SOCIÉTÉ DE DÉVELOPPEMENT CRIE

LA GRANDE ALLIANCE

LA GRANDE ALLIANCE

ÉTUDE DE PRÉFAISABILITÉ - PHASES II & III – INFRASTRUCTURE DE TRANSPORT

NOTE TECHNIQUE 12

CHEMIN DE FER

VERSION FINALE

DATE : LE 25 MARS 2024

PRÉPARÉ PAR :

Kamel Arifi, ing.
Chef d'équipe – Conception de voie
Numéro de licence : 5021699

Jacques Hébert, ing., P. Eng. PMP
Chargé de projet senior, Transport ferroviaire et collectif
Numéro de licence : 107718

VÉRIFIÉ PAR :

Jean-Pierre Blondin, P. Eng., M.Eng.
Directeur principal, Transport ferroviaire
Numéro de licence : 114104

wsp

SOMMAIRE EXÉCUTIF

Cette note technique 12 présente les tracés ferroviaires de pré-faisabilité élaborés par WSP pour les deux tronçons suivants :

PHASE II (6-15 ANS)

- **Chemin de fer: Rupert à La Grande**

  Un tracé ferroviaire proposé qui longe, autant que possible, celui de la route Billy-Diamond (RBD) à partir du km 257 (après le pont de la rivière Rupert, qui est le point de jonction avec le tracé ferroviaire élaboré par le consultant de la phase I) jusqu'à la rivière La Grande. Le tracé ferroviaire de la phase II s'étend sur une distance approximative de 340 km.

PHASE III (16-30 ANS)

- **Chemin de fer: La Grande à Whapmagoostui/Kuujjuarapik**

  Un tracé ferroviaire proposé qui s'étend à partir du tracé ferroviaire de la Phase II et qui longe, autant que possible, le tracé de la route projetée menant à Whapmagoostui/Kuujjuarapik élaboré au cours de cette étude par WSP. Le tracé ferroviaire de la Phase III s'étend sur une distance approximative de 219 km.

Il est important de noter que, bien qu'il existe des chemins de fer dans un environnement comparable à celui de la zone d'étude - notamment deux chemins de fer miniers un peu plus à l'est sur la Côte-Nord du Québec - il n'y a aucun chemin de fer dans la zone couverte par les phases II et III de La Grande Alliance.

À la lumière des résultats de la présente note technique 12, nous avons déterminé qu'il est possible de développer les deux infrastructures ferroviaires proposées en respectant les critères de conception des chemins de fer, les facteurs de conception socio-environnementaux, ainsi que les facteurs techniques suivants :

- Respecter, dans la mesure du possible, la topographie naturelle du site (montagnes et plaines);
- Tenir compte de la géologie générale de la zone d'étude, y compris de l'emplacement des gisements de matériaux granulaires;
- Éviter, autant que possible, les lacs et les rivières ; réduire au minimum la longueur des passages et des ponts lorsque ceux-ci sont inévitables;
- Éviter, autant que possible, les aires protégées existantes et projetées; minimiser l'empiètement et prévoir des mesures d'atténuation lorsqu'elles sont inévitables;
- Minimiser les passages et les impacts sur les corridors de migration des caribous;
- Éviter, dans la mesure du possible, les zones d'importance culturelle telles que les zones actuellement utilisées par les utilisateurs des terres cries, les sites archéologiques, etc.; réduire au minimum les empiètements et prévoir des mesures d'atténuation lorsque ceux-ci sont inévitables;
- Proposer, le cas échéant, des alternatives de tracé qui pourraient offrir une valeur ajoutée, telles que :
  - Emplacements qui minimisent l'empreinte environnementale;
  - Emplacements qui minimisent les coûts de construction;
  - Emplacements qui minimisent les impacts sur les camps et installations existants;
- Rester, dans la mesure du possible, à proximité des routes existantes ou proposées ;
- Rester dans un corridor de 1 km centré sur les routes existantes ou proposées lorsqu'elles sont entourées de part et d'autre de zones protégées reconnues ;
- Réduire au minimum le nombre de fois où le chemin de fer traverse des routes existantes ou proposées.

NOTE TECHNIQUE 12 – CHEMIN DE FER

Il ressort de cette étude de pré-faisabilité qu'il est possible d'aménager un tracé ferroviaire s'étendant à partir du nord-ouest du pont de la rivière Rupert jusqu'à La Grande (phase II) et un tracé ferroviaire de La Grande à Whapmagoostui/Kuujjuarapik qui respecte les critères de conception et les autres facteurs de conception socio-environnementaux.

La longueur totale du tracé proposé de la phase II est de 340 km, et son profil sinueux reflète les nombreux lacs et la topographie variable rencontré. Comme prévu, pour minimiser les impacts environnementaux, le tracé ferroviaire longe généralement la route Billy-Diamond (70 % de la longueur totale). Les quelque 30 % restants, qui ne se trouvent pas à moins de 100 mètres de la route Billy-Diamond, sont dus aux critères de conception du chemin de fer qui ne permettent pas à ce dernier de suivre les courbes de la route. Cependant, certaines courbes horizontales ont été conçues pour une vitesse réduite à 65 mph (±105 km/h) pour les trains de passagers, ce qui représente environ 48 km, soit environ 14% du tracé de 340 km de long.

La longueur totale du tracé de la phase III est de 219 km, et son profil sinueux reflète les nombreux lacs et la topographie variée traversés. Pour minimiser les impacts environnementaux, le tracé ferroviaire longe généralement la route proposée vers Whapmagoostui/Kuujjuarapik (75 % de la longueur totale). Les quelque 25 % qui ne sont pas à moins de 100 mètres de la route étudiée sont dus aux critères de conception du chemin de fer qui ne permettent pas de suivre les courbes de la route. Le chemin de fer pourrait potentiellement suivre la route jusqu'à 100 % (dans les 100 mètres) avec une ingénierie détaillée affinée, c'est-à-dire une combinaison d'ajustement des critères de conception du chemin de fer et d'optimisation de la route pour convenir au chemin de fer. Cependant, l'ajustement de la route pour qu'elle corresponde toujours au tracé du chemin de fer peut entraîner un coût d'infrastructure routière plus élevé.

Pour le tracé de la phase III, afin d'éviter les plans d'eau et de minimiser le décalage par rapport au corridor routier, la vitesse de conception dans une partie considérable des courbes horizontales de la phase III est réduite à 60 mph (±97 km/h) pour les passagers et à 50 mph (±80 km/h) pour les marchandises, au lieu de 80 mph et 60 mph respectivement. Ces zones à vitesse réduite s'étendent sur environ 69 km, ce qui représente environ 31 % des 219 km du tracé.

Un défi important pour le corridor ferroviaire de la phase III est la traversée de la rivière La Grande. En raison de la lourde charge à l'essieu et du manque d'espace au-dessus de la structure du barrage, le corridor ferroviaire ne pouvait pas utiliser le barrage ou le déversoir pour traverser la rivière. La longueur de cette structure potentielle a été estimée à plus de 1 km en raison de la topographie et de la limitation de la pente de conception du chemin de fer. Cette structure potentielle est située de façon préliminaire à 4,5 km en aval du barrage.

En termes de considérations supplémentaires, la conception d'un nouveau chemin de fer nécessite généralement la détermination d'un tracé ferroviaire optimal - ce qui a été réalisé jusqu'à présent au niveau de la préfaisabilité - et le dimensionnement, en fonction des niveaux de fret/de fréquentation, des éléments d'infrastructure, des quantités de matériel roulant, des installations d'entretien et, enfin, des niveaux de main-d'œuvre - toutes des tâches qui devront être réalisées dans le cadre d'études futures.

Au fur et à mesure que les études progressent, les activités de conception futures devraient porter sur la conception détaillée de l'infrastructure, mais aussi sur les aspects suivants d'un projet ferroviaire qui influencent les aspects techniques :

- Structure de propriété - propriété privée ou conjointe Cris-Québec, modèle d'exploitation - à un extrême, tous les services de gestion, d'exploitation et d'entretien sont fournis à l'interne et, à l'autre extrême, tous les services sont donnés en sous-traitance;
- Formation : si une entité d'exploitation autonome, dotée d'un personnel entièrement indépendant, est privilégiée, il ne faut pas sous-estimer les exigences initiales importantes en matière de formation pour fournir les compétences uniques nécessaires à la gestion, à l'exploitation et à l'entretien d'un chemin de fer. Le temps nécessaire à la réalisation de ces activités de formation peut rivaliser avec le temps nécessaire à la construction d'un tel chemin de fer.

Nous devons souligner que les tracés proposés sont conceptuels et préliminaires. D'autres études et discussions avec les utilisateurs du territoire seront nécessaires pour affiner cette conception. L'objectif principal de la présente étude est d'identifier et de documenter les principales lignes directrices de conception à considérer. D'autres questions émergeront sans doute et influenceront la conception détaillée. Le processus innovant utilisé a le grand avantage de favoriser le dialogue entre toutes les parties prenantes, leur permettant ainsi d'être impliquées dans toutes les phases de développement du projet.

La figure présentée à la page suivante est une carte avec une vue d'ensemble de l'emplacement proposé pour le chemin de fer.

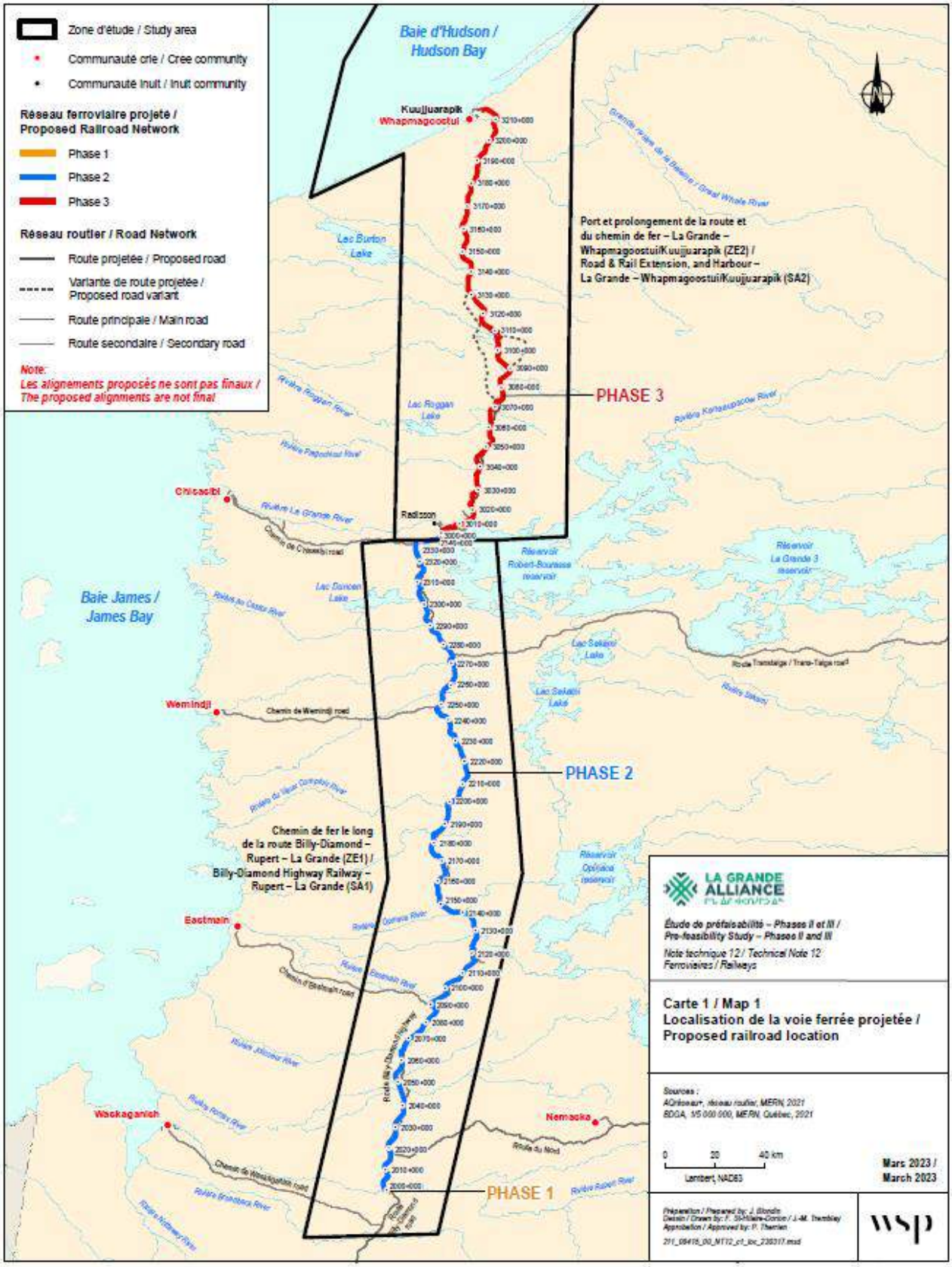


Figure **Tracés ferroviaires proposés**

LISTE DES ABRÉVIATIONS ET ACRONYMES

ABRÉVIATIONS/ ACRONYMES	DÉFINITION
AMIC	Chemin de fer minier ArcelorMittal
AREMA	American Railway Engineering and Maintenance-of-way association
DGAT	Direction générale de l'Abitibi-Témiscamingue
CN	Canadien National
SEBJ	Société d'énergie de la Baie James
SDC/SODAB	Société de développement crie / Société de développement autochtone de la Baie James
CBJNQ	Convention de la Baie-James et du Nord québécois
MERN	Ministère de l'Énergie et des Ressources Naturelles
MTQ	Ministère des Transports du Québec
ONR	Chemin de fer Ontario Northland
QNS&L	Chemin de fer Quebec North Shore & Labrador
RADF	Règlement sur l'Aménagement Durable des Forêts du domaine de l'État
SCT	Secrétariat du Conseil du Trésor
SDBJ	Société de développement de la Baie James
TFT	Transport Ferroviaire Tshiuetin

BRÈVE EXPLICATION SUR LES CHAÎNAGES

Un chaînage indique la position relative le long de la ligne centrale horizontale d'une structure linéaire. Dans notre cas spécifique, les structures linéaires sont les routes. Un chaînage de départ est fixé à un endroit spécifique et la distance linéaire le long de la ligne centrale est ajoutée à ce chaînage de départ. Les chaînages sont généralement présentés comme suit :

KKK+MMM

Où :

- K : Kilomètres
- M : Mètres

A titre d'exemples :

1. Si le chaînage de départ était fixé à 000+000, le chaînage 000+001 serait situé sur la ligne médiane à 1 mètre du chaînage de départ.
2. Si le chaînage de départ était fixé à 000+000, le chaînage 000+020 serait situé sur la ligne médiane à 20 mètres du chaînage de départ.
3. Si le chaînage de départ était fixé à 000+000, le chaînage 000+300 serait situé sur la ligne médiane à 300 mètres du chaînage de départ.
4. Si le chaînage de départ était fixé à 000+000, le chaînage 004+000 serait situé sur la ligne médiane à 4 kilomètres du chaînage de départ.
5. Si le chaînage de départ était fixé à 000+000, le chaînage 050+000 serait situé sur la ligne médiane à 50 kilomètres du chaînage de départ.
6. Si le chaînage de départ était fixé à 000+000, le chaînage 600+000 serait situé sur la ligne médiane à 600 kilomètres du chaînage de départ.
7. Si le chaînage de départ était fixé à 000+000, le chaînage 324+678 serait situé sur la ligne médiane à 324 kilomètres et 678 mètres (324 678 m au total) du chaînage de départ.
8. Si le chaînage de départ était fixé à 100+000, le chaînage 324+678 serait situé sur la ligne médiane à 224 kilomètres et 678 mètres (224 678 m au total) du chaînage de départ.

