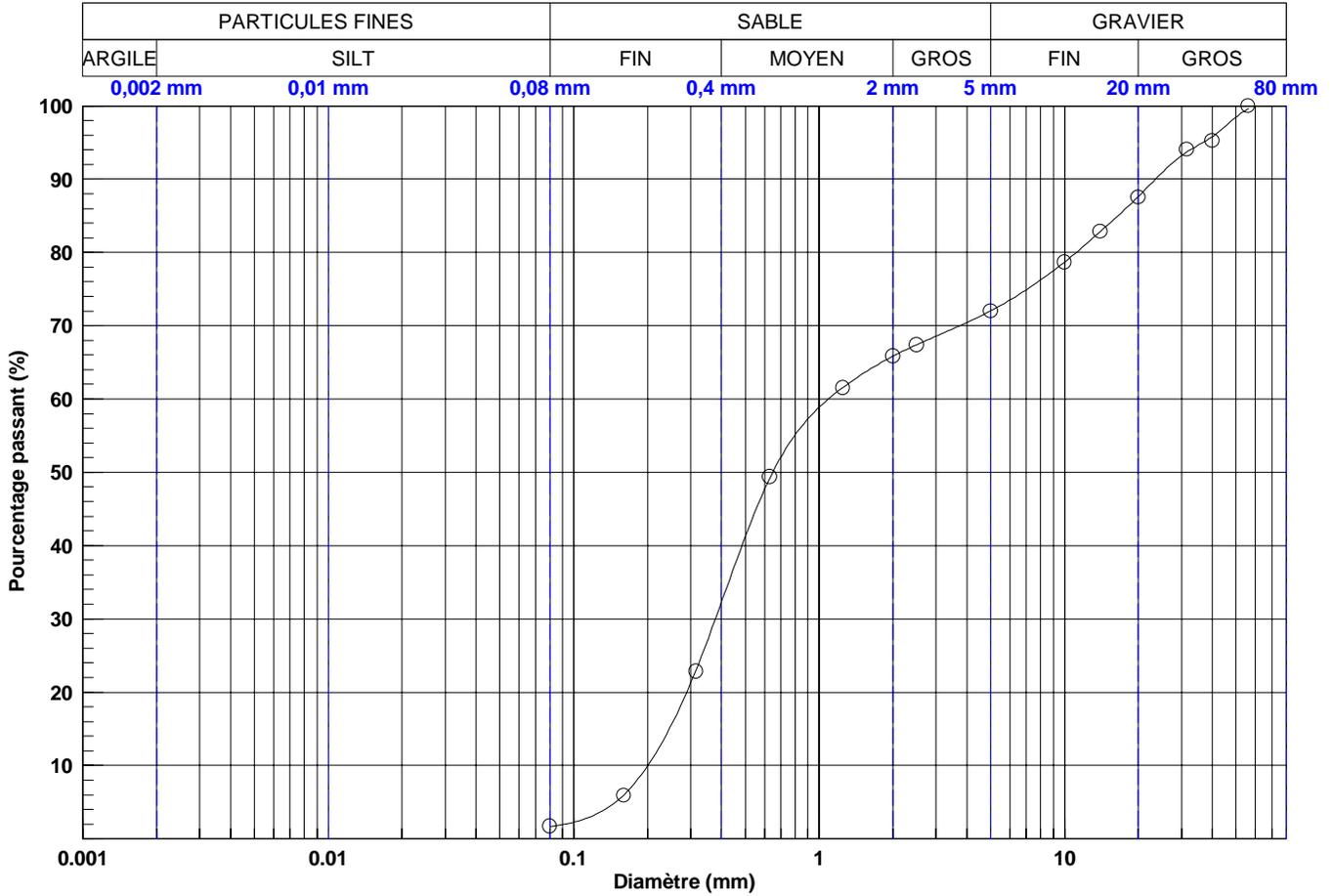
No. de projet : **211-08415-00**

Nom du requérant : **Société de développement crie**

No. plan de localisation : **ANNEXE E-1**

Localisation civile : **Radisson-Kuujuarapik**

Date du début du sondage : **2022-07-13**



Courbe	PARTICULES FINES			SABLE			GRAVIER		
○	1.6			70.4			28.0		

Courbe	0,08 mm	0,08 mm	0,16 mm	0,315 mm	0,63 mm	1,25 mm	2,5 mm	5 mm	10 mm	14 mm	20 mm	28 mm	40 mm	56 mm	80 mm
○	1.65	1.65	5.97	22.99	49.20	61.57	67.41	72.02	78.68	82.83	87.64	92.40	95.79	99.59	100.00

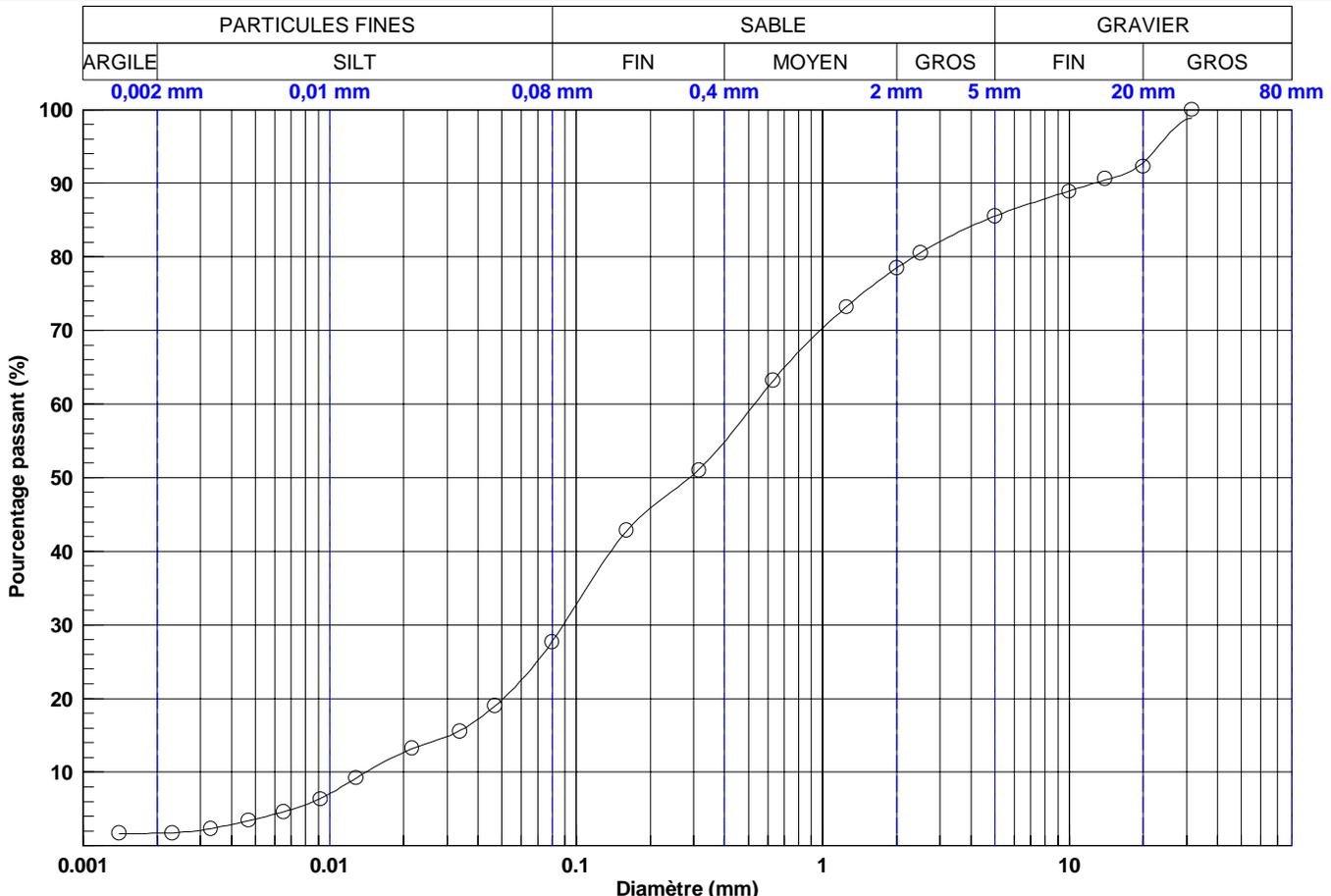
Courbe	Sondage	Éch.	Profondeur (m)	Description	D10	D30	D60	Cu	Cc	USCS	W _N
○	B-119	01	0.05 - 0.40	Sable graveleux, traces de silt.	0.20	0.38	1.09	5.4	0.7	SP	2.0

Effectué par : - Date : - Vérifié par : - Date : -

Date de production : 2023-01-19

I:\aco\21102\geotec\geotec_80\SI\y\elab\1_FRANÇAIS\WSP_FR_Lab_Granulo.sty

Nom du projet : **Étude de faisabilité - La Grande Alliance - Infrastructures de transport** No. de projet : **211-08415-00**
 Nom du requérant : **Société de développement crie** No. plan de localisation : **ANNEXE E-1**
 Localisation civile : **Radisson-Kuujuarapik** Date du début du sondage : **2022-07-13**



Courbe	ARGILE	SILT	SABLE	GRAVIER
○	1.7	26.1	57.8	14.5

Courbe	0,002 mm	0,08 mm	0,16 mm	0,315 mm	0,63 mm	1,25 mm	2,5 mm	5 mm	10 mm	14 mm	20 mm	28 mm	40 mm	56 mm	80 mm
○	1.69	27.75	42.72	51.11	63.17	73.22	80.56	85.53	88.93	90.44	92.80	98.02	99.81	100.00	100.00

Courbe	Sondage	Éch.	Profondeur (m)	Description	D10	D30	D60	Cu	Cc	USCS	W _N
○	B-119	02	0.10 - 0.50	Sable silteux, un peu de gravier, traces d'argile.	0.01	0.09	0.53	37.6	1.1	SM	8.0

Effectué par : - Date : - Vérifié par : - Date : -
 Date de production : 2023-01-19

I:\aco\211\c02\geotec\geotec_80\SI\y\elab\1_FRANCAIS\WSP_FR_Lab_Granulo&Sédiment\o.sty

Nom du consultant : 

Nom du client : 

ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE

Sondage N°

B-146

Nom du projet : **Étude de faisabilité - La Grande Alliance - Infrastructures de transport**

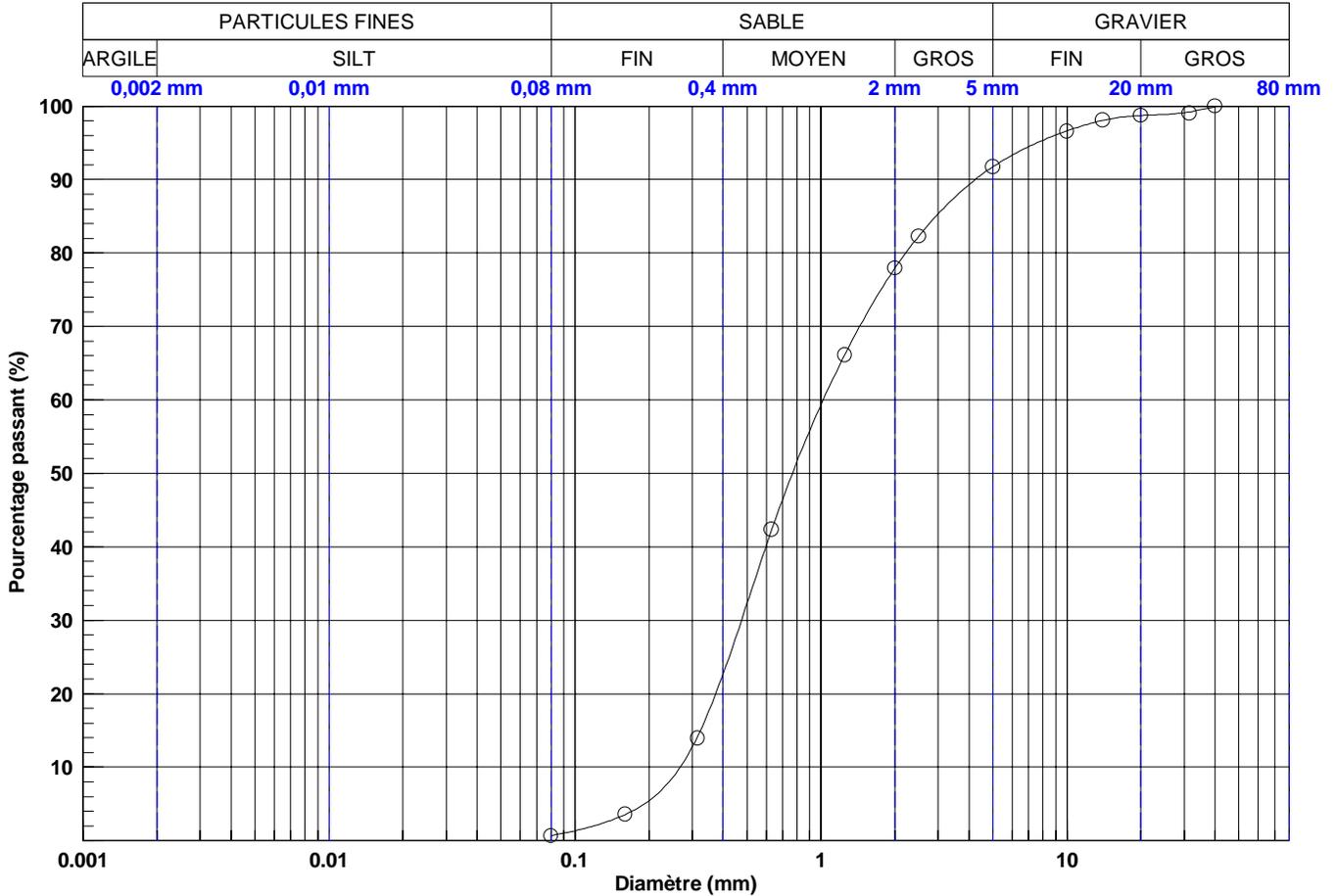
No. de projet : **211-08415-00**

Nom du requérant : **Société de développement crie**

No. plan de localisation : **ANNEXE E-1**

Localisation civile : **Radisson-Kuujuarapik**

Date du début du sondage : **2022-07-13**



Courbe	PARTICULES FINES			SABLE				GRAVIER		
○	0.7			91.1				8.3		

Courbe	0,08 mm	0,15 mm	0,3 mm	0,6 mm	1,2 mm	2,5 mm	5 mm	10 mm	20 mm	40 mm	80 mm
○	0.65	0.65	3.55	14.13	42.24	66.13	82.29	91.73	96.61	98.07	98.72

Courbe	Sondage	Éch.	Profondeur (m)	Description	D10	D30	D60	Cu	Cc	USCS	W _N
○	B-146	01	-	Sable, traces de gravier.	0.27	0.48	1.02	3.8	0.8	SP	3.6

Effectué par : - Date : - Vérifié par : - Date : -

Date de production : 2023-01-19

I:\aco\211\02\geotec\geotec_80\SI\y\elab\1_FRANCAIS\WSP_FR_Lab_Granulo.sty



Nom du client :



ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE

Sondage N°

D-164

Nom du projet : **Étude de faisabilité - La Grande Alliance - Infrastructures de transport**

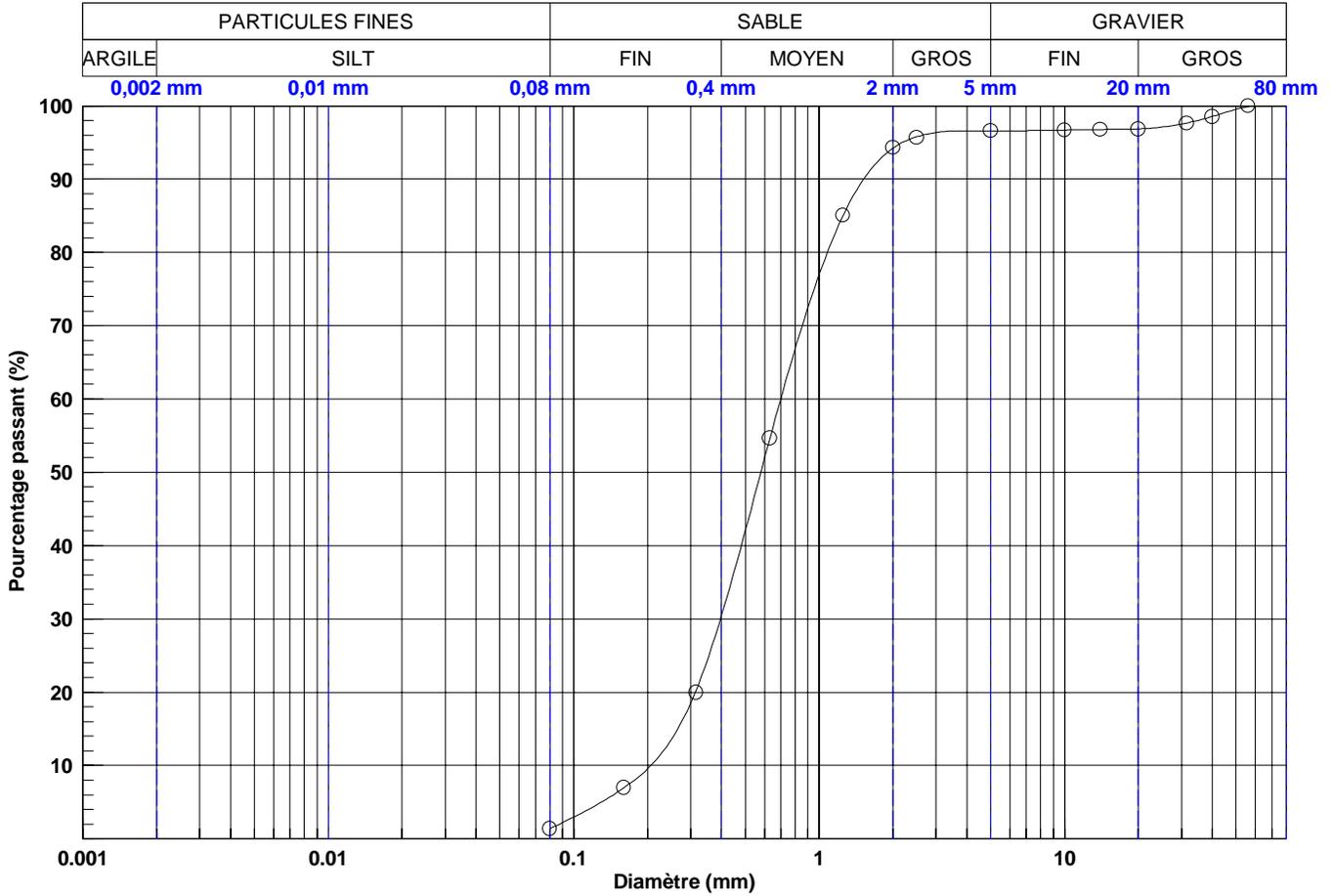
No. de projet : **211-08415-00**

Nom du requérant : **Société de développement crie**

No. plan de localisation : **ANNEXE E-1**

Localisation civile : **Radisson-Kuujuarapik**

Date du début du sondage : **2022-07-14**



Courbe	PARTICULES FINES	SABLE	GRAVIER
○	1.4	95.2	3.4

Courbe	0,08 mm	0,08 mm	0,16 mm	0,315 mm	0,63 mm	1,25 mm	2,5 mm	5 mm	10 mm	14 mm	20 mm	28 mm	40 mm	56 mm	80 mm
○	1.38	1.38	6.93	20.18	54.56	84.97	95.77	96.60	96.68	96.77	96.85	97.34	98.55	99.89	100.00

