

Le gaz naturel liquéfié : un carburant marin pour la côte Ouest du Canada



Avril 2014

Le gaz naturel liquéfié : un carburant marin pour la côte Ouest du Canada



Participants au projet

- › American Bureau of Shipping
- › BC Ferries
- › British Columbia Institute of Technology
- › Initiative canadienne du gaz naturel/Alliance canadienne pour les véhicules au gaz naturel
- › Association canadienne de normalisation
- › Encana
- › FortisBC
- › Gouvernement du Canada (Transports Canada, Environnement Canada, Ressources naturelles Canada)
- › Registre de la Lloyd's
- › Port Metro Vancouver
- › Province de la Colombie-Britannique (Ministry of Transportation and Infrastructure, Pacific Gateway Branch)
- › Rolls-Royce
- › Seaspan
- › Shell
- › STX Canada Marine
- › Teekay
- › Wärtsilä
- › Westport Innovations

Avant-propos

Le gaz naturel liquéfié (GNL) est un carburant marin très prometteur pour le Canada. Son prix abordable, son abondance et son profil d'émissions très faibles lorsqu'il est utilisé dans des applications marines le placent en bonne position pour réaliser une percée dans le secteur maritime. Les propriétaires de navires s'intéressent de plus en plus au gaz naturel comme carburant de rechange en raison des nouveaux règlements plus stricts sur les émissions marines qui entreront en vigueur en Amérique du Nord en 2015.

Contrairement aux nombreuses autres options pour réduire les émissions, l'utilisation du gaz naturel peut offrir un bon rendement du capital investi aux propriétaires de navires. En outre, le gaz naturel présente certains avantages en matière d'émissions – notamment une réduction des émissions des principaux contaminants comme les oxydes de soufre, les oxydes d'azote et les particules en suspension – et il diminue les gaz à effet de serre.

L'accès du gaz naturel au marché représente un défi. La réglementation canadienne actuelle doit être remaniée de manière à inclure le gaz naturel comme carburant marin, alors que les codes, les normes, les règlements, la formation du personnel, les procédures et pratiques d'exploitation et l'infrastructure d'approvisionnement en carburant sont tous parvenus à différentes étapes de leur mise en place. Il est nécessaire de déterminer et de mettre en pratique ce qui fonctionnera pour le Canada, d'autant plus que des projets de GNL marin en phase précoce sont menés tant dans l'Ouest que dans l'Est du Canada.

Le projet sectoriel mixte axé sur la côte Ouest procure à un large éventail de parties prenantes une excellente occasion de collaborer et d'enrichir notre connaissance collective des obstacles liés à l'utilisation du GNL marin, notamment la meilleure manière de les surmonter. Une collaboration continue sera essentielle afin de dégager la voie réglementaire et d'assurer que les ressources de gaz naturel abondantes du Canada peuvent être utilisées dans le secteur maritime.

Au nom du Comité directeur, j'aimerais remercier les participants au projet pour leurs nombreuses contributions à ces travaux.

A handwritten signature in blue ink that reads "Alicia Milner".

Alicia Milner

Présidente, Comité directeur du Projet sectoriel mixte sur le GNL marin de la côte Ouest
Présidente, Alliance canadienne pour les véhicules au gaz naturel

Table des matières

Sommaire	 2
Introduction	 5
1 État de préparation de la technologie	 6
1.1 Le gaz naturel et son utilisation comme carburant marin	7
1.2 Liquéfaction et stockage en vrac	7
1.3 Distribution et ravitaillement en carburant	8
1.4 Stockage à bord et distribution	9
1.5 Technologies des moteurs	9
1.6 Systèmes de propulsion à moteur au GNL	10
1.7 Technologies de sécurité	10
1.8 Perspectives d'avenir	11
1.9 Conclusions	11
2 Options d'infrastructure	 12
2.1 L'offre et la demande sur la côte Ouest	13
2.2 Infrastructure en place et planifiée	14
2.3 Tarification du gaz naturel sur le marché de la Colombie-Britannique	15
2.4 Développement et coûts de l'infrastructure de livraison	15
2.5 Scénarios de coût de livraison	16
2.6 Conclusions	17
3 Avantages économiques	 18
3.1 Méthodologie du modèle	19
3.2 Navires des études de cas	21
3.3 Résultats de l'analyse du cycle de vie	22
3.4 Analyse de la flotte et demande de GNL	24
3.5 Conclusions	25
4 Avantages environnementaux	 26
4.1 Carburants marins et options de système de propulsion	27
4.2 Émissions	28
4.3 Conformité aux exigences en matière d'émissions	29
4.4 Options en matière de conformité	30
4.5 Pollution accidentelle	30
4.6 Modélisation des avantages en matière d'émissions	31
4.7 Réduction des émissions sur la côte Ouest	32
4.8 Conclusions	32
5 Défis associés à la réglementation	 33
5.1 Une approche pour le Canada	34
5.2 Cadre réglementaire international	34
5.3 Cadres réglementaires nationaux	35
5.4 Considérations provinciales	36
5.5 Autorités portuaires	36
5.6 Détermination et évaluation des risques	37
5.7 Lacunes décelées	37
5.8 Ajouts recommandés au cadre réglementaire du Canada	38
5.9 Conclusions	39
6 Ressources humaines	 40
6.1 Catégories de ressources humaines et compétences requises	41
6.2 Sources de connaissance	42
6.3 Sources de formation, demande et coûts	42
6.4 Exemple d'objectifs d'apprentissage et synopsis du cours	43
6.5 Conclusions	44
7 Mise en œuvre	 45
7.1 Projets existants	46
7.2 Projets émergents	46
7.3 Initiatives sur la côte Ouest	47
7.4 Processus d'approbation	49
7.5 Conclusions	49
8 Avantages pour le Canada	 50
8.1 Avantages environnementaux	51
8.2 Avantages économiques	51
8.3 Incitatifs potentiels	53
8.4 Politique comme facteur habilitant	54
8.5 Mesures recommandées pour retirer des avantages	55
9 Bibliographie	 56
9.1 Notes et sources	56
9.2 Règles, règlements, codes et normes	58

Sommaire

Le gaz naturel liquéfié : un carburant marin pour la côte Ouest du Canada est une version condensée du rapport de *Transports Canada TP 15248 E, Canadian Marine Liquefied Natural Gas (LNG) Supply Chain Project, Phase 1 – West Coast*. Le rapport détaillé original a été préparé en 2013 par STX Canada Marine pour les participants au projet sectoriel mixte et le Centre de développement des transports de Transports Canada.

Ce rapport condensé présente les résultats du projet visant à déterminer et à surmonter les obstacles à l'établissement d'une chaîne d'approvisionnement en gaz naturel liquéfié (GNL) comme carburant marin sur la côte Ouest du Canada. Ce projet a permis d'acquérir une compréhension approfondie des enjeux clés et des moyens à prendre pour élaborer des méthodes qui encourageront l'utilisation du GNL comme carburant marin au Canada.

Principales conclusions du projet :

- › Toutes les technologies requises pour utiliser le GNL comme carburant marin sont éprouvées et présentes sur le marché, notamment des moteurs bicarburant et des moteurs alimentés uniquement au gaz naturel offrant une gamme de puissances qui conviennent à de nombreux types de navires côtiers et hauturiers. De plus, le développement de technologies des moteurs et de systèmes de stockage du carburant à bord se poursuit.
- › Dans les applications marines, le GNL offre des avantages importants en ce qui concerne la réduction des émissions de gaz d'échappement des navires. Comparativement aux moteurs modernes qui utilisent même des carburants propres, le GNL permet de réduire de plus de 90 % les émissions d'oxyde de soufre (SOx), jusqu'à 35 % celles d'azote (NOx) pour les moteurs à cycle diesel et jusqu'à 85 % celles des moteurs à cycle Otto. De plus, le GNL permet de réduire les émissions de particules en suspension (PS) de plus de 85 %, jusqu'à 29 % celles du dioxyde de carbone (CO₂) et jusqu'à 19 % celles des gaz à effet de serre (GES) sur une base équivalente au CO₂. L'utilisation du gaz naturel comme carburant marin assure la conformité à toutes les exigences actuelles et futures connues en matière d'émissions.
- › Les émanations de méthane sont propres aux moteurs marins alimentés au gaz naturel et ce terme fait référence au méthane libéré qui n'est pas brûlé dans le processus de combustion. Comme le méthane est un GES puissant, ses émanations peuvent réduire considérablement les avantages associés à l'utilisation du GNL sur le plan des émissions. Les niveaux d'émanation de méthane varient considérablement selon les différentes technologies des moteurs.
- › Le GNL peut offrir des avantages économiques importants aux propriétaires et aux exploitants de certains types de bâtiments. Pour les six scénarios de navires côtiers modélisés, cinq offraient une période de récupération du capital investi initialement inférieure à six ans. Les coûts annuels en carburant pour les navires côtiers ont été réduits de plus de 50 %, permettant des économies annuelles estimatives de 500 000 \$ à plus de cinq millions de dollars, selon le type de navire. En ce qui concerne les navires hauturiers, la période de récupération s'améliore en fonction du temps passé dans la zone de contrôle des émissions (ZCE) nord-américaine, qui s'étend à 200 milles nautiques au large de la côte Ouest.

- › Le GNL peut être utilisé de façon sécuritaire comme carburant marin. Cela dit, il est essentiel que le personnel reçoive une formation adéquate, car les navires alimentés au GNL présentent des différences importantes par rapport aux navires à propulsion classique. Parmi ces différences, on compte l'aménagement des navires, les propriétés des carburants et leurs dangers, les exigences relatives à la manipulation du carburant et les interventions en cas d'urgence.
- › Actuellement, il n'existe aucune réglementation internationale ou canadienne sur l'utilisation du GNL comme carburant marin; cependant, des efforts sont déployés à l'échelle internationale pour élaborer des codes, des normes et des règlements appropriés. Le Canada peut heureusement mettre à profit l'abondante documentation existante qui pourrait être adaptée pour réglementer l'utilisation du GNL dans le secteur maritime.
- › La Colombie-Britannique a l'occasion de devenir une destination de choix en Amérique du Nord pour le ravitaillement en GNL, et Port Metro Vancouver est en bonne position pour être un chef de file dans ce domaine.
- › Selon un scénario d'adoption « moyen » du GNL, d'ici 2025 on compterait 150 navires alimentés au GNL sur la côte Ouest du Canada. Ces navires consommeraient environ 570 000 tonnes de GNL par année, soit 8,5 % de la demande totale de gaz naturel de la Colombie-Britannique en 2012.
- › À mesure que l'utilisation du GNL s'étendra sur la côte Ouest, le secteur privé investira dans l'infrastructure de liquéfaction, d'entreposage, de distribution et de livraison du gaz naturel afin d'amener le GNL sur la marché maritime.
- › Le prix actuel et les perspectives à long terme de l'offre pour les ressources en gaz naturel de la Colombie-Britannique en font une source d'énergie très attrayante pour le secteur maritime, qui devra se conformer à des règlements en matière d'émissions plus stricts dans le futur.
- › L'utilisation du GNL comme carburant marin offre des avantages à la Colombie-Britannique et au Canada, notamment :
 - › une réduction des émissions de gaz d'échappement des navires, tel qu'il a été mentionné précédemment;
 - › des avantages économiques directs, soit une réduction des coûts d'exploitation des propriétaires des navires, une diminution des coûts d'investissement dans les infrastructures locales et une augmentation des ventes de GNL produit à partir du gaz naturel de la Colombie-Britannique;
 - › des avantages économiques indirects, comme le développement d'une base industrielle, la promotion des ports de la Colombie-Britannique comme destinations de choix pour le commerce et des économies de coûts pour les utilisateurs des services d'expédition;
 - › l'établissement d'une chaîne d'approvisionnement en GNL qui pourrait servir à d'autres secteurs, comme le transport ferroviaire, le camionnage et les réseaux électriques autonomes des collectivités.

Recommandations visant à encourager l'utilisation du GNL sur la côte Ouest du Canada :

- 1** Les parties prenantes doivent continuer de collaborer et d'utiliser les conclusions de ce projet afin de soutenir les initiatives actuelles et futures en matière de GNL marin. Des avantages environnementaux et économiques importants peuvent être réalisés si le Canada et la Colombie-Britannique sont parmi les premiers à adopter le GNL comme carburant marin.
- 2** Il est recommandé que Transports Canada adopte un processus d'approbation réglementaire de rechange pour les navires alimentés au GNL, en se basant sur les directives et les projets de code de l'Organisation maritime internationale (OMI) pour ces navires et leurs équipages. Les lacunes de la réglementation maritime canadienne, en relation avec l'utilisation du GNL, représentent un risque qu'un grand nombre de défenseurs potentiels du GNL ne sont pas disposés à accepter. C'est la raison pour laquelle il est essentiel d'établir un cadre réglementaire à jour afin de soutenir l'adoption à grande échelle du GNL marin.
- 3** Sur une base intermédiaire, trois niveaux de cours de formation canadiens sont proposés pour respecter les exigences de formation des gens de mer en attendant le développement de normes internationales pour les équipages de navires alimentés au GNL au cours des prochaines années. Les établissements d'enseignement existants, comme l'Institute of Technology de la Colombie-Britannique, sont en bonne position pour développer les cours nécessaires et ajouter une formation sur le GNL à leurs programmes.
- 4** Afin d'encourager un examen efficace des projets proposés, il serait utile que les gouvernements fédéral et provinciaux examinent et officialisent les politiques relatives aux installations et aux navires alimentés au GNL. Pour les appuyer, il est recommandé que chaque niveau de gouvernement confie à un organisme la coordination de tous les processus touchant les approbations de projets marins.
- 5** Il est recommandé d'entreprendre des efforts avec le Groupe CSA afin de déterminer les lacunes et la manière d'y remédier en ce qui a trait à l'inclusion des technologies de GNL dans le code sur le GNL du Canada (CAN/CSA-Z276-01 (R2006), *Liquefied natural gas (LNG) – Production, storage, and handling* (Norme de production, de stockage et de manutention du GNL)). Un grand nombre de technologies, comme les réservoirs de carburant à membrane et les conteneurs ISO pour le transport de carburant, sont en développement ou sont actuellement sur le marché, mais elles ne sont pas encore incluses dans le code canadien. Les méthodes utilisées pour combler cette lacune pourraient comprendre l'élargissement de la portée de la norme CAN/CSA-Z276, l'adoption des normes ISO ou d'autres normes internationales ou l'élaboration de nouvelles normes canadiennes.
- 6** Le grand public devrait facilement avoir accès aux renseignements relatifs à la sécurité, comme les résultats d'évaluation des risques associés aux applications du GNL, afin d'en savoir davantage sur le sujet et d'aborder d'éventuelles préoccupations relatives à la sécurité du GNL.
- 7** Il est recommandé que le gouvernement fédéral évalue la possibilité d'affecter une petite portion de son investissement actuel dans la reconstruction des capacités des chantiers navals du Canada afin d'aider ceux qui sont intéressés à la conversion de navires au GNL ou à la construction de nouveaux navires au GNL. Le Canada pourrait profiter de cet investissement pour établir un créneau durable dans le secteur mondial de la construction navale.

Introduction

Le gaz naturel est utilisé depuis longtemps au Canada dans les centrales électriques, dans le chauffage intérieur et de l'eau, ainsi que comme charge d'alimentation industrielle. Cependant, les tendances récentes en matière de réglementation internationale sur les émissions, le développement de technologies et l'économie relative à l'expédition font en sorte que le gaz naturel liquéfié (GNL) se pose de plus en plus comme un substitut intéressant aux carburants classiques utilisés dans le secteur maritime. Cela est particulièrement vrai pour les navires à destination ou en provenance de l'Amérique du Nord, ou pour ceux exploités dans les eaux côtières de l'Amérique du Nord, où une réglementation stricte en matière d'émissions entrera en vigueur prochainement.

En 2013, un projet mixte réunissant des partenaires de l'industrie et des pouvoirs publics a été mis sur pied pour étudier les perspectives et les obstacles associés à l'établissement d'une chaîne d'approvisionnement en GNL sur la côte Ouest du Canada. Le présent rapport, intitulé *Le gaz naturel liquéfié : un carburant marin pour la côte Ouest du Canada*, est une version condensée d'un rapport complet sur le projet. Il résume les résultats et les principales conclusions du projet.

La portée du projet comprend les huit tâches suivantes :

- › Évaluer l'état de préparation des technologies relatives au GNL marin, notamment les moteurs, les technologies de liquéfaction et les systèmes de stockage de carburant à bord et en vrac.
- › Calculer les avantages économiques estimés de l'utilisation du GNL comme carburant dans un grand éventail de navires exploités sur la côte Ouest du Canada.
- › Déterminer les avantages environnementaux potentiels et documenter les risques environnementaux potentiels.
- › Présenter les options d'infrastructure pour le ravitaillement en GNL marin sur la côte Ouest, notamment en ce qui a trait aux gazoducs, aux pôles de distribution, au stockage et au transport locaux et aux autres composants maritimes importants.
- › Explorer les défis d'ordre réglementaire associés au lancement du GNL comme carburant marin, y compris les obstacles potentiels à l'échelle fédérale, provinciale et municipale et recommander des moyens de les surmonter.

- › Expliquer en détail les exigences en matière de ressources humaines et explorer des façons de garantir la disponibilité d'un personnel formé et détenant les compétences requises relatives aux systèmes d'avitaillement en GNL et aux navires qui l'utilisent comme carburant.
- › Décrire des scénarios potentiels de mise en service de navires alimentés au GNL.
- › Déterminer les avantages concurrentiels, économiques et environnementaux pour le Canada s'il adopte une stratégie maritime en matière de GNL.

Dans le cadre de ce projet, la modélisation environnementale et économique a été menée sur 14 études de cas représentant les types de navires exploités sur la côte Ouest ou qui y font escale. Les navires des études de cas sont décrits dans le tableau ci-dessous.

Navire	Nouvelle construction ou conversion
1 Traversier 100 UEA	Nouvelle construction
2 Traversier 375 UEA	Conversion
3 Traversier 125 UEA	Conversion
4 Cargo roulier côtier	Nouvelle construction
5 Vraquier	Nouvelle construction
6 Transporteur de vrac sec	Nouvelle construction
7 Transporteur de pétrole brut	Nouvelle construction
8 Transporteur de produits pétroliers/chimiques	Nouvelle construction
9 Porte-conteneurs 2 200 EVP	Conversion
10 Porte-conteneurs 6 500 EVP	Nouvelle construction
11 Navire de transport de voitures 6 500 UEA	Nouvelle construction
12 Navire de transport de voitures 6 500 UEA	Conversion
13 Paquebot	Nouvelle construction
14 Remorqueur	Nouvelle construction

(UEA signifie « unité équivalent automobile » et EVP correspond à « équivalent vingt pieds », une mesure de la capacité des porte-conteneurs.)

État de préparation de la technologie



Le présent chapitre passe en revue les caractéristiques du gaz naturel ainsi que les technologies qui sont actuellement disponibles pour les systèmes de ravitaillement en GNL marin, notamment :

- › les systèmes de liquéfaction, de stockage en vrac et de soutage;
- › les systèmes de distribution, comme les véhicules rail-route, les réservoirs locaux, les cargos de vrac et les navires collecteurs;
- › les technologies de stockage à bord et de distribution de carburant;
- › les technologies des moteurs pour différents types de moteurs bicarburant et de moteurs alimentés uniquement au GNL;
- › l'intégration des moteurs au GNL dans les systèmes d'entraînement mécanique et électrique;
- › les technologies de sécurité associées au GNL.

Toutes les technologies requises pour l'utilisation du GNL comme carburant marin ont fait leurs preuves et sont offertes sur le marché. En outre, le développement se poursuit afin d'améliorer le rendement ou de réduire le coût des technologies des moteurs et des systèmes de stockage de carburant à bord.

1.1

Le gaz naturel et son utilisation comme carburant marin

Le gaz naturel est un mélange d'hydrocarbures à l'état gazeux et de composés connexes qui se trouvent dans des gisements souterrains. Le gaz naturel est principalement composé de méthane. D'autres hydrocarbures, comme le butane et le propane, ainsi que des contaminants doivent être retirés durant le traitement avant que le gaz naturel puisse être livré sur les marchés pour être vendu aux utilisateurs. Le gaz naturel de qualité commercialisable se compose essentiellement de méthane.

Le méthane a une faible densité énergétique à la pression ambiante; ainsi, un mètre cube (m³) de gaz naturel a la même énergie qu'un litre de diesel. Le gaz naturel doit donc être liquéfié ou comprimé afin d'emmagasiner assez d'énergie pour servir de carburant dans le domaine du transport. À l'état liquide, le GNL est plus léger que l'eau, inodore, incolore, non corrosif et non toxique.

1.1.1 Utilisation du GNL et historique de sécurité

Le GNL est utilisé à l'échelle mondiale comme carburant marin depuis plusieurs décennies, quoique cette utilisation soit très limitée. Par exemple, depuis près de 50 ans, les transporteurs de GNL en vrac utilisent le gaz d'évaporation de leur cargaison pour compléter le carburant stocké à bord. En se basant sur cette longue expérience, l'industrie du transport de GNL travaille très fort à la gestion du risque, elle comprend très bien les dangers associés à l'utilisation du GNL et elle suit de manière stricte des protocoles d'exploitation tout en s'assurant de développer les connaissances des exploitants. De plus, les normes internationales élaborées par les organismes de réglementation et les gens de l'industrie procurent un cadre pour assurer la sécurité des opérations. L'industrie s'est ainsi dotée d'un excellent dossier en matière de sécurité et aucun décès n'est associé aux navires alimentés au GNL depuis environ 50 ans, soit depuis qu'il est utilisé.

À l'exception des transporteurs de GNL en vrac, environ 300 au total à l'échelle mondiale, la plupart des 70 navires alimentés au GNL exploités actuellement ou en construction dans le monde sont des traversiers et des navires de ravitaillement en mer. Aucun navire alimenté au GNL n'est actuellement en service en Amérique du Nord, mais plusieurs sont en construction ou sont en voie de conversion au GNL pour le compte de Harvey Gulf International Marine, la Société des traversiers du Québec, Interlake Steamship et TOTE Maritime.

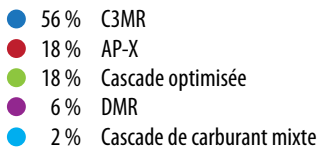
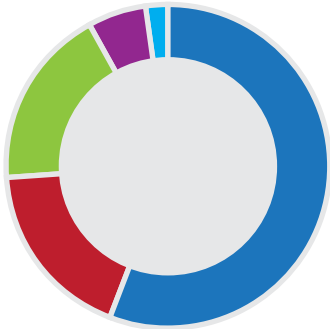
1.2

Liquéfaction et stockage en vrac

Bien que la liquéfaction du gaz naturel augmente considérablement la densité énergétique du carburant, elle est essentielle et consomme beaucoup d'énergie. Le coût de la liquéfaction peut représenter jusqu'à 50 % du coût lié à la mise en marché du GNL (M.N. Usama, 2011).

Avant de pouvoir être liquéfié, le gaz naturel de qualité commercialisable doit être traité afin d'être débarrassé des contaminants, même les moins importants. Les installations de purification et de liquéfaction d'une usine de GNL s'appellent communément « chaîne du GNL », qui peut comprendre des installations de petite, moyenne ou grande envergure. Cependant, la construction d'une usine exige un investissement important et sa mise en service requiert beaucoup de temps. Pour une usine de moyenne envergure, en mesure de produire 0,25 million de tonnes métriques par année (MTMA), on peut compter environ 24 mois et un investissement de plus de 100 millions de dollars pour la construction.

Figure 1 :
Capacité de liquéfaction
du gaz naturel à l'échelle
mondiale, de 2001 à 2012
(M.N. Usama, 2011)



1.2.1 Technologies de liquéfaction

À ce jour, il existe cinq différents procédés de liquéfaction du gaz naturel. On compte les procédés suivants, classés par ordre d'importance décroissant : le C3-MR, un procédé utilisant du propane pré-refroidi par réfrigérant mixte; le cycle de train à grande capacité AP-X; la cascade optimisée (DMR) et le procédé en cascade à fluide mixte (MFC). La capacité de liquéfaction mondiale actuelle de ces procédés est montrée à la figure 1.

