

Ordre du jour

1

Contexte et alternatives énergétiques

2

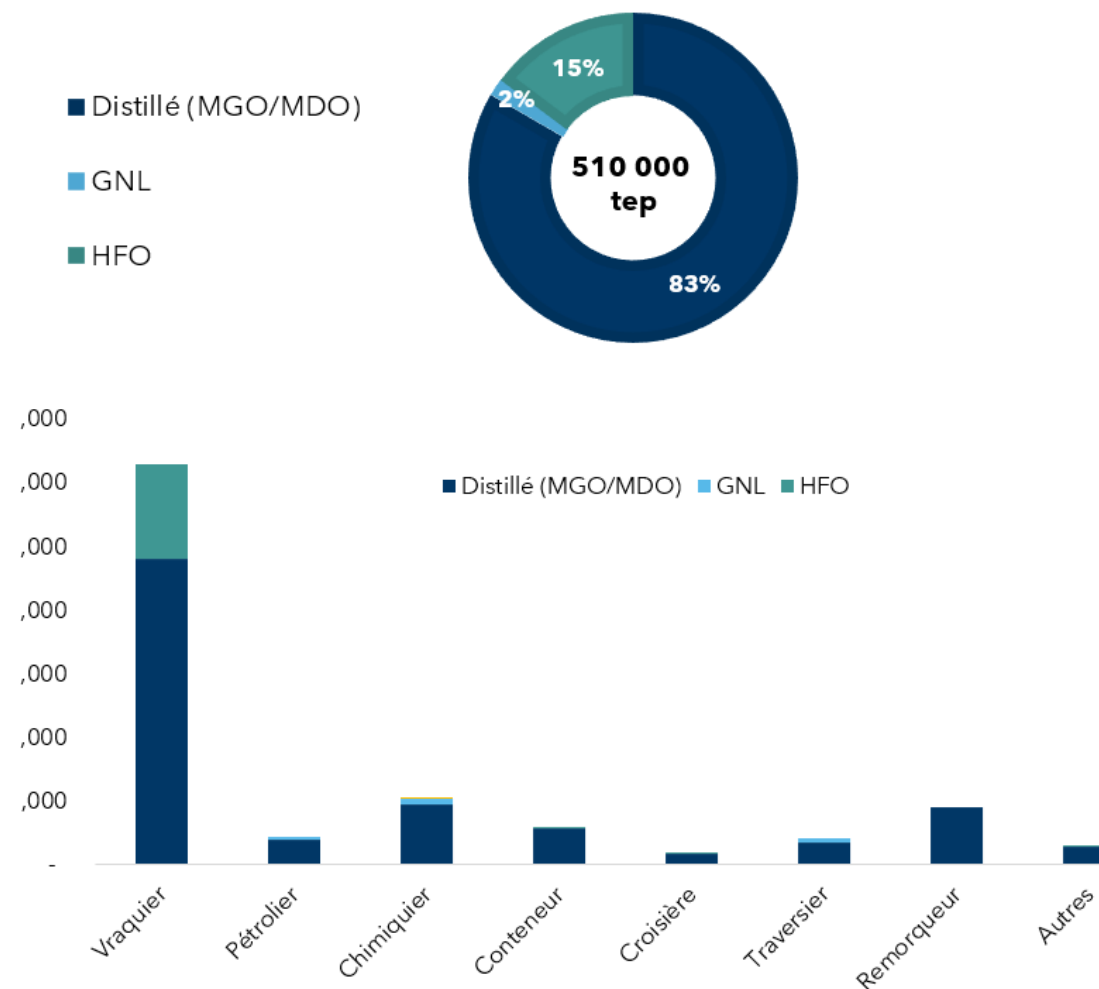
Recommandations pour la feuille de route

01

Contexte et alternatives énergétiques

Estimation de la demande dans la zone du Saint-Laurent

- Une consommation totale de 510 000 tonnes équivalent pétrole (tep) de carburant pour l'année 2019.
- 83 % de cette consommation prenait la forme de carburants distillés (MDO/MGO) à faible teneur en soufre en conformité.
- Les carburants résiduels lourds à haute teneur en soufre (HFO) constituaient encore 15 % de la consommation totale. Cette utilisation est associée à des vraquiers équipés de systèmes d'épuration.