TABLE DES MATIÈRES

1 INTRODUCTION 1

2 PROJETS COMPARABLES 2

3 PROPRIÉTÉ, EXPLOITATION ET ENTRETIEN DES CHEMINS DE FER 4

3.1 Propriété des infrastructures ferroviaires 4

3.2 Exploitation et entretien du chemin de fer 4

4 CRITÈRES DE CONCEPTION 8

4.1 Infrastructure de la voie 9

4.2 Matériaux de la voie 10

5 PROCESSUS D'ÉLABORATION DU TRACÉ DU CHEMIN DE FER 11

5.1 Facteurs clés principaux 12

5.2 Révision du tracé en raison de contraintes physiques 16

5.3 Résumé de l'infrastructure de la voie ferrée 20

6 PHASE II – RUPERT À LA GRANDE 21

6.1 Km 2000+000 au km 2060+000 (RBD : km 258 au km 320) 23

6.2 Km 2060+000 au km 2120+000 (RBD : km 320 au km 384) 23

6.3 Km 2120+000 au km 2180+000 (RBD : km 384 au km 449) 23

6.4 Km 2180+000 au km 2240+000 (RBD : km 449 au km 511) 24

6.5 Km 2240+000 au km 2300+000 (RBD : km 511 au km 571) 24

6.6 Km 2300+000 au Km 2340+300 (RBD : km 571 au km 614) 25

6.7 Passages à niveau 25

TABLE DES MATIÈRES

6.8 Croisements voie ferrée - lignes électriques 26

6.9 Gares de passagers 27

7 PHASE III – LA GRANDE À WHAPMAGOOSTUI/KUUJJUARAPIK 29

7.1 Km 3000+000 au km 3030+000 (RBD : km 614 au km 18 du prolongement proposé de la route) 31

7.2 Km 3030+000 au km 3050+000 (prolongement proposé de la route : km 18 au km 37) 31

7.3 Km 3050+000 au km 3080+000 (prolongement proposé de la route : km 37 au km 66) 32

7.4 Km 3080+000 au km 3110+000 (prolongement proposé de la route : km 66 au km 94) 33

7.5 Km 3110+000 au km 3140+000 (prolongement proposé de la route : km 94 au km 124) 33

7.6 Km 3140+000 au km 3180+000 (prolongement proposé de la route : km 124 au km 164) 34

7.7 Km 3180+000 au km 3218+900 (prolongement proposé de la route : km 164 au km 205) 34

7.8 Passages à niveau 35

7.9 Croisements voie ferrée - lignes électriques 36

7.10 GARE POUR PASSAGERS.....36

8 CONCLUSION ET AUTRES CONSIDÉRATIONS 37

TABLE DES MATIÈRES

TABLEAUX

Tableau 4-1 Critères de conception des chemins de fer principaux - Ligne principale 8

Tableau 5-1 Ponts ferroviaires proposés - Phase II Rupert à La Grande 13

Tableau 5-2 Ponts ferroviaires proposés - Phase III La Grande à Whapmagoostui/Kuujjuarapik 13

Tableau 5-3 Nombre de passages à niveau - Chemins de fer proposés Phase II et Phase III 15

Tableau 5-4 Zones à vitesse réduite - Chemin de fer proposé Phase II et Phase III 17

Tableau 5-5 Phase II - Liste des ponts longs et très longs qui nécessitent une optimisation du tracé 18

Tableau 5-6 Phase III - Liste des ponts longs et très longs nécessitant une optimisation du tracé 19

Tableau 5-7 Résumé de l'infrastructure ferroviaire 20

Tableau 6-1 Types de sols - Phase II (extrait de la NT10 - Géotechnique) 21

Tableau 6-2 Liste des ponts majeurs potentiels - km 2000+000 à km 2060+000 23

Tableau 6-3 Liste des ponts majeurs potentiels - du km 2120+000 au km 2180+000 24

Tableau 6-4 Liste des ponts majeurs potentiels - du km 2180+000 au km 2240+000 24

Tableau 6-5 Liste des ponts majeurs potentiels - du km 2240+000 au km 2300+000 25

Tableau 6-6 Liste des passages à niveau - Phase II 25

Tableau 6-7 Liste des intersections entre le tracé des chemins de fer et les lignes électriques - Phase II 26

Tableau 7-1 Types de sols - Phase III (extrait de la NT 10) 29

Tableau 7-2 Liste des ponts majeurs potentiels - km 3000+000 au km 3030+000 31

TABLE DES MATIÈRES

Tableau 7-3 Liste des ponts majeurs potentiels - km 3030+000 au km 3050+000 32
Tableau 7-4 Liste des ponts majeurs potentiels - km 3050+000 au km 3080+000 32
Tableau 7-5 Liste des ponts majeurs potentiels - km 3080+000 au km 3110+000 33
Tableau 7-6 Liste de ponts majeurs potentiels - km 3110+000 au km 3140+000 33
Tableau 7-7 Liste de ponts majeurs potentiels - km 3140+000 au km 3180+000 34
Tableau 7-8 Liste des ponts majeurs potentiels - km 3180+000 au km 3218+900 35
Tableau 7-9 Liste des passages à niveau - Phase III 35
Tableau 7-10 Liste des intersections entre le tracé des chemins de fer et les lignes électriques - Phase III 36

FIGURES

Figure 2-1 Emplacement des chemins de fer existants 3
Figure 4-1 Section type de l'infrastructure - Extrait du document TS-2204 de CN 9
Figure 4-2 Section type d'une structure de voie - Extrait du document TS-2205S du CN 10
Figure 5-1 Exemple de tracé sinueux pour éviter plusieurs lacs (CH 2234+000 à 2239+000) 12
Figure 5-2 Exemple de tracé ferroviaire proposé à proximité de la RBD (CH 2012+000 à 2020+000) 14
Figure 5-3 Exemple de tracé ferroviaire dans un couloir de 1 km de largeur pour éviter les aires protégées (CH. 2214+000 à 2222+000) 14
Figure 5-4 Exemple de passage à niveau requis (CH 2023+000 à 2030+000) 15

TABLE DES MATIÈRES

Figure 5-5 Tracé original et révisé du chemin de fer traversant la rivière Eastmain (CH 2121+000 à CH 2134+000) 16

Figure 5-6 Tracés original et révisé du chemin de fer au km CH 2323+000 à 2328+000 17

Figure 5-7 Exemple de virage ferroviaire serré avec réduction de la vitesse pour éviter un lac 18

Figure 6-1 Tracé de la phase II avec les terrains de trappage 22

Figure 6-2 Emplacements préliminaires des gares de passagers 28

Figure 7-1 Tracé du chemin de fer Phase III et terrains de trappage 30

ANNEXES

A Plans des tracés de la phase ii et de la phase III

1 INTRODUCTION

Cette note technique 12 présente les tracés ferroviaires de pré-faisabilité élaborés par WSP pour les deux tronçons suivants :

- Phase II – Rupert à La Grande

  Un tracé ferroviaire proposé qui longe, autant que possible, celui de la route Billy-Diamond (RBD) à partir du km 257 (après le pont de la rivière Rupert, qui est le point de jonction avec le tracé ferroviaire élaboré par le consultant de la phase I), jusqu'à la rivière La Grande. Le tracé ferroviaire de la phase II s'étend sur une distance approximative de 340 km;

- Phase III – La Grande à Whapmagoostui/Kuujjuarapik

  Un tracé ferroviaire proposé qui s'étend à partir du tracé ferroviaire de la Phase II et qui longe, autant que possible, le tracé de la route projetée menant à Whapmagoostui/Kuujjuarapik élaboré au cours de cette étude par WSP. Le tracé ferroviaire de la Phase III s'étend sur une distance approximative de 219 km.

Se référer à l'étude de marché pour l'évaluation économique des chemins de fer, l'objectif de cette note technique étant de décrire les aspects techniques des infrastructures ferroviaires proposées.

2 PROJETS COMPARABLES

L'équipe WSP chargée de l'étude a dressé une liste des chemins de fer nordiques qui existent déjà ou sont en cours de développement.

Les chemins de fer existants suivants ont été identifiés dans le nord du Québec et de l'Ontario :

- Transport Ferroviaire Tshiuetin (TFT);
- Chemin de fer Quebec North Shore & Labrador (QNS&L);
- Chemin de fer ArcelorMittal Mining (AMIC);
- Chemin de fer Ontario Northland (ONR);
- Chemins de fer Canadien National (CN).

Les chemins de fer nordiques suivants, en cours de développement, ont été identifiés :

- Chemin de fer Alaska à Alberta (A2A);
- Étude préliminaire - QC Rail (Dolbeau-Mistassini à Baie-Comeau) - Innogen 2017;
- Étude préliminaire - QC Rail (Dolbeau-Mistassini à Baie-Comeau) - SNC Lavalin-Norda Stelo 2022 (en cours);
- Étude préliminaire - Chemin de fer Fermont à Sept-Iles (CN-Genivar, 2013) Étude préliminaire - Chemin de fer Fermont à Baie-Comeau (Genivar, 2012);
- Étude préliminaire - Chemin de fer Fermont à Baie-Comeau (Genivar, 2012);
- Étude préliminaire - Chemin de fer Schefferville à Kuujjuaq (Genivar, 2011).

Les chemins de fer TFT, QNS&L, AMIC et A2A ont été évalués à l'aide d'éléments de comparaison élaborés par l'équipe d'étude de la phase 1. De plus amples détails sont disponibles dans la note technique 1.

Il importe de noter qu'il n'y a pas de chemin de fer dans la zone couverte par les phases II et III de l'étude La Grande Alliance.

Au Québec, au nord du 49e parallèle, seuls trois chemins de fer sont présents. Deux de ces chemins de fer appartiennent à et sont exploités par des sociétés minières :

- Chemin de fer Québec North Shore & Labrador (QNS&L) est une ligne ferroviaire de 414 kilomètres appartenant à Rio Tinto - Iron Ore Company. Cette ligne s'étend de près de Sept-Îles, au Québec, à Labrador City, à Terre-Neuve. Le QNS&L n'exploite que des trains de marchandises mais autorise les trains de passagers de TFT. La vitesse des trains de marchandises est d'environ 60 km/h et celle des trains de passagers est de 80 km/h;
- Chemin de fer minier ArcelorMittal (AMIC) est une ligne ferroviaire de 420 kilomètres appartenant à la société ArcelorMittal. Cette ligne s'étend des environs de Port-Cartier jusqu'à Fermont, au Québec. AMIC exploite des trains de marchandises et des trains de passagers privés réservés aux employés d'AMIC. La vitesse du fret est d'environ 55 km/h.

Un troisième chemin de fer, Transport Ferroviaire Tshiuetin (TFT), appartient à parts égales à la communauté naskapie de Kawawachikamach et aux communautés innues de Uashat Mak Mani-Utenam et Matimekush-Lac John. TFT possède et exploite un chemin de fer de 216 km qui se raccorde au chemin de fer Quebec North Shore & Labrador (QNS&L) à la jonction de Rose Bay jusqu'à Schefferville, QC. TFT exploite des trains de marchandises et de passagers, avec des services limités pendant la période hivernale.

La figure 2-1 présente une vue d'ensemble des chemins de fer existants dans le Nord du Québec et de l'Ontario.

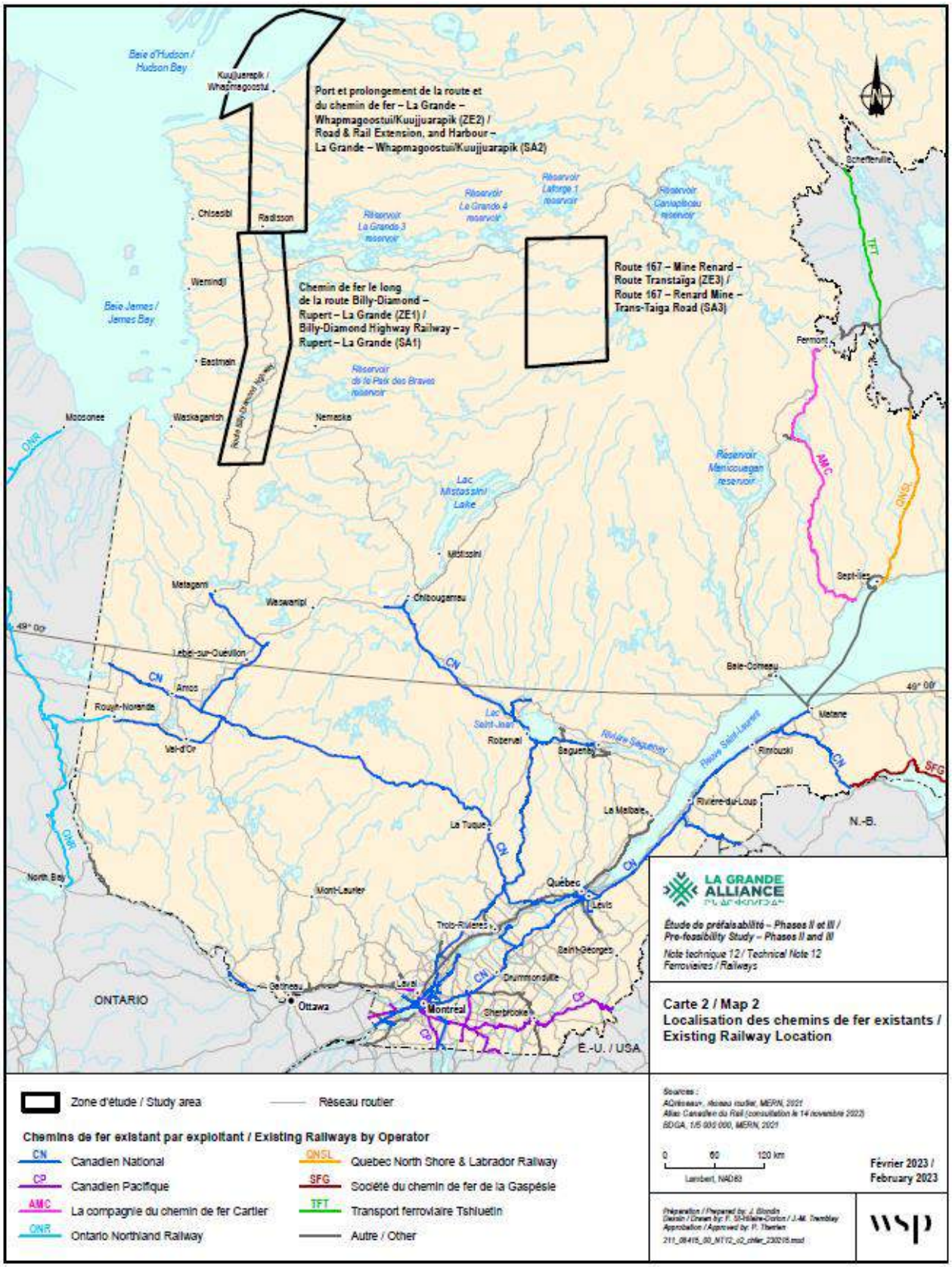


Figure 2-1 Emplacement des chemins de fer existants

3 PROPRIÉTÉ, EXPLOITATION ET ENTRETIEN DES CHEMINS DE FER

Cette section a pour but de donner un aperçu de la manière dont le chemin de fer potentiel pourrait être structuré en tant qu'entité, ainsi que de la manière dont il pourrait être exploité et entretenu.

3.1 PROPRIÉTÉ DES INFRASTRUCTURES FERROVIAIRES

Le nouveau chemin de fer qui serait créé si les composantes ferroviaires des phases II et III étaient construites serait un prolongement de la conception de la phase I développée par des tiers. Ainsi, l'ensemble du chemin de fer de La Grande Alliance serait relié au réseau de la Compagnie des chemins de fer nationaux du Canada (CN) et, par l'intermédiaire de ce dernier, à l'ensemble du réseau ferroviaire nord-américain.

La plupart des chemins de fer au Québec et au Canada sont des propriétés privées, à quelques exceptions près. Au Québec, par exemple, l'emprise et les infrastructures du Chemin de fer de la Gaspésie (CFG) et du Chemin de fer Québec Central (CFQC) appartiennent au ministère des Transports du Québec (MTQ). Ainsi, une copropriété d'un nouveau chemin de fer par la Société de développement crie et le ministère des Transports du Québec pourrait être une possibilité.