1.2.2 Systèmes de stockage en vrac

Le GNL doit être stocké à une température d'environ $-161\text{ }^{\circ}\text{C}$ pour rester à l'état liquide. La plupart des réservoirs de stockage en vrac actuels sont soit des réservoirs à confinement total, soit des réservoirs à membrane à confinement total, ces derniers étant utilisés principalement au Japon et en Corée. Le premier type est composé d'un réservoir principal interne de forme cylindrique et d'une coquille de confinement secondaire externe en béton armé. Le type à membrane est composé d'une mince membrane métallique qui sert de contenant principal, lequel est supporté structurellement par un réservoir de confinement en béton armé.

Les réservoirs à membrane ne sont pas compris actuellement dans le code sur le GNL (CAN/CSA-Z276, *Liquefied natural gas (LNG) – Production, storage, and handling* (Norme de production, de stockage et de maintenance du GNL)). Il s'agit d'une lacune qui pourrait être corrigée par un élargissement de la portée de la norme CAN/CSA-Z276, l'adoption des normes ISO ou d'autres normes internationales ou l'élaboration de nouvelles normes canadiennes.

L'utilisation de réservoirs de stockage de GNL est très répandue et ces réservoirs peuvent facilement être intégrés dans une chaîne d'approvisionnement en GNL comme carburant marin. La figure 2 montre des réservoirs de stockage en vrac courants.

1.3

Distribution et ravitaillement en carburant

La côte Ouest comprend déjà une infrastructure qui pourrait servir comme base à l'expansion de la production, de la distribution et de l'approvisionnement du GNL comme carburant marin pour le marché maritime.

1.3.1 Systèmes de distribution

Le système de choix pour la distribution du GNL marin dépend des demandes de carburant et du type de poste d'accostage permettant le ravitaillement des navires. Pour les nouveaux postes d'accostage dédiés à l'approvisionnement en carburant isolés de la circulation du port, l'approvisionnement en carburant par camions-citernes semble dans un premier temps le plus faisable en termes d'investissement en capital et de souplesse. Ce mode de distribution est déjà en place en Colombie-Britannique et pourrait être étendu pour répondre à la demande.

En ce qui concerne les ports de passagers/cargaison, l'adoption d'un approvisionnement en carburant par camions offre un potentiel limité. Des postes de ravitaillement dédiés sur le littoral, dotés de réservoirs de stockage de GNL, représentent une option viable dans ce cas, mais de nouvelles immobilisations seront nécessaires, ainsi que l'assurance que des navires viendront régulièrement se ravitailler au même endroit.

Des wagons ferroviaires peuvent être utilisés pour distribuer le GNL, mais cette méthode met actuellement l'accent sur le transport en vrac du carburant, plutôt que sur la livraison aux navires. Les navires d'approvisionnement et les gazoducs acheminant le GNL sur de courtes distances représentent également des options potentielles pour l'approvisionnement des navires, mais ces méthodes n'existent actuellement pas au Canada et il faudrait des investissements encore plus importants comparativement à l'approvisionnement par camion ou à partir d'installations d'approvisionnement en carburant dotées de réservoirs sur les côtes.

1.3.2 Systèmes de ravitaillement en carburant

La température extrêmement basse du GNL pose des défis différents de ceux que posent les carburants à base de pétrole. L'industrie du transport en vrac de GNL a élaboré des systèmes fiables pour le transfert efficace et sécuritaire du GNL à bord des navires. Bien que l'approvisionnement en GNL soit nouveau en dehors du marché des transporteurs, les leçons apprises et les méthodes peuvent être adaptées pour le ravitaillement des navires alimentés au GNL.

Figure 2 :
Réservoirs de stockage
de GNL en vrac (images
offertes par Gaztransport &
Technigaz (GTT))



Les exigences d’approvisionnement en carburant d’un navire sont dictées en fonction de sa conception, de son système de propulsion et de la configuration des réservoirs de stockage de carburant. Par contre, tous les navires comportent les mêmes composants de système, soit des soupapes, des capteurs, des postes de commande, des conduites d’alimentation, des raccords et un système de tuyauterie à bord.

Les caractéristiques de sécurité et de l’équipement d’approvisionnement en GNL des postes côtiers sont semblables à ce que l’on retrouve sur les navires alimentés au GNL. Du côté des camions-citernes, les pompes de transfert peuvent être adaptées pour être installées sur des camions ou des remorques, ou peuvent être placées sur la côte ou directement sur le navire qui se ravitaille. Actuellement, les camions de ravitaillement en carburant de certains exploitants de navires de la côte Ouest montent à bord des navires pour les approvisionner en carburant à base de pétrole.

La Society of International Gas Tanker and Terminal Operators (SIGTTO) a mis en place des directives pour l’approvisionnement en carburant à partir de navires-citernes ou de barges. Ces dernières encadrent le transfert du GNL entre navires entre les transporteurs de GNL à l’ancre, le long d’une jetée ou pendant leur trajet. De nombreux systèmes existants ou proposés peuvent être adaptés pour les opérations de ravitaillement de ce genre. Un exemple de transfert entre navires est présenté à la figure 3.

Figure 3 :
Transfert entre navires :
le MS Pioneer Knutsen
ravitaille le MS Coral Methane



1.4

Stockage à bord et distribution

Contrairement aux réservoirs de carburant liquide classiques, intégrés à la structure d’un navire, les réservoirs utilisés sur les bâtiments alimentés au GNL doivent être autonomes. Une salle de réservoirs est requise si le réservoir de stockage du GNL est situé dans le navire plutôt que sur le pont. Les salles de réservoirs doivent comprendre des mesures de confinement du carburant et des barrières secondaires pour atténuer les effets d’un déversement de liquide ou d’une fuite de gaz. La plupart des navires alimentés au GNL (en dehors des transporteurs de GNL, lesquels utilisent des réservoirs à membrane) sont conçus pour utiliser des réservoirs de type C. La figure 4 montre une installation de type C.

Même si les réservoirs de GNL sont très bien isolés, l’évaporation graduelle du gaz est inévitable, car le carburant se réchauffe après quelques jours. Pour les navires dotés de réservoirs de type C, il est possible de contrôler l’évaporation du gaz jusqu’à un certain point en augmentant la pression. Le gaz d’évaporation peut également servir de carburant pour les moteurs ou les systèmes auxiliaires, comme les chaudières.

La taille du réservoir de GNL est un élément important à considérer dans la conversion au GNL d’un navire alimenté au diesel. La taille dépend de l’autonomie dont le navire a besoin entre les arrêts de ravitaillement, mais la conversion doit également tenir compte du fait que l’empreinte du réservoir de GNL sera plus importante que celle d’un réservoir de pétrole si le navire doit conserver la même autonomie que lorsqu’il était alimenté au diesel. La raison est simple : comparativement au carburant à base de pétrole, il faut un volume de GNL 70 % plus important pour avoir la même quantité d’énergie.

Figure 4 :
Installation de réservoirs de
type C à bord du Viking Grace



1.5

Technologies des moteurs

Les moteurs au gaz naturel sont utilisés depuis de nombreuses années, tant sur la terre ferme qu’à bord des navires. Bien que le choix de moteurs au GNL marin ayant une puissance inférieure à 1 000 kilowatts (kW) soit limité, il existe différentes options pour les moteurs ayant une puissance supérieure, ces derniers étant utilisés couramment sur les navires marchands. L’offre de moteurs au GNL très puissants fait en sorte que la disponibilité de la technologie des moteurs commerciaux ne fait pas obstacle à l’utilisation du GNL comme carburant marin.

Il existe trois types de moteurs au GNL de base :

- › Les moteurs au gaz, à allumage par étincelle et à mélange pauvre suivant le cycle Otto et utilisant une bougie pour allumer le mélange d’air et de gaz dans la chambre de combustion. Ils sont fabriqués par des entreprises comme Rolls-Royce Marine/Bergen, Mitsubishi et Hyundai, et leur puissance varie de 316 kW à 9 700 kW. Un exemple est présenté à la figure 5.

Figure 5 :
Un moteur Bergen
B35:40 au GNL



- › Des moteurs à allumage au diesel dotés d'un système de carburation mixte fonctionnent selon le cycle Otto et utilisent le gaz naturel et une source de carburant secondaire, lequel peut être du mazout léger ou un combustible lourd. Ce type de moteur procure une plus grande latitude à l'exploitant en ce qui a trait au choix de carburant à utiliser, en fonction du prix et de la disponibilité. Parmi les fabricants, on retrouve Wärtsilä, MAN, Caterpillar/MAK, ABC Diesel et Electro Motive Diesel. La puissance de ces moteurs varie de 720 kW à 17 550 kW.
- › Les moteurs à allumage au diesel à injection directe fonctionnent selon un cycle diesel auquel on injecte du gaz naturel directement dans le cylindre, près du haut de la course de compression. La conversion d'un moteur diesel nécessite peu de modifications au moteur proprement dit, de sorte que ce type de moteur offre un meilleur potentiel pour la remise en état d'unités fonctionnant à injection directe. À l'heure actuelle, aucun moteur marin de vitesse moyenne ou élevée n'est offert dans cette catégorie, mais on peut maintenant commander des moteurs à basse vitesse d'une puissance maximale de 42 700 kW.

Disponibilité des moteurs

L'offre de moteurs au GNL très puissants fait en sorte que la disponibilité de la technologie des moteurs commerciaux ne fait pas obstacle à l'utilisation du GNL comme carburant marin.

1.6

Systèmes de propulsion à moteur au GNL

La puissance du moteur est transmise aux systèmes de propulsion marins pour déplacer le navire, habituellement à l'aide d'hélices. Sur les navires alimentés au GNL, ces systèmes comprennent des sous-systèmes qui ne se trouvent habituellement pas sur des navires à carburant classique. Les moteurs au GNL ont également des caractéristiques de fonctionnement uniques dont il faut tenir compte dans la conception d'un système de propulsion de navire. Par contre, le développement de ces systèmes ne présente pas d'obstacles technologiques insurmontables.

Il existe deux principales options en matière de propulsion pour les moteurs au GNL : l'entraînement direct et l'entraînement électrique. Pour les moteurs à entraînement direct, l'arbre active l'hélice directement ou au moyen d'une boîte de vitesses, selon la vitesse du moteur. L'entraînement direct offre habituellement une meilleure consommation de carburant que l'entraînement électrique lorsque le moteur fonctionne à puissance partielle.

Les systèmes à entraînement électrique sont composés de génératrices à moteur connectées à des moteurs électriques, lesquels actionnent des hélices, des propulseurs ou une combinaison des deux. Ce type d'entraînement offre l'avantage d'une meilleure souplesse en ce qui a trait à l'optimisation de la charge du moteur. Il permet également une plus grande souplesse en matière de conception, car les moteurs n'ont pas à être branchés mécaniquement à l'équipement de propulsion. La propulsion électrique demande des systèmes de gestion de la puissance assez complexes qui sont déjà offerts pour les navires au GNL. La figure 6 montre le *Viking Grace*, qui utilise la propulsion électrique.

Figure 6 :
Le Viking Grace utilise une génératrice à propulsion électrique avec deux moteurs bicarburant



1.7

Technologies de sécurité

Les technologies pour l'utilisation du GNL marin ne sont pas uniques. Par contre, leur utilisation dans des navires alimentés au GNL et les systèmes de soutien sont nouveaux, et l'adaptation aux exigences de sécurité pour les systèmes de carburant au GNL se poursuit.

Les répercussions du GNL sur les matériaux représentent un domaine qui doit être abordé lors de la conception des navires, car les matériaux risquent de devenir cassants ou de se fracturer. Il existe une grande expérience sur les composants pouvant être utilisés pour le stockage et la manipulation du GNL. Les exploitants utilisent de la tuyauterie à double paroi, des joints d'étanchéité et des conduites cryogéniques, des composants utilisés ensemble avec des plateaux d'égouttement à des points de fuite possibles, afin de protéger les matériaux des systèmes n'utilisant pas le GNL à bord du navire.

Le principal risque associé au GNL est que les fuites de gaz s'enflamment ou explosent. Ce risque peut être évité par des mesures d'isolation, l'utilisation d'un équipement foncièrement sécuritaire et le recours à des technologies de commande et de captation qui éteignent automatiquement l'équipement en cas de fuite.

La suppression du réservoir de stockage représente l'une des sources les plus probables de fuites de gaz. Bien que la conception et des mesures opérationnelles puissent réduire le risque, il faut également utiliser des mesures d'isolation et des techniques de dispersion du gaz, notamment des sas, des ventilateurs sécuritaires pour les gaz, des mâts de dégazage et des systèmes de ventilation distincts pour les zones dangereuses et non dangereuses.

Il faut également porter de l'équipement de protection pour manipuler le GNL. Cet équipement comprend une protection pour les yeux, des masques, des gants et des bottes isolés ainsi que de l'équipement respiratoire pour les environnements à faible teneur en oxygène.

1.8

Perspectives d'avenir

Les récents progrès technologiques liés aux technologies de liquéfaction sont importants et favorisent l'émergence d'usines de liquéfaction d'envergure modeste et efficaces qui permettent de réduire les immobilisations et peuvent être installées à proximité des marchés.

Le coût des composants à bord des navires au GNL, comme les moteurs et les systèmes de stockage, demeure un obstacle à l'adoption de ce carburant. La plupart des moteurs au GNL sur le marché sont plus coûteux que les moteurs utilisant d'autres carburants, en partie à cause de leur complexité plus grande et de leur volume de fabrication relativement moindre. La réduction des émanations de méthane (la libération du méthane non consommé durant le processus de combustion) et une efficacité accrue pourraient également améliorer le rendement futur des moteurs à GNL marin. Comme le méthane est un gaz à effet de serre (GES) puissant, les émanations peuvent réduire considérablement les avantages de l'utilisation du GNL sur le plan de émissions.

En ce qui a trait aux normes et aux règlements, différentes ressources peuvent d'ores et déjà être utilisées pour mettre en œuvre des projets de GNL comme carburant marin au Canada, aux États-Unis et à l'échelle internationale. Par contre, certains aspects clés de la réglementation demeurent encore au stade de l'ébauche.

L'intégration des systèmes est probablement le plus gros défi que pose l'utilisation du GNL comme carburant marin. Tous les composants existent, mais l'expérience pour les faire fonctionner ensemble est très limitée. Par contre, on peut s'attendre à ce que la question touchant l'intégration des systèmes soit abordée à mesure que la demande mondiale de navires au GNL augmentera.

1.9

Conclusions

Les technologies existantes reposent aujourd'hui sur des bases solides et elles pourraient être utilisées pour appuyer l'utilisation du GNL dans le secteur maritime.

- › Le GNL est utilisé de façon sécuritaire comme carburant marin depuis plus de 50 ans.
- › L'utilisation du GNL comme carburant marin peut se faire à partir de technologies commerciales existantes ayant fait leurs preuves, dans des applications tant marines que terrestres.
- › Un nombre croissant de normes et de règlements peuvent servir pour mettre en œuvre des projets de GNL comme carburant marin.
- › Il existe deux obstacles principaux à une utilisation répandue du GNL comme carburant marin : le manque de connaissances du GNL dans ce rôle et le besoin d'élargir la chaîne d'approvisionnement pour amener le GNL au marché maritime.
- › Un troisième obstacle concerne l'utilisation du GNL à bord des navires : il s'agit du coût associé aux moteurs au GNL, aux systèmes de stockage et à leurs composants. La plupart des moteurs au GNL sont plus coûteux que les moteurs classiques et l'expérience en matière d'intégration de systèmes au GNL est limitée.

Options d'infrastructure



Les dernières avancées en matière de technologie de forage ont permis de rendre la production de gaz naturel abordable à partir de sources « non classiques », comme les formations de schiste. Bien que la Colombie-Britannique produise depuis longtemps du gaz naturel, la capacité d'accéder à des ressources non classiques augmente considérablement les réserves de gaz naturel prouvées de la province. L'abondance des nouvelles sources de gaz naturel procure aux usines de liquéfaction un approvisionnement à moindre coût, ce qui leur permet de fournir du GNL pour le transport maritime et terrestre, ainsi que pour d'autres utilisations finales. L'infrastructure existante pourrait répondre à une partie de la nouvelle demande de GNL provenant du marché maritime. L'augmentation projetée de la demande de GNL marin pourrait stimuler de nouveaux investissements dans les systèmes d'approvisionnement et de distribution.

Le présent chapitre examine l'offre et la demande de GNL sur la côte Ouest, l'infrastructure en place et planifiée, le prix du gaz naturel sur le marché de la Colombie-Britannique ainsi que les options d'infrastructure et les coûts associés au GNL marin.

2.1

L'offre et la demande sur la côte Ouest

Le Canada est le troisième producteur mondial de gaz naturel, et la production de la Colombie-Britannique a représenté environ 20 % de la production canadienne totale en 2010 (Office national de l'énergie, nov. 2011). Historiquement, la Colombie-Britannique a appuyé la mise en valeur des abondantes ressources en gaz naturel de la province et fait la promotion des avantages d'une industrie potentielle d'exportation du GNL.

2.1.1 L'offre

Les ressources non classiques et classiques de gaz naturel sont abondantes en Colombie-Britannique. Parmi les dernières, on retrouve le gaz de schiste, un gaz « très dense » présent dans des formations de sable non poreuses, et le méthane de houille, le gaz naturel associé aux gisements de houille. Selon le *Guide statistique de l'énergie, premier trimestre de 2012*, de Statistique Canada, la production brute annuelle de gaz naturel de la Colombie-Britannique est passée de plus de 30 millions de m³ en 2004 à plus de 40 millions de m³ en 2011.

En Colombie-Britannique, un système de gazoducs longue distance relie les zones de production de gaz naturel du nord-est au reste de la province et aux États-Unis, destination d'une grande partie de la production actuelle de gaz naturel de la province. Si les projets de terminaux de GNL de Kitimat et Prince Rupert se concrétisent, les marchés asiatiques vont suivre. Cela créerait un marché mondial pour le gaz naturel de la Colombie-Britannique.

2.1.2 La demande

L'utilisation actuelle du gaz naturel en Colombie-Britannique est concentrée dans les secteurs industriel, résidentiel et la production d'énergie électrique, comme il est illustré au tableau 1 ci-dessous. Les statistiques de consommation montrent une chute marquée de la demande dans les trois secteurs depuis 2007.

Bien qu'à ce jour l'utilisation du gaz naturel dans le secteur du transport routier soit limitée, certains parcs qui exploitent des autocars, des camions routiers et des camions à ordures songent à passer au gaz naturel. Le secteur ferroviaire sera également prometteur, dès que des locomotives alimentées au GNL seront offertes sur le marché. Du côté du secteur maritime, ExxonMobil observe un glissement vers l'utilisation du gaz naturel et s'attend à ce que ce carburant représente 8 % de la demande mondiale totale d'ici 2040.

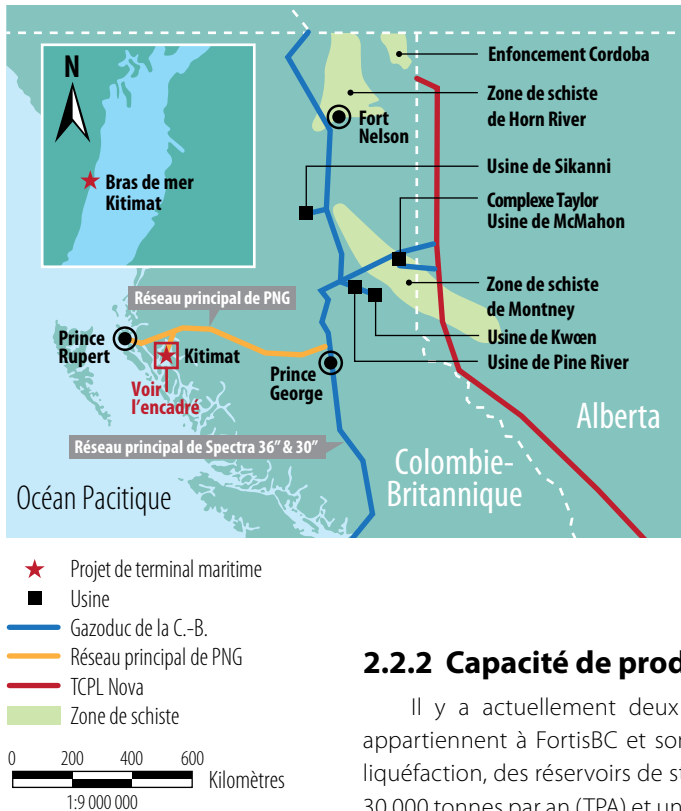
Tableau 1 :
Trois principaux secteurs
utilisant du gaz naturel
en Colombie-Britannique

Utilisation du gaz naturel en Colombie-Britannique par secteur			
Secteur	Consommation 2012 (en millions de m ³)	Pourcentage de la consommation totale - trois secteurs	Baisse de la consommation depuis 2007 (en %)
Industriel	2 927	59	16,7
Résidentiel	2 017	40	8,0
Production d'électricité	0,293	<1	4,6

Infrastructure en place et planifiée

Figure 7 :
Gazoducs existants
sur la côte Ouest

L'infrastructure requise pour l'établissement du GNL comme carburant marin comprend des gazoducs, des usines de liquéfaction et des installations de stockage en vrac.



2.2.1 Gazoducs

Les gazoducs existants, comme le montre la figure 7, fournissent le gaz naturel à la côte Ouest de la Colombie-Britannique et appuient les exportations vers l'Alberta et les États-Unis. La demande globale de gaz naturel en Colombie-Britannique et l'exportation aux É.-U. sont en baisse depuis 2007. Comme il est préférable d'optimiser l'utilisation du gazoduc afin de diminuer les coûts d'exploitation, cette baisse représente un défi. Une utilisation accrue du GNL sur le marché du transport pourrait favoriser l'augmentation de la demande en gaz naturel.

D'autres gazoducs seront nécessaires pour développer des terminaux d'exportation de GNL sur la côte Ouest, et un grand nombre d'entreprises proposent de construire de nouveaux gazoducs pour alimenter les nouvelles installations de Kitimat et de Prince Rupert. En ce qui concerne le potentiel de la nouvelle demande de GNL marin, les distributeurs de gaz naturel de la côte Ouest, comme PNG et FortisBC, ont noté que la capacité locale en place pourrait soutenir le développement d'une chaîne d'approvisionnement en GNL comme carburant marin, au moins à court terme. Par contre, de nouveaux investissements en infrastructure seront nécessaires à long terme.

2.2.2 Capacité de production de GNL

Il y a actuellement deux usines de production de GNL en Colombie-Britannique. Les deux appartiennent à FortisBC et sont exploitées par celle-ci. Chaque installation comprend une usine de liquéfaction, des réservoirs de stockage et un système de vaporisation. L'usine de Tilbury peut produire 30 000 tonnes par an (TPA) et une mise à niveau est en cours afin d'augmenter sa capacité de production et de stockage. L'usine de Mont Hayes sur l'île de Vancouver peut produire 55 000 TPA. Les deux usines sont dotées d'installations de chargement pour les camions-citernes de vrac.

Neuf projets d'exportation de GNL, essentiellement vers les marchés asiatiques, sont à différentes étapes de développement sur la côte Ouest. Quatre des projets les plus avancés, au moment de la rédaction, sont montrés au tableau 2.

Tous les projets doivent subir les examens réglementaires. Les décisions d'aller de l'avant seront conditionnelles aux approbations et à la conclusion de contrats avec des acheteurs potentiels. Le potentiel d'accès à GNL à partir des installations d'exportation proposées pour un usage marin n'a pas encore été déterminé.

En plus des installations de production de GNL actuelles et proposées en Colombie-Britannique, il y a trois usines de GNL d'envergure modeste dans le nord-ouest des É.-U. (une dans l'État de Washington et deux en Oregon) ainsi que les installations existantes et planifiées en Alberta. Toutes ses usines pourraient fournir du GNL pour un usage marin en Colombie-Britannique.

Tableau 2 :
Liste partielle des projets
d'exportation de GNL
de la côte Ouest

Projet	Partenaires	Première expédition	Capacité de liquéfaction (en millions de m ³ /jour)	Capacité de liquéfaction (tonnes/an)
Douglas Channel LNG (GNL du chemin marin de Douglas)	Première Nation Haisla, LNG Partners, Golar LNG	2015	2,5	0,7
Kitimat LNG (GNL de Kitimat)	Chevron, Apache	Inconnue	21,2	5,0
GNL du Canada	Royal Dutch Shell, Korea Gas, Mitsubishi, PetroChina	Inconnue	141,5	37,0
Pacific Northwest LNG (GNL du Nord-ouest du Pacifique)	Petronas, Japan Petroleum	Inconnue	68,0	18,0

2.3

Tarifcation du gaz naturel sur le marché de la Colombie-Britannique

La possibilité d'utiliser le GNL comme carburant marin dépend de sa disponibilité et de son prix par rapport aux autres carburants marins. Par contre, il existe de grands écarts entre les prix du gaz naturel utilisé pour produire le GNL et les coûts de livraison du GNL sur les marchés mondiaux. Par exemple, le prix du gaz naturel au milieu de 2013 en Amérique du Nord était beaucoup plus bas qu'en Europe et au Japon. Les écarts de prix continuent d'augmenter en raison de la production croissante en Amérique du Nord à partir des ressources non classiques de gaz naturel.

