



SOCIÉTÉ DE
DÉVELOPPEMENT
CRIE



LA GRANDE ALLIANCE

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

NOTE TECHNIQUE 16

ESTIMATION DES COÛTS DE CONSTRUCTION

VERSION FINALE

DATE : LE 25 MARS 2024

PRÉPARÉ PAR :

Catherine Paquin, ing.
N° OIQ : 5094584

Hervé Couture, ECCQ, ECA(F)
Économiste de la construction
Directeur, Estimation et planification
budgétaire

VÉRIFIÉ PAR :

Jean-Pierre Blondin, ing., M.ing.
N° OIQ : 114104

COLLABORATION :
Barney Ross, ECCQ, PQS
Directeur de projet, gestion de projet



SOMMAIRE EXÉCUTIF

La présente note technique 16 vise à donner un ordre de grandeur des coûts d'investissement initiaux pour la construction des infrastructures de transport proposées par La Grande Alliance Phases II et III. Ces estimations seront utilisées dans le cadre des analyses économiques et financières qui suivront (voir rapport 4). L'objectif n'est donc pas la précision des estimations en tant que telle, qui serait prématurée à ce stade d'une étude de préféabilité, mais plutôt d'évaluer les principaux postes de dépenses, et surtout d'identifier les éléments sujets à de fortes variations, et d'expliquer les raisons de ces variations et les conséquences pour les phases ultérieures. En effet, en raison du grand nombre de facteurs inconnus à ce stade de l'étude, les coûts peuvent être présentés sous forme de fourchette avec des indications sur les facteurs qui auront le plus d'impact sur les coûts.

Cependant, l'estimation des coûts de la route proposée vers Whapmagoostui/Kuujuarapik est plus détaillée que celle des autres infrastructures, car cette composante du projet est développée jusqu'au stade de l'étude de faisabilité, ce qui signifie que l'estimation des coûts est basée sur des données collectées sur le terrain.

Les estimations de coûts ont été établies en considérant que chacune des infrastructures proposées dans les phases II et III, serait des projets distincts puisque chacune de ces infrastructures pourrait être mises en œuvre séparément ou séquentiellement.

PHASE I (1-5 ANS)¹ (LA PHASE I EST ÉTUDIÉE PAR DES TIERS)

- **Routes : Réfection et asphaltage des routes d'accès aux communautés** de Waskaganish, Eastmain, Wemindji et Nemaska.
- **Chemin de fer : Matagami à Rupert**
Un chemin de fer proposé longeant, dans la mesure du possible, la route Billy-Diamond (RBD) depuis la ville de Matagami jusqu'au km 257 de la RBD (pont de la rivière Rupert).
- **Chemin de fer : Grevet à Chapais**
Remise en service du chemin de fer désaffecté entre Grevet (Lebel-sur-Quévillon) et Chapais (distance approximative de 147 km).

PHASE II (6-15 ANS)

- **Chemin de fer : Rupert à La Grande**
Un tracé ferroviaire proposé longeant, dans la mesure du possible, 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 développé par le consultant de la phase I) jusqu'à La Grande Rivière. Le tracé ferroviaire de la phase II s'étend sur une distance approximative de 340 km.
- **Route 167 : réfection et prolongement jusqu'à la route Transtaïga**
Réfection et asphaltage du tronçon entre la route d'accès à la communauté de Mistissini et la route d'accès à la mine Renard de Stornoway, sur une distance approximative de 204 km;
Extension vers le nord pour rejoindre la route Transtaïga près du km 408, sur une distance approximative de 172 km.
- **Route : La Grande à Whapmagoostui/Kuujuarapik**
Un couloir routier proposé reliant la route d'accès de la communauté de Chisasibi et Whapmagoostui/Kuujuarapik, sur une distance approximative de 207 km.

¹ Toutes les dates indiquées dans ce document sont hypothétiques et débuteraient dès le commencement de la période de construction. Elles n'incluent donc pas toutes les phases préalables au projet, notamment l'évaluation de l'impact environnemental et social qui serait nécessaire si les infrastructures étaient aménagées.

NOTE TECHNIQUE 16 – ESTIMATION DES COÛTS DE CONSTRUCTION

PHASE III (16-30 ANS)

– Chemin de fer : La Grande à Whapmagoostui/Kuujjuarapik

Une voie ferrée qui longe, dans la mesure du possible, la route projetée menant à Whapmagoostui/Kuujjuarapik (à partir de la jonction avec le tracé de la voie ferrée de la phase II). Le tracé de la phase III s'étend sur une distance approximative de 219 km.

– Port à Whapmagoostui/Kuujjuarapik :

Un port saisonnier proposé pour les bateaux à faible tirant d'eau (~6 m de profondeur) le long de la côte de Whapmagoostui/Kuujjuarapik entre l'embouchure de la Grande rivière de la Baleine et l'entrée du passage de Manitounuk.

Les estimations des coûts de construction sont basées sur les coûts unitaires ou linéaires de projets récents réalisés par les équipes de WSP au Canada et aux États-Unis, avec des ajustements pour s'adapter le mieux possible au contexte nordique local et aux conditions particulières de cette étude.

Les estimations des coûts de construction sont basées sur la description et le mètre linéaire des infrastructures décrites dans les notes techniques 10 à 15 (géotechnique, routes, chemins de fer, port, structures civiles et vue d'ensemble de la construction). La coordination et la validation de ces coûts ont ensuite été assurées par l'estimateur des coûts et les responsables de la gestion de l'étude.

Les coûts sont exprimés en dollars canadiens 2022. Les coûts de construction sont basés sur des valeurs avant impôts selon les conditions économiques d'août 2022. Une indexation des coûts de 2022 a été ajoutée pour refléter les travaux prévus selon l'échéancier de construction anticipé (voir la section des principales hypothèses ci-dessous) en supposant une indexation des prix de 2,1 % par an sur la base du rapport SQI TR1 SQI TR1 2019 qui s'élève à 2,1 %. Les coûts d'investissement ne comprennent pas l'acquisition du droit de passage, les taxes applicables et les coûts de financement.

Tableau Estimation des coûts d'investissement des phases II et III de La Grande Alliance

INFRASTRUCTURES DES PHASES II ET III		DISTANCE	ESTIMATION DES COÛTS		TRANCHE DE COÛT
R-167	Réfection du tronçon MTQ de Mistissini au km 411	106 km	271 M\$	1 053 M\$	1,5 M\$ à 2,5 M\$ par km
	Entretien du tronçon non asphalté du MTQ du km 411 au km 553	141 km	-		
	Réfection de la route de la mine du km 553 à la mine Renard de Stornoway	89 km	100 M\$		
	Prolongement de la route de la mine Renard de Stornoway jusqu'à la route Transtaïga	172 km	685 M\$		
Route : La Grande à Whapmagoostui/Kuujjuarapik		207 km	1 428 M\$		6 M\$ à 8 M\$ par km
Chemin de fer : Rupert à La Grande		340 km	3 958 M\$		10 M\$ à 14 M\$ par km
Chemin de fer : La Grande à Whapmagoostui/Kuujjuarapik		219 km	4 899 M\$		20 M\$ à 25 M\$ par km
Port à Whapmagoostui/Kuujjuarapik		-	57 M\$		-

Note 1 : Pour alléger la présentation, le montant de chaque poste a été arrondi au dixième, selon les données détaillées du fichier source de l'estimation des coûts.

Note 2 : Estimation de classe D -20% à +100% de marge d'erreur.

TABLE DES MATIÈRES

1	INTRODUCTION	1
2	MÉTHODOLOGIE	3
2.1	Hypothèses principales	3
2.2	Contingences.....	4
2.3	Risque	4
2.4	Honoraires professionnels.....	5
2.5	Honoraires du maître d’ouvrage et frais de bureau du projet.....	5
3	STRUCTURE DE VENTILATION DE L’ESTIMATION.....	6
3.1	Éléments de la construction du chemin de fer	6
3.2	Construction de la route	12
4	ESTIMATIONS DES INFRASTRUCTURES PROPOSÉES	17
4.1	Chemin de fer : Rupert à La Grande	17
4.2	Chemin de fer : La Grande à Whapmagoostui/Kuujjuarapik.....	18
4.3	Route 167 : Réfection et prolongement jusqu’à la route Transtaïga	19
4.4	Route : La Grande à Whapmagoostui/Kuujjuarapik	22
4.5	Port à Whapmagoostui/ Kuujjuarapik	23
5	CONCLUSIONS	24

TABLE DES MATIÈRES

TABLEAUX

Tableau 3-1	Travaux de construction de chemin de fer et de route - Structure de ventilation de l'estimation	6
Tableau 3-2	% de récupération en fonction du type de sol – Chemin de fer des phases II et III	7
Tableau 3-3	Source de remblai - Chemins de fer des phases II et III	7
Tableau 3-4	Ventilation des coûts unitaires des travaux de voie	9
Tableau 3-5	Ventilation des coûts linéaires de signalisation et de télécommunication	10
Tableau 3-6	% de récupération en fonction des types de sol - Routes de la phase II	13
Tableau 3-7	Source de remblai - Routes de la phase II	13
Tableau 4-1	Chemin de fer : Phase II Rupert à La Grande - Estimation détaillée des coûts d'investissement	17
Tableau 4-2	Chemin de fer : Phase III La Grande à Whapmagoostui/Kuujjuarapik - Estimation détaillée des coûts d'investissement	18
Tableau 4-3	Route 167 - Travaux prévus	19
Tableau 4-4	Route 167 : Réfection et asphaltage de la route de gravier existante - Estimation détaillée des coûts d'investissement	20
Tableau 4-5	Route 167 : Prolongement de la route jusqu'à la route Transtaïga - Estimation détaillée des coûts d'investissement	21
Tableau 4-6	Route : La Grande à Whapmagoostui/Kuujjuarapik - Estimation détaillée des coûts d'investissement	22
Tableau 5-1	Port à Whapmagoostui/Kuujjuarapik - Estimation détaillée des coûts d'investissement	23
Tableau 6-1	Estimation des coûts d'investissement des phases II et III de La Grande Alliance	25

1 INTRODUCTION

La présente note technique 16 vise à donner un ordre de grandeur des coûts d'investissement initiaux pour la construction des infrastructures de transport proposées par La Grande Alliance Phases II et III. Ces estimations seront utilisées dans le cadre des analyses économiques et financières qui suivront (voir rapport 4). L'objectif n'est donc pas la précision des estimations en tant que telle, qui serait prématurée à ce stade d'une étude de préféabilité, mais plutôt d'évaluer les principaux postes de dépenses, et surtout d'identifier les éléments sujets à de fortes variations, et d'expliquer les raisons de ces variations et les conséquences pour les phases ultérieures. En effet, en raison du grand nombre de facteurs inconnus à ce stade de l'étude, les coûts peuvent être présentés sous forme de fourchette avec des indications sur les facteurs qui auront le plus d'impact sur les coûts.