3.2 EXPLOITATION ET ENTRETIEN DU CHEMIN DE FER

Si le projet de chemin de fer de La Grande Alliance est réalisé, le chemin de fer des phases II et III pourrait être exploité par une nouvelle entité qui serait créée et dotée d'un personnel expressément affecté à cette fin. Cependant, il est également possible de faire appel à des entités tierces pour assurer partiellement ou même complètement l'exploitation et l'entretien du chemin de fer. Comme le chemin de fer serait directement relié au tracé de la Phase I et au réseau ferroviaire nord-américain, l'accès à des fournisseurs externes de services d'entretien des voies et de matériel roulant (locomotives et wagons) serait possible et devrait être exploré plus en détail à mesure que le projet proposé progresse. Toutefois, en raison de l'éloignement des installations d'entretien du matériel roulant existantes, La Grande Alliance pourrait envisager de construire de telles installations localement.

Enfin, l'exploitation et l'entretien du réseau ferroviaire doivent être envisagés dans leur ensemble pour les phases I, II et III.

3.2.1 SÉCURITÉ DU CHEMIN DE FER

La sécurité du chemin de fer est un enjeu essentiel, et tout doit être mis en œuvre, tant lors de l'élaboration de tout projet de chemin de fer que lors de son exploitation, pour assurer la sécurité du public, du personnel et du matériel. La *Loi sur la sécurité ferroviaire* et d'autres lois et règles provinciales ou fédérales obligent les entreprises à élaborer un système de gestion de la sécurité ferroviaire (SGS).

Le SGS est un protocole pour la mise en œuvre de la sécurité dans les opérations ferroviaires quotidiennes. Il intègre la responsabilité et les autorités au sein d'une entreprise, les règles, les procédures, les processus de surveillance et d'évaluation auxquels il est soumis, ainsi que les objectifs de sécurité, de rendement des mesures d'exécution et d'évaluation des risques.

Les renseignements sur le SGS peuvent être trouvés sur le site internet sur les chemins de fer de Transports Canada, sous *Règlement sur le système de gestion de la sécurité ferroviaire*, 2015 : https://tc.canada.ca/fr/transport-ferroviaire/securite-ferroviaire-canada/systemes-gestion-securite-niveau-securite-supplementaire.

3.2.2 EXPLOITATION DU CHEMIN DE FER EN HIVER

Les contraintes d'exploitation sont plus difficiles en hiver en raison des périodes de froid extrême ou de neige abondante dans les régions nordiques. Certains transporteurs, comme Transport Ferroriaire Tshiuetin (TFT), dans le nord du Québec, réduisent leur taux d'exploitation en hiver. Mais tous les transporteurs nationaux ont mis en place des plans d'exploitation hivernale qui prévoient une augmentation de l'entretien, l'ajout de dispositifs de chauffage au matériel de manœuvre des voies et même la réduction de la longueur des trains. Les besoins d'entretien des infrastructures (voies, ponts et télécommunications) et du matériel roulant (locomotives et wagons) sont généralement plus élevés en période hivernale, car certaines composantes peuvent subir des dommages et des bris internes par grand froid.

Les opérations hivernales ont également un effet sur les infrastructures puisqu'elles peuvent nécessiter un site d'entretien intermédiaire plus important pour l'équipe de déneigement et la planification d'abris chauffés pour les situations d'urgence hivernales.

3.2.3 GARE DE TRIAGE, CENTRE D'ENTRETIEN ET VOIE DE SERVICE

Selon le mode d'exploitation du chemin de fer, une gare de triage devra être envisagée au minimum à la gare terminale du chemin de fer. Une gare de triage ou une zone de transbordement sera également nécessaire partout où les trains de marchandises doivent charger ou décharger des marchandises. Ces installations sont également utilisées pour le ravitaillement en carburant des locomotives et d'autres équipements roulants tels que les équipements motorisés des équipes chargées de l'entretien. Comme le besoin de zones de transbordement ne peut être défini avec précision, leur emplacement et leur taille n'ont pas pu être estimés par l'équipe.

Les centres d'entretien doivent également disposer de bureaux et de logements pour les employés et de garages pour les équipements d'entretien des voies sur rails et sur pneus tels que les chasse-neige, les rouleaux compresseurs, les grues et les véhicules d'inspection, ainsi que d'entrepôts, de zones de stockage des matériaux, de réservoirs de carburant. On trouve généralement un triangle de virage pour faire tourner les locomotives dans la cour et les autres équipements d'entretien de la voie.

En raison de la longueur des phases II et III, le temps de déplacement des trains peut être trop long pour couvrir l'ensemble du trajet pendant un quart de travail normal; un changement d'équipe sera donc nécessaire en cours de route. Des quartiers d'habitation permanents à mi-chemin le long de la voie principale devront peut-être être envisagés pour le changement des équipes de train et seront également utilisés pour les employés chargés de l'inspection et de l'entretien des chemins de fer.

Des simulations de circulation et d'exploitation des trains devront être réalisées lors d'une phase d'étude ultérieure. Ces simulations consistent à étudier l'horaire potentiel des trains, les effets de l'inclinaison de la voie et des courbes, le temps de déplacement des trains d'une gare à l'autre. Les simulations permettront de déterminer la nécessité d'aménager des voies de service pour permettre la circulation des trains dans les deux sens sur une seule voie. Ces simulations permettront également de confirmer le temps de parcours, qui donnera à la distance maximale qu'un train peut parcourir avant de devoir s'arrêter et changer d'équipe ou de disposer d'un point de repos approprié. Il convient de noter que les voies de service doivent être plus longues que le train le plus long envisagé. Pour cette étude de préfaisabilité, nous considérons que deux voies de service sont suffisantes : une située près de La Grande et une située à Whapmagoostui.

Tout garage de triage et centre d'entretien doit disposer d'un accès routier afin de faciliter le transport des équipes et des équipements.

3.2.4 ÉQUIPEMENTS DE TÉLÉCOMMUNICATION ET EN BORD DE VOIE

Dans le cadre de l'exploitation des trains, un système de télécommunications est nécessaire pour répondre aux besoins suivants :

- communication entre les trains;
- communication entre les trains et le centre de commandement;
- communication entre les équipements de signalisation, ceux en bordure de voie et le centre de contrôle;
- communication entre les équipes d'entretien et les trains.

Le mode d'exploitation par commande centralisée de la circulation (CCC) ne devrait pas être envisagé en raison du coût très élevé d'une telle installation et de la faible intensité du trafic ferroviaire. L'infrastructure prévue devrait être basée sur le déploiement d'un corridor ferroviaire à système de régulation de l'occupation de la voie (ROV). Avec le système ROV, il n'y a pas d'aiguillages ou de signaux télécommandés sur la ligne principale. Par conséquent, le système de télécommunications nécessaire sert principalement à soutenir la communication radio vocale entre le centre de répartition et l'équipe du train. La couverture radio vocale doit être maintenue sur l'ensemble du parcours de la ligne, et pas seulement à l'extrémité des voies où se trouvent les aiguillages, car le train peut se trouver n'importe où sur la ligne, ce qui permettrait des diffusions d'urgence depuis n'importe quel point de la ligne.

Aucune infrastructure n'est actuellement utilisée par les grandes entreprises de télécommunications dans la zone d'étude. Toutefois, les équipes d'entretien et les autres employés travaillant à proximité des voies devront absolument pouvoir communiquer avec le train. Pour ce faire, des radios portatives de 5 watts pourraient être utilisées et il faudra veiller à ce que la couverture des tours de radio vocale soit suffisante sur le tracé. Des accords de construction et d'utilisation peuvent être négociés avec les entreprises de télécommunications, car elles peuvent envisager des projets d'expansion dans ces zones, notamment avec les nouvelles tours radio prévues. En outre, des fibres souterraines sont généralement installées dans le corridor ferroviaire et les entreprises de télécommunications peuvent les utiliser comme circuit de secours pour les services qu'elles peuvent fournir aux communautés voisines. Ainsi, les besoins en télécommunications du chemin de fer pourraient être une occasion pour les utilisateurs cris du territoire d'obtenir de meilleurs outils de communication publique.

L'exploitation des trains nécessitera également des équipements et des systèmes le long de la voie pour les besoins suivants :

- Dispositifs de déneigement;
- Systèmes d'inspection des équipements;
- Équipement de lubrification des voies.

Dispositifs de déneigement

Des réchauffeurs d'aiguilles, des souffleurs et des fondoirs à neige peuvent être envisagés, en fonction de l'emplacement géographique et de la circulation ferroviaire. La neige affectera la capacité de déplacer efficacement les aiguillages. Lorsque des systèmes de chauffage sont installés, une méthode de contrôle doit également minimiser la consommation d'énergie, donc être activée à distance.

Systèmes d'inspection des équipements

Les trains peuvent nécessiter une inspection à proximité de gares de triage, de gares ferroviaires, de longs ponts, de tunnels et de zones sensibles. Il s'agit notamment de détecteurs de boîtes chaudes, de roues chaudes, de pièces traînantes, de déraillements, de barrières coulissantes, d'affaissement, de ravinement, d'inspection de roues et d'autres unités spécifiques au site. La détection de boîtes chaudes, de roues chaudes et de pièces traînantes peut être effectuée à un seul endroit, appelé système de détection en voie (SDV). Vous trouverez ci-dessous une brève description de chaque système :

- Détecteur de boîte chaude (DBC) : détecte la température des boîtes d'essieu afin de détecter d'éventuels échauffements pouvant entraîner des défaillances;

- Détecteur de roues chaudes (DRC) : détecte la température de la surface de la roue pour détecter une éventuelle hausse de température pouvant entraîner des défaillances;
- Détecteur de pièces traînantes (DPT) : détecte les équipements bas ou traînants qui peuvent entraîner des déraillements ou d'autres défaillances, peut également détecter un ensemble de roues déraillées;
- Barrière anti-glissement : utilisée pour détecter les amas de neige, de terre ou de roches qui peuvent rendre la voie impraticable;
- Détecteurs d'affaissement et d'effondrement : ils détectent les défauts qui peuvent rendre la voie impraticable en raison de l'érosion par l'eau de la zone à proximité de la voie;
- Détecteur de niveau d'eau élevé : utilisé pour détecter les niveaux d'eau élevés qui peuvent affecter la sécurité du passage des trains;
- Système d'inspection des roues : vérifie et fait un rapport sur l'état des roues pour détecter les défauts qui peuvent être dangereux. Ceci peut inclure, sans s'y limiter, les impacts des roues, la circularité des roues, l'alignement et les tolérances de durée de vie.

Détecteurs de déraillement : détectent les essieux déraillés qui peuvent provoquer des déraillements;

Système d'identification automatique des équipements : identifie l'équipement qui entre ou sort de la voie, utilisé à des fins de suivi et de facturation.

Une alimentation en énergie fiable est nécessaire pour l'exploitation sécuritaire du chemin de fer. Les sources d'énergie privilégiées pourraient être Hydro-Québec. Si la ligne électrique n'est pas disponible localement, des générateurs ou des centrales solaires et éoliennes pourraient être utilisés.

Les équipements en bord de voie ne représentent qu'une petite fraction du budget global de l'infrastructure prévue. Le plus gros problème sera la fiabilité des services d'alimentation électrique.

4 CRITÈRES DE CONCEPTION

Les critères de conception utilisés pour les tracés ferroviaires proposés des phases II et III sont les mêmes que ceux utilisés pour la conception du concept ferroviaire de la phase I, jugés appropriés pour la nature de circulation « rail lourd » anticipée. Le tableau 4-1 ci-dessous résume les principaux critères de conception ferroviaire utilisés.

Tableau 4-1 Critères de conception des chemins de fer

CRITÈRES DE CONCEPTION	VALEUR
Vitesse de conception	Passagers : 80 mph , Fret ; 60 mph
Charges par essieu	Locomotives : 32,4 tonnes par essieu Wagons : 286 000 lbs = 30 tonnes par essieu
Rayon minimal de la courbe horizontale	1150 m ou 800 m avec limitation de vitesse
Déclivité maximale	1,5 % (compensée), 2,0 % (sur une longueur maximale de 500 m)
Rail	136 lb RE
Joints de rail	Soudé dans des longs rails soudés (LRS)
Traverses	Bois dur
Fixations	Fixations élastiques
Profondeur de lestage sous l'attache	300 mm au minimum
Charge de conception du pont	AREMA E90 Cooper

4.1 INFRASTRUCTURE DE LA VOIE

Un chemin de fer potentiel à Eeyou Istchee- Baie-James pose plusieurs défis. Il traverse un territoire avec présence de pergélisol dans la partie nord de la phase III ainsi que plusieurs lacs et rivières tout au long du tracé. Il est donc très important de prévoir une plateforme ferroviaire adaptée aux conditions du sol. Cependant, à ce stade de préfaisabilité, aucune section type n'a été développée spécifiquement pour les besoins de La Grande Alliance. La section d'infrastructure ferroviaire utilisée pour cette étude est celle du plan type TS 2204 de la compagnie Canadien National. Dans les phases ultérieures du projet, il serait recommandé de vérifier l'applicabilité de cette section.

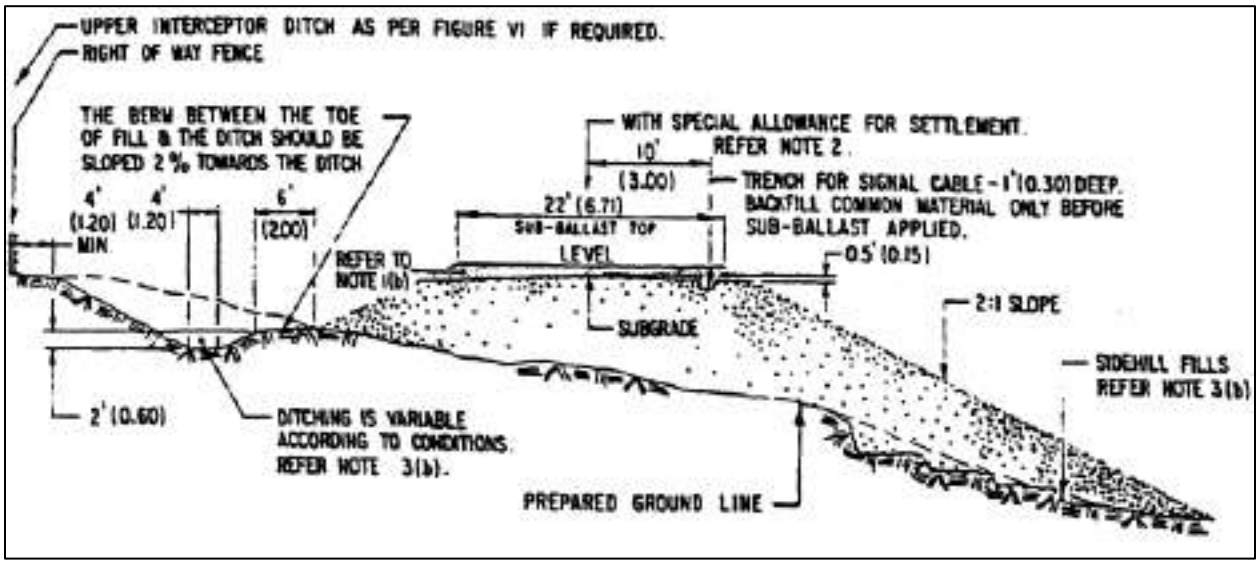


Figure 4-1 Section type de l'infrastructure - Extrait du document TS-2204 de CN

Les principaux critères sont présentés ci-dessous :

- Largeur de la plate-forme ferroviaire de 6,7 m (22');
- Pente du remblai ou de l'excavation : 1V:2H;
- Largeur du fossé : 1 m;
- Hauteur d'effeuillage considérée : 150 mm.

4.2 MATÉRIAUX DE LA VOIE

À ce stade de l'étude de préfaisabilité, aucun calcul n'a été fait pour déterminer la structure de la voie ou identifier les matériaux qui seraient recommandés, ni pour le choix du type de traverses à utiliser. La section du plan TS 2205 avec des traverses en bois, de la norme CN, n'est considérée qu'à des fins d'estimation.