Croissance du tonnage dans les principaux ports du Québec

Port	2010	2017	2018	2019	2020	2021	Croissance (2010-2019)	TCAC (2010- 2019)
Montréal	25,89	38,04	38,93	40,59	35,10	34,02	57 %	4,4 %
Québec	24,53	27,49	27,42	29,24	26,87	28,50	19 %	1,3 %
Saguenay	0,39	0,32	0,37	0,64	0,55	1,23	64 %	-2,2 %
Sept-Îles	25,07	24,23	25,36	29,32	33,08	32,12	17 %	-0,4 %
Trois-Rivières	2,87	2,56	3,85	4,17	3,33	3,87	45 %	-1,3 %
Port-Cartier	18,00	28,84	28,70	27,55	25,99	25,04	53 %	5,4 %
Port Alfred	4,57	5,02	5,08	5,08	4,94	5,05	11 %	1,0 %
Total	101,32	126,50	129,71	136,59	129,86	129,83	35 %	2,5 %

l'OMI l'estime une croissance à 40 à 115 % entre 2020 et 2050 pour le transport de marchandises.

A) Exemples de mesures de décarbonation des ports québécois

Efficacité énergétique, électrification et autoproduction

- Bâtiments performants : mise en œuvre de mesures d'efficacité énergétique.
- Optimisation des flux logistiques : les technologies innovantes peuvent générer des gains d'efficacité en diminuant la congestion.
- Électrification des usages portuaires : le passage à des véhicules électriques et l'installation de pompes à chaleur peut éliminer une grande partie du solde des émissions.
- Autoproduction : l'installation de capacités de production d'énergie peut aider les ports à produire leur propre énergie de manière durable, réduisant leur dépendance aux combustibles fossiles.



Électrification des navires de service et des grues portiques de plusieurs terminaux du Port de Montréal

(Crédit photos : Port de Montréal; logistics-manager.com)

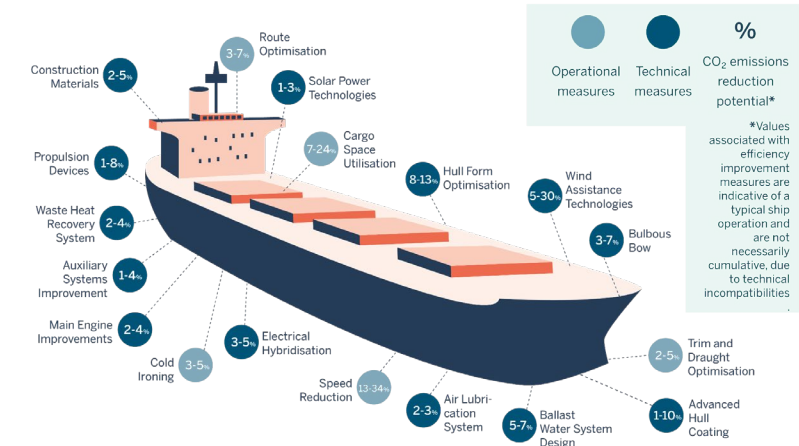
B) Opportunités de réduction de la consommation des navires

Minimiser la demande en carburant avant sa transition

- L'industrie du transport maritime s'appuie principalement sur les carburants marins traditionnels,
- Une réduction drastique de la consommation énergétique des navires peut être obtenue immédiatement grâce à des mesures d'efficacité énergétique techniques et opérationnelles.

Parmi les options au potentiel le plus élevé : l'électrification à quai (« shorepower » ou « cold ironing » en anglais)

- L'alimentation à quai permet aux navires d'éteindre leurs moteurs et de se connecter au réseau électrique local lorsqu'ils sont amarrés,
- La mise en place nécessite une coordination entre les autorités portuaires, les opérateurs de terminaux, les exploitants de navires et Hydro-Québec.
- Cependant, sa généralisation est encore lente au Québec.



Panorama des systèmes embarqués d'efficacité énergétique des navires et gains environnementaux associés (Crédit photo : UMAS)



La première borne électrique pour navires de croisières inaugurée au Port de Montréal en 2017 (Crédit photo : Radio-Canada)

C) Évaluation croisée de la pertinence des carburants alternatifs dans le contexte québécois – diesel renouvelable (à CT) et biodiesel

Le diesel renouvelable, « drop in fuel » le plus viable à court terme

- Le diesel renouvelable un carburant produit à partir de graisses par le processus d'hydrogénation et pression est considéré comme un substitut à 100 % du diesel.
- Principal inconvénient réside dans son coût, ~ 80 % supérieur à celui du diesel marin conventionnel.
- L'intensification de la production risque de se traduire par des contraintes sur les terres agricoles et des impacts environnementaux majeurs.

