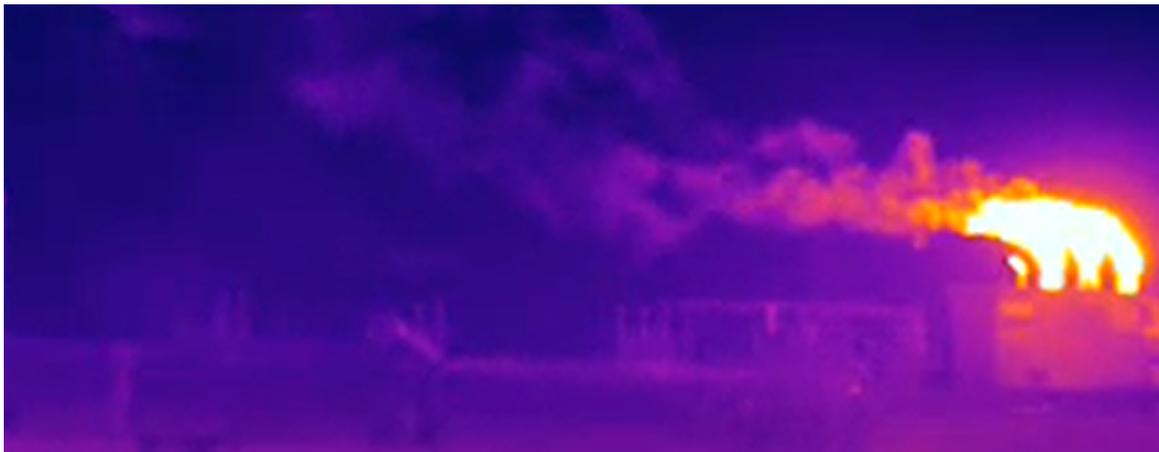




Gaz fossile: la pilule empoisonnée du transport maritime

Mai 2023



Le transport maritime est responsable d'environ 3 % des émissions mondiales de gaz à effet de serre, soit plus que les émissions annuelles de l'Allemagne. Sans mesures d'atténuation efficaces, le transport maritime pourrait représenter 10 % des émissions mondiales de CO2 d'ici à 2050. Pour alimenter leurs moteurs, les navires utilisent traditionnellement des résidus de raffinerie à base de pétrole, tels que le fioul lourd (HFO) ou le carburant à faible teneur en soufre (VLSFO), ce qui a inévitablement des conséquences néfastes sur le climat, l'environnement et la santé.

Certaines mesures réglementaires, combinées à la pression de la société, ont poussé les compagnies maritimes à entamer leur transition écologique. Au lieu de passer à des carburants dont les caractéristiques permettent d'obtenir des bénéfices sur la qualité de l'air et le climat, de nombreux navires prévoient de fonctionner au gaz fossile, sous la forme de gaz naturel liquéfié (GNL). Mais cela revient à faire un pas en arrière en matière de lutte contre le dérèglement climatique.

Les compagnies maritimes qui utilisent du gaz au lieu des carburants traditionnels prétendent, auprès du public et des décideurs politiques, qu'il s'agit de la « *meilleure option disponible aujourd'hui* ». Le GNL est présenté comme « *un carburant pour l'avenir* », un « *carburant de transition* » ou encore comme « *ouvrant la voie à l'adoption de carburants non fossiles durables* ». Des affirmations contredites par la science. Si le GNL peut avoir un impact positif sur la qualité de l'air, il aggrave souvent les problèmes climatiques en raison des fuites de méthane liées à son utilisation.

