

RAPPORT FINAL

ÉVALUATION DES IMPACTS DE LA CONSTRUCTION DU COMPLEXE DE LIQUÉFACTION SUR LA CAPACITÉ ROUTIÈRE DU RÉSEAU LOCAL PROJET ÉNERGIE SAGUENAY





ÉVALUATION DES IMPACTS DE LA CONSTRUCTION DU COMPLEXE DE LIQUÉFACTION SUR LA CAPACITÉ DU RÉSEAU LOCAL PROJET ÉNERGIE SAGUENAY

GNL QUÉBEC

RAPPORT FINAL

PROJET NO.: 161-00666-00

DATE : MARS 2020

WSP CANADA INC.

WSP.COM

SIGNATURES

PRÉPARÉ PAR



Nicolas Fazio, Ing. Jr (OIQ #6010239)
Analyste

2020-03-06

Date

RÉVISÉ PAR



Rémi Parenteau Cyr, Ing. (OIQ #5054234)
Analyste

2020-03-06

Date

APPROUVÉ PAR


5003715

Caroline Caron, Ing. (OIQ #5003715)
Chargée de projet

2020-03-06

Date

Le présent rapport a été préparé par WSP pour le destinataire, GNL Québec, conformément à l'entente de services professionnels. La divulgation de tout renseignement faisant partie du présent rapport relève uniquement de la responsabilité du destinataire visé. Le contenu et les opinions se trouvant dans le présent rapport sont basés sur les observations et informations disponibles pour WSP au moment de sa préparation. Si un tiers utilise, se fie, ou prend des décisions ou des mesures basées sur ce rapport, ledit tiers en est le seul responsable. WSP n'accepte aucune responsabilité quant aux dommages que pourrait subir un tiers en conséquence de l'utilisation de ce rapport ou à la suite d'une décision ou mesure prise basé sur le présent rapport. Ces limitations sont considérées comme faisant partie intégrante du présent rapport.

L'original du fichier technologique que nous vous transmettons sera conservé par WSP pour une période minimale de dix ans. Étant donné que le fichier transmis au destinataire n'est plus sous le contrôle de WSP, son intégrité n'est pas garantie. Ainsi, aucune garantie n'est donnée sur les modifications qui peuvent y être apportées ultérieurement à sa transmission au destinataire visé

TABLE DES MATIÈRES

1	INTRODUCTION	1
1.1	Contexte	1
1.2	Objectifs	1
1.3	Intrants	1
2	LOCALISATION DU SITE	2
3	SITUATION ACTUELLE	3
3.1	Débits de circulation horaires	3
4	CIRCULATION GÉNÉRÉE PAR LA CONSTRUCTION DU COMPLEXE	4
4.1	Hypothèses	4
4.1.1	Débits de camionnage	4
4.1.2	Navettage	4
4.1.3	Horaire de travail	5
4.2	Circulation générée	5
4.2.1	Débits journaliers	5
4.2.2	Débits de pointe horaires	6
4.2.3	Analyse de capacité du chemin de la Grande-Anse	7
5	CONCLUSION	9
5.1	Recommandations	9
6	RÉFÉRENCES	10

TABLEAUX

TABLEAU 1 PHASES DE RÉALISATIONS ET TRAVAUX PRÉVUS.....	4
TABLEAU 2 NOMBRE DE BUS ESTIMÉS PAR PHASE DE RÉALISATION	5
TABLEAU 3 NOMBRE DE DÉPLACEMENTS PAR BUS ET PAR CAMIONS GÉNÉRÉS ANNUELLEMENT PAR PHASE DE RÉALISATION.....	5
TABLEAU 4 RÉPARTITION DES DÉPLACEMENTS BUS SELON L'HEURE ET LA DIRECTION DU LUNDI AU JEUDI....	7

FIGURES

FIGURE 1 LOCALISATION DU COMPLEXE DE LIQUÉFACTION.....	2
FIGURE 2 DÉBITS DES POINTES HORAIRES À PROXIMITÉ DU COMPLEXE EN NOMBRE DE VÉHICULES.....	3
FIGURE 3 VARIATION ANNUELLE DU DÉBIT JOURNALIER SUR LES TRONÇONS DU CHEMIN DE LA GRANDE-ANSE	6
FIGURE 4 DÉBITS DE POINTE HORAIRE PRÉVUS ...	7

ANNEXES

A	NIVEAUX DE SERVICE D'UN SEGMENT DE ROUTE
---	--

1 INTRODUCTION

1.1 CONTEXTE

Dans le cadre de l'étude environnementale du projet octroyée à WSP, l'entreprise GNL Québec souhaite réaliser une étude de capacité du réseau local durant la phase de construction du complexe de liquéfaction. Cette étude vise à quantifier l'augmentation proportionnelle de la circulation générée par la construction du complexe sur le chemin de la Grande-Anse entre le site et l'A-70. Elle vise aussi à valider l'efficacité de la proposition de navettage privilégiée par l'initiateur du projet pour la période de construction. Enfin, des recommandations sont formulées afin de favoriser l'intégration du navettage et du camionnage additionnel sur les routes locales en périphérie du site de construction.

