

# T.1.5.1 Rapport et analyse des interactions entre programmes GNL de la zone de coopération et le cadre national français (CANCA)

---

Oct/2019

Chambre de Commerce et d'Industrie du Var

# LOT 2, T1.5.1 PROMO GNL : Rapport et analyse des interactions entre les programmes GNL de la zone de coopération et le cadre national Français

**Rapport pour :** Etudes techniques et réglementaires encadrant la mise en place d'un secteur GNL dans les zones portuaires et maritimes - Projet de conseil

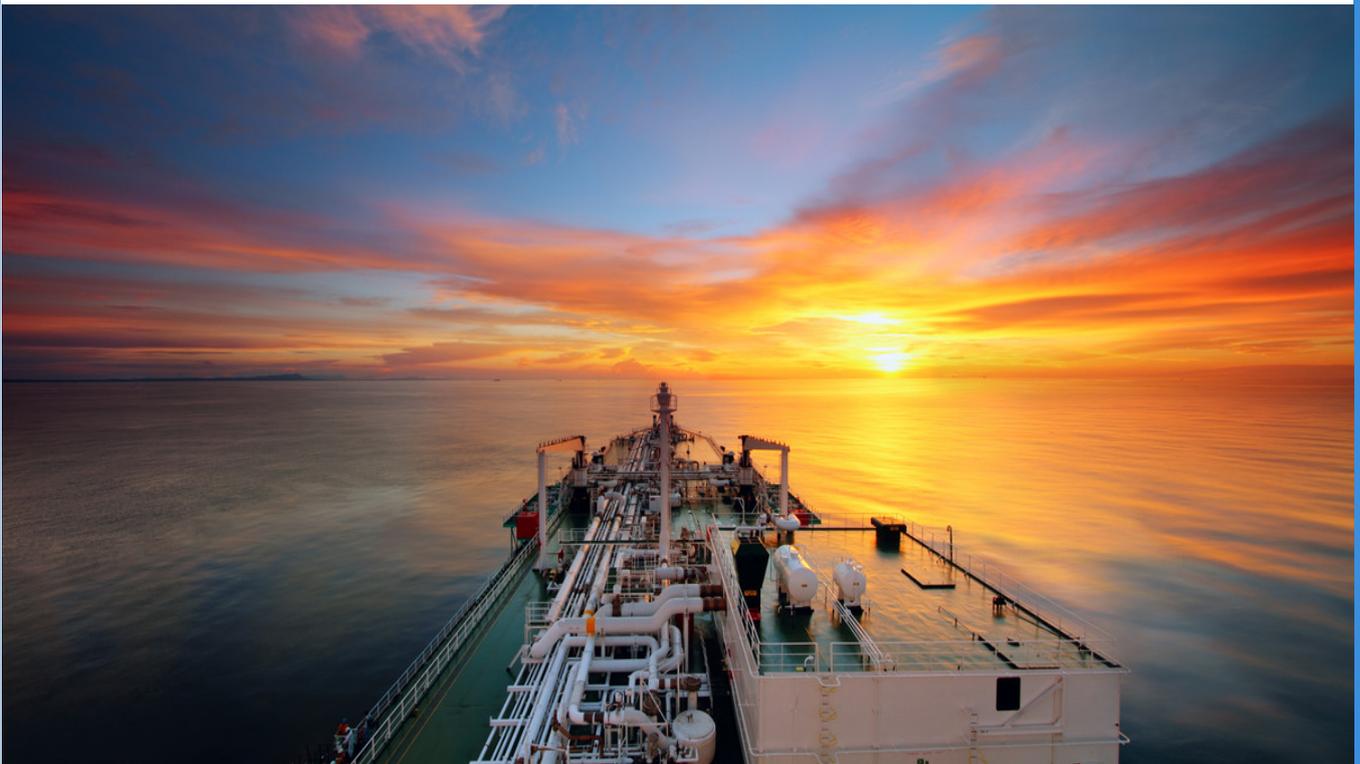
**Nom du client :** CCI VAR France

**N° de rapport :** 1906-0031-2

**N° de projet :** 1906-0031

**N° de révision :** 3

Juillet 2019



# Sommaire

**LOT 2, T1.5.1 PROMO GNL : Rapport et analyse des interactions entre les programmes GNL de la zone de coopération et le cadre national Français**

**Classification de sécurité de ce rapport :** Commercial à titre confidentiel

**N° Rapport :**  
1906-0031-2

**N° Révision :**  
3

**Date du rapport :**  
Juillet 2019

**Préparé par :**  
Thanos Koliopulos  
Responsable Projets  
Spéciaux Mondiaux,  
Anna Apostolopoulou,  
Responsable Projets UE  
Theodoros Kourmpelis,  
Expert  
électrotechnique,  
Anastasios Panourgias,  
Spécialiste en  
électrotechnique

**Revu par :**  
Thanos Koliopulos  
Responsable Projets  
Spéciaux Mondiaux,  
Marine et Offshore

**Approuvé par :**  
Tariq Berdai,  
Responsable  
commercial France

**Nom enregistré :** Lloyd's Register EMEA

**Numéro d'enregistrement :** 29592R

**Département :** Marine et offshore

**Adresse enregistrée :** 71 Fenchurch Str, Londres, EC3M 4BS

**Adresse de correspondance :** Lloyd's Register EMEA  
Correspondence address  
Country

**Contact :** Tariq Berdai  
T : +33491910044  
P : +33491910044  
E : Tariq.Berdai@lr.org

**Nom et adresse du client :**  
CCI VAR France  
Toulon  
France

**Contact du client :**  
Marine Maintenay  
T : +33494228978  
E :  
marine.maintenay@var.cci.fr

# Contrôle du document

## Historique des révisions

Révision N°	Date	Révision
3.0	05/07/19	Publié pour les commentaires du client

# Liste des abréviations

Abréviation
<b>BOG – Gaz d'évaporation</b>
<b>DC – Raccord à déconnexion</b>
<b>EMSA - Agence européenne pour la sécurité maritime</b>
<b>ERS – Système de déconnexion d'urgence</b>
<b>ESD – Arrêt d'urgence</b>
<b>HAZOP – Risques d'exploitation</b>
<b>ISO – Organisation internationale de normalisation</b>
<b>LBB – Barge d'avitaillement en GNL</b>
<b>LBV – navire avitailleur GNL</b>
<b>LVSV – Raccordement à terre basse tension</b>
<b>LNG – Gaz naturel liquéfié</b>
<b>PTS – Pipeline vers navire</b>
<b>QC – Connexion rapide</b>
<b>PMII – Poseidon Med II</b>
<b>SIMOPS – Opérations simultanées</b>
<b>STS – Navire à navire</b>
<b>TTS – Camion à navire</b>

---

# Résumé analytique

Le rapport actuel représente le livrable du lot 2, T1.5.1 du projet GNL PROMO du programme Marittimo Interreg.

Ce rapport détaille l'analyse des interactions entre les programmes GNL de la zone de coopération et le cadre national Français.

Les domaines d'intérêt de ce lot sont les suivants :

- Description du cadre juridique et réglementaire régissant la construction d'une filière GNL dans les ports de commerce
- Récapitulatif des procédures de réglementation, des étapes clés à suivre, des principaux acteurs à informer et à respecter ainsi que les points de blocage pour chaque composant de la filière GNL :
  - Groupe électrogène alimenté au GNL pour l'électrification de navires à quai (installation et utilisation du système)
  - Transport de ce système (Groupe GNL) sur un navire à destination des îles (Corse et Sardaigne)
  - Ravitaillement d'un navire GNL par camion
  - Ravitaillement d'un navire GNL à partir d'une station GNL à quai / sur une barge flottante
  - Construction d'un site de stockage et fourniture de GNL