1. Qu'est-ce que le gaz naturel et comment est-il utilisé dans le transport maritime ?

Le gaz naturel est un combustible fossile extrait du sous-sol, comme le charbon et le pétrole. En raison de sa faible densité à l'état gazeux, le gaz naturel est souvent liquéfié à très basse température (-162 °C) pour augmenter sa densité et faciliter ainsi son transport, son stockage et son utilisation. C'est pourquoi on parle généralement de GNL. Selon l'origine du gaz naturel, le méthane (CH₄) représente 87 % à 96 % de l'énergie contenue dans le GNL¹. Le méthane est également un gaz à effet de serre dont le pouvoir de réchauffement global est 87 fois supérieur à celui du CO₂ sur une période de 20 ans². Dans le transport maritime, le GNL peut être utilisé comme carburant pour alimenter le navire, mais il est également transporté par les navires et utilisé ensuite à terre dans des centrales électriques, des chaudières ou des cuisinières à gaz. Ce briefing présente une synthèse des implications climatiques liées à l'utilisation du GNL comme carburant marin.

2. Pourquoi les navires utilisent-ils le GNL comme carburant ?

L'adoption du GNL comme carburant par les navires s'explique par le fait qu'il contient moins de carbone et peu de soufre comparé aux carburants marins traditionnels. Il permet donc de réduire les émissions de CO₂ et d'oxydes de soufre (SO_x) des navires. Les moteurs marins qui fonctionnent au GNL sont également conçus de manière à émettre moins d'oxydes d'azote (NO_x)³. Cette technologie est donc apparue comme un choix optimal de carburant lorsque les réglementations mondiales et régionales en matière de pollution atmosphérique ont évolué pour créer des zones de contrôle des émissions (zones ECA)⁴ et que certains pays ont commencé à taxer les émissions de NO_x.⁵ Enfin, la toute première norme internationale de réduction des émissions de CO₂ des navires, adoptée en 2011, a de nouveau incité à utiliser le GNL comme une solution de transition. D'un point de vue économique, ce choix s'est également avéré judicieux, car moins cher que le gasoil marin (MGO), une autre option permettant de se conformer aux réglementations sur la teneur en soufre des carburants.

3. Pourquoi le GNL est une fausse solution ?

Alors que l'industrie s'est empressée de vanter les avantages du GNL, elle a vite mis sous le tapis un énorme problème, à savoir les fuites de méthane. Celles-ci concernent les navires utilisant le GNL et les infrastructures terrestres associées à la production, au transport et au stockage du gaz. Lorsque le méthane est libéré dans l'air - même en très petites quantités - son impact sur le climat est

¹ D'autres molécules peuvent être présentes dans le GNL en quantités beaucoup plus faibles, notamment l'éthane, le propane et le butane.

² Sur une période de 100 ans, le méthane a un pouvoir de réchauffement global 36 fois supérieur à celui du CO₂.

³ Les moteurs GNL équipés peuvent réduire les émissions de NO_x de 20 à 80 %.

⁴ La liste des zones de contrôle des émissions (ECA) peut être consultée sur le site web de l'Organisation maritime internationale: www.imo.org/en/OurWork/Environment/Pages/Special-Areas-Marpol.aspx

⁵ Voir Sofiane Laribi & Emmanuel Guy (2020). "Promoting LNG as A Marine Fuel in Norway: Reflections on the Role of Global Regulations on Local Transition Niches" *MDPI*. Source : www.mdpi.com/2071-1050/12/22/9476

désastreux. Les navires fonctionnant au gaz contribuent donc aux émissions de méthane de deux manières : directement, par l'utilisation de GNL dans le moteur et indirectement, par la chaîne d'approvisionnement pour sa production.

3.1. Fuites de méthane durant la production et la chaîne d'approvisionnement

La quantité de méthane qui fuit au cours du processus de production varie en fonction des installations de production et des processus de traitement du gaz. Les fuites de méthane peuvent être dues à des déficiences matérielles, au dégazage ou encore au brûlage à la torche⁶. Lorsque le gaz est transformé en GNL, les fuites de méthane peuvent également se produire au moment de l'acheminement et du stockage dans de grands réservoirs et dans des installations de stockage souterraines. Les fuites de méthane ne sont pas rares : en 2022, 3 millions de tonnes de méthane provenant d'importantes fuites d'installations de production de gaz et de pétrole ont été détectées sur des images satellites⁷. Cela équivaut, au niveau climatique, à environ 220 millions de tonnes de CO₂, soit plus que les émissions annuelles d'un pays comme les Émirats arabes unis. Les fuites de méthane représentent donc une source considérable d'émissions de gaz à effet de serre et, en augmentant la demande de GNL, l'industrie du transport maritime provoque indirectement davantage d'émissions de méthane en amont.