1.2 OBJECTIFS

Les principaux objectifs de l'étude sont :

- Analyse des débits de pointe horaires et journaliers de la situation actuelle sur le chemin de la Grande-Anse;
 - Analyse de la variation des débits de pointe horaires et journaliers générés par le transport de marchandises et des travailleurs sur une période de 5 ans (2021 à 2025);
 - Évaluation de l'impact sur la circulation des déplacements générés par le transport de marchandises et des travailleurs aux heures de pointe et journalière sur le chemin de la Grande-Anse sur une période de 5 ans;
 - Évaluation de la performance du chemin de la Grande-Anse par une analyse de la capacité aux heures de pointe AM et PM de chaque année de construction (2021 à 2025).
-

1.3 INTRANTS

Les intrants suivants ont été mis à disposition dans le cadre de l'étude :

- Comptages réalisés sur différents tronçons du chemin de la Grande-Anse par le MTQ entre 2017 et 2019;
 - Entre la route 170 et la route 372;
 - Entre la route 372 et le chemin St-Joseph;
 - Entre le chemin St-Joseph et Route de l'Anse à Benjamin;
- Débits mensuels d'autobus et de camions prévus pendant la construction fournis par le client.

2 LOCALISATION DU SITE

Le site de construction du complexe de liquéfaction se situe sur un terrain appartenant à l'Administration portuaire de Saguenay, près du complexe maritime de Grande-Anse dans l'arrondissement de La Baie. Le site est accessible via le chemin de la Grande-Anse, une route collectrice rurale reliant l'autoroute interurbaine 70 et la route régionale 372. Le projet s'inscrit dans un secteur industrialo-portuaire à faible densité. La Figure 1 illustre la localisation du complexe.



Figure 1 Localisation du complexe de liquéfaction

3 SITUATION ACTUELLE

3.1 DÉBITS DE CIRCULATION HORAIRES

Les débits de circulation horaires sont issus de comptages fournis par le MTQ réalisés à l'intersection de la route 372 et du chemin de la Grande-Anse ainsi que sur trois (3) segments du chemin de la Grande-Anse. Ces comptages se sont respectivement tenus en 2012 et entre 2017 et 2019.

- Intersection de la route 372 avec le chemin de la Grande-Anse (2012)
- Segment entre la route 170 et la route 372 (2018)
- Segment entre la route 372 et le chemin St-Joseph (2019)
- Segment entre le chemin St-Joseph et Route de l'Anse à Benjamin (2017)

Le comptage de 2012 a été comparé aux débits mesurés entre 2017 et 2019 afin d'évaluer l'évolution des débits sur le chemin de la Grande-Anse dans le temps. Cette analyse révèle une baisse de l'achalandage sur le segment du chemin de la Grande-Anse au sud de l'intersection avec la R-372 dans les deux directions durant la pointe du matin et de l'après-midi.

Au nord de l'intersection avec la R-372, une augmentation du débit du mouvement pendulaire nord-sud a été observé. Il y avait donc un débit plus important vers (71%) et depuis (81%) le site du complexe en pointe du matin et de l'après-midi respectivement en 2019 qu'en 2012.

La figure 2 présente les débits de circulation aux heures de pointe près du site du complexe de liquéfaction. La période de pointe AM identifiée à partir des comptages se déroule entre 7h00 et 8h00 alors que la pointe PM se déroule entre 16h00 et 17h00. Les débits de circulation demeurent relativement faibles entre le chemin de l'Anse à Benjamin et la route 372, mais augmentent considérablement à proximité de l'A-70, notamment en raison des débits plus élevés de la route 372.

Les débits de pointe horaire relevés sur la portion du chemin de la Grande-Anse sont faibles des deux côtés de la R-372. L'analyse de ces débits montre que l'achalandage est plus important au sud de la R-372 qu'au nord de celle-ci.