Cependant, l'estimation des coûts de la route proposée vers Whapmagoostui/Kuujuarapik est plus détaillée que celle des autres infrastructures, car cette composante du projet est développée jusqu'au stade de l'étude de faisabilité, ce qui signifie que l'estimation des coûts est basée sur des données collectées sur le terrain.

Les estimations de coûts ont été élaborées en tenant compte du fait que chacune des infrastructures du projet qui font partie du mandat de WSP, telle qu'elles sont énumérées ci-dessous, constituerait un projet distinct puisqu'elles pourraient être mises en œuvre séparément ou l'une après l'autre dans le temps.

PHASE I (1-5 ANS)¹ (LA PHASE I EST ÉTUDIÉE PAR DES TIERS)

- **Routes : Réfection et asphaltage des routes d'accès aux communautés** de Waskaganish, Eastmain, Wemindji et Nemaska.

- **Chemin de fer : Matagami à Rupert**

Un chemin de fer proposé longeant, dans la mesure du possible, la route Billy-Diamond (RBD) depuis la ville de Matagami jusqu'au km 257 de la RBD (pont de la rivière Rupert).

- **Chemin de fer : Grevet à Chapais**

Remise en service du chemin de fer désaffecté entre Grevet (Lebel-sur-Quévillon) et Chapais (distance approximative de 147 km).

PHASE II (6-15 ANS)

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

Un tracé ferroviaire proposé longeant, dans la mesure du possible, 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 développé par le consultant de la phase I) jusqu'à La Grande Rivière. Le tracé ferroviaire de la phase II s'étend sur une distance approximative de 340 km.

- **Route 167 : réfection et prolongement jusqu'à la route Transtaïga**

Réfection et asphaltage du tronçon entre la route d'accès à la communauté de Mistissini et la route d'accès à la mine Renard de Stornoway, sur une distance approximative de 204 km;

Extension vers le nord pour rejoindre la route Transtaïga près du km 408, sur une distance approximative de 172 km.

- **Route : La Grande à Whapmagoostui/Kuujuarapik**

Un couloir routier proposé reliant la route d'accès de la communauté de Chisasibi et Whapmagoostui/Kuujuarapik, sur une distance approximative de 207 km.

¹ Toutes les dates indiquées dans ce document sont hypothétiques et débuteraient dès le commencement de la période de construction. Elles n'incluent donc pas toutes les phases préalables au projet, notamment l'évaluation de l'impact environnemental et social qui serait nécessaire si les infrastructures étaient aménagées.

PHASE III (16-30 ANS)

— **Chemin de fer : La Grande à Whapmagoostui/Kuujuarapik**

Une voie ferrée qui longe, dans la mesure du possible, la route projetée menant à Whapmagoostui/Kuujuarapik (à partir de la jonction avec le tracé de la voie ferrée de la phase II). Le tracé de la phase III s'étend sur une distance approximative de 219 km.

— **Port à Whapmagoostui/Kuujuarapik :**

Un port saisonnier proposé pour les bateaux à faible tirant d'eau (~6 m de profondeur) le long de la côte de Whapmagoostui/Kuujuarapik entre l'embouchure de la Grande rivière de la Baleine et l'entrée du passage de Manitounuk.

2 MÉTHODOLOGIE

L'estimation initiale des coûts d'investissement est basée sur un cadre de classification par catégorie de coûts et résume les éléments de coût pour chaque catégorie. L'estimation des coûts tient compte d'un pourcentage d'incertitude sur les quantités et les coûts unitaires. Au stade de la préfaisabilité et de l'étude de faisabilité, elle se situe dans une fourchette de précision de -20% à +100% (classe D), telle que définie par l'AFG (Association des firmes de génie-conseil). En effet, une estimation de classe C nécessiterait une conception préliminaire de tous les éléments.

Les estimations des coûts de construction sont basées sur les coûts unitaires ou linéaires de projets récents réalisés par les équipes de WSP au Canada et aux États-Unis, avec des ajustements pour s'adapter au contexte nordique local. Les données obtenues dans le cadre de projets d'infrastructure comparables, décrits dans la note technique 1, ont également servi de référence pour l'élaboration des estimations initiales des coûts d'investissement.

Les estimations des coûts de construction sont basées sur la description et le mètre linéaire des infrastructures décrites dans les notes techniques 10 à 14 (géotechnique, routes, chemins de fer, port, infrastructures civiles et vue d'ensemble de la construction). Chaque responsable de discipline a été chargé de définir les coûts unitaires. La coordination et le contrôle ont été assurés par les responsables des groupes de travail. L'agrégation finale des coûts a été validée par l'estimateur des coûts et les responsables de la gestion de l'étude.

Les coûts sont exprimés en dollars canadiens (2022 \$). Les coûts de construction sont basés sur des valeurs avant impôts selon les conditions économiques d'août 2022. Une indexation des coûts de 2022 a été ajoutée pour refléter les travaux prévus selon l'échéancier de construction anticipé (voir la section des hypothèses principales ci-dessous) en supposant une indexation des prix de 2,1 % par an sur la base du rapport SQI TR1 2019 qui s'élève à 2,1 %. Les coûts d'investissement ne comprennent pas l'acquisition du droit de passage, les taxes applicables et les coûts de financement. Cette estimation des coûts ne tient pas compte de l'inflation exceptionnelle de 6 % à 8 % pour la seule année 2022.

La méthode de ventilation des coûts utilisée est la classification ASTM Unifomat II pour les éléments de construction (E1557-97).

2.1 HYPOTHÈSES PRINCIPALES

Les hypothèses principales utilisées pour le calcul des coûts du projet sont les suivantes :

- Comme le projet en est à un stade précoce, les décisions relatives à l'analyse de l'approvisionnement ne sont pas encore disponibles. Nous avons donc opté pour une approche conservatrice basée sur un mode de livraison traditionnel pour cette estimation préliminaire. La méthode privilégiée de mise en œuvre sera certainement discutée et analysée au cours des étapes futures du projet, au fur et à mesure de son avancement. Un mode d'exécution alternatif (par exemple : conception - construction) modifierait certains paramètres en incluant les coûts des conceptions finales et des plans et devis dans les coûts de construction. Cependant, le mode de réalisation ne devrait pas avoir d'impact significatif sur le coût global de cette étude de préfaisabilité;
- L'estimation des coûts du projet suppose que les travaux seront réalisés en plusieurs phases. Les phases de construction sont prévues comme suit :
 - **Phase I**
 - 2023-2029 : Enquête sur le terrain, consultation, permis, ingénierie détaillée et approvisionnement
 - 2030-2035 : Construction du chemin de fer et mise en service
 - **Phase II**
 - 2030-2035 : Enquête sur le terrain, consultation, permis, ingénierie détaillée et approvisionnement
 - 2035-2040 : Construction du chemin de fer et mise en service

- **Phase III**
 - 2035-2040 : Enquête sur le terrain, consultation, permis, ingénierie détaillée et approvisionnement
 - 2040-2045 : Construction du chemin de fer et mise en service
- Pour chaque composante, un échéancier de projet générique a été élaboré en tenant compte des différentes étapes nécessaires, notamment la planification, l'obtention des autorisations, les évaluations environnementales, la construction et la mise en service de l'infrastructure. L'équipe de consultants de la phase I a fixé l'année « 0 » à 2028 en vue d'une mise en service des infrastructures en 2035. Voir la note technique 15 pour plus de détails concernant les travaux de construction.
- Échéancier du projet : Il est difficile de prévoir à ce stade les coûts de construction, la disponibilité de la main-d'œuvre, des matériaux et des entrepreneurs, étant donné que la construction est prévue entre 2035 et 2045. Tous ces éléments peuvent avoir un impact significatif sur les coûts du projet estimés à ce jour en 2022;
- Bien qu'une recension des sites archéologiques ait été réalisée en étroite collaboration avec les communautés locales, si des sites archéologiques inconnus sont découverts pendant la construction, cela pourrait avoir un impact significatif sur l'exécution des travaux de construction;
- Aucune provision n'est prévue pour la manipulation ou l'élimination des matériaux dangereux et les retards causés par les conditions météorologiques pendant les travaux de construction;
- Les frais généraux et la majoration de l'entrepreneur représentent 20 % du total des coûts directs et indirects et sont inclus dans les coûts unitaires estimés pour les différents éléments;
- L'organisation des travaux comprend un camp de base principal par site et des camps satellites tous les 60 km;
- Cette estimation comprend les coûts du matériel, mais pas les coûts de livraison du matériel. Ces coûts sont couverts par les imprévus;
- Les dispositions relatives aux mesures sanitaires de Covid-19 ont été prises en compte. Les restrictions en vigueur à la fin de 2022 ont été prises en compte;
- L'acquisition de terrains n'est pas incluse dans cette estimation;
- Le matériel roulant est inclus dans l'estimation des coûts de la phase I et n'est donc pas inclus dans cette estimation.

2.2 CONTINGENCES

Des contingences sont ajoutées pour tenir compte des incertitudes et des imprévus concernant à la fois les quantités et les coûts unitaires. Pour tenir compte du niveau de détail de cette étude de préféabilité/faisabilité et des contraintes qui ne sont pas encore connues, un pourcentage provisoire de 30 % des coûts de construction a été établi dans le cadre d'un effort conjoint avec l'équipe de la phase I. Les provisions tiennent également compte du transport des matériaux, qui n'est pas inclus dans les prix unitaires.

2.3 RISQUE

Une analyse qualitative des risques a été réalisée et détaillée dans la note technique 18. Le suivi des risques associés à la préféabilité de tout grand projet d'infrastructure représente une activité essentielle qui assure le contrôle de divers événements susceptibles de compromettre la réalisation des objectifs définis dans le plan du projet, notamment en ce qui concerne le respect des paramètres de coût, des délais d'achèvement et de l'acceptabilité du projet. Il peut s'agir d'événements imprévus, de changements dans les équipements, les matériaux ou les exigences.