# Contenu

<b>1.</b>	<b>Introduction .....</b>	<b>8</b>
1.1	Général .....	8
1.2	GNL en tant que combustible - Cadre réglementaire et synergies avec les technologies et les systèmes.....	9
<b>2.</b>	<b>Régime réglementaire - Infrastructure GNL dans les ports .....</b>	<b>10</b>
2.1	Poseidon Med II Case .....	10
2.2	Cas du port de Patras .....	10
2.3	Cadre réglementaire général, codes et normes régissant la construction des installations de GNL .....	11
2.4	Étapes réglementaires de base pour l'autorisation et les travaux de construction dans le port .....	12
<b>3.</b>	<b>Feuilles récapitulatives - Procédures réglementaires et compréhension du repassage à froid et du cas des systèmes hybrides avec GNL .....</b>	<b>15</b>
3.1	Général .....	15
3.2	Solutions disponibles pour approvisionner efficacement les navires à quai .....	15
<b>4.</b>	<b>Feuilles récapitulatives - Opérations de ravitaillement de GNL entre camions et navires (TTS).....</b>	<b>18</b>
4.1	Conception de camion remorque GNL .....	18
4.2	Problèmes critiques des opérations de ravitaillement de GNL (TTS) entre camion et bateau..	19
4.3	TTS Direct.....	19
4.4	TTS Indirect.....	20
4.5	Avantages / Inconvénients TTS.....	21
4.6	Systèmes de camions GNL mobiles et / ou conteneurisés .....	21
<b>5.</b>	<b>Pipeline à navire (PTS) .....</b>	<b>24</b>
5.1	Opérations de ravitaillement sur la jetée .....	24
5.2	Considérations relatives au système PTS.....	25
5.3	Procédures d'exploitation du PTS .....	29
<b>6.</b>	<b>Construction d'un site de stockage de GNL.....</b>	<b>31</b>
6.1	Opérations passagers maritimes Grèce-Italie .....	31
6.2	Conception - Petite de petite échelle de GNL au port de Patras .....	31
6.3	Construction du site de stockage, ses composants et ses principaux critères.....	32
6.4	Fourniture de GNL .....	33
<b>7.</b>	<b>References .....</b>	<b>35</b>



# Chapitre 1

## 1. Introduction

### 1.1 Général

Lloyd's Register EMEA (Lloyd's Register) a entrepris toutes les tâches entrant dans le cadre du travail de CCI VAR Tender dans le but de fournir sept lots et les rapports correspondants dans les délais impartis.

Le rapport actuel représente le livrable de Lot2.

Les principes de base du GNL en tant que carburant marin ont été inclus dans le rapport Lot1, ainsi qu'une revue de la réglementation et des infrastructures, des principes de la chaîne d'approvisionnement, des technologies et des systèmes, un focus sur Toulon et une analyse initiale / focus sur la France ont également été présentés dans les lots 3, 4, 5, 6 et 7 en conséquence. Toutes les sections et tous les travaux effectués et inclus dans tous les autres lots sont également pris en compte et référencés de manière appropriée dans le présent rapport du lot 2.

L'objectif de ce rapport est de créer une feuille de route réglementaire qui visera l'adoption du GNL comme carburant marin dans les ports commerciaux de la France.

La feuille de route comprend une vue d'ensemble du régime réglementaire en vigueur concernant le GNL en tant que combustible marin et propose une suggestion des étapes à suivre pour la mise en œuvre de solutions GNL sur le territoire Français.

Plus précisément, les étapes suivies sont :

- État actuel du cadre réglementaire régissant le GNL en tant que combustible et le ravitaillement de GNL à l'échelle mondiale
- Etat actuel du cadre réglementaire sur le GNL en tant que combustible et le ravitaillement de GNL en France
- Identification des principaux organismes et parties prenantes devant être impliqués dans le processus d'établissement des étapes et de la feuille de route en vue de l'introduction d'un nouveau régime de réglementation qui traitera du GNL en tant que carburant marin
- Évaluer l'infrastructure actuelle du territoire Français, les terminaux GNL disponibles et la réglementation pertinente aux ports de commerce.

Pour tout ce qui précède, les réglementations et directives internationales pertinentes ont été prises en compte.

Les points d'intérêt autour de ce lot sont les suivants :

- Description du cadre juridique et réglementaire régissant la construction d'une industrie GNL dans les ports de commerce
- Feuilles récapitulatives contenant les procédures de réglementation, les principales étapes à suivre, les principaux acteurs à informer et à respecter ainsi que les points de blocage pour chaque élément de l'industrie GNL
  - Groupe électrogène GNL pour l'électrification de navires à quai (installation et utilisation du système)

- Transport de ce système (conteneur GNL) sur un navire à destination des îles (Corse et Sardaigne)
- Ravitaillement d'un navire de GNL par camion
- Ravitaillement d'un navire GNL à partir d'une station de GNL à quai / sur une barge flottante
- Construction d'un site de stockage et fourniture de GNL

## **1.2 GNL en tant que combustible - Cadre réglementaire et synergies avec les technologies et les systèmes**

Le gaz naturel liquéfié (GNL) est aujourd'hui une option techniquement réalisable en tant que carburant alternatif pour la navigation maritime. Un nombre croissant de navires l'ont adopté, avec un nombre croissant de nouvelles constructions ainsi que de navires au carnet de commandes. Les prévisions de marché présentent une augmentation intéressante pour tous les principaux types de navires. La demande de GNL en tant que combustible marin devrait donc augmenter dans le monde entier et il est prévu que les opérations de ravitaillement soient de plus en plus disponibles dans tous les ports Français.

Toutes les parties prenantes, telles que les autorités, les opérateurs, les régulateurs, les représentants des pays, les spécialistes et les autorités portuaires doivent être informées à l'avance des problèmes fondamentaux qui distinguent le GNL des carburants classiques, en particulier en ce qui concerne le ravitaillement et les activités opérationnelles.

Parmi ceux-ci, le cadre réglementaire, l'infrastructure et les scénarios, les systèmes et les modes de chaîne d'approvisionnement.

Plus de détails sur le cadre pertinent sont présentés dans les chapitres suivants.

# Chapitre 2

## 2. Cadre réglementaire - Infrastructure GNL dans les ports

### 2.1 Poseidon Med II Case

Le projet Poseidon Med II (PMII) vise à généraliser l'adoption du GNL en tant que carburant alternatif sûr, écologiquement rationnel et viable pour la navigation maritime afin d'accompagner le transport maritime de la Méditerranée orientale à se lancer vers un avenir à faible émission de carbone.

Le projet, cofinancé par l'Union européenne, concerne trois pays (Grèce, Italie et Chypre), six ports européens (Le Pirée, Patras, Limassol, Venise, Héraklion, Igoumenitsa) ainsi que le terminal GNL de Revithoussa.



**Figure 1 – Principaux ports PMII <sup>1</sup>**

Le projet vise à concevoir une chaîne de valeur complète pour l'utilisation du GNL en tant que carburant marin dans l'industrie du transport maritime et à développer un réseau d'infrastructures suffisant pour le ravitaillement du GNL, y compris le développement d'un réseau de stockage, de transport, de distribution et d'approvisionnement en GNL des ports principaux susmentionnés, y compris le port de Patras.

### 2.2 Cas du port de Patras

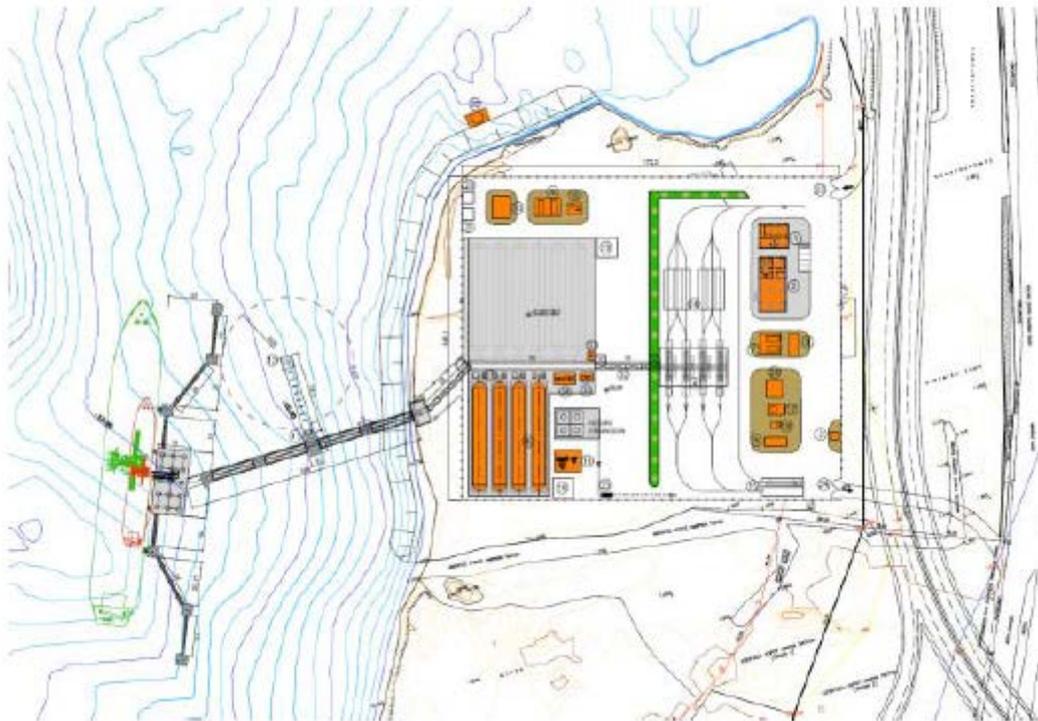
Le cas d'infrastructure à petite échelle du port de Patras est l'un des plus importants pour le projet Poséidon Med II et la Grèce.