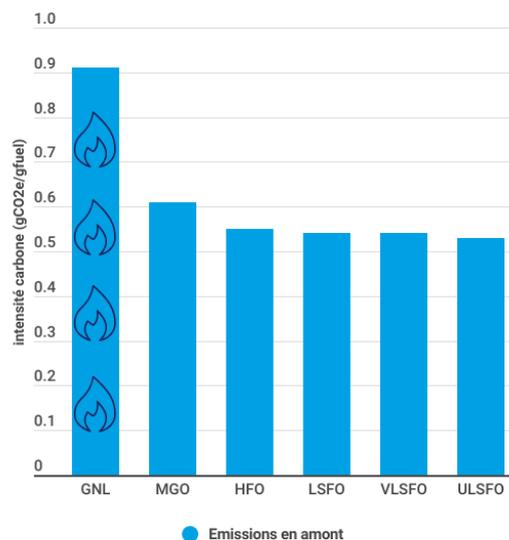
3.2. Fuites à bord des navires

La quantité de méthane qui s'échappe dans l'air lorsque le navire utilise du GNL varie en fonction du type de moteur. Le tableau, en annexe, donne un aperçu des moteurs GNL les plus courants utilisés par les navires et du pourcentage de méthane qui s'échappe de chaque type de moteur, en fonction de la quantité de carburant utilisée. Tous les moteurs cités sont "bicom bustibles". Cela signifie qu'ils peuvent utiliser du GNL ainsi qu'un autre carburant (généralement un carburant maritime traditionnel tel que le HFO/MGO ou le VLSFO).

⁶ Le torchage du gaz consiste à brûler les gaz excédentaires pour réduire la pression au cours du processus d'extraction et de raffinage du gaz. Le dégazage consiste à rejeter du gaz dans l'atmosphère sans le brûler.

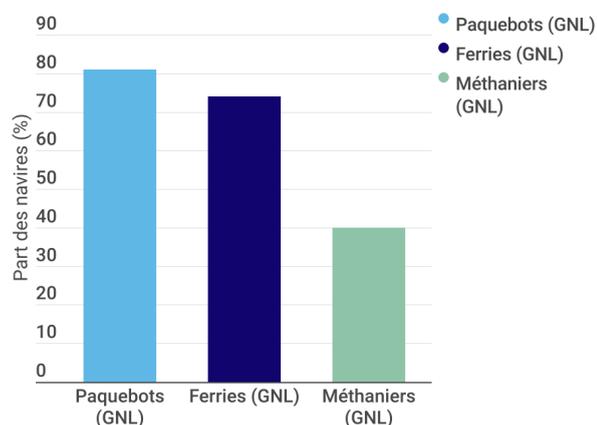
⁷ Agence internationale de l'énergie (2022). "Estimated methane emissions from single events detected by satellite, 2022". Source: www.iea.org/data-and-statistics/charts/estimated-methane-emissions-from-single-events-detected-by-satellite-2022

La chaîne de production et d'approvisionnement GNL émet plus d'émissions que celle des carburants marins traditionnels



Sources : Transport & Environment; FuelEU Maritime Annex II

La plupart des paquebots et ferries (GNL) utilisent le moteur qui émet le plus de fuites de méthane