Courbe	Sondage	Éch.	Profondeur (m)	Description	D10	D30	D60	Cu	Cc	USCS	W _N
○	D-164	01	0.00 - 0.70	Sable, traces de gravier et de silt.	0.21	0.40	0.70	3.4	1.1	SP	2.0

Effectué par : -

Date : -

Vérifié par : -

Date : -

Date de production : 2023-01-19

I:\aco\211\202\geotec\geotec_80\SI\y\elab\1_FRANCAIS\WSP_FR_Lab_Granulo.sty

Nom du consultant :



Nom du client :



ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE

Sondage N°

D-181A

Nom du projet : **Étude de faisabilité - La Grande Alliance - Infrastructures de transport**

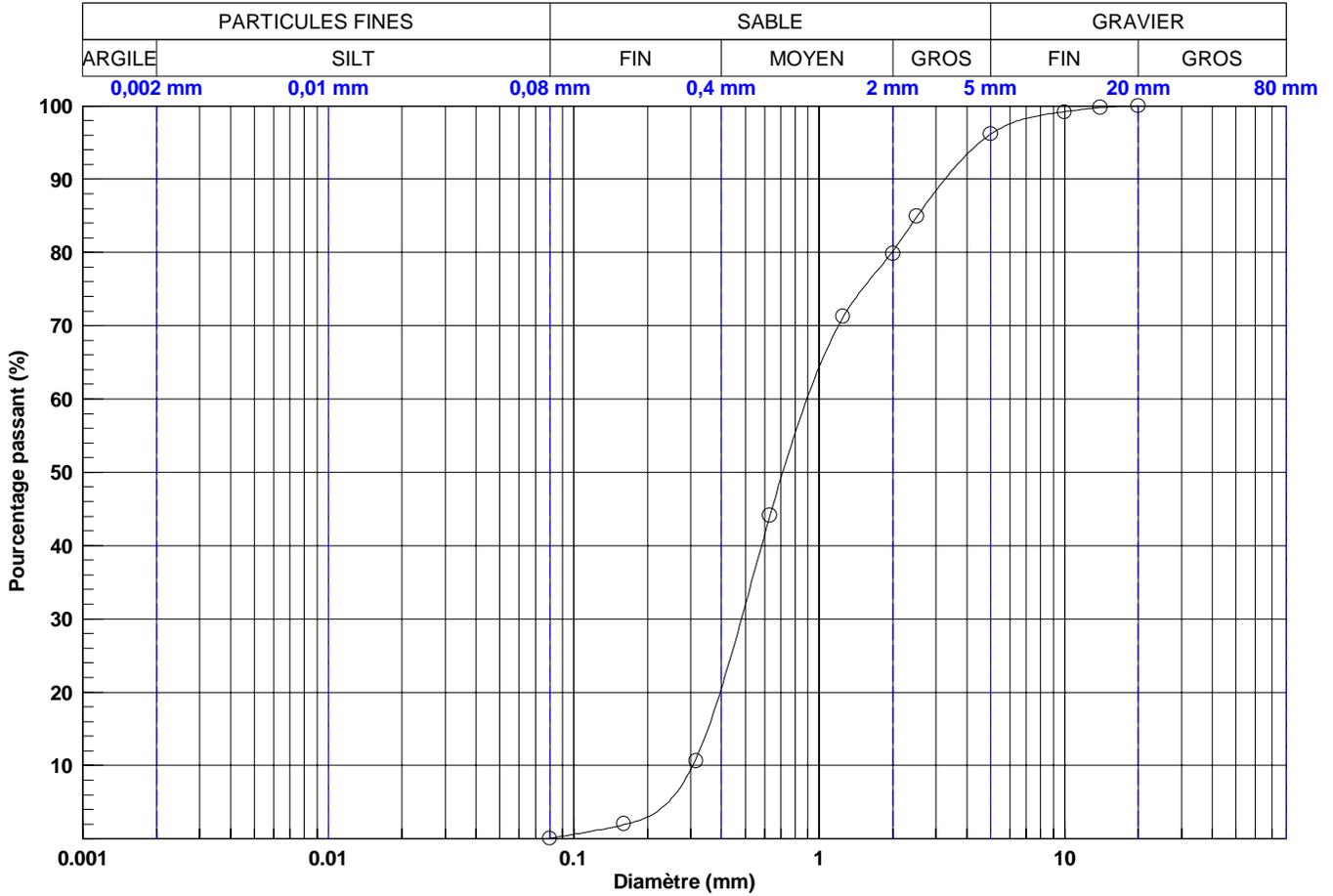
No. de projet : **211-08415-00**

Nom du requérant : **Société de développement crie**

No. plan de localisation : **ANNEXE E-1**

Localisation civile : **Radisson-Kuujuarapik**

Date du début du sondage : **2022-07-14**



Courbe	PARTICULES FINES			SABLE				GRAVIER		
○	0.1			96.0				3.9		

Courbe	0,08 mm	0,08 mm	0,16 mm	0,315 mm	0,63 mm	1,25 mm	2,5 mm	5 mm	10 mm	14 mm	20 mm	28 mm	40 mm	56 mm	80 mm
○	0.06	0.06	1.92	10.90	44.00	71.08	84.83	96.11	99.19	99.77	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Courbe	Sondage	Éch.	Profondeur (m)	Description	D10	D30	D60	Cu	Cc	USCS	W _N
○	D-181A	01	0.00 - 0.90	Sable, traces de gravier.	0.31	0.48	0.89	2.9	0.9	SP	3.1

Effectué par : -

Date : -

Vérifié par : -

Date : -

Date de production : 2023-01-19

Nom du consultant : 

Nom du client : 

ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE

Sondage N°

D-192

Nom du projet : **Étude de faisabilité - La Grande Alliance - Infrastructures de transport**

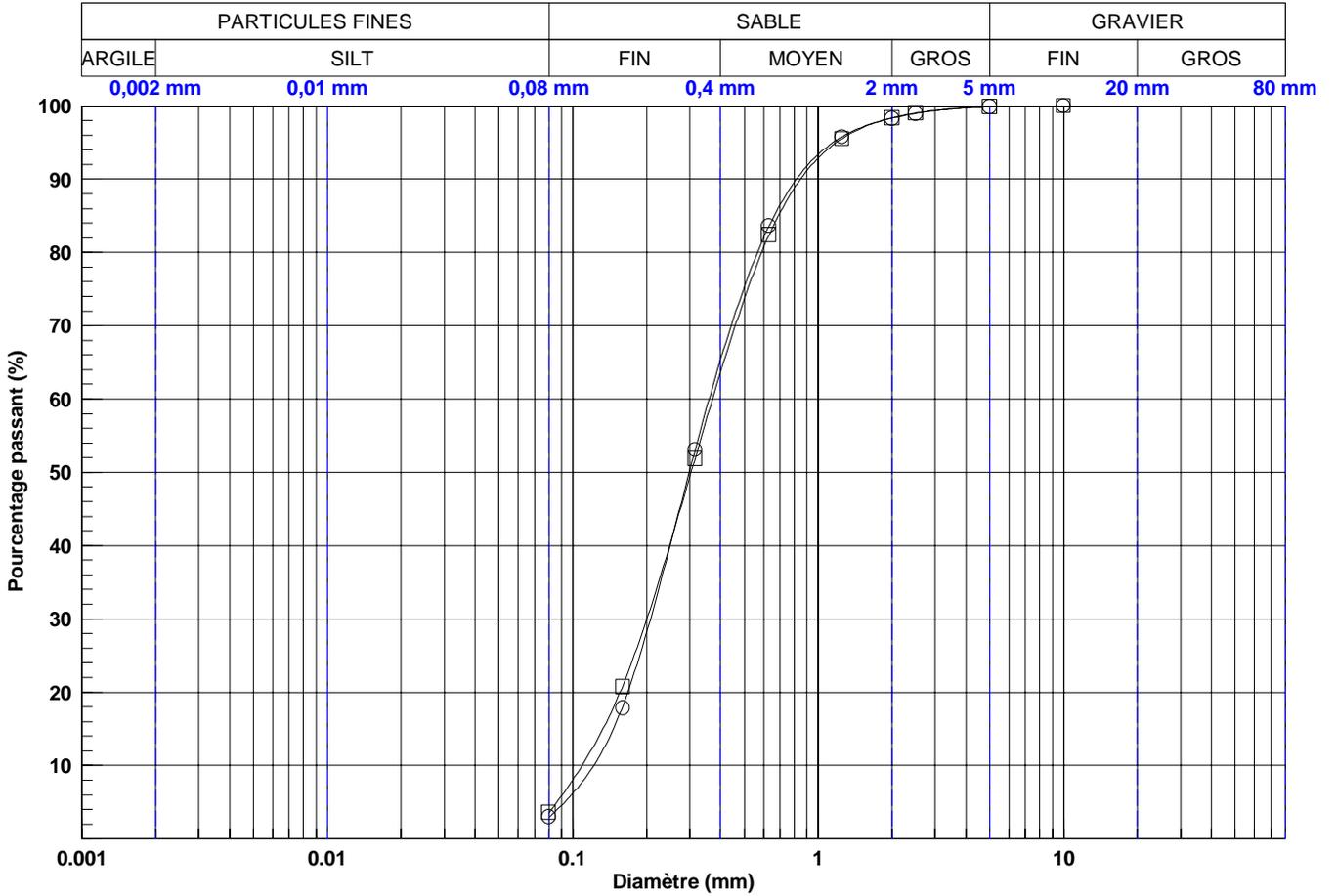
No. de projet : **211-08415-00**

Nom du requérant : **Société de développement crié**

No. plan de localisation : **ANNEXE E-1**

Localisation civile : **Radisson-Kuujuarapik**

Date du début du sondage : **2022-07-14**



Courbe	PARTICULES FINES			SABLE					GRAVIER					
○	2.9			97.0										
□	3.5			96.4										

Courbe	0,08 mm	0,08 mm	0,16 mm	0,315 mm	0,63 mm	1,25 mm	2,5 mm	5 mm	10 mm	14 mm	20 mm	28 mm	40 mm	56 mm	80 mm
○	2.90	2.90	18.10	52.99	83.53	95.78	98.95	99.86	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
□	3.50	3.50	20.88	51.85	82.28	95.52	99.02	99.87	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Courbe	Sondage	Éch.	Profondeur (m)	Description	D10	D30	D60	Cu	Cc	USCS	W _N
○	D-192	01	0.10 - 0.95	Sable, traces de silt.	0.12	0.21	0.36	2.9	1.0	SP	4.3
□	D-192	02	0.10 - 0.60	Sable, traces de silt.	0.11	0.20	0.37	3.4	1.0	SP	4.3

Effectué par : -

Date : -

Vérifié par : -

Date : -

Date de production : 2023-01-19

Nom du consultant : 

Nom du client : 

ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE

Sondage N°

D-201B

Nom du projet : **Étude de faisabilité - La Grande Alliance - Infrastructures de transport**

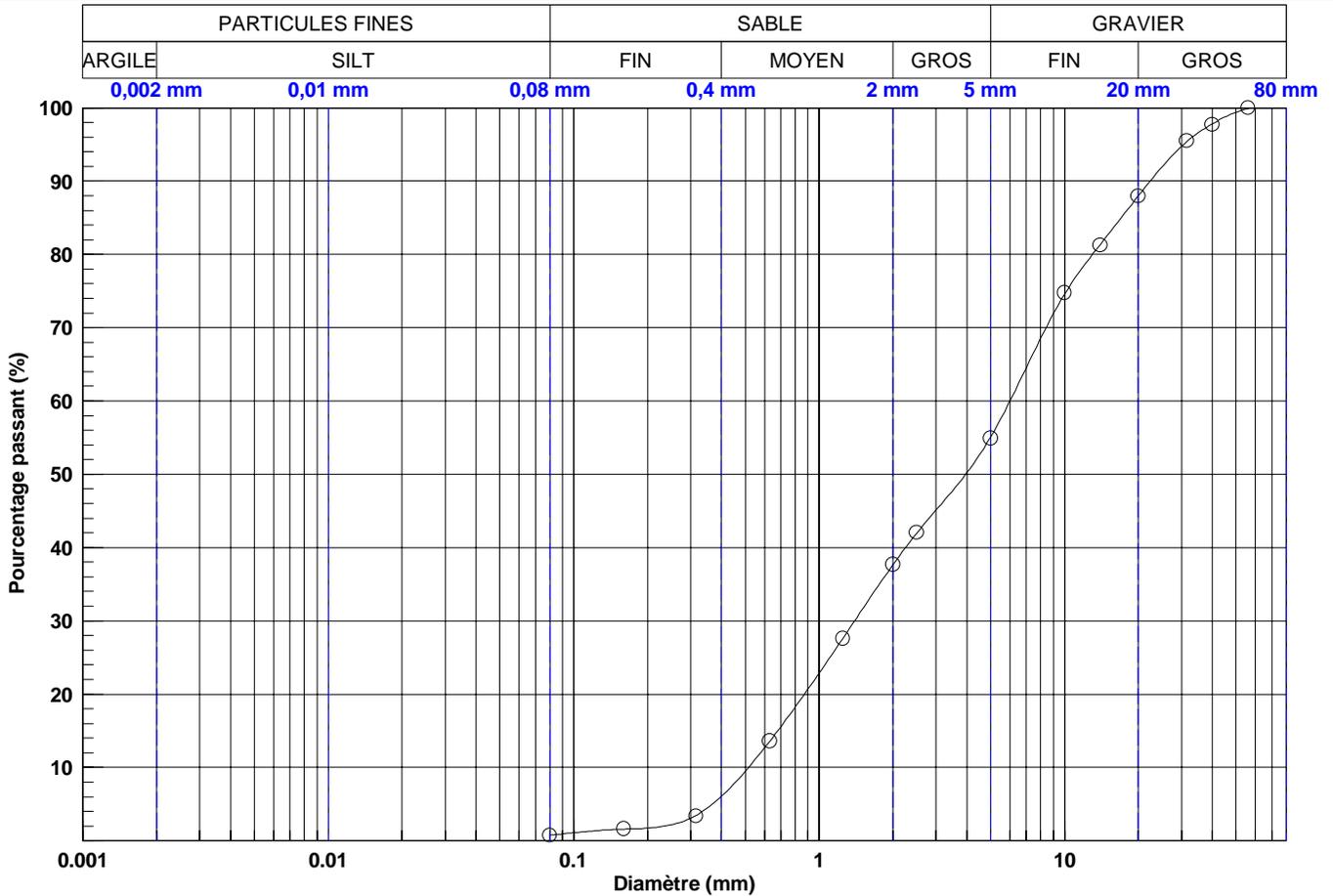
No. de projet : **211-08415-00**

Nom du requérant : **Société de développement crie**

No. plan de localisation : **ANNEXE E-1**

Localisation civile : **Radisson-Kuujuarapik**

Date du début du sondage : **2022-07-15**



Courbe	PARTICULES FINES	SABLE	GRAVIER
○	0.8	54.3	44.9

Courbe	0,08 mm	0,08 mm	0,16 mm	0,315 mm	0,63 mm	1,25 mm	2,5 mm	5 mm	10 mm	14 mm	20 mm	28 mm	40 mm	56 mm	80 mm
○	0.76	0.76	1.59	3.46	13.58	27.60	41.97	55.06	74.57	81.38	87.99	93.76	97.81	99.89	100.00

Courbe	Sondage	Éch.	Profondeur (m)	Description	D10	D30	D60	Cu	Cc	USCS	W _N
○	D-201B	01	0.10 - 0.50	Sable et gravier.	0.52	1.40	6.00	11.6	0.6	SP	3.3

Effectué par : -

Date : -

Vérifié par : -

Date : -

Date de production : 2023-01-19

Nom du consultant :



Nom du client :



ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE

Sondage N°

95882

Nom du projet : **Étude de faisabilité - La Grande Alliance - Infrastructures de transport**