L'étude d'évaluation du site a clairement identifié le volume élevé d'échanges directs existant entre le port de Patras et les ports italiens pour représenter un potentiel de croissance élevé pour les services de ravitaillement en GNL, notamment en raison de la participation des navires RoRo, RoPax et à passagers, qui est actuellement le secteur maritime le plus important.

Le document « Infrastructure à petite échelle pour le stockage et la regazéification du GNL dans le port de Patras, dans le cadre du projet européen POSEIDON MED II » présente brièvement l'infrastructure terrestre et maritime nécessaire pour les installations de stockage de GNL dans une zone située au sud du port de Patras, ainsi que les avantages de l'exploitation de l'installation. Les

études requises ont été préparées sur la base des directives européennes en vigueur ainsi que de la législation nationale, tandis qu'une étude spécifique a été réalisée sur les risques d'accidents majeurs liés aux substances dangereuses.

La conception de la construction proposée dans le port de Patras est présentée à la figure 1.



**Figure 2 - Projet de conception d'une petite infrastructure de GNL au port de Patras**

### **2.3 Cadre réglementaire général, codes et normes régissant la construction des installations de GNL**

En général, pour les lois, les règlements et les directives pertinents, l'ordre de priorité suivant est appliqué :

- Lois et règlements Français
- Directives européennes
- Normes européennes
- Exigences de conception et spécifications de construction
- Codes et normes internationaux
- Codes nationaux

Les directives essentielles suivantes sont notamment pertinentes, entre autres :

- ATEX 2014/34 / EU - Atmosphères explosives.
- PED 2014/68 / EU - Directive sur les équipements sous pression.
- MD 2006/42 / CE - Directive Machine

- Tous les établissements à terre qui détiennent plus de 50 tonnes de GNL entrent dans le champ d'application de la directive Seveso II (directive 96/82/CE). La nouvelle directive Seveso III (directive 2012/18/UE) a succédé à la directive Seveso II en juin 2015, bien que cette mise à jour n'ait eu aucun impact spécifique sur les installations de GNL.

Les principales normes applicables aux installations de GNL, axées sur la sécurité, seront les suivantes :

- EN 1473 « Installation et équipement pour le gaz naturel liquéfié - Conception des installations à terre ».
- EN ISO 16903 : « Industries du pétrole et du gaz naturel - Caractéristiques du GNL, influençant la conception et le choix des matériaux ».
- EN ISO 28460 : « Industries du pétrole et du gaz naturel - Installation et équipement pour le gaz naturel liquéfié - Interface navire-terre et opérations portuaires »
- EN, NFPA et normes en France pour les extincteurs, les prises d'eau et la protection des bâtiments

À titre indicatif pour les normes de construction, dont certaines principales :

- EN 1990 Eurocode - Base de la conception structurelle
- EN 1991-1 Eurocode 1 : Actions sur les structures - Partie 1-1 : Actions générales. Densités, poids propre, charges imposées pour les bâtiments
- EN 1992-1-1 Eurocode 2 : Conception des structures en béton - Partie 1-1 : Règles générales et règles pour les bâtiments
- EN 1992-1-2 Eurocode 2 : Conception des structures en béton - Partie 1-2 : Règles générales Conception structurelle du feu
- EN 1993-1-1 Eurocode 3 : Conception des structures en acier - Partie 1-1 : Règles générales et règles pour les bâtiments
- EN 1993-1-2 Eurocode 3 : Conception des structures en acier - Partie 1-2 : Règles générales Conception structurelle du feu
- EN 1997-1 Eurocode 7 : Conception géotechnique - Partie 1 : Règles générales
- EN 1998-1 Eurocode 8 : Dispositions de conception pour les structures parasismiques - Règles générales, actions sismiques et règles pour les bâtiments

La liste du lot 5 fournie comprend d'autres normes principales applicables à la construction, à l'équipement, aux infrastructures et aux machines, ainsi qu'aux sites de stockage.

## **2.4 Étapes réglementaires de base pour l'autorisation et les travaux de construction dans le port**

Le cas ci-dessus de Patras est à son état de conception de base. Pour la construction, il suivra les étapes des procédures d'autorisation en Grèce, sur la base des études soumises et approuvées via la directive SEVESO III et la législation en Grèce (principalement basées sur les études et procédures d'évaluation de l'impact social sur l'environnement), ainsi que sur le cadre général décrit ci-dessus.

Jusqu'à présent, la procédure de délivrance des autorisations comprenait principalement les données et études suivantes à soumettre et à suivre, selon le cas :

- Effets de la houle, études géotechniques, relevés bathymétriques et topographiques
- Études économiques
- Etudes d'impact sur le trafic
- Évaluations de sites, études d'identification des risques (HAZID) et d'exploitabilité des risques (HAZOP)
- Etudes et simulations de navigation, suivies d'études d'amarrage selon le cas
- Évaluation de l'impact social sur l'environnement et études de sécurité
- Consultation du public, des agences et des autorités

Les objectifs des études ci-dessus sont de permettre aux parties prenantes d'examiner, de réviser, d'évaluer et de créer une analyse de rentabilisation solide, sans perdre aucune partie de l'équation. Et à titre indicatif :

- Évaluer le passage en toute sécurité des barges de GNL et des feeders des terminaux principaux au port de Patras<sup>1</sup>.
- Évaluer le réapprovisionnement en GNL de l'installation de stockage de Patras par un méthanier typique (en affrètement spot)
- Évaluer la sécurité de manœuvre du navire souté et de la barge pour l'accostage à couple
- Évaluer le nombre et la taille des remorqueurs nécessaires pour les opérations de transit et d'accostage
- Évaluer la sécurité des plans de manœuvre et identifier les procédures d'interruption / d'urgence appropriées
- Évaluer la sécurité de l'ensemble des opérations
- Basé sur le Guide Européen 2012 18 /UE et la décision ministérielle commune n° 172058 2016, réduire le risque d'accidents à grande échelle liés à des substances dangereuses
- Analyser tous les scénarios d'accident possibles (incidents et impacts)
- Réaliser une évaluation quantitative des risques (évaluation de l'effet domino)
- Créer des graphiques affichant les résultats et les mesures de prévention qui ont été proposés
- En conséquence, le risque doit être considéré comme négligeable et les mesures d'atténuation doivent être considérées comme appropriées
- Mettre l'accent sur la formation dispensée et sur une spécification de systèmes et d'équipements ; plus pour la préparation à la phase de construction

Pour cette dernière, l'étude de cas concernant Patras se poursuit dans la dernière section du présent rapport, ainsi que dans le lot 5 et, selon le cas, via une chaîne d'approvisionnement générale présentée.

---

<sup>1</sup> La présentation de la chaîne d'approvisionnement pertinente est incluse dans le lot 5.



# Chapitre 3

## 3. Feuilles récapitulatives - Procédures réglementaires et compréhension du repassage à froid et du cas des systèmes hybrides avec GNL

### 3.1 Général

Le repassage à froid (ou la source de courant à terre (OPS) ou l'alimentation électrique à terre (SES)) est le processus de connexion des navires au courant de terre, plutôt que de faire fonctionner leurs générateurs auxiliaires afin de fournir de l'énergie à leurs hôtes.

Le terme actuel vient du fait que tous les moteurs à combustion interne ont été éteints, ce qui a pour conséquence que le navire « refroidit ». Il a été utilisé pour la première fois lorsqu'un certain nombre de navires étaient équipés de moteurs à revêtement de fer ; pendant que ces navires étaient à quai, il n'était pas nécessaire d'alimenter le feu qui produisait de la vapeur, utilisé pour la propulsion, abaissant ainsi leur température extérieure qui finissait par devenir froide. Dans l'industrie maritime moderne, cela reflète simplement la pratique consistant à connecter un navire à une installation de production d'énergie externe basée à terre.