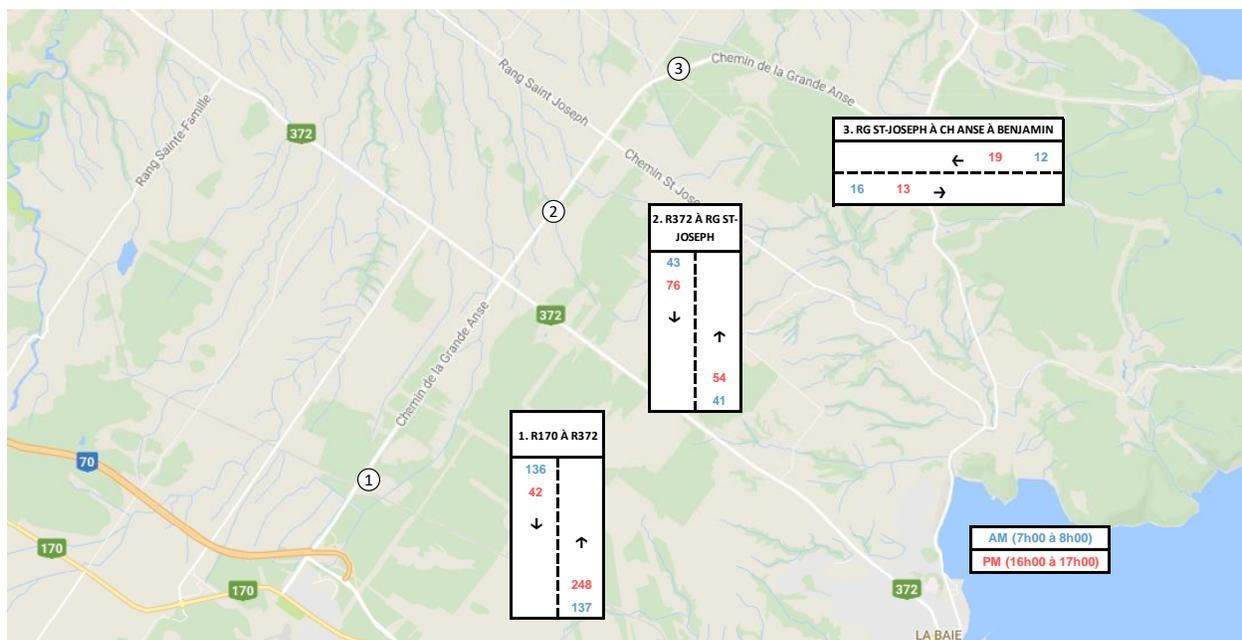


Figure 2 Débits des pointes horaires à proximité du complexe en nombre de véhicules

4 CIRCULATION GÉNÉRÉE PAR LA CONSTRUCTION DU COMPLEXE

4.1 HYPOTHÈSES

La réalisation des travaux de construction du complexe de liquéfaction est prévue sur une période de cinq (5) ans. Les hypothèses de transport de travailleurs et de marchandises pour la construction du complexe sont basées sur les données fournies par le client.

Tableau 1 Phases de réalisations et travaux prévus

Année de réalisation	Travaux prévus
2021	Travaux préliminaires
2022	Début des travaux d'ingénierie, d'approvisionnement et de construction (EPC)
2023	Travaux intermédiaires d'EPC
2024	Période culminante des travaux d'EPC
2025	Fin des travaux d'EPC
Pointe	Période de travaux intensifs

4.1.1 DÉBITS DE CAMIONNAGE

Le débit de camionnage considéré est lié aux activités de livraison de marchandises, soit les déplacements entrants et sortants du site de construction et circulant sur le chemin de la Grande-Anse. Les déplacements effectués à l'intérieur même du site ne sont pas comptabilisés puisque qu'ils n'ont aucune influence sur les conditions de circulation du réseau routier.

Une moyenne de 150 à 180 camions par mois (7 à 8 par jour) sont prévus pour le transport de marchandises alors qu'en période plus achalandée, ce chiffre pourrait augmenter à 350 à 400 camions par mois (16 à 18 par jour). Les heures de livraison considérées sont concentrées périodes de pointe du matin et de l'après-midi. Ainsi, l'achalandage horaire des camions aux heures de pointe varie entre quatre (4) et neuf (9) camions pour les périodes d'achalandage régulières et particulières, respectivement.

4.1.2 NAVETTAGE

Il est attendu que la totalité des travailleurs et du personnel administratif profitera du service de transport par autobus qui sera mis en place dès la première phase de construction du complexe de liquéfaction. Le nombre d'autobus estimé à chacune des phases de réalisation est présenté au Tableau 2. Un taux d'occupation de 48 passagers par véhicules a été considéré pour l'estimation du nombre d'autobus requis.

Les quarts de travail débuteront en trois vagues décalées de 30 minutes. La mobilisation des autobus sur le réseau tiendra donc compte de cette particularité, les bus ne circuleront pas en peloton sur le chemin de la Grande-Anse, mais seront plutôt répartis dans le temps pendant les périodes AM, entre 6h00 et 8h00, et PM, entre 16h00 et 18h00 (du lundi au jeudi) et entre 14h00 et 16h00 (vendredi).

Le Tableau 2 présente le nombre de bus estimés par phase de réalisation et le nombre de déplacements correspondants par jour. Comme ces autobus doivent entrer et sortir du site en début et en fin de quart de travail, réalisant ainsi deux (2) aller-retour, chaque autobus génère quotidiennement quatre déplacements sur le chemin de la Grande-Anse.

Tableau 2 Nombre de bus estimés par phase de réalisation

Année de réalisation	Nombre de bus estimés	Nombre de déplacements par jour
2021	15 bus/jour	60 dépl./jour
2022	30 bus/jour	120 dépl./jour
2023	75 bus/jour	300 dépl./jour
2024	90 bus/jour	360 dépl./jour
2025	40 bus/jour	160 dépl./jour
Pointe	105 bus/jour	420 dépl./jour

4.1.3 HORAIRE DE TRAVAIL

Les travaux reliés à la construction du complexe seront réalisés durant un quart de travail de jour. Des quarts de dix (10) heures sont prévus du lundi au jeudi, et un quart de huit (8) heures le vendredi, pour un total de 48 heures par semaine. L'étude est réalisée sur une journée typique de semaine, le vendredi n'est donc pas considéré. Les travailleurs seront déplacés sur les lieux en trois vagues d'autobus décalées de 30 minutes chaque matin, soit à 6h30, 7h00 et 7h30. Aucun travail de soir, de nuit ou de fin de semaine relié à la construction du complexe n'est prévu dans la planification initiale, à moins de circonstances particulières.