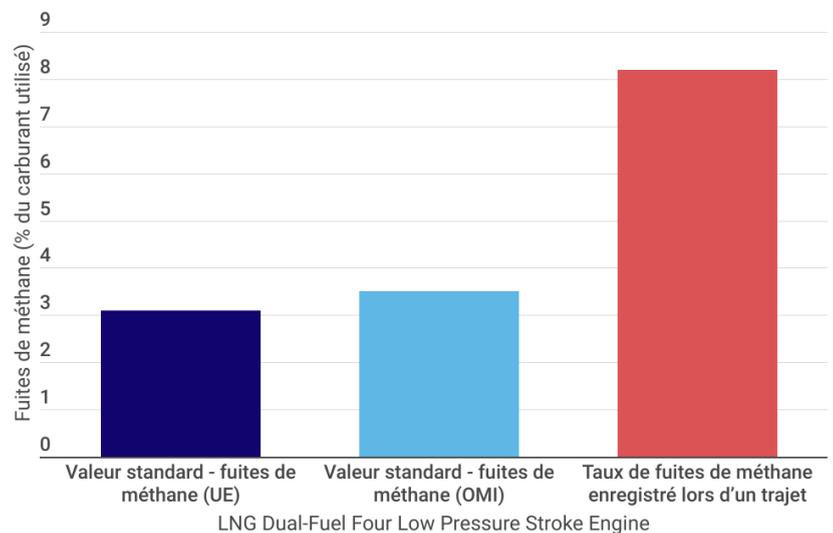
Ce graphique montre le pourcentage de navires de croisière, de ferries et de méthaniers alimentés au GNL qui utilisent le moteur LNG Otto Dual Fuel Stroke. Source : Clarksons

Les estimations des fuites de méthane ont été obtenues sur des moteurs fonctionnant dans des conditions contrôlées. Il est donc probable que la quantité d'émissions soit différente - et probablement plus élevée - lorsque le navire navigue en mer. Des mesures indépendantes réalisées par la recherche académique dans des conditions réelles ont démontré que les émissions de méthane des moteurs marins sont en réalité beaucoup plus importantes que les valeurs fournies par les fabricants. En effet, d'autres paramètres entrent en ligne de compte, tels que la vitesse du navire et la charge du moteur. Il est également important de garder à l'esprit que les plus gros navires

utilisent plusieurs moteurs: les moteurs principaux fournissent l'énergie nécessaire au déplacement du navire, tandis que les moteurs auxiliaires assurent le fonctionnement de tous les équipements à bord, telle que l'électricité. Ainsi, certains navires peuvent être équipés de moteurs de différents types, qui émettent plus ou moins de méthane.

Le moteur le plus populaire pour les navires de croisière et les ferries alimentés au GNL est un moteur à quatre temps, qui présente le taux de fuites de méthane le plus élevé. Ce choix s'explique car il est moins encombrant, plus silencieux et répond mieux aux variations de puissance de charge. Il est également utilisé par 40 % des méthaniers et sert souvent de moteur auxiliaire.

Le taux de fuites de méthane est sous-estimé dans les conditions réelles



Sources : Transport & Environment ; Paul Balcombe, Dalia A. Heggo, and Matthew Harrison. Total Methane and CO2 Emissions from Liquefied Natural Gas Carrier Ships: The First Primary Measurements. Environmental Science & Technology 2022 56 (13), 9632-9640.

INFO BOX: LES NAVIRES ONT-ILS RECOURS AU GAZ DE SCHISTE ?

La fracturation hydraulique (*fracking*) est une méthode de plus en plus utilisée pour extraire le gaz naturel. Elle est principalement utilisée aux États-Unis, qui est devenu un fournisseur stratégique de gaz pour l'Union Européenne (UE). Le *fracking* consiste à fracturer les roches en injectant sous haute pression un mélange d'eau, de produits chimiques et de sable pour atteindre de nouveaux gisements de gaz et de pétrole. Le gaz obtenu par cette technique est souvent appelé gaz de schiste. En raison de nombreuses préoccupations environnementales, plusieurs pays européens ont suspendu l'exploration du gaz de schiste. Mais l'impératif européen de sortir de la dépendance au gaz russe a

entraîné la conclusion de contrats d'importation de GNL avec d'autres pays⁸. Aujourd'hui, les exportations américaines de gaz de schiste représentent une part significative des importations européennes de GNL, à hauteur de 44 %⁹. Il est donc probable qu'une part substantielle du GNL utilisé par les navires qui s'approvisionnent en Europe soit issue de la pratique du *fracking*. En 2022, les États-Unis étaient de loin le principal exportateur de GNL vers les Pays-Bas, dont le port de Rotterdam en a fourni 328 089 tonnes aux navires¹⁰.