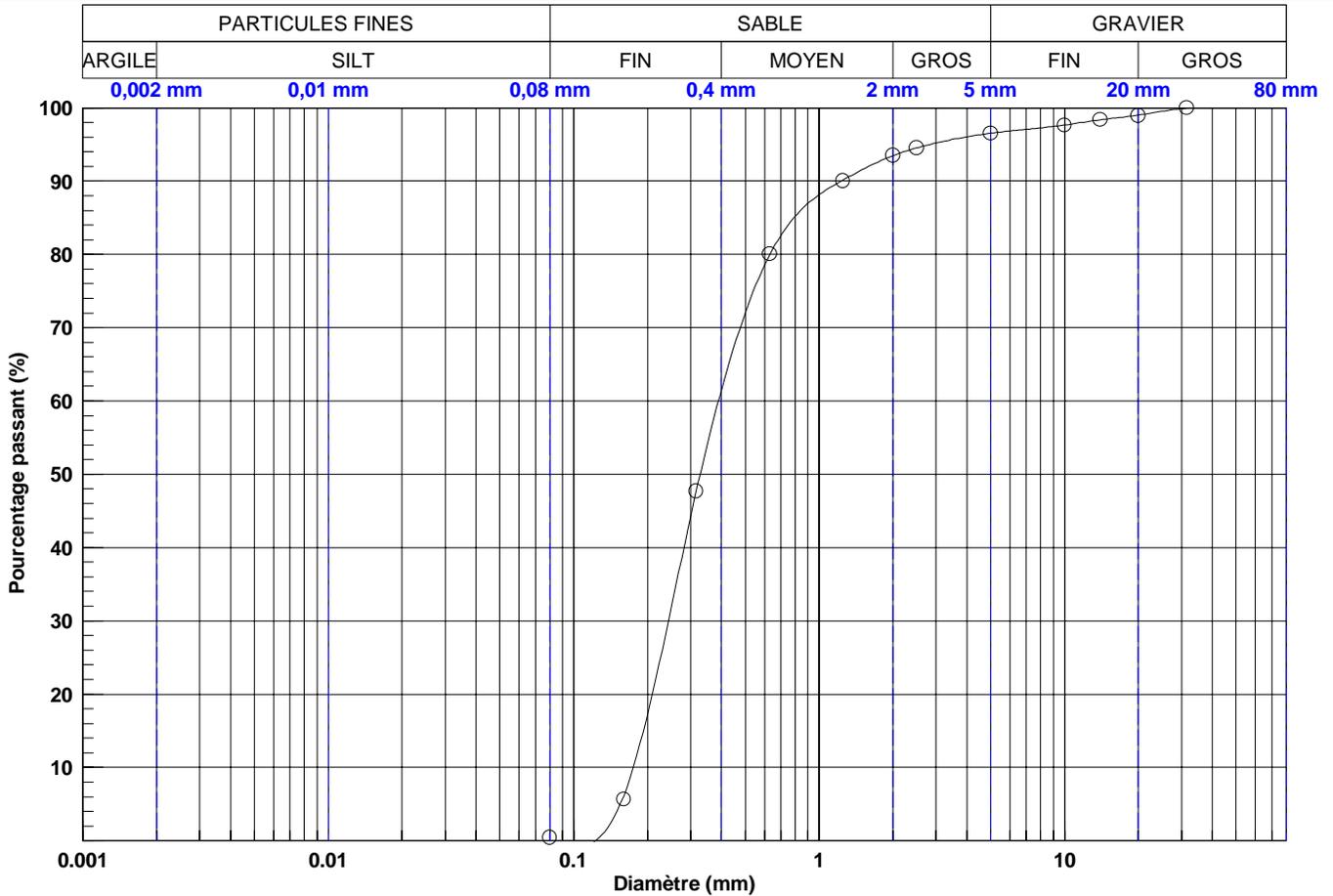
No. de projet : **211-08415-00**

Nom du requérant : **Société de développement crie**

No. plan de localisation : **ANNEXE E-1**

Localisation civile : **Radisson-Kuujuarapik**

Date du début du sondage : **2022-07-15**



Courbe	PARTICULES FINES			SABLE				GRAVIER		
○	0.0			96.5				3.5		

Courbe	0,08 mm	0,08 mm	0,16 mm	0,315 mm	0,63 mm	1,25 mm	2,5 mm	5 mm	10 mm	14 mm	20 mm	28 mm	40 mm	56 mm	80 mm
○	0.00	0.00	6.12	47.46	79.95	90.12	94.53	96.53	97.65	98.35	99.00	99.76	100.00	100.00	100.00

Courbe	Sondage	Éch.	Profondeur (m)	Description	D10	D30	D60	Cu	Cc	USCS	W _N
○	95882	01	0.00 - 0.35	Sable, traces de gravier.	0.17	0.24	0.39	2.2	0.9	SP	21.1

Effectué par : -

Date : -

Vérifié par : -

Date : -

Date de production : 2023-01-19



Essais sur matériau

Client: Société de développement crie

No Dossier: 211-08415-00

Projet: Radisson - Kuujjuarapik

No Labo: G22-662

Type de Matériaux: _____

Provenance: _____

Calibre: _____

Localisation: D-010-01

Utilisation: _____

Prélevé le: _____

Propriétés Intrinsèques, de fabrication et complémentaire

			Résultats				Résultats
Los Angeles	LC 21-400	grade		Los Angeles	CSA A23.2-16A/17A	grade	
Micro Deval	LC 21-070	grade		Micro Deval	CSA A23.2-23A	grade	
Micro Deval (fin)	LC 21-101		25,3	Micro Deval(fin)	CSA A23.2-29A		
Coefficient Friabilité	LC 21-080		17,5				
Particules Plates	LC 21-265			Masse Volumique Tassée	CSA A23.2-10A		
Particules Allongées	LC 21-265			Pourcentages de vides Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec	LC 21-067/66			Masse Volumique Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-067/66			Pourcentages de vides Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute apparente	LC 21-067/66			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-067/66			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec	LC 21-065			Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-065			Absorption	CSA A23.2-12A		
Densité Brute apparente	LC 21-065			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-065			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
Valeur bleu de Méthylène	LC21-255		0,02	Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
				Absorption	CSA A23.2-12A		
				Particules Plates	CSA A23.2-13A		
				Particules Allongées	CSA A23.2-13A		
				Essai Proctor modifié	NQ 2501-255	Méthode C	
						Teneur en eau	
				Particules < 5 µm	NQ 2501-025		

Remarques: _____

Vérifié par: T. Lewyckyj, tech

Date: 22-nov-22

Approuvé par: E. Cardinal, tech Sr.

Date: 2022-11-22



Essais sur matériau

Client: Société de développement crie

No Dossier: 211-08415-00

Projet: Radisson - Kuujuarapik

No Labo: G22-656

Type de Matériaux: _____

Provenance: _____

Calibre: _____

Localisation: B-017-01

Utilisation: _____

Prélevé le: _____

Propriétés Intrinsèques, de fabrication et complémentaire

			Résultats				Résultats
Los Angeles	LC 21-400	grade		Los Angeles	CSA A23.2-16A/17A	grade	
Micro Deval	LC 21-070	grade		Micro Deval	CSA A23.2-23A	grade	
Micro Deval (fin)	LC 21-101		19,9	Micro Deval(fin)	CSA A23.2-29A		
Coefficient Friabilité	LC 21-080		19,8				
Particules Plates	LC 21-265			Masse Volumique Tassée	CSA A23.2-10A		
Particules Allongées	LC 21-265			Pourcentages de vides Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec	LC 21-067/66			Masse Volumique Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-067/66			Pourcentages de vides Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute apparente	LC 21-067/66			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-067/66			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec	LC 21-065			Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-065			Absorption	CSA A23.2-12A		
Densité Brute apparente	LC 21-065			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-065			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
Valeur bleu de Méthylène	LC21-255		0,12	Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
				Absorption	CSA A23.2-12A		
				Particules Plates	CSA A23.2-13A		
				Particules Allongées	CSA A23.2-13A		
				Essai Proctor modifié	NQ 2501-255	Méthode C	
						Teneur en eau	
				Particules < 5 µm	NQ 2501-025		

Remarques: _____

Vérifié par: T. Lewyckyj, tech

Date: 22-nov-22

Approuvé par: E. Cardinal, tech Sr.

Date: 2022-11-22



Essais sur matériau

Client: Société de développement crie

No Dossier: 211-08415-00

Projet: Radisson - Kuujjuarapik

No Labo: G22-660

Type de Matériaux: _____

Provenance: _____

Calibre: _____

Localisation: D-025A-01

Utilisation: _____

Prélevé le: _____

Propriétés Intrinsèques, de fabrication et complémentaire

			Résultats				Résultats
Los Angeles	LC 21-400	grade		Los Angeles	CSA A23.2-16A/17A	grade	
Micro Deval	LC 21-070	grade		Micro Deval	CSA A23.2-23A	grade	
Micro Deval (fin)	LC 21-101		19,8	Micro Deval(fin)	CSA A23.2-29A		
Coefficient Friabilité	LC 21-080		16,1				
Particules Plates	LC 21-265			Masse Volumique Tassée	CSA A23.2-10A		
Particules Allongées	LC 21-265			Pourcentages de vides Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec	LC 21-067/66			Masse Volumique Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-067/66			Pourcentages de vides Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute apparente	LC 21-067/66			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-067/66			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec	LC 21-065			Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-065			Absorption	CSA A23.2-12A		
Densité Brute apparente	LC 21-065			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-065			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
Valeur bleu de Méthylène	LC21-255			Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
				Absorption	CSA A23.2-12A		
				Particules Plates	CSA A23.2-13A		
				Particules Allongées	CSA A23.2-13A		
				Essai Proctor modifié	NQ 2501-255	Méthode C	
						Teneur en eau	
				Particules < 5 µm	NQ 2501-025		

Remarques: _____

Vérifié par: T. Lewyckyj, tech

Date: 22-nov-22

Approuvé par: E. Cardinal, tech Sr.

Date: 2022-11-22



Essais sur matériau

Client: Société de développement crie

No Dossier: 211-08415-00

Projet: Radisson - Kuujuarapik

No Labo: G22-661

Type de Matériaux: _____

Provenance: _____

Calibre: _____

Localisation: D-025A-02

Utilisation: _____

Prélevé le: _____

Propriétés Intrinsèques, de fabrication et complémentaire

			Résultats				Résultats
Los Angeles	LC 21-400	grade		Los Angeles	CSA A23.2-16A/17A	grade	
Micro Deval	LC 21-070	grade		Micro Deval	CSA A23.2-23A	grade	
Micro Deval (fin)	LC 21-101		21,7	Micro Deval(fin)	CSA A23.2-29A		
Coefficient Friabilité	LC 21-080		16,3				
Particules Plates	LC 21-265			Masse Volumique Tassée	CSA A23.2-10A		
Particules Allongées	LC 21-265			Pourcentages de vides Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec	LC 21-067/66			Masse Volumique Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-067/66			Pourcentages de vides Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute apparente	LC 21-067/66			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-067/66			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec	LC 21-065			Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-065			Absorption	CSA A23.2-12A		
Densité Brute apparente	LC 21-065			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-065			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
Valeur bleu de Méthylène	LC21-255		0,03	Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
				Absorption	CSA A23.2-12A		
				Particules Plates	CSA A23.2-13A		
				Particules Allongées	CSA A23.2-13A		
				Essai Proctor modifié	NQ 2501-255	Méthode C	
						Teneur en eau	
				Particules < 5 µm	NQ 2501-025		

Remarques: _____

Vérifié par: T. Lewyckyj, tech

Date: 22-nov-22

Approuvé par: E. Cardinal, tech Sr.

Date: 2022-11-22



Essais sur matériau

Client: Société de développement crie

No Dossier: 211-08415-00

Projet: Radisson - Kuujjuarapik

No Labo: G22-658

Type de Matériaux: _____

Provenance: _____

Calibre: _____

Localisation: B-034-01

Utilisation: _____

Prélevé le: _____

Propriétés Intrinsèques, de fabrication et complémentaire

			Résultats				Résultats
Los Angeles	LC 21-400	grade		Los Angeles	CSA A23.2-16A/17A	grade	
Micro Deval	LC 21-070	grade		Micro Deval	CSA A23.2-23A	grade	
Micro Deval (fin)	LC 21-101		23,6	Micro Deval(fin)	CSA A23.2-29A		
Coefficient Friabilité	LC 21-080		24,3				
Particules Plates	LC 21-265			Masse Volumique Tassée	CSA A23.2-10A		
Particules Allongées	LC 21-265			Pourcentages de vides Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec	LC 21-067/66			Masse Volumique Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-067/66			Pourcentages de vides Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute apparente	LC 21-067/66			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-067/66			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec	LC 21-065			Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-065			Absorption	CSA A23.2-12A		
Densité Brute apparente	LC 21-065			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-065			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
Valeur bleu de Méthylène	LC21-255		0,06	Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
				Absorption	CSA A23.2-12A		
				Particules Plates	CSA A23.2-13A		
				Particules Allongées	CSA A23.2-13A		
				Essai Proctor modifié	NQ 2501-255	Méthode C	
						Teneur en eau	
				Particules < 5 µm	NQ 2501-025		

Remarques: _____

Vérifié par: T. Lewyckyj, tech

Date: 22-nov-22

Approuvé par: E. Cardinal, tech Sr.

Date: 2022-11-22



Essais sur matériau

Client: Société de développement crie

No Dossier: 211-08415-00

Projet: Radisson - Kuujjuarapik

No Labo: G22-659

Type de Matériaux: _____

Provenance: _____

Calibre: _____

Localisation: B-034-02

Utilisation: _____

Prélevé le: _____

Propriétés Intrinsèques, de fabrication et complémentaire

			Résultats				Résultats
Los Angeles	LC 21-400	grade		Los Angeles	CSA A23.2-16A/17A	grade	
Micro Deval	LC 21-070	grade		Micro Deval	CSA A23.2-23A	grade	
Micro Deval (fin)	LC 21-101		21,9	Micro Deval(fin)	CSA A23.2-29A		
Coefficient Friabilité	LC 21-080		17,5				
Particules Plates	LC 21-265			Masse Volumique Tassée	CSA A23.2-10A		
Particules Allongées	LC 21-265			Pourcentages de vides Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec	LC 21-067/66			Masse Volumique Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-067/66			Pourcentages de vides Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute apparente	LC 21-067/66			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-067/66			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec	LC 21-065			Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-065			Absorption	CSA A23.2-12A		
Densité Brute apparente	LC 21-065			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-065			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
Valeur bleu de Méthylène	LC21-255			Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
				Absorption	CSA A23.2-12A		
				Particules Plates	CSA A23.2-13A		
				Particules Allongées	CSA A23.2-13A		
				Essai Proctor modifié	NQ 2501-255	Méthode C	
						Teneur en eau	
				Particules < 5 µm	NQ 2501-025		

Remarques: _____

Vérifié par: T. Lewyckyj, tech

Date: 22-nov-22

Approuvé par: E. Cardinal, tech Sr.

Date: 2022-11-22



Essais sur matériau

Client: Société de développement crie

No Dossier: 211-08415-00

Projet: Radisson - Kuujjuarapik

No Labo: G22-657

Type de Matériaux: _____

Provenance: _____

Calibre: _____

Localisation: D-046-01

Utilisation: _____

Prélevé le: _____

Propriétés Intrinsèques, de fabrication et complémentaire

			Résultats				Résultats
Los Angeles	LC 21-400	grade		Los Angeles	CSA A23.2-16A/17A	grade	
Micro Deval	LC 21-070	grade		Micro Deval	CSA A23.2-23A	grade	
Micro Deval (fin)	LC 21-101		20,4	Micro Deval(fin)	CSA A23.2-29A		
Coefficient Friabilité	LC 21-080		18,3				
Particules Plates	LC 21-265			Masse Volumique Tassée	CSA A23.2-10A		
Particules Allongées	LC 21-265			Pourcentages de vides Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec	LC 21-067/66			Masse Volumique Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-067/66			Pourcentages de vides Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute apparente	LC 21-067/66			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-067/66			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec	LC 21-065			Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-065			Absorption	CSA A23.2-12A		
Densité Brute apparente	LC 21-065			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-065			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
Valeur bleu de Méthylène	LC21-255			Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
				Absorption	CSA A23.2-12A		
				Particules Plates	CSA A23.2-13A		
				Particules Allongées	CSA A23.2-13A		
				Essai Proctor modifié	NQ 2501-255	Méthode C	
						Teneur en eau	
				Particules < 5 µm	NQ 2501-025		

Remarques: _____

Vérifié par: T. Lewyckyj, tech

Date: 22-nov-22

Approuvé par: E. Cardinal, tech Sr.

Date: 2022-11-22



Essais sur matériau

Client: Société de développement crie

No Dossier: 211-08415-00

Projet: Radisson - Kuujjuarapik

No Labo: G22-664

Type de Matériaux: _____

Provenance: _____

Calibre: _____

Localisation: D-061-01

Utilisation: _____

Prélevé le: _____

Propriétés Intrinsèques, de fabrication et complémentaire

			Résultats				Résultats
Los Angeles	LC 21-400	grade		Los Angeles	CSA A23.2-16A/17A	grade	
Micro Deval	LC 21-070	grade		Micro Deval	CSA A23.2-23A	grade	
Micro Deval (fin)	LC 21-101		12,0	Micro Deval(fin)	CSA A23.2-29A		
Coefficient Friabilité	LC 21-080		11,6				
Particules Plates	LC 21-265			Masse Volumique Tassée	CSA A23.2-10A		
Particules Allongées	LC 21-265			Pourcentages de vides Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec	LC 21-067/66			Masse Volumique Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-067/66			Pourcentages de vides Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute apparente	LC 21-067/66			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-067/66			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec	LC 21-065			Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-065			Absorption	CSA A23.2-12A		
Densité Brute apparente	LC 21-065			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-065			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
Valeur bleu de Méthylène	LC21-255			Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
				Absorption	CSA A23.2-12A		
				Particules Plates	CSA A23.2-13A		
				Particules Allongées	CSA A23.2-13A		
				Essai Proctor modifié	NQ 2501-255	Méthode C	
						Teneur en eau	
				Particules < 5 µm	NQ 2501-025		

Remarques: _____

Vérifié par: T. Lewyckyj, tech

Date: 22-nov-22

Approuvé par: E. Cardinal, tech Sr.