En termes de conception des infrastructures, les infrastructures projetées devront éviter ou réduire les risques associés, entre autres, aux aires protégées, à l'environnement, à la protection du paysage ainsi qu'à tout autre aspect jugé important par les communautés cibles. L'optimisation de la conception sera possible une fois que des informations plus détaillées seront disponibles, lesquelles seront fournies au cours des études préparatoires à venir.

(relevés, géotechniques, archéologiques, environnementaux, etc.) Ces informations permettront de réduire considérablement les risques associés au développement des infrastructures proposées.

En outre, en ce qui concerne les travaux de construction, la constitution d'une réserve de risque monétaire par le biais de l'analyse quantitative des risques est fortement recommandée dès à présent dans cette étude de pré faisabilité et dans les étapes ultérieures.

Par conséquent, à des fins d'estimation, les risques liés à la conception des infrastructures et aux travaux de construction ont été estimés provisoirement à 20 % des coûts de construction. Ce supplément de 20 % pour les risques a été déterminé conjointement avec l'équipe de la phase I. Étant donné que l'étude de la phase I est déjà au stade de la faisabilité et que des informations plus détaillées sont disponibles, l'hypothèse de travail était d'utiliser une réserve proportionnelle pour les risques.

2.4 HONORAIRES PROFESSIONNELS

À ce stade de pré faisabilité/faisabilité de l'étude, les honoraires professionnels incluent les futures études préparatoires telles que les relevés, la campagne géotechnique, les fouilles archéologiques, les caractérisations environnementales, les études hydrauliques, etc. Ces honoraires comprennent également les phases futures de conception par des équipes d'ingénieurs, ainsi que la surveillance du chantier et des travaux et le contrôle de la qualité des matériaux. Cet élément n'inclut pas la participation des équipes professionnelles aux processus de consultation du public ou des Cris. Les honoraires professionnels sont estimés à 15 % du coût des travaux de construction. Ces 15 % supplémentaires pour les honoraires professionnels ont été déterminés conjointement avec l'équipe de la phase I. Toutefois, ce pourcentage devra être revu à la baisse. Cette proportion devra toutefois être révisée au cours des prochaines phases, alors que les tracés préliminaires des infrastructures proposées seront optimisés et que les travaux de construction seront mieux définis.

2.5 HONORAIRES DU MAÎTRE D'OUVRAGE ET FRAIS DE BUREAU DU PROJET

Les honoraires du maître d'ouvrage et les coûts du bureau de projet sont estimés à 5 % du coût des travaux de construction. Cet élément couvre tous les coûts liés à la gestion du projet, tels que l'assistance technique, l'ingénierie, l'environnement et l'assistance juridique, les assurances, la communication, les consultations, les enquêtes publiques, les compensations pour les désagréments subis pendant les travaux, les permis et les procédures d'approbation. Dans le contexte de La Grande Alliance, cet élément correspond aux coûts internes du client liés à un bureau de projet et au processus d'appel d'offres. Aucune compensation n'a été prévue pour les soumissionnaires.

Cet élément comprend également les frais encourus directement par le maître d'ouvrage (mandats professionnels) pour l'assistance aux relevés fonciers et topographiques, les études techniques détaillées sur le terrain (géotechniques, environnementales, archéologiques, hydrauliques), et les relevés ou études spécifiques que le maître d'ouvrage juge indispensables à l'achèvement du projet.

Les honoraires du maître d'ouvrage et les coûts du bureau de projet ont été définis conjointement avec l'équipe de la phase I.

3 STRUCTURE DE VENTILATION DE L'ESTIMATION

Les estimations sont basées sur la structure de ventilation présentée dans le tableau 3-1. Cette structure a été définie en coordination avec le consultant de la phase I. Les éléments inclus dans chaque catégorie d'infrastructure sont décrits plus en détail dans les sections 3.1 et 3.2.

Tableau 3-1 Travaux de construction de chemin de fer et de route - Structure de ventilation de l'estimation

ÉLÉMENT	CONSTRUCTION DU CHEMIN DE FER	CONSTRUCTION DE LA ROUTE
1. Travaux de génie civil et de terrassement	√	√
2. Infrastructures civiles	√	√
3. Drainage	√	√
4. Travaux de voie et de chemin de fer	√	√
5. Passage à niveau	√	X
6. Signalisation et télécommunications	√	X
7. Bâtiments et gares de passagers	X	X
8. Zones de dépôt et de stockage	X	X
9. Protection environnementale	√	√
10. Coûts d'acquisition des terres ou indemnisation des utilisateurs du territoire	X	X
11. Matériel roulant	X	X

3.1 ÉLÉMENTS DE LA CONSTRUCTION DU CHEMIN DE FER

Les chemins de fer proposés dans l'étude de La Grande Alliance posent plusieurs défis. Elles traversent un territoire nordique avec une certaine présence de pergélisol ainsi que plusieurs lacs et rivières. Les estimations sont basées sur les tracés proposés à la phase de préféabilité et sont quelque peu limitées par la précision des informations disponibles à ce moment-là, étant donné que la collecte de données de terrain et l'ingénierie détaillée seront réalisées à une phase ultérieure. Se référer à la note technique 12 pour plus de détails.

Les éléments de coût et les coûts unitaires présentés ci-dessous reflètent la particularité des travaux ferroviaires. Il convient de noter que les routes d'accès aux différents sites de construction ne posent pas de problème, car les tracés proposés pour les chemins de fer suivent la route Billy-Diamond existante ou la route proposée entre La Grande et Whapmagoostui/Kuujuarapik.

3.1.1 TRAVAUX DE GÉNIE CIVIL ET DE TERRASSEMENT

Les quantités de déblais et de remblais sont basées sur les profils conceptuels de CAD Civil 3D. Certaines provisions ont été incluses pour tenir compte de l'optimisation future du tracé et du profil, principalement sur les sites des ponts majeurs. Les volumes ne tiennent pas compte des coefficients d'expansion.

Pour les quantités de remblai, il a été supposé qu'une certaine partie des volumes d'excavation était réutilisable. Cette quantité d'excavation réutilisable a été déterminée en fonction des conditions du sol décrites dans la note technique 10, c'est-à-dire la distribution de chaque type de sol identifié le long du corridor de 2 km de large centré sur chacun des tracés ferroviaires proposés.

Le tableau 3-2 représente les hypothèses émises par les experts géotechniques pour estimer les volumes d'excavation récupérables.

Tableau 3-2 % de récupération en fonction du type de sol – Chemin de fer des phases II et III

TYPES DE SOL	% de chemin de fer de la phase II sur ce type de sol	% du chemin de fer de la phase III sur ce type de sol	% de récupération par type de sol
Sols organiques	26 %	5 %	0 %
Silt et argile	15 %	17 %	0 %
Sable et gravier	28 %	10 %	50 %
Till	16 %	44 %	10 %
Roche	15 %	24 %	100 %

Pour les tracés de la phase II et de la phase III respectivement, la récupération globale s'élève à 31 % et 33 % des volumes d'excavation totaux. Les volumes d'excavation restants doivent être traités et éliminés conformément aux réglementations en vigueur.

Le tableau 3-3 présente la source des volumes de remblai pour la phase II et la phase III du tracé des chemins de fer proposés.

Tableau 3-3 Source de remblai - Chemins de fer des phases II et III

	PHASE II	PHASE III
Remblais récupérés lors de l'excavation	3 937 000 m ³ (31 % de 12 700 000 m ³)	4 191 000 m ³ (33 % de 12 700 000 m ³)
Remblais de bancs d'emprunt	8 563 000 m ³	9 809 000 m ³
Remblai total	12 500 000 m³	14 000 000 m³

Étant donné que le tracé ferroviaire proposé pour la Phase III longe principalement le tracé routier, les études de terrain pour l'identification des bancs d'emprunt réalisées pour l'étude de faisabilité routière ont été consultées. Selon les conclusions, les bancs d'emprunt situés le long des tracés du chemin de fer et de la route entre La Grande et Whapmagoostui/Kuujjuarapik suffisent à fournir du remblai pour le chemin de fer et la route.

Compte tenu des volumes importants de matériaux disponibles dans les bancs d'emprunt identifiés le long du tracé de la phase III, il a été considéré que les besoins en remblai des bancs d'emprunt pour le tracé de la phase II seraient satisfaits par des bancs d'emprunt non encore identifiés le long du tracé de la phase II.

Pour plus d'informations, voir la note technique 12.

Les prix unitaires des travaux de génie civil et de terrassement utilisés pour les estimations des chemins de fer proposés par La Grande Alliance sont les suivants :

- Excavation : 30 \$/m³;
- Remblai : 30 \$/m³.

Cet élément inclut l'approvisionnement, l'installation sur site, les routes d'accès aux sites, les matériaux, la machinerie, la protection contre l'érosion, la protection de l'environnement spécifique à ces travaux, l'excavation des bancs d'emprunt, le concassage des roches et tous les coûts connexes.

3.1.2 INFRASTRUCTURES CIVILES

À des fins d'estimation, les infrastructures civiles sont divisées en deux catégories :

- Ponts : Tous les ouvrages de traversée de cours d'eau, de milieux humides ou de vallées d'une longueur supérieure à 10 m;
- Ponceaux : Toutes les autres structures d'une longueur inférieure à 10 m.

Une distinction a été établie entre les ponts et les ponceaux afin de permettre des coûts unitaires différents en fonction de la longueur de l'ouvrage et de son impact sur les travaux de construction. Ces catégories n'ont aucun lien avec la méthode de conception de ces structures. La conception des structures civiles ferroviaires est basée sur les règlements de l'AREMA (American Railway Engineering and Maintenance-of-Way Association) et le *Règlement sur l'aménagement durable des forêts du domaine de l'État* (RADF).