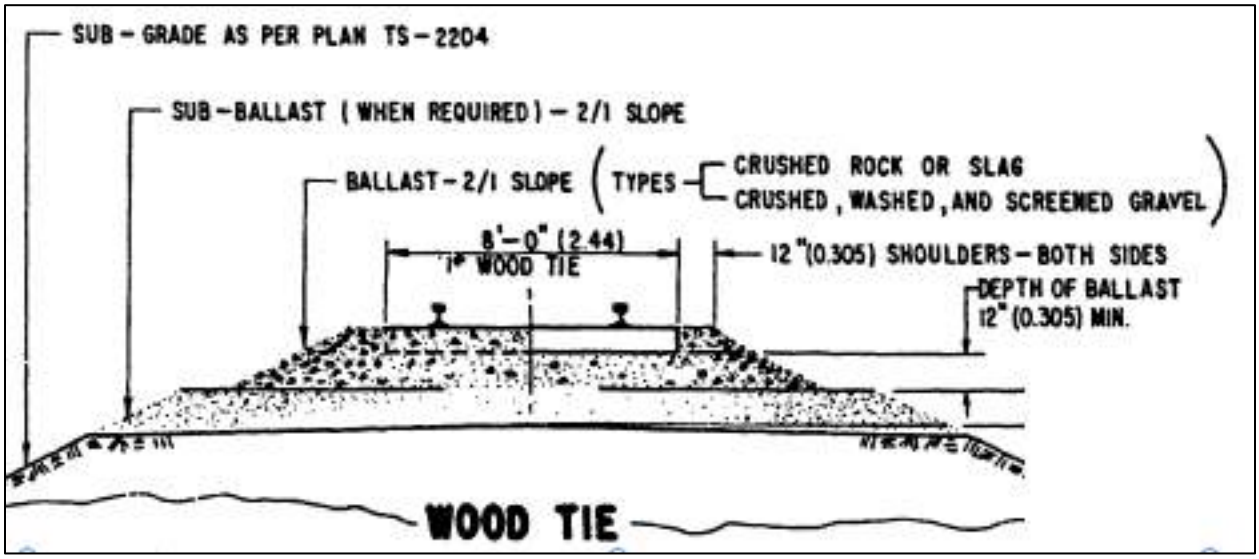


Figure 4-2 Section type d'une structure de voie - Extrait du document TS-2205S du CN

Les principaux critères sont énumérés ci-dessous :

- Traverse : en bois, de 8 pieds de long avec un espacement de 20 3/8 pouces, conformément à la norme de voie du CN pour la classe 3;
- Rail : 136 lb RE;
- Accotement du ballast : 300 mm;
- Hauteur du ballast : 30 mm;
- Hauteur du sous-ballast : 300 mm.

5 PROCESSUS D'ÉLABORATION DU TRACÉ DU CHEMIN DE FER

La présente section présente les principaux facteurs et le processus utilisé pour établir les tracés de la phase II et de la phase III.

Lors de l'élaboration des tracés ferroviaires des phases II et III, en plus de respecter les critères de conception présentés à la section 4 du présent rapport, l'équipe de conception a appliqué les règles ou facteurs clés suivants :

- Respecter, dans la mesure du possible, la topographie naturelle du site (montagnes et plaines);
- Tenir compte de la géologie générale de la zone d'étude, y compris de l'emplacement des gisements de matériaux granulaires;
- Éviter, dans la mesure du possible, les lacs et les rivières; réduire au minimum la longueur des passages et des ponts lorsque ceux-ci sont inévitables;
- Éviter, dans la mesure du possible, les aires protégées existantes et projetées; minimiser les empiètements et prévoir des mesures d'atténuation lorsqu'ils sont inévitables;
- Minimiser les passages et les impacts sur les corridors de migration des caribous;
- Éviter, dans la mesure du possible, les zones d'importance culturelle telles que les zones actuellement utilisées par les utilisateurs des terres cries, les sites archéologiques, etc.; réduire au minimum les empiètements et prévoir des mesures d'atténuation lorsque ceux-ci sont inévitables;
- Proposer, le cas échéant, des alternatives de tracé qui pourraient offrir une valeur ajoutée, telles que :
  - Emplacements qui minimisent l'empreinte environnementale;
  - Emplacements qui minimisent les coûts de construction;
  - Emplacements qui minimisent les impacts sur les camps et installations existants.
- Rester, dans la mesure du possible, à proximité des routes existantes ou proposées ;
- Rester dans un corridor de 1 km centré sur les routes existantes ou proposées lorsqu'elles sont entourées de part et d'autre de zones protégées reconnues ;
- Réduire au minimum le nombre de fois où le chemin de fer traverse des routes existantes ou proposées.

À partir des facteurs clés présentés ci-dessus, et tout en respectant les critères de conception retenus, un tracé ferroviaire a été élaboré d'abord en plan, puis en profil. Comme c'est parfois le cas, une fois le tracé développé en plan et en profil, les possibilités d'amélioration deviennent évidentes. La conception de tout projet linéaire est un processus itératif. Le tracé de la voie ferrée est élaboré à un stade de préfaisabilité avec certaines contraintes dues au degré de précision des informations disponibles, telles que les cartes, les relevés, les photos aériennes, la topographie, les contraintes environnementales et sociales. Les différents tracés ferroviaires présentés sur les cartes et figures dans le cadre de ce mandat doivent être considérés comme un corridor potentiel et devront être optimisés dans une future étude de faisabilité.

Les sous-sections ci-dessous présentent brièvement ces facteurs clés.

5.1 FACTEURS CLÉS PRINCIPAUX

5.1.1 ÉVITER LES LACS ET LES RIVIÈRES

Pour des raisons écologiques et économiques, les lacs ont été évités dans la mesure du possible en adaptant le tracé ferroviaire pour les contourner plutôt que de les traverser. Les rivières ont également été évitées, sauf si leur traversée était inévitable.

La figure 5-1 ci-dessous donne un exemple de l'utilisation d'un tracé plus sinueux pour éviter plusieurs lacs.

Figure 5-1 Exemple de tracé sinueux pour éviter plusieurs lacs (CH 2234+000 à 2239+000)

5.1.2 MINIMISER LA LONGUEUR DES PONTS

Afin de réduire le coût prévu pour les traversées majeures de rivières, l'emplacement de la traversée a été choisi de manière à réduire la longueur totale du pont. Dans le cas de la phase II, les principales rivières traversées sont les rivières Eastmain et Opinaca. Pour la phase III, les principales rivières traversées sont La Grande Rivière et la Grande rivière de la Baleine. Des ponts sont également nécessaires aux endroits où se trouvent des vallées importantes.

Un total de 36 ponts ferroviaires est proposé pour la phase II entre Rupert et La Grande.

Tableau 5-1 Ponts ferroviaires proposés - Phase II - Rupert à La Grande

NOMBRE DE PONTS	LONGUEUR DU PONT FERROVIAIRE		% EN QTÉ
28	Court	10 à 50 m	78 %
3	Majeur	51 à 100 m	8 %
4	Long	101 à 500 m	11 %
1	Très long	501 m et plus	3 %
36	**Total - Ponts**		

Un total de 66 ponts ferroviaires est proposé pour la phase III - La Grande à Whapmagoostui/Kuujjuarapik.

Tableau 5-2 Ponts ferroviaires proposés - Phase III - La Grande à Whapmagoostui/Kuujjuarapik

NOMBRE DE PONTS	LONGUEUR DU PONT FERROVIAIRE		% IN QTÉ
39	Court	10 à 50 m	59 %
9	Majeur	51 à 100 m	14 %
13	Long	101 à 500 m	20 %
5	Très long	501 m et plus	8 %
66	**Total - Ponts**		

5.1.3 RESTER À PROXIMITÉ DE LA ROUTE BILLY-DIAMOND

Afin d'éviter d'engendrer des zones enclavées entre le chemin de fer proposé et les routes existantes ou proposées, un décalage minimum de 50 mètres a été prévu partout où c'était possible de le faire. Ce décalage a été choisi comme étant la distance minimale où la construction du chemin de fer n'interférerait pas avec la route existante, tandis que la proximité de la route faciliterait les travaux de construction du chemin de fer.

Pour la phase II, environ 70 % du chemin de fer se trouve à moins de 100 mètres de la route Billy-Diamond, mesuré entre la ligne médiane du chemin de fer proposé et la ligne médiane de la route Billy-Diamond.

Pour la Phase III, environ 75 % du chemin de fer se trouve à moins de 100 mètres de la route proposée vers Whapmagoostui/Kuujjuarapik. Pour cette Phase III, il est important de noter qu'il est possible de réduire le pourcentage de décalage du chemin de fer à presque rien si nous ajustons la route proposée au tracé de la voie. L'ajustement de la route au tracé de la voie ferrée peut entraîner un coût plus élevé pour la route, mais un impact moindre.

Ce décalage est principalement dû à la différence des critères de conception des courbes. Le rayon minimal des courbes ferroviaires est de 1150 m (ou 800 m avec une limitation de vitesse) et celui des courbes routières est de 250 mètres. Il en résulte des courbes ferroviaires plus longues, qui ne pourraient pas suivre les courbes les plus prononcées de la route.

La figure 5-2 illustre un tronçon du tracé ferroviaire proposé où il a été possible de respecter ce facteur clé.

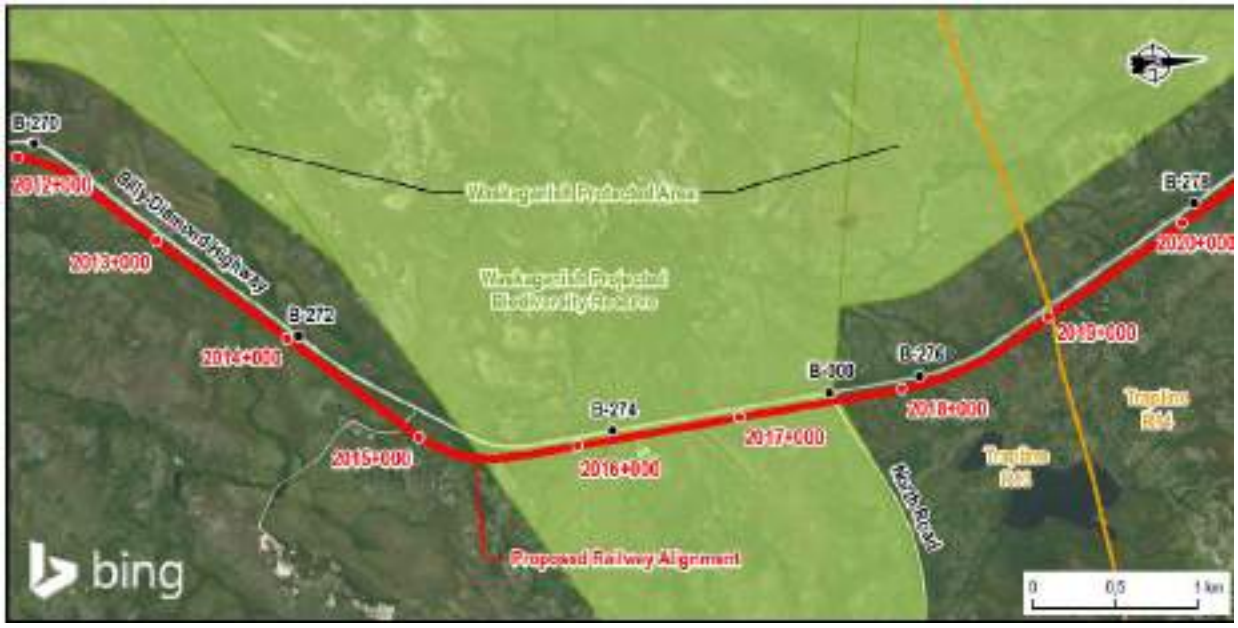


Figure 5-2 Exemple de tracé ferroviaire proposé à proximité de la RBD (CH 2012+000 à 2020+000)

5.1.4 ÉVITER LES AIRES PROTÉGÉES

Lorsque des routes existantes et/ou proposées sont entourées de part et d'autre de zones protégées reconnues, l'équipe chargée de la conception du chemin de fer s'est efforcée de ne pas s'éloigner de plus de 500 m de la route.

La figure 5-3 présente l'un des nombreux exemples où cette contrainte a été respectée avec succès.

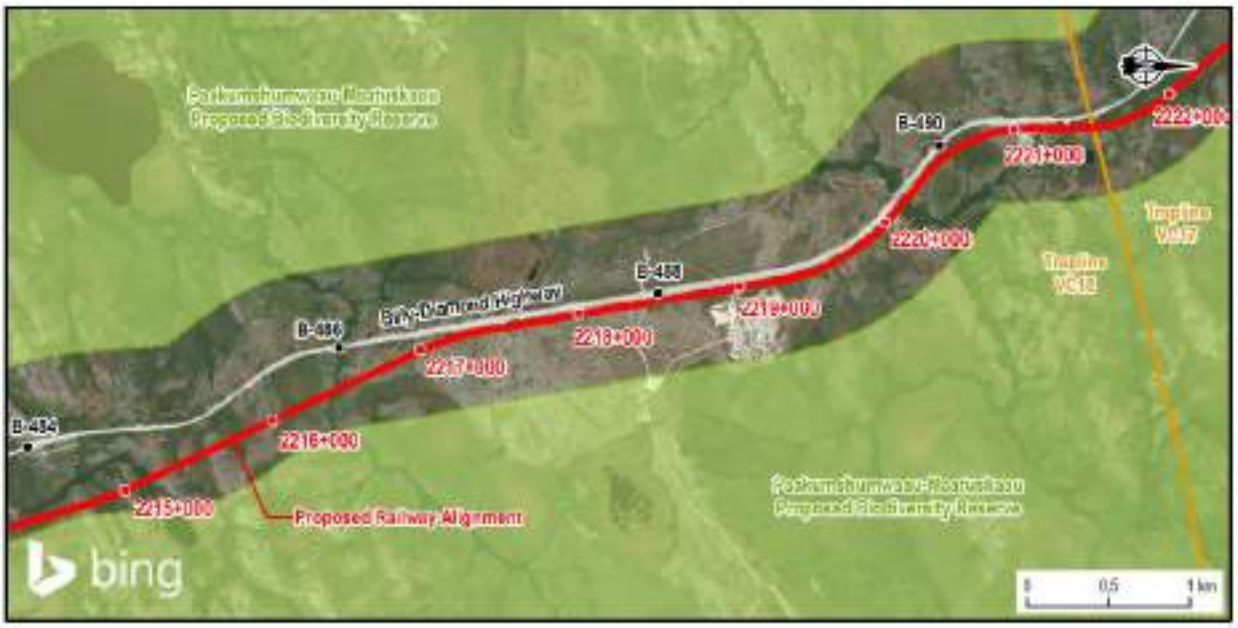


Figure 5-3 Exemple de tracé ferroviaire dans un couloir de 1 km de largeur pour éviter les aires protégées (CH. 2214+000 à 2222+000)

5.1.5 MINIMISER LES PASSAGES À NIVEAU

Pour des raisons de coût et de sécurité, les croisements devraient être évités autant que possible. Cependant, ils sont essentiels pour assurer la continuité d'autres corridors de transport tels que les routes, les motoneiges, le VTT Trail, les accès privés, etc. Le trafic journalier prévu sur chacune des routes et des voies ferrées proposées n'est pas suffisant pour nécessiter des traverses étagées de type viaducs qui sont coûteux. Ce flux de trafic anticipé n'exige pas non plus que les passages à niveau soient équipés de barrières qui nécessitent une main-d'œuvre régulière et spécialisée. En revanche, l'éclairage et les sonneries seront, au minimum, nécessaires. Par conséquent, chaque passage à niveau devra être alimenté en électricité.