Plus spécifiquement, lorsque les navires sont à quai, ils utilisent leurs moteurs et / ou générateurs auxiliaires pour alimenter les systèmes et équipements de base, à bord générant une pollution importante (Sox, NOx, CO2, rejets de particules) ainsi que du bruit et des vibrations dans les zones portuaires. Le repassage à froid consiste à connecter un navire à une source d'alimentation électrique à terre dans le port, ce qui permet au navire d'arrêter ses machines, en supposant que le port dispose de l'infrastructure nécessaire pour supporter l'effort et ainsi éliminer pratiquement la pollution directement issue des émissions à bord du navire, en particulier dans les villes portuaires et les zones environnantes.

Tous les besoins en énergie nécessaires pendant le séjour au port (équipement d'urgence, réfrigération, refroidissement / chauffage, éclairage et tout autre équipement tel que les activités d'hébergement) sont fournis directement par des sources terrestres (réseau électrique local, centrales électriques au port ou même via des sources d'énergies renouvelables). Cette dernière pratique est de loin l'un des moyens les plus écologiques à appliquer pour les techniques de repassage à froid, en utilisant une source d'énergie propre et en réduisant pratiquement les émissions atmosphériques tout au long de la chaîne de repassage à froid.

### 3.2 Solutions disponibles pour approvisionner efficacement les navires à quai

Pour alimenter les navires à quai, des infrastructures supplémentaires à terre (côté port) et à bord des navires sont nécessaires, car l'énergie électrique disponible provenant des réseaux à terre n'est pas adaptée aux besoins des navires en termes de tension, de fréquence et de mise à la terre. Les systèmes de repassage à froid et les aspects techniques de cette technologie ont été entièrement analysés au chapitre 7 du lot 7. Dans ce chapitre, il est supposé que le port en question dispose de tous les équipements nécessaires pour une alimentation électrique à terre.

Outre l'utilisation du réseau local pour fournir la quantité d'énergie nécessaire aux navires, une proposition alternative serait la production d'électricité dans la zone portuaire, des générateurs installés sur le quai, utilisant des sources alternatives. Dans ce cas la production alternative consiste en des groupes électrogènes fonctionnant au gaz naturel liquéfié (GNL). La production électrique à terre utilisant le GNL comme carburant alternatif est également considérée comme un complément au repassage à froid. Elle offre la possibilité de solutions hybrides combinant une alimentation électrique du réseau ou de générateurs propres, sur site.

Une barge fonctionnant au GNL fournit de l'électricité aux navires et aux réseaux locaux par le biais de la combustion de GNL regazéifié. La barge n'est pas connectée au réseau électrique local et constitue donc un producteur d'énergie indépendant. Cela signifie qu'il peut être exploité indépendamment du réseau local et qu'il offre la possibilité de personnaliser la puissance de sortie, la fréquence et le niveau de tension afin de fournir de l'électricité à différents clients. La barge est classée comme une barge hauturière et peut être autopropulsée. Le système peut être divisé en trois composants principaux :

- Barge de transport de GNL (stockage, regazéification, générateurs)
- Système de distribution électrique à terre
- Tableau de connexion et système de contrôle intégrés

Même si un terminal de barge GNL n'est pas encore opérationnel, il existe sur le marché plusieurs concepts qui reposent sur les mêmes principes. Ils combinent tous stockage, regazéification et générateurs à bord d'une seule barge. Le GNL peut être alimenté soit par les réservoirs de stockage de GNL de la barge, soit par les réservoirs GNL de conteneurs ISO qui sont retirés et remplis ailleurs. L'unité de regazéification transforme le gaz naturel liquéfié en gaz naturel à la pression atmosphérique. L'unité de production d'énergie est normalement conçue avec un certain nombre de moteurs à gaz indépendants, afin de pouvoir adapter la puissance et la production d'énergie à la demande. La barge peut, par l'intermédiaire de ses générateurs, produire une tension de niveau faible à moyen (230 V à 11 kV), à une fréquence de 50 ou 60 Hertz. La plupart des barges peuvent être conçus pour alimenter plusieurs navires à la fois. Le fonctionnement est relativement silencieux comparé à un moteur diesel. Il peut produire de l'énergie et / ou de la chaleur avec une efficacité proche de 40 et 46% respectivement.

L'énergie de la barge peut même approvisionner les navires directement ou par l'intermédiaire d'un système de distribution terrestre (système de repassage à froid) au port. Cette infrastructure portuaire comprend une boîte de jonction côtière, un canal de câble et une unité de traitement de câble. Une connexion par câble moyenne / basse tension (MT / BT) entre l'énergie de la barge et le point de connexion du navire est requise.

Les barges fonctionnant au GNL sont des centrales électriques flottantes qui produisent de l'électricité à partir de GNL regazéifié. La barge-énergie est idéal pour une utilisation dans des lieux et des ports éloignés et constitue une alternative respectueuse de l'environnement à l'utilisation de MGO. Le concept repose sur l'intégration d'un stockage de GNL, d'une installation de regazéification et d'une centrale électrique sur un même chaland.

En plus de fournir des OPS aux navires, la barge électrique peut être utilisée pour fournir de l'énergie à la compagnie d'électricité et / ou de chauffage local pendant la saison d'hiver ou à d'autres moments où il n'est pas utilisé pour l'alimentation à quai.

Contrairement à une solution OPS - réseau, la solution barges fonctionnant au GNL peut être facilement déplacée. Il est donc probable que la barge aura une utilisation alternative qui augmentera son utilisation.

Trois options pour la mise en œuvre de la solution proposée ci-dessus peuvent être considérées comme viables pour les ports Français :

1. Une barge à alimentation électrique fixe amarrée au port, connecté à un réseau dédié à la distribution d'énergie à chaque quai. De cette manière, il serait possible de créer un système d'alimentation électrique à terre au navire permettant de distribuer de l'énergie électrique de la source d'énergie principale (barge d'alimentation électrique) aux utilisateurs finaux.

2. Une barge d'alimentation électrique remorquée
3. Un navire autopropulsé d'alimentation électrique. Un tel navire pourrait constituer une solution valable si le réservoir de stockage de GNL est situé dans un port où il existe une installation de regazéification. Ces deux solutions permettent d'éviter l'installation du réseau électrique à terre car l'énergie électrique produite à bord du navire / chaland d'alimentation électrique peut alimenter directement un ou deux navires à quai.

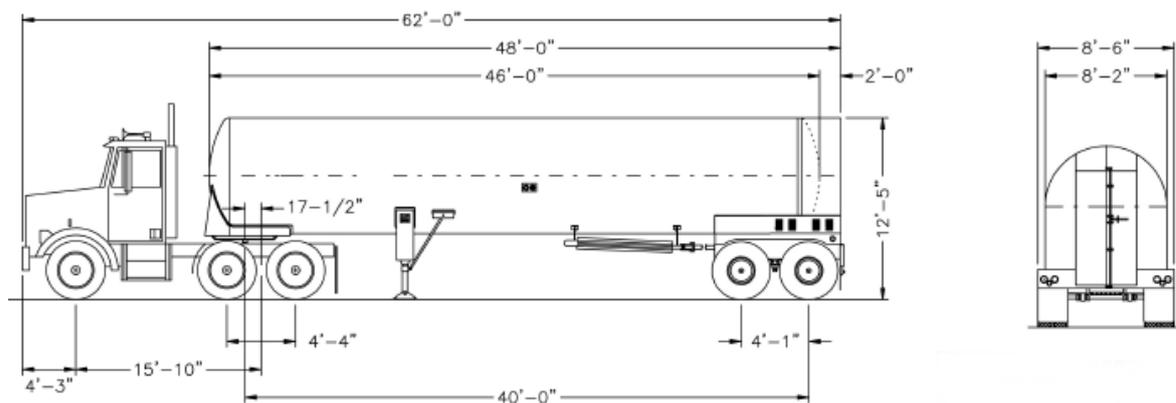
# Chapitre 4

## 4. Feuilles récapitulatives - Opérations de ravitaillement de GNL entre camions et navires (TTS)

### 4.1 Conception de camion remorque GNL

Le camion de transport GNL en vrac incorpore un système de réservoir similaire au type C combinant efficacement deux réservoirs. Le réservoir intérieur peut être en acier inoxydable ou en aluminium ; le réservoir extérieur doit être en acier (généralement en carbone ou en acier inoxydable). Le réservoir peut être isolé sous vide (espace vide entre les réservoirs intérieur et extérieur) ou rempli d'un matériau isolant tel que le super isolant multicouche (« MLI » ou « SI »), la fibre de verre ou, sur les unités anciennes, de la perlite expansée. Cela maintient le GNL à la température cryogénique de stockage et la pression du système basse pendant une période suffisamment longue pour transporter et décharger le carburant, généralement pas plus de 7 à 10 jours. La double couche de réservoirs métalliques et de supports structurels rend le réservoir global extrêmement résistant aux dommages physiques et aux effets des incendies externes.