4.2 CIRCULATION GÉNÉRÉE

4.2.1 DÉBITS JOURNALIERS

Selon les hypothèses précédentes, il est prévu qu'un nombre variant entre 15 et 90 autobus par jour seront nécessaires pour assurer le transport quotidien des travailleurs durant les cinq années de réalisation des travaux de construction du complexe, avec un maximum de 105 autobus par jour en période de plus forte intensité. Ce qui correspond à un intervalle de 60 à 360 déplacements par jour en moyenne pouvant aller jusqu'à 420 déplacements par jour en période de fort achalandage. Les débits de camionnage prévus sont assez faibles et n'auront pas d'impact important sur les conditions de circulation sur le chemin de la Grande-Anse. Les débits journaliers moyens des autobus et des camions sur le chemin de la Grande-Anse pour chacune des années de réalisation sont présentés au Tableau 3. Tel que mentionné, chaque autobus effectue quatre (4) déplacements par jour (aller-retour au début et à la fin des quarts de travail), alors que chaque camion effectue deux (2) déplacements quotidiennement.

Tableau 3 Nombre de déplacements journaliers par bus et par camions générés par phase de réalisation

		DIRECTION NORD	DIRECTION SUD	TOTAL
BUS	2021	30	30	60
	2022	60	60	120
	2023	150	150	300
	2024	180	180	360
	2025	80	80	160
	Pointe	210	210	420
CAMIONS	Moyenne	16	16	32
	Pointe	36	36	72

La Figure 3 présente l'augmentation proportionnelle des débits sur chacun des tronçons à l'étude lors des différentes phases de réalisation par rapport aux débits mesurés en 2017, 2018 et 2019. Seuls les déplacements générés par les autobus et les camions sont considérés dans les prévisions de débits futurs. En effet, les déplacements en véhicules personnels sont négligeables en raison des mesures mises en place (transport par autobus et absence de stationnement sur le site) prévues pour limiter ce type de déplacements.

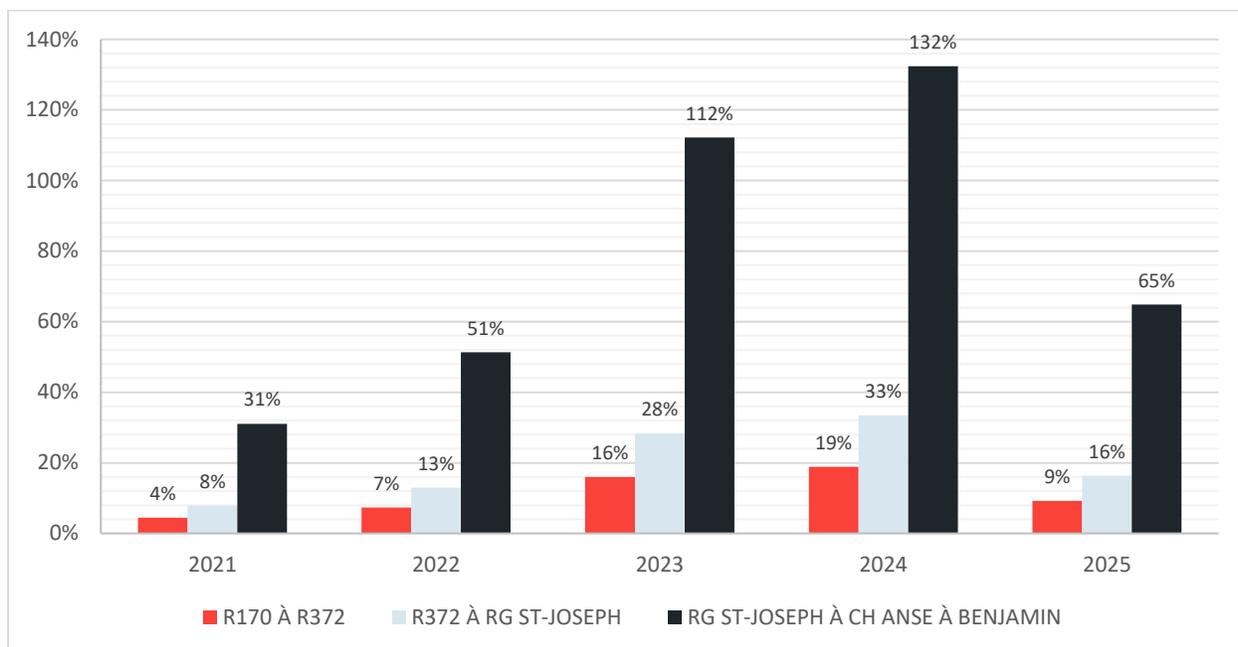


Figure 3 Variation annuelle du débit journalier sur les tronçons du chemin de la Grande-Anse

Selon une moyenne journalière tirée d'un comptage réalisé sur deux journées de septembre 2017, il ne circule pas plus de 300 véhicules par jour sur le chemin de la Grande-Anse entre le rang Saint-Joseph et le chemin de l'Anse à Benjamin, toutes directions confondues.

Au plus fort de la réalisation des travaux, c'est près de 400 déplacements de véhicules lourds (autobus et camions) qui s'ajouteront à la circulation actuelle, ce qui représente une hausse de 132%. En période de plus fort achalandage, l'augmentation des débits de circulation peut atteindre 166%, soit près de 500 véhicules supplémentaires quotidiennement. Ce segment du chemin de la Grande-Anse est toutefois le moins achalandé des trois tronçons, d'où l'augmentation proportionnelle la plus forte.