Tableau 5-3 Nombre de passages à niveau - Chemins de fer proposé - Phase II et Phase III

EMPLACEMENT	NOMBRE TOTAL DE PASSAGES À NIVEAU
Phase II - Rupert à La Grande	23
Phase III - La Grande à Whapmagoostui/Kuujjuarapik	12

La figure 5-4 illustre un exemple d'emplacement où un passage à niveau était nécessaire.

Figure 5-4 Exemple de passage à niveau requis (CH 2023+000 à 2030+000)

5.2 RÉVISION DU TRACÉ EN RAISON DE CONTRAINTES PHYSIQUES

5.2.1 RIVIÈRE EASTMAIN AU KM 2128 – PHASE II

Le passage de la rivière Eastmain, au km 2128, constitue un défi en termes d'élaboration du tracé car, de part et d'autre de la rivière, on observe des dénivelés importants. Dans le but de réduire les quantités de terrassement, ce qui était une approche plus directe est devenue une approche plus sinueuse.

Même avec le tracé proposé, une structure majeure de 480 mètres de longueur sera nécessaire compte tenu de la largeur de la rivière à l'élévation du passage. Un pont en arc pourrait être envisagé pour ce site.

À titre de comparaison, le pont routier existant adjacent mesure environ 280 mètres de long. Ce pont ferroviaire potentiel a donc été ciblé comme zone d'optimisation future à réaliser dans les prochaines étapes de l'étude.

La figure 5-5 présente le tracé original et révisé à cet emplacement.

Figure 5-5 Tracé original et révisé du chemin de fer traversant la rivière Eastmain (CH 2121+000 à CH 2134+000)

5.2.2 COLLINE IMPORTANTE AU KM 2325

À cet endroit, près de la bifurcation de la route de Chisasibi, ce n'est pas une traversée de rivière mais plutôt une colline importante qui a donné lieu à d'importants volumes de coupes. Encore une fois, en introduisant un tracé légèrement plus sinueux, les quantités de coupes ont été réduites. La figure 5-6 présente le tracé original et le tracé révisé à cet endroit.

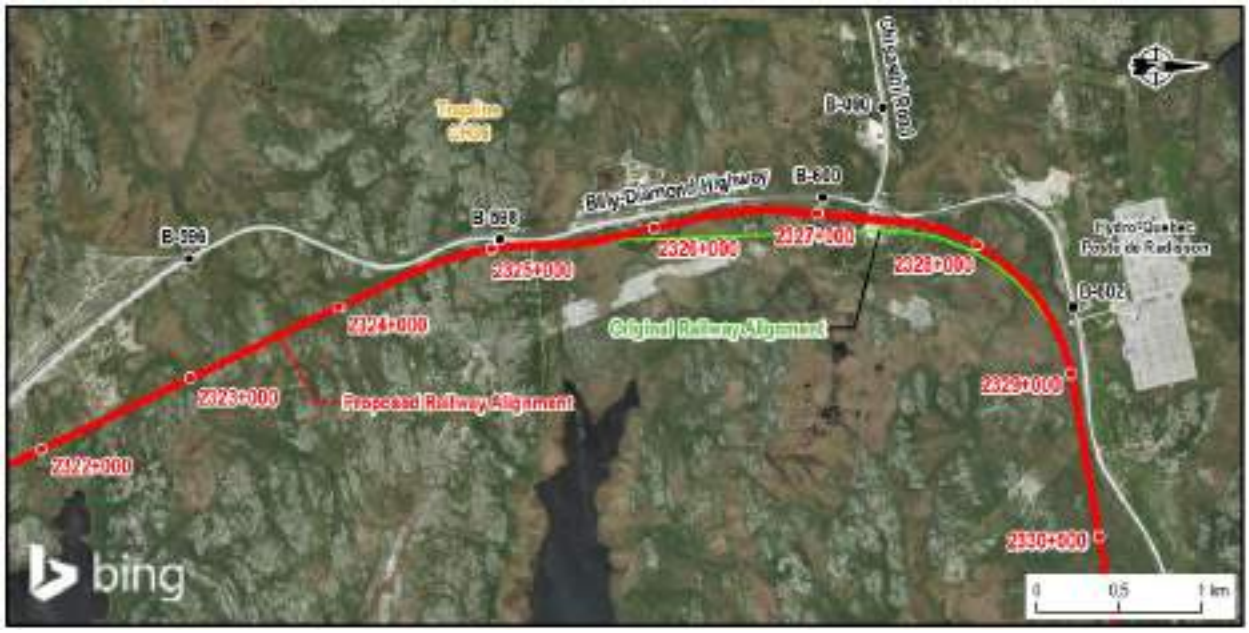


Figure 5-6 Tracés original et révisé du chemin de fer au km CH 2323+000 à 2328+000

5.2.3 LIMITE DE VITESSE EN RAISON DE CONTRAINTES PHYSIQUES

Il convient de mentionner à ce stade que la morphologie de la Phase II et de la Phase III est difficile à suivre lorsqu'il s'agit de concevoir un chemin de fer à des vitesses aussi élevées que 80 mph et 60 mph. De plus, le territoire de la phase III comporte beaucoup plus de plans d'eau que celui de la phase II. Afin d'éviter ces plans d'eau et de minimiser le décalage par rapport au corridor routier, la vitesse de conception dans de nombreuses parties des phases II et III est réduite à 60 mph (±97 km/h) pour les passagers et à 50 mph (80 km/h) pour les marchandises, au lieu de 80 mph (±128 km/h) et 60 mph (±97 km/h) respectivement.

Tableau 5-4 Zones à vitesse réduite - Chemin de fer proposé - Phase II et Phase III

EMPLACEMENT	KM TOTAL	% DE LA LONGUEUR DU CHEMIN DE FER
Phase II - Rupert à La Grande	48	14 %
Phase III - La Grande à Whapmagoostui/Kuujjuarapik	69	31 %

Pour la phase II, les courbes horizontales nécessitant une vitesse réduite sont réparties sur l'ensemble du tracé.

Pour la phase III, les courbes horizontales nécessitant une vitesse réduite sont concentrées dans les 110 premiers kilomètres du tracé et les 11 derniers kilomètres.

La figure 5-7 ci-dessous illustre l'un des endroits où la vitesse de conception est réduite pour éviter les plans d'eau et minimiser le décalage par rapport au couloir routier.

Figure 5-7 Exemple de virage ferroviaire serré avec réduction de la vitesse pour éviter un lac

5.2.4 PONTS NÉCESSITANT UNE OPTIMISATION DU TRACÉ

L'impossibilité, dans la conception des chemins de fer, de réaliser des virages serrés et des pentes raides, contrairement à la conception des routes, conduit à des ponts plus longs. La morphologie accidentée du terrain dans certaines zones conduit également à des ponts ferroviaires plus longs. Dans une prochaine étape d'optimisation, il est recommandé de retravailler le tracé ferroviaire afin de réduire la longueur des ponts de plus de 100 mètres. Ce remaniement pourrait aussi bien être qualifié d'optimisation du tracé et il s'agit d'un processus normal dans toute conception d'infrastructure linéaire.

Tableau 5-5 Phase II - Liste des ponts longs et très longs qui nécessitent une optimisation du tracé

AXE FERROVIAIRE CHAÎNAGE (KM)	TERRAIN DE TRAPPAGE	NOM DU COURS D'EAU	LONGUEUR APPROX. DU PONT (M)
2047+800	R-09	Rivière Pontax	150
2128+100	RE-02 & VC-33	Rivière Eastmain	480
2129+900	VC-33	Vallée et cours d'eau important	200
2144+600	VC-33	Rivière Opinaca	500
2195+400	VC-18	Rivière du Vieux Comptoir	600

Tableau 5-6 Phase III - Liste des ponts longs et très longs nécessitant une optimisation du tracé

AXE FERROVIAIRE CHAÎNAGE (KM)	TERRAIN DE TRAPPAGE	NOM DU COURS D'EAU	LONGUEUR APPROX. DU PONT (M)
3001+014	CH-36	Rivière non-identifiée	250
3009+349	CH-09	Rivière La Grande	1100
3037+944	CH-09	Rivière non-identifiée	200
3060+003	CH-10	Vallée importante Lac Pamigamachi	150
3062+400	CH-10	Lac non-identifié	150
3067+343	CH-11	Rivière Roggan	160
3069+600	CH-11	Rivière Atawataweats	150
3083+600	CH-11	Lac non-identifié	150
3092+600	CH-11	Lac non-identifié	140
3106+000	CH-12	Vallée importante	600
3119+351	CH-07	Vallée importante	200
3132+700	CH-07	Lac/rivière non-identifié	110
3140+656	GW-05	Rivière Vauquelin	400
3156+300	GW-20	Lac non-identifié	130
3163+191	GW-03	Rivière Sucker	800
3201+300	GW-03	Rivière non-identifiée	120
3208+575	GW-03	Great Whale River	1900
3210+202	GW-01 & GW-03	Unidentified river	1100

5.3 RÉSUMÉ DE L'INFRASTRUCTURE DE LA VOIE FERRÉE

Tableau 5-7 Résumé de l'infrastructure de la voie ferrée

	PHASE II RUPERT À LA GRANDE	PHASE III LA GRANDE À WHAPMAGOOSTUI/KUUJJUARAPIK
Longueur totale de la voie ferrée	340 km	219 km
Longueur totale de la voie ferrée en courbes	113 km	81 km
% de voie en courbes	33 %	36 %
Pente max (%)	1,46 %	1,96 %
Pourcentage de la voie dont la pente est supérieure à 1 %	23 %	24 %
Nombre de ponts	36	66
Longueur totale des ponts	2,6 km	9,4 km
% de chemin de fer sur un pont	1 %	4 %
Nombre de tunnels	Aucun	Aucun
Volume d'excavation	12,7 millions m^3	12,7 millions m^3
Volume de remblai	12,5 millions m^3	14,0 millions m^3
% de chemin de fer dans un rayon de 100 mètres de la RBD ou du prolongement proposé de la route	70 %	75 %

6 PHASE II – RUPERT À LA GRANDE

Le tracé ferroviaire proposé dans le cadre de la phase II de préfaisabilité commence juste à l'ouest de la traversée de la rivière Rupert, dans le prolongement du tracé ferroviaire de la phase I, et se termine à environ 3 km au sud de la rivière La Grande. La longueur totale du tracé proposé de la phase II est de 340 km, et son profil sinueux reflète les nombreux lacs et la topographie variable rencontrés.

Comme prévu, pour minimiser les impacts environnementaux, le tracé du chemin de fer longe généralement la route Billy-Diamond (70 % de la longueur totale). Les quelque 30 % restants, qui ne se trouvent pas à moins de 100 mètres de la route Billy-Diamond, sont dus aux critères de conception du chemin de fer qui ne permettent pas à ce dernier de suivre les courbes de la route. Le tracé ferroviaire proposé se dirige généralement vers le nord, jusqu'à son point d'arrivée à environ 3 km au sud de la rivière La Grande.

Un total de 47,7 km a été conçu avec une vitesse réduite à 65 mph pour les trains de passagers afin de permettre un tracé plus proche de la RBD et d'éviter les voies navigables. Il s'agit de 14 % de la longueur totale du chemin de fer.

La nature du sol dans un corridor de deux kilomètres de large le long du tracé ferroviaire est composée des types de sol suivants :

Tableau 6-1 Types de sols - Phase II (extrait de la NT 10 - Géotechnique)

TYPES DE SOLS	% DU CORRIDOR FERROVIAIRE SUR CE TYPE DE SOL
Sols organiques	26 %
Silt et argile	15 %
Sable et gravier	28 %
Till	16 %
Roche	15 %

Pour la phase II, le tracé commence au km 2000+000 jusqu'au km 2339+000. Il convient de mentionner ici que le tracé de la phase II a son propre chaînage indépendant des tracés des phases I et III.

Le lecteur est également invité à consulter les plans des tracés des phases II et III à l'annexe A.

Le de chemin de fer de la phase II proposé est divisé en tronçons pour lesquels des informations plus détaillées sont fournies dans les sections suivantes (voir la section d'introduction pour une explication sur les chaînages)..

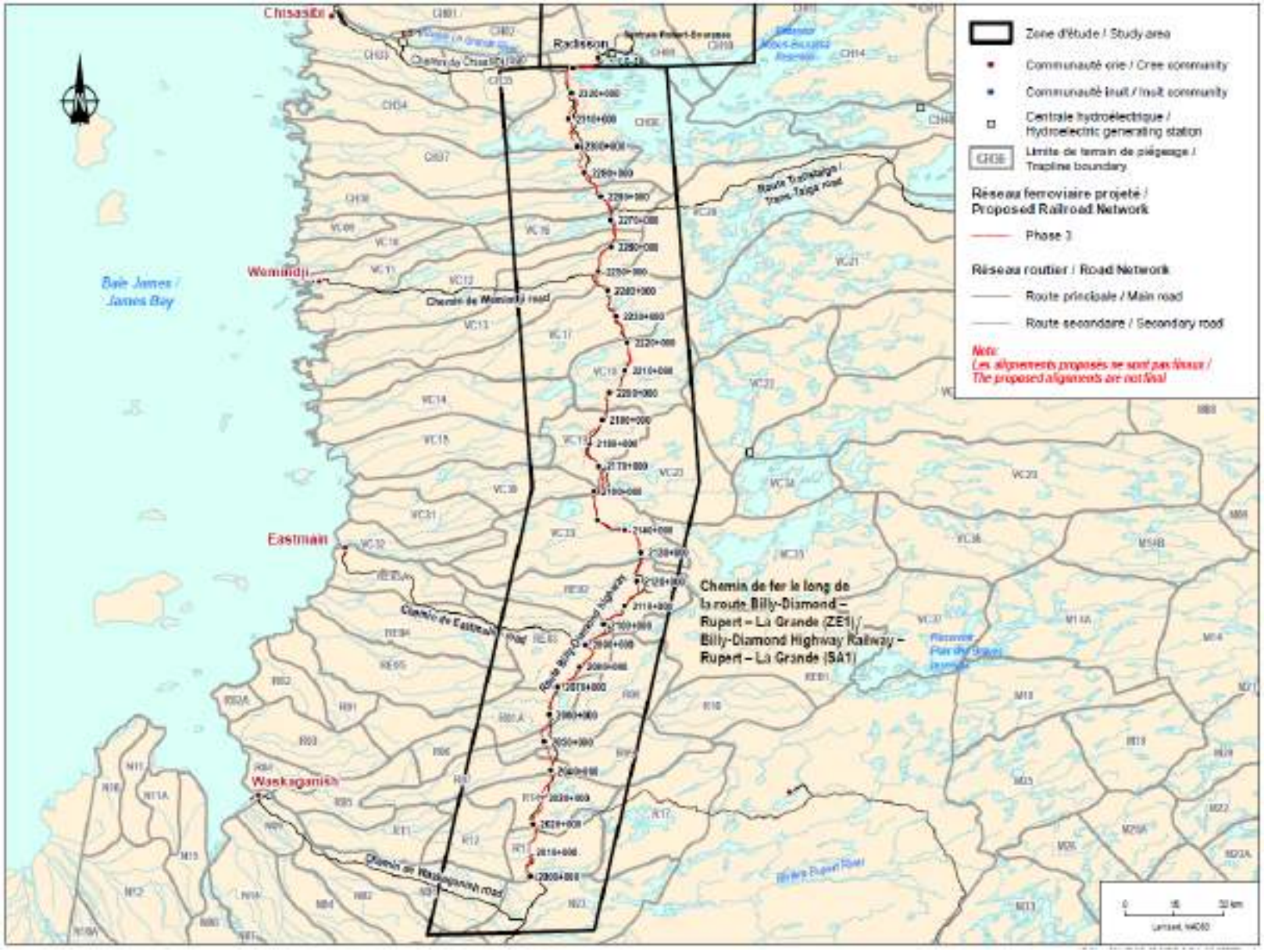


Figure 6-1 Tracé de la phase II avec les terrains de trappage

6.1 KM 2000+000 AU KM 2060+000 (RBD : KM 258 AU KM 320)

À partir du point de raccordement avec le tracé ferroviaire de la phase I à l'ouest de la rivière Rupert, le tracé ferroviaire de la phase II se dirige vers La Grande en suivant la route Billy-Diamond, mais certains tronçons, notamment entre les km 2044 et 2056 sur 12 km, s'éloignent de deux à trois kilomètres de la route Billy-Diamond.

