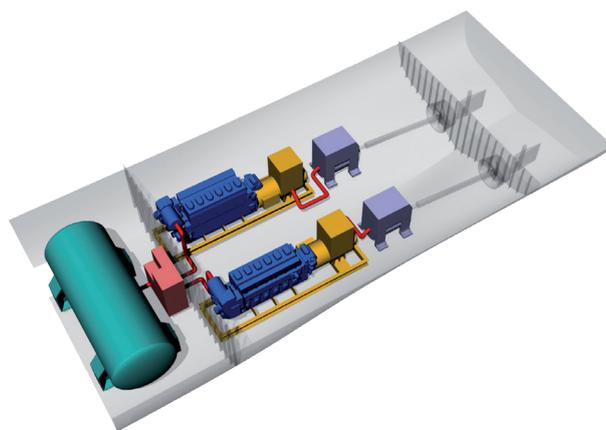


Les cahiers techniques de BATELIA



CAHIER TECHNIQUE N°3

Propulsion gaz pour bateaux fluviaux



💧 BATELIA (Bureau d'Assistance Technique & Logistique pour les Industriels & Artisans) est une entité informelle, portée par VNF. Elle s'inscrit dans un groupement européen, intitulé EIBIP (European Inland Barging Innovation

Platform), co-financé par la Commission européenne, chargé d'encourager l'innovation dans le transport fluvial (de marchandises, et accessoirement de passagers).

BATELIA encourage l'innovation sur les bateaux avec les deux objectifs suivants

- Verdir la flotte pour améliorer sa performance environnementale (réduire les consommations et émissions polluantes).
- Améliorer sa performance logistique (en lien avec les Services d'Informations Fluviales).

Ce groupement se compose de quatre partenaires, chacun chargé d'accélérer l'innovation dans le transport fluvial dans sa propre « région » fluviale :

- In-Danube, émanation de Pro Danube, actif sur l'ensemble du Danube.
- D-Zib, émanation de Mariko, chargé de l'Allemagne.
- Innovation Lab, émanation de EICB, basé à Rotterdam et chargé des Pays-Bas et de la Belgique néerlandophone.
- BATELIA, porté par VNF et chargé de la France et régions fluviales francophones.
- EICB est aussi « leadpartner » de EIBIP, chargé notamment de faire la liaison avec la Commission européenne.

Objectifs des centres d'innovation

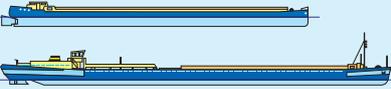
1. Identifier et tenter de prioriser des énergies ou motorisations permettant au transport fluvial d'atteindre les nouveaux objectifs d'émissions : GNC, GNL, propulsions électriques ou hybrides, dépollution et solutions transitoires (ex : GTL)

2. Identifier et accompagner des porteurs de projets sur le réseau fluvial français, faisant appel à ces nouvelles énergies ou motorisations ; BATELIA utilise pour cela un instrument de financement efficace avec le Plan d'Aide à la Modernisation & à l'Innovation piloté par Voies navigables de France, et co-financé par plusieurs partenaires : Régions Ile-de-France et Provence Alpes Côte d'Azur, le Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire, et l'ADEME)

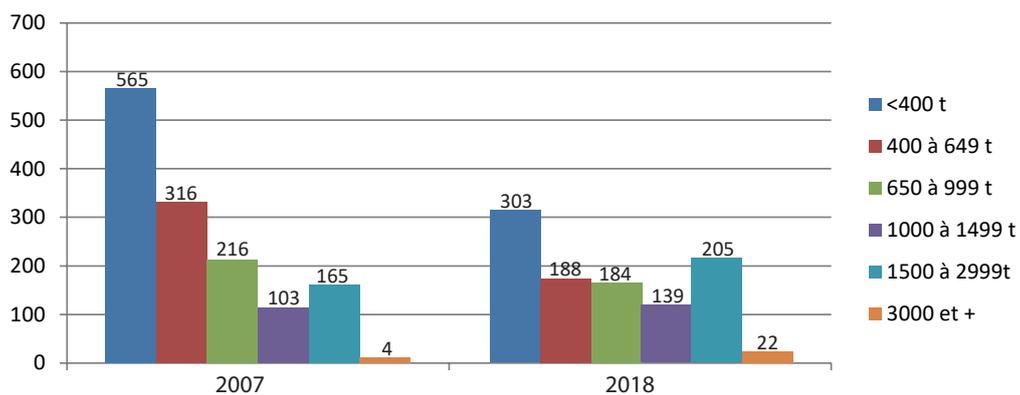
3. Informer et communiquer :