Date: 2022-11-22



Essais sur matériau

Client: Société de développement crie

No Dossier: 211-08415-00

Projet: Radisson - Kuujjuarapik

No Labo: G22-665

Type de Matériaux: _____

Provenance: _____

Calibre: _____

Localisation: D-061-02

Utilisation: _____

Prélevé le: _____

Propriétés Intrinsèques, de fabrication et complémentaire

			Résultats				Résultats
Los Angeles	LC 21-400	grade		Los Angeles	CSA A23.2-16A/17A	grade	
Micro Deval	LC 21-070	grade F	8,1	Micro Deval	CSA A23.2-23A	grade	
Micro Deval (fin)	LC 21-101			Micro Deval(fin)	CSA A23.2-29A		
Coefficient Friabilité	LC 21-080		15,1				
Particules Plates	LC 21-265			Masse Volumique Tassée	CSA A23.2-10A		
Particules Allongées	LC 21-265			Pourcentages de vides Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec	LC 21-067/66			Masse Volumique Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-067/66			Pourcentages de vides Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute apparente	LC 21-067/66			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-067/66			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec	LC 21-065			Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-065			Absorption	CSA A23.2-12A		
Densité Brute apparente	LC 21-065			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-065			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
Valeur bleu de Méthylène	LC21-255			Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
				Absorption	CSA A23.2-12A		
				Particules Plates	CSA A23.2-13A		
				Particules Allongées	CSA A23.2-13A		
				Essai Proctor modifié	NQ 2501-255	Méthode C	
						Teneur en eau	
				Particules < 5 µm	NQ 2501-025		

Remarques: _____

Vérifié par: T. Lewyckyj, tech

Date: 22-nov-22

Approuvé par: E. Cardinal, tech Sr.

Date: 2022-11-22



Essais sur matériau

Client: Société de développement crie

No Dossier: 211-08415-00

Projet: Radisson - Kuujuarapik

No Labo: G22-666

Type de Matériaux: _____

Provenance: _____

Calibre: _____

Localisation: D-061-03

Utilisation: _____

Prélevé le: _____

Propriétés Intrinsèques, de fabrication et complémentaire

			Résultats				Résultats
Los Angeles	LC 21-400	grade		Los Angeles	CSA A23.2-16A/17A	grade	
Micro Deval	LC 21-070	grade		Micro Deval	CSA A23.2-23A	grade	
Micro Deval (fin)	LC 21-101		46,3	Micro Deval(fin)	CSA A23.2-29A		
Coefficient Friabilité	LC 21-080		16,1				
Particules Plates	LC 21-265			Masse Volumique Tassée	CSA A23.2-10A		
Particules Allongées	LC 21-265			Pourcentages de vides Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec	LC 21-067/66			Masse Volumique Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-067/66			Pourcentages de vides Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute apparente	LC 21-067/66			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-067/66			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec	LC 21-065			Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-065			Absorption	CSA A23.2-12A		
Densité Brute apparente	LC 21-065			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-065			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
Valeur bleu de Méthylène	LC21-255			Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
				Absorption	CSA A23.2-12A		
				Particules Plates	CSA A23.2-13A		
				Particules Allongées	CSA A23.2-13A		
				Essai Proctor modifié	NQ 2501-255	Méthode C	
						Teneur en eau	
				Particules < 5 µm	NQ 2501-025		

Remarques: _____

Vérifié par: T. Lewyckyj, tech

Date: 22-nov-22

Approuvé par: E. Cardinal, tech Sr.

Date: 2022-11-22



Essais sur matériau

Client: Société de développement crie

No Dossier: 211-08415-00

Projet: Radisson - Kuujjuarapik

No Labo: G22-663

Type de Matériaux: _____

Provenance: _____

Calibre: _____

Localisation: BV-089-01

Utilisation: _____

Prélevé le: _____

Propriétés Intrinsèques, de fabrication et complémentaire

			Résultats				Résultats
Los Angeles	LC 21-400	grade		Los Angeles	CSA A23.2-16A/17A	grade	
Micro Deval	LC 21-070	grade F	22,9	Micro Deval	CSA A23.2-23A	grade	
Micro Deval (fin)	LC 21-101			Micro Deval(fin)	CSA A23.2-29A		
Coefficient Friabilité	LC 21-080		19,6				
Particules Plates	LC 21-265			Masse Volumique Tassée	CSA A23.2-10A		
Particules Allongées	LC 21-265			Pourcentages de vides Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec	LC 21-067/66			Masse Volumique Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-067/66			Pourcentages de vides Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute apparente	LC 21-067/66			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-067/66			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec	LC 21-065			Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-065			Absorption	CSA A23.2-12A		
Densité Brute apparente	LC 21-065			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-065			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
Valeur bleu de Méthylène	LC21-255			Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
				Absorption	CSA A23.2-12A		
				Particules Plates	CSA A23.2-13A		
				Particules Allongées	CSA A23.2-13A		
				Essai Proctor modifié	NQ 2501-255	Méthode C	
						Teneur en eau	
				Particules < 5 µm	NQ 2501-025		

Remarques: _____

Vérifié par: T. Lewyckyj, tech

Date: 22-nov-22

Approuvé par: E. Cardinal, tech Sr.

Date: 2022-11-22



Essais sur matériau

Client: Société de développement crie

No Dossier: 211-08415-00

Projet: Radisson - Kuujuarapik

No Labo: G22-667

Type de Matériaux: _____

Provenance: _____

Calibre: _____

Localisation: B-110-01

Utilisation: _____

Prélevé le: _____

Propriétés Intrinsèques, de fabrication et complémentaire

			Résultats				Résultats
Los Angeles	LC 21-400	grade		Los Angeles	CSA A23.2-16A/17A	grade	
Micro Deval	LC 21-070	grade		Micro Deval	CSA A23.2-23A	grade	
Micro Deval (fin)	LC 21-101		12,9	Micro Deval(fin)	CSA A23.2-29A		
Coefficient Friabilité	LC 21-080		18,8				
Particules Plates	LC 21-265			Masse Volumique Tassée	CSA A23.2-10A		
Particules Allongées	LC 21-265			Pourcentages de vides Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec	LC 21-067/66			Masse Volumique Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-067/66			Pourcentages de vides Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute apparente	LC 21-067/66			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-067/66			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec	LC 21-065			Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-065			Absorption	CSA A23.2-12A		
Densité Brute apparente	LC 21-065			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-065			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
Valeur bleu de Méthylène	LC21-255		0,01	Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
				Absorption	CSA A23.2-12A		
				Particules Plates	CSA A23.2-13A		
				Particules Allongées	CSA A23.2-13A		
				Essai Proctor modifié	NQ 2501-255	Méthode C	
						Teneur en eau	
				Particules < 5 µm	NQ 2501-025		

Remarques: _____

Vérifié par: T. Lewyckyj, tech

Date: 22-nov-22

Approuvé par: E. Cardinal, tech Sr.

Date: 2022-11-22



Essais sur matériau

Client: Société de développement crie

No Dossier: 211-08415-00

Projet: Radisson - Kuujuarapik

No Labo: G22-655

Type de Matériaux: _____

Provenance: _____

Calibre: _____

Localisation: B-119-01

Utilisation: _____

Prélevé le: _____

Propriétés Intrinsèques, de fabrication et complémentaire

			Résultats				Résultats
Los Angeles	LC 21-400	grade		Los Angeles	CSA A23.2-16A/17A	grade	
Micro Deval	LC 21-070	grade		Micro Deval	CSA A23.2-23A	grade	
Micro Deval (fin)	LC 21-101		17,9	Micro Deval(fin)	CSA A23.2-29A		
Coefficient Friabilité	LC 21-080		15,3				
Particules Plates	LC 21-265			Masse Volumique Tassée	CSA A23.2-10A		
Particules Allongées	LC 21-265			Pourcentages de vides Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec	LC 21-067/66			Masse Volumique Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-067/66			Pourcentages de vides Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute apparente	LC 21-067/66			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-067/66			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec	LC 21-065			Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-065			Absorption	CSA A23.2-12A		
Densité Brute apparente	LC 21-065			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-065			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
Valeur bleu de Méthylène	LC21-255			Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
				Absorption	CSA A23.2-12A		
				Particules Plates	CSA A23.2-13A		
				Particules Allongées	CSA A23.2-13A		
				Essai Proctor modifié	NQ 2501-255	Méthode C	
						Teneur en eau	
				Particules < 5 µm	NQ 2501-025		

Remarques: _____

Vérifié par: T. Lewyckyj, tech

Date: 22-nov-22

Approuvé par: E. Cardinal, tech Sr.

Date: 2022-11-22



Essais sur matériau

Client: Société de développement crie

No Dossier: 211-08415-00

Projet: Radisson - Kuujjuarapik

No Labo: G22-669

Type de Matériaux: _____

Provenance: _____

Calibre: _____

Localisation: B-119-02

Utilisation: _____

Prélevé le: _____

Propriétés Intrinsèques, de fabrication et complémentaire

			Résultats				Résultats
Los Angeles	LC 21-400	grade		Los Angeles	CSA A23.2-16A/17A	grade	
Micro Deval	LC 21-070	grade		Micro Deval	CSA A23.2-23A	grade	
Micro Deval (fin)	LC 21-101		15,7	Micro Deval(fin)	CSA A23.2-29A		
Coefficient Friabilité	LC 21-080		20,3				
Particules Plates	LC 21-265			Masse Volumique Tassée	CSA A23.2-10A		
Particules Allongées	LC 21-265			Pourcentages de vides Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec	LC 21-067/66			Masse Volumique Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-067/66			Pourcentages de vides Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute apparente	LC 21-067/66			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-067/66			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec	LC 21-065			Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-065			Absorption	CSA A23.2-12A		
Densité Brute apparente	LC 21-065			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-065			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
Valeur bleu de Méthylène	LC21-255		0,02	Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
				Absorption	CSA A23.2-12A		
				Particules Plates	CSA A23.2-13A		
				Particules Allongées	CSA A23.2-13A		
				Essai Proctor modifié	NQ 2501-255	Méthode C	
						Teneur en eau	
				Particules < 5 µm	NQ 2501-025		

Remarques: _____

Vérifié par: T. Lewyckyj, tech

Date: 22-nov-22

Approuvé par: E. Cardinal, tech Sr.

Date: 2022-11-22



Essais sur matériau

Client: Société de développement crie

No Dossier: 211-08415-00

Projet: Radisson - Kuujuarapik

No Labo: G22-668

Type de Matériaux: _____

Provenance: _____

Calibre: _____

Localisation: B-146-01

Utilisation: _____

Prélevé le: _____

Propriétés Intrinsèques, de fabrication et complémentaire

			Résultats				Résultats
Los Angeles	LC 21-400	grade		Los Angeles	CSA A23.2-16A/17A	grade	
Micro Deval	LC 21-070	grade		Micro Deval	CSA A23.2-23A	grade	
Micro Deval (fin)	LC 21-101		20,0	Micro Deval(fin)	CSA A23.2-29A		
Coefficient Friabilité	LC 21-080		14,6				
Particules Plates	LC 21-265			Masse Volumique Tassée	CSA A23.2-10A		
Particules Allongées	LC 21-265			Pourcentages de vides Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec	LC 21-067/66			Masse Volumique Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-067/66			Pourcentages de vides Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute apparente	LC 21-067/66			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-067/66			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec	LC 21-065			Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-065			Absorption	CSA A23.2-12A		
Densité Brute apparente	LC 21-065			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-065			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
Valeur bleu de Méthylène	LC21-255			Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
				Absorption	CSA A23.2-12A		
				Particules Plates	CSA A23.2-13A		
				Particules Allongées	CSA A23.2-13A		
				Essai Proctor modifié	NQ 2501-255	Méthode C	
						Teneur en eau	
				Particules < 5 µm	NQ 2501-025		

Remarques: _____

Vérifié par: T. Lewyckyj, tech

Date: 22-nov-22

Approuvé par: E. Cardinal, tech Sr.

Date: 2022-11-22



Essais sur matériau

Client: Société de développement crie

No Dossier: 211-08415-00

Projet: Radisson - Kuujuarapik

No Labo: G22-654

Type de Matériaux: _____

Provenance: _____

Calibre: _____

Localisation: D-164-01

Utilisation: _____

Prélevé le: _____

Propriétés Intrinsèques, de fabrication et complémentaire

			Résultats				Résultats
Los Angeles	LC 21-400	grade		Los Angeles	CSA A23.2-16A/17A	grade	
Micro Deval	LC 21-070	grade		Micro Deval	CSA A23.2-23A	grade	
Micro Deval (fin)	LC 21-101		13,5	Micro Deval(fin)	CSA A23.2-29A		
Coefficient Friabilité	LC 21-080		13,5				
Particules Plates	LC 21-265			Masse Volumique Tassée	CSA A23.2-10A		
Particules Allongées	LC 21-265			Pourcentages de vides Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec	LC 21-067/66			Masse Volumique Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-067/66			Pourcentages de vides Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute apparente	LC 21-067/66			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-067/66			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec	LC 21-065			Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-065			Absorption	CSA A23.2-12A		
Densité Brute apparente	LC 21-065			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-065			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
Valeur bleu de Méthylène	LC21-255			Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
				Absorption	CSA A23.2-12A		
				Particules Plates	CSA A23.2-13A		
				Particules Allongées	CSA A23.2-13A		
				Essai Proctor modifié	NQ 2501-255	Méthode C	
						Teneur en eau	
				Particules < 5 µm	NQ 2501-025		

Remarques: _____

Vérifié par: T. Lewyckyj, tech

Date: 22-nov-22

Approuvé par: E. Cardinal, tech Sr.

Date: 2022-11-22



Essais sur matériau

Client: Société de développement crie

No Dossier: 211-08415-00

Projet: Radisson - Kuujuarapik

No Labo: G22-653

Type de Matériaux: _____

Provenance: _____

Calibre: _____

Localisation: D-181A-01

Utilisation: _____

Prélevé le: _____

Propriétés Intrinsèques, de fabrication et complémentaire

			Résultats				Résultats
Los Angeles	LC 21-400	grade		Los Angeles	CSA A23.2-16A/17A	grade	
Micro Deval	LC 21-070	grade		Micro Deval	CSA A23.2-23A	grade	
Micro Deval (fin)	LC 21-101		13,3	Micro Deval(fin)	CSA A23.2-29A		
Coefficient Friabilité	LC 21-080		13,8				
Particules Plates	LC 21-265			Masse Volumique Tassée	CSA A23.2-10A		
Particules Allongées	LC 21-265			Pourcentages de vides Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec	LC 21-067/66			Masse Volumique Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-067/66			Pourcentages de vides Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute apparente	LC 21-067/66			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-067/66			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec	LC 21-065			Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-065			Absorption	CSA A23.2-12A		
Densité Brute apparente	LC 21-065			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-065			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
Valeur bleu de Méthylène	LC21-255			Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
				Absorption	CSA A23.2-12A		
				Particules Plates	CSA A23.2-13A		
				Particules Allongées	CSA A23.2-13A		
				Essai Proctor modifié	NQ 2501-255	Méthode C	
						Teneur en eau	
				Particules < 5 µm	NQ 2501-025		

Remarques: _____

Vérifié par: T. Lewyckyj, tech

Date: 22-nov-22

Approuvé par: E. Cardinal, tech Sr.

Date: 2022-11-22



Essais sur matériau

Client: Société de développement crie

No Dossier: 211-08415-00

Projet: Radisson - Kuujuarapik

No Labo: G22-651

Type de Matériaux: _____

Provenance: _____

Calibre: _____

Localisation: D-192-01

Utilisation: _____

Prélevé le: _____

Propriétés Intrinsèques, de fabrication et complémentaire

			Résultats				Résultats
Los Angeles	LC 21-400	grade		Los Angeles	CSA A23.2-16A/17A	grade	
Micro Deval	LC 21-070	grade		Micro Deval	CSA A23.2-23A	grade	
Micro Deval (fin)	LC 21-101		18,6	Micro Deval(fin)	CSA A23.2-29A		
Coefficient Friabilité	LC 21-080		7,2				
Particules Plates	LC 21-265			Masse Volumique Tassée	CSA A23.2-10A		
Particules Allongées	LC 21-265			Pourcentages de vides Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec	LC 21-067/66			Masse Volumique Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-067/66			Pourcentages de vides Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute apparente	LC 21-067/66			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-067/66			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec	LC 21-065			Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-065			Absorption	CSA A23.2-12A		
Densité Brute apparente	LC 21-065			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-065			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
Valeur bleu de Méthylène	LC21-255			Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
				Absorption	CSA A23.2-12A		
				Particules Plates	CSA A23.2-13A		
				Particules Allongées	CSA A23.2-13A		
				Essai Proctor modifié	NQ 2501-255	Méthode C	
						Teneur en eau	
				Particules < 5 µm	NQ 2501-025		

Remarques: _____

Vérifié par: T. Lewyckyj, tech

Date: 22-nov-22

Approuvé par: E. Cardinal, tech Sr.

Date: 2022-11-22



Essais sur matériau

Client: Société de développement crie

No Dossier: 211-08415-00

Projet: Radisson - Kuujuarapik

No Labo: G22-652

Type de Matériaux: _____

Provenance: _____

Calibre: _____

Localisation: D-192-02

Utilisation: _____

Prélevé le: _____

Propriétés Intrinsèques, de fabrication et complémentaire

			Résultats				Résultats
Los Angeles	LC 21-400	grade		Los Angeles	CSA A23.2-16A/17A	grade	
Micro Deval	LC 21-070	grade		Micro Deval	CSA A23.2-23A	grade	
Micro Deval (fin)	LC 21-101		18,8	Micro Deval(fin)	CSA A23.2-29A		
Coefficient Friabilité	LC 21-080		13,7				
Particules Plates	LC 21-265			Masse Volumique Tassée	CSA A23.2-10A		
Particules Allongées	LC 21-265			Pourcentages de vides Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec	LC 21-067/66			Masse Volumique Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-067/66			Pourcentages de vides Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute apparente	LC 21-067/66			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-067/66			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec	LC 21-065			Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-065			Absorption	CSA A23.2-12A		
Densité Brute apparente	LC 21-065			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-065			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
Valeur bleu de Méthylène	LC21-255			Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
				Absorption	CSA A23.2-12A		
				Particules Plates	CSA A23.2-13A		
				Particules Allongées	CSA A23.2-13A		
				Essai Proctor modifié	NQ 2501-255	Méthode C	
						Teneur en eau	
				Particules < 5 µm	NQ 2501-025		

Remarques: _____

Vérifié par: T. Lewyckyj, tech

Date: 22-nov-22

Approuvé par: E. Cardinal, tech Sr.