Le biodiesel (ou FAME) est associé à de trop nombreuses contraintes

- Le potentiel du biodiesel, carburant produit à partir d'huiles végétales et animales ou d'huiles usées a des contraintes majeures limitant le potentiel de cette alternative pour l'industrie maritime.
- Son adoption est freinée par l'absence de prise en compte des émissions « du puits au sillage » dans le secteur maritime : la comptabilisation actuelle rend équivalente la consommation de carburant conventionnel et de diesel renouvelable d'un point de vue environnemental.
- Il n'existe aujourd'hui qu'une seule usine en service au Québec, celle d'Innoltek, d'une capacité de 8 à 12 ML par an.

	Diesel renouvelable	Biodiesel (FAME)
Production	<ul style="list-style-type: none"> • Hydrogénation, gazéification, pyrolyse • Peut être produit à partir de pratiquement n'importe quelle biomasse (graisse, huile, bois) 	<ul style="list-style-type: none"> • Produit par un processus chimique appelé transestérification, où la glycérine est séparée de la graisse ou de l'huile végétale
Compatibilité des moteurs	<ul style="list-style-type: none"> • Entièrement compatible avec les moteurs diesel existants, sans modification 	<ul style="list-style-type: none"> • Peut être utilisé dans la plupart des moteurs diesel, surtout dans le cadre de mélanges plus faibles (comme B5 ou B20) • Le B100 contient entre 7-10% moins d'énergie par volume que le diesel conventionnel • Propension à givrer en milieu froid (clouding)
Stockage et manutention	<ul style="list-style-type: none"> • Peut être stocké et manipulé de manière similaire au diesel conventionnel, sans disposition spéciale 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensible aux conditions de stockage ; nécessite une manipulation spécifique pour limiter l'oxydation et la contamination microbienne

L'industrie maritime québécoise, débouché possible d'une production importante d'éthanol en quête de nouveaux marchés

- L'éthanol est produit à partir de matières premières cellulosiques ou le maïs. Il peut être considéré comme mature avec un prix abordable qui reflète sa disponibilité.
- La généralisation de nouveaux moteurs bicarburant permettra des navires de fonctionner de manière indifférenciée avec des carburants conventionnels qu'avec de l'éthanol et du méthanol.
- Les limites au niveau des terres agricoles, ainsi que des impacts environnementaux sont à surveiller. Cependant, la réaffectation des capacités de production existantes grâce aux véhicules électriques pourrait libérer des quantités importantes à d'autres usages.

Le développement du méthanol vert sous forme d'e-méthanol présente une opportunité pour le Québec

- Le méthanol vert se rencontre sous deux formes : le biométhanol (par gazéification de biomasse) et l'e-méthanol (à partir de CO₂ et H₂ vert). Le méthanol présente l'avantage d'être compatible avec les piles à combustible à oxyde solide, et donc de moteurs électriques très efficaces.
- Le méthanol fossile est un produit largement commercialisé, bénéficiant d'infrastructures de stockage dans plus de 100 ports à travers le monde. Sa principale contrainte technique est sa faible densité énergétique ; deux fois inférieures à au gazole marin (MGO).
- La production de méthanol vert reste nettement inférieure à celle d'autres carburants alternatifs. Le Québec se distingue par une position privilégiée pour produire du méthanol vert grâce au faible coût relatif de son électricité renouvelable, rendant l'e-méthanol très compétitif, comme en témoignent les projets d'envergure de Recyclage Carbone Varennes et de Greenfield Global.

Le GNL comme carburant de transition

- Comparé au HFO et au MDO, le GNL génère moins d'émissions de NO_x , de SO_x et de particules. Dans des conditions idéales, le GNL produit également moins d'émissions de GES. Cependant, des recherches récentes indiquent que les fuites potentielles dans les moteurs utilisant du GNL pourraient compromettre les économies prévues en conditions réelles.
- Son prix est actuellement comparable à celui des combustibles traditionnels, bien que l'adaptation des moteurs soit nécessaire.
- Le GNL est pour l'instant l'unique carburant alternatif adopté par la flotte navale au Québec. Depuis 2017, le Port de Montréal, par le biais de camions-citernes, offre du GNL à ses usagers. Le Port de Québec assure également un avitaillement régulier en GNL par camions à partir de Montréal. L'armateur Desgagnés exploite une flotte de cinq navires alimentés au GNL.