Des aires protégées existantes ou proposées se trouvent à l'ouest du tracé proposé entre le km 2008 et le km 2014 (6 km), et entre le km 2018 et le km 2021 (3 km).

Ce segment comporte deux traversées de rivière importantes : la rivière Miyapiskau est traversée au km 2048 et la rivière Enistuwach au km 2051,5.

Terrains de trappage touchés : R13, R14, R07, R09, R08 et R01A.

Nombre de courbes horizontales avec réduction de vitesse : 5 (3,3 km).

Veuillez trouver ci-dessous une liste des principaux ponts potentiels extraite de la NT 14.

Tableau 6-2 Liste des ponts majeurs potentiels - km 2000+000 à km 2060+000

AXE FERROVIAIRE CHAÎNAGE (KM)	TERRAIN DE TRAPPAGE	NOM DU COURS D'EAU	LONGUEUR APPROX. DU PONT (M)
2047+800	R-09	Rivière Pontax	150
2051+400	R-08	Rivière Enistuwach	60

6.2 KM 2060+000 AU KM 2120+000 (RBD : KM 320 AU KM 384)

Le tracé ferroviaire proposé pour la phase II longe toujours en général la route Billy-Diamond.

Selon la cartographie disponible, aucune aire protégée existante ou proposée ne figure dans ce tronçon.

Ce tronçon ne comporte aucune traversée de rivière importante ni aucun pont majeur.

Terrains de trappage touchés : R01A, RE03, RE02.

Nombre de courbes horizontales avec réduction de vitesse : 10 (7,2 km).

6.3 KM 2120+000 AU KM 2180+000 (RBD : KM 384 AU KM 449)

Le tracé ferroviaire proposé pour la phase II longe toujours en général la route Billy-Diamond, mais certains tronçons, comme celui situé entre les km 2159 et 2169, un tronçon de 10 km, s'éloignent d'un à trois kilomètres de la route Billy-Diamond vers l'ouest.

Selon la cartographie disponible, aucune aire protégée existante ou proposée ne figure dans ce tronçon.

Ce tronçon comporte deux traversées de rivière importantes : la rivière Eastmain, la plus importante traversée du tracé ferroviaire de la phase II, est traversée au km 2128, et la rivière Opinaca est traversée au km 2144,5. Il est à noter que le pont ferroviaire proposé de la rivière Eastmain est situé à l'est du pont routier et que le pont ferroviaire proposé de la rivière Opinaca est situé à l'ouest du pont routier.

Terrains de trappage touchés : RE02, VC33, VC30, VC23 et VC19.

Nombre de courbes horizontales avec réduction de vitesse : 8 (7,0 km).

Vous trouverez ci-dessous une liste des principaux ponts potentiels extraite de la NT 14.

Tableau 6-3 Liste des ponts majeurs potentiels - du km 2120+000 au km 2180+000

AXE FERROVIAIRE CHAÎNAGE (KM)	TERRAIN DE TRAPPAGE	NOM DU COURS D'EAU	LONGUEUR APPROX. DU PONT (M)
2128+100	RE-02 & VC-33	Rivière Eastmain	480
2129+900	VC-33	Vallée et cours d'eau importants	200
2144+600	VC-33	Rivière Opinaca	500
2178+700	VC-19	Vallée et cours d'eau importants	70

6.4 KM 2180+000 AU KM 2240+000 (RBD : KM 449 AU KM 511)

Le tracé ferroviaire proposé pour la phase II longe toujours en général la route Billy-Diamond.

Des aires protégées existantes ou proposées sont présentes à l'est et à l'ouest du tracé du chemin de fer sur la majeure partie de ce tronçon : à partir du km 2189, ces aires s'étendent du côté ouest de ce point jusqu'au-delà de la fin de ce tronçon, et du côté est jusqu'au km 2232. Ainsi, ces zones s'étendent sur 51 kilomètres de ce tronçon de 60 km.

Il n'y a pas de traversées de rivières importantes dans ce segment. Cependant, en raison de la présence de nombreux petits cours d'eau et de la topographie, il est proposé de construire 735 mètres de voie sur ponts.

Terrains de trappage touchés : VC19, VC18 et VC17.

Nombre de courbes horizontales avec réduction de vitesse : 22 (16,3 km).

Vous trouverez ci-dessous une liste des principaux ponts potentiels extraite de la NT 14.

Tableau 6-4 Liste des ponts majeurs potentiels - du km 2180+000 au km 2240+000

AXE FERROVIAIRE CHAÎNAGE (KM)	TERRAIN DE TRAPPAGE	NOM DE LA VOIE NAVIGABLE	LONGUEUR APPROX. DU PONT (M)
2195+400	VC-18	Rivière du Vieux Comptoir	600

6.5 KM 2240+000 AU KM 2300+000 (RBD : KM 511 AU KM 571)

Bien que ce segment soit particulièrement sinueux, il longe globalement la route Billy-Diamond.

Les aires protégées à l'ouest du tracé du chemin de fer présentes sur la majeure partie du tronçon précédent se prolongent dans ce tronçon jusqu'au km 2256 (16 km), tandis qu'à l'est du tracé, une aire protégée s'étend du km 2251 au km 2257 (6 km).

Deux cours d'eau sont traversés sur ce tronçon : le lac Yasinki est traversé près du km 2271, et le lac Ekomiak près du km 2282.

Terrains de trappage touchés : VC17, VC13, VC12, VC16, CH38 et CH37.

Nombre de courbes horizontales avec réduction de vitesse : 14 (12,2 km).

Vous trouverez ci-dessous une liste des ponts majeurs potentiels extraite de la NT 14.

Tableau 6-5 Liste des ponts majeurs potentiels - du km 2240+000 au km 2300+000

AXE FERROVIAIRE CHAÎNAGE (KM)	TERRAIN DE TRAPPAGE	NOM DU COURS D'EAU	LONGUEUR APPROX. DU PONT (M)
2281+650	CH-38	Rivière non-identifiée (effluent du lac Ekomiak)	75

6.6 KM 2300+000 AU KM 2340+300 (RBD : KM 571 AU KM 614)

Le tracé ferroviaire proposé pour la phase II continue à longer généralement la route Billy-Diamond jusqu'au point de terminaison de la phase II, à environ 3 km au sud de la rivière La Grande.

Selon la cartographie disponible, aucune aire protégée existante ou proposée ne figure dans ce tronçon.

Ce tronçon ne comporte aucune traversée de rivière importante, ni aucun pont majeur.

Terrain de trappage touché : CH36.

Nombre de courbes horizontales avec réduction de vitesse : 2 (1,7 km).

6.7 PASSAGES À NIVEAU

Le flux de circulation quotidien anticipé sur chacune des routes et chemins de fer proposés n'est pas suffisant pour nécessiter l'installation de barrières aux passages à niveau. Toutefois, compte tenu des vitesses prévues sur la route et le chemin de fer, au minimum, des feux et des cloches seront nécessaires. Par conséquent, chaque passage à niveau devra être alimenté en électricité.

Tableau 6-6 Liste des passages à niveau - Phase II

NO	TERRAIN DE TRAPPAGE	CHAÎNAGE	ROUTE
1	R-13	2006+854	Route Billy-Diamond
2	R-14	2020+580	Route du Nord
3	R-14	2028+750	Route Billy-Diamond
4	RE-03	2089+000	Route d'accès au village d'Eastmain
5	RE-02	2121+975	Route Billy-Diamond
6	VC-33	2129+200	Route d'accès non pavée
7	VC-33	2131+937	Route Billy-Diamond
8	VC-33	2158+500	Route d'accès non pavée
9	VC-19	2191+923	Route Billy-Diamond
10	VC-18	2207+500	Route d'accès non pavée
11	VC-18	2218+500	Route d'accès non pavée
12	VC-17	2226+400	Route d'accès non pavée
13	VC-17	2233+000	Route d'accès non pavée

NO	TERRAIN DE TRAPPAGE	CHAÎNAGE	ROUTE
14	VC-17	2234+300	Route d'accès non pavée
15	VC-17	2241+300	Route d'accès non pavée
16	VC-16	2274+000	Route Transtaïga
17	CH-38	2282+150	Route d'accès non pavée
18	CH-37	2286+675	Route Billy-Diamond
19	CH-36	2302+000	Route d'accès non pavée
20	CH-36	2314+220	Route Billy-Diamond
21	CH-36	2332+400	Route d'accès non pavée
22	CH-36	2337+300	Route d'accès non pavée
23	CH-36	2338+175	Route Billy-Diamond

Il convient de noter qu'à ce stade de l'étude, les profils de la chaussée n'ont pas été pris en compte dans l'examen des passages à niveau, toutes les traverses ont été considérées comme étant à niveau. Dans les prochaines phases du développement de l'infrastructure proposée, une coordination sera nécessaire et des viaducs pourraient, bien que peu probable, être nécessaires à certains endroits.

6.8 CROISEMENTS VOIE FERRÉE - LIGNES ÉLECTRIQUES

Quelques lignes électriques sont présentes le long du tracé proposé. Elles croisent principalement le tracé ferroviaire dans sa moitié nord, comme indiqué dans le tableau 6-7. Il est important d'étudier les croisements de lignes électriques dès les prochaines phases de développement de l'infrastructure proposée. Par exemple, si l'élévation du tracé est trop élevée au niveau du croisement avec la ligne électrique, il peut être nécessaire de déplacer le tracé ou d'abaisser le profil. Le déplacement des pylônes est également une possibilité qui nécessiterait une coordination avec le propriétaire et les autorités concernés.

Tableau 6-7 Liste des intersections entre le tracé du chemin de fer et les lignes électriques - Phase II

NO	TERRAINS DE TRAPPAGE	CHAÎNAGE	TYPE
1	RE-02	2125+150	À DÉTERMINER
2	VC-33	2137+150	À DÉTERMINER
3	VC-18	2203+650	À DÉTERMINER
4	VC-17	2241+500	À DÉTERMINER
5	VC-13	2257+750	À DÉTERMINER
6	VC-16	2269+150	À DÉTERMINER
7	VC-16	2273+000	Hydro-Québec 735 kV
8	CH-38	2375+500	Hydro-Québec 735 kV
9	CH-37	2286+900	À DÉTERMINER
10	CH-37	2289+250	À DÉTERMINER
11	CH-37	2289+800	À DÉTERMINER

NO	TERRAINS DE TRAPPAGE	CHAÎNAGE	TYPE
12	CH-37	2295+200	À DÉTERMINER
13	CH-36	2328+900	À DÉTERMINER
14	CH-36	2329+200	Hydro-Québec 735 kV
15	CH-36	2336+900	Hydro-Québec 735 kV
16	CH-36	2338+600	Hydro-Québec 735 kV

6.9 GARES DE PASSAGERS

En coordination avec l'étude de circulation de la phase I, trois (3) gares potentielles de voyageurs ont été identifiées entre Rupert et La Grande :

- Eastmain;
- Wemindji;
- La Grande.

Ces stations de passagers potentielles sont situées à proximité des communautés cries, tel qu'illustré à la figure 6-2. Leurs caractéristiques ne sont pas encore définies, mais comme on estime que le nombre de passagers par voyage est faible, les stations proposées sont actuellement considérées comme minimalistes, c'est-à-dire composées principalement d'un quai adjacent à la voie ferrée principale pour l'embarquement des passagers, d'un petit bâtiment et d'un parc de stationnement. Le quai d'embarquement, comme celui de Schefferville ou de Senneterre, pourrait être une simple surface pavée le long de la voie ferrée, avec un bâtiment administratif préfabriqué.

Figure 6-2 Emplacements préliminaires des gares de passagers

7 PHASE III – LA GRANDE À WHAPMAGOOSTUI/KUUJJUARAPIK

Le tracé proposé du chemin de fer de la phase III commence à environ 3 km au sud de la rivière La Grande, dans le prolongement du chemin de fer proposé de la phase II, et se poursuit vers le nord jusqu'au littoral de Whapmagoostui/Kuujjuarapik, entre l'embouchure de la Grande rivière de la Baleine et l'emplacement de l'infrastructure portuaire proposée.

Le chemin de fer proposé dans le cadre de la Phase III est d'une longueur de 219 km, et son profil sinueux est dû à l'évitement de nombreux lacs ainsi qu'à la topographie variée de la zone d'étude. Pour minimiser les impacts environnementaux, le tracé du chemin de fer longe généralement la route proposée vers Whapmagoostui/Kuujjuarapik sur environ 75 % de sa longueur. Les quelques 25 % restants qui ne sont pas à moins de 100 mètres de la route étudiée sont le résultat de courbes à plus grand rayon par rapport à ce qui est permis pour les routes. Cependant, ce pourcentage pourrait être réduit davantage grâce à une ingénierie détaillée plus poussée, par une combinaison d'ajustements aux critères de conception du chemin de fer et d'optimisation de la route en fonction du chemin de fer. Cependant, de tels ajustements entraîneront probablement des coûts d'infrastructure routière plus élevés.

Un total de 68,9 km a été conçu avec une vitesse réduite de 60 mph pour les trains de passagers et de 50 mph pour les trains de marchandises afin de permettre au tracé d'être plus proche de la route proposée et d'éviter les cours d’eau. Cette distance représente 31 % de la longueur totale du chemin de fer.

La nature du sol dans un corridor de deux kilomètres de large le long du tracé ferroviaire est composée des types de sol suivants :

Tableau 7-1 Types de sols - Phase III (extrait de la NT 10 - Géotechnique)

TYPES DE SOL	% DU CORRIDOR FERROVIAIRE SUR CE TYPE DE SOL
Sols organiques	5 %
Silt et argile	17 %
Sable et gravier	10 %
Till	44 %
Roche	24 %

Le lecteur est également invité à consulter les plans des tracés de la phase II et de la phase III, qui figurent à l'annexe A.

Le tracé de la phase III commence à la fin du tracé de la phase II (km 2339+000), près du km 614 de la route Billy-Diamond. Toutefois, afin d'éviter qu'une optimisation future n'affecte le point final de la phase II, les chaînages du tracé de la phase III ont été démarrées arbitrairement au km 3000+000.

Le chemin de fer proposé de la phase III est divisé en tronçons pour lesquels des informations plus détaillées sont fournies dans les sections suivantes (voir la section d'introduction /pour une explication sur les chaînages).