Date: 2022-11-22



Essais sur matériau

Client: Société de développement crie

No Dossier: 211-08415-00

Projet: Radisson - Kuujjuarapik

No Labo: G22-650

Type de Matériaux: _____

Provenance: _____

Calibre: _____

Localisation: D-201B-01

Utilisation: _____

Prélevé le: _____

Propriétés Intrinsèques, de fabrication et complémentaire

			Résultats				Résultats
Los Angeles	LC 21-400	grade		Los Angeles	CSA A23.2-16A/17A	grade	
Micro Deval	LC 21-070	grade		Micro Deval	CSA A23.2-23A	grade	
Micro Deval (fin)	LC 21-101		13,0	Micro Deval(fin)	CSA A23.2-29A		
Coefficient Friabilité	LC 21-080		17,4				
Particules Plates	LC 21-265			Masse Volumique Tassée	CSA A23.2-10A		
Particules Allongées	LC 21-265			Pourcentages de vides Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec	LC 21-067/66			Masse Volumique Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-067/66			Pourcentages de vides Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute apparente	LC 21-067/66			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-067/66			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec	LC 21-065			Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-065			Absorption	CSA A23.2-12A		
Densité Brute apparente	LC 21-065			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-065			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
Valeur bleu de Méthylène	LC21-255			Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
				Absorption	CSA A23.2-12A		
				Particules Plates	CSA A23.2-13A		
				Particules Allongées	CSA A23.2-13A		
				Essai Proctor modifié	NQ 2501-255	Méthode C	
						Teneur en eau	
				Particules < 5 µm	NQ 2501-025		

Remarques: _____

Vérifié par: T. Lewyckyj, tech

Date: 22-nov-22

Approuvé par: E. Cardinal, tech Sr.

Date: 2022-11-22



Essais sur matériau

Client: Société de développement crie

No Dossier: 211-08415-00

Projet: Radisson - Kuujuarapik

No Labo: G22-649

Type de Matériaux: _____

Provenance: _____

Calibre: _____

Localisation: 95882-01

Utilisation: _____

Prélevé le: _____

Propriétés Intrinsèques, de fabrication et complémentaire

			Résultats				Résultats
Los Angeles	LC 21-400	grade		Los Angeles	CSA A23.2-16A/17A	grade	
Micro Deval	LC 21-070	grade		Micro Deval	CSA A23.2-23A	grade	
Micro Deval (fin)	LC 21-101		17,6	Micro Deval(fin)	CSA A23.2-29A		
Coefficient Friabilité	LC 21-080		13,2				
Particules Plates	LC 21-265			Masse Volumique Tassée	CSA A23.2-10A		
Particules Allongées	LC 21-265			Pourcentages de vides Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec	LC 21-067/66			Masse Volumique Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-067/66			Pourcentages de vides Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute apparente	LC 21-067/66			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-067/66			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec	LC 21-065			Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-065			Absorption	CSA A23.2-12A		
Densité Brute apparente	LC 21-065			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-065			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
Valeur bleu de Méthylène	LC21-255			Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
				Absorption	CSA A23.2-12A		
				Particules Plates	CSA A23.2-13A		
				Particules Allongées	CSA A23.2-13A		
				Essai Proctor modifié	NQ 2501-255	Méthode C	
						Teneur en eau	
				Particules < 5 µm	NQ 2501-025		

Remarques: _____

Vérifié par: T. Lewyckyj, tech

Date: 22-nov-22

Approuvé par: E. Cardinal, tech Sr.

Date: 2022-11-22

Client: Société de développement crie
Projet: La Grande Alliance

No Dossier: 211-08415-00

No Labo: G22-1145

Type de Matériaux: Roc concassé

Provenance: _____

Calibre: _____

Localisation: R-010-F1-ECH-01

Utilisation: _____

Prélevé le: _____

Propriétés Intrinsèques, de fabrication et complémentaire

			Résultats				Résultats
Los Angeles	LC 21-400	grade B	31,8	Los Angeles	CSA A23.2-16A/17A	grade	
Micro Deval	LC 21-070	grade F	10,6	Micro Deval	CSA A23.2-23A	grade	
Micro Deval (fin)	LC 21-101			Micro Deval(fin)	CSA A23.2-29A		
Coefficient Friabilité	LC 21-080						
Particules Plates	LC 21-265			Masse Volumique Tassée	CSA A23.2-10A		
Particules Allongées	LC 21-265			Pourcentages de vides Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec	LC 21-067/66			Masse Volumique Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-067/66			Pourcentages de vides Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute apparente	LC 21-067/66			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-067/66			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec	LC 21-065			Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-065			Absorption	CSA A23.2-12A		
Densité Brute apparente	LC 21-065			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-065			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
				Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
				Absorption	CSA A23.2-12A		
				Particules Plates	CSA A23.2-13A		
				Particules Allongées	CSA A23.2-13A		
				Essai Proctor modifié	NQ 2501-255	Méthode C	
						Teneur en eau	
				Particules < 5 µm	NQ 2501-025		

Remarques: _____

Vérifié par: T. Lewyckyj, tech **Date:** 22-nov-22 **Approuvé par:** E. Cardinal, tech Sr. **Date:** 2022-11-22

Client: Société de développement crie

No Dossier: 211-08415-00

Projet: La Grande Alliance

No Labo: G22-1146

Type de Matériaux: Roc concassé

Provenance: _____

Calibre: _____

Localisation: R-010-F1-ECH-02

Utilisation: _____

Prélevé le: _____

Propriétés Intrinsèques, de fabrication et complémentaire

			Résultats				Résultats
Los Angeles	LC 21-400	grade B	30,7	Los Angeles	CSA A23.2-16A/17A	grade	
Micro Deval	LC 21-070	grade F	10,3	Micro Deval	CSA A23.2-23A	grade	
Micro Deval (fin)	LC 21-101			Micro Deval(fin)	CSA A23.2-29A		
Coefficient Friabilité	LC 21-080						
Particules Plates	LC 21-265			Masse Volumique Tassée	CSA A23.2-10A		
Particules Allongées	LC 21-265			Pourcentages de vides Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec	LC 21-067/66			Masse Volumique Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-067/66			Pourcentages de vides Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute apparente	LC 21-067/66			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-067/66			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec	LC 21-065			Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-065			Absorption	CSA A23.2-12A		
Densité Brute apparente	LC 21-065			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-065			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
				Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
				Absorption	CSA A23.2-12A		
				Particules Plates	CSA A23.2-13A		
				Particules Allongées	CSA A23.2-13A		
				Essai Proctor modifié	NQ 2501-255	Méthode C	
						Teneur en eau	
				Particules < 5 µm	NQ 2501-025		

Remarques: _____

Vérifié par: T. Lewyckyj, tech

Date: 22-nov-22

Approuvé par: E. Cardinal, tech Sr.

Date: 2022-11-22

Client: Société de développement crie
Projet: La Grande Alliance

No Dossier: 211-08415-00

No Labo: G22-1137

Type de Matériaux: Roc concassé

Provenance: _____

Calibre: _____

Localisation: R-010-F2-ECH-01

Utilisation: _____

Prélevé le: _____

Propriétés Intrinsèques, de fabrication et complémentaire

			Résultats				Résultats
Los Angeles	LC 21-400	grade B	31,5	Los Angeles	CSA A23.2-16A/17A	grade	
Micro Deval	LC 21-070	grade F	10,8	Micro Deval	CSA A23.2-23A	grade	
Micro Deval (fin)	LC 21-101			Micro Deval(fin)	CSA A23.2-29A		
Coefficient Friabilité	LC 21-080						
Particules Plates	LC 21-265			Masse Volumique Tassée	CSA A23.2-10A		
Particules Allongées	LC 21-265			Pourcentages de vides Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec	LC 21-067/66			Masse Volumique Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-067/66			Pourcentages de vides Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute apparente	LC 21-067/66			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-067/66			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec	LC 21-065			Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-065			Absorption	CSA A23.2-12A		
Densité Brute apparente	LC 21-065			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-065			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
				Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
				Absorption	CSA A23.2-12A		
				Particules Plates	CSA A23.2-13A		
				Particules Allongées	CSA A23.2-13A		
				Essai Proctor modifié	NQ 2501-255	Méthode C	
						Teneur en eau	
				Particules < 5 µm	NQ 2501-025		

Remarques: _____

Vérifié par: T. Lewyckyj, tech **Date:** 22-nov-22 **Approuvé par:** E. Cardinal, tech Sr. **Date:** 2022-11-22

Client: Société de développement crie

No Dossier: 211-08415-00

Projet: La Grande Alliance

No Labo: G22-1138

Type de Matériaux: Roc concassé

Provenance: _____

Calibre: _____

Localisation: R-010-F2-ECH-02

Utilisation: _____

Prélevé le: _____

Propriétés Intrinsèques, de fabrication et complémentaire

			Résultats				Résultats
Los Angeles	LC 21-400	grade B	31,3	Los Angeles	CSA A23.2-16A/17A	grade	
Micro Deval	LC 21-070	grade F	11,4	Micro Deval	CSA A23.2-23A	grade	
Micro Deval (fin)	LC 21-101			Micro Deval(fin)	CSA A23.2-29A		
Coefficient Friabilité	LC 21-080						
Particules Plates	LC 21-265			Masse Volumique Tassée	CSA A23.2-10A		
Particules Allongées	LC 21-265			Pourcentages de vides Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec	LC 21-067/66			Masse Volumique Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-067/66			Pourcentages de vides Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute apparente	LC 21-067/66			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-067/66			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec	LC 21-065			Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-065			Absorption	CSA A23.2-12A		
Densité Brute apparente	LC 21-065			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-065			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
				Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
				Absorption	CSA A23.2-12A		
				Particules Plates	CSA A23.2-13A		
				Particules Allongées	CSA A23.2-13A		
				Essai Proctor modifié	NQ 2501-255	Méthode C	
						Teneur en eau	
				Particules < 5 µm	NQ 2501-025		

Remarques: _____

Vérifié par: T. Lewyckyj, tech

Date: 22-nov-22

Approuvé par: E. Cardinal, tech Sr.

Date: 2022-11-22

Client: Société de développement crie
Projet: La Grande Alliance

No Dossier: 211-08415-00

No Labo: G22-1147

Type de Matériaux: Roc concassé

Provenance: _____

Calibre: _____

Localisation: R-054C-F1-ECH-01

Utilisation: _____

Prélevé le: _____

Propriétés Intrinsèques, de fabrication et complémentaire

			Résultats				Résultats
Los Angeles	LC 21-400	grade B	27,8	Los Angeles	CSA A23.2-16A/17A	grade	
Micro Deval	LC 21-070	grade F	9,5	Micro Deval	CSA A23.2-23A	grade	
Micro Deval (fin)	LC 21-101			Micro Deval(fin)	CSA A23.2-29A		
Coefficient Friabilité	LC 21-080						
Particules Plates	LC 21-265			Masse Volumique Tassée	CSA A23.2-10A		
Particules Allongées	LC 21-265			Pourcentages de vides Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec	LC 21-067/66			Masse Volumique Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-067/66			Pourcentages de vides Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute apparente	LC 21-067/66			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-067/66			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec	LC 21-065			Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-065			Absorption	CSA A23.2-12A		
Densité Brute apparente	LC 21-065			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-065			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
				Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
				Absorption	CSA A23.2-12A		
				Particules Plates	CSA A23.2-13A		
				Particules Allongées	CSA A23.2-13A		
				Essai Proctor modifié	NQ 2501-255	Méthode C	
						Teneur en eau	
				Particules < 5 µm	NQ 2501-025		

Remarques: _____

Vérifié par: T. Lewyckyj, tech **Date:** 22-nov-22 **Approuvé par:** E. Cardinal, tech Sr. **Date:** 2022-11-22

Client: Société de développement crie
Projet: La Grande Alliance

No Dossier: 211-08415-00

No Labo: G22-1148

Type de Matériaux: Roc concassé

Provenance: _____

Calibre: _____

Localisation: R-054C-F1-ECH-02

Utilisation: _____

Prélevé le: _____

Propriétés Intrinsèques, de fabrication et complémentaire

			Résultats				Résultats
Los Angeles	LC 21-400	grade B	24,1	Los Angeles	CSA A23.2-16A/17A	grade	
Micro Deval	LC 21-070	grade F	9,4	Micro Deval	CSA A23.2-23A	grade	
Micro Deval (fin)	LC 21-101			Micro Deval(fin)	CSA A23.2-29A		
Coefficient Friabilité	LC 21-080						
Particules Plates	LC 21-265			Masse Volumique Tassée	CSA A23.2-10A		
Particules Allongées	LC 21-265			Pourcentages de vides Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec	LC 21-067/66			Masse Volumique Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-067/66			Pourcentages de vides Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute apparente	LC 21-067/66			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-067/66			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec	LC 21-065			Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-065			Absorption	CSA A23.2-12A		
Densité Brute apparente	LC 21-065			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-065			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
				Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
				Absorption	CSA A23.2-12A		
				Particules Plates	CSA A23.2-13A		
				Particules Allongées	CSA A23.2-13A		
				Essai Proctor modifié	NQ 2501-255	Méthode C	
						Teneur en eau	
				Particules < 5 µm	NQ 2501-025		

Remarques: _____

Vérifié par: T. Lewyckyj, tech **Date:** 22-nov-22 **Approuvé par:** E. Cardinal, tech Sr. **Date:** 2022-11-22

Client: Société de développement crie
Projet: La Grande Alliance

No Dossier: 211-08415-00

No Labo: G22-1139

Type de Matériaux: Roc concassé

Provenance: _____

Calibre: _____

Localisation: R-054D-F2-ECH-01

Utilisation: _____

Prélevé le: _____

Propriétés Intrinsèques, de fabrication et complémentaire

			Résultats				Résultats
Los Angeles	LC 21-400	grade B	30,0	Los Angeles	CSA A23.2-16A/17A	grade	
Micro Deval	LC 21-070	grade F	10,3	Micro Deval	CSA A23.2-23A	grade	
Micro Deval (fin)	LC 21-101			Micro Deval(fin)	CSA A23.2-29A		
Coefficient Friabilité	LC 21-080						
Particules Plates	LC 21-265			Masse Volumique Tassée	CSA A23.2-10A		
Particules Allongées	LC 21-265			Pourcentages de vides Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec	LC 21-067/66			Masse Volumique Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-067/66			Pourcentages de vides Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute apparente	LC 21-067/66			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-067/66			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec	LC 21-065			Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-065			Absorption	CSA A23.2-12A		
Densité Brute apparente	LC 21-065			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-065			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
				Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
				Absorption	CSA A23.2-12A		
				Particules Plates	CSA A23.2-13A		
				Particules Allongées	CSA A23.2-13A		
				Essai Proctor modifié	NQ 2501-255	Méthode C	
						Teneur en eau	
				Particules < 5 µm	NQ 2501-025		

Remarques: _____

Vérifié par: T. Lewyckyj, tech **Date:** 22-nov-22 **Approuvé par:** E. Cardinal, tech Sr. **Date:** 2022-11-22

Client: Société de développement crie

No Dossier: 211-08415-00

Projet: La Grande Alliance

No Labo: G22-1140

Type de Matériaux: Roc concassé

Provenance: _____

Calibre: _____

Localisation: R-054D-F2-ECH-02

Utilisation: _____

Prélevé le: _____

Propriétés Intrinsèques, de fabrication et complémentaire

			Résultats				Résultats
Los Angeles	LC 21-400	grade B	29,3	Los Angeles	CSA A23.2-16A/17A	grade	
Micro Deval	LC 21-070	grade F	10,4	Micro Deval	CSA A23.2-23A	grade	
Micro Deval (fin)	LC 21-101			Micro Deval(fin)	CSA A23.2-29A		
Coefficient Friabilité	LC 21-080						
Particules Plates	LC 21-265			Masse Volumique Tassée	CSA A23.2-10A		
Particules Allongées	LC 21-265			Pourcentages de vides Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec	LC 21-067/66			Masse Volumique Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-067/66			Pourcentages de vides Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute apparente	LC 21-067/66			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-067/66			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec	LC 21-065			Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-065			Absorption	CSA A23.2-12A		
Densité Brute apparente	LC 21-065			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-065			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
				Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
				Absorption	CSA A23.2-12A		
				Particules Plates	CSA A23.2-13A		
				Particules Allongées	CSA A23.2-13A		
				Essai Proctor modifié	NQ 2501-255	Méthode C	
						Teneur en eau	
				Particules < 5 µm	NQ 2501-025		

Remarques: _____

Vérifié par: T. Lewyckyj, tech

Date: 22-nov-22

Approuvé par: E. Cardinal, tech Sr.