- Informer les transporteurs fluviaux des progrès réalisés dans les autres pays fluviaux européens (dans les pays riverains du Rhin et du Danube par exemple) : réunions régionales et nationales, site internet www.EIBIP.eu, « cahiers techniques » comme celui-ci.
- Informer les partenaires européens dans la plateforme EIBIP, des projets lancés, simplifications réglementaires ou dispositifs d'accompagnement financier mobilisables en France : ex : colloques « Vert le Fluvial » à Paris en 2019 et Lyon en 2020

La flotte fluviale se compose des types d'unités suivantes :

Types de bateaux	Capacité de cale	Longueur	Largeur	Enfoncement	Voies navigables accessibles
Péniche dite de 38,50 m 	250 à 350 t	38,50 m	5,10 m	1,80 à 2,20 m	Canaux Freycinet et toutes voies navigables d'un gabarit supérieur
	 x 10 à 14				
Automoteur et petit convoi type canal du Nord 	750 t	90 m	5,705 m	2,50 à 3 m	Moselle canalisée, Dunkerque, Escaut, Rhin, Seine, Rhône...
	 x 30				
Automoteur type Rhein-Herne-Kanal (RHK) 	1.350 t	80 m	9,50 m	2,50 à 3 m	Moselle canalisée, Rhin, Rhône
	 x 54				
Automoteur rhénan 	1.000 à 4.000 t	135 m	11,45 m	2,50 à 3 m	Moselle canalisée, Rhin, Nord, Rhône
	 x 40 à 120				
Convoi moderne constitué d'un pousseur et de barges 	1.500 à 3.000 t	jusqu'à 180 m	11,40 m	2,50 à 3 m	Moselle canalisée, Rhin, Nord, Rhône
	 x 60 à 120				
Navire fluvio-maritime 	1.500 à 5.000 t	de 80 à 130 m	12 à 14 m	3 à 4,25 m	Saône, Rhône jusqu'à Marseille/Fos, Seine
	 x 60 à 200				
Automoteur Ro-Ro 					

Entre 2007 et 2018, la flotte fluviale a fortement évolué :



LES ENJEUX DE LA FLOTTE FLUVIALE

PAGE

4

La flotte fluviale française doit faire face à de grands enjeux :

Mieux intégrer le maillon fluvial aux chaînes logistiques

- Capturer de nouveaux trafics ;
- Consolider la desserte fluviale des ports maritimes ;
- Améliorer la performance logistique de la flotte fluviale.

Améliorer la performance environnementale

- Réduire la consommation de carburant ;
- Réduire les émissions et rejets polluants ;
- Encourager le recours aux énergies renouvelables ;
- Optimiser la gestion des énergies à bord.

Règlement portant sur les émissions des Engins Mobiles Non Routiers (EMNR)

La Commission européenne a adopté ce règlement qui s'applique notamment aux bateaux de navigation fluviale. L'objectif est de réduire progressivement les émissions polluantes et d'éliminer graduellement les moteurs les plus polluants. La réglementation du contrôle des émissions est une succession de nombreuses étapes : le stade V remplacera les étapes I à IV.

De nouvelles limites sont imposées aux propriétaires de bateaux concernant les performances du moteur, lorsque celui-ci est installé après la date d'entrée en vigueur du

règlement (2019-2020). Ainsi, dans le cadre de la réglementation au stade V, les émissions du moteur doivent être considérablement restreintes. Les limites du stade V, conformément au tableau ci-dessous, sont applicables aux moteurs de propulsion (IWP) et auxiliaires (IWA) de plus de 19 kW, indépendamment du type d'allumage du moteur.

Normes d'émissions de niveau V pour les moteurs des bateaux de navigation intérieure (IWP et IWA)

Catégorie	Net Puissance [kW]	Date	CO [g/kWh]	HC ^a [g/kWh]	NOx [g/kWh]	PM [g/kWh]	PN 1/kWh
IWP/IWA-v/c-1	19 ≤ P < 75	2019	5.00	4.70 ^b		0.30	
IWP/IWA-v/c-2	75 ≤ P < 130	2019	5.00	5.40 ^b		0.14	
IWP/IWA-v/c-3	130 ≤ P < 300	2019	3.50	1.00	2.10	0.10	
IWP/IWA-v/c-4	P ≥ 300	2019	3.50	0.19	1.80	0.015	1x10 ¹²

^aA = 6.00 pour les moteurs à gaz

^bHC + NOx

CO : monoxyde de carbone ; HC : hydrocarbures ; NOx : oxydes d'azote ; PM : masse moyenne des particules ; PN : nombre de particules



Troisième solution proposée

La propulsion gaz

Cahiers existants

1. Propulsion hybride pour bateaux fluviaux
2. Propulsion hydrogène pour bateaux fluviaux

Pourquoi le gaz naturel ?