4. L'utilisation du gaz enferme le transport maritime dans une mauvaise trajectoire de transition

L'évolution du transport maritime vers le GNL implique la construction de navires adaptés et d'une infrastructure de soutage spécialisée, ce qui nécessite des investissements considérables. On constate que ces investissements sont injustement justifiés par deux prétextes relatifs à la qualité de l'air et au climat.

Premièrement, certaines entreprises font valoir que le GNL est le seul carburant alternatif disponible aujourd'hui et qu'il permet de réduire immédiatement la pollution de l'air, tandis que les solutions à long terme n'en seraient encore qu'au stade de développement. L'erreur de cet argument réside dans le fait que les navires existants, qui constituent la majorité de la flotte mondiale, ne peuvent pas utiliser du GNL sans procéder au préalable à d'importantes modifications, dont le coût est largement prohibitif¹¹. Seuls les nouveaux navires dotés de moteurs bicombustibles compatibles avec le GNL peuvent utiliser cette technologie. Ainsi, au niveau mondial, la contribution du GNL à la réduction de la pollution atmosphérique des navires est marginale, la majeure partie de la pollution atmosphérique étant causée par la flotte existante. En revanche, il serait possible de réduire davantage les émissions d'oxydes de soufre et de particules fines en passant simplement, dans un premier temps, à des carburants conventionnels distillés à faible teneur en soufre (0,1 %). Cela permettrait d'éviter l'installation de nouvelles infrastructures de ravitaillement terrestres, tout en évitant la modification coûteuse des navires existants. Sur le plan économique, cette solution serait beaucoup plus rentable que de remplacer progressivement l'ensemble de la flotte par des navires au GNL, dont la durée de vie avoisine les 25 à 30 ans.

Deuxièmement, le GNL est souvent présenté comme un « carburant de transition » : l'objectif final serait d'utiliser à terme des carburants tels que le bio-GNL (également connu sous le nom de biométhane liquéfié) ou l'e-GNL (également connu sous le nom d'e-méthane liquéfié). Ces

⁸ Edward Donnelly (2023). "LNG fever: European firms sign mega-contracts as US shale gas imports boom". *investigate-europe.eu*. 9 January 2023. Source: www.investigate-europe.eu/en/2023/lng-fever-mega-contracts-shale-gas-imports-us/

⁹ European Commission (2022). Liquefied natural gas. Source: www.energy.ec.europa.eu/topics/oil-gas-and-coal/liquefied-natural-gas_en

¹⁰ Ana Maria Jaller-Makarewicz (2023). As Europe tried to cut Russian ties, dependence on imported LNG deepens. Source: www.ieefa.org/resources/europe-tries-cut-russian-ties-dependence-imported-lng-deepens

¹¹ Ian Lewis (2020). "Hapag-Lloyd boxship LNG retrofit 'is still too expensive' to be viable". *Trade Winds*. 12 October 2020. Source: www.tradewindsnews.com/containerships/hapag-lloyd-boxship-lng-retrofit-is-still-too-expensive-to-be-viable/2-1-890625; Mike Wackett (2021). "Plenty of orders for new LNG-fuelled box ships, but conversions are too costly". *The Loadstar*. 14 April 2021. Source: www.theloadstar.com/plenty-of-orders-for-new-lng-fuelled-box-ships-but-conversions-are-too-costly/

carburants peuvent être utilisés par les navires au GNL et les infrastructures GNL de soutage. Mais ils présentent des inconvénients, notamment en termes de disponibilité et de coûts de production.