En règle générale, les réservoirs de camions GNL construits selon les normes de liquides cryogéniques (GNL, azote liquide et oxygène liquide) ont une pression nominale d'environ 6,9 bars et fonctionnent normalement à des pressions inférieures à 4,8 bars. Si la pression du réservoir dépasse ce niveau, une soupape de décharge de pression (PRV) libère le gaz en toute sécurité via un tuyau de sortie dans l'atmosphère. La ventilation des remorques de GNL est rare dans les opérations normales car le temps de maintien d'une remorque dépasse largement le délai de livraison normal d'un jour. La redondance est intégrée à ce système de décompression par l'intermédiaire d'un dispositif de décompression secondaire avec une limite de pression normalement réglée à 30-50% supérieure à la limite de pression du dispositif principal et dans les limites des normes de sécurité du réservoir. La spécification type fait référence à la figure 3.



Model	ST-12700
Gross Capacity	12,700 gal / 48075 ltrs
LNG Capacity (at 70 psig / 4.826 barg)	39,276 lbs / 17,815 kg
Maximum Allowable Working Pressure	70 psig / 4.83 barg
Length (overall)	48 ft / 14.6 m
Width (overall)	8 ft 6 in / 2.6 m
Height	12 ft 5 in / 3.74 m
Weight	25,200 lbs / 11,431 kg
Design Codes	ASME Section VIII Division 1
Axle Configuration	Tandem

### Figure 3 - Exemple de spécification de camion remorque GNL

#### 4.2 Points critiques des opérations de ravitaillement de GNL (TTS) entre camion et bateau

Outre ce qui précède, les points critiques suivants concernent les opérations TTS et doivent être résolus :

- La taille du réservoir de GNL du camion et sa capacité à permettre un flux de GNL dans un réservoir de carburant GNL sous pression (type C). Cela ne devrait pas poser de problème pour les réservoirs sous pression proches de la température ambiante (Type B ou membrane). Toutefois, la pompe du camion, en raison de sa petite taille, nécessitera de beaucoup plus de temps pour remplir un réservoir par rapport au temps requis pour la cargaison de la barge de ravitaillement.
- Les opérations doivent prendre en compte la surpression maximale générée par la courbe de pompe du camion ou les pompes du système de ravitaillement indirect, et s'assurer que la taille de la soupape d'arrêt du navire au niveau du collecteur est suffisante pour protéger le système du navire contre une surpression. Des moyens d'atténuation alternatives, telles que la temporisation pour le fonctionnement de la vanne ESD, doivent être abordées.
- Pour purger le tuyau de déchargement, le système d'azote à purger du navire doit pouvoir être purgé jusqu'au collecteur de déchargement des camions. L'adéquation de l'apport d'azote doit être abordée. Pour les TTS indirects, l'azote peut être fourni par la station du système de ravitaillement dédié.
- L'interface navire-station terrestre reliée par câble doit être respectée. Une boîte de jonction compatible avec le navire doit être intégrée à bord du camion ou dans le système de ravitaillement à quai.
- L'isolation des sources d'électricité statique pendant le TTS doit être résolue par une mise à la terre du navire, mais également pour répondre aux exigences en matière de soutage simultanément à la l'alimentation depuis une source électrique terrestre
- L'efficacité des opérations de refroidissement doit être assurée et les opérations de longue durée doivent être prises en charge. L'incorporation de transmetteurs de température supplémentaires et la possibilité de l'intégrer à l'automatisation de la station de ravitaillement GNL à quai doivent être examinées. Les exigences spécifiques de refroidissement en ce qui concerne les raccords cassables secs utilisés par les camions doivent être abordées.
- Les procédures d'exploitation relatives aux opérations de remplissage des réservoirs de carburant du navire en ce qui concerne le temps de réduction du débit à l'aide de la pompe du camion afin d'atteindre le niveau de remplissage du réservoir du navire.
- Les opérations de TTS doivent prévoir un accès routier sûr et une zone de service permanente permettant à un camion de se garer en toute sécurité et de se connecter pour décharger le GNL vers la station de ravitaillement du navire. Dans certains ports, une petite salle de contrôle / poste d'observation doit normalement être installée à proximité de la zone de service afin de protéger les équipages du camion de ravitaillement des intempéries pendant les opérations.

#### 4.3 TTS Direct

Le TTS Direct est basé sur la capacité du marché local des camions de GNL à transporter du combustible de soute dans les zones portuaires.

Un ensemble de questions légales et réglementaires ainsi que les autorisations appropriées délivrées par les autorités compétentes sont nécessaires pour le transport routier du GNL et les opérations dans les zones portuaires.

Les opérations de TTS Direct se caractérisent par la simplicité relative et l'absence d'équipement de support spécifique, le camion mobile arrivant à une zone prédéterminée de la jetée très proche de la station de ravitaillement du navire à quai. Le camion fournit généralement ses propres tuyaux qui sont connectés au camion et au collecteur de ravitaillement du navire receveur. Les tuyaux sont normalement posés au sol sans support et uniquement supportés par le pont roulant de la station de ravitaillement du navire. Le camion utilise sa propre pompe pour le transfert de GNL vers les réservoirs du navire. Il n'existe aucune possibilité de retour de vapeur dans le système du camion.



**Figure 4 - Exemple de ravitaillement de TTS direct sur un ferry rapide (Port de Buenos Aires)**

#### **4.4 TTS Indirect**

Le TTS indirect nécessite un système de ravitaillement GNL spécialement conçu à cet effet, installé sur une zone de quai spécifique à proximité des postes à quai. Plusieurs postes de ravitaillement connectés à un collecteur commun permettent la connexion simultanée de plusieurs camions (voir Figure 5). Au lieu de camions de soute, une connexion à des conteneurs de GNL standard peut être fournie. Le système de ravitaillement comprend ses propres pompes pour transférer le carburant de soute dans le collecteur du navire, soit par un tuyau, soit par un système de déchargement à bras fixe. Il n'existe aucune possibilité de retour de vapeur dans les camions, toutefois, un réservoir conçu à cet effet pour permettre le retour de la vapeur pourrait faire partie des installations du système de ravitaillement.

En général, les opérations TTS (directes ou indirectes) utilisant une zone de quai spécifique doivent établir une zone de sécurité afin de permettre un contrôle sûr dans une zone d'opérations définie et d'atténuer les risques potentiels de rejets de GNL.

Les opérations de ravitaillement des camions utilisent normalement des tuyaux équipés de raccords cassables secs similaires à ceux utilisés pour les opérations de carburant d'avion.



**Figure 5 - Exemple - Ravitaillement TTS indirect sur conteneur (Port de Jacksonville EU)**

#### **4.5 Avantages / Inconvénients TTS**

Les avantages typiques des opérations TTS sont les suivants :

- Flexibilité opérationnelle
- Besoins d'infrastructure limités
- Possibilité d'ajuster les volumes livrés (nombre de camions) aux différents besoins des clients.
- Possibilité de s'adapter à différentes exigences de sécurité.
- Possibilité de servir différents utilisateurs de GNL lors d'une livraison point à point

Les inconvénients typiques des opérations TTS sont les suivants :

- Capacité limitée des camions : environ 46 m<sup>3</sup> impliquera probablement l'utilisation de plusieurs camions.
- Débit limité (40 m<sup>3</sup> / h)
- Impact de proximité sur d'autres opérations SIMOPS impliquant des passagers et / ou du fret.
- Circulation limitée du côté du quai, principalement influencée par la présence du ou des camions ravitailleurs.

#### **4.6 Systèmes de camions GNL mobiles et / ou conteneurisés**

Les réservoirs de GNL ont été incorporés dans des conteneurs ISO standards de 40 pieds, en particulier pour le transport sur des wagons. Il est possible de charger / décharger des réservoirs de GNL conteneurisés sur un quai spécifique afin de les connecter au collecteur de ravitaillement du navire receveur et de recourir à un système de pompage intégré ou indépendant pour mener efficacement les opérations de ravitaillement de GNL. Cette opération fait référence à une installation similaire avec TTS indirecte (voir la section 4.4). Toutefois, elle n'a pas la souplesse voulue pour utiliser directement des camions de connexion et n'est pas préférable.