2.3.1 Tarification du GNL marin

Pour de nombreux utilisateurs potentiels de GNL comme carburant marin, particulièrement pour les itinéraires trans-Pacifique et d'autres routes internationales, la capacité de se ravitailler aux points de départ et d'arrivée sera essentielle. La densité énergétique moindre du GNL comparativement aux autres carburants marins se traduit par une autonomie moins grande des navires alimentés au GNL. Le coût du GNL sur les marchés à l'extérieur du Canada représente donc un facteur important pour son adoption dans le transport maritime hauturier.

Le GNL dans les ports étrangers sera probablement offert uniquement aux prix des marchés locaux. Cette hypothèse ressort de la plupart des études entourant l'adoption mondiale du GNL comme carburant marin, et c'est l'une des raisons pour lesquelles ces études prévoient un taux d'adoption relativement lent du GNL sur le marché maritime mondial, étant donné le prix du GNL à l'extérieur de l'Amérique du Nord.

2.4

Développement et coûts de l'infrastructure de livraison

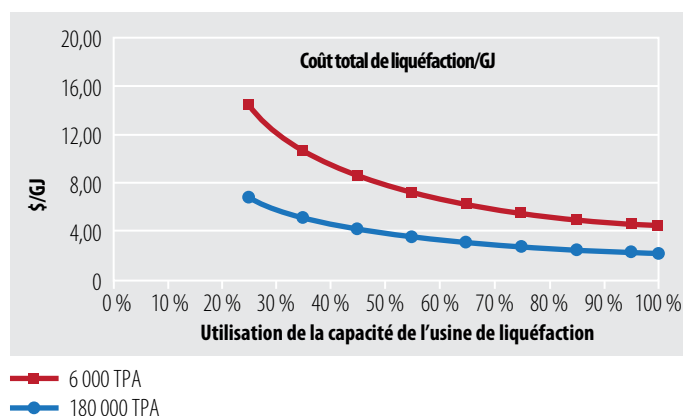
La chaîne d'approvisionnement en GNL sur la côte Ouest peut satisfaire une demande limitée de carburant marin. À mesure que la demande augmentera, de nouveaux investissements seront requis dans les domaines du stockage, de la liquéfaction et de la distribution.

2.4.1 Liquéfaction

Les dépenses d'investissement les plus importantes au titre de la nouvelle infrastructure seront vraisemblablement affectées aux usines de liquéfaction. On considère que les usines de liquéfaction produisant du GNL pour le secteur du transport auront moins d'envergure que les installations de grande capacité utilisées dans les usines d'exportation de GNL, et qu'elles seront situées relativement près de leurs utilisateurs finaux ou de l'infrastructure de distribution. L'aspect économique de ces petites usines dépend des coûts en capital et d'exploitation.

L'analyse montre que les coûts de liquéfaction représentent une part importante du coût du GNL, et ce coût est étroitement lié à la taille de l'usine et à son utilisation. Une usine ayant une capacité de 180 000 TPA permettra de réaliser des économies d'échelle appréciables comparativement à une usine ayant une capacité de seulement 6 000 TPA, en supposant que la première fonctionne à plus de 30 % de sa capacité environ (voir la figure 8).

Figure 8 :
Coût total de liquéfaction en fonction de la capacité et de l'utilisation d'une usine



2.4.2 Distribution

Le GNL peut être livré au moyen de camions-citernes, d'installations de ravitaillement côtières ou de navires d'approvisionnement ou collecteurs.

- › Les camions-citernes, comme le montre la figure 9, peuvent convenir pour les livraisons à petite échelle qui seront nécessaires dans un premier temps. L'analyse menée durant le projet montre qu'un parc de camions dédié peut continuer d'être une option économique si son taux d'utilisation peut dépasser 40 à 50 % à mesure que les besoins augmentent.
- › Des dépenses d'investissement seront nécessaires dans les installations de ravitaillement côtières pour ajouter des réservoirs et d'autres équipements, comme de la tuyauterie, des collecteurs, des pompes et peut-être des quais. La main-d'œuvre représentera une dépense d'exploitation importante. Ces genres d'installations peuvent fournir beaucoup plus de carburant à un navire que des camions-citernes.
- › Les barges de ravitaillement ou de collecte représentent les immobilisations et les coûts d'exploitation les plus importants, mais elles peuvent livrer les plus grands volumes de GNL. L'analyse montre qu'elles peuvent rivaliser avec les camions sur des itinéraires courts si leur capacité est utilisée efficacement.

Figure 9 :
Ravitaillement en GNL par camion-citerne à Elbehafen



2.5

Scénarios de coût de livraison

Les coûts du GNL livré peuvent varier grandement en fonction des coûts des charges d'alimentation, des coûts de liquéfaction, des coûts de stockage et de livraison de carburant et des marges bénéficiaires du producteur/distributeur. En tenant compte de chacun de ces facteurs, les prix le plus élevé et le plus bas du GNL intérieur ont été calculés pour le GNL provenant de la Colombie-Britannique. La fourchette de prix est présentée au tableau 3. Ces scénarios de prix, du plus bas au plus élevé, reflètent les deux extrémités du spectre des prix potentiels du GNL comme carburant sur la côte Ouest. La part du bénéfice représente un apport de 20 % tant aux coûts de liquéfaction qu'aux coûts de livraison, et elle comprend le bénéfice et le coût en capital.

Selon le scénario de prix le plus bas, la valeur du GNL livré est conforme à l'orientation récente de la province de la Colombie-Britannique, qui permet un tarif de distribution du GNL, ou coût de liquéfaction, de 4,35 \$/GJ. Selon ce tarif, FortisBC peut offrir un coût du GNL livré de 9,28 \$/GJ.

Il faut également noter qu'en fonction des prix actuels en Colombie-Britannique, le coût des charges d'alimentation représente une part relativement modeste du coût du GNL livré.

Tableau 3 :
Scénarios relatifs aux prix le plus bas et le plus élevé du GNL produit au Canada

Composant du coût	GNL intérieur – bas (\$/GJ)	GNL intérieur – élevé (\$/GJ)
Coût des marchandises (gaz d'alimentation)	3,79 \$	3,79 \$
Coût de liquéfaction	3,65 \$	5,50 \$
Coût de livraison	0,69 \$	3,01 \$
Bénéfice	0,87 \$	1,70 \$
Total avant taxes	9,00 \$	14,00 \$

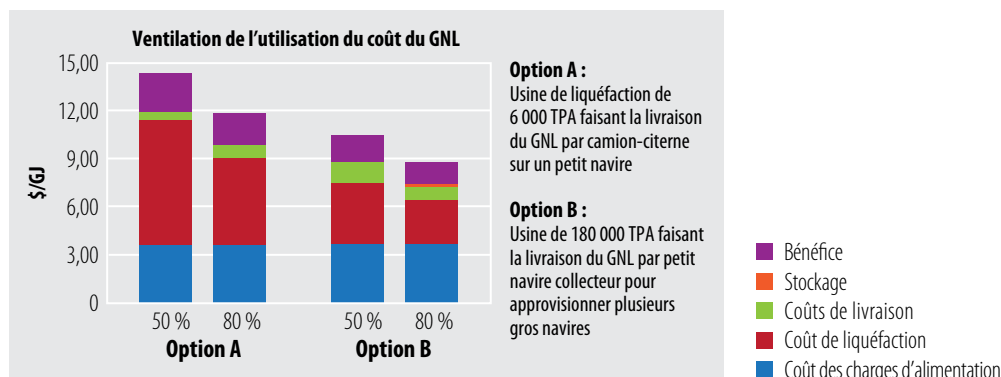
Prix et approvisionnement du GNL

Il semble possible de fournir du GNL à des prix attrayants, comparativement aux carburants de remplacement à base de pétrole, en fonction des différents scénarios de livraison et de production sur la côte Ouest.

Deux autres aspects aident à déterminer le coût du GNL livré : il s'agit de la taille et de l'utilisation des installations de production de GNL. La figure 10 présente en détail les coûts en dollars/gigajoule (GJ) à 50 % et 80 % de la capacité de deux installations de production de GNL de taille différente. Selon l'option A, une usine de petite taille (6 000 TPA) est présentée, faisant la livraison du GNL par camion-citerne sur un petit navire. Selon l'option B, une usine de grande taille (180 000 TPA) est présentée, faisant la livraison du GNL dans un navire collecteur pour approvisionner plusieurs bâtiments de taille supérieure. Le bénéfice et le coût en capital sont établis à 20 % du total dans chaque option.

En comparaison avec les estimations du coût du GNL, le coût une fois livré des carburants à base de pétrole varie entre 12 \$/GJ pour le mazout intermédiaire (IFO 380), un carburant à base de pétrole utilisé couramment dans les navires hauturiers, et 23,80 \$/GJ pour le diesel à très faible teneur en soufre (DTFTS), le principal carburant utilisé par les exploitants de navires côtiers. Si les coûts du GNL livré se situent environ entre 9 \$/GJ et 14 \$/GJ, selon les hypothèses notées, il est évident que le GNL peut offrir des avantages économiques aux propriétaires de navires exploités sur la côte Ouest.

Figure 10 :
Les coûts du GNL livré sont calculés en fonction d'une utilisation de 50 % et de 80 % des usines de production



2.6

Conclusions

Le développement de l'infrastructure de GNL marin sur la côte Ouest peut être influencé par différents facteurs relatifs à l'offre et à la demande, notamment :

- › le Canada et la Colombie-Britannique ont d'énormes réserves de gaz naturel, ce qui se traduit par des charges d'alimentation peu coûteuses pour produire du GNL.
- › À court terme, le gaz marin peut être fourni par des installations de production de GNL de plus petite échelle.
- › Actuellement, la capacité de production et de distribution de GNL est limitée sur la côte Ouest, et on peut prévoir que de nouveaux investissements en infrastructure seront réalisés à mesure que la demande de GNL marin augmentera.
- › Le potentiel d'accès au GNL à partir des installations d'exportation pour un usage marin n'a pas encore été déterminé.
- › Il semble possible de fournir du GNL à des prix attrayants, comparativement aux carburants de remplacement à base de pétrole, en fonction des différents scénarios de livraison et de production sur la côte Ouest.

Avantages économiques



On considère généralement dans l'industrie maritime que le GNL peut aider à se conformer à la réglementation en matière d'émissions actuelles et futures par rapport à d'autres carburants (ce thème sera plus élaboré au chapitre 4), et qu'il peut également offrir des avantages économiques. Afin de déterminer ces derniers, un modèle a été élaboré et 14 études de cas de navires exploités sur la côte Ouest ou qui y font escale ont été analysées. En outre, trois scénarios à l'échelle de la flotte ont été pris en compte pour estimer la demande de GNL future sur la côte Ouest.

Il faut noter que les résultats présentés sont tirés des données et des hypothèses fournies par les participants à l'étude. Les avantages économiques dépendront du profil d'exploitation en service des navires, du rendement des moteurs et du coût du GNL livré.

3.1

Méthodologie du modèle

Le modèle utilise un large éventail de variables touchant la faisabilité économique du GNL marin. Ces variables couvrent tant les coûts d'investissement du navire que les coûts d'exploitation durant le cycle de vie, tels qu'ils sont décrits ci-dessous.

3.1.1 Investissements au titre du navire

Du point de vue du navire, le modèle analyse les dépenses d'investissement au titre de la construction d'un navire ou de la conversion au GNL d'un navire existant, cette dernière impliquant des modifications aux moteurs, aux systèmes auxiliaires et aux systèmes d'alimentation en carburant. Les variables importantes sont les suivantes :

- › Type de système de propulsion : Cette caractéristique a des répercussions importantes sur les coûts en capital. Par exemple, les installations électriques diesel sont foncièrement plus coûteuses que les entraînement mécaniques.
- › Systèmes de carburant : L'approvisionnement en carburant dans les installations dotées de moteurs au GNL doit faire double emploi, de sorte qu'il faut soit deux réservoirs et deux boîtes froides (des boîtes isolées contenant des échangeurs de chaleur, de la tuyauterie et d'autres pièces d'équipement cryogénique), soit un réservoir et deux boîtes froides.
- › Approbation réglementaire : Les exploitants qui seront les premiers à adopter le GNL devront assumer des coûts plus élevés en raison des approbations qu'ils devront obtenir auprès des organismes de réglementation.
- › Coûts d'infrastructure : L'exploitant devra peut-être assumer des coûts additionnels pour les infrastructures d'approvisionnement en carburant sur la côte.
- › Coûts de main-d'œuvre : Ces coûts auront une incidence sur les coûts des installations tant pour la conversion que pour les nouvelles constructions.

3.1.2 Coût d'exploitation du cycle de vie

Le modèle comprend une analyse du cycle de vie afin de déterminer les écarts de coûts d'exploitation entre les différents types de navires en fonction de l'utilisation de carburant à base de pétrole ou de GNL. Ces variables comprennent :

- › le coût du carburant;
- › les taux d'inflation du prix du carburant;
- › le type de moteur et l'efficacité, variant entre un moteur diesel quatre temps à haute vitesse et un moteur à carburant mixte deux temps à basse vitesse;
- › les conditions de charge, en fonction du profil de charge moyen;
- › les caractéristiques du navire, comme les exigences en matière de puissance et d'autonomie, les itinéraires suivis, la durée de vie du navire prévue et le profil de ravitaillement;
- › les coûts additionnels pour la formation de l'équipage.

On suppose que l'écart entre les coûts d'entretien des navires au GNL et ceux utilisant du carburant à base de pétrole sera nul, même s'il s'agit d'une simplification étant donné que l'on s'attend à ce que les coûts de remplacement des pièces pour un navire au GNL soient plus importants que ceux pour un navire classique sur toute leur durée de vie. Compte tenu de ce qui précède, les navires au GNL peuvent faire des économies dans leurs coûts d'exploitation grâce à une réduction de la consommation d'huile lubrifiante et à une durée de vie accrue de cette dernière en raison de la nature du GNL qui brûle sans produire de résidus.

Tableau 4 :
Prix du carburant sur la côte
Ouest selon le type

Type de carburant	Coût par tonne	Coût par GJ
DTFTS	1 190,00 \$	23,80 \$
IFO 380	600,00 \$	12,00 \$
Prix du GNL intérieur (bas)	524,54 \$	10,49 \$
Prix du GNL intérieur (haut)	774,50 \$	15,49 \$
Prix du GNL hauturier	765,00 \$	15,30 \$
Carburant pilote (DTFTS)	1 190,00 \$	23,80 \$

Le tableau 4 montre les paramètres sur les coûts d'énergie utilisés pour l'analyse du coût en fonction du cycle de vie. Les carburants comprennent le DTFTS, le carburant marin principal utilisé par les exploitants de navires côtiers en Colombie-Britannique dans la zone de contrôle d'émissions (ZCE); l'IFO 380, l'un des carburants à base de pétrole parmi les plus courants utilisés dans les navires hauturiers à l'extérieur de la ZCE et les trois scénarios d'approvisionnement en GNL. Les prix intérieurs le plus bas et le plus élevé du GNL reflètent la plage des scénarios de coût du GNL livré, comme il a été mentionné dans le chapitre précédent, qui pourraient s'appliquer à la côte Ouest. Le prix du GNL hauturier reflète le prix moyen du GNL qu'un exploitant peut avoir à payer pour un navire exploité sur un itinéraire entre l'Asie et la Colombie-Britannique avec des installations d'approvisionnement en carburant aux points de départ et d'arrivée. Bien que certains moteurs à carburant mixte puissent utiliser du mazout léger comme carburant de remplacement ou du mazout plus lourd, on a utilisé du DTFTS comme combustible d'allumage dans l'analyse.

Zones de contrôle d'émissions

Les ZCE sont des zones géographiques où les règlements en matière d'émissions sont plus stricts que dans les autres zones. La ZCE d'Amérique du Nord, dans laquelle des réductions importantes des émissions de soufre seront exigées, entrera en vigueur en janvier 2015. Elle s'appliquera dans un rayon de 200 milles nautiques à partir des côtes Est et Ouest, mais elle exclut les eaux de l'Arctique au nord du 60^e parallèle. À partir de 2015, les navires exploités à l'intérieur de la ZCE nord-américaine devront utiliser des carburants à base de pétrole dont la teneur en soufre ne doit pas dépasser 0,10 %. Cette nouvelle limite remplace celle actuellement permise de 1,0 %. Le GNL offre une option de recharge pour assurer la conformité, étant donné que la teneur en soufre du GNL est effectivement nulle.

3.1.3 Exclusions du modèle

Le modèle ne tient pas compte de variables comme :

- › les coûts associés à la capacité de cargaison réduite causée par l'espace supplémentaire requis pour les systèmes au GNL;
- › les coûts associés à la mise hors service d'un navire durant sa conversion au GNL;
- › des variables propres au projet touchant les coûts en capital;
- › les coûts d'exploitation additionnels engendrés par les installations d'approvisionnement en GNL.

Navires des études de cas

Les 14 navires des études de cas se classent dans les catégories suivantes :

3.2.1 Traversiers et navires rouliers

Il est présumé que ces navires sont en service le long de la côte Ouest et exploités exclusivement à l'intérieur de la ZCE nord-américaine. Les capacités sont inscrites en unités équivalent automobile (UEA), sauf indication contraire. Le tableau 5 les présente en détail.

Tableau 5 :
Navires des dossiers étudiés :
traversiers et navires rouliers

Type de navire	Capacité (UEA sauf avis contraire)	Distance de l'itinéraire (en milles nautiques)	Exploitation	Approvisionnement en carburant	Type de moteur au GNL
Traversier (nouvelle construction)	100	280	À l'année à l'intérieur de la ZCE	Une fois par voyage aller-retour	Vitesse moyenne, gaz à allumage par étincelle
Traversier (conversion)	375	32	330 jours/année à l'intérieur de la ZCE	Quotidien	Vitesse moyenne, carburant mixte
Traversier (conversion)	125	3,5	330 jours/année à l'intérieur de la ZCE	Tous les 3 jours	Vitesse moyenne, carburant mixte
Roulier côtier (nouvelle construction)	25 remorques	30	À l'année à l'intérieur de la ZCE	Tous les 5 jours	Vitesse moyenne, allumage par étincelle

3.2.2 Navires de charge hauturiers

Les scénarios tiennent compte du fait qu'il s'agit de navires de transport en zone longue exploités dans les eaux internationales. Ils sont tous exploités à l'année. Le « port en lourd » représente le poids qu'un navire peut transporter en toute sécurité et correspond au poids total de la cargaison, du carburant, de l'eau douce, de l'eau de ballast, des provisions, des passagers et de l'équipage. Le tableau 6 les présente en détail. Il est présumé que tous les navires hauturiers sont propulsés par des moteurs à carburant mixte à basse vitesse.

Tableau 6 :
Navires des études de cas
parcourant de longues
distances

Type de navire	Nouvelle construction ou conversion	Port en lourd (en tonnes)	Distance de l'itinéraire (en milles nautiques)	Temps passé dans la ZCE (en %)
Vraquier	Nouvelle construction	175 000	5 200 (Vancouver-Asie)	20
Transporteur de vrac sec	Nouvelle construction	55 000	12 500 (Vancouver-Asie du Sud)	20
Transporteur de pétrole brut	Nouvelle construction	105 000	1 250 (Vancouver-Los Angeles)	100
Transporteur de produits pétroliers/chimiques	Nouvelle construction	21 000	1 250 (Vancouver-Los Angeles)	100
Porte-conteneurs	Conversion	30 000	7 200 (Vancouver-Asie)	20
Porte-conteneurs	Nouvelle construction	85 000	6 300 (Vancouver-Asie)	20
Navire de transport de voitures	Nouvelle construction	22 500	4 200 (Vancouver-Asie)	20
Navire de transport de voitures	Conversion	22 500	4 200 (Vancouver-Asie)	20

3.2.3 Autres navires

Ces deux navires représentent des navires autres que des traversiers et des cargos. Le tableau 7 les présente en détail. Le navire de croisière est propulsé par un moteur bicarburant à vitesse moyenne. Le remorqueur est propulsé par un moteur à gaz à allumage par étincelle.

Tableau 7 :
Navires des études de cas :
navires de croisière et
remorqueurs

Type de navire	Port en lourd (tonnes)	Distance de l'itinéraire (en milles nautiques)	Exploitation	Approvisionnement en carburant
Navire de croisière de 2 700 passagers (nouvelle construction)	7 200	1 890 (Vancouver-Anchorage)	4 mois/année sur la côte Ouest à l'intérieur de la ZCE	Une fois à Vancouver, une fois à Anchorage pour chaque voyage aller-retour
Remorqueur (nouvelle construction)	60	Sans objet	À l'année à l'intérieur de la ZCE	Tous les 4 jours

Résultats de l'analyse du cycle de vie

La partie qui suit présente un sommaire des coûts en capital des systèmes de propulsion au GNL, en combinaison avec la période de récupération pour l'utilisation du GNL, pour toute la durée de vie des navires des études de cas. Il faut noter que tous les résultats modélisés sur le carburant à base de pétrole intègrent le remplacement de combustible, plutôt que l'utilisation d'épurateurs-laveurs pour assurer la conformité aux exigences relatives aux émissions.

3.3.1 Coûts en capital d'un système de propulsion

L'analyse du coût en capital des systèmes de propulsion indique que, dans tous les cas, les coûts en capital sont plus importants pour les systèmes à propulsion au GNL que ceux des systèmes classiques. Pour les conversions, les résultats reflètent l'hypothèse qu'il n'y aurait aucun coût en capital additionnel si l'exploitation du navire se poursuivait sans qu'il y ait de conversion (c.-à-d., avec la génératrice classique plutôt qu'un système au GNL).

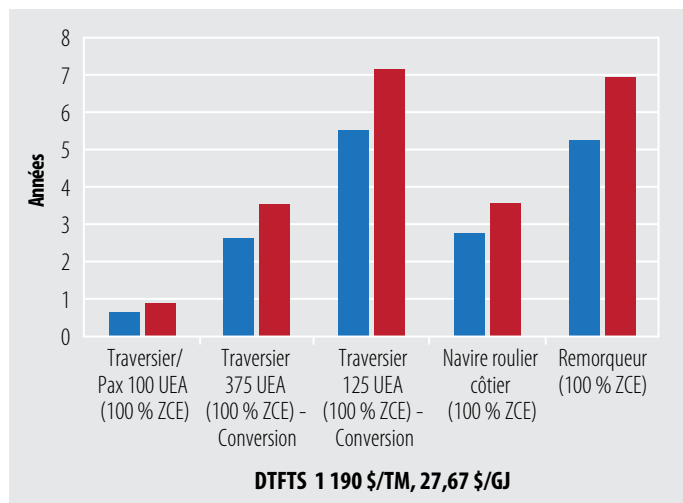
En ce qui concerne les nouvelles constructions, le système de propulsion au mazout d'un traversier 100 UEA coûterait environ 12 millions de dollars, alors que le système de propulsion au GNL du même bâtiment coûterait approximativement 18 millions de dollars. Dans le cas d'un porte-conteneurs 6 500 EVP, les coûts s'établiraient à 19 millions de dollars pour le mazout et à environ 55 millions de dollars pour le GNL. Quant aux navires convertis, le système de propulsion au GNL d'un traversier 375 UEA coûterait environ 19 millions de dollars tandis que celui d'un porte-conteneurs 2 200 EVP coûterait quelque 14 millions de dollars.

3.3.2 Période de récupération

On a constaté que l'utilisation du GNL pouvait offrir des avantages économiques importants aux propriétaires et aux exploitants de certains types de navires. Pour les six scénarios de navires côtiers modélisés, cinq offraient une période de récupération du capital investi initialement inférieure à six ans (voir la figure 11). Les coûts annuels du carburant pour les navires côtiers ont été réduits de plus de 50 %, permettant des économies annuelles variant entre 500 000 \$ et plus de cinq millions de dollars selon le type de navire. Ces résultats suggèrent que pour les navires côtiers intérieurs, le GNL peut être une option viable selon les coûts du carburant, le coût des options visant à assurer la conformité aux exigences en matière d'émissions et les habitudes d'utilisation du navire.