4.1. Bio-GNL | Biométhane

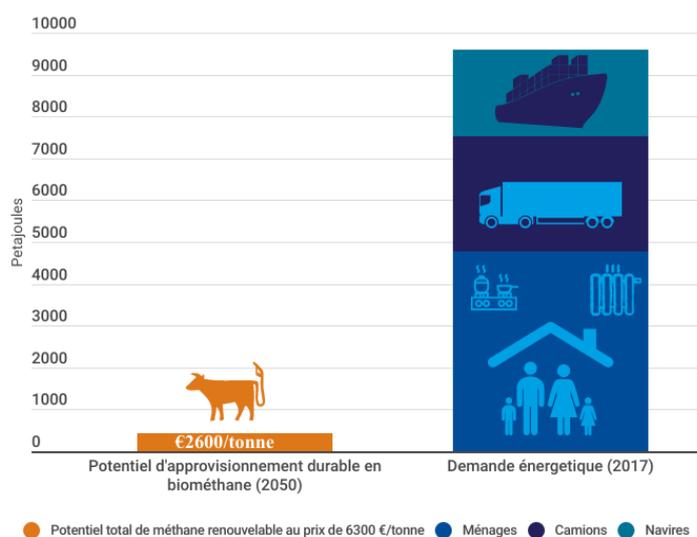
Le biométhane peut être produit à partir de diverses sources organiques telles que l'agriculture, les graisses animales, les plantes, les déchets de biomasse ou les boues d'épuration via un processus de digestion anaérobie ou de gazéification. Cependant, les sources de production de biométhane sont limitées si l'on veut l'obtenir de manière durable¹². Cette ressource devient encore plus rare si l'on tient compte d'autres utilisations comme le chauffage, la cuisine ou encore la production d'électricité qui doivent aussi se passer de gaz fossile.

De plus, les navires ne peuvent utiliser le biométhane que s'il est liquéfié. Cela représente une étape de fabrication supplémentaire, et donc, un gaspillage d'énergie.¹³ En effet, la liquéfaction (refroidissement du biométhane à -162 °C) entraîne généralement une perte énergétique de 8 %, alors que cette ressource pourrait à la place être fournie directement aux ménages ou aux centrales électriques à l'état gazeux.

Le biométhane est également un carburant coûteux. Bien que de petites quantités puissent être produites à partir de biogaz de décharge à des prix abordables, elles restent très limitées. D'autres matières premières, telles que les eaux usées, les résidus forestiers et agricoles ou encore le fumier laitier et non laitier, entraîneraient des coûts jusqu'à 30 fois supérieurs au prix actuel du GNL fossile.¹⁴

Enfin, si le biométhane réduit la quantité de gaz à effet de serre émis tout au long de la chaîne d'approvisionnement ainsi qu'à bord du navire par rapport au GNL fossile, il ne les annule pas complètement. Les émissions de méthane liées aux chaînes d'approvisionnement du biogaz et du biométhane existent aussi et s'avèrent être plus élevées que les estimations de l'Agence internationale

Le potentiel de biométhane de l'UE pour 2050 n'est même pas suffisant pour les ménages



Remarques : Le graphique compare l'offre de 2050 à la demande de 2017. Cette offre ne serait réalisable qu'à un prix de 6300 €/t (hors taxes), ce qui est plus de 10 fois supérieur au prix du GNL. La demande d'énergie pour les ménages se limite à la demande de gaz naturel.

Sources : ICCT (2018), Eurostat (2017), UNFCCC (2017)

¹² Les sources de production durable de biométhane sont limitées, car elles ne doivent pas interférer avec la production alimentaire ni être obtenues au détriment des forêts qui agissent comme des puits de carbone.

¹³ Bryan Comer, Jane O'Malley, Liudmila Osipova, and Nikita Pavlenko (2021). "Comparing the future demand for, supply of, and life-cycle emissions from bio, synthetic, and fossil LNG marine fuels in the European Union." Page 3. Source: www.theicct.org/wp-content/uploads/2022/09/Renewable-LNG-Europe_report_FINAL.pdf

¹⁴ Ibid. page 21

de l'énergie¹⁵. En outre, des fuites de méthane provenant du moteur des navires restent problématiques, car le biométhane est chimiquement similaire au méthane d'origine fossile.