L'hydrogène et l'ammoniac comme options à (beaucoup) plus long terme

- L'hydrogène vert peut être utilisé dans des piles à combustible pour alimenter des moteurs électriques, sans produire de SO_x , de NO_x ou de GES. Cependant, à court terme, l'utilisation directe de l'hydrogène carburant apparaît hautement inadaptée pour le transport maritime (sauf pour de courtes distances) en raison de sa faible densité énergétique et des contraintes liées à son transport.
- L'hydrogène vert sera plutôt privilégié sous sa forme de vecteur énergétique pour la production d'e-méthanol, de diesel renouvelable et d'ammoniac. Cependant, la faible maturité technologique des moteurs fonctionnant à l'ammoniac et sa toxicité le rendent peu susceptible de jouer un rôle majeur dans la décarbonation du secteur maritime à court terme.

C) Évaluation croisée de la pertinence des carburants alternatifs dans le contexte québécois – comparaison multicritère

Carburant alternatif	Profil Technique				Émissions				Disponibilité		Avantages et Inconvénients	
	Maturité (TRL moteurs)	Soutage et stockage	Densité énerg.	Toxicité	CO ₂	NO _x	SO _x	Fuites et GWP	Capacité	Prix (\$/MJ)	Principal avantage	Principal inconvénient
LSMGO	Vert	Vert	Vert	Orange	Rouge	Rouge	Rouge	Vert	Vert	18.6	N/A	Émissions élevées de GES
GNL	Vert	Jaune	Orange	Vert	Rouge	Orange	Vert	Rouge	Vert	11.4	Disponibilité des moteurs	Fuites de méthane
Biodiesel (FAME)	Jaune	Orange	Vert	Vert	Jaune	Rouge	Vert	Vert	Jaune	29.1	Coût inférieur à celui du diesel renouvelable	Oxydation, contamination microbienne et givrage
Diesel renouvelable	Vert	Vert	Vert	Vert	Jaune	Rouge	Vert	Vert	Jaune	34.3	« Drop-in fuel » Aucune contrainte technique	Surutilisation des terres agricoles et concurrence sectorielle
Méthanol vert	Jaune	Jaune	Orange	Jaune	Vert	Jaune	Vert	Vert	Rouge	16.8-75.4	Production locale avec faibles coûts d'électricité	La production d'e-méthanol nécessite une source de CO ₂
Éthanol	Rouge	Vert	Jaune	Vert	Jaune	Vert	Vert	Vert	Vert	18.5	Importante capacité existante à un coût compétitif	Disponibilité pour le secteur maritime
Ammoniac vert	Orange	Orange	Orange	Rouge	Vert	Orange	Vert	Orange	Orange	17.8-55.6	La production ne nécessite pas de source de CO ₂	Toxicité, disponibilité des moteurs
Hydrogène vert	Rouge	Rouge	Rouge	Vert	Vert	Vert	Vert	Jaune	Orange	41.7-83.3	Pertinent pour les courtes distances	Stockage complexe et faible densité volumique

Potentiel à court terme



Potentiel à moyen terme



(Source : Étude Dunsky « État de situation de l’approvisionnement énergétique » (2024))

02

Recommandations pour la feuille de route

Vers des incitatifs ciblés et un encadrement réglementaire renforcé

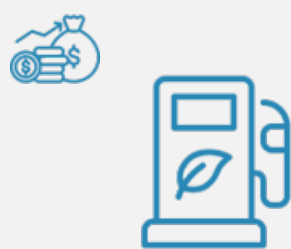
Les pouvoirs publics – en collaboration avec les administrations portuaires, armateurs et énergéticiens – pourront actionner quatre leviers principaux en vue d'accélérer l'adoption d'alternatives énergétiques viables par l'industrie maritime et portuaire du Québec :

1



Réduire l'intensité énergétique des zones portuaires et maximiser leur potentiel d'électrification