Les ponts sont envisagés lorsqu'ils sont justifiés d'un point de vue hydraulique. La distance de traversée de l'eau est mesurée entre les berges et n'inclut pas les approches qui sont prises en compte dans la partie consacrée aux travaux de terrassement. Toutes les traversées de cours d'eau de plus de 10 m de long sont considérées comme des ponts, quelle que soit la hauteur libre sous le pont ou le remblai potentiel. En outre, des ponts sont proposés lorsque le profil du chemin de fer se trouve à plus de 12 mètres au-dessus du sol, par exemple dans le cas de la traversée d'une vallée. La longueur de la structure au-dessus d'une vallée a été établie en fonction de la longueur nécessaire pour couvrir la section de la vallée avec une différence de hauteur de plus de 12 mètres.

À cette étape, les infrastructures ferroviaires reposent sur des travées en acier ou des éléments préfabriqués en béton afin de minimiser les besoins en béton coulé sur place, ce qui peut être problématique dans le nord du pays. Des plaques ondulées en acier galvanisé ou des ponceaux préfabriqués en béton peuvent être utilisés pour les ponceaux afin de faciliter la construction. Les ponts ou éléments de pont préfabriqués et les techniques de construction accélérée de ponts (ABC) doivent être utilisés pour minimiser la durée de l'installation. Toutefois, une analyse du cycle de vie sera réalisée à une phase ultérieure de l'étude pour confirmer cette approche.

Pour plus d'informations, voir la note technique 14.

Les prix unitaires des infrastructures civiles utilisés pour les estimations des infrastructures ferroviaires proposées par La Grande Alliance sont les suivants :

- Ponts (plus de 10 m de long) : 100 000 \$/mètre linéaire;
- Ponceaux (moins de 10 m de long) : 250 000 \$/unité.

Cet élément comprend l'approvisionnement, l'installation sur site, les voies d'accès aux sites, les matériaux, la machinerie, la protection contre l'érosion, la protection de l'environnement spécifique à ces travaux, et tous les coûts connexes.

3.1.3 DRAINAGE - GESTION DES EAUX DE RUISSELLEMENT

Pour assurer le drainage transversal de l'infrastructure ferroviaire, il est prévu de creuser un fossé de part et d'autre de l'ensemble des tracés proposés et d'aménager des ponceaux. En effet, en plus des infrastructures civiles mentionnées dans la section précédente, un ponceau de 900 mm de diamètre a été prévu tous les 500 m de voie pour assurer le drainage, quelle que soit la topographie. La longueur de ces ponceaux de drainage varie de 10 à 15 m, en fonction des conditions de la section transversale du chemin de fer (morphologie du terrain plat ou accidenté).

Les prix unitaires de gestion des eaux de ruissellement utilisés pour les estimations des infrastructures ferroviaires proposées par La Grande Alliance sont les suivants :

- Les travaux de terrassement pour le fossé de drainage sont pris en compte dans les quantités de déblais et de remblais des travaux de génie civil;
- Ponceaux de drainage (diam. 900 mm) : 50 000 \$/unité.

Cet élément comprend l'approvisionnement, l'installation, les matériaux, la protection contre l'érosion, la protection de l'environnement spécifique à ces travaux et tous les coûts connexes. Les travaux de terrassement (déblais et remblais) ne sont pas inclus dans ces coûts.

3.1.4 TRAVAUX DE VOIE

3.1.4.1 LIGNE PRINCIPALE

À cette étape de l'étude de pré faisabilité, aucune section type n'a été spécifiquement développée. La section transversale de l'infrastructure de la voie et les matériaux utilisés pour cette étude proviennent du plan standard TS 2204 et TS 2205 de la Compagnie des chemins de fer nationaux du Canada. Dans les phases ultérieures du projet, le promoteur devra vérifier l'applicabilité de cette section transversale et de ses composantes détaillées.

L'estimation des coûts pour l'approvisionnement et la construction du chemin de fer lourd est basée sur un coût unitaire par kilomètre. Se référer à la note technique 12 pour la coupe transversale type. Les coûts relatifs au chemin de fer comprennent la machinerie et les matériaux tels que les rails, les fixations de rail, le ballast, le sous-ballast, les traverses de bois et tous les coûts connexes. Dans les projets récents réalisés dans le sud du Québec, le coût moyen de construction d'un chemin de fer est d'environ 1 million de dollars par kilomètre. Cependant, pour tenir compte de l'aspect unique des chemins de fer proposés pour les phases II et III de La Grande Alliance (conditions nordiques, saison de construction limitée, zones isolées, etc.), le coût linéaire suggéré est de 2 millions de dollars par kilomètre, comme décrit ci-dessous dans le tableau 3-4.

Tableau 3-4 Ventilation des coûts unitaires des travaux de voie

ÉLÉMENT FERROVIAIRE	PRIX UNITAIRE	QUANTITÉ	COÛT
Rail 136 lb/vg	2 850 \$/tonne	150 tonnes/km	427 500 \$/km
Traverses en bois (y compris les fixations de rails)	200 \$/unité	1 932 unités/km (espacement de 20 3/8 po ou 517 mm)	386 400 \$/km
Ballast et sous-ballast	50 \$/tonne	2 000 tonnes/km (2 tonnes/m ³)	100 000 \$/km
Main-d'œuvre, installation et équipement	-	-	600 000 \$/km
Sous-total :			1 513 900 \$/km
Total :			2,0 M\$/km
(Inclut la prime pour les conditions nordiques, la saison de construction limitée, les zones isolées, etc.)			

3.1.4.2 EMBRANCHEMENTS

À cette étape de l'étude de préféabilité et compte tenu du trafic ferroviaire prévu et de la fréquence du chemin de fer à voie unique proposé, deux voies d'évitement devraient être nécessaires : l'une située près de La Grande (incluse dans la phase II du projet de chemin de fer) et l'autre située à Whapmagoostui/Kuujuarapik (incluse dans la phase III du projet de chemin de fer). Comme les voies d'évitement doivent être plus longues que le plus long train envisagé, nous proposons ici une longueur d'environ 2 km.

Le prix unitaire des embranchements en fonction de la longueur projetée est le suivant :

- Embranchement (± 2 km) : 3 500 000 \$/unité.

Cet élément comprend l'approvisionnement, l'installation, les matériaux, les interrupteurs, la protection de l'environnement spécifique à ces travaux et tous les coûts connexes. Les travaux de terrassement (déblais et remblais) ne sont pas inclus dans ces coûts.

3.1.5 PASSAGE À NIVEAU

Cet élément comprend l'approvisionnement et l'installation des passages à niveau, ainsi que tous les coûts connexes. À cette étape de l'étude de préféabilité et comme mentionné dans la note technique 12, chaque passage à niveau est équipé uniquement de feux de signalisation et de cloches. Cela permet de réduire les coûts d'entretien, car les passages à niveau équipés de barrières nécessitent une expertise et un entretien. Il convient de noter que les optimisations futures du tracé devraient viser à réduire le nombre de passages à niveau, car il s'agit de points critiques pour des raisons de sécurité et pour réduire les coûts de construction, d'exploitation et d'entretien.

Le prix unitaire proposé, basé sur le type de passages à niveau prévu, est de 500 000 \$/unité.

Cet élément inclut le revêtement de la surface du passage, l'approvisionnement, l'installation, les matériaux, la protection de l'environnement spécifique à ces travaux et tous les coûts connexes.

3.1.6 SIGNALISATION ET TÉLÉCOMMUNICATIONS

Compte tenu de la faible circulation prévue pour les chemins de fer proposés, le mode d'exploitation par commande centralisée de la circulation (CCC) n'a pas été envisagé en raison de son coût très élevé. Le mode « ordre de marche » a été retenu, car la zone est considérée comme une zone blanche, c'est-à-dire qu'elle ne bénéficie actuellement d'aucune couverture radio par une quelconque grande entreprise de télécommunications.

Par conséquent, le coût estimé pour les équipements de télécommunications comprend l'approvisionnement et l'installation de câbles d'alimentation et de communication (fibre optique) et d'antennes radio. Le prix unitaire proposé pour la signalisation et les télécommunications est le suivant et comprend tous les éléments énumérés dans le tableau 3-5 :

- Signalisation et télécommunications : 250 000 \$/km.

Tableau 3-5 Ventilation des coûts linéaires de signalisation et de télécommunication

ÉLÉMENT FERROVIAIRE	DESCRIPTION
Tours d'antennes avec équipement radio	Tours en treillis autoportantes espacées d'environ 25 km. La distance typique dépend de la hauteur de la tour. La hauteur des tours est estimée à 150 pieds. La couverture se chevauche pour assurer la redondance.
Conception de réseaux à fibres optiques	Conception d'un réseau dorsal pour l'ensemble du système de télécommunications.

NOTE TECHNIQUE 16 – ESTIMATION DES COÛTS DE CONSTRUCTION

ÉLÉMENT FERROVIAIRE	DESCRIPTION
Conception de la distribution d'électricité	Conception d'un réseau de distribution d'électricité de 12,47 kV / 7200 kV avec des transformateurs abaisseurs de tension 120/240 V à chaque point de chute. Nous supposons qu'il y a au moins quelques points d'accès qui peuvent être obtenus d'Hydro-Québec tout au long de la ligne.
Installation de câbles à fibres optiques et de câbles d'alimentation	Estimation de 80 \$/mètre pour enfouir les câbles dans le sol par la méthode de l'enfouissement direct. Une tranchée ouverte permet d'enfouir les câbles électriques et les câbles à fibres optiques en même temps.
Équipement de distribution d'électricité	Transformateurs, régulateurs de tension, coupe-circuit, etc.
Groupe électrogène diesel de secours	Générateurs diesel de secours pour soutenir l'infrastructure des tours d'antenne en cas de perte d'électricité.
Câble d'alimentation	Câbles électriques à enfouissement direct posés le long des chemins de fer
Câble en fibre optique	Des câbles électriques à enfouissement direct seront posés le long des voies ferrées
Équipements de télécommunications et de radiocommunication locaux sur le quai de transbordement	Un à chaque extrémité de la phase ferroviaire, équipement local pour le triage et la régulation des trains
Détecteurs de déraillement et de glissement de terrain	Ces détecteurs pourraient être installés à proximité de structures longues ou coûteuses (ponts) et dans des zones à risque géotechnique potentiel.
Détecteurs de boîtes chaudes et de traînées	Un (1) détecteur tous les 50 kilomètres de voie. Cela permet d'éviter les dysfonctionnements du matériel roulant ferroviaire.
Système de lubrification des rails	Des systèmes de lubrification des rails sont proposés là où les courbes sont nombreuses et importantes.