En moyenne, près de 1200 véhicules circulent quotidiennement sur le tronçon entre la route 372 et le rang Saint-Joseph. Une hausse de 8% à 33% des déplacements y est prévue au cours des cinq années de construction du site (jusqu'à 42% en période culminante). Finalement, le tronçon reliant la route 70 et la route 372, qui enregistre des débits moyens journaliers d'un peu plus de 2000 véhicules percevra une augmentation de 4% à 19% des déplacements (jusqu'à 24% en période culminante).

4.2.2 DÉBITS DE POINTE HORAIRES

Considérant les différentes vagues de début du quart de travail mentionnées à la section 4.1.3, tous les autobus ne seront pas affectés sur le chemin de la Grande-Anse à la même heure.

- Vague de 6h30 : Les déplacements en direction nord et sud se tiendront entre 6h00 et 7h00, soit en dehors de l'heure de pointe considérée.
- Vague de 7h00 : Les déplacements en direction nord (vers le site) se tiendront également entre 6h00 et 7h00, alors que les déplacements en direction sud (retour du site) coïncident avec l'heure de pointe entre 7h00 et 8h00.
- Vague de 7h30 : Les déplacements toutes directions se feront durant l'heure de pointe.
- La même hypothèse s'applique aux déplacements de soirée du lundi au jeudi pour la période s'étalant de 16h00 à 18h00.

Les déplacements de camions sont uniformément répartis sur les heures de chacune des deux périodes de pointe, conformément aux hypothèses mentionnées. L'analyse tient donc compte de la situation la plus contraignante dans la

mesure de l'impact sur la circulation, soit les déplacements réalisés en période de pointe. Le tableau illustre la répartition horaire des déplacements des autobus dans les directions nord et sud du chemin de la Grande-Anse en fonction des débuts et fins des quarts de travail.

Tableau 4 Répartition des déplacements bus selon l'heure et la direction du lundi au jeudi

	6h00 - 7h00	7h00 – 8h00	16h00 – 17h00*	17h00 – 18h00*
Direction nord	66%	33%	66%	33%
Direction sud	33%	66%	33%	66%

Les déplacements du vendredi PM se réalisent en dehors de la période de pointe (non représentés ici)

La variation des débits horaires due à l'ajout des bus et des camions est présentée en valeurs brutes en raison du faible achalandage actuel du chemin de la Grande-Anse. Ainsi, la Figure 4 présente les débits de circulation futurs aux heures de pointe étudiées sur le chemin de la Grande-Anse à chacune des phases de construction.

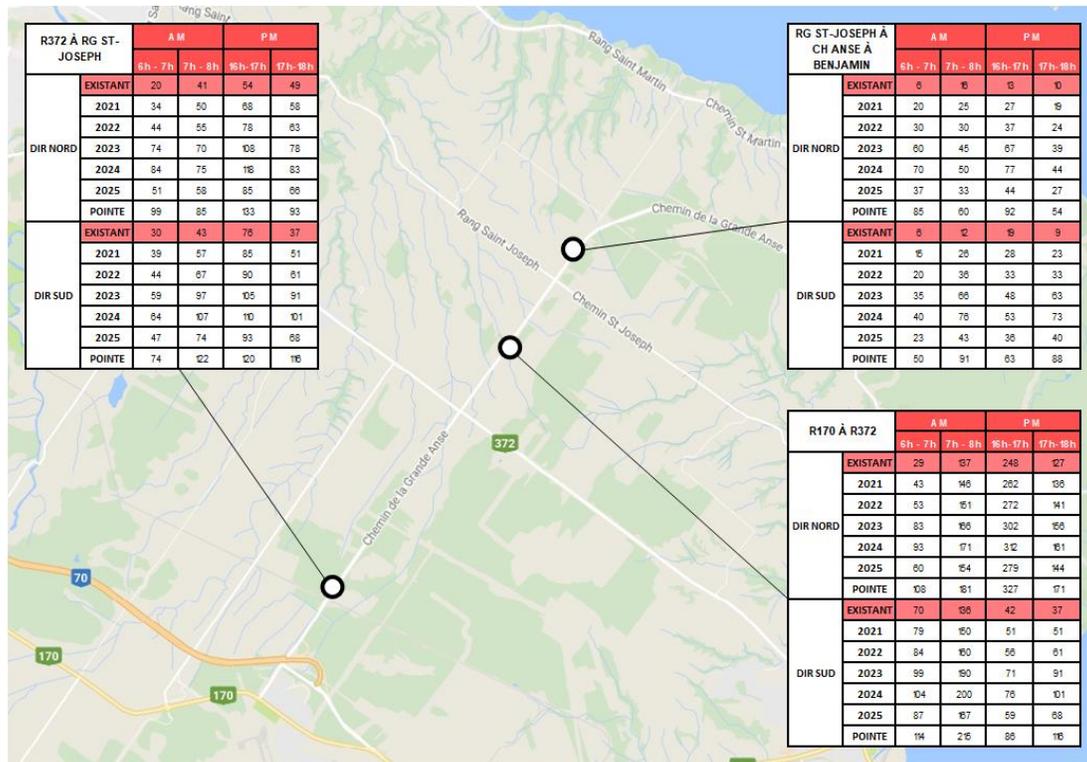


Figure 4 Débits de pointe horaire prévus

4.2.3 ANALYSE DE CAPACITÉ DU CHEMIN DE LA GRANDE-ANSE

Le chemin de la Grande-Anse est une route collectrice d'un milieu rural dont la vitesse affichée est de 90 km/h. Une capacité théorique de 3200 véhicules par heure, pour un maximum directionnel de 1700 véhicule par heure par voie, est considérée.