Le gaz naturel liquéfié (GNL) et le gaz naturel comprimé (GNC) sont tous deux du gaz naturel.

Le gaz naturel est un mélange gazeux, principalement composé de méthane à plus de 95%. Il s'agit de la troisième source d'énergie primaire utilisée dans le monde, après le charbon et le pétrole.

Les réserves de gaz sont de 200 à 300 ans contre 30 à 40 ans pour le pétrole « conventionnel » (c'est-à-dire en dehors du pétrole extrait des schistes bitumineux, de forage ultra-profond ou super lourd...).

Le gaz naturel est donc d'origine majoritairement fossile, mais il peut également être produit à partir de :

- l'hydrogène,
- la biomasse,
- l'électricité.

Le gaz naturel liquéfié (GNL)

- Etat : liquide
- Température : -162°C /1 bar jusqu'à -130°C /10 bars
- Pression : 1 bar jusqu'à 10 bars
- Réduction du volume par rapport à du gaz naturel : env. 1/600 -ème
- Le GNL occupe environ deux fois le volume du gazole à énergie produite identique
- Masse volumique : 450 kg/m^3 (à -162°)

Le GNL est transporté, notamment au moyen de navires méthaniers, vers des terminaux méthaniers.

La France dispose de 4 terminaux méthaniers situés à Fos-sur-Mer (2 unités, Fos-Tonkin et Fos-Cavaou), Montoir-de-Bretagne et Dunkerque.

Le gaz naturel comprimé (GNC)

- Etat : gazeux
- Température : conditions normales de température
- Pression : 200 bars jusqu'à 250 bars
- Réduction du volume par rapport à du gaz naturel : env. 1/250 -ème
- Le GNC occupe deux à trois fois le volume du GNL
- Masse volumique : 160 kg/m^3 (200 bars)

Le GNC est prélevé sur le réseau gazier (GNV Gaz Naturel de Ville), puis comprimé et stocké par une station de ravitaillement.

Le GNC est un gaz sous pression, il ne présente donc pas de risque cryogénique.

Les confusions possibles

GTL : Gas-to-Liquid (abrégié GTL) est un carburant de synthèse (liquide) produit à partir du gaz naturel. Le bilan CO_2 est alourdi par rapport au gazole d'origine pétrolière.

GPL : Le gaz de pétrole liquéfié (abrégié GPL) est l'hydrocarbure le plus léger du raffinage du pétrole.

Du biogaz pour produire du GNL-GNC

Le biogaz est produit par la fermentation de déchets organiques (cultures végétales, effluents d'élevage, boue de station d'épuration...).

Le procédé est appelé la méthanisation. Le biogaz, une fois épuré, est appelé biométhane.

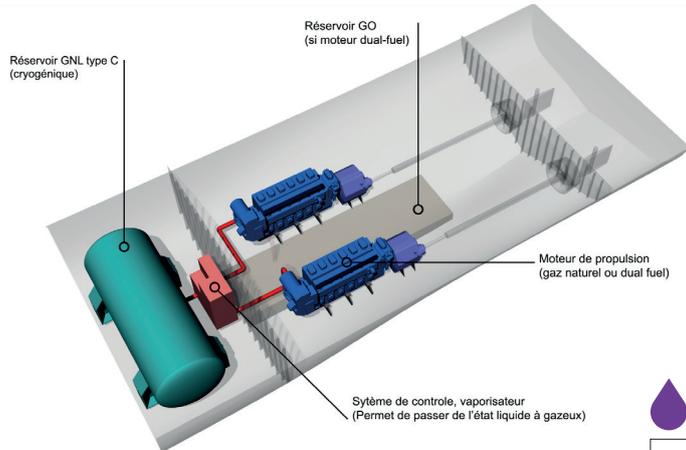
C'est une énergie renouvelable, non fossile, qui peut être produite localement. Elle permet de réduire de façon importante les émissions de CO_2 , par rapport au gaz naturel d'origine fossile.