2



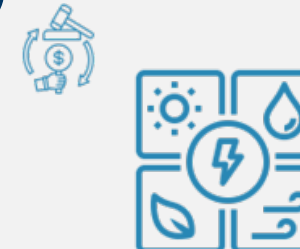
Encourager les investissements dans les alternatives énergétiques les plus pertinentes pour le Système Saint-Laurent – Grands-Lacs

3



Renforcer la capacité des ports à agir en tant que facilitateurs de la transition des flottes maritimes vers les carburants alternatifs

4



Encadrer le développement de ces alternatives par des dispositions réglementaires ciblées

Décarboner les activités portuaires en misant sur l'électrification

1



**Réduire l'intensité
énergétique des zones
portuaires et maximiser
leur potentiel
d'électrification**

- Gestion de l'énergie et efficacité énergétique (système de gestion et d'économies d'énergie)
- Électrification des usages portuaires (dont flottes de véhicules et engins de manutention)
- Généralisation des installations de branchement à quai (incluant la généralisation pour les navires de type vraquiers)
- Coopération renforcée avec Hydro-Québec (par le biais d'études de faisabilité étayant la pertinence du shorepower)

Développer les filières locales d'e-méthanol, de diesel renouvelable et d'éthanol

2

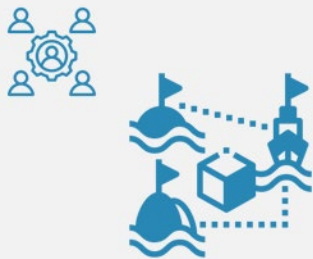


Encourager les investissements dans les alternatives énergétiques les plus pertinentes pour le Système Saint-Laurent - Grands-Lacs

- Valorisation de l'e-méthanol (développer une chaîne d'avitaillement locale)
- Projets pilotes de diesel renouvelable (lever les verrous réglementaires et démontrer la pertinence économique d'une filière de production locale)
- Réaffectation de l'éthanol du secteur automobile (dans un contexte de réaffectation des volumes destinés au transport routier)

Positionner les zones portuaires au cœur de la transition énergétique

3



Renforcer la capacité des ports à agir en tant que facilitateurs de la transition des flottes maritimes vers les carburants alternatifs

- Collaboration interindustrielle renforcée pour la mise en place de filières locales de production (créer des clusters rassemblant chercheurs, fournisseurs d'énergie, armateurs, jeunes entreprises innovantes et autorités portuaires)
- Promotion des corridors maritimes verts (encourager la coopération privilégiée entre acteurs portuaires pour envoyer des signaux clairs aux armateurs et intervenants de la chaîne logistique)
- Expertise en sécurité et environnement liée au méthanol (former en interne pour maîtriser les nouvelles énergies)
- Investissements dans les infrastructures associées (stockage, soutage et réseau électrique)

Stimuler le changement de paradigme grâce à une réglementation ciblée

4



Encadrer le développement de ces alternatives par des dispositions réglementaires ciblées

- Instauration d'exigences quant à l'efficacité énergétique des navires
(pour encourager l'adoption de mesures diversifiées (hydrodynamique, logistique, efficacité, batteries))
- Déploiement d'incitatifs financiers pour améliorer la compétitivité des nouvelles filières
(notamment sous la forme de subventions pour les alternatives plus écologiques aux carburants traditionnels)
- Reconnaissance actée du concept de comptabilisation des émissions « du puits au sillage »
(indispensable à la compétitivité du diesel renouvelable et de l'e-méthanol)
- Réguler et mesurer les émissions de méthane
(pour un recensement exhaustif des émissions en cycle de vie des navires propulsés au GNL)

La feuille de route s'attachera à préciser, différencier, prioriser et rendre actionnables ces dispositifs.

Ces derniers devront s'accompagner d'une action coordonnée et proactive des acteurs de la chaîne de valeur pour réduire leur impact environnemental tout en tirant parti des opportunités économiques qui se présentent.



Contact



Kris Chapman
Consultant

kris.chapman@dunsky.com
Tel: 514-504-9030 ext. 4225



Nathalia Del Moral
Consultante exécutive

nathalia.delmoral@dunsky.com
Tel: 514-504-9030 ext. 4248



Olivier Ascoët
Consultant

olivier.ascoet@dunsky.com
Tel: 514-504-9030 ext. 4257