Date: 2022-11-22

Client: Société de développement crie

No Dossier: 211-08415-00

Projet: La Grande Alliance

No Labo: G22-1149

Type de Matériaux: Roc concassé

Provenance: _____

Calibre: _____

Localisation: R-110-F1-ECH-01

Utilisation: _____

Prélevé le: _____

Propriétés Intrinsèques, de fabrication et complémentaire

			Résultats				Résultats
Los Angeles	LC 21-400	grade B	30,9	Los Angeles	CSA A23.2-16A/17A	grade	
Micro Deval	LC 21-070	grade F	11,4	Micro Deval	CSA A23.2-23A	grade	
Micro Deval (fin)	LC 21-101			Micro Deval(fin)	CSA A23.2-29A		
Coefficient Friabilité	LC 21-080						
Particules Plates	LC 21-265			Masse Volumique Tassée	CSA A23.2-10A		
Particules Allongées	LC 21-265			Pourcentages de vides Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec	LC 21-067/66			Masse Volumique Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-067/66			Pourcentages de vides Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute apparente	LC 21-067/66			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-067/66			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec	LC 21-065			Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-065			Absorption	CSA A23.2-12A		
Densité Brute apparente	LC 21-065			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-065			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
				Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
				Absorption	CSA A23.2-12A		
				Particules Plates	CSA A23.2-13A		
				Particules Allongées	CSA A23.2-13A		
				Essai Proctor modifié	NQ 2501-255	Méthode C	
						Teneur en eau	
				Particules < 5 µm	NQ 2501-025		

Remarques: _____

Vérifié par: T. Lewyckyj, tech

Date: 22-nov-22

Approuvé par: E. Cardinal, tech Sr.

Date: 2022-11-22

Client: Société de développement crie

No Dossier: 211-08415-00

Projet: La Grande Alliance

No Labo: G22-1150

Type de Matériaux: Roc concassé

Provenance: _____

Calibre: _____

Localisation: R-110-F1-ECH-02

Utilisation: _____

Prélevé le: _____

Propriétés Intrinsèques, de fabrication et complémentaire

			Résultats				Résultats
Los Angeles	LC 21-400	grade B	30,8	Los Angeles	CSA A23.2-16A/17A	grade	
Micro Deval	LC 21-070	grade F	8,9	Micro Deval	CSA A23.2-23A	grade	
Micro Deval (fin)	LC 21-101			Micro Deval(fin)	CSA A23.2-29A		
Coefficient Friabilité	LC 21-080						
Particules Plates	LC 21-265			Masse Volumique Tassée	CSA A23.2-10A		
Particules Allongées	LC 21-265			Pourcentages de vides Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec	LC 21-067/66			Masse Volumique Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-067/66			Pourcentages de vides Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute apparente	LC 21-067/66			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-067/66			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec	LC 21-065			Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-065			Absorption	CSA A23.2-12A		
Densité Brute apparente	LC 21-065			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-065			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
				Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
				Absorption	CSA A23.2-12A		
				Particules Plates	CSA A23.2-13A		
				Particules Allongées	CSA A23.2-13A		
				Essai Proctor modifié	NQ 2501-255	Méthode C	
						Teneur en eau	
				Particules < 5 µm	NQ 2501-025		

Remarques: _____

Vérifié par: T. Lewyckyj, tech

Date: 22-nov-22

Approuvé par: E. Cardinal, tech Sr.

Date: 2022-11-22

Client: Société de développement crie
Projet: La Grande Alliance

No Dossier: 211-08415-00

No Labo: G22-1141

Type de Matériaux: Roc concassé

Provenance: _____

Calibre: _____

Localisation: R-110-F2B-ECH-01

Utilisation: _____

Prélevé le: _____

Propriétés Intrinsèques, de fabrication et complémentaire

			Résultats				Résultats
Los Angeles	LC 21-400	grade B	29,6	Los Angeles	CSA A23.2-16A/17A	grade	
Micro Deval	LC 21-070	grade F	7,7	Micro Deval	CSA A23.2-23A	grade	
Micro Deval (fin)	LC 21-101			Micro Deval(fin)	CSA A23.2-29A		
Coefficient Friabilité	LC 21-080						
Particules Plates	LC 21-265			Masse Volumique Tassée	CSA A23.2-10A		
Particules Allongées	LC 21-265			Pourcentages de vides Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec	LC 21-067/66			Masse Volumique Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-067/66			Pourcentages de vides Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute apparente	LC 21-067/66			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-067/66			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec	LC 21-065			Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-065			Absorption	CSA A23.2-12A		
Densité Brute apparente	LC 21-065			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-065			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
				Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
				Absorption	CSA A23.2-12A		
				Particules Plates	CSA A23.2-13A		
				Particules Allongées	CSA A23.2-13A		
				Essai Proctor modifié	NQ 2501-255	Méthode C	
						Teneur en eau	
				Particules < 5 µm	NQ 2501-025		

Remarques: _____

Vérifié par: T. Lewyckyj, tech **Date:** 22-nov-22 **Approuvé par:** E. Cardinal, tech Sr. **Date:** 2022-11-22

Client: Société de développement crie

No Dossier: 211-08415-00

Projet: La Grande Alliance

No Labo: G22-1142

Type de Matériaux: Roc concassé

Provenance: _____

Calibre: _____

Localisation: R-110-F2B-ECH-02

Utilisation: _____

Prélevé le: _____

Propriétés Intrinsèques, de fabrication et complémentaire

			Résultats				Résultats
Los Angeles	LC 21-400	grade B	31,6	Los Angeles	CSA A23.2-16A/17A	grade	
Micro Deval	LC 21-070	grade F	10,0	Micro Deval	CSA A23.2-23A	grade	
Micro Deval (fin)	LC 21-101			Micro Deval(fin)	CSA A23.2-29A		
Coefficient Friabilité	LC 21-080						
Particules Plates	LC 21-265			Masse Volumique Tassée	CSA A23.2-10A		
Particules Allongées	LC 21-265			Pourcentages de vides Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec	LC 21-067/66			Masse Volumique Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-067/66			Pourcentages de vides Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute apparente	LC 21-067/66			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-067/66			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec	LC 21-065			Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-065			Absorption	CSA A23.2-12A		
Densité Brute apparente	LC 21-065			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-065			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
				Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
				Absorption	CSA A23.2-12A		
				Particules Plates	CSA A23.2-13A		
				Particules Allongées	CSA A23.2-13A		
				Essai Proctor modifié	NQ 2501-255	Méthode C	
						Teneur en eau	
				Particules < 5 µm	NQ 2501-025		

Remarques: _____

Vérifié par: T. Lewyckyj, tech

Date: 22-nov-22

Approuvé par: E. Cardinal, tech Sr.

Date: 2022-11-22

Cliant: Société de développement crie
Projet: La Grande Alliance

No Dossier: 211-08415-00

No Labo: G22-1151

Type de Matériaux: Roc concassé

Provenance: _____

Calibre: _____

Localisation: R-147-F1-ECH-01

Utilisation: _____

Prélevé le: _____

Propriétés Intrinsèques, de fabrication et complémentaire

			Résultats				Résultats
Los Angeles	LC 21-400	grade B	22,2	Los Angeles	CSA A23.2-16A/17A	grade	
Micro Deval	LC 21-070	grade F	6,3	Micro Deval	CSA A23.2-23A	grade	
Micro Deval (fin)	LC 21-101			Micro Deval(fin)	CSA A23.2-29A		
Coefficient Friabilité	LC 21-080						
Particules Plates	LC 21-265			Masse Volumique Tassée	CSA A23.2-10A		
Particules Allongées	LC 21-265			Pourcentages de vides Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec	LC 21-067/66			Masse Volumique Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-067/66			Pourcentages de vides Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute apparente	LC 21-067/66			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-067/66			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec	LC 21-065			Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-065			Absorption	CSA A23.2-12A		
Densité Brute apparente	LC 21-065			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-065			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
				Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
				Absorption	CSA A23.2-12A		
				Particules Plates	CSA A23.2-13A		
				Particules Allongées	CSA A23.2-13A		
				Essai Proctor modifié	NQ 2501-255	Méthode C	
						Teneur en eau	
				Particules < 5 µm	NQ 2501-025		

Remarques: _____

Vérifié par: T. Lewyckyj, tech **Date:** 22-nov-22 **Approuvé par:** E. Cardinal, tech Sr. **Date:** 2022-11-22

Client: Société de développement crie
Projet: La Grande Alliance

No Dossier: 211-08415-00

No Labo: G22-1152

Type de Matériaux: Roc concassé

Provenance: _____

Calibre: _____

Localisation: R-147-F1-ECH-02

Utilisation: _____

Prélevé le: _____

Propriétés Intrinsèques, de fabrication et complémentaire

			Résultats				Résultats
Los Angeles	LC 21-400	grade B	21,0	Los Angeles	CSA A23.2-16A/17A	grade	
Micro Deval	LC 21-070	grade F	7,1	Micro Deval	CSA A23.2-23A	grade	
Micro Deval (fin)	LC 21-101			Micro Deval(fin)	CSA A23.2-29A		
Coefficient Friabilité	LC 21-080						
Particules Plates	LC 21-265			Masse Volumique Tassée	CSA A23.2-10A		
Particules Allongées	LC 21-265			Pourcentages de vides Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec	LC 21-067/66			Masse Volumique Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-067/66			Pourcentages de vides Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute apparente	LC 21-067/66			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-067/66			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec	LC 21-065			Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-065			Absorption	CSA A23.2-12A		
Densité Brute apparente	LC 21-065			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-065			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
				Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
				Absorption	CSA A23.2-12A		
				Particules Plates	CSA A23.2-13A		
				Particules Allongées	CSA A23.2-13A		
				Essai Proctor modifié	NQ 2501-255	Méthode C	
						Teneur en eau	
				Particules < 5 µm	NQ 2501-025		

Remarques: _____

Vérifié par: T. Lewyckyj, tech **Date:** 22-nov-22 **Approuvé par:** E. Cardinal, tech Sr. **Date:** 2022-11-22

Client: Société de développement crie

No Dossier: 211-08415-00

Projet: La Grande Alliance

No Labo: G22-1143

Type de Matériaux: Roc concassé

Provenance: _____

Calibre: _____

Localisation: R-147-F2B-ECH-01

Utilisation: _____

Prélevé le: _____

Propriétés Intrinsèques, de fabrication et complémentaire

			Résultats				Résultats
Los Angeles	LC 21-400	grade B	16,6	Los Angeles	CSA A23.2-16A/17A	grade	
Micro Deval	LC 21-070	grade F	7,7	Micro Deval	CSA A23.2-23A	grade	
Micro Deval (fin)	LC 21-101			Micro Deval(fin)	CSA A23.2-29A		
Coefficient Friabilité	LC 21-080						
Particules Plates	LC 21-265			Masse Volumique Tassée	CSA A23.2-10A		
Particules Allongées	LC 21-265			Pourcentages de vides Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec	LC 21-067/66			Masse Volumique Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-067/66			Pourcentages de vides Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute apparente	LC 21-067/66			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-067/66			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec	LC 21-065			Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-065			Absorption	CSA A23.2-12A		
Densité Brute apparente	LC 21-065			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-065			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
				Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
				Absorption	CSA A23.2-12A		
				Particules Plates	CSA A23.2-13A		
				Particules Allongées	CSA A23.2-13A		
				Essai Proctor modifié	NQ 2501-255	Méthode C	
						Teneur en eau	
				Particules < 5 µm	NQ 2501-025		

Remarques: _____

Vérifié par: T. Lewyckyj, tech

Date: 22-nov-22

Approuvé par: E. Cardinal, tech Sr.

Date: 2022-11-22

Client: Société de développement crie

No Dossier: 211-08415-00

Projet: La Grande Alliance

No Labo: G22-1144

Type de Matériaux: Roc concassé

Provenance: _____

Calibre: _____

Localisation: R-147-F2B-ECH-02

Utilisation: _____

Prélevé le: _____

Propriétés Intrinsèques, de fabrication et complémentaire

			Résultats				Résultats
Los Angeles	LC 21-400	grade B	22,7	Los Angeles	CSA A23.2-16A/17A	grade	
Micro Deval	LC 21-070	grade F	9,6	Micro Deval	CSA A23.2-23A	grade	
Micro Deval (fin)	LC 21-101			Micro Deval(fin)	CSA A23.2-29A		
Coefficient Friabilité	LC 21-080						
Particules Plates	LC 21-265			Masse Volumique Tassée	CSA A23.2-10A		
Particules Allongées	LC 21-265			Pourcentages de vides Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec	LC 21-067/66			Masse Volumique Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-067/66			Pourcentages de vides Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute apparente	LC 21-067/66			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-067/66			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec	LC 21-065			Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-065			Absorption	CSA A23.2-12A		
Densité Brute apparente	LC 21-065			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-065			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
				Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
				Absorption	CSA A23.2-12A		
				Particules Plates	CSA A23.2-13A		
				Particules Allongées	CSA A23.2-13A		
				Essai Proctor modifié	NQ 2501-255	Méthode C	
						Teneur en eau	
				Particules < 5 µm	NQ 2501-025		

Remarques: _____

Vérifié par: T. Lewyckyj, tech

Date: 22-nov-22

Approuvé par: E. Cardinal, tech Sr.

Date: 2022-11-22

Client: Société de développement crie
Projet: La Grande Alliance

No Dossier: 211-08415-00

No Labo: G22-1153

Type de Matériaux: Roc concassé

Provenance: _____

Calibre: _____

Localisation: R-165-F1-ECH-01

Utilisation: _____

Prélevé le: _____

Propriétés Intrinsèques, de fabrication et complémentaire

			Résultats				Résultats
Los Angeles	LC 21-400	grade B	23,2	Los Angeles	CSA A23.2-16A/17A	grade	
Micro Deval	LC 21-070	grade F	6,9	Micro Deval	CSA A23.2-23A	grade	
Micro Deval (fin)	LC 21-101			Micro Deval(fin)	CSA A23.2-29A		
Coefficient Friabilité	LC 21-080						
Particules Plates	LC 21-265			Masse Volumique Tassée	CSA A23.2-10A		
Particules Allongées	LC 21-265			Pourcentages de vides Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec	LC 21-067/66			Masse Volumique Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-067/66			Pourcentages de vides Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute apparente	LC 21-067/66			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-067/66			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec	LC 21-065			Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-065			Absorption	CSA A23.2-12A		
Densité Brute apparente	LC 21-065			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-065			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
				Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
				Absorption	CSA A23.2-12A		
				Particules Plates	CSA A23.2-13A		
				Particules Allongées	CSA A23.2-13A		
				Essai Proctor modifié	NQ 2501-255	Méthode C	
						Teneur en eau	
				Particules < 5 µm	NQ 2501-025		

Remarques: _____

Vérifié par: T. Lewyckyj, tech **Date:** 22-nov-22 **Approuvé par:** E. Cardinal, tech Sr. **Date:** 2022-11-22

Client: Société de développement crie

No Dossier: 211-08415-00

Projet: La Grande Alliance

No Labo: G22-1154

Type de Matériaux: Roc concassé

Provenance: _____

Calibre: _____

Localisation: R-165-F1-ECH-02

Utilisation: _____

Prélevé le: _____

Propriétés Intrinsèques, de fabrication et complémentaire

			Résultats				Résultats
Los Angeles	LC 21-400	grade B	25,0	Los Angeles	CSA A23.2-16A/17A	grade	
Micro Deval	LC 21-070	grade F	6,1	Micro Deval	CSA A23.2-23A	grade	
Micro Deval (fin)	LC 21-101			Micro Deval(fin)	CSA A23.2-29A		
Coefficient Friabilité	LC 21-080						
Particules Plates	LC 21-265			Masse Volumique Tassée	CSA A23.2-10A		
Particules Allongées	LC 21-265			Pourcentages de vides Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec	LC 21-067/66			Masse Volumique Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-067/66			Pourcentages de vides Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute apparente	LC 21-067/66			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-067/66			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec	LC 21-065			Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-065			Absorption	CSA A23.2-12A		
Densité Brute apparente	LC 21-065			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-065			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
				Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
				Absorption	CSA A23.2-12A		
				Particules Plates	CSA A23.2-13A		
				Particules Allongées	CSA A23.2-13A		
				Essai Proctor modifié	NQ 2501-255	Méthode C	
						Teneur en eau	
				Particules < 5 µm	NQ 2501-025		

Remarques: _____

Vérifié par: T. Lewyckyj, tech

Date: 22-nov-22

Approuvé par: E. Cardinal, tech Sr.

Date: 2022-11-22

Client: Société de développement crie
Projet: La Grande Alliance

No Dossier: 211-08415-00

No Labo: G22-1155

Type de Matériaux: Roc concassé

Provenance: _____

Calibre: _____

Localisation: R-165-F2-ECH-01

Utilisation: _____

Prélevé le: _____

Propriétés Intrinsèques, de fabrication et complémentaire

			Résultats				Résultats
Los Angeles	LC 21-400	grade B	23,8	Los Angeles	CSA A23.2-16A/17A	grade	
Micro Deval	LC 21-070	grade F	5,8	Micro Deval	CSA A23.2-23A	grade	
Micro Deval (fin)	LC 21-101			Micro Deval(fin)	CSA A23.2-29A		
Coefficient Friabilité	LC 21-080						
Particules Plates	LC 21-265			Masse Volumique Tassée	CSA A23.2-10A		
Particules Allongées	LC 21-265			Pourcentages de vides Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec	LC 21-067/66			Masse Volumique Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-067/66			Pourcentages de vides Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute apparente	LC 21-067/66			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-067/66			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec	LC 21-065			Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-065			Absorption	CSA A23.2-12A		
Densité Brute apparente	LC 21-065			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-065			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
				Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
				Absorption	CSA A23.2-12A		
				Particules Plates	CSA A23.2-13A		
				Particules Allongées	CSA A23.2-13A		
				Essai Proctor modifié	NQ 2501-255	Méthode C	
						Teneur en eau	
				Particules < 5 µm	NQ 2501-025		

Remarques: _____

Vérifié par: T. Lewyckyj, tech **Date:** 22-nov-22 **Approuvé par:** E. Cardinal, tech Sr. **Date:** 2022-11-22

Client: Société de développement crie

No Dossier: 211-08415-00

Projet: La Grande Alliance

No Labo: G22-1156

Type de Matériaux: Roc concassé

Provenance: _____

Calibre: _____

Localisation: R-165-F2-ECH-02

Utilisation: _____

Prélevé le: _____

Propriétés Intrinsèques, de fabrication et complémentaire

			Résultats				Résultats
Los Angeles	LC 21-400	grade B	24,8	Los Angeles	CSA A23.2-16A/17A	grade	
Micro Deval	LC 21-070	grade F	7,6	Micro Deval	CSA A23.2-23A	grade	
Micro Deval (fin)	LC 21-101			Micro Deval(fin)	CSA A23.2-29A		
Coefficient Friabilité	LC 21-080						
Particules Plates	LC 21-265			Masse Volumique Tassée	CSA A23.2-10A		
Particules Allongées	LC 21-265			Pourcentages de vides Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec	LC 21-067/66			Masse Volumique Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-067/66			Pourcentages de vides Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute apparente	LC 21-067/66			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-067/66			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec	LC 21-065			Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-065			Absorption	CSA A23.2-12A		
Densité Brute apparente	LC 21-065			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-065			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
				Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
				Absorption	CSA A23.2-12A		
				Particules Plates	CSA A23.2-13A		
				Particules Allongées	CSA A23.2-13A		
				Essai Proctor modifié	NQ 2501-255	Méthode C	
						Teneur en eau	
				Particules < 5 µm	NQ 2501-025		

Remarques: _____

Vérifié par: T. Lewyckyj, tech

Date: 22-nov-22

Approuvé par: E. Cardinal, tech Sr.