4.2. E-GNL | E-Méthane

L'e-méthane peut également être produit synthétiquement en combinant de l'hydrogène "vert" (H₂), issu de l'électrolyse de l'eau, avec du CO₂ capté dans l'atmosphère par captage direct dans l'air ou à partir de sources biogéniques. L'e-méthane est également connu sous le nom d'électro-méthane ou d'e-GNL, et fait partie de la vaste catégorie des e-carburants. Lors de sa combustion, il émet la même quantité de CO₂ que le GNL d'origine fossile, mais il peut être considéré comme "neutre en carbone" si le CO₂ émis est d'abord extrait de l'atmosphère. Dans ce cas, il n'émet pas de CO₂ supplémentaire mais le fait circuler à nouveau.

Le problème réside dans le fait qu'il est difficile de capter le CO₂ : les procédés technologiques de captage direct dans l'atmosphère ne sont pas suffisamment développés et sont très coûteux. Lorsqu'il s'agit d'obtenir du CO₂ à partir de sources biogéniques, nous sommes confrontés au même problème que le biométhane, en ce sens qu'il n'existe pas suffisamment de sources de matières organiques durables pour en faire une option industrielle. Le coût de l'e-méthane sera ainsi nettement plus élevé que celui d'autres carburants verts à base d'hydrogène, à l'impact climatique moindre et qui ne nécessitent pas de source de CO₂ pour leur fabrication. Enfin, l'e-méthane sera lui aussi responsable de fuites de méthane des moteurs, engendrant des émissions résiduelles considérables.

5. Quelles sont les solutions ?

Il existe plusieurs solutions à court et long terme pour réduire les émissions de gaz à effet de serre des navires. Voici une liste - non exhaustive - de solutions potentielles.

1. **Electrification à quai** (*Shore side electricity, SSE*) | Cette solution efficace peut être déployée dès maintenant. Elle permet aux navires de se connecter directement à une source d'électricité dans le port et de ne pas dépendre de leurs moteurs pour les besoins électriques des équipements et services à bord. Il s'agit de l'option la plus simple et probablement la moins chère pour décarboner totalement les navires à quai. Cela permettrait de diminuer de 6 % les émissions du transport maritime de l'UE et d'éliminer la pollution atmosphérique. Le dernier règlement sur les infrastructures pour carburants alternatifs (AFIR) adopté par l'UE oblige les ports à disposer de suffisamment d'électricité et de points de connexion pour les porte-conteneurs, les navires de croisière et les ferries d'ici 2030. L'électricité à quai est également connue sous le nom de repassage à froid (*cold ironing*) et d'alimentation électrique à terre (*onshore power supply*).

¹⁵ Semra Bakkaloglu, Jasmin Cooper, Adam Hawkes (2022). "Methane emissions along biomethane and biogas". One Earth. Source: www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590332222002676