En ce qui concerne les navires hauturiers, la période de récupération s'améliore en fonction du temps passé dans la ZCE. Par exemple, la période de récupération de l'investissement s'est établie à 12 ans pour un transporteur de vrac sec ayant passé 20 % de son temps dans la ZCE. En revanche, la période de récupération serait d'environ un an pour un paquebot hauturier ayant passé la totalité de son temps dans la ZCE, ce qui montre que l'incidence de la ZCE est assez prononcée dans le cas des navires hauturiers. En règle générale, cependant, la période est plus longue pour les navires hauturiers que pour les navires côtiers.

Figure 11 :
Période de récupération
en nombre d'années pour
les navires intérieurs



■ GNL 10,50 \$/GJ
■ GNL 15,50 \$/GJ

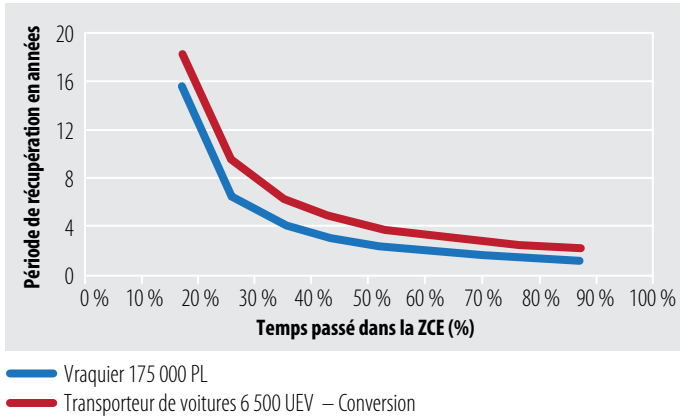
› Incidence de la ZCE sur la période de récupération

On a déterminé que le temps passé dans une ZCE touche directement la période de récupération d'un système au GNL lorsque le remplacement du combustible sert à assurer la conformité aux exigences en matière d'émissions. En ce qui a trait aux navires côtiers intérieurs (toujours présents dans la ZCE), on a démontré que le GNL peut être une solution viable selon les coûts du carburant et les habitudes d'utilisation.

Les navires exploités la plupart du temps en dehors d'une ZCE et les navires convertis ont la période de récupération la plus longue. De fait, les périodes de récupération pour les navires convertis exploités principalement en dehors d'une ZCE peuvent dépasser la durée de vie prévue du navire et ne sont pas viables étant donné le prix des carburants intermédiaires.

La Figure 12 montre comment le temps passé dans une ZCE peut avoir des répercussions sur la période de récupération. L'exemple comporte le remplacement de carburant pour assurer la conformité à la réglementation sur les émissions à l'intérieur de la ZCE; par contre, l'utilisation d'épurateurs-laveurs, tel qu'il a été mentionné précédemment, n'est pas modélisée. Les coûts du carburant utilisés dans la présente analyse étaient de 600 \$/tonne pour l'IFO 380 (à l'extérieur de la ZCE) et 1 190 \$/tonne pour le DTFTS (à l'intérieur de la ZCE). Le coût du GNL pour navire hauturier a été utilisé et son prix hypothétique a été fixé à 765 \$/tonne ou 15,30 \$/GJ.

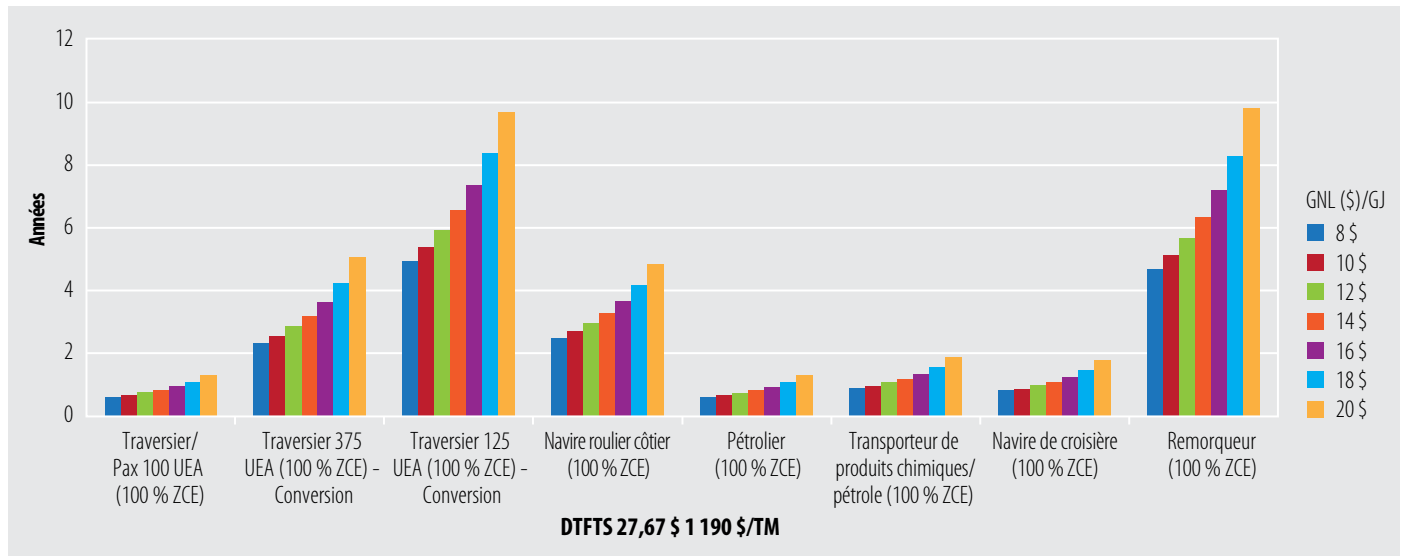
Figure 12 :
Sensibilité de la période de récupération en fonction du temps passé dans la ZCE



› Répercussions du coût du carburant sur la période de récupération

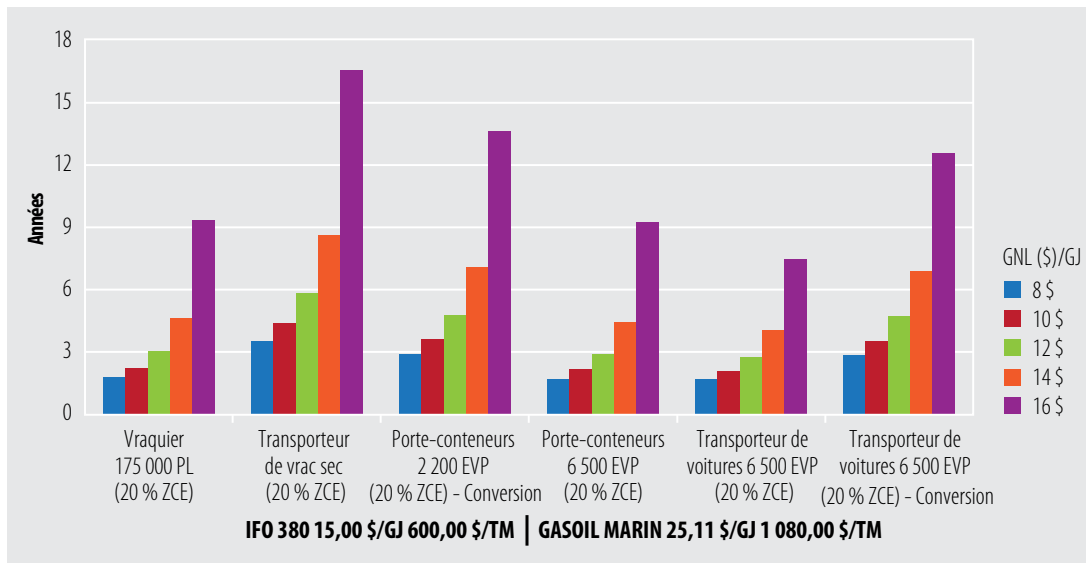
La Figure 13 montre les variations de la période de récupération pour les navires côtiers exploités exclusivement dans une ZCE en fonction d'une fourchette de prix du GNL se situant entre 8 \$ et 20 \$/GJ comparativement au coût fixe de l'hypothèse de 1 190 \$/tonne ou 23,80 \$/GJ pour le DTFTS.

Figure 13 :
Navires côtiers : variations de la période de récupération en fonction du prix du GNL



La figure 14 montre les variations de la période de récupération pour les navires hauturiers en fonction d'une fourchette de prix, comparativement aux coûts fixes de l'hypothèse de 600 \$/tonne ou 12 \$/GJ pour l'IFO 380 et de 1 190 \$/tonne ou 23,80 \$/GJ pour le DTFTS. Encore une fois, la modélisation suppose que ces navires seront exploités avec de l'IFO à l'extérieur d'une ZCE et passeront au DTFTS à l'intérieur de cette dernière.

Figure 14 :
Navires hauturiers : variations de la période de récupération en fonction du prix du GNL



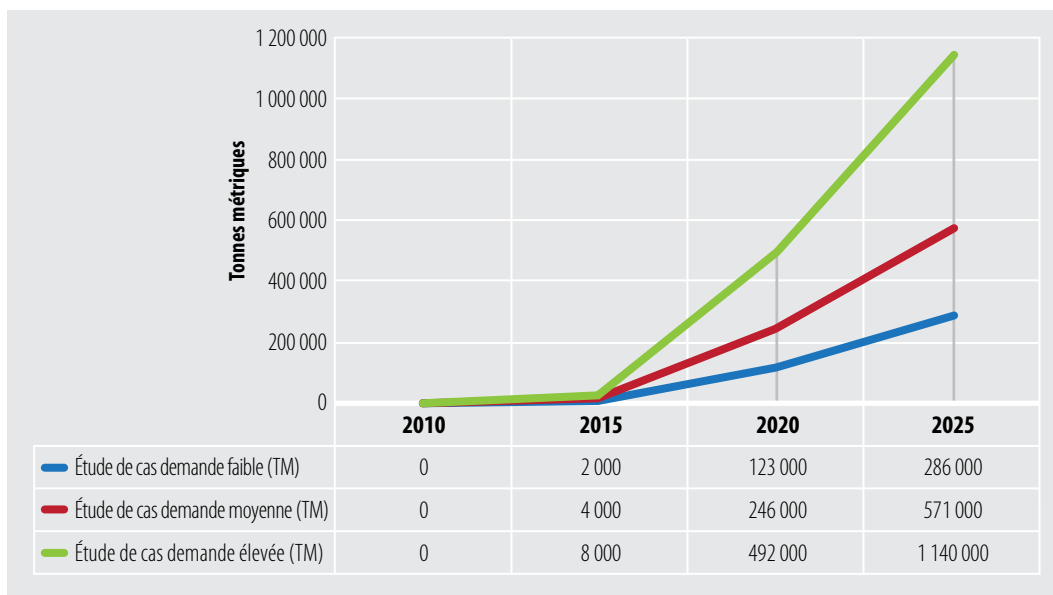
3.4

Analyse de la flotte et demande de GNL

Des taux d'adoption faibles, moyens et élevés du GNL ont été utilisés pour cette partie de la modélisation. Le taux d'adoption moyen a été calculé après avoir examiné plusieurs projections, notamment une provenant du Registre de la Lloyd's. Ce taux suppose cinq navires au GNL en 2015, 60 en 2020 et 150 en 2025. Le faible taux d'adoption représente la moitié du taux moyen. Le taux d'adoption élevé représente le double du taux moyen.

La figure 15 montre la demande projetée pour les trois scénarios d'adoption, en se basant sur les données actuelles pour les navires ayant visité la côte Ouest en 2011, combinées aux taux d'adoption prévus du GNL. L'analyse suppose que les navires intérieurs, comme les traversiers et les remorqueurs, s'approvisionnent en carburant exclusivement sur la côte Ouest, tandis que les navires hauturiers s'approvisionnent en carburant la moitié du temps sur la côte Ouest du Canada et l'autre moitié ailleurs.

Figure 15 :
Projection de la demande de GNL sur la côte Ouest selon les taux d'adoption, de 2010 à 2025



Les navires qui seront les premiers à adopter le GNL seront fort probablement les bâtiments exploités exclusivement dans des ZCE, comme des traversiers, des navires de croisière ou des pétroliers. Ce modèle d'adoption est conforme à ce qui est survenu en Europe, où les traversiers et les transporteurs maritimes sur courte distance ont été les premiers à utiliser le GNL comme carburant marin. Les porte-conteneurs et les vraquiers exploités sur des itinéraires fixes dans une ZCE pourraient également faire partie des navires qui seront les premiers à opter pour le GNL.

Premiers utilisateurs

Les navires qui seront les premiers à adopter le GNL seront fort probablement les bâtiments exploités exclusivement dans des ZCE, comme des traversiers, des navires de croisière ou des pétroliers.

3.5 Conclusions

Le modèle utilisé dans ce chapitre montre que quatre variables ont des répercussions particulièrement importantes sur la période de récupération et sur les coûts du cycle de vie associés à l'utilisation du GNL. Les voici :

- › les écarts de prix entre les carburants à base de pétrole et le GNL;
- › le pourcentage de temps passé par un navire dans une ZCE;
- › les coûts en capital des systèmes au GNL;
- › la quantité de carburant consommée.

Plus précisément, le modèle montre ce qui suit :

- › Le GNL peut offrir des avantages économiques importants aux propriétaires et aux exploitants de certains types de navires, particulièrement les navires côtiers.
- › Selon la taille et le type de navire côtier, les économies annuelles en carburant associées à l'utilisation du GNL pourraient se situer entre 500 000 \$ et plus de 5 000 000 \$.
- › Pour les six scénarios de navires côtiers modélisés, cinq offraient une période de récupération du capital investi initialement inférieure à six ans. En ce qui concerne les navires hauturiers, la période de récupération s'améliore en fonction du temps passé dans la ZCE de la côte Ouest.
- › Les scénarios de taux d'adoption réalistes montrent que l'utilisation du GNL comme carburant marin pourrait mener à une augmentation importante de la demande de GNL sur la côte Ouest dans la prochaine décennie.
- › En fonction d'un scénario d'adoption « moyen » du GNL, on pense que 150 navires au GNL seront exploités sur la côte Ouest d'ici 2025, pour une demande approximative de 571 000 tonnes de GNL annuellement. Cette projection de la demande suppose que les navires côtiers s'approvisionnent en carburant sur la côte Ouest, tandis que les navires hauturiers s'approvisionnent la moitié du temps en dehors du Canada, à leur destination.

Avantages environnementaux



Dans le présent chapitre, on examine les réductions potentielles de polluants, comme les oxydes de soufre (SOx), les oxydes d'azote (NOx) et les particules en suspension (PS), ainsi que les réductions des émissions de GES que l'utilisation du GNL permettrait de réaliser. Ce chapitre présente également des comparaisons entre les systèmes de propulsion marins au GNL et d'autres options visant à assurer la conformité à la réglementation future. De plus, il traite des risques environnementaux potentiels associés aux accidents mettant en cause le GNL.

Il faut noter que les résultats présentés dans ce chapitre sont tirés des données et des hypothèses fournies par les participants à l'étude. Les avantages environnementaux dépendront du profil d'exploitation en service des navires, du rendement des moteurs et de la nature de la chaîne d'approvisionnement en GNL.

4.1

Carburants marins et options de système de propulsion

Le gaz naturel est considéré comme le plus propre des combustibles fossiles. Une fois qu'il a été raffiné pour être commercialisable, sa combustion crée moins de sous-produits, à l'exception du gaz carbonique (CO₂), de l'azote (NO_x) et de l'eau. À l'inverse, les moteurs alimentés au carburant à base de pétrole produisent une grande quantité d'émissions gazeuses et de particules en suspension, qui peuvent avoir des effets néfastes sur la santé humaine et l'environnement.

La propulsion marine est caractérisée par des émissions élevées, étant donné que les carburants marins classiques sont habituellement composés de mazouts de mauvaise ou de très mauvaise qualité. Le mazout lourd, ou « combustible de soute », brûlé par la plupart des grands navires océaniques provient souvent des résidus d'autres procédés de raffinage, et contient des concentrations encore plus élevées de composés toxiques que le pétrole brut original.

Les procédés de combustion des moteurs diesel marins présentent également des défis environnementaux. Ces moteurs sont très écoénergétiques, mais le cycle diesel de la plupart des moteurs marins requiert des températures de combustion plus élevées. Cela favorise la formation et l'émission d'azote (NO_x); ce dernier contribue à la formation des pluies acides qui peuvent endommager les écosystèmes naturels. Quant aux moteurs marins à cycle Otto, ils fonctionnent à des températures de combustion plus faibles que celles des moteurs diesel, ce qui se traduit par beaucoup moins d'émissions d'azote (NO_x).

Au cours des dernières années, la réglementation nationale et internationale a été axée sur les répercussions du transport maritime relatives aux émissions locales et mondiales. Les nouveaux règlements sur les ZCE exigent des réductions importantes des émissions de SO_x, tout en proposant des réductions des émissions de NO_x. Les répercussions de la réglementation de la ZCE nord-américaine comprendront des changements fondamentaux dans le choix des carburants marins et des moteurs marins. Étant donné que le GNL peut aider à réduire un grand nombre d'émissions, il représente également une option viable pour les nouveaux navires et ceux existants exploités dans les ZCE.

Carburants marins classiques

La propulsion marine est caractérisée par des émissions élevées, étant donné que les carburants marins classiques sont habituellement composés de mazouts de mauvaise ou de très mauvaise qualité. Le mazout lourd, ou « combustible de soute », brûlé par la plupart des grands navires océaniques provient souvent des résidus d'autres procédés de raffinage et contient des concentrations encore plus élevées de composés toxiques que le pétrole brut original.

4.1.1 Pétrole, distillats et GNL

Le transport maritime utilise habituellement du mazout lourd et des distillats marins comme carburants. L'utilisation du GNL est actuellement beaucoup moins répandue.

› Mazout lourd

Le carburant le plus couramment utilisé dans les opérations maritimes est le mazout lourd. Ce dernier est considéré comme un sous-produit, car c'est ce qui reste une fois les composants plus recherchés du pétrole brut extraits par le raffinage. Il contient un large éventail de contaminants, comme de la cendre, du soufre et du sodium, de sorte que ses émanations après la combustion sont dangereuses pour l'environnement et la santé humaine.

› Distillats marins

Ce type de carburant comprend le diesel marin et le gasoil marin. Bien que le diesel marin contienne habituellement des concentrations de soufre moins élevées que le mazout lourd, la teneur en soufre permise en fonction du poids demeure élevée, soit 1,0 %. Toutefois, les nouvelles normes limiteront cette quantité à 0,1 % en fonction du poids dans la ZCE nord-américaine à partir de janvier 2015.

Le diesel marin utilisé au Canada est le même que celui utilisé pour les trains. Par le passé, le diesel marin pouvait avoir une teneur en soufre de 1,5 %, une quantité supérieure au DTFTS utilisé pour les véhicules routiers. Par contre, il doit aujourd'hui respecter les normes du DTFTS, soit une teneur en soufre de 0,0015 %.

› Gaz naturel

Le gaz naturel servant à la production du GNL en Amérique du Nord comprend une petite quantité de différents composés chimiques, ce qui en fait un combustible plus propre que les combustibles à base de pétrole. Le tableau 8 montre la teneur en soufre du GNL de la côte Ouest, comparativement aux carburants marins habituellement utilisés. Il faut noter que le tableau montre les limites de soufre en fonction d'une norme ISO et qu'elles sont, dans certains cas, plus élevées que les normes actuelles ou futures dans la ZCE nord-américaine en ce qui a trait au carburant.

Tableau 8 :
Teneur en soufre actuelle du GNL comparativement aux limites des carburants marins ISO 8217

	GNL de la côte Ouest	DTFTS	DMA (gasoil marin)	DMB (diesel marin)	RMG 180 (mazout lourd)	RMG 380 (mazout lourd)
Teneur maximale en soufre	0 %	0,0015 %	1,5 %	2 %	3,5 %	3,5 %

4.1.2 Systèmes de propulsion

La partie qui suit porte sur les principaux types de moteurs marins et leurs caractéristiques.

› Diesel

Les moteurs diesel sont les piliers du marché de la propulsion marine. Ce sont des machines complexes qui intègrent un grand éventail d'équipements auxiliaires pour suralimenter la puissance et l'efficacité.

› Turbines à gaz

Les turbines à gaz sont principalement utilisées dans les navires militaires, où le besoin d'une puissance élevée et d'une réaction rapide l'emportent sur leur consommation et leur coût plus élevés.

› Moteur au GNL

Comme il a été mentionné dans le chapitre 1, trois technologies de base sont utilisées pour les moteurs au GNL marin : gaz à allumage par étincelle, carburant mixte et injection directe. Les moteurs au gaz et à carburant mixte fonctionnent sur le cycle Otto, lequel génère des températures de combustion moins élevées que celles des moteurs diesel. Les moteurs bicarburant à vitesse moyenne sont les moteurs au GNL marin les plus courants. Un exemple est présenté à la figure 16.

Figure 16 :
Moteur à carburant mixte à vitesse moyenne Caterpillar/MAK



4.2

Émissions

Les émissions principales pour les moteurs marins sont les suivantes : GES, SOx, NOx et PS.

› GES

Deux des principaux GES qui s'échappent des moteurs marins sont le CO₂ et le méthane. Les émissions de CO₂ sont liées à la teneur en gaz carbonique du carburant et à la quantité de carburant consommée. Peu importe le type de moteur ou sa vitesse de fonctionnement, l'utilisation du GNL plutôt que du pétrole réduit la quantité de CO₂ produite par le moteur. Cela tient au fait que la teneur en gaz carbonique du gaz naturel est inférieure à celle des carburants à base de pétrole.

Bien que le gaz naturel produise moins de CO₂ par unité d'énergie que les carburants à base de pétrole, son avantage potentiel peut être compromis par les émanations de méthane. Le GNL se compose essentiellement de méthane, qui constitue en soi un GES puissant; ainsi, les moteurs au GNL peuvent émettre de petites quantités de méthane non brûlé, ou émanations de méthane. Pour que le GNL offre un réel avantage environnemental, les émanations de méthane doivent être minimales.

› **SOx**

Les émissions de SOx provenant d'un moteur varient en fonction de la teneur en soufre du carburant. Il y a très peu de soufre dans le GNL de sorte qu'il génère très peu de SOx, comparativement aux carburants à base de pétrole. Les moteurs au gaz à allumage par étincelle fonctionnant selon un cycle Otto n'émettent pour ainsi dire pas de SOx, alors que les émissions de SOx des moteurs à carburant mixte proviennent seulement des petites quantités de carburant injecté.

› **NOx**

Les émissions de NOx provenant d'un moteur varient en fonction de la température de combustion. Plus la température des cylindres est élevée durant la combustion, plus grande sera la quantité de NOx produite. Les moteurs diesel, qui fonctionnent à des températures plus élevées, peu importe le type de carburant, produisent des émissions de NOx plus élevées que les moteurs équivalents à cycle Otto.

› **PS**

Les PS sont produites par la combustion incomplète des carburants; elles comprennent des particules de gaz carbonique, des sulfates et des aérosols de nitrate. Des carburants à teneur en soufre plus élevée génèrent plus de PS, car une partie du carburant est convertie en sulfates dans l'échappement. Le tableau 9 met en évidence les émissions de PS, en grammes par kilowatt-heure (g/kWh) des carburants à base de pétrole courants et du GNL. La teneur en soufre des carburants à base de pétrole est donnée en pourcentage.

Tableau 9 :
Émissions de PS des carburants marins en fonction de la teneur en soufre

	GNL de la côte Ouest	DTFTS à teneur en soufre de 0,0015 %	DMA (gasoil marin) Teneur en soufre de 1,5 %	DMB (diesel marin) Teneur en soufre 2 %	RMG 180 et 380 (mazout lourd) Teneur en soufre de 3,5 %
PS (g/kWh)	0,04	0,25	0,95	1,18	1,88

4.3

Conformité aux exigences en matière d'émissions

L'Annexe VI de la Convention internationale pour la prévention de la pollution par les navires (MARPOL) est le document principal qui régit le contrôle des émissions à l'échelle mondiale. Ce document contient également des dispositions relatives à la désignation des ZCE. La figure 17 montre la ZCE nord-américaine en janvier 2014. À partir de janvier 2015, les bâtiments exploités dans la ZCE nord-américaine devront utiliser des carburants dont la teneur en soufre ne dépasse pas 0,10 %. La limite actuelle s'établit à 01,0 %.