Date: 2022-11-22

Client: Société de développement crie

No Dossier: 211-08415-00

Projet: La Grande Alliance

No Labo: G22-1157

Type de Matériaux: Roc concassé

Provenance: _____

Calibre: _____

Localisation: R-192-F1-ECH-01

Utilisation: _____

Prélevé le: _____

Propriétés Intrinsèques, de fabrication et complémentaire

			Résultats				Résultats
Los Angeles	LC 21-400	grade B	27,0	Los Angeles	CSA A23.2-16A/17A	grade	
Micro Deval	LC 21-070	grade F	8,4	Micro Deval	CSA A23.2-23A	grade	
Micro Deval (fin)	LC 21-101			Micro Deval(fin)	CSA A23.2-29A		
Coefficient Friabilité	LC 21-080						
Particules Plates	LC 21-265			Masse Volumique Tassée	CSA A23.2-10A		
Particules Allongées	LC 21-265			Pourcentages de vides Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec	LC 21-067/66			Masse Volumique Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-067/66			Pourcentages de vides Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute apparente	LC 21-067/66			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-067/66			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec	LC 21-065			Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-065			Absorption	CSA A23.2-12A		
Densité Brute apparente	LC 21-065			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-065			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
				Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
				Absorption	CSA A23.2-12A		
				Particules Plates	CSA A23.2-13A		
				Particules Allongées	CSA A23.2-13A		
				Essai Proctor modifié	NQ 2501-255	Méthode C	
						Teneur en eau	
				Particules < 5 µm	NQ 2501-025		

Remarques: _____

Vérifié par: T. Lewyckyj, tech

Date: 22-nov-22

Approuvé par: E. Cardinal, tech Sr.

Date: 2022-11-22

Client: Société de développement crie

No Dossier: 211-08415-00

Projet: La Grande Alliance

No Labo: G22-1158

Type de Matériaux: Roc concassé

Provenance: _____

Calibre: _____

Localisation: R-192-F1-ECH-02

Utilisation: _____

Prélevé le: _____

Propriétés Intrinsèques, de fabrication et complémentaire

			Résultats				Résultats
Los Angeles	LC 21-400	grade B	28,0	Los Angeles	CSA A23.2-16A/17A	grade	
Micro Deval	LC 21-070	grade F	7,8	Micro Deval	CSA A23.2-23A	grade	
Micro Deval (fin)	LC 21-101			Micro Deval(fin)	CSA A23.2-29A		
Coefficient Friabilité	LC 21-080						
Particules Plates	LC 21-265			Masse Volumique Tassée	CSA A23.2-10A		
Particules Allongées	LC 21-265			Pourcentages de vides Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec	LC 21-067/66			Masse Volumique Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-067/66			Pourcentages de vides Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute apparente	LC 21-067/66			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-067/66			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec	LC 21-065			Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-065			Absorption	CSA A23.2-12A		
Densité Brute apparente	LC 21-065			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-065			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
				Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
				Absorption	CSA A23.2-12A		
				Particules Plates	CSA A23.2-13A		
				Particules Allongées	CSA A23.2-13A		
				Essai Proctor modifié	NQ 2501-255	Méthode C	
						Teneur en eau	
				Particules < 5 µm	NQ 2501-025		

Remarques: _____

Vérifié par: T. Lewyckyj, tech

Date: 22-nov-22

Approuvé par: E. Cardinal, tech Sr.

Date: 2022-11-22

Client: Société de développement crie
Projet: La Grande Alliance

No Dossier: 211-08415-00

No Labo: G22-1159

Type de Matériaux: Roc concassé

Provenance: _____

Calibre: _____

Localisation: R-192-F2-ECH-01

Utilisation: _____

Prélevé le: _____

Propriétés Intrinsèques, de fabrication et complémentaire

			Résultats				Résultats
Los Angeles	LC 21-400	grade B	23,5	Los Angeles	CSA A23.2-16A/17A	grade	
Micro Deval	LC 21-070	grade F	8,6	Micro Deval	CSA A23.2-23A	grade	
Micro Deval (fin)	LC 21-101			Micro Deval(fin)	CSA A23.2-29A		
Coefficient Friabilité	LC 21-080						
Particules Plates	LC 21-265			Masse Volumique Tassée	CSA A23.2-10A		
Particules Allongées	LC 21-265			Pourcentages de vides Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec	LC 21-067/66			Masse Volumique Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-067/66			Pourcentages de vides Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute apparente	LC 21-067/66			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-067/66			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec	LC 21-065			Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-065			Absorption	CSA A23.2-12A		
Densité Brute apparente	LC 21-065			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-065			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
				Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
				Absorption	CSA A23.2-12A		
				Particules Plates	CSA A23.2-13A		
				Particules Allongées	CSA A23.2-13A		
				Essai Proctor modifié	NQ 2501-255	Méthode C	
						Teneur en eau	
				Particules < 5 µm	NQ 2501-025		

Remarques: _____

Vérifié par: T. Lewyckyj, tech **Date:** 22-nov-22 **Approuvé par:** E. Cardinal, tech Sr. **Date:** 2022-11-22

Client: Société de développement crie

No Dossier: 211-08415-00

Projet: La Grande Alliance

No Labo: G22-1160

Type de Matériaux: Roc concassé

Provenance: _____

Calibre: _____

Localisation: R-192-F2-ECH-02

Utilisation: _____

Prélevé le: _____

Propriétés Intrinsèques, de fabrication et complémentaire

			Résultats				Résultats
Los Angeles	LC 21-400	grade B	24,7	Los Angeles	CSA A23.2-16A/17A	grade	
Micro Deval	LC 21-070	grade F	8,1	Micro Deval	CSA A23.2-23A	grade	
Micro Deval (fin)	LC 21-101			Micro Deval(fin)	CSA A23.2-29A		
Coefficient Friabilité	LC 21-080						
Particules Plates	LC 21-265			Masse Volumique Tassée	CSA A23.2-10A		
Particules Allongées	LC 21-265			Pourcentages de vides Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec	LC 21-067/66			Masse Volumique Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-067/66			Pourcentages de vides Non Tassée	CSA A23.2-10A		
Densité Brute apparente	LC 21-067/66			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-067/66			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec	LC 21-065			Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
Densité Brute sec(sss)	LC 21-065			Absorption	CSA A23.2-12A		
Densité Brute apparente	LC 21-065			Densité Brute sec	CSA A23.2-12A		
Absorption	LC 21-065			Densité Brute sec(sss)	CSA A23.2-12A		
				Densité Brute apparente	CSA A23.2-12A		
				Absorption	CSA A23.2-12A		
				Particules Plates	CSA A23.2-13A		
				Particules Allongées	CSA A23.2-13A		
				Essai Proctor modifié	NQ 2501-255	Méthode C	
						Teneur en eau	
				Particules < 5 µm	NQ 2501-025		

Remarques: _____

Vérifié par: T. Lewyckyj, tech

Date: 22-nov-22

Approuvé par: E. Cardinal, tech Sr.

Date: 2022-11-22

ANNEXE

E-4 *TABLEAU GRAB SAMPLE ROC*

Tableau Description lithologique du roc rencontré

No affleurement	No échantillon	Lithologie	Couleur	Texture/structures	Composition	Présence de sulfures	Météorisation/Altération	Observations à l'échelle de l'affleurement *	Photo
2393	2393-01	Monzonite à Qtz	Gris pâle rosé	Massif, phanéritique, grenue, grains variables moyens à grossiers <0,5 cm, et plus gros Fld-K <2 cm	Fld-K blancs ou rosé (parfois mâcle de Carlsbad), et un peu moins de Plagio; 5-10% Qtz; 10-15% de minéraux mafiques (Hornblende, biotite et magnétite). Roche faiblement à moyennement magnétique.	Non	Roc sain très faiblement météorisé en surface mm (altération blanchâtre des Flds et peu de limonite)	Quelques dykes felsiques porphyriques N342/70	
R-010	R-010-01	Monzonite à Qtz	Gris pâle rosé	Massif, phanéritique, grenue, grains variables moyens à grossiers <0,5 cm, et plus gros Fld-K <1,5 cm	Fld-K blancs ou rosé (parfois mâcle de Carlsbad), et un peu de Plagio; 5-10% Qtz; 20-25% de minéraux mafiques (Hornblende, biotite et magnétite). Roche faiblement à moyennement magnétique.	Non	Roc sain faiblement météorisé en surface cm (oxydation et altération blanchâtre des Flds), limonite dans les joints, minéraux noirs un peu oxydés (limonite)	Intrusions de pegmatite (N045/90)	
	R-010-02	Idem à R-010-01	Idem à R-010-01	Idem à R-010-01	Idem à R-010-01	Idem à R-010-01	Idem à R-010-01	Idem à R-010-01	
R-025	R-025-01	Granodiorite	Gris pâle à moyen, localement rosé	Massif, phanéritique, grains fins à moyens avec qlqs porphyres <1 cm de Flds-K rosé	Principalement Plagio et un peu moins de Fld-K; 20-25% Qtz; 7-10% biotite, magnétite et autres minx mafiques vert foncé à noir. Roche très faiblement magnétique	Non	Roc sain, très faiblement météorisé en surface (oxydation et altération blanchâtre des Flds)	Foliation moyenne N007/95	

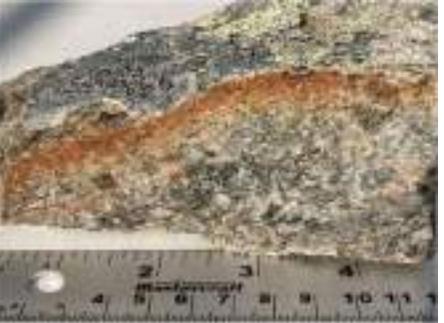
R-033	R-033-01	Gneiss granitique (Orthogneiss)	Gris pâle à moyen rosé	Grains grossiers variables <1 cm, rubanement moyennement défini (bandes felsiques gris et roses, et mafique noirs)	Variable (rubanement). Fld plagio et Fld-K rosé (grains grossiers à Porphyres >2cm); 5-15% Qtz; 2-8% biotite, magnétite et minx mafiques vert foncé à noir.	Non	Roc sain faiblement météorisé en surface (oxydation et altération des Flds), un peu de limonite dans les joints, minéraux noirs un peu oxydés (limonite)	Déformation en rubanements ondulés, foliation locale N020/55. Présence de veines de qtz, faible météorisation en surface	
R-046	R-046-01	Granite	Gris pâle rosé	Massif, phanéritique, grains moyens à grossiers <1 cm.	Principalement Fld-K, peu de Plagio; 20-25% Qtz; 2-3% magnétite et minx mafiques (Biotite et autres min noirs). Roche très faiblement magnétique.	Non	Roc sain faiblement météorisé en surface (oxydation et altération blanchâtre des Flds), un peu de limonite dans les joints.	Pas de structures observées	
	R-046-02	Pegmatite granitique	Gris pâles rosé à noir verdâtre	Pegmatitique, en amas ou bandes de minéraux grossiers mafiques et felsiques	Fld-K et Plagio; 20-25% Qtz; 25-30% minx mafiques (Biotite et autres min noirs(amphiboles), peu de magnétite fine). Roche très faiblement magnétique.	Non	Roc sain faiblement météorisé en surface (oxydation et altération blanchâtre des Flds), un peu de limonite dans les joints.	Pas de structures observées	

R-054C	R-054C-01	Syénite à Qtz pegmatitique	Gris pâle rosé	Massif, légèrement folié, grains grossiers <0,5 cm à très grossiers <3 cm.	Majoritairement Fld-K rosé, peu de Plagio; 10% Qtz; 5-10% Biotite-magnétite. Localement moyennement magnétique.	non	Roc sain très faiblement météorisé en surface (faible oxydation et altération des Flds)	Forte présence de xénolithes de diorite par endroits. Légère déformation/foliation par endroits. Veines cm à dm de Qtz-Fld	
RV-096	RV-096-01	Gneiss granitique (Orthogneiss)	Gris pâle à blanchâtre	Grains moyens à grossiers <0,5 cm, rubanement en fines bandes ondulées	Variable (rubanement). Fld-k et plagio; 3-8% Qtz; 5-12% biotite, magnétite et minx mafiques vert foncé à noir.	Non	Faible à moyenne météorisation en surface (altération des Fld-Plagio et oxydation), un peu de limonite dans les joints, min noirs oxydés (limonite)	Texture variable en bandes ondulées. Foliation N270/80	
	RV-096-02	Gneiss granitique (Orthogneiss)	Gris pâle rosé	Grains grossiers variables <0,5 cm, rubanement légèrement défini à l'échelle de l'échantillon (bandes felsiques gris et roses, et mafique noirs)	Variable (rubanement). Fld-k rosé et plagio; 5-10% Qtz; 3-10% biotite, magnétite et minx mafiques vert foncé à noir.	Non	Roc sain, faible météorisation millimétrique en surface (altération des Fld-Plagio et oxydation), un peu de limonite dans les joints, 1% de min noirs oxydés (limonite)	Texture variable en bandes ondulées. Foliation N270/80	

R-110	R-110-01	Granite	Gris pâle rosé	Massif, phanéritique, grains moyens à grossiers <0,5 cm	Majoritairement Fld-K, avec Plagioclases calciques (mâcles polysynthétiques visibles); 10-15% de Qtz; 2-3% Biotite-magnétite. Roche faiblement magnétique.	Non	Roc sain, faible météorisation millimétrique en surface (altération des Fld-Plagio et oxydation), un peu de limonite dans les joints, 1% de min noirs oxydés (limonite)	Faible déformation métamorphique, foliation apparente par endroit, intrusion de pegmatite NE-SO (20 cm de large). Présence xénolithes (enclaves) décimétriques de diorite.	
R-018-01	R-118-01	Monzonite-Syénite à Qtz	Gris pâle à moyen rosé	Massif, phanéritique, grains moyens à grossiers <1 cm	Majoritairement Fld-K (parfois mâcles Carlsbad), et Plagio; 10-15% de Qtz; 10-15% minx mafiques, surtout Biotite, un peu de Hornblende et magnétite. Roche faiblement magnétique.	Non	Roc sain, faible météorisation millimétrique en surface (altération blanchâtre des Fld), un peu de limonite dans les joints.	Faible texture gneissique	
	R-118-02	Monzonite-Syénite à Qtz	Gris pâle à moyen rosé	Massif, phanéritique, grains moyens à grossiers <0,5 cm, légère texture gneissique	Variable, majoritairement Fld-K (parfois mâcles Carlsbad), et Plagio; 10-15% de Qtz; 5-10% minx mafiques, surtout Biotite, un peu de Hornblende et magnétite. Roche très faiblement magnétique.	Non	Roc sain, faible météorisation d'1 cm en surface (altération blanchâtre des Fld et limonite), limonite dans les joints.	Faible texture gneissique	
R-129A	R-129A-01	Gneiss granitique (Orthogneiss)	Gris pâle à moyen	Porphyrique (>2 cm), matrice grenue grossière, massif, rubanement visible de bandes felsiques et mafiques	Variable (rubanement). Fld plagio (grains grossiers à Porphyres >2cm); 5-10% Qtz; 2-5% minx mafiques (biotite et autres min noirs), magnétite.	Traces (<1%) de fine pyrite disséminée	Roc sain, faiblement météorisé en surface (oxydation et altération des Flds), un peu de limonite dans les joints, minéraux noirs peu à moyennement oxydés (limonite)	Déformation en rubanement ondulés, texture de fluage magmatique avec xénolithes et autres fragments. Rubanement métamorphique, Foliation N320/60. Présence de veines de qtz, forte météorisation en surface	

R-140B	R-140B-01	Diorite à qtz	Gris pâle à moyen légèrement verdâtre	Massif, phanéritique, avec pseudo-bandes de composition variables, grains moyens à grossiers (<0,5 cm).	Variable, principalement plagioclases calciques, en bandes plus foncées, et bandes plus pâles plus riches en qtz et magnétite et minx mafiques (Biotite et autres min noirs). Roche faiblement à moyennement magnétique par endroits.	Non	Roc sain, faiblement météorisé en surface (faible altération des plagio en surface, avec un peu d'oxydes)	Massif, météorisation superficielle	
R-147	R-147-01	Diorite à Qtz	Gris pâle à moyen légèrement verdâtre	Massif, phanéritique, grains moyens à grossiers (<0,5 cm).	Principalement plagioclases calciques avec mâcles polysynthétiques; 5-10% Qtz; 5-10% magnétite et minx mafiques (Biotite et autres min noirs). Roche faiblement magnétique.	Non	Roc sain faiblement météorisé en surface (altération blanche superficielle des plagio) très peu de limonite dans les joints, minéraux noirs un peu oxydés (limonite)	Foliation/rubanement apparente par endroit, présence xénolithes (enclaves) décimétriques de diorite et autres.	
	R-147-02	Monzodiorite	Gris moyen verdâtre à gris pâle rosé	Massif, phanéritique, grains moyens à grossiers (<1 cm).	Principalement Plagio et Fld-K; 5% Qtz; 15-20% magnétite et minx mafiques (Biotite et autres min noirs verdâtres). Roche moyennement magnétique.	Non	Roc sain, faiblement météorisé en surface (altération blanche superficielle des Fld) très peu de limonite dans les joints, minéraux noirs très peu oxydés (limonite)	Idem	
	R-147-03	Monzonite à Qtz	Gris pâle	Massif, phanéritique, grains moyens à grossiers (<1 cm).	Principalement Fld-K et Plagio; 5-10% Qtz; 5-15% magnétite et minx mafiques (Biotite et autres min noirs verdâtres). Roche faiblement magnétique.	Non	Roc sain, faiblement météorisé en surface (altération blanche superficielle des Fld) très peu de limonite dans les joints, minéraux noirs très peu oxydés (limonite)	Idem	