2. **Réduction de la vitesse** | Un navire qui ralentit consomme moins de carburant et émet donc moins de gaz à effet de serre. Les estimations actuelles montrent que si un navire réduit sa vitesse de 10 %, il consomme 27 % de carburant en moins, soit une économie de 27% d'émissions.¹⁶
3. **Propulsion vélique (en assistance)** | Utiliser la force du vent permet à un navire de consommer moins de carburant et donc d'émettre moins de gaz à effet de serre. Les solutions basées sur le vent ne se limitent pas aux voiles souples ou rigides, mais comprennent également les cerfs-volants de remorquage, les éoliennes, les voiles de coque, etc. On estime que le déploiement de ces technologies sur différents types de navires permettra de réduire les émissions de gaz à effet de serre de 2 à 13 %.
4. **E-fuels à base d'hydrogène vert** | Les e-fuels (ou carburants de synthèse) sont des carburants produits à partir d'hydrogène. L'hydrogène lui-même est considéré comme vert lorsqu'il est obtenu par un processus d'électrolyse de l'eau alimenté par de l'électricité renouvelable (solaire, éolien, hydraulique). En fonction du mélange chimique final, les e-carburants peuvent se présenter sous différentes formes et peuvent être divisés en deux grandes catégories.
 - a. La première catégorie est celle qui ne contient pas d'atomes de carbone (e-hydrogène et e-ammoniac liquides ou comprimés). L'e-ammoniac est synthétisé en combinant de l'hydrogène vert avec de l'azote capturé dans l'atmosphère. Ces carburants deviendront compétitifs à l'avenir mais nécessitent de nouveaux types de moteurs, de réservoirs de stockage à bord et d'infrastructures de soutage et, par conséquent, d'importants investissements.
 - b. La deuxième catégorie d'e-carburants est produite en combinant de l'hydrogène et du CO₂. Comme il est difficile et coûteux d'obtenir du CO₂, ces derniers ont tendance à être plus chers. Ils sont compatibles, dans une certaine mesure, avec les navires, les réservoirs de carburant et les infrastructures de soutage actuels. Comme mentionné auparavant, l'e-méthane est compatible avec les navires au GNL et son infrastructure de soutage. Un autre exemple est l'e-méthanol, qui peut être utilisé dans les navires fonctionnant au méthanol, ainsi que dans les navires HFO/MGO existants, après quelques modifications. De même, l'e-diesel est compatible avec les navires traditionnels et les infrastructures d'avitaillement en carburant.

Pour plus d'information

Fanny Pointet - Responsable du transport maritime pour Transport & Environment France
fanny.pointet@transportenvironment.org - Mobile : +33 (0)6 45 98 03 30

Constance Dijkstra - Shipping Campaigner – LNG & Biofuels - Transport & Environment
constance.dijkstra@transportenvironment.org - Mobile: +32(0)49343277

¹⁶ CE Delft, The ICCT, Miki Tsimplis (2012). "Regulated slow steaming in maritime transport: An assessment of options, costs and benefits". page 7. Source:
www.ce.nl/wp-content/uploads/2021/03/CE_Delft_7442_Regulated_Slow_Steaming_Maritime_Transport_DEF_1330615818.pdf

Annexe: Fuites de méthane par type de moteur

Type de moteur	(Nom alternatif)	Fuite de méthane (% du carburant) ¹⁷	Navires fonctionnant au GNL et utilisant ce type de moteur dans leur flotte
LNG Otto Dual Fuel Medium Speed	Otto Cycle Dual Fuel Four-stroke Low Pressure	3.1% ¹⁸	<ul style="list-style-type: none"> ● 81% des navires de croisières au GNL ● 74% des ferries au GNL ● 40% des méthaniers
LBSI (Lean Burn Gas Engine)	N/A	2.6% ¹⁹	<ul style="list-style-type: none"> ● 20% des ferries au GNL
LNG Otto Dual Fuel Slow Speed	Otto Cycle Dual Fuel Two-stroke Low Pressure D	1.7% ²⁰	<ul style="list-style-type: none"> ● 73% des pétroliers au GNL ● 45% des porte-conteneurs au GNL
LNG Diesel Dual Fuel Slow Speed	LNG Diesel Dual Fuel Two-stroke High Pressure	0.20% ²¹	<ul style="list-style-type: none"> ● 48% des porte-conteneurs au GNL ● 27% des pétroliers au GNL

¹⁷ Commission européenne (2021). "Proposal for a Regulation of the European Parliament and the Council on the use of renewable and low-carbon fuels in maritime transport and amending Directive 2009/16/EC". Annex II. Source: www.eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:52021PC0562

¹⁸ Ibid

¹⁹ Transport & Environment (2021). "FuelEU Maritime: T&E analysis and recommendations: How to drive the uptake of sustainable fuels in European shipping". Source: www.transportenvironment.org/wp-content/uploads/2022/02/TE-Report-FuelEU-Maritime-1.pdf - page 42

²⁰ Commission européenne (2021). "Proposal for a Regulation of the European Parliament and the Council on the use of renewable and low-carbon fuels in maritime transport and amending Directive 2009/16/EC". Annex II. Source: www.eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:52021PC056

²¹ Ibid