ARCHITECTURE DU SYSTÈME DE PROPULSION

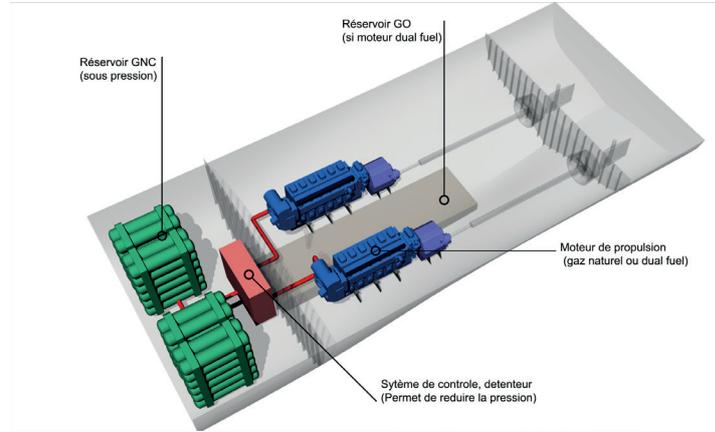
PAGE
6

Installation type au GNL et GNC

Installation type au GNL



Installation type au GNC



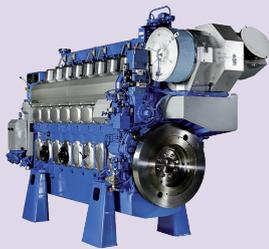
Représentations graphiques, Lebéfaude Solutions Navales – DR.

Installation type au GNL et GNC

Moteur Diesel dual-fuel

Le moteur Diesel dual-fuel dispose d'une injection supplémentaire spécifique pour le gaz naturel. Le Fuel/ Gazole (FOD, GNR) combiné au gaz assure l'auto-inflammation du mélange.

La proportion de gaz est maximale en régime continu en vitesse de croisière (jusqu'à environ 80% à 90%) et minimale au ralenti, en manœuvre et au démarrage (de 50% à 0%). Ce type de moteur peut également fonctionner uniquement au gazole.



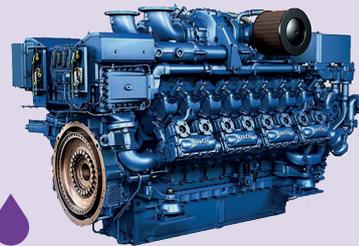
Moteur Wärtsilä, série 20 DF - (1110 kW-1665 kW), dual-Fuel

Moteur Gaz naturel

Le moteur Gaz naturel dispose d'un circuit d'allumage commandé, similaire à celui d'un moteur essence.

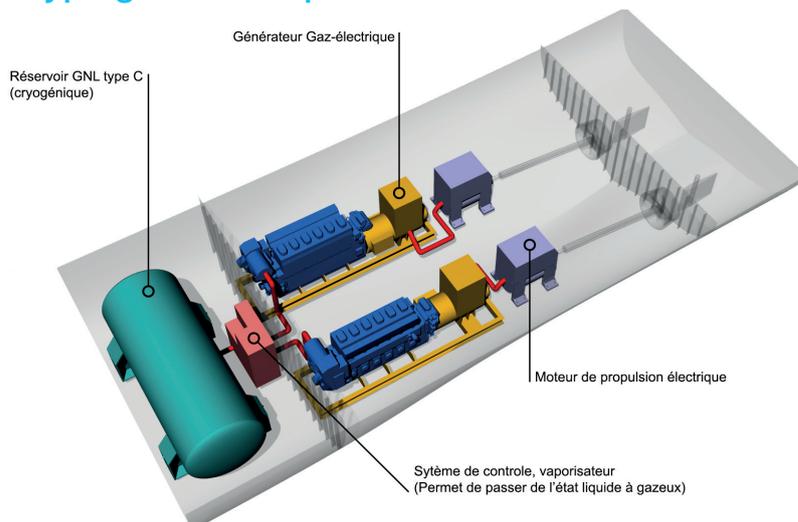
Il fonctionne uniquement avec du gaz naturel comme carburant.

Il est relativement simple pour un motoriste de produire des moteurs à gaz en partant d'une base technique de moteur Diesel.



© MTU

Installation type gaz électrique



Représentation graphique, Lebéfaude Solutions Navales – DR.

Le stockage du GNL à bord des bateaux fluviaux

Dans le réservoir, le GNL s'évapore à raison de 0,15 à 0,4 % de sa masse par jour. On appelle cette évaporation partielle le « boil-off ». Ce gaz doit être utilisé ou évacué, afin de maintenir la pression de service du réservoir.

Pour la propulsion des bateaux fluviaux, la réglementation applicable préconise un stockage du GNL dans des réservoirs indépendants cryogéniques de « type C » à $-162^{\circ}\text{C}/1\text{ bar}$ jusqu'à environ $-130^{\circ}\text{C}/10\text{ bars}$ maximum sous l'effet du « boil off ».