R-165	R-165-01	Syénite à qtz	Gris pâle rosé	Massif, phanéritique, grains moyens à grossiers	Flds-K; 10-20% Qtz; 1-3% magnétite et autres minx mafiques noirs)	Non	Roc sain, faible météorisation millimétrique en surface (oxydation), un peu de limonite dans les joints, 1% de min noirs oxydés (limonite)	Massif, semble homogène, sans textures ou structures apparentes	
	R-165-02	Syénite à qtz		Idem à R-165-01	Idem à R-165-01		Idem à R-165-01		
R-181A	R-181A-01	Syénite à qtz	Rose et plaquage gris verdâtre	Massif, phanéritique, grains moyens à grossiers <0,5 cm.	Principalement Fld-K, un peu moins de Plagio; 10-15% Qtz; 5-15% minx mafiques (Biotite et autres min noirs verdâtres (Amphiboles)). Roche non magnétique.	Non	Roc sain, faible météorisation millimétrique en surface, altération des Fld) et oxydation en surface et plaquage verdâtre (chlorite) avec limonite dans les joints.	Aucune photo ou info du terrain	
	R-181A-02	Monzonite à Qtz	Gris pâle légèrement rosé	Massif, phanéritique, grains moyens à grossiers <0,5 cm.	Principalement Fld-K et Plagio; 10-15% Qtz; 15-20% minx mafiques (Biotite, magnétite et autres min noirs verdâtres). Roche faiblement magnétique.	Non	Roc sain, faible météorisation millimétrique en surface, altération blanchâtre des Fld) et oxydation en surface et dans les joints.	Aucune photo ou info du terrain	

R-192	R-192-01	Diorite à Qtz-Tonalite	Gris pâle à moyen	Massif, phanéritique, grains moyens à grossiers (<1 cm).	Principalement plagioclases calciques avec mâcles parfois polysynthétiques, très peu de Fld-K; 15-20% Qtz; 10-15% magnétite et minx mafiques (Biotite et autres minx noirs). Roche faiblement à moyennement magnétique.	Non	Roc sain faiblement météorisé en surface (altération blanchâtre superficielle des plagio et très peu oxydé), limonite dans les joints	Rien de particulier selon les photos de terrain	
	R-192-02	Monzonite à Qtz	Gris pâle rosé	Massif, phanéritique, grains moyens à grossiers (<0,5 cm).	Principalement Fld-K et Plagio; 5-15% Qtz; 5-15% magnétite, Hornblende et minx mafiques (Biotite et autres minx noirs). Roche moyennement magnétique.	Non	Roc sain faiblement météorisé en surface d'1 cm (altération blanchâtre superficielle des plagio et limonite), limonite dans les joints	Rien de particulier selon les photos de terrain	
R-202A	R-202A-01	Gneiss granitique (Orthogneiss)	Gris pâle rosé à gris moyen-foncé verdâtre	Texture gneissique, grains grossiers variables <0,5, rubanement (bandes felsiques gris et roses, et mafique noirs)	Variable (rubanement). Fld-K et plagio; 5-10% Qtz; 10-20% minx mafiques (surtout biotite, et autres min noirs); Roche non magnétique	Non	Roc sain, faible météorisation millimétrique en surface (altération blanchâtre des Fld), faible oxydation en surface et dans les joints.	Aucune observation particulière à l'échelle de l'affleurement	
	R-202A-02	Gneiss granitique (Orthogneiss)	Gris pâle rosé à gris moyen-foncé verdâtre	Texture gneissique, grains grossiers variables <0,5, rubanement (bandes felsiques gris et roses, et mafique noirs)	Variable (rubanement). Fld-K et plagio; 5-10% Qtz; 10-20% minx mafiques (biotite et autres min noirs), magnétite; Roche faiblement magnétique	Non	Roc sain, faible météorisation millimétrique en surface (altération blanchâtre des Fld), très faible oxydation dans les joints.		

	R-202A-03	Syénite à qtz	Rosé	Grains grossiers variables <0,5 à 1,5 cm, léger rubanement légèrement (bandes felsiques gris et roses, et mafique noirs)	Principalement Fld-K rosé, peu de plagio; 15-25% Qtz; 10-15 minx mafiques (Biotite et autres min noirs verdâtres). Roche non magnétique.	Non	Roc sain, faible météorisation millimétrique en surface (altération blanchâtre des Fld et oxydation), limonite dans les joints	
--	-----------	---------------	------	---	--	-----	--	---

ANNEXE

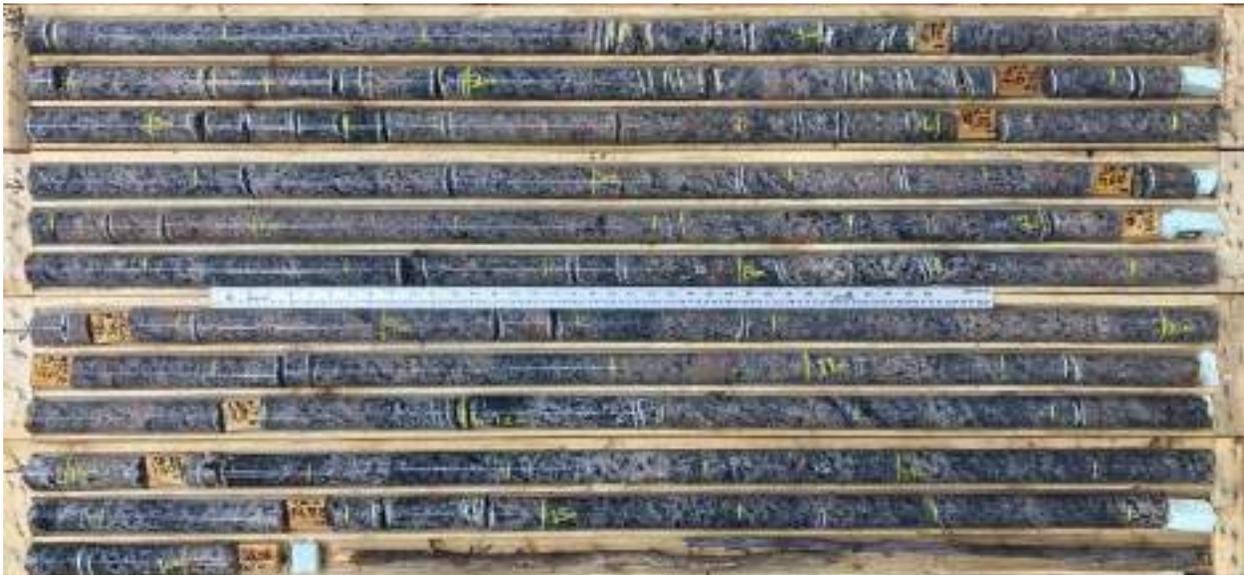
E-5 *RAPPORT PHOTOGRAPHIQUE DES CAROTTES DE ROC DES FORAGES*

ANNEXE

RAPPORT PHOTOGRAPHIQUE FORAGE R-010-F1



0,00 à 16,06 m, CR-1 à CR-11, boîtes 1 à 4, sec



0,00 à 16,06 m, CR-1 à CR-11, boîtes 1 à 4, humide

ANNEXE

RAPPORT PHOTOGRAPHIQUE FORAGE R-010-F2



0,00 à 15,36 m, CR-1 à CR-11, boîtes 1 à 4, sec



0,00 à 15,36 m, CR-1 à CR-11, boîtes 1 à 4, humide

ANNEXE

RAPPORT PHOTOGRAPHIQUE FORAGE R-054C-F1



0,00 à 15,89 m, CR-1 à CR-12, boîtes 1 à 4, sec



0,00 à 15,89 m, CR-1 à CR-12, boîtes 1 à 4, humide

ANNEXE

RAPPORT PHOTOGRAPHIQUE FORAGE R-054D-F2



0,00 à 16,02 m, CR-1 à CR-11, boîtes 1 à 4, sec



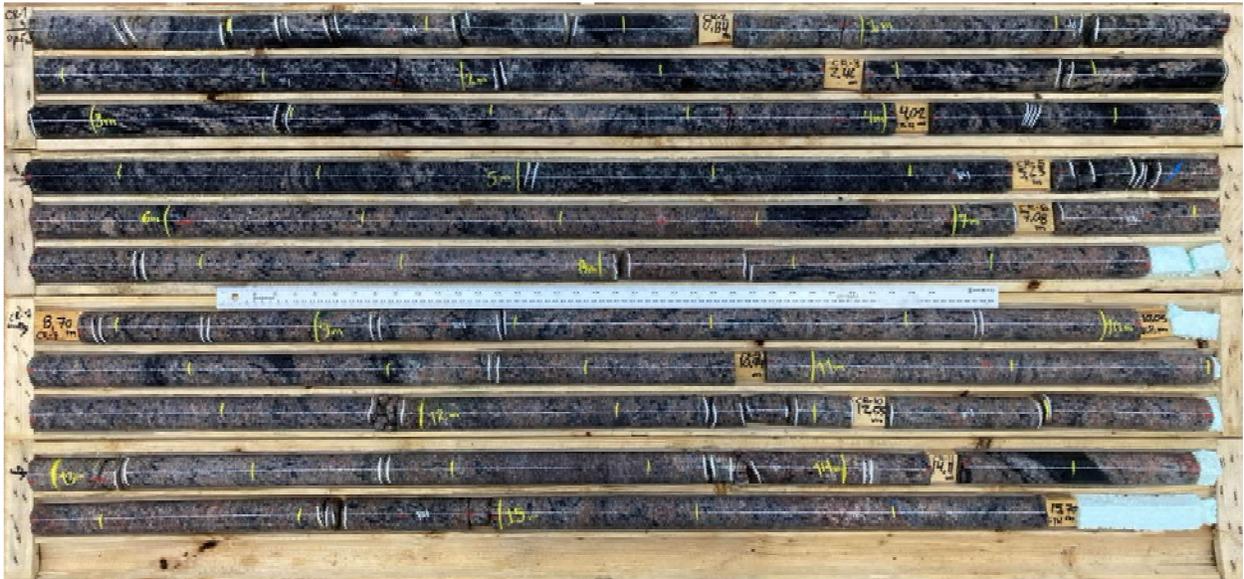
0,00 à 16,02 m, CR-1 à CR-11, boîtes 1 à 4, humide

ANNEXE

RAPPORT PHOTOGRAPHIQUE FORAGE R-110-F1



0,00 à 15,70 m, CR-1 à CR-11, boîtes 1 à 4, sec



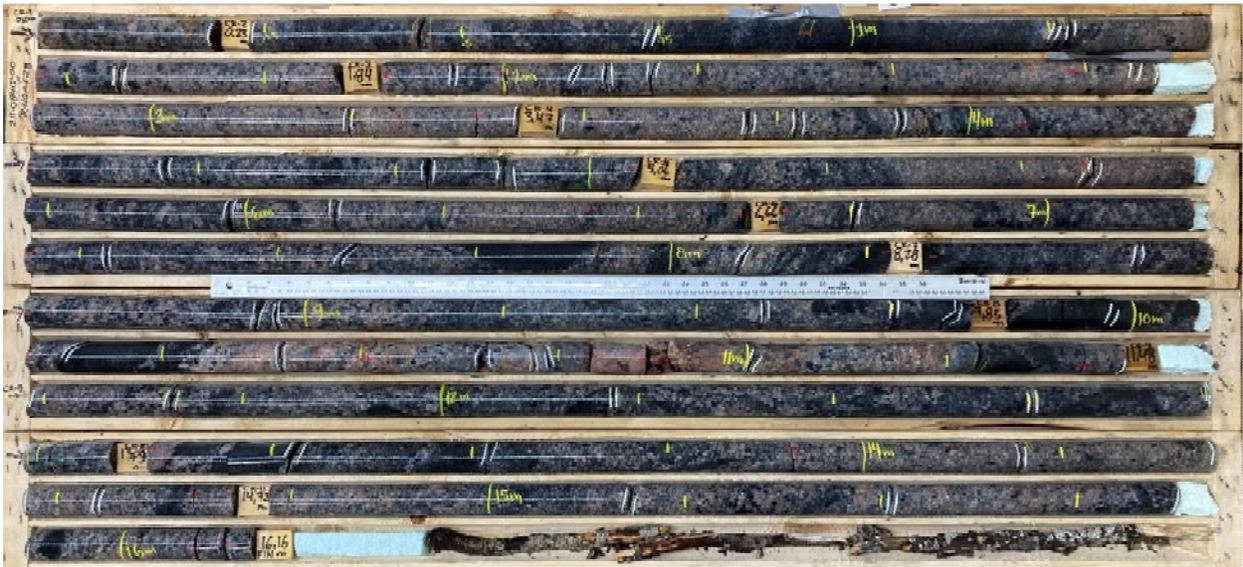
0,00 à 15,70 m, CR-1 à CR-11, boîtes 1 à 4, humide

ANNEXE

RAPPORT PHOTOGRAPHIQUE FORAGE R-110-F2B



0,00 à 16,16 m, CR-1 à CR-11, boîtes 1 à 4, sec



0,00 à 16,16 m, CR-1 à CR-11, boîtes 1 à 4, humide

ANNEXE

RAPPORT PHOTOGRAPHIQUE FORAGE R-147-F1



0,00 à 15,84 m, CR-1 à CR-11, boîtes 1 à 4, sec



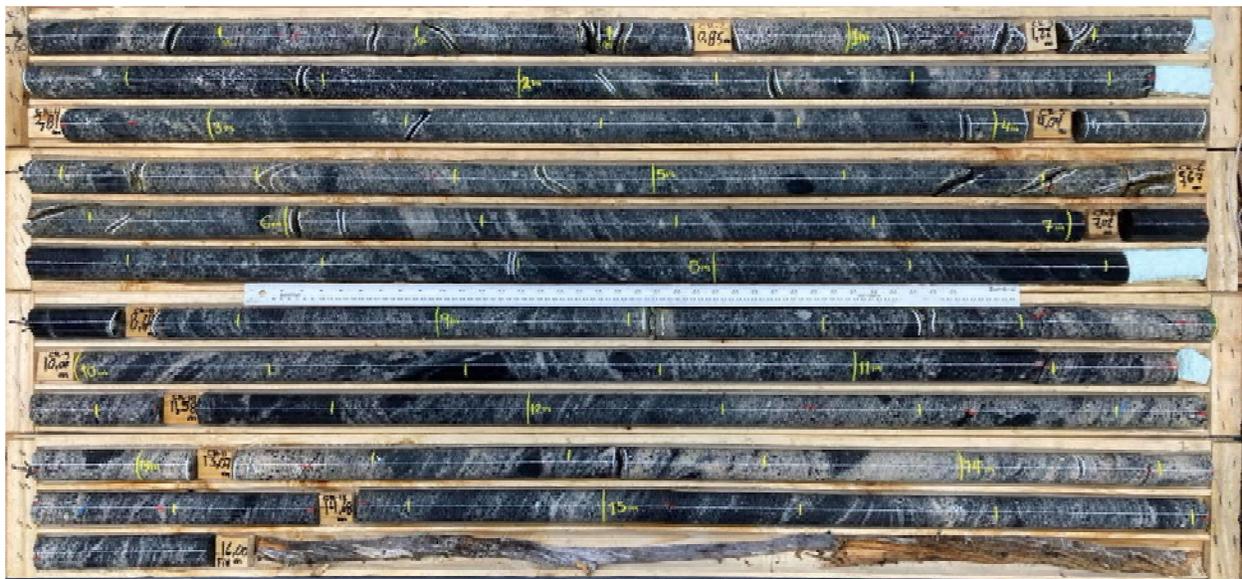
0,00 à 15,84 m, CR-1 à CR-11, boîtes 1 à 4, humide

ANNEXE

RAPPORT PHOTOGRAPHIQUE FORAGE R-147-F2B



0,00 à 16,00 m, CR-1 à CR-12, boîtes 1 à 4, sec



0,00 à 16,00 m, CR-1 à CR-12, boîtes 1 à 4, humide

ANNEXE

RAPPORT PHOTOGRAPHIQUE FORAGE R-165-F1



0,00 à 15,49 m, CR-1 à CR-11, boîtes 1 à 4, sec



0,00 à 15,49 m, CR-1 à CR-11, boîtes 1 à 4, humide

ANNEXE

RAPPORT PHOTOGRAPHIQUE FORAGE R-165-F2



0,00 à 15,29 m, CR-1 à CR-11, boîtes 1 à 4, sec



0,00 à 15,29 m, CR-1 à CR-11, boîtes 1 à 4, humide

ANNEXE

RAPPORT PHOTOGRAPHIQUE FORAGE R-192-F1



0,00 à 15,84 m, CR-1 à CR-11, boîtes 1 à 4, sec



0,00 à 15,84 m, CR-1 à CR-11, boîtes 1 à 4, humide

ANNEXE

RAPPORT PHOTOGRAPHIQUE FORAGE R-192-F2



0,00 à 15,57 m, CR-1 à CR-11, boîtes 1 à 4, sec



0,00 à 15,57 m, CR-1 à CR-11, boîtes 1 à 4, humide