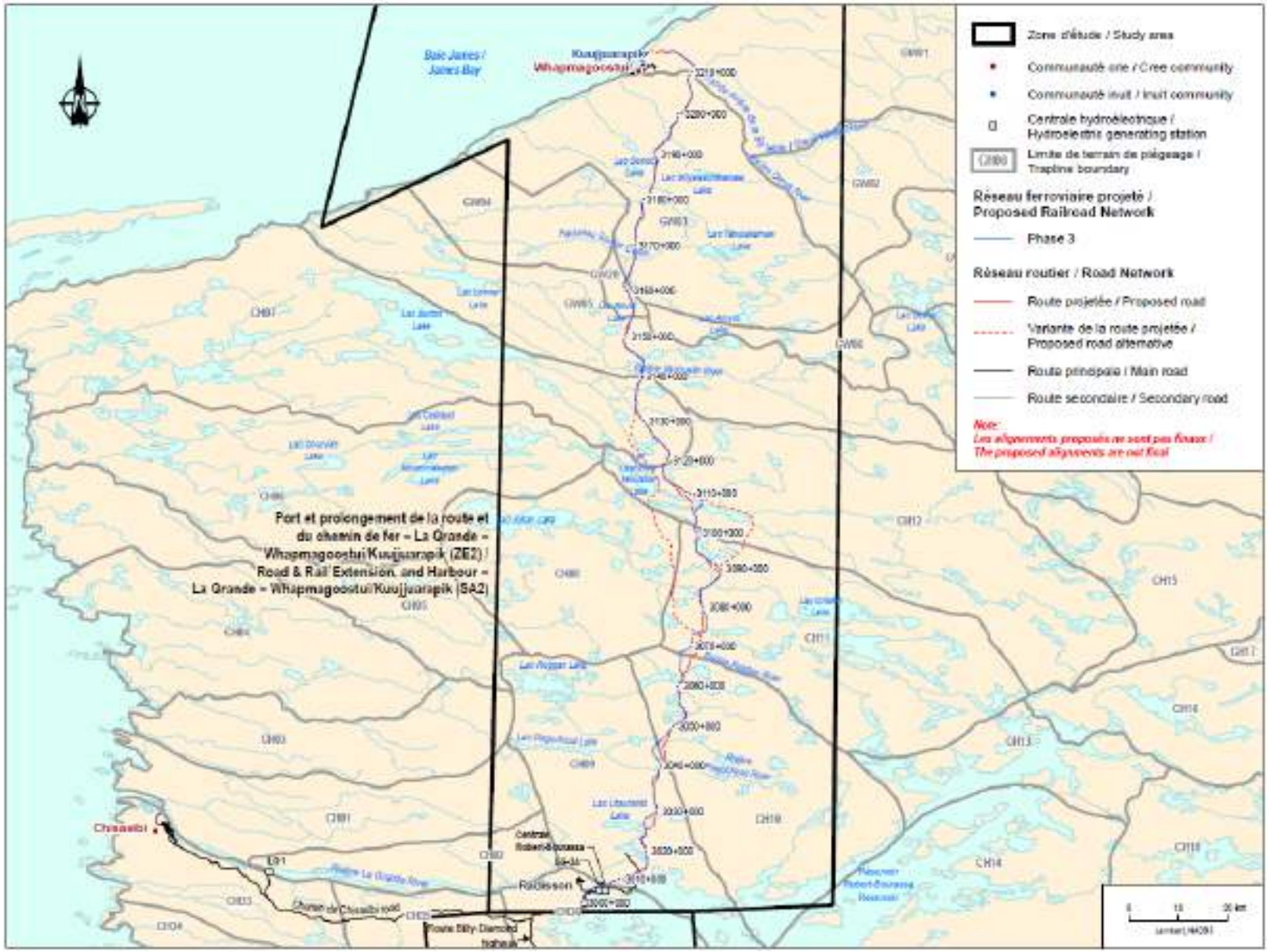


Figure 7-1 Tracé du chemin de fer Phase III et terrains de trappage

7.1 KM 3000+000 AU KM 3030+000 (RBD : KM 614 AU KM 18 DU PROLONGEMENT PROPOSÉ DE LA ROUTE)

À partir d'environ 3 km au nord du point de raccordement avec la phase II, le chemin de fer proposé pour la phase III longe généralement la route proposée vers Whapmagoostui/Kuujjuarapik, sauf à la traversée de La Grande Rivière. La traversée deLa Grande Rivière constitue un défi majeur : les conditions topographiques suggèrent que le meilleur point de traversée est situé à environ 5,3 km à l'est de l'évacuateur de crue Robert-Bourassa. Il convient de noter que l'évacuateur de crue existant ne peut pas être utilisé par le chemin de fer en raison de la lourde charge à l'essieu et des enjeux liés aux vibrations.

Pour minimiser la longueur du pont, la pente longitudinale compensée maximale autorisée de 1,46 % est utilisée pour les deux approches.

Après avoir traversé La Grande Rivière, la région présente plusieurs lacs et ruisseaux. Alors que le tracé vertical est essentiellement plat, sans déblais ni remblais importants jusqu'au km 30, le tracé horizontal est très sinueux. La décision a été prise de réduire la vitesse de conception et d'accepter qu'il y ait certaines portions du tracé où le chemin de fer ne respecte pas le décalage minimum de 50 m par rapport à la route projetée.

Terrains de trappage touchés : CH36 et CH09.

Nombre de courbes horizontales avec réduction de vitesse : 8 (18,6 km).

Vous trouverez ci-dessous une liste des ponts majeurs potentiels extraite de la NT 14.

Tableau 7-2 Liste des ponts majeurs potentiels - km 3000+000 au km 3030+000

AXE FERROVIAIRE CHAÎNAGE (KM)	TERRAIN DE TRAPPAGE	NOM DU COURS D'EAU	LONGUEUR APPROX. DU PONT (M)
3001+014	CH-36	Rivière non-identifiée	250
3009+349	CH-09	Rivière La Grande (viaduc + pont)	1100

7.2 KM 3030+000 AU KM 3050+000 (PROLONGEMENT PROPOSÉ DE LA ROUTE : KM 18 AU KM 37)

En raison de la nature relativement montagneuse de ce tronçon, l'alignement horizontal a été dévié par rapport au tracé routier proposé en raison des limites de pente des chemins de fer qui sont beaucoup plus restrictives que celles des routes.

Ce segment ne comporte aucune traversée de cours d'eau importante, mais certains ponts sont nécessaires en raison de la morphologie accidentée du terrain, dont deux sont considérés comme des structures importantes. Terrains de trappage touchés : CH-09 et CH-10.

Nombre de courbes horizontales avec réduction de vitesse : 3 (2,8 km).

Vous trouverez ci-dessous une liste des ponts majeurs potentiels.

Tableau 7-3 Liste des ponts majeurs potentiels - km 3030+000 au km 3050+000

AXE FERROVIAIRE CHAÎNAGE (KM)	TERRAIN DE TRAPPAGE	NOM DU COURS D'EAU	LONGUEUR APPROX. DU PONT (M)
3031+088	CH-09	Rivière non-identifiée	60
3037+944	CH-09	Rivière non-identifiée	200
3040+300	CH-09	Rivière Piagochioui	75

7.3 KM 3050+000 AU KM 3080+000 (PROLONGEMENT PROPOSÉ DE LA ROUTE : KM 37 AU KM 66)

Aux alentours du km 3050+200, le tracé ferroviaire traverse un cours d'eau important nécessitant une infrastructure civile. Le tracé se prolonge sinueusement vers le nord avec des courbes nécessitant une vitesse réduite.

Le long des 10 premiers kilomètres de ce tronçon, le tracé ferroviaire proposé longe le tracé routier proposé jusqu'au km 3062, où le tracé ferroviaire commence à s'éloigner davantage à l'ouest du tracé routier jusqu'au km 3080.

Au km 3074+150, le chemin de fer croise le tracé de la route proposée.

À plusieurs endroits le long de ce tronçon, le critère maximal de 10 m pour les déblais et les remblais est atteint en raison de la morphologie accidentée du sol.

Terrains de trappage touchés : CH10 et CH11.

Nombre de courbes horizontales avec réduction de vitesse : 11 (21,5 km).

Vous trouverez ci-dessous une liste des ponts majeurs potentiels.

Tableau 7-4 Liste des ponts majeurs potentiels - km 3050+000 au km 3080+000

AXE FERROVIAIRE CHAÎNAGE (KM)	TERRAIN DE TRAPPAGE	NOM DU COURS D'EAU	LONGUEUR APPROX. DU PONT (M)
3054+395	CH-10	Rivière non-identifiée	100
3060+003	CH-10	Vallée importante Lac Pamigamachi	150
3062+400	CH-10	Lac non-identifié	150
3067+343	CH-11	Rivière Roggan	160
3069+600	CH-11	Rivière Atawataweats	150

7.4 KM 3080+000 AU KM 3110+000 (PROLONGEMENT PROPOSÉ DE LA ROUTE : KM 66 AU KM 94)

Le tracé ferroviaire proposé pour la phase III se poursuit vers le nord et reste relativement plat, sans travaux majeurs de terrassement. Le tracé proposé diverge toutefois du tracé routier proposé entre les km 3105 et 3115 environ, en raison de la traversée d'un important cours d'eau.

Terrains de trappage touchés : CH11 et CH12.

Nombre de courbes horizontales avec réduction de vitesse : 9 (15,2 km).

Vous trouverez ci-dessous la liste des ponts majeurs potentiels extraite de la NT 14.

Tableau 7-5 Liste des ponts majeurs potentiels - km 3080+000 au km 3110+000

AXE FERROVIAIRE CHAÎNAGE (KM)	TERRAIN DE TRAPPAGE	NOM DU COURS D'EAU	LONGUEUR APPROX. DU PONT (M)
3083+600	CH-11	Lac non-identifié	150
3092+600	CH-11	Lac non-identifié	140
3106+000	CH-12	Vallée importante	600

7.5 KM 3110+000 AU KM 3140+000 (PROLONGEMENT PROPOSÉ DE LA ROUTE : KM 94 AU KM 124)

Ce tronçon longe généralement la route proposée vers Whapmagoostui/Kuujjuarapik. Le tracé proposé reste généralement droit, mais des travaux de terrassement considérables seront nécessaires en raison du terrain très accidenté. Des ponts seront nécessaires, dont quatre (4) sont considérés comme des structures majeures.

Terrains de trappage touchés : CH12 et CH07.

Nombre de courbes horizontales avec réduction de vitesse : 0 (0 km).

Vous trouverez ci-dessous la liste des ponts majeurs potentiels extraite de la NT 14.

Tableau 7-6 Liste de ponts majeurs potentiels - km 3110+000 au km 3140+000

AXE FERROVIAIRE CHAÎNAGE (KM)	TERRAIN DE TRAPPAGE	NOM DU COURS D'EAU	LONGUEUR APPROX. DU PONT (M)
3119+351	CH-07	Vallée importante	200
3125+300	CH-07	Rivière non-identifiée	55
3132+700	CH-07	Lac/rivière non-identifié	110

7.6 KM 3140+000 AU KM 3180+000 (PROLONGEMENT PROPOSÉ DE LA ROUTE : KM 124 AU KM 164)

Ce tronçon commence par une importante traversée de rivière nécessitant un pont au km 3140+600. Le tracé ferroviaire se poursuit en direction nord et reste relativement proche du tracé routier proposé. Un autre pont important sera nécessaire sur ce tronçon, au km 3163+200.

Sur la vue de profil, l'élévation du chemin de fer s'élève avec une pente de 1 % sur environ 4 km, du km 3143+400 au km 3147+200. Cette élévation permet au tracé d'atteindre le sommet d'une grande colline de plus de 13 km de long, jusqu'au km 3160+160 où le profil du rail descend avec une pente de 1,46 %.

Terrains de trappage touchés : GW05, GW20 et GW03.

Nombre de courbes horizontales avec réduction de vitesse : 0 (0 km).

Vous trouverez ci-dessous la liste des ponts majeurs potentiels extraite de la NT 14.

Tableau 7-7 Liste de ponts majeurs potentiels - km 3140+000 au km 3180+000

AXE FERROVIAIRE CHAÎNAGE (KM)	TERRAIN DE TRAPPAGE	NOM DU COURS D'EAU	LONGUEUR APPROX. DU PONT (M)
3140+656	GW-05	Rivière Vauquelin	400
3156+300	GW-20	Lac non-identifié	130
3161+163	GW-20	Vallée/ Milieux humides	100
3163+191	GW-03	Rivière Sucker	800
3167+300	GW-03	Rivière non-identifiée	60
3178+450	GW-03	Rivière non-identifiée	85
3179+600	GW-03	Rivière non-identifiée	100

7.7 KM 3180+000 AU KM 3218+900 (PROLONGEMENT PROPOSÉ DE LA ROUTE : KM 164 AU KM 205)

Le tracé ferroviaire proposé pour la phase III se poursuit de manière très sinueuse sur ce tronçon en direction nord, mais reste proche du tracé routier sur un terrain très accidenté. Des travaux de terrassement considérables sont nécessaires sur ce tronçon.

Une importante traversée de la Grande rivière de la Baleine sera nécessaire aux alentours du km 3210+200.

Sur la vue de profil, le tracé vertical reste relativement parallèle au sol, sauf aux alentours de la Grande rivière de la Baleine et des collines importantes aux km 3187+400 et 3200+400.

Terrains de trappage touchés : GW03 et GW01.

Nombre de courbes horizontales avec réduction de vitesse : 6 (10,9 km).

Vous trouverez ci-dessous une liste des principaux ponts potentiels extraite de la NT 14.

Tableau 7-8 Liste des ponts majeurs potentiels - km 3180+000 au km 3218+900

AXE FERROVIAIRE CHAÎNAGE (KM)	TERRAIN DE TRAPPAGE	NOM DU COURS D'EAU	LONGUEUR APPROX. DU PONT (M)
3197+500	GW-03	Rivière non-identifiée	70
3201+300	GW-03	Rivière non-identifiée	120
3208+575	GW-03	Grande rivière de la Baleine	1,900
3210+202	GW-03 & GW-01	Rivière non-identifiée	1,100

7.8 PASSAGES À NIVEAU

Le flux de circulation quotidien anticipé sur la route et le chemin de fer proposé n'est pas suffisant pour nécessiter l'installation de barrières aux passages à niveau. Toutefois, compte tenu des vitesses prévues sur la route et le chemin de fer, au minimum, des feux et des cloches seront nécessaires. Par conséquent, chaque passage à niveau devra être alimenté en électricité.

Il y a quelques occurrences où la voie ferrée et la route se croisent deux fois sur une petite distance. Cela a été considéré comme étant à optimiser dans la prochaine phase de l'étude et ces endroits n'ont pas été pris en compte dans le tableau ci-dessous.

Tableau 7-9 Liste des passages à niveau - Phase III

ID	TERRAIN DE TRAPPAGE	CHAÎNAGE	ROUTE
1	CH-36	3002+800	Avenue des Groseillers
2	CH-36	3004+300	Route d'accès non pavée
3	CH-36	3005+200	Route d'accès pavée
4	CH-36	3005+600	Route d'accès pavée
5	CH-09	3015+000	Route de l'évacuateur (LG-2)
6	CH-09	3035+300	Route proposée, vers Chisasibi
7	CH-10	3054+400	Route proposée (phase II)
8	CH-10	3054+900	Route proposée (phase II)
9	CH-10	3055+300	Route proposée (phase II)
10	CH-10	3055+800	Route proposée (phase II)
11	CH-11	3074+155	Route proposée (phase II)
12	GW-03	3172+760	Route proposée (phase II)

Il convient de noter qu'à ce stade de l'étude, les profils de la chaussée n'ont pas été pris en compte dans l'examen des passages à niveau, toutes les traverses ont été considérées comme étant à niveau. Dans les prochaines phases du développement de l'infrastructure proposée, une coordination sera nécessaire et des viaducs pourraient, bien que peu probable, être nécessaires à certains endroits.

7.9 CROISEMENTS VOIE FERRÉE - LIGNES ÉLECTRIQUES

Seules quelques lignes électriques sont présentes le long du tracé proposé. La plupart d'entre elles sont concentrées dans la partie sud, tel qu'indiqué dans le tableau 7-10. Les croisements avec des lignes électriques sont importants à étudier dès les prochaines phases de développement des infrastructures proposées. Par exemple, si l'élévation du tracé est trop élevée au niveau du croisement avec une ligne électrique, il peut être nécessaire de déplacer le tracé ou d'abaisser le profil. Le déplacement des pylônes est également une possibilité, qui nécessiterait une coordination avec le propriétaire et les autorités concernés.

Tableau 7-10 Liste des intersections entre le tracé de chemin de fer et les lignes électriques - Phase III

ID	TERRAIN DE TRAPPAGE	CHAÎNAGE	TYPE
1	CH-36	3001+550	Hydro-Quebec 735 kV
2	CH-36	3005+130	À déterminer

7.10 GARE POUR PASSAGERS

En coordination avec l'étude de circulation de la phase I, une (1) gare pour passagers potentielle a été identifiée entre La Grande et Whapmagoostui/Kuujjuarapik et est située à Whapmagoostui.

Cette gare potentielle pour passagers était située à proximité de la communauté crie. Ses caractéristiques ne sont pas encore définies, mais comme on estime que le nombre de passagers par voyage est faible, les stations proposées sont actuellement considérées comme minimalistes, c'est-à-dire composées principalement d'un quai adjacent à la voie ferrée principale pour l'embarquement des passagers, d'un petit bâtiment et d'un parc de stationnement. Le quai d'embarquement, comme celui de Schefferville ou de Senneterre, pourrait être une simple surface pavée le long de la voie ferrée, avec un bâtiment administratif préfabriqué.