3.1.7 BÂTIMENTS ET GARES DE PASSAGER

En coordination avec l'étude de circulation de la phase I, trois gares de voyageurs sont envisagées dans le cadre du chemin de fer proposé par la phase II (Eastmain, Wemindji et La Grande) et une gare de passagers est envisagée dans le cadre du chemin de fer proposé par la phase III (Whapmagoostui/Kuujuarapik).

Leurs caractéristiques ne sont pas encore définies, mais comme on estime que le nombre de passagers par voyage est faible, les gares proposées sont actuellement jugées minimalistes, c'est-à-dire qu'elles sont principalement composées d'un quai adjacent à la voie ferrée principale pour l'embarquement des passagers, d'un petit bâtiment et d'une aire de stationnement. Le quai d'embarquement, comme celui de Schefferville ou de Senneterre, pourrait être une surface pavée simple le long de la voie ferrée, avec un bâtiment préfabriqué pour les bureaux.

Ces gares de passagers n'ayant pas été étudiées au même niveau de détail que le reste des infrastructures proposées, elles n'ont pas été incluses dans l'estimation actuelle. À titre indicatif dans les prochaines phases de l'étude, une provision de 750 000 \$/station pourrait éventuellement être envisagée.

3.1.8 ZONES DE DÉPÔT ET DE STOCKAGE

Un minimum d'une gare de triage doit être envisagé, située à la station terminale du chemin de fer. Une gare de triage ou une zone de transbordement est également nécessaire lorsque les trains de marchandises doivent charger ou décharger des marchandises. La gare de triage et le centre d'entretien doivent être reliés au réseau routier proposé afin de faciliter le transbordement entre les différents modes de transport. Une connexion avec le port proposé est une valeur ajoutée.

Dans la plupart des projets similaires antérieurs, les coûts de construction des installations de transbordement et de la jonction ferroviaire sont pris en charge par l'opérateur, par exemple une société minière privée. La taille des zones de transbordement peut varier considérablement en fonction des besoins spécifiques de l'exploitation. Les coûts de construction n'ont pas pu être estimés. Une analyse plus détaillée des utilisateurs potentiels devrait être réalisée dans les prochaines phases de l'étude.

À titre indicatif, il serait envisageable de considérer deux zones de transbordement. Les sites proches d'Eastmain et de La Grande sont susceptibles de représenter un bon potentiel si des projets miniers voient le jour.

3.1.9 PROTECTION ENVIRONNEMENTALE

En raison des conditions environnementales spécifiques de la région, ainsi que de la grande importance accordée aux préoccupations sociales et environnementales par les communautés crie, une attention particulière a été accordée aux mesures environnementales et à la surveillance pendant la phase de construction en incluant cet aspect du travail dans le coût unitaire de chaque élément. Ces coûts unitaires devraient être réévalués lors des étapes ultérieures afin de s'assurer qu'ils tiennent pleinement compte de toutes les exigences environnementales pouvant découler de la *procédure d'évaluation de l'impact environnemental et social*.

Toutefois, cet élément de protection environnementale a été ajouté pour tenir compte d'autres coûts de protection ou d'atténuation environnementale, tels que les coûts compensatoires qui pourraient être imposés par les différentes autorités si les incidences environnementales sont jugées trop graves. Ces coûts ont été estimés de manière préliminaire à environ 20 % des coûts de construction. Cet élément devrait être révisé lors des prochaines phases de l'étude.

3.2 CONSTRUCTION DE LA ROUTE

Les routes proposées dans l'étude de La Grande Alliance présentent plusieurs défis. Elles traversent un territoire nordique avec une certaine présence de pergélisol ainsi que plusieurs lacs et rivières. Les estimations relatives à la route 167 sont basées sur les tracés proposés à l'étape de pré-faisabilité, qui sont quelque peu limités par la précision des informations disponibles à ce moment-là, étant donné que la collecte de données sur le terrain et l'ingénierie détaillée seront effectuées à une étape ultérieure. En outre, l'estimation du tracé routier proposé entre La Grande et Whapmagoostui/Kuujuarapik est basée sur les informations de l'étude de faisabilité, car des données préliminaires collectées sur le terrain étaient disponibles. Voir la note technique 11 pour des informations plus détaillées.

Les éléments de coût et les coûts unitaires présentés ci-dessous reflètent la particularité des travaux routiers. Il est à noter que des coûts unitaires différents sont proposés pour les différents tronçons de la route de La Grande à Whapmagoostui/Kuujuarapik et pour la route 167. Les coûts unitaires ont été ajustés en conséquence pour les routes proposées présentant des défis différents.

3.2.1 TRAVAUX DE GÉNIE CIVIL ET DE TERRASSEMENT

Les quantités de déblais et de remblais sont basées sur les profils conceptuels de CAD Civil 3D. Le profil topographique du terrain naturel a été extrait des courbes de niveau (Route 167) ou du relevé Lidar (La Grande à Whapmagoostui/Kuujuarapik). Les volumes ne tiennent pas compte des coefficients d'expansion.

Pour les quantités de remblai, il a été supposé qu'une certaine partie des volumes d'excavation était réutilisable. Cette quantité d'excavation réutilisable a été déterminée en fonction des conditions du sol décrites dans la note technique 10, c'est-à-dire la distribution de chaque type de sol identifié le long du corridor de 2 km de large centré sur chacun des tracés routiers proposés.

Le tableau 3-6 représente les hypothèses émises par les experts géotechniques pour estimer les volumes d'excavation récupérables.

Tableau 3-6 % de récupération en fonction des types de sol - Routes de la phase II

TYPES DE SOL	% du prolongement de la route 167 sur ce type de sol	% de la route de Whapmagoostui sur ce type de sol	% de récupération par type de sol
Sols organiques	< 1 %	5 %	0 %
Silt et argile	-	9 %	0 %
Sable et gravier	3 %	10 %	100 %
Till	96 %	29 %	50 %
Roche	< 1 %	47 %	100 %

Pour la route de La Grande à Whapmagoostui/Kuujuarapik et pour les tracés de la route 167 respectivement, la récupération globale s'élève à 51 % et 76 % des volumes d'excavation totaux. Les volumes d'excavation restants doivent être traités et éliminés conformément aux réglementations en vigueur.

Le tableau 3-2 représente les hypothèses émises par les experts géotechniques pour estimer les volumes d'excavation récupérables.

Le tableau 3-7 présente la source des volumes de remblai pour le tracé des routes proposées dans le cadre de la phase II.

Tableau 3-7 Source de remblai - Routes de la phase II

	Prolongement de la route 167	Route Whapmagoostui
Remblais récupérés lors de l'excavation	1 269 246 m ³ (51 % de 2 461 000 m ³)	2 454 454 m ³ (76 % de 3 209 000 m ³)
Remblais de puits d'emprunt	1 048 000 m ³	6 517 554 m ³
Remblai total	2 316 352 m³	8 972 008 m³

Les bancs d'emprunt situés le long du tracé de la route entre La Grande et Whapmagoostui/Kuujuarapik suffisent à fournir du remblai pour le chemin de fer et la route. Toutefois, il convient de noter qu'il n'y a pas de baux d'emprunt ou de carrières en exploitation le long du prolongement proposé de la route 167. La mine Renard dispose d'environ 5 000 000 m³ de résidus non acides qui pourraient être utilisés comme source de matériaux granulaires. De nouvelles carrières et gravières devront être identifiées et développées pour construire la route.

NOTE TECHNIQUE 16 – ESTIMATION DES COÛTS DE CONSTRUCTION

Les prix unitaires des travaux de génie civil et de terrassement utilisés pour les estimations des infrastructures routières proposées par La Grande Alliance sont les suivants :

- Route 167 : Réfection et asphaltage du tronçon MTQ de Mistissini au km 411
 - Excavation : 20 \$/m³;
 - Remblai : 39 \$/m³.
- Route 167 : Réfection de la route de la mine existante
 - Excavation : 17 \$/m³;
 - Remblai : 36 \$/m³.
- Route 167 : Nouveau prolongement de la route jusqu'à Transtaïga
 - Excavation : 16 \$/m³;
 - Remblai : 33 \$/m³.
- Route : La Grande à Whapmagoostui/Kuujjuarapik
 - Excavation : 29 \$/m³;
 - Remblai : 28 \$/m³.

Cet élément inclut l'approvisionnement, l'installation sur site, les voies d'accès aux sites, les matériaux, la machinerie, la protection contre l'érosion, la protection de l'environnement spécifique à ces travaux, et tous les coûts connexes.

3.2.2 INFRASTRUCTURES CIVILES

À des fins d'estimation, les infrastructures civiles sont divisées en deux catégories :

- Ponts : Tous les ouvrages de traversée de cours d'eau, de milieux humides et de vallées d'une longueur supérieure à 4,5 m.
- Ponceaux : Toutes les autres structures d'une longueur inférieure à 4,5 m.

Une distinction a été établie entre les ponts et les ponceaux afin de permettre des coûts unitaires différents selon la longueur de l'ouvrage et son impact sur les travaux de construction. La conception des ouvrages d'art routiers est basée sur les *Normes sur la conception des ouvrages d'art du MTQ*, Tome III - Ouvrages d'art (MTQ, 2021a), et sur les règlements et critères de la norme CSA-S6:19.

Les ponts sont proposés lorsqu'ils sont hydrauliquement justifiés. La distance de traversée de cours d'eau est mesurée entre les berges et n'inclut pas les approches qui sont prises en compte dans l'élément de terrassement civil. Tous les ouvrages de traversée de cours d'eau d'une longueur supérieure à 4,5 m sont considérés comme des ponts, quelle que soit la hauteur libre sous le pont ou le remblai potentiel.

À cette étape, les infrastructures routières sont en acier et les ponts en bois sont privilégiés, dans la mesure du possible, pour leur facilité de construction et leur préfabrication dans le cadre de cette construction nordique. Toutefois, une analyse du cycle de vie sera réalisée à une phase ultérieure de l'étude pour confirmer cette approche. Des plaques ondulées en acier galvanisé ou des ponceaux en béton préfabriqués peuvent également être utilisés dans certains cas pour faciliter la construction lorsque les réglementations environnementales le permettent. En ce qui concerne la structure ferroviaire, il est recommandé d'utiliser, dans la mesure du possible, des ponts ou des éléments de pont préfabriqués et des techniques de construction accélérée de ponts (ABC) afin de minimiser la durée nécessaire à l'installation des structures, étant donné que la période de construction est limitée.