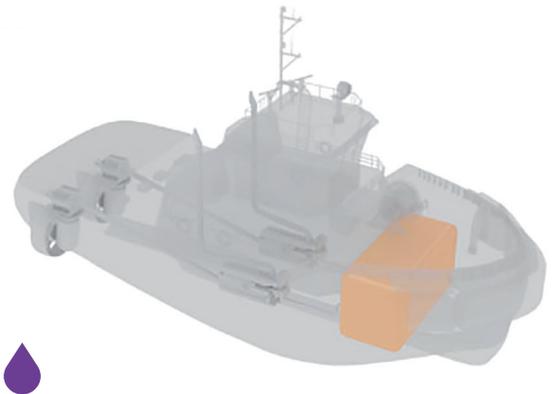
Il s'agit de réservoirs indépendants, fermés et cylindriques dont l'intégration à l'intérieur du bateau est plus contraignante

que sur le pont, ceci pour des questions d'optimisation des volumes avec la coque (perte de volume entre les formes de la coque et la forme obligatoirement cylindrique du réservoir), mais aussi des contraintes réglementaires.

Une propulsion au GNL avec un réservoir de « type C » s'installera par exemple plus facilement sur le pont d'un bateau citerne et plus difficilement en cale et dans la salle des machines d'un automoteur de commerce standard ou seulement sur un grand bateau.



Réservoirs GNL, bateau «Ecotanker III», 110m x 11.40 m



Réservoir GNL, Lattice Technology, type RW-LPV

Le stockage du GNC à bord des bateaux fluviaux

Le GNC se stocke dans des réservoirs sous pression à 200 bars. Il y a peu de contraintes techniques (aucun risque cryogénique, avitaillement simple).

Ces composants sont courants pour les véhicules routiers fonctionnant au gaz, (réglementation ECE R110). Il n'existe cependant pas d'équivalence pour la transposition de cette réglementation routière à la navigation intérieure.

L'avitaillement des bateaux fluviaux au GNL

« Truck to Ship » : consiste à avitailler le bateau à quai, depuis un camion-citerne. Cette solution ne nécessite pas d'infrastructure lourde, et peut être mise en œuvre à moindre coût.

« Ship to Ship » : consiste à avitailler le bateau depuis un navire avitailleur GNL.

« Land to Ship » : Consiste à avitailler le bateau depuis une station de stockage de GNL située à terre.

L'avitaillement des bateaux fluviaux au GNC

En France, même si il n'existe pas de station dédiée, il serait aisé de s'avitailler à partir des stations proposant du GNV (Gaz Naturel pour Véhicules) situées à proximité de la voie d'eau.

L'avitaillement « Truck to Ship » doit faire l'objet d'études particulières du site, en fonction des risques. En France, des zones d'avitaillement « truck to ship » existent déjà (ex: Port du Havre), d'autres sont également à l'étude (ex: Port de Strasbourg).

1

La réglementation applicable au GNL

Le standard européen établissant les prescriptions techniques des bateaux de navigation intérieure (ES-TRIN) prévoit un cadre réglementaire pour les bateaux utilisant le GNL en tant que combustible. Ces dispositions sont détaillées dans le Chapitre 30 « dispositions particulières pour les bâtiments munis de systèmes de propulsion ou de systèmes auxiliaires utilisant des combustibles dont le point d'éclair est inférieur ou égal à 55°C » et l'annexe 8, section 1, « Gaz naturel liquéfié (GNL) ».

2

La réglementation relative au soutage GNL

Les procédures de soutage au GNL sont différentes de celles du gazole. Il n'est pas possible d'avitailer en GNL sans études préalables du site, même depuis un camion (« truck to ship »).

La norme ISO 20519:2017 établit les exigences applicables aux équipements et systèmes de transfert de GNL utilisés pour le soutage de navires fonctionnant au GNL. Cette dernière porte une attention particulière aux points suivants :

- Matériel : systèmes de transfert de liquide et de vapeur,
- Procédures opérationnelles,
- Exigence pour le fournisseur de GNL de fournir un bon de livraison de soutage de GNL,
- Formation et qualifications du personnel intervenant,
- Exigence pour les installations de GNL de respecter les normes ISO et les codes locaux applicables.

La procédure applicable à une opération de soutage au GNL est donc différente de celle liée à une opération de soutage au gazole. Elle n'est pas plus compliquée et est aujourd'hui réalisée régulièrement dans différents ports Français et situé dans d'autres États membres européens.



Représentation graphique, premier navire avitailleur GNL en France, 2021, (port de Marseille-Fos), Total - DR.



Avitaillement GNL «truck to ship», copyright Danser Group.