8 CONCLUSION ET AUTRES CONSIDÉRATIONS

À la lumière des résultats de la présente note technique 12, nous avons déterminé qu'il est possible de développer les deux infrastructures ferroviaires proposées en respectant les critères de conception des chemins de fer, les facteurs de conception socio-environnementaux, ainsi que les facteurs techniques suivants :

- Respecter, dans la mesure du possible, la topographie naturelle du site (montagnes et plaines);
- Tenir compte de la géologie générale de la zone d'étude, y compris de l'emplacement des gisements de matériaux granulaires;
- Éviter, autant que possible, les lacs et les rivières; réduire au minimum la longueur des passages et des ponts lorsque ceux-ci sont inévitables;
- Éviter, autant que possible, les aires protégées existantes et projetées; minimiser l'empiètement et prévoir des mesures d'atténuation lorsqu'elles sont inévitables;
- Minimiser les passages et les impacts sur les corridors de migration des caribous;
- Éviter, dans la mesure du possible, les zones d'importance culturelle telles que les zones actuellement utilisées par les utilisateurs des terres cries, les sites archéologiques, etc.; réduire au minimum les empiètements et prévoir des mesures d'atténuation lorsque ceux-ci sont inévitables.
- Proposer, le cas échéant, des tracés alternatifs qui pourraient offrir une valeur ajoutée, tels que :
  - Emplacements qui minimisent l'empreinte environnementale;
  - Emplacements qui minimisent les coûts de construction;
  - Emplacements qui minimisent les impacts sur les camps et installations existants.
- Rester, dans la mesure du possible, à proximité des routes existantes ou proposées ;
- Rester dans un corridor de 1 km centré sur les routes existantes ou proposées lorsqu'elles sont entourées de part et d'autre de zones protégées reconnues ;
- Réduire au minimum le nombre de fois où le chemin de fer traverse des routes existantes ou proposées.

La vitesse de conception a été réduite à 60 mph pour les trains de passagers dans certaines courbes horizontales afin d'éviter les zones d'intérêt environnemental telles que les lacs, et de suivre les courbes des routes. La vitesse de conception a un impact sur la géométrie de la voie et sur les coûts de construction et d'exploitation. Une étude plus détaillée avec des simulations d'exploitation des trains, incluant les besoins actualisés des clients du fret ferroviaire et des passagers, ainsi que les temps de parcours, devrait être réalisée pour confirmer les vitesses de conception. Les futures activités de faisabilité devraient donc se concentrer sur tous les aspects d'un projet ferroviaire, y compris l'exploitation des trains, et optimiser la conception de l'infrastructure. En outre, la phase suivante devrait inclure des études plus détaillées des croisements entre le chemin de fer et la route et entre le chemin de fer et les lignes électriques.

Il faut également souligner qu'un chemin de fer en exploitation est plus qu'une simple infrastructure. Tout au long de l'avancement de l'infrastructure proposée, les questions relatives à la propriété devront être abordées - propriété privée ou conjointe Cris-Québec, modèle d'exploitation. À un extrême, tous les services de gestion, d'exploitation et d'entretien sont fournis à l'interne; à l'autre extrême, la plupart de ces services sont sous-traités. Selon le modèle d'exploitation qui sera adopté, si l'on privilégie une entité autonome, entièrement dotée en personnel, il ne faut pas sous-estimer l'importance des besoins initiaux en formation qui seront nécessaires pour assurer les compétences uniques requises pour gérer, exploiter et entretenir un chemin de fer. Le délai requis pour mener à bien les activités de formation nécessaires peut rivaliser avec le temps nécessaire à la construction d'un tel chemin de fer.

Il est important de noter qu'une proportion importante des infrastructures proposées dans les phases II et III est prévue dans des zones non développées. Pour ces zones, nous avons identifié des processus supplémentaires pour limiter davantage les impacts des risques environnementaux, en vue de tenir compte de la sensibilité de la construction de nouveaux corridors dans des zones (et des régions entières) auparavant inaccessibles, conformément aux objectifs généraux de développement durable du programme global qui, nous l'espérons, augmentera

l'acceptabilité sociale globale de ces nouveaux corridors. Ainsi, pour ces zones, l'objectif de l'étude de préfaisabilité est d'identifier et de proposer des tracés et des emplacements comportant le moins de risques, notamment du point de vue de la durabilité environnementale et de l'acceptabilité sociale globale de l'infrastructure proposée.

Le tracé a été élaboré d'abord en plan, puis de profil, en utilisant les facteurs clés présentés ci-dessus, tout en respectant les critères de conception retenus pour les infrastructures connexes. La conception de toute infrastructure linéaire est un processus itératif visant à maximiser les possibilités d'amélioration au fur et à mesure que des informations plus détaillées sont disponibles au cours du développement du projet.

Par conséquent, le tracé présenté au stade de la préfaisabilité est quelque peu limité par la précision des informations disponibles au moment de l'étude, puisque la collecte de données sur le terrain sera effectuée à un stade ultérieur. Les connaissances sur la faune et la flore étant en constante évolution, les facteurs et considérations environnementaux devront être mis à jour à chaque étape de l'étude. Les mises à jour environnementales peuvent entraîner la nécessité de corriger ou de déplacer le tracé pour éviter les zones sensibles ou atténuer les risques. Néanmoins, les différents tracés présentés dans ce rapport et illustrés sur les cartes et les figures de ce mandat doivent être considérés comme des corridors potentiels qui nécessitent une optimisation supplémentaire dans les étapes futures.

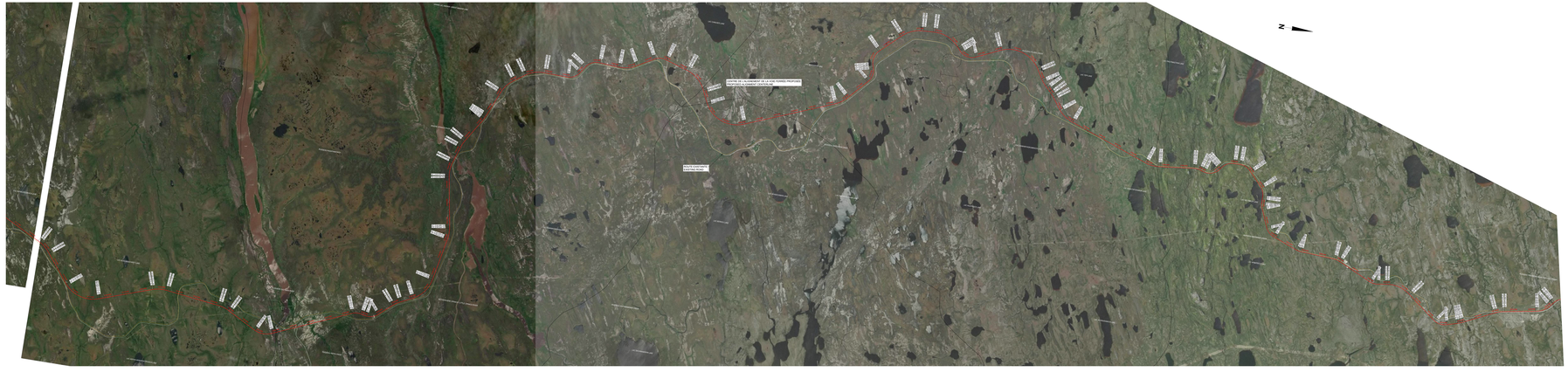
Bien qu'il soit entendu que la construction de nouveaux corridors dans des régions du Nord auparavant inaccessibles doit se faire avec un soin extrême pour l'environnement et pour ceux qui pratiquent des activités traditionnelles dans ces régions, sans compter l'incertitude créée par le changement climatique et les impacts sociaux potentiels de l'ouverture du territoire, nous avons néanmoins déterminé qu'il est possible de développer les infrastructures de transport proposées d'une manière compatible avec le développement durable.

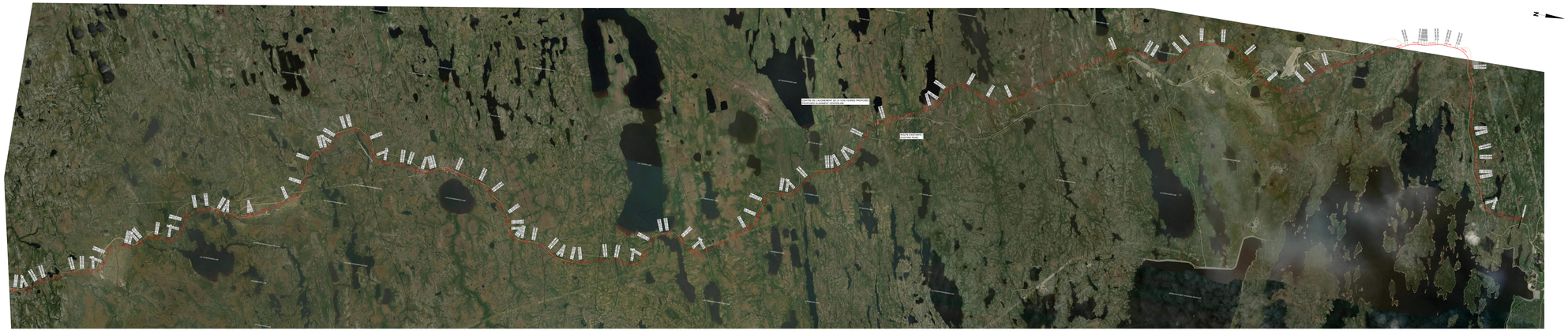
ANNEXE

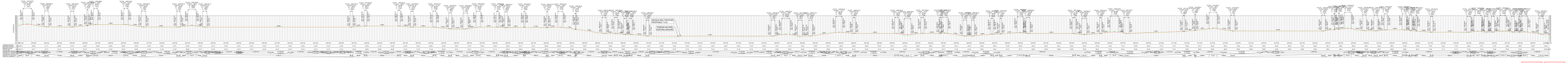
A

PLANS DES TRACÉS DE LA PHASE II ET DE LA PHASE III

N
RACCORDEMENT À LA PHASE 2
(NE FAIT PARTIE)
RACCORDEMENT À LA PHASE 1
(NE FAIT PARTIE)
AXE DE L'ALIGNEMENT DE LA VOIE FERRÉE PROPOSÉE
PROPOSED ALIGNMENT CENTRE LINE
ROUTE EXISTANTE
EXISTING ROAD
LAC DES ÎLES
LAC DES ÎLES
LAC DES ÎLES


N
ORIGINE DU TRONÇON PROPOSÉ
PROPOSED SECTION ORIGIN
ORIGINE DU RACCORDEMENT DE LA VOIE FERRÉE PROPOSÉE
PROPOSED RAILWAY CONNECTION
POINT D'ENTRONC
EXISTING INTERC
DÉVIATION PROPOSÉE
PROPOSED DEVIATION
DÉVIATION PROPOSÉE
PROPOSED DEVIATION
DÉVIATION PROPOSÉE
PROPOSED DEVIATION





LES DIMENSIONS DU PLAN SONT EN PIEDS (FEET)

LES DIMENSIONS DU PLAN SONT EN PIEDS (FEET) SAUF INDICATION CONTRAIRE

wsp
WSP CANADA INC.
1600, RENÉ-LÉVESQUE OUEST, 11E ÉTAGE
MONTRÉAL (QUÉBC) H3H 1P9
WWW.WSP.COM

CDPQ INFRA
CDPQ INFRASTRUCTURES (CANADA) INC.

NE PAS REPRODUIRE
DO NOT REPRODUCE

L'ENTREPRENEUR DOIT VÉRIFIER LES DIMENSIONS SUR LE CHANTIER
CONTRACTOR MUST VERIFY ALL DIMENSIONS ON THE JOB SITE

wsp
WSP CANADA INC.
1600, RENÉ-LÉVESQUE OUEST, 11E ÉTAGE
MONTRÉAL (QUÉBEC) H3H 1P9

1	2021-12-21	ÉMIS POUR APPROBATION	ISSUED FOR APPROVAL
0	2021-12-14	ÉMIS POUR APPROBATION	ISSUED FOR APPROVAL
NO.	DATE	DESCRIPTION	

DESSINÉ PAR	DRAWN BY
VÉRIFIÉ PAR	CHECKED BY
APPROUVÉ PAR	APPROVED BY
DATE	DATE

CLIENT	CLIENT
PROJET	PROJECT
TITRE	TITLE
NO. DU PROJET	PROJECT NO.
NO. DU DESSIN	DRAWING NO.
ÉCHELLE	SCALE

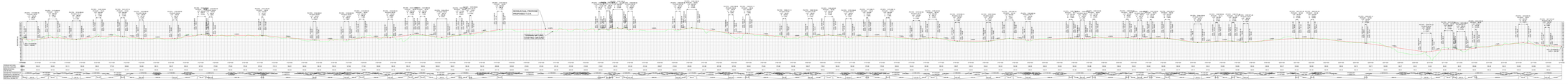
LA GRANDE ALLIANCE
STRUCTURES DE PROTECTION
PHASE 2

LA GRANDE ALLIANCE
PROTECTIVE STRUCTURES
PHASE 2

PHASE 2 DÉVELOPMENT PROPOSÉ
PROFIL EN LONG PROPOSÉ
PROPOSAL ALIGNMENT
PROFILE - SHEET 2 OF 6

1 DE 1
1 OF 1

LG-WSP-PH2-DR-1004-LA-000_02



NE PAS REPRODUIRE
DO NOT REPRODUCE

CE DOCUMENT EST PROTÉGÉ PAR LE DROIT D'AUTEUR
COPYRIGHT OF QUEBEC

wsp
WSP CANADA INC.
1600, BOUL. RENÉ-LÉVESQUE OUEST, 11E ÉTAGE
MONTRÉAL (QUÉBEC) H3H 1P9

CHEMIN DE FER
QUÉBEC-GATINEAU

NO	DATE	DESCRIPTION
1	2021-12-17	ÉMIS POUR CONSULTATION
2	2022-03-31	ÉMIS POUR CONSULTATION
3	2022-06-30	ÉMIS POUR CONSULTATION
4	2022-09-30	ÉMIS POUR CONSULTATION
5	2022-12-16	ÉMIS POUR CONSULTATION
6	2023-03-31	ÉMIS POUR CONSULTATION
7	2023-06-30	ÉMIS POUR CONSULTATION
8	2023-09-29	ÉMIS POUR CONSULTATION
9	2023-12-15	ÉMIS POUR CONSULTATION
10	2024-03-29	ÉMIS POUR CONSULTATION
11	2024-06-28	ÉMIS POUR CONSULTATION
12	2024-09-30	ÉMIS POUR CONSULTATION
13	2024-12-20	ÉMIS POUR CONSULTATION
14	2025-03-31	ÉMIS POUR CONSULTATION
15	2025-06-30	ÉMIS POUR CONSULTATION
16	2025-09-30	ÉMIS POUR CONSULTATION
17	2025-12-19	ÉMIS POUR CONSULTATION
18	2026-03-31	ÉMIS POUR CONSULTATION

DESSINÉ PAR / DRAWN BY	
VÉRIFIÉ PAR / CHECKED BY	
APPROUVÉ PAR / APPROVED BY	
DATE	2026-03-31

CHEMIN DE FER QUÉBEC-GATINEAU

LA GRANDE ALLIANCE
ÉTUDE DE FAISABILITÉ
PHASE 2

LA GRANDE ALLIANCE
FEASIBILITY STUDY
PHASE 2

TRACÉ PROPOSÉ PRÉVOYANT LA PLUS GRANDE PROPORTION DE VOIES FERRÉES EXISTANTES
PHASE 2

PROPOSED TRACK PROVIDING THE GREATEST PROPORTION OF EXISTING RAILWAY
PHASE 2

CARTE 001 DE 004 / CARD 001 OF 004

PROJET / PROJECT