Pour plus d'informations, voir la note technique 14.

NOTE TECHNIQUE 16 – ESTIMATION DES COÛTS DE CONSTRUCTION

Les prix unitaires des infrastructures civiles utilisés pour les estimations des infrastructures routières proposées par La Grande Alliance sont les suivants :

- Réfection/remplacement des structures existantes :
 - Ponts ou ponceaux (d'une longueur supérieure à 4,5 m) : N/A;
 - Ponceaux (d'une longueur inférieure à 4,5 m) :
 - Remplacement si jugé en mauvais état : 332 000 \$/unité;
 - Provisoire : 135 000 \$/unité.
- Nouvelles structures proposées
 - Ponts ou ponceaux (plus de 4,5 m de long) : 80 000 \$/mètre linéaire
 - Ponceaux (d'une longueur inférieure à 4,5 m) :
 - Prolongement de la route 167 jusqu'à Transtaïga : 257 000 \$/unité;
 - Route La Grande à Whapmagoostui/Kuujjuarapik : 245 000 \$/unité.

Cet élément comprend l'approvisionnement, l'installation sur site, les voies d'accès aux sites, les matériaux, la machinerie, la protection contre l'érosion, la protection de l'environnement spécifique à ces travaux, et tous les coûts connexes.

3.2.3 DRAINAGE - GESTION DES EAUX DE RUISSELLEMENT

Pour assurer le drainage transversal de l'infrastructure routière, il est prévu de creuser un fossé de part et d'autre de l'ensemble des tracés proposés et de le compléter par des ponceaux. En effet, en plus des infrastructures civiles mentionnées dans la section précédente, un ponceau de 900 mm de diamètre a été prévu à chaque point bas du profil de la route proposée ou en fonction de la topographie naturelle. La longueur de ces ponceaux de drainage est d'environ 30 m en fonction de la section transversale typique de la route.

Les prix unitaires de gestion des eaux de ruissellement utilisés pour les estimations des infrastructures routières proposées par La Grande Alliance sont les suivants :

- Réfection/remplacement des ponceaux de drainage existants :
 - Provisoire : 112 000 \$/unité
- Nouveaux ponceaux de drainage proposés :
 - Prolongement de la route 167 jusqu'à Transtaïga : 213 000 \$/unité;
 - Route La Grande à Whapmagoostui/Kuujjuarapik : 202 000 \$/unité.

Cet article inclut l'approvisionnement, l'installation, les matériaux, la protection contre l'érosion, la protection de l'environnement spécifique à ces travaux et tous les coûts connexes. Les travaux de terrassement (déblais et remblais) ne sont pas inclus dans ces coûts.

3.2.4 TRAVAUX DE CHAUSSÉE

L'estimation des coûts pour l'approvisionnement et la construction des routes est basée sur un coût unitaire par km. La conception de la route est basée sur la section transversale et les détails de la norme de conception routière du MTQ, conformément à une route collectrice régionale décrite dans le Tome 1 - *Conception routière ministère des Transports du Québec*, édition juin 2021. Plus précisément, la section transversale proposée est de type E modifié. Se reporter à la note technique 11 pour obtenir des renseignements plus détaillés.

Les coûts unitaires sont principalement inspirés de projets similaires et récents. Les coûts unitaires proposés sont les suivants :

- Route 167 :
 - Réfection et asphaltage du tronçon MTQ de Mistissini au km 411 : 885 000 \$/km;
 - Réfection de la route de la mine existante : 301 000 \$/km;
 - Prolongement jusqu'à Transtaïga : 887 000 \$/km;
- Route proposée - La Grande à Whapmagoostui/Kuujuarapik : 771 000 \$/km.

Ces coûts unitaires incluent l'approvisionnement, l'installation sur site, la machinerie, les matériaux, le pavage, la signalisation, les glissières de sécurité et les barrières de sécurité, les dispositifs de sécurité, les jonctions, les mesures d'atténuation du pergélisol, la protection de l'environnement spécifique à ces travaux, et tous les coûts connexes. Il convient de noter que pour la réfection ou le remplacement d'une route, un élément de gestion du trafic routier est également inclus dans le coût unitaire.

3.2.5 PROTECTION ENVIRONNEMENTALE

En raison des conditions environnementales spécifiques de la région, ainsi que de la grande importance accordée aux préoccupations sociales et environnementales par les communautés crie, une attention particulière a été accordée aux mesures environnementales et à la surveillance pendant la phase de construction en incluant cet aspect des travaux dans le coût unitaire de chaque élément. Ces coûts unitaires devraient être revus lors des étapes ultérieures afin de s'assurer qu'ils tiennent pleinement compte de toutes les exigences environnementales pouvant découler de la procédure d'évaluation de l'impact environnemental et social.

Toutefois, cet élément de protection de l'environnement a été ajouté pour tenir compte d'autres coûts de protection ou d'atténuation de l'environnement, tels que les coûts de compensation qui pourraient être imposés par les différentes autorités si les incidences sur l'environnement sont jugées trop sévères. Ces coûts ont été estimés de manière préliminaire à environ 20 % des coûts de construction. Cet élément devrait être révisé lors des prochaines phases de l'étude.

4 ESTIMATIONS DES INFRASTRUCTURES PROPOSÉES

4.1 CHEMIN DE FER : 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 Grande Rivière. Le tracé proposé longe généralement la route Billy-Diamond. La longueur totale proposée du chemin de fer est de 340 km, et son tracé sinueux permet d'éviter de nombreux lacs ainsi que la topographie variée de la zone d'étude.

Le chemin de fer proposé comprend 36 structures de génie civil dont huit (8) sont majeures, les plus longues étant au-dessus de la rivière Eastmain, de la rivière Opinaca et de la rivière Vieux Comptoir pour lesquelles des ponts en arche doivent être prévus. Pour les autres structures, des ponts à travées multiples sont prévus, en évitant autant que possible les fondations dans les milieux humides.

Le tableau 4-1 ci-dessous présente les coûts pour chaque élément et l'estimation du coût total du capital.

Tableau 4-1 Chemin de fer : Phase II Rupert à La Grande - Estimation détaillée des coûts d'investissement

Chemin de fer : élément de la phase II		NOTE	PRIX UNITAIRE	QUANTITÉ	SOUS-TOTAL
1	Travaux de génie civil et de terrassement	Déblai	30 \$/m ³	12,7 M m ³	381 M\$
		Remblai	30 \$/m ³	12,5 M m ³	375 M\$
2	Infrastructures civiles	Ponts de plus de 10 m	100 k\$/m.l	2 600 l.m	260 M\$
		Ponceaux de moins de 10 m	250 k\$/unité	10 unités	2,5 M\$
3	Drainage	Ponceau 900 mm diam.	50 k\$/unité	680 unités	34 M\$
4	Travaux de voie	Ligne principale	2 M\$/km.l	340 km.l	680 M\$
		Embranchement (La Grande)	3,5 M\$/unité	1 unité	3,5 M\$
5	Passage à niveau		500 k\$/unité	23 unités	11,5 M\$
6	Signalisation et télécommunications		250 k\$/km.l	340 km.l	85 M\$
7	Bâtiments et gares de passagers	Non inclus	-	-	-
8	Aires de dépôt et de stockage	Non inclus	-	-	-
9	Protection environnementale	20 %	-	-	366,5 M\$
Sous-total des coûts de construction (sans les contingences et les risques)					2,199 M\$
Contingences (30 %)					659,7 M\$
Risque (20 %)					439,8 M\$
Sous-total des coûts de construction					3 298,5 M\$
Honoraires professionnels (étude, conception, surveillance du chantier, etc.) (15 %)					494,8 M\$
Honoraires du maître d'ouvrage et coûts du bureau de projet (5 %)					164,9 M\$
Estimation du coût total du capital					3 958,2 M\$

Note 1 : Pour alléger la présentation, le montant de chaque élément a été arrondi au centième de mille, conformément aux données détaillées du fichier source d'estimation des coûts.

Note 2 : Estimation de classe D -20% à +100% de marge d'erreur.

4.2 CHEMIN DE FER : LA GRANDE À WHAPMAGOOSTUI/KUJJUARAPIK

Le tracé proposé pour le chemin de fer de la Phase III commence à environ 3 km au sud de La Grande Rivière, dans le prolongement du chemin de fer proposé pour la Phase II, et progresse vers le nord jusqu'au rivage de Whapmagoostui/Kuujjuarapik, entre l'embouchure de la Grande rivière de la Baleine et le site de l'infrastructure portuaire proposée. La longueur totale proposée est de 219 km, et son tracé sinueux permet d'éviter de nombreux lacs ainsi que la topographie variée de la zone d'étude. Le tracé ferroviaire proposé suit généralement le tracé routier proposé dans la Phase II.

Le tronçon ferroviaire proposé comprend 66 infrastructures civiles, dont 27 sont des structures majeures (d'une longueur supérieure à 50 m). Les plus longs sont situés en amont de La Grande Rivière et près de la Grande rivière de la Baleine. Pour la traversée de La Grande Rivière, le chemin de fer ne peut pas emprunter l'évacuateur de crues Robert-Bourassa en raison de la lourdeur de la charge par essieu et des vibrations. Le nouveau pont ferroviaire pourrait être conçu pour accueillir à la fois la circulation ferroviaire et la circulation routière. Pour la traversée de la Grande rivière de la Baleine, un pont à haubans doit être envisagé. Pour les autres infrastructures, des ponts à plusieurs travées sont prévus, en évitant autant que possible les fondations dans les milieux humides. Le tableau 4-2 ci-dessous présente les coûts de chaque élément et l'estimation du coût total d'investissement.