3

La réglementation applicable au GNC

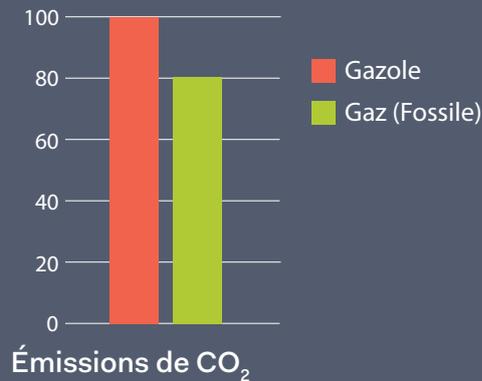
Le Standard européen établissant les prescriptions techniques des bateaux de navigation intérieure (ES TRIN) ne prévoit pas de cadre spécifique concernant le GNC.

Il est toutefois envisageable de construire un bateau fluvial propulsé au GNC. L'arrêté du 20 août 2019, relatif à la délivrance de titres de navigation sur une zone de navigation restreinte, permet de déroger aux règles Européennes, notamment dans le cas des bateaux innovants.

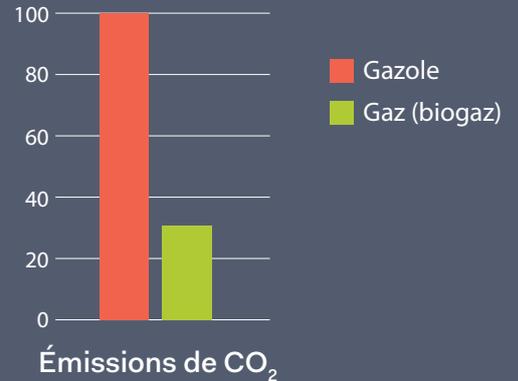
À noter que la zone de navigation est, au plus, restreinte au territoire national.

La procédure est similaire à une demande de titre classique, incluant la fourniture de pièces supplémentaires (étude de risque ...), et la constitution par l'autorité compétente d'un comité technique consultatif.

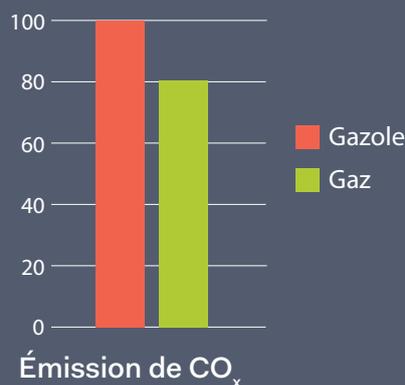
Réductions des émissions



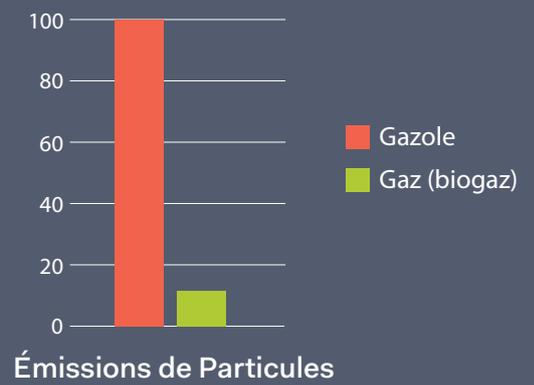
Réduction des émissions de CO₂ allant jusqu'à 20% par rapport au gazole avec l'utilisation de GNL ou GNC d'origine fossile.



Réduction des émissions de CO₂ d'au moins 75% par rapport au gazole avec l'utilisation de biogaz.



Réduction des émissions d'oxydes d'azote (NO_x) par rapport au gazole allant de 10% à 30%.



Réduction des émissions de particules allant de 90% à 99% par rapport au gazole.

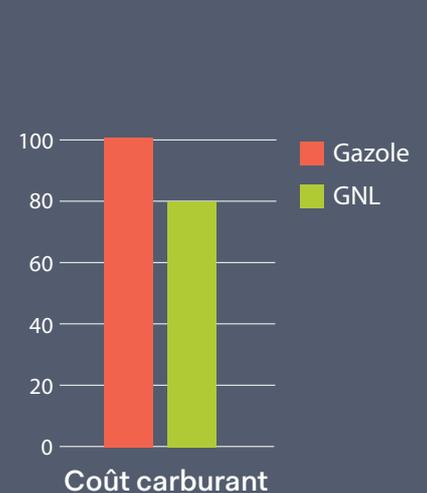
Coût d'installation et d'exploitation



Coût d'investissement GNL (moteur uniquement) : +10% par rapport au gazole.



Coût d'investissement total d'un bateau propulsé au GNL : +30% par rapport au gazole.