Sur certains ferries ou Ro-Ro de petite taille, les conteneurs peuvent être chargés à bord dans une zone spécifique et connectés à une installation de système d'alimentation en carburant pour devenir le réservoir de GNL du système de propulsion de gaz combustible. Les conteneurs de GNL faisant partie du système de carburant du navire sont basés sur deux types d'opérations :

- Des camions GNL mobiles faisant partie du système de propulsion de carburant du navire receveur
- Réservoirs de GNL conteneurisés livrés à bord du navire receveur

Bien que les deux systèmes puissent devenir partie intégrante de l'infrastructure d'approvisionnement en soutes d'un port, l'inconvénient majeur est qu'ils exigent des navires récepteurs dotés d'installations de réception spécialement conçues pour accueillir ces systèmes de réservoirs externes.

Une installation de stationnement et de réception sécurisée spécialement conçue doit être prévue à bord du navire receveur. En règle générale, un camion-citerne de GNL peut être conduit à bord du pont-garage du ferry avec une installation de stationnement spécifique comprenant un collecteur de soutes permettant au réservoir du camion de se connecter directement au système de carburant. Il convient de noter qu'en raison de la taille limitée du réservoir du camion, un tel système ne peut s'appliquer que pour les opérations de ferry sur de courtes distances côtières ou sur des voies navigables soumises à des délais d'exécution courts et à une quantité de carburant limitée.

Une telle installation n'est pas considérée comme un système de ravitaillement et n'est pas conforme aux exigences typiques de la norme EN-1474. Il est à noter que la pression de fonctionnement requise du système de gaz combustible (navire récepteur) sera supérieure à la pression du réservoir du camion et qu'un système de pressurisation supplémentaire doit être prévu pour soutenir la conception du système de la boîte réfrigérante. Toutes les dispositions de conception de la tuyauterie doivent être conformes aux exigences applicables de la classe incorporant le code IGC.

L'installation de conteneurs de GNL standard à bord nécessitera une installation de réception sécurisée spécifique dans une zone accessible aux grues, à bord du pont du navire receveur. Il existe un certain degré de flexibilité lorsque plusieurs réservoirs peuvent être interconnectés ou directement connectés à des collecteurs de GNL distincts desservant un collecteur commun. Toutefois, cette conception entraîne une complexité de la tuyauterie qui augmente le nombre de sources potentielles de rejets de GNL / gaz et peut donc augmenter substantiellement les risques opérationnels au port.

Pour tous les systèmes susmentionnés, une évaluation des risques doit être entreprise afin d'identifier les recommandations supplémentaires en matière de sécurité, de conception de système, de fabrication / test, d'installation et d'opérabilité, afin de se conformer aux exigences de la classification. De plus, l'évaluation des risques doit porter sur les limitations réglementaires portuaires et locales en matière de lavage de cargaisons d'hydrocarbures à quai / sur le pont et sur les ponts des navires, et intégrer au minimum une étude sur les chutes d'objets.



**Figure 6 - Réservoir de GNL conteneurisé**

# Chapitre 5

## 5. Pipeline à navire (PTS)

### 5.1 Opérations de ravitaillement sur la jetée

La plupart des conversions ou des nouvelles constructions d'installations de ravitaillement de GNL de jetée sont conçues pour une variété d'opérations. Cela comprend le soutien aux opérations de ravitaillement de navire à navire (STS) en chargeant du GNL sur des barges de ravitaillement et en fournissant un ravitaillement de pipeline à navire (PTS) et de petites installations de chargement capables d'approvisionner à quai divers types de navires et de charger des cargaisons sur des méthaniers de petite taille.

En règle générale, une installation de ravitaillement PTS GNL à quai doit pouvoir traiter les opérations suivantes :

- Fournir un chargement de GNL aux barges de soute de GNL (LBB).

L'expansion du marché des ferries Ro-Pax et des ferries fonctionnant au GNL, qui nécessite des volumes relativement faibles de carburant GNL par navire, a permis de déterminer que la barge de soute de GNL destiné au service dans le port est un navire d'une capacité de GNL d'environ 1 000 à 2 000 m<sup>3</sup>, d'une longueur de 70 m, d'une largeur de 18m et de tirant d'eau de 4-5m. Ces types sont actuellement en construction et divers ports envisagent de convertir des barges à carburant existants de taille similaire.

- Fournir un chargement de GNL aux navires soueurs GNL (LBV)

En général, les distances entre les ports et le nombre limité de terminaux GNL ont nécessité la mise au point de plus gros LBV « distributeurs » capables de fournir un support plus long pour les opérations de ravitaillement ou, selon le cas, de stocker dans le port, de décharger le GNL de ces installations. La capacité de stockage de soute LBV à bord est d'environ 6 000 à 7 000 m<sup>3</sup>.

Le tableau 1 indique les LBB et les LBV effectuant actuellement des opérations de ravitaillement.

- Fournir un ravitaillement GNL par pipeline à un navire (PTS).

Dans certains ports situés à proximité d'un terminal GNL, il est possible d développer une nouvelle jetée ou d'améliorer une jetée existante, capable de fournir du GNL via le bras de déchargement aux navires récepteurs accostant à la jetée. La seule installation connue actuellement en développement en Méditerranée se trouve dans le terminal ENAGAS du port de Barcelone. D'autres terminaux de ravitaillement PTS existants desservent les voies navigables et les fjords, mais ne se trouvent pas dans les ports et desservent généralement les ferries opérant localement. .

**Tableau 1 - Flotte existante de navires de ravitaillement de GNL, de chalands et cas de conversion**

Nom du bateau	Propriétaire	Type	Année de livraison	Capacité (m <sup>3</sup> )	Cas de conversion	Port des opérations de ravitaillement (si connu)	1ère opération de ravitaillement de GNL	
							Date	Nom du navire Type de navire
Seagas	Sirius Shipping	LBV	2013	180	✓	Stockholm	2013	Viking Grace Ro-Pax
Engie Zeebrugge	Gas4Sea	LBV	2017	5000		Zeebrugge	14-06-17	Auto Eco PCTC
Coralius	Sirius Veder Gas	LBV		5800		-	19-09-17	Fure West Product Tanker
Cardissa	Shell	LBV		6500		Rotterdam	04-10-18	Gargarin Prospect Crude Oil Tanker
Oizmendi	Naviera Urbasa, Ibaizabal Group	LBV	2018	600	✓	Bilbao et Côte cantabrique	03-01-18	Ireland Cement Carrier
Coral Methane	Anthony Veder	LBV		7500	✓	Santa Cruz de Tenerife	16-01-19	AIDAnova Cruise Ship
Clean Jacksonville	TOTE Maritime	LBB		2200		Jacksonville	-	-
Kairos	Babcock Schulte Energy	LBV		7500		Klaipeda	-	-

## 5.2 Considérations relatives au système PTS

Il est à noter que des terminaux de GNL existants ont été construits afin de permettre le chargement / déchargement de GNL de méthaniers fonctionnant conformément aux normes de transport de cargaison GNL avec des collecteurs 16 pouces. Les bras de chargement / déchargement de GNL, la hauteur des collecteurs du navire receveur, les débits de pompage et de transfert de la cargaison, la taille et l'amarrage de la jetée sont destinés à alimenter les méthaniers et ne sont pas conçus pour servir directement d'autres navires de servitude du type LBB et LBV. Pour des opérations d'avitaillement GNL, une jetée, un et un bras plus petit et de portée inférieure et de plus petits dispositifs de pompage sont nécessaire.

Le système PTS doit pouvoir généralement desservir les dispositions suivantes :

- Le collecteur typique de chargement de barges de ravitaillement se trouve au milieu des navires sur le pont principal, à une hauteur de 5 à 6 m de la ligne de flottaison ;
- Les voituriers et les navires Ro-Pax ont une longueur type de 130 m et une profondeur de 5,40 m ; la porte du poste de ravitaillement est située à 6 m au-dessus de la ligne de flottaison et à environ 15 m de la poupe ;
- Le navire porte-conteneurs actuellement converti mesure environ 200 m de long. Le poste de ravitaillement se trouve sur le pont principal à environ 40 m de la poupe.