Selon la Figure 4, la demande actuelle la plus élevée est de 250 véhicules par heure par voie sur l'un des tronçons du chemin de la Grande-Anse. Le nombre de véhicules lourds n'est pas connu, mais une hypothèse de 10% de véhicules

lourds est posée. En considérant un facteur véhicule-équivalent (*passenger car equivalents*) de 1,4 pour les camions et les autobus, la demande actuelle majorée atteint 260 véhicules à l'heure.

La demande brute ajoutée de camions et d'autobus prévue en période de pointe culminante des travaux est d'environ 80 véhicules. Toujours en considérant un facteur véhicule-équivalent de 1,4, le débit ajouté est d'environ 115 véhicules à l'heure, soit un total de 375 véhicules à l'heure sur le chemin de la Grande-Anse, ce qui demeure bien en deçà de la capacité théorique de la route.

Tableau 5 Facteur véhicule-équivalent des véhicules lourds selon le débit

Vehicle Type	Directional Demand Flow Rate, V_{vph} (veh/h)	Level Terrain and Specific Downgrades	
		Specific Downgrades	Rolling Terrain
Trucks, E_T	≤100	1.9	2.7
	200	1.5	2.3
	300	1.4	2.1
	400	1.3	2.0
	500	1.2	1.8
	600	1.1	1.7
	700	1.1	1.6
	800	1.1	1.4
	≥900	1.0	1.3
RVS, E_R	All flows	1.0	1.1

Note: Interpolation to the nearest 0.1 is recommended.

La démarche illustrée en annexe est tirée du guide d'analyse de capacité du HCM. L'*Average Travel Speed* (Annexe A – Exhibit 15-2a) et le *Percent Time-Spent-Following* (Annexe A – Exhibit 15-2b) sont deux paramètres servant à définir le niveau de service d'un segment de route.

L'*Average Travel Speed* est déterminé à partir de la vitesse affichée sur la route (90 km/h \approx 55 mi/h) et le débit directionnel.

Le *Percent Time-Spent-Following* est quant à lui déterminé à partir des débits directionnel (375 véhicules à l'heure) et opposé (105 véhicules à l'heure) en considérant toujours une majoration en véhicules-équivalents.

À partir de la demande en circulation la plus élevée durant les travaux de construction du complexe de liquéfaction, des niveaux de service de « A » ou de « B »¹ seraient prévus. Par ailleurs, les ratios de débit sur capacité sont généralement inférieurs à 15%. Ainsi, il est attendu que les véhicules pourraient y circuler à la vitesse affichée la majorité du temps sans gêne, ce qui suggère une bonne performance de l'infrastructure de transport.

¹ Les niveaux de service en tronçon sont déterminés en fonction de la vitesse de circulation moyenne et du temps en poursuite des véhicules. Les conditions de circulation sont classées selon des niveaux de service de A à F. Les niveaux A à C indiquent de bonnes conditions de circulation; les niveaux D et E indiquent des conditions moins bonnes avec un ralentissement de vitesse et un niveau F indique de la congestion.

5 CONCLUSION

La présente étude de capacité routière avait pour but de quantifier l'augmentation de la circulation générée par la construction du complexe de liquéfaction sur le chemin de la Grande Anse et de valider l'efficacité de la proposition de navettage privilégiée par l'initiateur du projet. Les analyses portaient sur les débits de pointe horaire et journaliers des situations actuelle et projetée (période de 5 ans).

Dans un premier temps, le portrait de la circulation actuelle a été brossé grâce aux comptages du ministère des Transports du Québec réalisés en 2012 et entre 2017 et 2019. L'analyse a révélé une augmentation importante des débits de circulation en pointe du matin et de l'après-midi variant entre 71% et 81% selon la direction. Le segment du chemin de la Grande Anse compris entre les routes 170 et 372 enregistre les plus importants débits, mais ne présente pas de problème de capacité.

Dans un second temps, la génération des débits de circulation de chacune des années de réalisation du complexe de liquéfaction a été réalisée à partir du plan de navettage de l'initiateur et des prévisions de camionnage. Il est prévu qu'au plus fort des phases de construction, près de 105 autobus seront nécessaires par jour pour assurer le transport des travailleurs et près de 18 camions se chargeront du transport de la marchandise. Ces volumes ont été répartis sur chacune des périodes de pointe de la journée en fonction de l'horaire de travail planifié (entre 6h00 et 8h00 et entre 16h00 et 18h00) et en considérant des déplacements pendulaires.

À l'année 2024, c'est près de 400 déplacements de véhicules lourds (autobus et camions) qui s'ajouteront à la circulation actuelle, soit une hausse de 19% sur le segment le plus achalandé du chemin de la Grande Anse, et près de 500 véhicules au point culminant des travaux, soit une hausse de 24%.