En vertu de l'Annexe VI, le niveau de soufre dans le carburant marin sera radicalement réduit au cours de la prochaine décennie, spécialement dans les ZCE. Les limites en matière d'émissions de NOx présentées dans l'Annexe VI sont entrées en vigueur en 2000 pour les nouveaux navires, mais les nouvelles limites proposées sont plus strictes. Pour s'y conformer, il faudrait ajouter des systèmes de recirculation des gaz d'échappement (RGE) ou de réduction sélective catalytique (SCR) aux moteurs diesel marins standards ou passer au GNL.

L'Indice nominal de rendement énergétique (INRE) en vertu du MARPOL est une autre exigence récente. L'INRE vise à réduire l'impact environnemental du transport en adoptant des mesures en matière d'efficacité énergétique qui réduisent les émissions de GES. L'INRE est maintenant une norme obligatoire pour les nouvelles constructions de différents types de navires, notamment les vraquiers, les pétroliers et les porte-conteneurs, et elle s'appliquera ultérieurement à un éventail de bâtiments encore plus grand.

Le respect des cibles de l'INRE représentera un défi pour un grand nombre d'exploitants de navires. L'adoption de carburants de distillats plus « propres » rendra plus difficile le respect de la réglementation, car les valeurs calculées de carbone des distillats sont plus élevées en vertu de l'INRE et dépassent même celles du mazout lourd. Par contre, l'utilisation du GNL facilite le respect de la réglementation, car le facteur de carbone relativement à l'INRE est plus faible que celui des distillats et celui du mazout lourd.

Figure 17 :
La ZCE nord-américaine en janvier 2014



Options en matière de conformité

Les principales options pour se conformer à l'Annexe VI de la MARPOL comprennent des stratégies pour réduire les émissions, des améliorations dans la conception des navires et des options législatives.

4.4.1 Stratégies de réduction des émissions

Parmi les options, on retrouve :

› Le remplacement de carburant :

Les navires peuvent utiliser des carburants résiduels moins coûteux produisant plus d'émissions en dehors des ZCE et les remplacer par des distillats plus propres, comme le DTFTS à l'intérieur des zones. Une solution de rechange serait d'utiliser des moteurs à carburant mixte pour brûler du GNL à l'intérieur des ZCE et du carburant résiduel à l'extérieur. Dans les deux cas, de l'espace supplémentaire est nécessaire pour le deuxième ensemble de réservoirs et pour les systèmes d'alimentation connexes.

› Réduction du SOx :

Il est possible de réduire ce polluant à l'aide d'épurateurs-laveurs, qui peuvent réduire la teneur en SOx des gaz d'échappement. Par contre, ces systèmes présentent certains inconvénients, notamment l'espace et la puissance qui leur sont nécessaires.

› Réduction du NOx :

Historiquement, les fabricants de moteurs diesel ont contrôlé les émissions de NOx en apportant des changements directement dans les moteurs, plutôt que d'utiliser un traitement des gaz d'échappement. Par contre, afin de se conformer aux nouvelles normes proposées en matière d'émissions de NOx, des systèmes RGE et SCR en dehors de moteurs seront requis. Ces systèmes auront des répercussions sur les coûts d'exploitation de l'espace à bord.

4.4.2 Améliorations dans la conception et exploitation à vitesse réduite

Les améliorations dans la conception des navires peuvent aider à réduire la consommation de carburant et, partant, les émissions. De telles améliorations comprennent notamment une meilleure conception des coques et des superstructures, ainsi que la fabrication d'hélices et d'une machinerie de propulsion plus efficaces. Réduire la vitesse du navire, ou « exploitation à vitesse réduite », peut également contribuer à réduire la consommation de carburant. De nombreux navires sont conçus pour être exploités à des vitesses plus basses.

4.4.3 Options législatives

Certaines lois en matière de contrôle des émissions contiennent des mesures qui permettent la poursuite d'une exploitation non conforme. L'établissement d'une moyenne par flotte est l'une de ces mesures. Il s'agit de tenir compte des émissions de l'ensemble des navires pour un propriétaire, plutôt que de calculer les émissions de chaque bâtiment. Une deuxième option consiste à prendre des mesures en fonction du marché, ce qui permettrait aux exploitants dont les émissions sont plus faibles de vendre le surplus de leur capacité d'émissions à des exploitants dont les émissions sont plus élevées.

Pollution accidentelle

Le GNL qui se déverse dans l'eau reste en surface et commence immédiatement à s'évaporer et à se disperser dans l'air. Si une source d'allumage est à proximité, le périmètre du nuage de vapeur peut s'enflammer, ce qui peut causer un feu en nappe ou une explosion. Cependant, sans le bon rapport gaz/air, le GNL ne brûlera pas. Comme le gaz proprement dit n'est pas toxique, un déversement présente très peu de risques directs pour les organismes marins ou aériens, à moins que les concentrations ne soient assez élevées, sur une période assez longue, pour causer l'asphyxie. Il n'est pas nécessaire d'effectuer des travaux de décontamination en cas de déversement. En règle générale, bien que les déversements accidentels de GNL ne soient pas du tout souhaitables et qu'ils puissent présenter des risques pour la sécurité, ils sont beaucoup moins importants que les déversements de pétrole du point de vue de l'environnement.

Modélisation des avantages en matière d'émissions

Deux analyses différentes ont été entreprises pour déterminer les avantages associés aux émissions de GNL, comparativement aux carburants à base de pétrole. La première analyse a été menée en tenant compte d'un cycle complet allant du puits au navire en utilisant le modèle GHGenius de Ressources naturelles Canada. La deuxième analyse a intégré les conclusions tirées des résultats du modèle GHGenius en mettant l'accent sur les émissions du navire.

4.6.1 Résultats de la modélisation des émissions durant le cycle de vie de GHGenius

L'étude de GHGenius a comparé les émissions de GNL à celles du diesel marin et du DTFTS, en utilisant deux navires comme exemple, deux types de technologie des moteurs et deux modes d'approvisionnement en GNL. L'un des navires utilisés comme exemple est un grand traversier côtier alimenté au DTFTS, et l'autre un grand navire de transport qui utilise un diesel marin présentant une teneur en soufre de 0,1 %.

Les résultats du scénario montrent que les avantages en matière de GES d'un navire au GNL par rapport à un navire alimenté au pétrole dépendent principalement de la chaîne d'approvisionnement en GNL, notamment du type d'énergie utilisé pour liquéfier le gaz naturel. Les efficacités offertes par les différentes technologies de moteur au GNL utilisées par le navire sont secondaires. Les avantages en matière d'émissions de GES sur le cycle de vie calculé varient entre 10 et 26 %, selon la source de GNL.

4.6.2 Résultats de la modélisation des émissions au niveau du navire

À partir des résultats de l'étude de GHGenius décrits ci-dessus, nous avons utilisé les mêmes variables pour l'examen des 14 types de navires de la côte Ouest ayant servi aux études de cas au chapitre 3. Les données clés des résultats de GHGenius ont été appliquées à ces navires et modulées pour tenir compte des types de moteurs et de leurs tailles, des profils d'exploitation et d'autres facteurs. Les études de cas ont ensuite été analysées afin de déterminer les quantités de CO₂, d'équivalents de CO₂, de NO_x, de SO_x et de PS produites annuellement. Les résultats sont les suivants :

- › CO₂ : Les résultats ont montré une réduction globale de 20 à 29 % des émissions de CO₂ avec le GNL, principalement en raison de la faible teneur en gaz carbonique du carburant.
- › Équivalents CO₂ : Selon le type de moteur et la technologie utilisée et compte tenu des émissions de méthane, les résultats ont montré une réduction globale de 7 à 19 % des émissions de GES en fonction d'un équivalent CO₂. Les calculs des GES produits par les équivalents au CO₂ tiennent compte du potentiel de réchauffement climatique plus élevé associé au méthane.
- › NO_x : Les résultats ont montré une réduction globale importante des émissions de NO_x pour tous les navires alimentés au GNL comparativement aux bâtiments utilisant un carburant à base de pétrole. Les moteurs à cycle Otto au GNL ont enregistré la réduction de NO_x la plus importante avec une diminution évaluée à 85 % des émissions de NO_x en raison des températures de combustion plus basses de ces moteurs. En comparaison, celles des moteurs au GNL à cycle diesel n'ont été que d'environ 35 %.
- › SO_x : La réduction de la production de SO_x pour les moteurs au gaz atteint presque 100 %. Pour les moteurs à carburant mixte, les réductions peuvent atteindre au moins 85 %, selon le type de moteur et le choix du carburant injecté.
- › PS : L'utilisation du GNL a permis de réduire globalement les émissions de PS d'environ 85 %, quel que soit le carburant à base de pétrole avec lequel il est comparé.

4.7

Réduction des émissions sur la côte Ouest

Tableau 10 :
Émissions évitées en fonction
d'un taux d'adoption moyen
du GNL

	Émissions éliminées (tonnes/an)		
	2015	2020	2025
CO ₂	6 760	720 000	1 730 000
Équivalents CO ₂	5 860	597 000	1 450 000
NO _x	186	21 900	51 800
SO _x	116	31 100	76 500
PS	23	4 570	11 200

En supposant un taux d'adoption moyen du GNL comme carburant de navire, il est possible de calculer le niveau de réduction des émissions auquel on peut s'attendre sur la côte Ouest entre 2015 et 2025. Le nombre de tonnes d'émissions évitées est présenté au tableau 10.

Il faut noter que bien que ces réductions soient importantes dans l'absolu, elles représentent une petite fraction du total des émissions des navires qui font escale dans les ports de la côte Ouest. Les réductions seront toutefois plus importantes dans les zones côtières de la Colombie-Britannique, étant donné qu'on s'attend à ce que le nombre de navires côtiers qui adopteront le GNL soit supérieur à celui des navires hauturiers.

4.8

Conclusions

Le GNL peut aider à réduire les émissions des navires et à assurer leur conformité à la réglementation environnementale qui entrera en vigueur prochainement. Selon le type de moteur et les technologies de traitement après la combustion, le GNL permet de réduire de plus de 85 % les émissions de SO_x, jusqu'à 35 % et 85 % des émissions de NO_x pour les moteurs à cycle diesel et les moteurs à cycle Otto respectivement. De plus, il permet de réduire les PS jusqu'à 85 %, les émissions de CO₂ jusqu'à 29 % et les gaz à effet de serre (GES) jusqu'à 19 %, sur une base équivalente au CO₂.

Étant donné que le GNL se compose essentiellement de méthane, un GES puissant, il importe de réduire au maximum les émanations de méthane dans le processus de combustion et de veiller à ce que les émanations et les fuites associées à la chaîne d'approvisionnement en carburant soient réduites le plus possible.

En attendant l'adoption élargie du GNL par les flottes de navires hauturiers, qui utilisent actuellement le combustible de soute, l'utilisation du GNL aura un effet modeste, mais positif, sur les émissions totales sur la côte Ouest.

Étant donné que les navires côtiers seront vraisemblablement les premiers à adopter le GNL, les réductions d'émissions seront concentrées dans les zones côtières, où elles seront très bénéfiques pour les collectivités locales et la santé humaine. Les risques de dommages environnementaux causés par un déversement de GNL ou un accident maritime sont considérablement réduits par rapport aux risques liés aux huiles marines, étant donné que le GNL se disperse rapidement et ne laisse pas de nappes d'hydrocarbures ni de résidus.

Défis associés à la réglementation



Le présent chapitre définit les changements proposés au cadre réglementaire du Canada afin qu'il se prête à l'utilisation du GNL comme carburant marin. Les mesures recommandées sont essentielles pour que les projets de GNL marin puissent aller de l'avant au Canada et, en parallèle, assurer la sécurité, réduire les risques et orienter le travail des concepteurs, des fournisseurs et des exploitants.

Les recommandations en faveur du réaménagement du cadre réglementaire canadien ont été formulées en examinant les réglementations, les règles, les normes et les directives actuelles et planifiées; en menant des ateliers de détermination des dangers et d'évaluation des risques et en relevant les lacunes et la meilleure manière d'y remédier. Les recommandations touchent les éléments suivants :

- › conception et construction des navires;
- › activités maritimes dans les eaux côtières et les voies navigables;
- › installations de ravitaillement et terminaux;
- › sécurité, c'est-à-dire protection contre des actes malveillants.

5.1

Une approche pour le Canada

Même s'il n'existe actuellement aucun cadre réglementaire complet à l'échelle internationale, de nombreux travaux dont le Canada pourra s'inspirer sont disponibles ou en cours de préparation. En attendant la finalisation du code de sécurité en cours d'élaboration de l'Organisation maritime internationale (OMI), par exemple, les directives provisoires de l'OMI et d'autres mesures de sécurité peuvent servir de fondation solide pour l'utilisation du GNL comme carburant marin. De même, dans le cadre de ce projet, une ébauche d'un arrangement réglementaire de rechange donnant un niveau équivalent de sécurité pour l'utilisation du GNL comme carburant à bord des navires canadiens est préparée pour être évaluée par Transports Canada.

5.2

Cadre réglementaire international

À l'échelle internationale, l'intérêt pour le GNL comme carburant marin s'est développé plus rapidement qu'un cadre réglementaire pour le gouverner. Quoi qu'il en soit, un examen de la documentation a révélé un ensemble important de réglementations et de directives existantes en relation avec le transport alimenté au GNL. Les sources comprennent les suivantes :

5.2.1 Organisation maritime internationale

L'Organisation maritime internationale (OMI) est un organisme spécialisé des Nations Unies responsable de la sûreté et de la sécurité du transport et de la prévention de la pollution marine des navires. La Convention internationale pour la sauvegarde de la vie humaine en mer (Convention SOLAS) est le plus important de tous les traités touchant la sécurité maritime. Elle renvoie à de nombreux autres documents, comme certains des codes décrits dans cette section. Les réglementations maritimes intérieures de nombreux pays tiennent compte des modalités de la Convention SOLAS.

La convention principale de l'OMI est la MARPOL, décrite précédemment, et elle couvre les huiles, les produits chimiques, les biens emballés, les eaux d'égout et les déchets, ainsi que la pollution atmosphérique. Parmi les autres codes et réglementations, on retrouve les suivants :

› ***Recueil international de règles relatives à la construction et à l'équipement des transporteurs de gaz liquéfié en vrac (code IGC)***

Le volume de gaz liquéfié transporté par voie maritime a augmenté rapidement au cours des années 1980, et l'OMI a introduit l'IGC pour réglementer ces transporteurs. Ce code a pour objectif de diminuer les risques potentiels pour les navires et l'environnement que peuvent poser les très faibles températures et les pressions très élevées associées au transport du gaz.

› ***International Code of Safety for Ships Using Gases or Other Low Flashpoint Fuels (Recueil des règles relatives à la sécurité des navires alimentés au gaz ou à d'autres carburants à point éclair bas (code IGF))***

La finalisation du code IGF est prévue pour 2014 et il couvrira les préoccupations relatives à l'exploitation et à la sécurité pour les navires hauturiers alimentés au GNL. Ce code obligatoire remplacera le document IMO Interim Guidelines on Safety for Natural Gas-Fuelled Engine Installations in Ships (directives intermédiaires de l'OMI sur la sécurité de l'installation des moteurs alimentés au gaz naturel à bord des navires) (adopté en tant que RÉSOLUTION MSC.285(86) de l'OMI le 1^{er} juin 2009).

› ***Convention internationale sur les normes de formation des gens de mer, de délivrance des brevets et de veille (Convention STCW)***

La Convention STCW aborde les normes minimales en matière de compétences pour les gens de mer. Elle ne fait pas référence à la manipulation du gaz, mais un sous-comité de l'OMI discute de l'introduction de compétences pour le personnel des navires alimentés au GNL, en fonction des compétences exigées du personnel exploitant des navires alimentés au GNL par le code IGF.

› ***Code international de gestion de la sécurité (code ISM)***

Le code ISM établit les objectifs de gestion de la sécurité. Il exige que l'entité responsable de l'exploitation du navire crée et mette en œuvre un système de gestion de la sécurité qui respecte ces objectifs.

5.2.2 Directives ISO

ISO/TC 18683, *Guidelines for Systems and Installations for Supply of LNG as Fuel to Ships* (Directives pour les systèmes et les installations d'approvisionnement de GNL comme carburant de navire), est un important document de l'ISO. Même s'il ne s'agit pas encore d'une norme internationale, ce projet de lignes directrices sert de guide pour les installations d'approvisionnement en carburant, les interfaces entre les navires et les installations, les procédures de branchement et de débranchement, la coupure d'urgence et le contrôle du processus d'approvisionnement.

L'ISO comprend également d'autres normes techniques relatives au GNL. Un grand nombre d'entre elles peuvent s'appliquer aux systèmes installés sur les navires alimentés au GNL et aux systèmes d'approvisionnement en GNL de ces navires.

5.2.3 Sociétés de classification

Les sociétés de classification sont des organisations non gouvernementales qui établissent et mettent à jour des normes techniques pour la conception, la construction et l'exploitation des navires. Elles élaborent leurs propres règles et adoptent, adaptent et appliquent des normes internationales (principalement les normes applicables aux navires de l'OMI). De nombreuses sociétés de classification ont modifié leurs règles pour couvrir les navires alimentés au GNL.

Sociétés de classification

Transports Canada reconnaît cinq sociétés de classification, qui ont toutes entrepris des travaux relatifs aux navires alimentés au GNL. Voici les sociétés reconnues ainsi qu'une description de leurs travaux : American Bureau of Shipping (guides pour les systèmes de propulsion et auxiliaires de navires alimentés au GNL); Bureau Veritas (règles de sécurité pour les moteurs au gaz dans les navires); Det Norske Veritas (installations de moteur au GNL); Germanischer Lloyd (directives pour l'utilisation du gaz comme carburant de navire) et le Registre de la Lloyd's (réglementation du classement des navires alimentés au GNL).

5.3

Cadres réglementaires nationaux

Le Canada et plusieurs autres pays ont élaboré des réglementations et des codes qui ne sont pas conçus expressément pour régir l'utilisation du GNL comme carburant marin, mais qui peuvent servir de fondement au développement de réglementations.

5.3.1 Canada

La Loi sur la marine marchande du Canada (2001) est administrée par Transports Canada et s'applique à tous les navires battant pavillon canadien et à tous les navires dans les eaux canadiennes, à l'exception des bâtiments des Forces canadiennes ou de forces armées étrangères. Bien que Transports Canada n'ait actuellement aucune règle ni aucun code particulier pour les navires alimentés au GNL, un certain nombre de règlements pourraient servir de fondement pour en élaborer. Voici quelques exemples :

› Règlement sur les machines de navires

L'Annexe XII de ce règlement traite de tous les aspects entourant les systèmes au mazout pour les installations fixes. Les points éclair du carburant permis précisés dans ce règlement, par contre, ne permettent pas l'utilisation du gaz naturel comme carburant pour les navires battant pavillon canadien, au pays comme à l'étranger.

› Règlement sur le personnel maritime

Ce règlement de 2007 est fondé sur les plus récentes normes de l'OMI et de l'ISO. Par contre, il ne traite pas expressément des exigences en matière de compétences ou de formation relatives à l'utilisation du GNL comme carburant d'un navire.

› **Code relatif au processus d'examen technique des terminaux maritimes et des sites de transbordement (Code TERMPOL)**

Établi en 1977, le Code TERMPOL a été élargi en 1982 afin d'inclure des propositions touchant les terminaux maritimes conçus pour assurer la manutention des cargaisons en vrac de GNL, de gaz de pétrole liquéfiés et de produits chimiques. Une nouvelle édition est parue en 2001. L'avenir du TERMPOL est incertain, mais ses principes seront fort probablement maintenus dans les prochains codes.

› **Règlement sur la sûreté du transport maritime**

Ce règlement est entré en vigueur en 2004. Il fournit un cadre pour détecter les menaces à la sécurité et prévenir les incidents relatifs à la sécurité qui pourraient toucher les navires et leurs installations.

5.3.2 États-Unis

La *Policy Letter CG-521 No. 01-12 Equivalency Determination – Design Criteria for Natural Gas Fuel Systems* (Lettre de politique déterminant les équivalences en matière de critères de conception pour les systèmes de carburant au gaz naturel) de la Garde côtière des États-Unis (USCG) établit les critères pour atteindre des niveaux de sécurité au moins équivalents à ceux des systèmes de carburant classique. Cette politique contient des modifications et des ajouts dans trois domaines principaux : l'utilisation de normes américaines pour les produits d'homologation types; la protection contre les incendies, notamment les systèmes de surveillance, et les systèmes électriques, particulièrement la désignation des zones dangereuses.

5.3.3 Norvège

La Norvège a été l'un des premiers pays à adopter le GNL comme carburant marin, particulièrement pour les traversiers, les navires hauturiers de ravitaillement et les navires de transport de courte distance. La réglementation norvégienne traite de la conception des navires, de l'exploitation, de la formation et de l'approvisionnement en carburant.

5.4

Considérations provinciales

Différents ministères provinciaux auront compétence sur l'infrastructure de GNL sur les côtes de la Colombie-Britannique, soit :

- › le ministère de l'Énergie et des Mines
- › le ministère du Développement des ressources de gaz naturel
- › le ministère des Forêts, des Terres et de l'Exploitation des ressources naturelles
- › le ministère de l'Environnement
- › le ministère des Transports

La BC Oil and Gas Commission jouera également un rôle important, étant donné qu'il s'agit de l'organisme de réglementation responsable de l'exploitation gazière et pétrolière dans la province, à savoir la prospection, la mise en valeur, le transport par pipeline et la remise en état. La BC Safety Authority participerait également à l'examen de toute infrastructure de GNL sur la côte.

5.5

Autorités portuaires

Les autorités portuaires facilitent le mouvement des cargaisons et des passagers en offrant des installations sécuritaires et fiables, des services et des technologies. Chaque autorité portuaire a un manuel d'exploitation portuaire conforme à l'article 56 de la *Loi maritime du Canada*. Ce manuel contient des procédures propres à l'emplacement conçues pour promouvoir une navigation sécuritaire et efficace à l'intérieur du port et protéger l'environnement marin.

Les autorités portuaires ont également publié des procédures pour l'approvisionnement en carburant sécuritaire dans les ports. Ces procédures couvrent les exigences à respecter avant, pendant et après la livraison, ainsi que les vérifications de conformité et la documentation relatives à l'approvisionnement en carburant.

Détermination et évaluation des risques

Les risques associés au transport par navire alimenté au GNL comprennent les dangers liés à l'exploitation des bâtiments, comme l'échouage ou la perte de gouvernail, et les risques propres à l'utilisation du GNL, dont un grand nombre sont associés aux températures de stockage très basses du GNL et à son inflammabilité.

Les participants au projet ont tenu une série d'ateliers pour déterminer les risques et les dangers qui doivent être abordés par la nouvelle réglementation, les nouvelles normes ainsi que la documentation relative à l'utilisation du GNL comme carburant marin au Canada. Des ateliers distincts ont porté sur l'exploitation des navires dans les eaux côtières et les voies maritimes; les opérations d'approvisionnement en carburant et la sécurité à bord des navires, au port et au terminal. Les ateliers ont porté uniquement sur l'augmentation des dangers résultant de l'utilisation du GNL plutôt que des carburants liquides classiques.

Dans le cadre des ateliers, les dangers ont été déterminés et classés selon leur gravité et leur fréquence. Ces travaux ont permis de coter le risque en multipliant la note attribuée à la gravité par la note attribuée à la fréquence. Les risques ont été répartis en quatre principales catégories : conception et construction des navires, exploitation des navires, approvisionnement en carburant et sécurité. Pour les risques dont la cote est élevée, les effets des réglementations actuelles et proposées ont été pris en compte. Dans les cas où au moins une réglementation était prise en considération pour réduire la gravité ou la fréquence d'un danger, la cote de risque était réévaluée en supposant que la ou les réglementations seraient appliquées.

Les évaluations des risques reposaient sur des scénarios hypothétiques. Par contre, les participants ont considéré les résultats obtenus dans le cadre du processus d'évaluation comme étant raisonnablement représentatifs de l'éventail des dangers liés au GNL. Ainsi, les lacunes et les mesures recommandées pour y remédier, tel qu'il est mentionné ci-dessous, offrent une fondation solide pour l'élaboration d'une politique.