Tableau 4-2 Chemin de fer : Phase III La Grande à Whapmagoostui/Kuujjuarapik - Estimation détaillée des coûts d'investissement

Chemin de fer : élément de la Phase III		NOTE	PRIX UNITAIRE	QUANTITÉ	SOUS-TOTAL
1	Travaux de génie civil et de terrassement	Déblai	30 \$/m ³	12 700 000 m ³	381 M\$
		Remblai	30 \$/m ³	14 000 000 m ³	420 M\$
2	Infrastructures civiles	Ponts de plus de 10 m	100 k\$/ m.l	9 400 m.l	940 M\$
		Ponceaux de moins de 10 m	250 k\$/unité	12 unités	3 M\$
3	Drainage	Ponceau 900 mm diam.	50 k\$/unité	438 unités	21,9 M\$
4	Travaux de voie	Ligne principale	2 M\$/km.l	219 km.l	438 M\$
		Embranchement (Whapmagoostui)	3,5 M\$/unité	1 unité	3,5 M\$
5	Passage à niveau		500 k\$/unité	12 unités	6 M\$
6	Signalisation et télécommunications		250 k\$/km.l	219 km.l	54,8 M\$
7	Bâtiments et gares de passagers	Non inclus	-	-	-
8	Aires de dépôt et de stockage	Non inclus	-	-	-
9	Protection environnementale	20 %	-	-	453,6 M\$
Sous-total des coûts de construction (sans les contingences et les risques)					2 721,8 M\$
Contingences (30 %)					816,5 M\$
Risque (20 %)					544,4 M\$
Sous-total des coûts de construction					4 082,7 M\$
Honoraires professionnels (étude, conception, surveillance du chantier, etc.) (15 %)					612,4 M\$
Honoraires du maître d'ouvrage et coûts du bureau de projet (5 %)					204,1 M\$
Estimation du coût total du capital					4 899,2 M\$

Note 1 : Pour alléger la présentation, le montant de chaque élément a été arrondi au centième de mille, conformément aux données détaillées du fichier source d'estimation des coûts.

Note 2 : Estimation de classe D -20% à +100% de marge d'erreur.

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

Le tracé de la route raccordant la route 167 existante à la route Transtaïga fait 517,6 km de long et, pour cette étude de préféabilité phase II, les estimations de coûts sont basées sur les travaux prévus pour ses 4 tronçons différents.

Le tableau 4-3 ci-dessous présente les estimations de coûts pour tous les travaux proposés dans le cadre de l'étude sur la route 167.

Pour plus de détails sur chaque tronçon, voir les sections suivantes.

Tableau 4-3 Route 167 - Travaux prévus

Route 167 : élément de la Phase II	CHAÎNAGE (DÉBUT)	CHAÎNAGE (FIN)	LONGUEUR	ESTIMATION DES COÛTS
Route existante				
Réfection et asphaltage de la route de gravier existante	305+000	411+700	106.6 km	271 M\$
Route MTQ existante non asphaltée (pas de travaux)	411+700	553+370	141.7 km	0 \$
Réfection de la route de la mine existante	553+370	642+640	89.3 km	100 M\$
Prolongement proposé jusqu'à Transtaïga				
Nouveau prolongement de la route	642+640	814+710	172 km	658 M\$
Estimation du coût total du capital				1 053 M\$

Note 1 : Pour alléger la présentation, le sous-total de chaque élément a été arrondi en millions de dollars, conformément aux données détaillées du fichier source de l'estimation des coûts.

Note 2 : Estimation de classe D -20% à +100% de marge d'erreur.

4.3.1 4.3.1 ROUTE 167 : RÉFECTION ET ASPHALTAGE DE LA ROUTE DE GRAVIER EXISTANTE

Les travaux proposés pour ce tronçon dans le cadre de la phase II de la préféabilité comprennent la réfection et l'asphaltage de la route existante entre la route d'accès à la communauté de Mistissini et la route d'accès au lac Albanel, sur une distance approximative de 204 km.

Cette partie du projet comprend le remplacement d'un ancien pont forestier (P-0125A) à la station 351+922, mais comme ce remplacement est prévu dans le programme quinquennal du MTQ, il n'est pas inclus dans la présente estimation des coûts. Il en est de même pour le remplacement des ponceaux de drainage classés D et E (moins de 4,5 m). Par contre, nous avons inclus 49 ponceaux (plus de 4,5 m) dans les travaux de construction proposés pour la réfection.

Étant donné que ces travaux sont liés à une route existante, la gestion de la circulation a été incluse dans les travaux de chaussée. Le maintien en service d'une route existante pendant les travaux entraîne des coûts nettement plus élevés que la construction d'une nouvelle route dans une zone non aménagée, où la gestion de la circulation ne concerne que les ouvriers présents sur le chantier.

NOTE TECHNIQUE 16 – ESTIMATION DES COÛTS DE CONSTRUCTION

Le tableau 4-4 ci-dessous présente les coûts pour chaque élément et l'estimation du coût total du capital.

Tableau 4-4 Route 167 : Réfection et asphaltage de la route de gravier existante - Estimation détaillée des coûts d'investissement

ÉLÉMENT	NOTE	PRIX UNITAIRE	QUANTITÉ	SOUS-TOTAL	
Réfection de la route de gravier existante et asphaltage proposés : 305+000 to 411+700					
1	Travaux de génie civil et de terrassement	Déblai	20 \$/m ³	106 600 m ³	2,1 M\$
		Remblai	39\$/m ³	319 800 m ³	12,5 M\$
2	Infrastructures civiles	Ponts de plus de 4,5 m	-	-	0 \$
		Ponceaux de moins de 4,5 m	332 k\$/unité	49 unités	16,3 M\$
3	Drainage	Ponceau de drainage	-	-	0 \$
4	Travaux de chaussée		885 k\$/km.l	107 km.l	94,7 M\$
9	Protection environnementale	20 %	-	-	25,1 M\$
Sous-total des coûts de construction (sans les contingences et les risques)				150,7 M\$	
Contingences (30 %)				45,2 M\$	
Risque (20 %)				30,1 M\$	
Sous-total des coûts de construction				226,0 M\$	
Honoraires professionnels (étude, conception, surveillance du chantier, etc.) (15 %)				33,9 M\$	
Honoraires du maître d'ouvrage et coûts du bureau de projet (5 %)				11,3 M\$	
Estimation du coût total du capital				271,2 M\$	

Note 1 : Pour alléger la présentation, le montant du sous-total de chaque élément a été arrondi au dixième de mille, conformément aux données détaillées du fichier source de l'estimation des coûts.

Note 2 : Estimation de classe D -20% à +100% de marge d'erreur.

4.3.2 ROUTE 167 : RÉFECTION DE LA ROUTE DE LA MINE EXISTANTE

Il convient de noter que pour le tronçon situé entre les chaînages 553+370 and 642+640, la note technique 11 a étudié à la fois l'option de réfection de la route existante et celle de la construction d'une nouvelle route. Néanmoins, l'option d'amélioration de la route de la mine existante a été recommandée dans la note technique 11. Seule cette option a été prise en compte dans cette estimation. De plus, pour ce tronçon de route, en l'absence de données, des hypothèses et des suppositions conservatrices ont été faites.

Un montant forfaitaire de 100 058 000 \$ a été estimé pour l'amélioration de cette route. Il représente environ 50 % des estimations pour la construction de la nouvelle route, à l'exclusion des coûts de construction de nouveaux ponts, étant donné que les ponts de la route de la mine existante ont été construits récemment et sont considérés comme étant en bon état. Cette estimation des coûts comprend les contingences, les risques, les honoraires professionnels et les frais du maître d'ouvrage.

4.3.3 ROUTE 167 : PROLONGEMENT DE LA ROUTE JUSQU'À LA ROUTE TRANSTAÏGA

Les travaux proposés dans ce tronçon dans le cadre de la phase II de la préféabilité incluent un prolongement de la route existante vers le nord jusqu'à la route Transtaïga, sur une distance approximative de 172 km.

La route proposée comprend 23 ouvrages d'art et 63 ponceaux de plus de 4,5 m de long. Quant au nombre de ponceaux de drainage (163), il a été défini en fonction du profil projeté de la route (à chaque point bas du profil ou du terrain naturel) et le diamètre des ponceaux de drainage a été fixé de manière générique à 900 mm.

À des fins d'estimation, les critères suivants ont été retenus :

- Le déboisement est nécessaire sur toute la longueur du corridor et la largeur de l'emprise est de 35 m. Le déboisement est estimé à 668 hectares.
- Selon une étude récente sur la route Billy-Diamond, un ratio de 134 m de glissières de sécurité/km et un ratio de 1,6 dispositif de déviation latérale/km ont été utilisés. En outre, les ponts ont automatiquement 4 connecteurs de pont.

Le tableau 4-5 ci-dessous présente les coûts pour chaque élément et l'estimation du coût total du capital.

Tableau 4-5 Route 167 : Prolongement de la route jusqu'à la route Transtaïga - Estimation détaillée des coûts d'investissement

ÉLÉMENT		NOTE	PRIX UNITAIRE	QUANTITÉ	SOUS-TOTAL
Prolongement proposé de la route jusqu'à Transtaïga : 642+640 to 814+710					
1	Travaux de génie civil et de terrassement	Déblai	16 \$/m ³	2 461 000 m ³	39,4 M\$
		Remblai	33 \$/m ³	1 048 000 m ³	34,6 M\$
2	Infrastructures civiles	Ponts de plus de 4,5 m	80 k\$/m.l	468 m.l	37,4 M\$
		Ponceaux de moins de 4,5 m	257 k\$/unité	63 unités	16,2 M\$
3	Drainage	Ponceau de drainage	213 k\$/unité	163 unités	34,7 M\$
4	Travaux de chaussée		887 k\$/km.l	173 km.l	153,5 M\$
9	Protection environnementale	20 %	-	-	63,2 M\$
Sous-total des coûts de construction (sans les contingences et les risques)					378,9 M\$
Contingences (30 %)					113,7 M\$
Risque (20 %)					75,8 M\$
Sous-total des coûts de construction					568,4 M\$
Honoraires professionnels (étude, conception, surveillance du chantier, etc.) (15 %)					85,3 M\$
Honoraires du maître d'ouvrage et coûts du bureau de projet (5 %)					28,4 M\$
Estimation du coût total du capital					682,0 M\$

Note 1 : Pour alléger la présentation, le montant du sous-total de chaque élément a été arrondi au dixième de mille, conformément aux données détaillées du fichier source de l'estimation des coûts.

Note 2 : Estimation de classe D -20% à +100% de marge d'erreur.

4.4 ROUTE : LA GRANDE À WHAPMAGOOSTUI/KUJJUARAPIK

La route proposée vers Whapmagoostui/Kuujjuarapik est de 207,0 km et débute à l'évacuateur de crues de LG-2 pour traverser La Grande Rivière. La route proposée se raccorde à l'avenue Kanajuk à environ 450 m au sud de l'intersection entre la route d'accès à la gravière 33N05-6 et l'avenue Kanajuk.