Le tableau 2 présente un résumé des systèmes d'alimentation en GNL actuels ou en construction pour des types de navires types opérant dans des ports de la Méditerranée. L'intention est de montrer au cas par cas les positions des stations de ravitaillement de GNL de réception afin de permettre la fourniture d'un système PTS correctement positionné et d'installations d'amarrage pour une telle jetée.

**Tableau 2 - Types de navires proposés pour le ravitaillement de GNL**

Type de navire	Réservoirs de GNL (m3)	LOA typique (m)	Position stn. Bunker (m)	Taille stn. Bunker (m)
Barge de soute	2,000 (Type-C)	65	Collecteur de cargaison à mi-navire	7 de la ligne de flottaison
Remorqueurs	100 (Type C)	60	Sur le pont principal près de la passerelle	4 de la ligne de flottaison
Navire avitailleur	6,000-7,000 (Type C)	115	Collecteur de cargaison à mi-navire	12 de la ligne de flottaison
Navire transporteur de voitures	SPB ou type C min 5 000 en fonction des routes commerciales existantes	225	40m de la poupe	6 de la ligne de flottaison
Porte-conteneurs	Taille proposée SPB pour l'Extrême-Orient 10 000	200	40m de la poupe	6 de la ligne de flottaison
Navire de croisière	3 000 à 4 000 types C livrés et en construction	300	55m de la poupe	5 de la ligne de flottaison

Le système de ravitaillement PTS proposé doit permettre la connexion et le transfert en toute sécurité du GNL à une gamme de débits définis, dans une plage de pression et de température, sans effets néfastes ni fuites.

La spécification du système de ravitaillement PTS doit aborder les éléments suivants :

- Compatibilité du système entre la jetée / le navire récepteur (fournisseur et récepteur) ;
- Conception de collecteur récepteur de GNL comprenant des manchettes et des connexions amovibles;
- Compatibilité des systèmes de sécurité entre le fournisseur et le récepteur ;
- Impact des mouvements du navire et des conditions environnementales (houle, vitesse du vent, état de la mer, etc.) ;
- Processus de purge et d'inertisation avant le refroidissement du ravitaillement après le ravitaillement ;
- Taux de transfert des soutes de GNL lors des opérations de démarrage, de chargement complet et d'opérations de remplissage ;
- Contrôle de la pression et du niveau du réservoir de carburant GNL ; et,
- Pression de service maximale et plage de température autorisée pendant l'opération de ravitaillement.

Les opérations de ravitaillement doivent pouvoir être contrôlées à partir d'un endroit sûr où les pressions du réservoir de carburant, les indicateurs de température et les indicateurs de niveau sont fournis. Les alarmes de débordement, arrêt automatique et autres alarmes d'urgence et fonctions d'arrêt doivent être indiquées à cet endroit.

Le système de ravitaillement doit être conçu, aménagé et utilisé de manière à empêcher toute libération incontrôlée de gaz dans l'atmosphère au cours des procédures normales de transfert, telles que : mise en marche, transfert et fin de remplissage des réservoirs de ravitaillement.

Sur la base de ce qui précède pour la sélection d'un système de ravitaillement STP approprié, les projets devront prendre en compte les points critiques suivants :

- Compatibilité dimensionnelle du couplage des bras de ravitaillement et du système de déconnexion d'urgence avec les collecteurs récepteurs à bord du LBB / LBV et des navires de receveurs;
- Installation du système de ravitaillement dans une zone où le système peut s'aligner et se connecter aux collecteurs de réception pour une gamme de navires et aux hauteurs des stations de ravitaillement réceptrices tout en restant dans une plage opérationnel sûr ; et,
- Capacité du système à charger efficacement à très faible vitesse pour assurer des opérations de pré-refroidissement efficaces dans les systèmes de tuyauterie de petite et moyenne taille et à des vitesses de charge plus élevées afin de répondre aux exigences de délais d'exécution de ravitaillement réduits imposées par les armateurs.

Il est à noter que les collecteurs de ravitaillement des navires commerciaux alimentés au GNL sont construits pour des diamètres de 6 et 8 pouces avec quelques futurs navires utilisant du combustible GNL proposé avec un collecteur de 10 pouces de diamètre maximum. Ces collecteurs offrent également une compatibilité avec la taille des tuyaux cryogéniques composites pour le ravitaillement / le transfert de cargaison qui sont actuellement commercialisés jusqu'à un maximum de 10 pouces de diamètre et jusqu'à une longueur maximale de 15 m (Gutteling).

Un système de ravitaillement PTS peut adopter l'une des conceptions suivantes :

- Un système incorporant deux (2) bras de chargement à articulation rigide. Un (1) bras (cryogénique) conçu pour charger le GNL liquide et un (1) bras (non cryogénique) permettant le retour de la vapeur au terminal afin de garantir que la gestion des gaz d'évaporation (BOG) a lieu pendant le transfert de GNL.
- Un système comprenant deux (2) bras articulés supportant chacun un tuyau cryogénique composite. Un bras / tuyau entreprendra le chargement de GNL et l'autre bras / tuyau permettra le retour vapeur.
- Un système comprenant deux (2) tuyaux cryogéniques composites qui sont soulevés et supportés, lorsqu'ils sont connectés aux collecteurs de cargaison du navire receveur, par un petit piédestal de grue.

Pour que les systèmes ci-dessus puissent effectuer le ravitaillement mais également le chargement de GNL à petite échelle, ils doivent comporter un accouplement de connexion / déconnexion rapide (QC / DC), un lien d'arrêt d'urgence (ESD) et un système de déconnexion d'urgence (ERS) ;

La disposition des bras de ravitaillement doit tenir compte de toutes les charges prévisibles lors de la connexion, du fonctionnement et de la déconnexion.

Une protection mécanique de la disposition de tuyau flexible contre les dommages doit être fournie (par exemple, les dommages résultant du fonctionnement du distributeur de soute adjacent).

Le tuyau flexible doit être conforme à la norme EN 1474-2. Tout écart par rapport à la norme EN 1474-2 doit être vérifié comme acceptable par la société de Classification ou de Certification.

La conception de l'ERS doit être conforme aux normes BS EN ISO 16904: 2016 et EN1474-3.

La pression requise dans le système de ravitaillement peut être atteinte en utilisant des pompes à GNL des terminaux. Les éléments suivants sont applicables :

- La disposition des pompes à GNL pour le service de ravitaillement vise à assurer la compatibilité avec les exigences du code IGF applicables au service des navires. La capacité de pompage pour le ravitaillement de GNL doit prendre en compte la capacité de transfert dans des réservoirs GNL pressurisés de type C (pression de fonctionnement de 5 à 6 bar), ainsi que dans des réservoirs à membrane ou SPB proches de la pression ambiante pour des navires de service en eaux profondes. Projet visant à déterminer si les pompes LP existantes des réservoirs peuvent satisfaire à cette exigence.
- Une fois le transfert de carburant terminé, toutes les canalisations et tous les tuyaux doivent être vidés et purgés à l'azote (N<sub>2</sub>) jusqu'à ce qu'une valeur de moins de 2% de méthane en volume soit détectée. Le système de ravitaillement doit alors être déconnecté et mis à blanc. (Remarque : Certains types de tuyaux composites sont connus pour entraîner de petites quantités de vapeur dans les couches internes du matériau).
- Il est à noter que, à l'exception des méthanières, aucun autre type de navire de commerce n'est équipé d'un générateur de N<sub>2</sub>. Les dispositions de la jetée de ravitaillement PTS doivent inclure un générateur d'azote et une connexion de ligne capables de rendre inertes le système de ravitaillement et le système de tuyauterie du navire receveur jusqu'au réservoir de GNL à bord.

- Des procédures doivent être développées pour garantir le maintien d'une atmosphère ininflammable dans les tuyaux après la déconnexion. Cela impliquera le montage de brides d'extrémité et une purge supplémentaire.

### 5.3 Procédures d'exploitation du PTS

Les opérations de ravitaillement du GNL PTS imposeront des contraintes supplémentaires aux équipages des navires en visite, car le personnel est nécessaire non seulement pour les opérations de transfert de carburant, mais également pour assurer la surveillance de la navigation ou de l'amarrage et la gestion des autres activités liées au fret tout au long de l'opération.

Lorsque le ravitaillement doit être entrepris sur une jetée, la consultation de l'autorité portuaire doit toujours avoir lieu, selon les cas. Un plan opérationnel doit détailler la phase d'approche de localisation spécifique pour le navire de réception et le LBB / LBV, les opérations d'amarrage et de connexion sécurisée et les opérations de déconnexion, de manœuvre de départ en toute sécurité.