Coût du carburant (période 2014-2018): de -10% à -30% par rapport au gazole.

EXEMPLES D'INSTALLATIONS GAZ, L'EIGER-NORDWAND ET L'ARGONON

PAGE
10

L'EIGER-NORDWAND

Caractéristiques principales

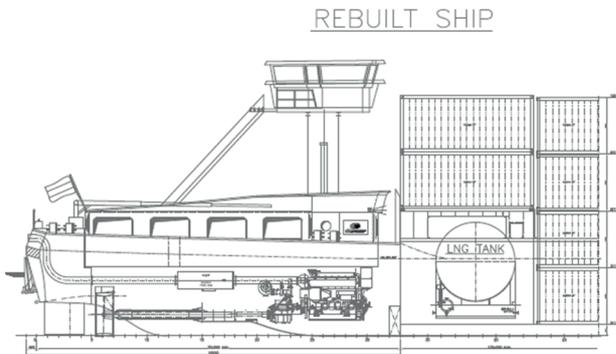
- Propriétaire : Compagnie fluviale néerlandaise DANZER
- Longueur : 177 m (automoteur + barge poussée)
- Largeur : 11.45 m
- Type : porte-conteneurs
- Tirant d'eau : 2.56 m
- Année de construction : 2000
- Puissance propulsive : 2 x900 kW
- Motorisation : Wärtsilä 6L20 DF (dual-fuel)
- Capacité : 348 EVP



Réservoir type C installé à bord de L'Eiger-Nordwand, copyright Danzer Group.

Contexte de l'installation gaz

Le système de propulsion GNL a été installé lors d'un refit durant l'année 2014. Celle-ci comprend notamment la mise en place d'un réservoir de type C, en partie arrière de l'ancienne cale, et de moteurs dual-fuel (2x900 kW), réduisant la capacité en conteneurs de 6 EVP*.



Coupe longitudinale sur l'installation GNL, copyright Danzer Group.

L'ARGONON

Caractéristiques principales

- Propriétaire : Deen shipping
- Longueur : 110 m
- Largeur : 16.20 m
- Type : tanker
- Tirant d'eau : 5.00 m
- Année de construction : 2011
- Puissance propulsive : 2 x115 kW
- Motorisation : Caterpillar 3512 (modifié Dual-Fuel)
- Capacité : 6400 m³



© Deen Shipping

Contexte de l'installation gaz

L'installation du système de propulsion GNL a été réalisée sur une construction neuve. Le type de bateau (citerne) permet un positionnement du réservoir type C directement sur le pont. Les capacités commerciales du bateau ne sont donc pas diminuées par l'installation GNL.



© Deen Shipping

* EVP = équivalent d'un conteneur type «vingt pieds»

Les aides disponibles :

Voies navigables de France peut accorder des subventions à des projets de construction ou de conversion de bateaux au gaz naturel (GNC ou GNL) dans le cadre du Plan d'Aide à la Modernisation & à l'Innovation 2018-2022 (PAMI).

Le PAMI est cofinancé par les régions Ile-de-France, Provence Alpes Côte d'Azur, le Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire et l'ADEME.

Il couvre quatre volets, dont trois peuvent particulièrement bénéficier à des projet de conversion ou la construction de bateaux au GNC ou GNL :

Volet A : « améliorer la performance environnementale de la flotte fluviale » :

Réduire les consommations et les émissions polluantes : aides de 40 % du budget éligible (voire plus en cas de changements de moteurs très anciens), plafonnées à 100 000 € ;

Adapter les bateaux pour une meilleure hydrodynamique : aides de 30% du budget éligible, plafonnées à 150 000 € ;

Gestion et optimisation de l'énergie à bord : aides de 30% du budget éligible, plafonnées à 40 000 €.

Volet B : construction, adaptation ou achat de bateaux pour « mieux intégrer le fluvial aux chaînes logistiques »

pour **capter de nouveaux trafics** (aides de 50 % pour des études techniques (plafonnées à 100 000 €) et 20 % pour la construction (plafonnées à 200 000 €) ;

pour la **desserte des ports maritimes** (idem ci-dessus, sauf plafond des aides à la construction, porté à 400 000 €)

volet D (« innovation ») : conçu pour encourager :

- l'expérimentation de technologies existantes ou nouvelles, non éprouvées dans le transport fluvial,
- et la R & D liés à la conception de nouvelles technologies pour répondre à une problématique spécifique du secteur fluvial.

Le volet « innovation » est également ouvert à des professionnels du secteur du tourisme fluvial (sous réserve que le projet bénéficie aussi au secteur du fret) et à des prestataires techniques (chantiers ou architectes fluviaux, bureaux d'études, ...)