La route proposée comprend 61 ouvrages d'art, dont 11 sont des ouvrages majeurs. La structure de traversée de la Grande rivière de la Baleine est la plus importante, compte tenu de la largeur de la rivière à l'endroit prévu pour la traversée. Un pont à haubans doit être envisagé pour ce site. Nous avons également inclus 81 ponceaux de plus de 4,5 m de longueur. Quant au nombre de ponceaux de drainage (374), il a été défini sur la base du profil routier projeté (à chaque point bas du profil ou du terrain naturel) et le diamètre des ponceaux de drainage a été fixé de manière générique à 900 mm.

À des fins d'estimation, les critères suivants ont été retenus :

- Le déboisement est nécessaire sur toute la longueur du corridor et la largeur de l'emprise est de 35 m. Le déboisement est estimé à 711 hectares.
- Selon une étude récente sur la route Billy-Diamond, un ratio de 134 m de glissières de sécurité/km et un ratio de 1,6 dispositif de déviation latérale/km ont été utilisés. En outre, les ponts ont automatiquement 4 connecteurs de pont.
- La gestion de la circulation est incluse dans l'élément relatif aux travaux routiers. Étant donné que les travaux proposés se déroulent dans une zone non aménagée, cet élément est considérablement réduit et limité aux besoins des travaux de construction.

Tableau 4-6 Route : La Grande à Whapmagoostui/Kuujjuarapik - Estimation détaillée des coûts d'investissement

ÉLÉMENT		NOTE	PRIX UNITAIRE	QUANTITÉ	SOUS-TOTAL
Prolongement proposé de la route : 650+000 à 822+564					
1	Travaux de génie civil et de terrassement	Déblai	29 \$/m ³	3 209 000 m ³	93,1 M\$
		Remblai	28 \$/m ³	5 894 000 m ³	165,0 M\$
2	Infrastructures civiles	Ponts de plus de 4,5 m	80 k\$/m.l	1 850 m.l	148,0 M\$
		Ponceaux de moins de 4,5 m	245 k\$/unité	81 unités	19,8 M\$
3	Drainage	Ponceau de drainage	202 k\$/unité	374 unités	75,5 M\$
4	Travaux de chaussée		771 k\$/km.l	207 km.l	159,6 M\$
9	Protection environnementale	20 %	-	-	132,2 M\$
Sous-total des coûts de construction (sans les contingences et les risques)					793,3 M\$
Contingences (30 %)					238,0 M\$
Risque (20 %)					158,7 M\$
Sous-total des coûts de construction					1 190,0 M\$
Honoraires professionnels (étude, conception, surveillance du chantier, etc.) (15 %)					178,5 M\$
Honoraires du maître d'ouvrage et coûts du bureau de projet (5 %)					59,5 M\$
Estimation du coût total du capital					1 427,9 M\$

Note 1 : Pour alléger la présentation, le montant du sous-total de chaque élément a été arrondi au dixième de mille, conformément aux données détaillées du fichier source de l'estimation des coûts.

Note 2 : Estimation de classe D -20% à +100% de marge d'erreur.

4.5 PORT À WHAPMAGOOSTUI/ KUUJJUARAPIK

Cette section présente une estimation globale des coûts de construction du port saisonnier proposé pour les bateaux à faible tirant d'eau (~6 m de profondeur) le long du rivage de Whapmagoostui/Kuujuarapik, entre l'embouchure de la Grande rivière de la Baleine et l'entrée du passage de Manitounuk. Cette estimation est basée sur des données de conception limitées et sur les prix budgétaires de projets similaires antérieurs.

L'estimation des coûts est basée sur les hypothèses suivantes :

- Hypothèse d'une équipe maritime avec 2 barges et 1 remorqueur;
- Hypothèse d'une équipe terrestre composée d'une foreuse Ranger (800), d'une chargeuse CAT 980, de trois camions de pierre de 40 tonnes, d'un bulldozer CAT D6 et d'une grue RT de 85 tonnes;
- Hypothèse : horaires de travail de 11 heures, 7 jours par semaine;
- Les travaux seront exécutés par un entrepreneur compétent qui connaît la logistique du site;
- Les travaux d'excavation et de terrassement seront réalisés à sec;
- Tous les matériaux doivent être transportés sur le site;
- La géologie doit être appropriée pour produire des enrochements et des matériaux de gravier sur le site choisi;
- La mobilisation, l'installation et la construction se dérouleront en une saison, et le démontage et la démobilisation auront lieu au cours de la deuxième saison d'eau libre. Tous les équipements resteront immobilisés pendant le reste de la période.

Tableau 4-7 Port à Whapmagoostui/Kuujuarapik - Estimation détaillée des coûts d'investissement

CATÉGORIE DE COÛT		ESTIMATION DES COÛTS (TOTAL M\$)
1	Travaux préparatoires et exploitation du site	2,3 M\$
2	Travaux de construction du port	29,2 M\$
Sous-total des coûts de construction (sans les contingences et les risques)		31,4 M\$
	Contingences (30 %)	9,5 M\$
	Risque (20 %)	6,3 M\$
Sous-total des coûts de construction		47,2 M\$
	Honoraires professionnels (étude, conception, surveillance du chantier, etc.) (15 %)	7,1 M\$
	Honoraires du maître d'ouvrage et coûts du bureau de projet (5 %)	2,4 M\$
Estimation du coût total du capital		56,6 M\$

Note 1 : Pour alléger la présentation, le montant du sous-total de chaque élément a été arrondi au dixième de mille, conformément aux données détaillées du fichier source de l'estimation des coûts.

Note 2 : Estimation de classe D -20% à +100% de marge d'erreur.

5 CONCLUSIONS

La note technique 16 vise à fournir un ordre de grandeur des coûts d'investissement initiaux pour la construction des infrastructures proposées dans le cadre des phases II et III de l'étude La Grande Alliance. Ces infrastructures sont :

PHASE II (5-10 ANS)

- **Chemin de fer : Rupert à La Grande;**
- **Route 167 : Réfection et prolongement jusqu'à la route Transtaïga;**
- **Route : La Grande à Whapmagoostui/Kuujjuarapik.**

PHASE III (10-15 ANS)

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

L'objectif n'était donc pas la précision des estimations en tant que telle, qui serait prématurée au stade d'une étude de préféabilité et de faisabilité, mais plutôt d'évaluer les principaux éléments de dépenses, et surtout d'identifier les éléments sujets à de fortes variations, et d'expliquer les raisons de ces variations et les conséquences pour les phases ultérieures. Par conséquent, plusieurs facteurs peuvent encore influencer les coûts du projet. Il s'agit notamment de :

- Méthode de financement du projet;
- Méthodes de mise en œuvre du projet;
- Facteurs politiques et exigences légales;
- Acceptabilité sociale et ajustements nécessaires pour l'atteindre;
- Communications;
- Lois et règlements;
- Protection de l'environnement;
- Facteurs climatiques et écologiques;
- Conditions sensibles du site;
- Conditions du sol et pergélisol;
- Facteurs économiques tels que l'inflation, l'état des chaînes d'approvisionnement, la disponibilité des ressources (humaines et matérielles) et des entrepreneurs au moment de l'exécution des travaux;
- Conditions du marché;
- Ressources locales limitées en main-d'œuvre;
- Planification et conception;
- Durée de la construction (variation);
- Analyse des risques.

Les estimations des coûts de construction sont basées sur les coûts unitaires ou linéaires de projets récents réalisés par les équipes de WSP au Canada et aux États-Unis, avec des ajustements pour s'adapter le mieux possible au contexte nordique local et aux conditions particulières de cette étude.

Les estimations des coûts de construction sont basées sur la description et le mètre linéaire des infrastructures décrites dans les notes techniques 10 à 15 (géotechnique, routes, chemins de fer, port, structures civiles et vue d'ensemble de la construction). Chaque responsable de discipline a été chargé de définir les coûts unitaires. La coordination et la validation sont assurées par l'estimateur des coûts et les responsables de la gestion de l'étude. Elle a été coordonnée et validée par l'estimateur des coûts et les responsables de la gestion de l'étude.

NOTE TECHNIQUE 16 – ESTIMATION DES COÛTS DE CONSTRUCTION

Les coûts sont exprimés en dollars canadiens 2022. Les coûts de construction sont basés sur des valeurs avant impôts selon les conditions économiques d'août 2022. Une indexation des coûts de 2022 a été ajoutée pour refléter les travaux prévus selon l'échéancier de construction anticipé (voir la section des principales hypothèses ci-dessous) en supposant une indexation des prix de 2,1 % par an sur la base du rapport SQI TR1 2019 qui s'élève à 2,1 %. Les coûts d'investissement ne comprennent pas l'acquisition du droit de passage, les taxes applicables et les coûts de financement.

Tableau 5-1 Estimation des coûts d'investissement des phases II et III de La Grande Alliance

INFRASTRUCTURES DES PHASES II ET III		DISTANCE	ESTIMATION DES COÛTS		TRANCHE DE COÛT
R-167	Réfection du tronçon MTQ de Mistissini au km 411	106 km	271 M\$	1 053 M\$	1,5 M\$ à 2,5 M\$ par km
	Entretien du tronçon non asphalté du MTQ du km 411 au km 553	141 km	-		
	Réfection de la route de la mine du km 553 à la mine Renard de Stornoway	89 km	100 M\$		
	Prolongement de la route de la mine Renard de Stornoway jusqu'à la route Transtaïga	172 km	685 M\$		
Route : La Grande à Whapmagoostui/Kuujjuarapik		207 km	1 428 M\$		6 M\$ à 8 M\$ par km
Chemin de fer : Rupert à La Grande		340 km	3 958 M\$		10 M\$ à 14 M\$ par km
Chemin de fer : La Grande à Whapmagoostui/Kuujjuarapik		219 km	4 899 M\$		20 M\$ à 25 M\$ par km
Port à Whapmagoostui/Kuujjuarapik		-	57 M\$		-

Note 1 : Pour alléger la présentation, le montant de chaque poste a été arrondi au dixième, selon les données détaillées du fichier source de l'estimation des coûts.

Note 2 : Estimation de classe D -20% à +100% de marge d'erreur.