Il est toutefois attendu que les conditions de circulation demeureront satisfaisantes avec des niveaux de service de « A » ou « B » pour une circulation respectant la limite affichée. Globalement, le chemin de la Grande-Anse a une capacité suffisante pour accommoder la circulation additionnelle et les impacts sur la circulation générés par le projet seront faibles.

5.1 RECOMMANDATIONS

Ainsi, bien qu'il soit attendu que les véhicules pourront circuler sur le chemin de la Grande-Anse à la vitesse affichée la majorité du temps sans gêne avec les autres véhicules et qu'une bonne performance de l'infrastructure de transport est prévue, des recommandations spécifiques sont formulées à l'initiateur afin de minimiser les impacts potentiels associés à la circulation additionnelle :

- En amont de l'amorce des travaux de construction, organiser une rencontre auprès des représentants locaux du ministère des Transports du Québec et de la municipalité afin de leur présenter le plan de navettage privilégié et les diverses mesures d'atténuation du transport proposées;
- Développer un plan de sensibilisation des camionneurs afin de limiter leur impact sur le voisinage (respect des limites de vitesse, limitation de l'usage des freins par compression « Jacob », vérification de la pression des pneus, etc.);
- Mettre en place un plan de communication pour informer la population du secteur de la circulation routière.

6 RÉFÉRENCES

- Port Saguenay, (nd). Complexe d’exportation de gaz naturel liquéfié (GNL) – Projet Énergie Saguenay. Tiré de : <https://www.portsaguenay.ca/fr/page/energie-saguenay-complexe-de-gnl>
- MTQ. Comptages Chemin de la Grande Anse.
- TRB, (2016). Highway capacity manual *chapter 15 – Two-Lane Highways*.

ANNEXES

A NIVEAUX DE SERVICE D'UN SEGMENT DE ROUTE (HCM)

- Level terrain, and
- No impediments to through traffic (e.g., traffic signals, turning vehicles).

Traffic can operate ideally only if lanes and shoulders are wide enough not to constrain speeds. Lanes narrower than 12 ft and shoulders narrower than 6 ft have been shown to reduce speeds.

The length and frequency of no-passing zones are a result of the roadway's horizontal and vertical alignment. No-passing zones may be marked by barrier centerlines in one or both directions, but any segment with a passing sight distance less than 1,000 ft should also be considered as a no-passing zone.

Passing in the opposing lane of flow may be necessary on a two-lane highway. It is the only way to fill gaps forming in front of slow-moving vehicles in the traffic stream. Restrictions on the ability to pass significantly increase the rate at which platoons form in the traffic stream, since motorists are unable to pass slower vehicles in front of them.

Basic Speed–Flow Relationships

Exhibit 15-2 shows the relationships among flow rate, ATS, and PTSF for an extended directional segment of two-lane highway under base conditions. While the two directions of flow interact on a two-lane highway (because of passing maneuvers), this chapter analyzes each direction separately.

Exhibit 15-2(b) illustrates a critical characteristic of two-lane highways. Relatively low directional volumes create high PTSF values. With only 800 pc/h in one direction, PTSF ranges from 60% (with 200 pc/h opposing flow) to almost 80% (with 1,600 pc/h opposing flow). In contrast, typically acceptable speeds can be maintained on uninterrupted-flow multilane highways at relatively high proportions of capacity. However, on two-lane highways, service quality begins to deteriorate at relatively low demand flows.

CAPACITY AND LOS

Capacity

A two-lane highway's capacity under base conditions is 1,700 pc/h in one direction, with a limit of 3,200 pc/h for the total of both directions. Because of the interactions between directional flows, when a capacity of 1,700 pc/h is reached in one direction, the maximum opposing flow is limited to 1,500 pc/h.

Capacity conditions are rarely observed except in short segments. Because service quality deteriorates at relatively low demand flow rates, most two-lane highways are upgraded before demand approaches capacity. Nevertheless, evaluating two-lane highway operations at capacity is important for evacuation planning, special event planning, and assessment of the downstream impacts of incident bottlenecks once they are cleared.

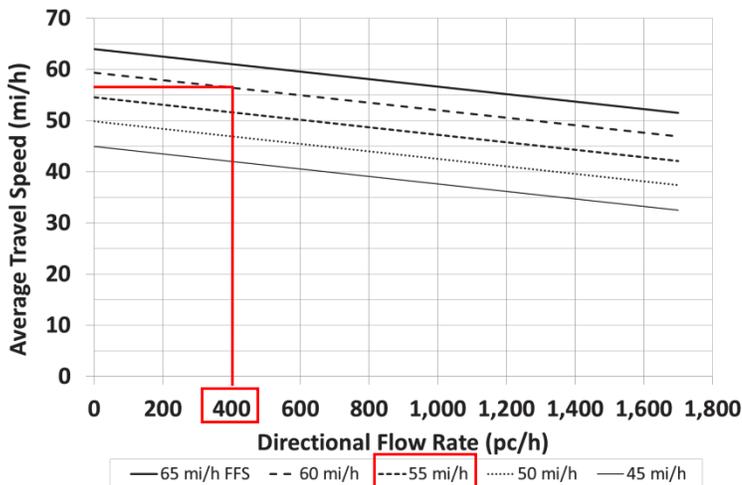
Two-way flow rates as high as 3,400 pc/h can be observed for short segments fed by high demands from multiple or multilane facilities. This may occur at tunnels or bridges, for example, but such flow rates cannot be expected over extended segments.