Lacunes décelées

Le tableau 11 présente les conclusions tirées des ateliers de détermination des dangers ainsi que les domaines où des lacunes subsistent. Les mesures recommandées axées sur le cadre réglementaire en place au Canada sont également résumées dans le tableau.

Tableau 11 :
Lacunes du cadre réglementaire
et mesures recommandées

Description des lacunes	Mesure recommandée
1. Il n'y a aucun code canadien régissant l'inspection, la construction et l'équipement de sécurité pour les navires alimentés au GNL.	Transports Canada doit publier un code réglementaire de rechange (comme la disposition du CSA 2001) pour régir l'inspection, la construction et l'équipement de sécurité pour les navires alimentés au GNL.
2. Il n'y a aucun code canadien régissant les risques de sécurité sur les navires alimentés au GNL exploités dans les ports et les voies maritimes canadiens.	Transports Canada et les autres ministères partenaires doivent établir une politique pour utiliser les principes du code TERMPOL pour les ports comprenant des installations d'approvisionnement au GNL.
3. Il n'existe aucun fondement pour évaluer les installations ou les procédés d'approvisionnement en GNL au Canada.	La province de la Colombie-Britannique doit définir les installations d'approvisionnement en GNL comme « exploitations de pétrole et de gaz naturel – petite » en vertu de l' <i>Environmental Management Act</i> (loi provinciale sur la gestion de l'environnement).
4. Il n'existe aucune directive commune en matière de règles portuaires pour les procédures d'approvisionnement en GNL.	Les autorités doivent exiger des propositions relatives à l'approvisionnement en GNL dans les ports afin d'inclure des évaluations des risques qualitatives, en suivant la méthodologie des directives de l'ISO.
5. Il n'existe aucune définition du procédé d'approvisionnement en GNL ou de répartition des responsabilités en la matière.	Le supplément CSA 2001 pour les navires alimentés au GNL doit appliquer le code de l'OMI à tout navire alimenté au GNL.
6. Aucune règle en matière d'utilisation, de branchement et de débranchement de réservoirs de GNL portatifs n'est définie.	Il faut attendre que la communauté internationale ait développé des méthodes touchant l'échange de réservoirs pour l'approvisionnement avant de prendre cette méthode en considération.
7. Il faut développer des normes de formation pour les équipages des navires alimentés au GNL.	Participer à l'élaboration des exigences de formation d'équipages de navire alimenté au GNL de l'OMI et les appliquer au Canada par le biais du supplément CSA 2001.

Ajouts recommandés au cadre réglementaire du Canada

Comme il a été mentionné précédemment, le Canada ne dispose d'aucun règlement fédéral pour les navires alimentés au GNL. Par contre, la *Loi sur la marine marchande du Canada (2001)* permet la mise en place de nouveaux codes réglementaires s'ils fournissent des mesures de sécurité équivalentes aux dispositions de la Loi.

À plus long terme, on s'attend à ce que de nouvelles réglementations canadiennes relatives aux navires alimentés au GNL et à leur exploitation soient élaborées. Entre-temps, une ébauche de code a été élaborée dans le cadre de ce projet pour mettre en application les directives, codes et règlements de l'OMI. Le code proposé fournit les fondements pour les mesures suivantes, lesquelles sont recommandées pour soutenir l'utilisation à très court terme des navires alimentés au GNL au Canada.

5.8.1 Conception et construction de navires alimentés au GNL

Il est proposé que le Canada :

- › adopte une politique qui s'appuie sur les normes internationales et qui tienne compte des particularités du Canada;
- › établisse un supplément canadien qui fournit un très haut niveau de sécurité propre aux exigences nationales;
- › utilise le processus du Bureau d'examen technique en matière maritime (BETMM) pour se conformer à la *Loi sur la marine marchande du Canada (2001)*.

5.8.2 Exploitation de navires alimentés au GNL dans les ports et les voies maritimes du Canada

Il est proposé que le Canada, les exploitants et les autorités portuaires :

- › utilisent la Convention STCW internationale, laquelle établira des catégories appropriées d'équipage pour les navires alimentés au GNL à l'échelle internationale et assurera que des équipages qualifiés travaillent sur ces navires;
- › réalisent une évaluation des risques pour tout port ou terminal de navires alimentés au GNL, en se fondant sur les principes du code TERMPOL;
- › appliquent les principes du code de l'OMI à tous les navires alimentés au GNL;
- › s'assurent que tous les manuels d'exploitation portuaire ou les documents équivalents intègrent des mesures d'atténuation des risques adaptées aux caractéristiques et aux risques associés au GNL.

5.8.3 Ravitaillement des navires alimentés au GNL

Les recommandations suivantes sont proposées :

- › appliquer les réglementations, les règles, les directives et les normes canadiennes pertinentes;
- › exiger des évaluations des risques pour chaque projet relatif à des installations d'approvisionnement en GNL et à leur exploitation;
- › la Colombie-Britannique doit diriger la réglementation des installations d'approvisionnement en vertu de l'*Oil and Gas Activities Act* (loi sur les activités pétrolières et gazières) et de l'*Environmental Management Act* (loi provinciale sur la gestion de l'environnement);
- › les interfaces entre la côte et les navires des installations d'approvisionnement en carburant en mer respectent les directives de l'OMI pour les systèmes et les installations d'approvisionnement de GNL comme carburant de navire (au stade de l'ébauche);
- › les ports de ravitaillement canadiens doivent exiger que le personnel portuaire qui supervise les opérations d'approvisionnement en carburant ait les compétences requises.

5.8.4 Sécurité

Les dispositions du Règlement sur la sûreté du transport maritime fournissent un cadre suffisant pour détecter les menaces à la sécurité et prévenir les incidents relatifs à la sécurité qui pourraient mettre en cause les navires et leurs installations.

5.9

Conclusions

Même si aucun cadre réglementaire complet à l'échelle internationale n'est encore en place, il y en a un en préparation et il existe un nombre important de travaux auxquels le Canada peut se fier. Il est recommandé que Transports Canada adopte un processus d'approbation réglementaire de rechange pour les navires alimentés au GNL, à partir des directives et des projets de code de l'OMI pour ces navires et leurs équipages. Voici d'autres recommandations proposées :

- › en ce qui concerne la conception et la construction de navires alimentés au GNL, le Canada devrait adopter des politiques fondées sur les normes internationales et sur les besoins uniques du Canada, tout en étant conformes à la *Loi sur la marine marchande du Canada (2001)*;
- › des évaluations des risques au cas par cas devraient être entreprises par les autorités portuaires afin de déterminer les risques et de les atténuer en ce qui a trait aux projets de navire au GNL. Le processus d'examen du TERMPOL peut servir de guide pour ces évaluations. Les résultats devraient être intégrés aux procédures d'exploitation portuaire;
- › les approbations de projets d'installations d'approvisionnement en GNL devraient être fondées sur les évaluations des risques qui font référence à la norme en préparation de l'ISO sur l'approvisionnement en GNL, à la détermination des risques et aux meilleures pratiques tirées de projets antérieurs;
- › le code IGF devrait être appliqué à tous les navires alimentés au GNL, et leur équipage devrait avoir reçu une formation appropriée et être certifié;
- › les ports canadiens devraient exiger que les opérations d'approvisionnement en GNL soient supervisées par un personnel portuaire compétent;
- › les mesures de sécurité canadiennes en place pour les navires et dans les ports sont considérées comme étant adéquates pour aborder les préoccupations en matière de sécurité relatives aux navires alimentés au GNL et aux infrastructures d'approvisionnement. Ces mesures devraient être appliquées à tous les nouveaux projets de manière à tenir compte des caractéristiques du GNL.



Le présent chapitre offre un aperçu des compétences exigées du personnel responsable de l'utilisation sécuritaire du GNL marin sur la côte Ouest. Dans le cadre de ce projet, les compétences définies ont servi à élaborer plusieurs synopsis de cours de formation. Ces cours de formation s'adressent, entre autres, à ces personnes ou ces groupes :

- › Concepteurs de navires
- › Gens de mer
- › Autorités en matière d'homologation et d'inspection
- › Personnel des chantiers de construction navale
- › Personnel affecté au ravitaillement
- › Intervenants en cas d'urgence
- › Personnel des équipementiers

Le chapitre examine également les sources de connaissance et les ressources potentielles pour la prestation de la formation. Il est fort probable qu'un grand nombre de qualifications pour le personnel soient soumises à des exigences réglementaires. C'est pourquoi le travail entrepris pour cette section a également influencé les recommandations de formation formulées dans le chapitre Défis associés à la réglementation.

6.1

Catégories de ressources humaines et compétences requises

Plusieurs types de ressources humaines sont nécessaires, avec un ensemble varié de compétences, de formations et de connaissances spécialisées.

› **Concepteurs de navires**

L'utilisation du GNL comme carburant marin est un phénomène nouveau pour la plupart des concepteurs en Amérique du Nord. De nombreux concepts ont été réalisés, mais peu ont mené à des contrats de construction. Il est important de noter que la conception de navires alimentés au GNL, comme les traversiers, diffère grandement de celle d'autres types de navires au GNL, comme les vraquiers de GNL.

› **Gens de mer**

L'exploitation d'un navire alimenté au GNL diffère de celle d'un navire alimenté au pétrole sous plusieurs aspects allant de l'aménagement du navire à l'entretien des moteurs, entre autres. Ces différences font en sorte que les officiers et l'équipage doivent avoir reçu une formation adéquate afin d'assurer une exploitation sécuritaire du navire.

› **Autorités en matière d'homologation et d'inspection**

La plupart des sociétés de classification détiennent une expérience dans l'industrie du transport de GNL. Il est possible d'adapter leurs programmes de formation pour enseigner au personnel d'inspection et d'homologation comment assurer que les navires alimentés au GNL sont conformes aux exigences.

› **Personnel des chantiers de construction navale**

Une formation est requise pour assurer que le personnel des chantiers connaît les dangers du GNL et les exigences en matière de construction ou de réparation des navires alimentés au GNL.

› **Personnel affecté au ravitaillement**

Le ravitaillement sécuritaire d'un navire alimenté au GNL exige des compétences et des connaissances qui ne sont pas normalement transmises dans les programmes de formation sur le ravitaillement en carburant à base de pétrole. L'OMI impose déjà des exigences de formation complètes pour les navires alimentés au GNL, mais cette formation n'est pas offerte actuellement sur la côte Ouest.

› **Équipes d'intervention d'urgence**

Les pompiers et les autres premiers répondants devront suivre une formation spécialisée afin de s'assurer qu'ils interviennent de manière sécuritaire et efficace dans des situations d'urgence mettant en cause des navires au GNL ou des installations d'approvisionnement en GNL.

› **Personnel des équipementiers**

Les navires alimentés au GNL doivent être munis de moteurs, de réservoirs et de systèmes de distribution différents de ceux utilisés par les navires alimentés au pétrole. Les employés des équipementiers doivent suivre des formations qui abordent ces différences et qui respectent les exigences en matière de santé et de sécurité imposées par les organismes de réglementation. Dans la plupart des cas, cette formation est actuellement offerte à l'interne par les équipementiers.

Les livrables de projet comprennent un ensemble de recommandations pour le contenu du cours de formation et l'expérience requise dans chacune des catégories précédemment énumérées. Dans chaque secteur, les recommandations sont tirées de sources de connaissance et d'expertise existantes, et adaptées aux besoins associés à l'utilisation du GNL comme carburant marin.

6.2 Sources de connaissance

À mesure que l'utilisation de navires alimentés au GNL augmentera, l'expérience des industries du GNL existantes sera inestimable pour le secteur maritime. La section qui suit examine quelques sources de connaissance utiles.

› Industrie des transporteurs de GNL

Le mandat de la Society of International Gas Tanker and Terminal Operators (SIGTTO) consiste à développer des critères relatifs aux meilleures pratiques et des normes acceptables. La SIGTTO a annoncé récemment le lancement de la Society for Gas as a Marine Fuel (société pour le gaz comme carburant marin), qui assurera la promotion de l'exploitation sécuritaire de navires utilisant le GNL et aidera à l'élaboration de directives pour les meilleures pratiques au sein de ses membres.

› Exploitants de navires alimentés au GNL

Un certain nombre d'exploitants de navires, principalement en Europe du Nord, ont une expérience de plusieurs années avec les navires alimentés au GNL, comme des traversiers, des rouliers côtiers et des navires de patrouille. Ces exploitants peuvent représenter une source de connaissance précieuse pour les exploitants de navires sur la côte Ouest qui envisagent l'adoption du GNL.

› Sociétés de classification

Toutes les sociétés de classification importantes détiennent des dizaines d'années d'expérience dans la surveillance des transporteurs de GNL. Elles ont élaboré des règles pour ces transporteurs et la plupart ont élaboré des directives pour les navires alimentés au GNL. Plusieurs sociétés offrent de la formation aux exploitants et aux concepteurs des deux types de navires.

› Exploitants d'installations de GNL sur la côte

Ces exploitants détiennent des dizaines d'années d'expérience dans la manipulation et le traitement du GNL. De plus, ils ont une connaissance approfondie des compétences et de la formation requises pour assurer des opérations sécuritaires et fiables.

› Équipementiers

Les équipementiers offrent des programmes de formation à leur personnel et dispensent une formation sur l'utilisation de l'équipement aux exploitants de navires.

Formation sur la sécurité

Il est essentiel d'aborder les besoins de formation pour les gens de mer ainsi que pour les différents intervenants afin d'assurer une exploitation sécuritaire des navires alimentés au GNL et des opérations connexes. À cet égard, il est vital d'utiliser les leçons apprises de l'industrie du GNL en place pour assurer une utilisation sécuritaire du GNL.

6.3 Sources de formation, demande et coûts

Les organisations suivantes fournissent actuellement de la formation à l'industrie maritime de la côte Ouest. Le contenu des cours varie de la navigation à l'architecture navale.

- › British Columbia Institute of Technology
- › Collège Camosun
- › Justice Institute of British Columbia
- › Université de la Colombie-Britannique
- › Industrial Marine Training and Applied Research Centre

Tableau 12 :
Demande de gens de mer certifiés pour exploiter des traversiers et des remorqueurs alimentés au GNL

Demande en ressources humaines selon le type			
	2015	2020	2025
Équipage	35	305	610
Officiers de pont	25	230	450
Ingénieurs	20	165	325
Estimation du nombre de navires	5	60	150

Du côté de la demande, on s'attend à ce que les besoins de formation proviennent en grande partie des exploitants côtiers. Cela tient au fait que les navires hauturiers sont exploités par des équipages internationaux, et les gens de mer canadiens ne représentent qu'une petite partie de leur personnel. Le tableau 12 présente une estimation de la demande de gens de mer certifiés pour exploiter des traversiers et des remorqueurs alimentés au GNL, en fonction d'un taux d'adoption moyen, entre 2015 et 2025.

Les coûts de formation doivent être pris en compte lorsque les exploitants évaluent la possibilité d'utiliser le GNL comme carburant marin. Des coûts de formation représentatifs, à partir des cours existants, sont présentés au tableau 13.

Tableau 13 :
Coûts de formation représentatifs relatifs au GNL

Nom du cours	Ressources humaines	Durée (heures)	Prix par étudiant
Cours pour navire alimenté au GNL – Niveau A	Tout l'équipage	30	650 à 990 \$
Cours pour navire alimenté au GNL – Niveau B	Officiers et équipage avec des responsabilités associées au GNL comme carburant	90	1 950 à 2 970 \$
Cours pour navire alimenté au GNL – Niveau C	Officiers de la salle des machines et du pont responsables des opérations associées au GNL	150	3 350 à 4 950 \$
Formation des équipementiers sur les systèmes au GNL	Ingénieurs	40	3 700 \$ (estimation)
Formation sur les navires au GNL	Concepteurs de navires	16	800 à 1 000 \$
Cours de surveillance de navire au GNL	Autorités d'inspection	32	1 600 à 2 000 \$
Formation sur les chantiers de construction navale au GNL	Personnel des chantiers de construction navale	7,5	200 à 300 \$
Opérations d'approvisionnement en GNL	Personnel affecté au ravitaillement	30	1 000 à 1 500 \$
Contrôle de déversement et extinction d'incendie causé par le GNL	Équipes d'intervention d'urgence	30	1 350 à 1 850 \$

6.4

Exemple d'objectifs d'apprentissage et synopsis du cours

Dans le cadre du projet, des objectifs d'apprentissage ont été déterminés et plusieurs exemples de synopsis de cours ont été élaborés à partir des besoins des différents groupes cibles. Ces objectifs d'apprentissage et ces synopsis peuvent servir de fondement pour l'élaboration d'un programme de formation lié au GNL. Au tableau 14 ci-dessous se trouvent des exemples d'objectifs d'apprentissage pour les gens de mer en ce qui a trait aux systèmes de manutention du carburant sur les navires alimentés au GNL. Le tableau 15 de la page suivante présente un synopsis du cours pour les navires alimentés au GNL – niveau A.

Tableau 14 :
Exemple d'objectifs d'apprentissage sur les systèmes de manutention du GNL comme carburant

Objectifs	Niveau A	Niveau B	Niveau C
1. Décrire le système de tuyauterie du GNL à bord des navires alimentés au gaz	X	X	X
2. Décrire l'importance et l'utilité d'une tuyauterie à double paroi		X	X
3. Décrire l'entretien et la vérification d'une tuyauterie à double paroi			X
4. Expliquer les raisons pour lesquelles des soupapes de coupure manuelle et distantes sont requises	X	X	X
5. Décrire le système de coupure d'urgence	X	X	X

Tableau 15 :
Exemple de synopsis de cours

Programme	Niveau A – Cours sur les navires alimentés au GNL
Durée (heures)	30
Préalables	Moyen en fonction de la sécurité de la Convention STCW
Description du cours	Ce cours permet aux gens de mer de se familiariser et d'avoir une connaissance de base des propriétés physiques du GNL, ainsi que des dangers associés à la manipulation du GNL. Ce cours comporte des activités pratiques.
Évaluation	À déterminer.
Compétences/résultats d'apprentissage	Une fois le cours réussi, l'étudiant sera en mesure de : <ol style="list-style-type: none"> 1. Décrire les propriétés du GNL et la manière de le manipuler en sécurité 2. Décrire les propriétés techniques du gaz naturel comprimé et liquéfié (GNC) 3. Décrire les limites d'explosivité 4. Décrire les sources d'ignition 5. Décrire les mesures d'atténuation des risques et des conséquences 6. Décrire les règles et procédures à suivre durant une exploitation normale et en cas de situation d'urgence 7. Décrire la protection personnelle lors de la manipulation du GNL et du GNC 8. Décrire les mesures pratiques d'extinction des incendies causés par le gaz naturel

6.5 Conclusions

Aborder les ressources humaines est essentiel pour exploiter en toute sécurité des navires alimentés au GNL. Les opérations sur ces navires sont différentes de celles des navires à alimentation en carburant classique sous plusieurs aspects importants, notamment l'aménagement des navires, les propriétés des carburants et leurs dangers, les exigences relatives à la manipulation du carburant et les interventions en cas d'urgence. En plus des gens de mer, de nombreux intervenants différents doivent également recevoir une formation. Il est vital d'utiliser les leçons apprises de l'industrie du GNL en place pour assurer l'utilisation sécuritaire du GNL.

Il n'y a actuellement aucune norme nationale ou internationale relative aux compétences de l'équipage à bord de navires alimentés au GNL. Les exigences de formation sont abordées à l'échelle internationale, mais il faudra encore quelques années pour avoir une version finale. Entre-temps, la prestation à l'échelle locale des cours de formation proposés ci-dessus pourrait combler les exigences de formation des gens de mer sur la côte Ouest.

Mise en œuvre



Le principal défi pour la chaîne d’approvisionnement en GNL marin de la côte Ouest consiste à assurer qu’elle peut s’adapter à la croissance projetée de la demande. Bien que ce chapitre ne recommande pas de méthode particulière, il tente de déterminer les défis et suggérer des manières de les aborder. Pour y arriver, il examine les éléments suivants :

- › les projets de GNL comme carburant marin qui ont déjà pris forme, principalement en Europe;
- › les projets de GNL comme carburant marin qui sont maintenant mis en œuvre au Canada, aux États-Unis et ailleurs;
- › les initiatives actuelles en place sur la côte Ouest;
- › les prévisions de la demande de GNL pour le transport maritime sur la côte Ouest;
- › les options en matière de chaîne d’approvisionnement pour répondre à la demande potentielle;
- › les enjeux économiques et liés à la planification de ces options.

7.1

Projets existants

À ce jour, l'Europe du Nord est la zone qui compte le plus grand nombre d'installations spécialement conçues pour assurer le ravitaillement en GNL des navires, par opposition au chargement du GNL à bord des vraquiers pour le transport en vrac. Les projets européens suivants sont des exemples de ce qui a été mis en œuvre.

7.1.1 Norvège

Le premier navire alimenté au GNL de la Norvège est un traversier qui est entré en service en 2000. Depuis, plus de 30 traversiers et d'autres navires se sont ajoutés. Le pays a d'abondantes ressources en gaz naturel au large des côtes, et certains terminaux importants d'approvisionnement en carburant sont alimentés par gazoducs, alors que d'autres utilisent des réseaux locaux alimentés en GNL par voie maritime. L'approvisionnement en carburant des navires se fait au moyen de camions-citernes ou de réservoirs sur la côte, ces derniers étant approvisionnés par camions ou par navires collecteurs.

Figure 18 :
Barge de ravitaillement SeaGas



7.1.2 Suède

Le MS *Viking Grace*, présenté précédemment (figure 6), était le premier traversier de passagers à grande capacité à être alimenté au GNL. Sa chaîne d'approvisionnement en GNL comprend le premier terminal de GNL de la mer Baltique et la première barge d'approvisionnement en GNL de petite échelle, le *SeaGas*, présentée à la figure 18.

La totalité de la chaîne d'approvisionnement en GNL du *Viking Grace* se fait à partir de plusieurs modes de transport. À son point le plus éloigné, la chaîne commence à un terminal d'importation à Rotterdam; elle utilise un transporteur de GNL pour acheminer le carburant à Nynashamn, en Suède, puis elle utilise un camion-citerne à partir de Nynashamn pour l'amener au *SeaGas*, lequel livre le GNL au *Viking Grace*.

Figure 19 :
MT Argonon



7.1.3 Europe

Le MT *Argonon* (figure 19) est le premier transporteur de produits chimiques alimenté au GNL. Il fonctionne dans les eaux intérieures de l'Europe et il a été le premier navire à s'approvisionner en GNL au port d'Anvers, lequel a mis en œuvre une infrastructure d'approvisionnement en GNL. Le port a déjà lancé un appel d'offres pour l'obtention d'un navire d'approvisionnement en carburant et il s'emploie à établir une norme de ravitaillement. L'*Argonon* est un bon exemple de la manière de relever les défis réglementaires, alors que le port d'Anvers montre comment les ports d'Europe développent l'infrastructure pour le GNL.

7.2

Projets émergents

Ce groupe comprend des projets pour lesquels des contrats ont été signés et qui permettront l'établissement des chaînes d'approvisionnement en GNL locales pour soutenir la demande des navires alimentés au GNL.

7.2.1 États-Unis

Harvey Gulf International Marine construit actuellement plusieurs navires d'approvisionnement en mer dans les chantiers de construction navale du golfe du Mexique. Ces navires seront les premiers navires alimentés au GNL, en dehors des transporteurs de GNL, en Amérique du Nord. Les trois premiers seront livrés au début de 2014, et ils seront approvisionnés en carburant à partir d'une installation de ravitaillement en GNL marin en construction dans le port Fourchon, à Los Angeles. Certains de ces navires seront affrétés par Shell, qui planifie une exploitation de barges et d'approvisionnement en carburant pour assurer le transport du GNL à partir d'une petite usine de liquéfaction que la société prévoit construire à Geismar, en Louisiane.

7.2.2 Singapour

Singapour, le plus grand port d'approvisionnement en carburant classique au monde, voit le ravitaillement en GNL en tant que carburant comme une activité essentielle pour conserver sa vocation de centre de transbordement régional. Afin d'atteindre ces objectifs, Singapour développe l'approvisionnement en GNL pour les navires hauturiers et a récemment ouvert un grand terminal d'importation de GNL. La plus grande partie de l'approvisionnement en GNL se fera de navire à navire afin de pouvoir manipuler les grands volumes de carburant requis pour ces très gros navires desservant Singapour. Ces initiatives relatives au

GNL pourraient compléter celles de la Colombie-Britannique en approvisionnant en carburant les navires à leurs points de départ et d'arrivée, ce qui réduira les difficultés que présente l'équilibre réservoir/autonomie pour les propriétaires de navires.