Liste de contacts pour évaluer l'opportunité d'une propulsion GNL-GNC

Architecte Naval, Bureau d'étude

LEBÉFAUDE SOLUTIONS NAVALES (LSN)

8 rue des frères Caudron
78140 Vélizy-Villacoublay
Tel : 09 82 21 84 44
Site web : www.lsn-avales.com

SEGULA TECHNOLOGIES

17-23 rue d'Arras
92000 Nanterre
Tel : 01 41 39 44 00
Site web : www.segulatechnologies.com

Ship Studio

58 avenue de La Perrière
56100 LORIENT - FRANCE
Tel : 02 97 50 38 05
Site web : www.ship-st.com

SOFRESID

1 à 7 avenue San Fernando
78884 Saint Quentin en
Yvelines Cedex
Tel : 01 61 37 88 88
Site web : www.sofresid-engineering.com

Groupeement industriel

Plateforme GNL

Association française du Gaz
(AFG) 8, rue de l'Hôtel de Ville
92200 Neuilly-sur-Seine
Tel : 01 80 21 07 70
Site web : www.plateformegnl.fr

GICAN

(Groupeement des Industries de
Construction et Activités Navales)
10 rue Treilhard
75008 PARIS
Tel : 01 56 59 15 15
Site web : www.gican.asso.fr

Agences et administrations publiques

ADEME

(Agence de l'environnement et
de la maîtrise de l'énergie)
155 bis Avenue Pierre Brosolette
92120 MONTROUGE
Tel : 01 47 65 20 00
Site web : www.ademe.fr

Ministère de la transition écologique et solidaire

Tour Séquoia, 1 place Carpeaux
92800 Puteaux
Tel : 01 40 81 21 22
Site web : www.ecologie-solidaire.gouv.fr

Fournisseurs équipements

CRYOLOR SA

Z.I. des Jonquières
57365 Ennery
Tel : 03 87 70 85 50
Site web : www.cryolor.com

GAZTRANSPORT & TECHNIGAZ

1, route de Versailles
78470 Saint-Rémy-lès-
Chevreuse
Tel : 01 30 23 47 89
Site web : www.gtt.fr

LATTICE TECHNOLOGY ENERGY & ENVIRONMENT RESEARCH CENTER (N28) KAIST

291 Daehak-ro, Yuseong-gu, Daejeon,
34141, Republic of Korea
Tel : 00 82 42 86 41 514
Site web : www.lattice-technology.com

Distributeurs gaz

GRT GAZ

Immeuble Bora
6, rue Raoul Nordling
92270 Bois-Colombes
Tel : 01 55 66 40 00
Site web : www.grtgaz.com

PROVIRIDIS

135 avenue Victoire
13790 Rousset
Tel : 04 84 49 20 57
Site web : www.proviridis.fr

Motoriste

Wärtsilä France S.A.S.

76, Route de la Demi-Lune
92057 Paris
Tel : 01 47 76 89 20
Site web : www.wartsila.com

MTU France SAS

8/10 Rue de Rosa Luxembourg
Parc des Bellevues
95610 Eragny-sur-Oise
Tél +33 1 34 18 60 60
Site web : www.mtu-online.com

TOTAL FRANCE

Tour Coupole - 2, place Jean
Millier
92078 Paris la Défense Cedex
Tel : 01 47 44 45 46
Site web : www.total.com

Ce document est conçu par **LEBEFAUDE SOLUTIONS NAVALES (LSN)** pour Voies navigables de France dans le cadre de **BATELIA** pour aider les transporteurs qui le souhaitent à appréhender les spécificités de la propulsion gaz. **Note : Nous nous réservons le droit d'apporter des modifications techniques ou de modifier le contenu de ce document sans préavis. Les parties impliquées dans la production de ce document (VNF, LSN) déclinent toute responsabilité en cas d'erreurs éventuelles ou de manque d'informations dans ce document. Nous nous réservons tous les droits sur ce document et les illustrations qui y sont contenues. Toute reproduction, divulgation à des tiers ou utilisation de son contenu - tout ou partie - est interdite sans l'autorisation écrite préalable de LSN.**

**Copyright©2019 VNF & LSN. Tous droits réservés.
Photographie Bergman Media Supply Oy.**



VNF

Voies navigables de France
175, rue Ludovic Boutleux
CS30820
62408 Béthune cedex
Tél. : +33 (0)3 21 63 29 46

*Direction du Développement
Édition janvier 2020*

Cette plaquette est disponible en téléchargement sur www.vnf.fr rubrique flotte fluviale et innovation