PTSF is the average percentage of time that vehicles must travel in platoons behind slower vehicles due to the inability to pass.

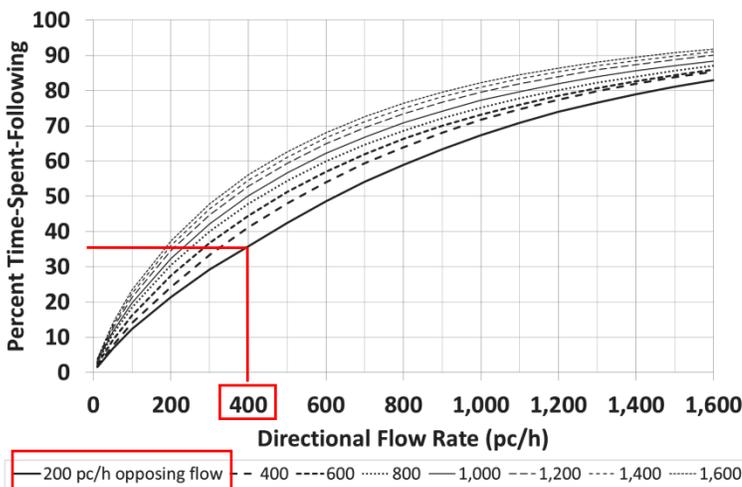
Capacity of a two-lane highway under base conditions is 1,700 pc/h in one direction, with a maximum of 3,200 pc/h in the two directions.

Although capacity conditions are rarely observed in normal operation, they are important to consider for evacuation and special event planning.

Exhibit 15-2
Speed-Flow and PTSF Relationships for Directional Segments with Base Conditions



(a) ATS Versus Directional Flow Rate



(b) PTSF Versus Directional Flow Rate

Capacity is not defined for bicycle facilities on two-lane highways because of a lack of data. Bicycle volumes approaching capacity do not often occur on two-lane highways except during special bicycle events, and little information is available on which to base a definition.

Levels of Service

Motorized Vehicle Mode

Because of the wide range of functions of two-lane highways, three service measures are used to describe motorized vehicle LOS, depending on the highway class:

1. *ATS* reflects mobility on a two-lane highway. It is defined as the highway segment's length divided by the average travel time for vehicles to traverse it during the analysis period.

2. *PTSF* represents the freedom to maneuver and the comfort and convenience of travel. It is the average percentage of time that vehicles must travel in platoons behind slower vehicles due to the inability to pass. Because this characteristic is difficult to measure in the field, a surrogate measure is the percentage of vehicles traveling at headways of less than 3.0 s at a representative location within the highway segment. *PTSF* also represents the approximate percentage of vehicles traveling in platoons.
3. *Percent of free-flow speed (PFFS)* represents the ability of vehicles to travel at or near the posted speed limit. It is the ratio of *ATS* to *FFS*. The exact relationship between *FFS* and speed limit depends heavily on local policies on setting such limits and on enforcement practices.

On Class I two-lane highways, both average speed and delay experienced while waiting to pass are important to motorists. Therefore, *LOS* is defined in terms of both *ATS* and *PTSF* for these highways. On Class II highways, travel speed is not a significant issue to drivers; therefore, *LOS* is defined in terms of *PTSF* only. On Class III highways, high speeds are not expected, and passing restrictions are not a major concern due to the relatively short lengths of Class III segments. Instead, motorists would like to make steady progress at or near the speed limit. Therefore, *PFFS* is used to define *LOS* on Class III highways. Exhibit 15-3 presents the motorized vehicle *LOS* criteria for two-lane highways.

Exhibit 15-3
Motorized Vehicle *LOS* for
Two-Lane Highways

<i>LOS</i>	Class I Highways		Class II Highways	Class III Highways
	<i>ATS</i> (mi/h)	<i>PTSF</i> (%)	<i>PTSF</i> (%)	<i>PFFS</i> (%)
A	>55	≤35	≤40	>91.7
B	>50–55	>35–50	>40–55	>83.3–91.7
C	>45–50	>50–65	>55–70	>75.0–83.3
D	>40–45	>65–80	>70–85	>66.7–75.0
E	≤40	>80	>85	≤66.7
F	Demand exceeds capacity			

Note: For Class I highways, *LOS* is determined by the worse of *ATS*-based *LOS* and *PTSF*-based *LOS*.

Because driver expectations and operating characteristics on the three classes of two-lane highways are different, a single definition of operating conditions at each *LOS* is difficult to provide.

Two characteristics, however, have a significant impact on actual operations and driver perceptions of service:

- *Passing capacity*: Since passing maneuvers on two-lane highways are made in the opposing direction of flow, the ability to pass is limited by the opposing flow rate and by the distribution of gaps in the opposing flow.
- *Passing demand*: As platooning and *PTSF* increase in a given direction, the demand for passing maneuvers increases. As more drivers are caught in a platoon behind a slow-moving vehicle, they will desire to make more passing maneuvers.

Both passing capacity and passing demand are related to flow rates. As flow in the travel direction increases, passing demand in the travel direction also increases. As flow in the opposing direction increases, passing capacity in the travel direction decreases.