7.2.3 Rotterdam

Le port de Rotterdam construit rapidement une infrastructure d'approvisionnement en GNL et planifie d'approvisionner en carburant les navires qui seront les premiers à adopter le GNL en assurant la livraison par camions-citernes. À cette infrastructure, s'ajoutera bientôt une installation de ravitaillement de la côte au navire dans le port. Rotterdam fait exception, car son cadre juridique pour l'approvisionnement en GNL a été entièrement élaboré avant que ses premières exploitations d'approvisionnement en carburant ne prennent place. Selon les prévisions pour Rotterdam, d'ici 2015 50 navires hauturiers alimentés au GNL utiliseront le port, et une croissance rapide devrait suivre.

7.3

Initiatives sur la côte Ouest

Parmi ces initiatives, on compte le transport maritime sur courte distance avec des navires côtiers et le développement d'une infrastructure d'approvisionnement.

7.3.1 Transport maritime sur courte distance

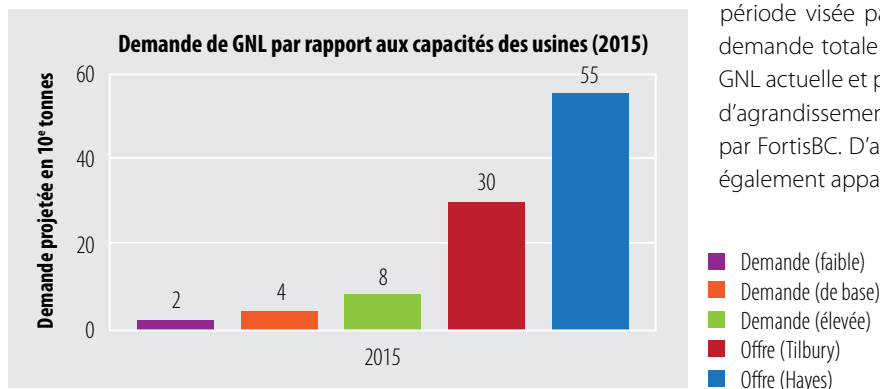
Il est probable que les navires exploités sur de courtes distances seront nombreux à adopter le GNL sur la côte Ouest. La flotte de navires exploités sur de courtes distances est principalement composée de traversiers, de remorqueurs et de barges, dont un grand nombre seront retirés dans un proche avenir. De nombreux exploitants voient le renouvellement de la flotte comme une occasion d'envisager le recours au GNL comme carburant marin.

BC Ferries, qui considère le GNL comme une façon de réduire les coûts en carburant, a récemment lancé un appel d'offres pour la construction de trois navires. L'appel d'offres précise que les options de propulsion doivent comprendre le GNL ainsi que des carburants classiques. La Seaspan Ferries Corporation, en Colombie-Britannique, exploite un traversier de remorques sans tracteur entre le continent et l'île de Vancouver; la société amorce un programme de renouvellement de la flotte, pour lequel elle explore l'utilisation du GNL. Washington State Ferries, une société américaine, prévoit de convertir six de ses navires pour qu'ils utilisent des moteurs alimentés au gaz. Sa proximité des exploitations de BC Ferries et Seaspan pourrait mener au développement d'une infrastructure de GNL commune aux trois exploitants.

Tableau 16 :
Projections de la demande de GNL sur la côte Ouest selon les taux d'adoption, de 2015 à 2025

Projections de la demande de GNL sur la côte Ouest en tonnes/année			
Taux d'adoption	2015	2020	2025
Faible taux	2 100	123 000	286 000
Taux moyen	4 200	246 000	571 000
Taux élevé	8 400	492 000	1 143 000

Figure 20 :
Demande totale de GNL de la côte Ouest par rapport aux capacités des usines (2015)



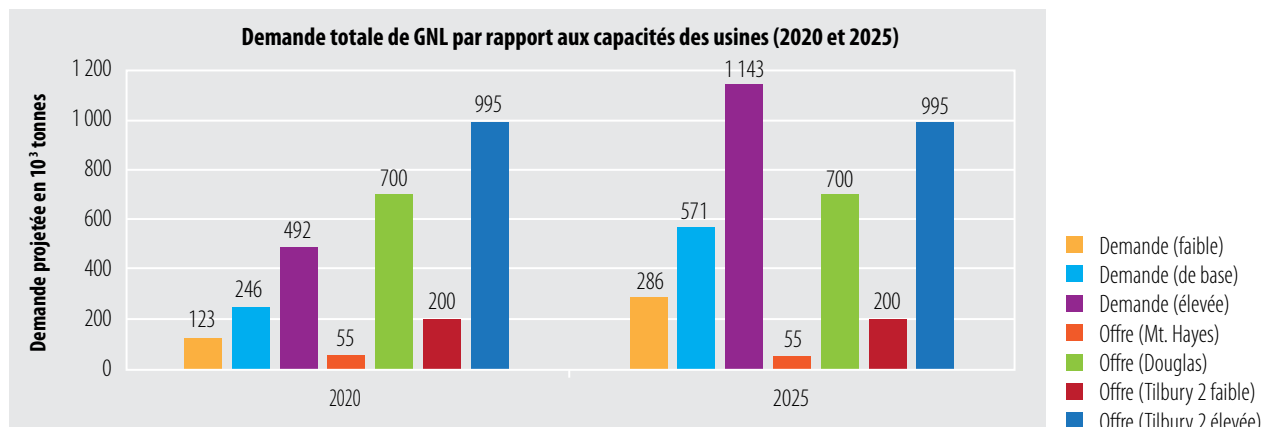
7.3.2 Projection de la demande globale et capacité d'approvisionnement

Les projections suggèrent que la demande de GNL marin de la côte Ouest croîtra rapidement entre 2015 et 2025, selon le taux d'adoption du GNL (voir le chapitre 3) et le développement de l'approvisionnement en GNL à d'autres ports fréquentés par les navires hauturiers. Les projections de la demande sont présentées au tableau 16.

L'approvisionnement en gaz naturel requis en fonction des projections de la demande peut être comparé à la disponibilité actuelle de deux usines exploitées par FortisBC à Tilbury et Mont Hayes, et à l'augmentation planifiée de la capacité au cours de la période visée par les projections. La figure 20 montre comment la demande totale en 2015, 2020 et 2025 se compare à la capacité de GNL actuelle et planifiée. La capacité planifiée comprend deux projets d'agrandissement de l'usine de Tilbury, qui sont actuellement analysés par FortisBC. D'autres options d'approvisionnement en GNL peuvent également apparaître.

Figure 21 :
Demande totale de GNL de la côte Ouest par rapport aux capacités des usines (2020 et 2025)

Afin d'illustrer l'envergure de la demande envisagée, la figure 21 montre la capacité planifiée pour le plus petit projet de GNL axé sur l'exportation, situé dans le chenal Douglas (Kitimat). À court et à moyen termes, il semble y avoir un équilibre raisonnable entre l'offre et la demande. Par contre, il existe un potentiel important pour que la demande dépasse l'offre à l'avenir.



Premiers utilisateurs de GNL

Il est vraisemblable que les navires exploités sur de courtes distances, principalement composés de traversiers, de remorqueurs et de barges, seront nombreux à adopter le GNL sur la côte Ouest. On prévoit que la majeure partie de la demande de GNL marin sera concentrée dans le port Metro Vancouver (PMV), le plus grand de la côte Ouest. Des volumes importants de GNL peuvent également être nécessaires dans la région de Prince Rupert/Kitimat et à Victoria.

7.3.3 Infrastructure de la chaîne d'approvisionnement

On prévoit que la majeure partie de la demande de GNL marin sera concentrée autour du PMV, le plus grand de la côte Ouest. Des volumes importants de GNL peuvent également être nécessaires dans la région de Prince Rupert/Kitimat et à Victoria, avec des exigences moins importantes en matière de circulation côtière dans d'autres régions.

On peut se servir du PMV comme exemple, car il comporte différents terminaux pour accueillir des porte-conteneurs, des vraquiers et des navires de croisière, et un certain nombre d'exploitations de traversiers locales. L'approvisionnement en carburant à chacun des terminaux en place peut se faire selon différentes ententes d'approvisionnement, et ces dernières peuvent changer à mesure que la demande de carburant augmente. Dans tous les cas, il est important que les exploitations d'approvisionnement en carburant soient intégrées à leur horaire global et ne causent pas de retards importants.

D'ici 2025, un système de chaîne d'approvisionnement optimisé, comme il est mentionné au tableau 17, pourrait comprendre au moins un navire collecteur de GNL, un petit parc de camions-citernes et plusieurs réservoirs de stockage à différents terminaux. Les exploitations d'approvisionnement peuvent combiner

des modes de ravitaillement par camions, par navires collecteurs exécutant un transfert entre navires et des conduites courtes depuis les réservoirs sur la côte. Tous ces moyens doivent être approvisionnés par une capacité de liquéfaction adéquate; les capacités montrées au tableau 14 sont suffisantes uniquement pour approvisionner des volumes de demande moyenne.

Tableau 17 :
Système de chaîne d'approvisionnement optimisé ultérieur

Élément d'infrastructure	Unités/capacité nécessaires d'ici 2025	Remarques
Navire ravitailleur de 5 000 m ³	1	Pour le ravitaillement entre navires et l'approvisionnement des citernes à terre
Navire ravitailleur de 1 000 m ³	1	Pour le ravitaillement entre navires et l'approvisionnement des citernes à terre
Camions-citernes	7	Pour le ravitaillement entre camion et navire et l'approvisionnement des citernes à terre
Citerne isolée de 1 000 m ³	3	Stockage local aux stations de ravitaillement
Citerne isolée de 500 m ³	1	Stockage local aux stations de ravitaillement
Usine de liquéfaction	350 000 tonnes	Estimation de la capacité de production pour répondre à la demande du PMV
Gazoduc courte distance	4	À partir des réseaux de stockage locaux

7.3.4 Exigences en matière d'investissement et planification

Pour les propriétaires de navires, la construction de bâtiments alimentés au GNL exige un apport de capital supérieur aux investissements nécessaires au maintien d'une flotte de navires dotés de moteurs utilisant des carburants classiques. En utilisant les projections de demande de l'étude, le total de l'investissement additionnel pour les navires projeté d'ici 2025 est d'environ 2,5 milliards de dollars pour le scénario de taux d'adoption moyen, et de plus de 4,5 milliards pour le scénario d'adoption élevé.

Le total des investissements requis sur les côtes durant la même période est inférieur, mais demeure important. Les actifs indiqués au tableau 15 coûteront au moins 350 millions de dollars, voire davantage. De plus, la construction de certains de ces actifs, en particulier les nouvelles usines de liquéfaction, peut prendre plus de temps que la construction des navires proprement dits. Les échéanciers différents tout comme la question du partage des risques pourraient représenter des défis pour les parties prenantes. Les propriétaires de navires peuvent devoir prendre des engagements fermes pour la construction de navires alimentés au GNL afin de justifier les investissements côtiers.

7.4

Processus d'approbation

Les échéanciers de nombreux projets de GNL sont grandement influencés par l'obligation d'obtenir des approbations et des permis. Cette exigence peut avoir des répercussions imprévisibles sur la portée des travaux et les coûts de conformité.

Le cadre des approbations pour la construction ou l'importation d'un navire alimenté au GNL en Colombie-Britannique est relativement simple, étant donné que presque tous les aspects relèvent de Transports Canada et des programmes de sécurité maritime de ce ministère. En revanche, l'ensemble des autorisations réglementaires pour l'infrastructure terrestre est beaucoup plus complexe et dépend de facteurs comme l'objectif, l'emplacement, la taille et la capacité des installations proposées. Selon le projet, les autorités suivantes peuvent être appelées à intervenir :

- › Agence canadienne d'évaluation environnementale
- › Bureau d'évaluation environnementale de la Colombie-Britannique
- › British Columbia Utilities Commission
- › BC Oil and Gas Commission
- › BC Safety Authority
- › Autorités portuaires
- › Transports Canada
- › Ministère des Pêches et Océans
- › Environnement Canada
- › Ressources naturelles Canada
- › Office national de l'énergie

Tant le gouvernement fédéral que celui de la Colombie-Britannique ont essayé de simplifier leurs systèmes d'approbation, particulièrement pour les projets modestes. Par contre, la coordination des différents processus d'approbation demeure un défi dans le cadre des projets assujettis à différentes autorités réglementaires.

7.5

Conclusions

Une connaissance approfondie des projets de GNL marin peut être tirée de l'expérience des différents territoires de compétence où certains d'entre eux ont déjà été mis œuvre.

La demande de GNL proviendra dans un premier temps de traversiers et d'autres navires côtiers. Ce groupe augmentera rapidement avec d'autres types de navires et stimulera la croissance de la demande et une grande partie de cette demande sera axée sur le PMV, qui deviendra le port principal de la côte Ouest pour l'approvisionnement en GNL. D'autres ports de la Colombie-Britannique peuvent également commencer à fournir du GNL à mesure que le marché se développe.

Le mode de ravitaillement en GNL des navires dépendra de la nature des navires et de leurs activités. La construction et la mise en service tant des navires que de l'infrastructure côtière prendront un certain nombre d'années.

Avantages pour le Canada



L'utilisation du GNL comme carburant marin sera profitable directement et indirectement à un large éventail de parties prenantes, en particulier si la côte Ouest adopte précocement le GNL. Cela comprend les avantages suivants :

› **Avantages environnementaux**

L'utilisation du GNL pour approvisionner en carburant les navires intérieurs et les navires hauturiers qui entrent dans les eaux canadiennes réduira les émissions d'échappement des navires, qui nuisent à la santé publique et à l'environnement et contribuent aux changements climatiques.

› **Avantages économiques**

Le secteur maritime pourrait offrir un nouveau marché pour les ressources en gaz naturel abondantes du Canada. En outre, les exploitants de navires et leurs clients pourraient bénéficier de l'adoption du GNL qui pourrait avoir pour effet de réduire les prix du carburant. La disponibilité du GNL à des prix concurrentiels pourrait également procurer un atout concurrentiel aux ports de la Colombie-Britannique, et encouragerait les sociétés de transport maritime à choisir la Colombie-Britannique comme plaque tournante des importations et des exportations en Amérique du Nord.

8.1

Avantages environnementaux

L'utilisation du GNL au lieu des carburants à base de pétrole, tant pour les navires intérieurs que pour les navires hauturiers qui entrent dans les eaux canadiennes, réduira non seulement les émissions d'échappement des navires, mais également le danger que présentent les déversements de carburant.

8.1.1 Réduction des émissions

Les chapitres précédents ont montré comment l'utilisation dans le secteur maritime de carburant à base de pétrole classique produit des GES, des PS, du SOx et du NOx, qui ont tous des effets néfastes sur l'environnement. Les GES et les PS contribuent aux changements climatiques alors que le SOx et le NOx produisent des pluies acides, qui peuvent être nocives pour les plantes, la faune aquatique, les humains et les infrastructures. Les PS ont les effets les plus immédiats sur la santé humaine. Elles causent notamment le cancer du poumon et les maladies cardiopulmonaires. En ce qui a trait au SOx et au NOx, ils peuvent s'oxyder dans l'atmosphère pour former des PS et du smog, qui peuvent également être nocifs pour les humains.

Le GNL, par contre, produit beaucoup moins d'émissions que tout autre combustible fossile, et sa substitution au pétrole réduirait les émissions sur la côte Ouest.

8.1.2 Déversements

Les déversements de GNL sont beaucoup moins nocifs pour l'environnement que les déversements de mazout lourd ou de diesel. Le GNL s'évapore après avoir été libéré et devient plus léger que l'air de sorte qu'il se disperse rapidement. Les déversements ne nécessitent donc pas de travaux de décontamination.

8.2

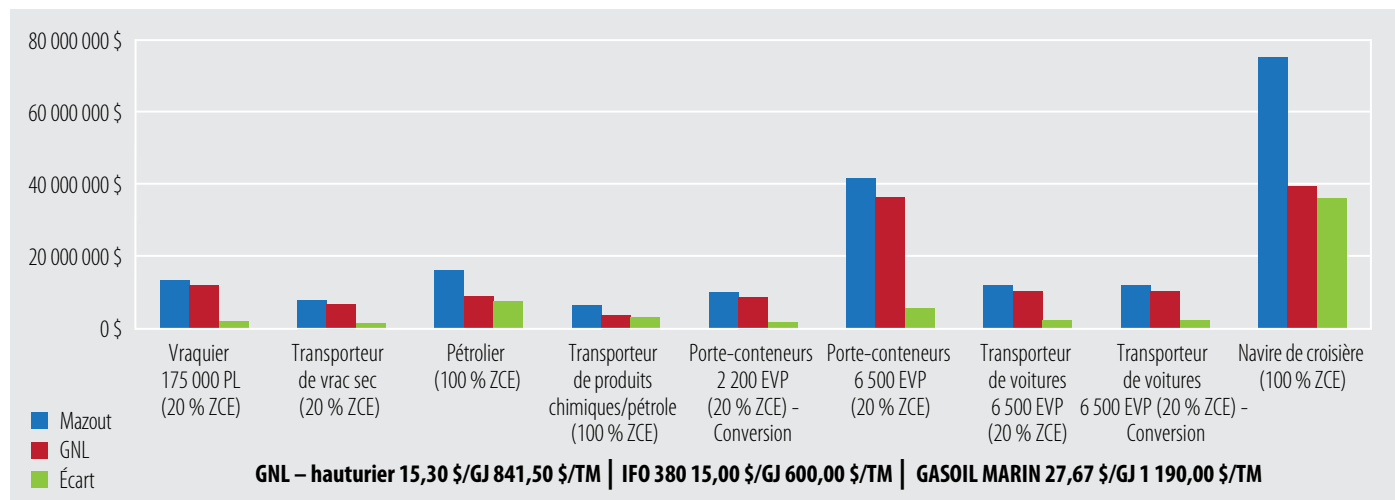
Avantages économiques

L'utilisation du GNL comme carburant marin pourrait être avantageuse pour les producteurs et les distributeurs de gaz naturel, les exploitants de navires, le développement industriel, le commerce international et les collectivités côtières et continentales du Canada.

8.2.1 Exploitants de navires

Pour les exploitants de navires, l'utilisation du GNL présente un potentiel d'économies de carburant, car il est beaucoup moins coûteux que les autres carburants. La période d'amortissement peut être intéressante pour certains types de navires et, une fois celle-ci terminée, les navires alimentés au GNL continuent de contribuer à réduire les coûts en carburant. L'utilisation du GNL procure donc un atout concurrentiel permanent (voir la figure 22).

Figure 22 :
Coûts énergétiques annuels pour les navires hauturiers (écart des économies représenté par les barres verte)



8.2.2 Producteurs et distributeurs de gaz

L'exploitation des ressources gazières non classiques en Amérique du Nord s'accompagne d'un excédent de l'offre par rapport à la demande intérieure, ce qui devrait durer encore quelque temps. Il y a une demande internationale de gaz naturel, mais la capacité d'exportation du Canada est actuellement limitée et les projets visant à l'augmenter sont coûteux et prendront un certain temps.

Le secteur maritime représente un nouveau marché pour le gaz naturel, tant pour les navires à intérieurs que pour les navires hauturiers, ces derniers n'ayant actuellement pas tendance à acheter leur carburant au Canada. Cela pourrait représenter une occasion de remplacer les ventes de carburant classique par celles de GNL et une manière d'augmenter la demande de GNL. Par exemple, un grand porte-conteneurs consomme environ 50 000 tonnes de mazout lourd par année. Ce type de navire, s'il est alimenté au GNL, pourrait plutôt être ravitaillé en carburant produit à partir du gaz naturel de la Colombie-Britannique. Le scénario d'adoption moyen, lequel comprend environ 571 000 tonnes pour la nouvelle demande de GNL d'ici 2025, représente des ventes annuelles de GNL de l'ordre de 300 millions de dollars.

8.2.3 Expansion des secteurs industriel et tertiaire

L'adoption du GNL pourrait créer une multitude de débouchés dans les secteurs tertiaire et industriel, notamment dans les secteurs du bâtiment, de la fabrication, de la construction et de la conversion de navires et du développement technologique.

› Infrastructure

La création d'une nouvelle infrastructure pourrait comprendre la construction ou l'expansion d'usines de liquéfaction, d'installations de stockage, de systèmes de transport et d'autres composants de la chaîne d'approvisionnement.

› Chantiers de construction navale

Bien que les chantiers de construction navale canadiens ne se prêtent pas à la construction de grands navires, ils pourraient obtenir des commandes de navires alimentés au GNL spécialisés ou intérieurs. Les conversions représentent également une possibilité, particulièrement la base de connaissance et d'expérience locale du GNL est solide.

› Fournisseurs

Établissement de la Colombie-Britannique comme centre d'excellence en GNL marin peut pousser les fournisseurs à développer des technologies novatrices pour la chaîne d'approvisionnement. Une adoption élargie du GNL marin présente également des occasions pour les fournisseurs d'équipement.

› Conceptions de navires

Les entreprises canadiennes ont déjà obtenu des contrats pour la conception de navires alimentés au GNL, et leur association avec une nouvelle infrastructure de GNL marin les aidera à mettre en marché leurs services. À mesure que l'expérience des entreprises canadiennes se développera, elles seront en bonne position pour soumissionner sur des contrats intérieurs et pourront saisir des occasions d'affaires à l'échelle mondiale. Par exemple, les nouveaux navires de ravitaillement en mer d'Harvey Gulf sont presque entièrement conçus en Colombie-Britannique par STX Marine Inc. (voir la figure 23).

› Approvisionnement en carburant

Les prix du gaz naturel sont bas en Amérique du Nord comparativement à ceux d'autres marchés. Étant donné que les navires hauturiers essaient de s'approvisionner en carburant à l'endroit le moins cher sur leur itinéraire, les navires hauturiers alimentés au GNL représentent une occasion d'augmenter de façon marquée les ventes des installations de ravitaillement sur la côte Ouest.

› Développement de la formation et des services

À mesure que le Canada construit et développe les secteurs de la formation et des services associés au GNL, les capacités de ces secteurs peuvent se traduire par des offres internationales de formation et d'expertise en génie.

Figure 23 :
Navire de ravitaillement en mer à carburant mixte d'Harvey Gulf



8.2.4 Corridor du Pacifique et commerce

Le transbordement de conteneurs représente une part importante de l'économie de la côte Ouest et de la stratégie du corridor du Pacifique. Le PMV est en mesure d'accueillir les plus gros porte-conteneurs d'aujourd'hui et, en 2010, il détenait plus de 11 % du marché des conteneurs de la côte Ouest du Canada et des États-Unis. Si l'on tient compte d'une infrastructure d'approvisionnement en GNL entièrement développée et de l'augmentation prévue du nombre de navires alimentés au GNL, le PMV pourrait devenir une destination encore plus attrayante pour le commerce international.

Le prix du GNL en Colombie-Britannique représente un deuxième avantage lié au GNL pour le corridor du Pacifique, le PMV et d'autres ports de la côte Ouest en raison des coûts plus bas des charges d'alimentation. Si les ports de la province, en s'alliant avec les fournisseurs potentiels de GNL, adoptent précocement le GNL, leur position sur le marché du ravitaillement serait difficile à concurrencer. Des installations d'approvisionnement en GNL de grande envergure pourraient ainsi stimuler les volumes des affaires sur la côte Ouest en attirant encore plus de navires hauturiers faisant traverser des marchandises sur le Pacifique.

8.2.5 Infrastructure de GNL non marin

L'introduction de l'infrastructure requise pour l'approvisionnement des navires alimentés au GNL peut promouvoir une adoption à plus grande échelle du GNL pour les collectivités et pour le transport routier ou ferroviaire.

Les collectivités continentales et côtières pourraient retirer des avantages économiques du GNL, car il leur permettrait de remplacer des centrales électriques au diesel par une méthode qui utilise un carburant moins cher et plus propre.

Encourager l'utilisation du GNL dans le secteur du transport cadre avec le mandat de Pacific Gateway visant à augmenter les échanges commerciaux de la Colombie-Britannique en réduisant les coûts de carburant. L'utilisation du GNL peut également se faire dans le transport routier, les transports en commun et les services municipaux tels que les services de gestion des déchets.

Figure 24 :
Chemin de fer et bassins
de navires au PMV



8.3

Incitatifs potentiels

Les utilisateurs précoces du GNL marin dépenseront plus d'argent que ceux qui l'adopteront plus tardivement, et ce pour certaines raisons, notamment :

- › des coûts d'équipement plus élevés en raison des investissements en R et D qui doivent être amortis;
- › des coûts d'infrastructure plus élevés en raison des bas niveaux d'utilisation;
- › des primes de risque plus élevées;
- › des courbes d'apprentissage associées à la conception, à la construction et à la réglementation.

Les secteurs public et privé pourraient apporter leur aide en offrant du soutien et des incitatifs permettant de réduire les coûts d'adoption du GNL. C'est ce qui est arrivé en Europe, dans le cadre d'initiatives comme Mobilité et Transports de la Commission européenne, appuyant des projets d'infrastructures, et le fonds NOx de la Norvège, qui appuie les projets de navire au GNL.

Sur la côte Ouest du Canada, le PMV fournit des incitatifs aux exploitants de navires qui opteront pour le GNL dans le cadre de son programme EcoAction, qui réduit les droits de port de 47 % pour les navires au GNL qui sont admissibles au niveau Or du programme. FortisBC offre également un programme incitatif qui a commencé en 2012 et couvre les navires ainsi que les véhicules routiers.

Il existe de nombreuses façons pour les gouvernements tant fédéral que provinciaux de soutenir l'adoption précoce du GNL comme carburant marin. Par exemple, ils pourraient favoriser des liens avec des partenaires trans-Pacifique comme Singapour afin d'aider à la construction d'une masse critique de transport hauturier qui justifiera de nouveaux investissements de la part des exploitants de navires et des fournisseurs de GNL.

Politique comme facteur habilitant

L'établissement du GNL comme solution de rechange viable aux carburants marins à base de pétrole sera un processus complexe et exigera des efforts importants dans le domaine de l'élaboration de politiques.

8.4.1 Politiques réglementaires

La création d'une infrastructure de GNL marin exigera des politiques en matière de normes et de réglementation de la construction, de l'exploitation et de l'entretien. Cela se fera de manière encore plus efficace si les gouvernements fédéral et provinciaux officialisent leurs politiques relatives aux installations et aux navires alimentés au GNL. L'une des activités clés consistera à préciser la manière d'adapter le cadre réglementaire en place et de l'utiliser pour approuver et homologuer tant les projets de GNL que le personnel qui y travaille. De plus, tous les échelons de gouvernement pourraient confier la responsabilité de l'approbation des projets de GNL à des organismes clairement désignés.

Développement des normes réglementaires et de l'infrastructure

La création d'une infrastructure de GNL marin exigera des politiques en matière de normes et de réglementation de la construction, de l'exploitation et de l'entretien. Cela se fera de manière encore plus efficace si les gouvernements fédéral et provinciaux officialisent leurs politiques relatives aux installations et aux navires alimentés au GNL.

8.4.2 Politiques économiques

L'établissement de politiques qui aident à intégrer le développement de la nouvelle infrastructure aux programmes de l'industrie en place serait très utile, ainsi que l'établissement d'incitatifs pour soutenir tant les promoteurs que les collectivités. Les gouvernements fédéral et provinciaux pourraient prendre en considération la manière d'utiliser les projets existants pour aider à promouvoir le recours au GNL. Aux échelles provinciale et locale, des politiques de promotion du GNL et une tarification attrayante du GNL pourraient stimuler l'intérêt de la collectivité et, ainsi, faire valoir les avantages économiques et environnementaux de l'emploi du GNL.

8.4.3 Communication

Communiquer de manière efficace les avantages économiques et environnementaux du GNL est un aspect important, étant donné que son utilisation comme carburant marin est nouvelle en Amérique du Nord. Des efforts continus pour sensibiliser les organismes de réglementation, les décideurs et le public peuvent offrir une aide essentielle pour aller de l'avant et utiliser encore davantage le GNL au Canada en raison de ses avantages économiques et environnementaux potentiels.

Mesures recommandées pour retirer des avantages

Des avantages importants en matière d'environnement et économiques peuvent être réalisés si le Canada et la Colombie-Britannique adoptent précocement le GNL marin. Les mesures suivantes pourraient favoriser cette adoption précoce.

- › Les parties prenantes devraient continuer à collaborer et à utiliser les conclusions de ce projet afin de soutenir l'adoption du GNL.
- › Il est recommandé que Transports Canada adopte un processus d'approbation réglementaire de rechange pour les navires alimentés au GNL, en tenant compte des directives et des projets de code de l'OMI pour ces navires et leurs équipages. Les lacunes de la réglementation maritime canadienne, en relation avec l'utilisation du GNL, représentent un risque qu'un grand nombre de défenseurs potentiels du GNL ne sont pas disposés à accepter. De ce fait, un cadre réglementaire à jour doit être établi avant que le recours au GNL marin devienne important.
- › Les gouvernements fédéral et provinciaux pourraient officialiser leurs politiques relatives aux installations et aux navires alimentés au GNL. Pour les appuyer, chaque niveau de gouvernement pourrait confier à un organisme la coordination de tous les processus touchant les approbations de projet marin.
- › Étant donné que le GNL est un nouveau carburant dans le secteur maritime, le public peut avoir des préoccupations et soulever des questions touchant la sécurité. Pour les aborder, des renseignements relatifs à la sécurité, comme des évaluations des risques pour les applications du GNL, doivent être diffusés et rendus facilement accessibles au grand public.
- › Le gouvernement fédéral investit des milliards de dollars afin de reconstruire les capacités des chantiers de construction navale canadiens. Une petite fraction de cet investissement pourrait servir à aider les chantiers à réaliser des travaux de conversion au GNL et de nouvelles constructions. Le Canada pourrait profiter de cet investissement pour établir un créneau durable dans le secteur mondial de la construction navale.
- › À ce jour, les propriétaires de navires hésitent à attribuer des projets aux chantiers canadiens en raison de leur manque d'expérience récente. Les garanties offertes par le gouvernement pourraient aider à combler cette lacune.

Bibliographie

9.1

Notes et sources

- Facts on Green Garbage Trucks: New Technologies for Cleaner Air.* (2009). Récupéré sur INFORM: http://www.informinc.org/fact_ggt.php
- Cleaner Transportation, Powered with Natural Gas.* (16 mai 2013). Récupéré sur America's Natural Gas Alliance : <http://anga.us/blog/2013/5/16/cleaner-transportation-powered-with-natural-gas>
- Compressed Natural Gas Fuelling Stations.* (8 mai 2013). Consulté le 8 juillet 2013, sur Alternative Fuels Data Center : http://www.afdc.energy.gov/fuels/natural_gas_cng_stations.html
- ABS Pacific Division. (2003). *ABS Gas Carrier Course.* Singapour: American Bureau of Shipping.
- AMID Logistics, LLC. (s.d.). *U.S. Seafreight Price Calculator Shipping Cars RO-RO.* Consulté le 24 janvier 2013, sur Shipping International Sea freight RO-RO. : <http://ro-ro.internationalshippingusa.com/Home.aspx>
- Anna Shiryayevskaya, J. R. (1^{er} juillet 2013). *Gas Exporters Defend Pricing as Courts Reject Link With Oil.* Consulté le 23 août 2013, sur Bloomberg : <http://www.bloomberg.com/news/2013-06-30/gas-exporters-to-defend-pricing-system-as-courts-reject-oil-link.html>
- Apache Corp. (26 février 2013). *Tolling model a new option for LNG plant ownership.* Consulté le 26 août 2013, sur Arcticgas.gov : <http://www.arcticgas.gov/tolling-model-new-option-lng-plant-ownership>
- B.C. Ferries. (2012). *Annual report, 2012.* Victoria, (C.-B.)
- BC Hydro. (s.d.). *The Kilowatt-Hour Defined.* Récupéré sur <http://www.bchydro.com/news/conservation/2012/kilowatt-hour-explained.html>
- Brief History of LNG.* (s.d.). Consulté le 11 juillet 2013, sur Center for Energy Economics : http://www.beg.utexas.edu/energyecon/lng/LNG_introduction_06.php
- Buhaus, Ø. C. (2009). *Second IMO GHG Study 2009.* Londres: IMO.
- CAREX. (s.d.). *Diesel Engine Exhaust.* Consulté le 19 septembre 2013, sur CAREX Canada : http://www.carexcanada.ca/en/diesel_engine_exhaust/
- Chart Industries. (s.d.). *LNG Semi-Trailer Highway Delivery.* Consulté en juillet 2013, sur Chart LNG Fuelling Systems : http://lngplants.com/CHART_VEHICLE_FUELING.html
- Chevron. (s.d.). *Everything you need to know about marine fuels.* Récupéré sur www.chevronmarineproducts.com/docs/Everythingaboutfuels_v0108_LO.PDF
- Contributors, W. (s.d.). *Liquefied Natural Gas.* Consulté en janvier 2013, sur Wikipedia : http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Liquefied_natural_gas&oldid=530946175
- Corbett, J. (2004). *Verification Of Ship Emission Estimates With Monitoring Measurements To Improve Inventory And Modeling.* Delaware: University of Delaware.
- Corbett, J. (2006). *LNG Tankers and Air Emissions.* Delaware: University of Delaware.
- Corp, G. (s.d.). Récupéré sur <http://www.fe-ltd.ca/downloads/GFS%20Corp.%20PowerPoint%20Presensation.pdf>
- Couple Systems. (s.d.). *DryEGCS.* Consulté le 20 septembre 2013, sur <http://couple-systems.de/index.php/dryegcs-new.html>
- D. Lowell, H. W. (2013). *Assessment of the Fuel Cycle Impact of Liquefied Natural Gas as Used in International Shipping.* ICCT.
- Danish Maritime Administration. (2011). *North European LNG Infrastructure Project.* DMA.
- Davies, P. (2011). *Cost Elasticity and Port Choice for West Coast Container Traffic.*
- Dawson, C. (2013). *Back to the Future for Canada's West Coast LNG Hopes.* Wall Street Journal.
- Devanny, J. (2010). *EEDI, A Case Study in Indirect Regulation of CO₂ Pollution.* Centre for Tankship Excellence.
- Environnement Canada. (s.d.). *Environnement Canada.* Récupéré sur www.ec.gc.ca/envirozine/default.asp?lang=En&n=F8A83A04-1
- Ernst & Young. (2013). *Global LNG.*
- Experts Weigh in on LNG.* (s.d.). Consulté le 6 septembre 2013, sur Railway Age : <http://www.railwayage.com/index.php/mechanical/locomotives/experts-weigh-in-on-lng.html?channel=>
- Fesharaki, S. (2013). Implications of North American LNG Exports for Asia. *Pacific Energy Summit.*

- Fortis BC. (s.d.). *Medium and Heavy-Duty Fleet Incentives*. Consulté le 16 juillet 2013, sur Fortis BC : <http://www.fortisbc.com/NaturalGas/Business/NaturalGasVehicles/Incentives/MediumHeavyDutyFleetIncentive/Pages/default.aspx>
- FortisBC. (7 avril 2011). Material Safety Data Sheet - Liquefied Natural Gas (MSDS #582). Surrey, (C.-B.), Canada.
- Foss, M. M. (2006). *LNG Safety and Security*. Center for Energy Economics.
- Foss, M. M. (2006). *LNG Safety and Security*. Center for Energy Economics.
- Freightliner. (s.d.). *LNG Conversion Savigns Calculator*. Consulté en septembre 2013, sur www.freightlinergreen.com/calculator
- Garcia-Cuerva, E. D. (2009). *A New Business Approach to Conventional Small Scale LNG*.
- OMI. (2009). *Second IMO GHG Study*.
- OMI. (2010). *MEPC 61/5/3 Reduction of GHG Emissions From Ships*.
- International Tanker Owners Pollution Federation. (s.d.). *Major Oil Spills*. Consulté le 23 septembre 2013, sur International Tanker Owners Pollution Federation Limited : <http://www.itopf.com/information-services/data-and-statistics/statistics/#no>
- International, C.-I. (s.d.). *Safety History of International LNG Operations*.
- Karlsen, L. (2012). Approval of Ships using LNG as Fuel.
- Lars R. JULIUSSEN, M. J. (2011). *MAN B&W ME-GI ENGINES. RECENT RESEARCH AND RESULTS*.
- Registre de la Lloyd's. (2012). *LNG fuelled deep sea shipping*. Londres : Registre de la Lloyd's.
- Registre de la Lloyd's. (2012). *Understanding Exhaust Gas Treatment Systems*.
- M.N. Usama, A. S. (2011). *Technology Review of Natural Gas Liquefaction Processes*. Journal of Applied Sciences.
- MAGALOG. (2008). *Maritime Gas Fuel Logistics*.
- MAN Diesel & Turbo. (January 2013). *Engine Emission Control*.
- MAN Diesel and Turbo. (s.d.). *Secondary-Measures*. Consulté le 27 mars 2013, sur Man Diesel - Green Technology : <http://www.mandiesel-greentechnology.com/0000489/Technology/Secondary-Measures.html>
- Marine Log. (10 juin 2013). High Capacity LNG Bunker Barge. *Marine Log*.
- Marine Service GMBH. (s.d.). Marine Service GMBH. Consulté le 24 janvier 2013, sur LNG Calculator: <http://www.marine-service-gmbh.de/calculator/calculator.html>
- McWha, T. (2012). *Analysis of Emissions in the Marine Sector: NO_x and Black Carbon Emissions*. NRC.
- Office national de l'énergie. (2004). *Le marché du gaz naturel de la Colombie-Britannique : Vue d'ensemble et évaluation*.
- Office national de l'énergie. (2009). *Le réseau pipelinier du Canada : Évaluation d'un mode de transport*.
- Office national de l'énergie. (novembre 2011). *Avenir énergétique du Canada : Offre et demande énergétiques à l'horizon 2035*.
- Nicotra, D. A. (2013). *LNG, a Sustainable Fuel for all Transport Modes*. NGVA Europe.
- Ocean Shipping Consultants. (2012). *Port Metro Vancouver Container Forecasts for 2012*.
- Omnipex Group. (s.d.). MARINE FUEL OIL type DMB. Campina, Roumanie.
- Pettersen, J. (2012). *LNG Plant Overview*. Récupéré sur http://en.murmanshelf.ru/files/statoil_seminar_2012/1_Overview.pdf
- Sandia Report. (2004). *Guidance on Risk Analysis and Safety Implications of a Large Liquefied Natural Gas (LNG) Spill Over Water*.
- Schaefer, K. (2013, 06 12). *A Futures Market for North American Exports?* Consulté le 15 juillet 2013, sur Financial Sense : <http://www.financialsense.com/contributors/keith-schaefer/futures-market-lng-exports>
- Schaefer, K. (18 juin 2013). Key Companies in Canada's West Coast LNG Projects. *Oil and Gas Investment Bulletin*.
- Spectra Energy. (2012). *Spectra Energy announces new project*.
- Statistique Canada. (2013). *Tableau 129-0003 - Ventes de gaz naturel, mensuel*. Consulté en août 2013, sur la base de données CANSIM : <http://www5.statcan.gc.ca/cansim/pick-choisir?lang=eng&p2=33&id=1290003>
- Statistique Canada, Tableau 127-0004. (s.d.). *Consommation des combustibles pour la production d'électricité, centrales thermiques des services d'électricité, annuel*. Consulté en juillet 2013, sur la base de données CANSIM : <http://www5.statcan.gc.ca/cansim/pick-choisir?lang=eng&p2=33&id=1270004>
- U.S. Coast Guard. (2011). *Fuel Switching Safety - safety alert 11-01*. USCG.
- United Nations Environment Fund. (s.d.). *Opening the Door to Cleaner Vehicles in Developing and Transition Countries : The Role of Lower Sulphur Fuels*.
- United States Environmental Protection Agency. (2010). *Report to Congress on Black Carbon*.

US Energy Information Administration. (2012). *Effect of Increased Natural Gas Exports on Domestic Energy Markets*.

USA EPA. (2010). *Designation of North American Emission Control Area to Reduce Emissions from Ships*.

Wartsila. (2013). *SK 5306 Bunker Barge*.

Wärtsilä Finland Oy. (28 novembre 2012). Wärtsilä Environmental Product Guide. Vaasa, Finland: Wärtsilä Finland Oy. Weber, M. E. (2012). *The Looming Natural Gas Transition in the United States*.

Westport. (s.d.). www.westport.com/products/fuel-storage-and-delivery/Ing-tender. Récupéré sur Westport.

Winroth, H. (2010). *Potential and conditions for LNG fueled short sea shipping in East Asia*. Goteborg, Sweden: Chalmers University Of Technology.

9.2

Règles, règlements, codes et normes

Les règles, réglementations et directives les plus pertinentes pour la conception et la construction de navires proviennent de diverses publications. Les principaux documents sont énumérés au tableau 18.

Tableau 18 : Règles, règlements, codes et normes

Source	Titre
OMI	<ul style="list-style-type: none"> • Résolution MSC.285(86), Interim Guidelines on Safety for Natural Gas-Fuelled Engine Installations in Ships (adoptée le 1^{er} juin 2009) • Recueil international de règles relatives à la construction et à l'équipement des transporteurs de gaz liquéfié en vrac – confinement de la cargaison (code IGC) • International Code of Safety for Gas-Fuelled Ships (Recueil des règles relatives à la sécurité des navires alimentés au gaz ou à d'autres carburants à point éclair bas (code IGF)) Ce code est en cours d'élaboration. La version officielle devrait être terminée en 2014 et être ratifiée dans un délai d'un an ou deux par après.
ISO	<ul style="list-style-type: none"> • ISO/TC 18683, Guidelines for Systems and Installations for Supply of LNG as Fuel to Ships (Directives pour les systèmes et les installations d'approvisionnement de GNL comme carburant de navire (ébauche)) • ISO 28460:2010, Industries du pétrole et du gaz naturel – Installations et équipements relatifs au gaz naturel liquéfié – Interface terre-navire et opérations portuaires
Society of International Gas Tanker and Terminal Operators (SIGTTO)/Oil Companies International Marine Forum (OCIMF)	<ul style="list-style-type: none"> • LNG Ship-to-Ship Transfer Guidelines (Directives de transfert de GNL entre navires)
Règles de classification	<p>Un grand nombre de sociétés de classification ont maintenant des règles ou des directives en matière de GNL et d'autres carburants à point éclair bas. La liste ci-dessous présente les cinq sociétés de classification qui sont actuellement reconnues au Canada. Toutes les sociétés publient annuellement une mise à jour de l'ensemble de leurs règles.</p> <ul style="list-style-type: none"> • American Bureau of Shipping <ul style="list-style-type: none"> - Guide for Propulsion and Auxiliary Systems for Gas Fuelled Ships (Guide pour les systèmes de propulsion et auxiliaires de navires alimentés au GNL) (mis à jour en juillet 2013) • Bureau Veritas <ul style="list-style-type: none"> - Rule Note NR 481, Design and Installation of Dual Fuel Engines Using Low Pressure Gas (Note réglementaire NR 481 : Conception et installation de moteur à carburant mixte utilisant du gaz à basse pression) - Rule Note NR 529, Safety of Gas-Fuelled Engines Installation on Ships (Note réglementaire NR 529 : Sécurité de l'installation des moteurs alimentés au gaz sur les navires) - BV Guidance Notes for LNG Ship-to-Ship Transfer (Note de directives BV pour le transfert de GNL entre navires) • Det Norske Veritas <ul style="list-style-type: none"> - DNV Rules for Gas Fuelled Ship Installations (Règles DNV pour les installations de navire alimenté au gaz) • Germanischer Lloyd <ul style="list-style-type: none"> - Guidelines for the Use of Gas as Fuel for Ships (Directives pour l'utilisation du gaz comme carburant sur les navires) • Registre de la Lloyd's <ul style="list-style-type: none"> - Rules for Natural Gas Fuelled Ships (Règles pour les navires alimentés au gaz naturel)

<p>Transports Canada, <i>Loi sur la marine marchande du Canada (2001)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • TP 13585, Acceptation d'un régime de réglementation de rechange pour l'inspection, la construction et le matériel de sécurité • TP 15211, Supplément canadien à la convention SOLAS • TP 743, Processus d'examen du Code des normes recommandées pour la sécurité et la prévention de la pollution dans les systèmes de transport maritime et des procédures d'évaluation connexes (TERMPOL) 2001
<p>USCG</p>	<ul style="list-style-type: none"> • USCG 521 Policy Letter 01-12, April 2012: Equivalency Determination—Design Criteria for Natural gas Fuel Systems (Lettre de politique déterminant les équivalences en matière de critères de conception pour les systèmes de carburant au gaz naturel) • 49 CFR Part 193: Liquefied Natural Gas Facilities (Installations du gaz naturel liquéfié) • 18 CFR Part 153: Applications for Authorization to Construct, Operate, or Modify Facilities Used for the Export or Import Of Natural Gas (Demandes d'autorisation de construire, d'exploiter ou de modifier des installations utilisées pour l'exportation ou l'importation de gaz naturel) • 33 CFR Part 127: Waterfront Facilities Handling Liquefied Natural Gas and Liquefied Hazardous Gas (Installations côtières traitant du gaz naturel liquéfié et des gaz liquéfiés dangereux) • 46 CFR Part 154: Safety Standards for Self-Propelled Vessels Carrying Bulk Liquefi Gases (Normes de sécurité pour les navires à moteur transportant des gaz liquéfiés en vrac)
<p>CSA</p>	<ul style="list-style-type: none"> • CAN/CSA-Z276, Liquefied natural gas (LNG)—Production, storage, and handling (Norme de production, de stockage et de manutention du GNL). • CSA Z662, Oil and gas pipeline systems (Systèmes de pipelines pour le gaz et le pétrole)
<p>National Fire Protection Association (NFPA)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • NFPA 52: Vehicular Gaseous Fuel Systems Code (Code sur les systèmes de carburant gazeux de véhicule) • NFPA 59A: Standard for the Production, Storage, and Handling of Liquefi Natural Gas (LNG) (Norme de production, de stockage, de manipulation du gaz naturel (GNL)) • NFPA 30: Flammable and Combustible Liquids Code (Code sur les liquides combustibles et inflammables)
<p>Norme européenne (EN)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • EN 13458-2 Cryogenic vessels. Static vacuum insulated vessels (Norme sur les navires cryogéniques. Navires isolés à pression négative statique) • EN 1473:2007 Installation and equipment for liquefied natural gas. Design of onshore installations (Norme sur l'installation et l'équipement du gaz naturel liquéfié. Conception d'installations sur les côtes) • EN 1474-3:2008 Installation and equipment for liquefied natural gas. Design and testing of marine transfer systems. Offshore transfer systems (Norme sur l'installation et l'équipement du gaz naturel liquéfié. Conception et test des systèmes de transfert marin. Systèmes de transfert en mer)
<p>Commission électrotechnique internationale (CEI)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • IEC 60079, Part 10, Electrical apparatus for explosive gas atmospheres: Classification of hazardous areas (Appareils électriques dans les atmosphères explosives gazeuses : classification des zones dangereuses)

Crédits photos

Couverture : En haut © Dan Barnes/iStock; en bas à gauche, offert par BC Ferries;
en bas au centre © Lazareva/iStock; en bas à droite, offert par Seaspan

Page 6 : Offert par Wärtsilä

Page 8 : En haut, offert par GTT (Gaztransport & Technigaz); en bas, offert par TGE Marine

Page 9 : En haut, offert par Viking Grace; en bas, offert par Rolls Royce

Page 10 : Offert par Viking Grace

Page 12 : © bbbimages/iStock

Page 14 : Offert par Douglas Channel Energy Partnership

Page 16 : Offert par GasNor & NGVA Europe

Page 18 : Offert par Seaspan

Page 26 : © James Wheeler/iStock

Page 28 : Offert par Caterpillar Marine

Page 33 : Offert par Port Metro Vancouver

Page 40 : Offert par Teekay

Page 45 : Offert par Port Metro Vancouver

Page 46 : En haut, offert par Argonon Shipping BV; en bas, offert par Veth Propulsion

Page 50 : Offert par Port Metro Vancouver

Page 52 : Offert par Harvey Gulf International Marine

Page 53 : Offert par Port Metro Vancouver

Alliance canadienne pour les véhicules au gaz naturel

350, rue Sparks, bureau 809

Ottawa ON K1R 7S8

Tél : (613) 564-0181

www.cngva.org

info@cngva.org