Conformément aux recommandations de l'ISO 20519 en matière d'opérations de ravitaillement et aux recommandations les plus récentes de l'EMSA, les opérations doivent être placées sous le contrôle consultatif d'un individu, la personne en charge (PIC). La PIC sera responsable de la préparation du pré-ravitaillement et devra être présente tout au long de l'opération de ravitaillement GNL. Il est à noter que le capitaine du navire sera seul responsable de la sécurité générale du navire et de son équipage.

Les responsabilités typiques de la personne responsable sont les suivantes :

- S'assurer que les procédures d'exploitation spécifiques à la société sont suivies et que l'opération est menée conformément à toutes les exigences applicables en matière de PA.
- S'assurer de l'achèvement de la déclaration d'inspection / Checklist PTS et de tout autre document requis par le PA
- Tenue d'une réunion de sécurité préalable à l'opération avec les officiers responsables du navire receveur.
- Être responsable de l'activation des procédures d'urgence liées au fonctionnement du système de ravitaillement
- Surveillance des communications tout au long des opérations.

Les listes de contrôle des opérations de ravitaillement et les exigences de documentation associées entre l'installation de ravitaillement PTS et le navire receveur doivent être développés et sont résumés comme suit :

- Compléter la checklist de la sécurité du navire receveur / terminal (SIGTTO, directives de l'OCIMF) ;
- Procédures d'urgence et dispositions en cas d'urgence ;
- Protocoles de communication et responsabilités ;
- Taux de transfert de fret et pression maximale au collecteur convenus ;
- Procédures pour le début et la fin du transfert de GNL ;
- Procédures de récupération ;
- Transfert de garde et quantités ;
- Ravitaillement et stockage ;

- Gestion du ballastage et du tirant d'eau ; et,
- Conditions météorologiques pour la durée de l'opération.

# Chapitre 6

## 6. Construction d'un site de stockage de GNL

### 6.1 Opérations passagers maritimes Grèce-Italie

Le port de Patras est situé sur la côte ouest de la Grèce. Le 11 juillet 2011, le nouveau port sud de Patras a commencé ses activités de transport de passagers maritimes entre Patras et l'Italie. Le port sud de Patras a une zone de quai de 992 m de longueur totale, construit avec des caissons en béton armé dans un alignement en zigzag. Il se compose de 4 stations de quai et de 15 quais d'amarrage, dont 11 peuvent être utilisés pour l'amarrage par la poupe et 4 pour l'amarrage latéral. De plus, le port sud dispose de digues d'une longueur totale de 1 236 m, construites avec des caissons en béton armé.



**Figure 7 - Nouveau port sud de Patras**

La nouvelle infrastructure du port sud offre une superficie totale de 6,974 m<sup>2</sup> et comprend les bâtiments suivants :

- Nouvelle station terminale de passagers avec zones de réception et d'attente.
- Bâtiment de l'administration du port contenant les bureaux du port, le contrôle de la circulation et l'équipement de système VTS associé.
- Bâtiments de sous-stations.
- Terminal de la caserne des pompiers avec espace extérieur pour les camions et le matériel de lutte contre les incendies.
- Bâtiment North Gate avec zones de passagers et de bureaux auxiliaires.
- Bâtiment South Gate avec zones de passagers et de bureaux auxiliaires

### 6.2 Conception infrastructure GNL de petite échelle de au port de Patras

Le document « Infrastructure de petite échelle pour le stockage et la regazéification de GNL dans le port de Patras, dans le cadre du projet européen POSEIDON MED II, présente l'infrastructure terrestre nécessaire pour les installations de stockage de GNL dans le port de Patras, conformément au chapitre 2. Trois sites ont été proposés comme alternatives lors de la phase initiale d'évaluation du site.



**Figure 8 - trois alternatives examinées**

Suite à l'analyse multicritères, la première alternative a été choisie, suite à une étude HAZID.



**Figure 9 - 1<sup>ère</sup> Sélection alternative**

Durant la phase actuelle de conception, toutes les étapes d'autorisation pertinentes sont suivies conformément à la description du chapitre 2.

### 6.3 Construction du site de stockage, ses composants et ses principaux critères

L'infrastructure nécessaire prévue pour le projet susmentionné doit inclure les éléments suivants:

- Travaux maritimes en mer : jetée pour les opérations de chargement / déchargement du méthanier
- Pipelines cryogéniques et réservoirs de stockage cryogéniques
- Unité de regazéification et générateur de puissance
- Station de chargement de camions
- Diverses installations E / M nécessaires au fonctionnement de l'infrastructure SSLNG (systèmes de lutte contre les incendies, réservoirs d'eau de service, paquets d'azote, etc.)

Les principales composantes techniques de l'infrastructure maritime sont : Jetée / Chevalet, d'une longueur de 110 m au large. Plateforme de chargement / déchargement : 30 x 15m. La profondeur au quai est presque de 15 m (MSL). 4 duc d'Albe d'avitaillement et 4 duc d'Albes d'amarrage prévus afin

de recevoir les méthaniers d'une capacité allant jusqu'à 20 000 m<sup>3</sup>. Revêtement en brise-lames pour protéger la ligne de rivage dans la zone de jonction à terre de la jetée d'accès principale. Toutes les structures marines sont prises sur des piliers tubulaires en acier. Les installations terrestres comprennent quatre réservoirs de type C d'une capacité de 1 000 m<sup>3</sup> chacun, une installation de regazéification du GNL, le chargement jusqu'à 4 camions en même temps, ainsi que les infrastructures de bâtiment et les systèmes de sécurité nécessaires. La superficie totale de l'installation est égale à 26 000 m<sup>2</sup>.

Ainsi, une infrastructure portuaire de ravitaillement de GNL comprend des installations de stockage et de déchargement / chargement de GNL pour les navires et les camions de ravitaillement. Une infrastructure de GNL dans le district de PA doit satisfaire aux exigences minimales suivantes :

- En cours de construction et d'exploitation conformément à la directive européenne SEVESO III et à la directive EIA (2011/92/UE telle que modifiée).
- Se conformer à la législation Française applicable.
- Nécessité de maintenir le règlement intérieur et le code de conduite couvrant un large éventail de pratiques d'entreprise, de pratiques et de procédures commerciales relatives à la conduite du personnel de la société. Celles-ci incluent toutes les formes de conduite / transactions, tant internes qu'externes, y compris les consultants et sous-traitants de la société.
- Nécessité de démontrer que la sécurité est une priorité de la société.
- Nécessité de soumettre un rapport annuel à l'autorité de régulation Française de l'énergie.
- Nécessité d'informer l'autorité de réglementation de l'énergie de tout manquement important à la mise en œuvre du programme de conformité.
- Nécessité d'avoir une gouvernance d'entreprise claire, un système de conformité, un système de gestion et un schéma d'accréditation et de surveiller en permanence leur mise en œuvre.
- Nécessité de mettre en œuvre la formation du personnel conformément à ce qui précède.
- Nécessité de mettre en œuvre un plan d'intervention d'urgence clair, en mobilisant toutes les parties prenantes selon les besoins

## **6.4 Fourniture de GNL**

Les principaux avantages découlant de l'utilisation du GNL comme combustible marin sont liés à la réduction significative des émissions de NO<sub>x</sub>, de SO<sub>x</sub>, de PM<sub>10</sub> et de CO<sub>2</sub>, réduisant ainsi de manière significative l'exposition de larges couches de la population des ports aux polluants gazeux susmentionnés.

De plus, des synergies sont attendues avec la création de tout réseau GN local, mettant fin à tout isolement du lieu concerné par rapport aux réseaux GN.

La fourniture de GNL au stockage à petite échelle concerné est donc vitale et, en fonction de la chaîne d'approvisionnement proposée pour la région, peut provenir des terminaux principaux et les plus proches situés à proximité du port. Le transport, en fonction de la capacité de l'installation de stockage, peut être effectué avec des transporteurs de GNL de petite taille, selon le cas. Pour l'intérieur du port, les études et paramètres susmentionnés doivent être pris en compte pour les opérations de chargement, de stockage et de transfert de la cargaison.

Les lots 3, 4 et 5 présentent la situation de l'infrastructure terminale de gaz et de GNL en France, ainsi que des scénarios pouvant être suivis pour les principaux ports d'intérêt.



# Chapter 7

## 7. References

<sup>1</sup> [www.poseidonmedii.com](http://www.poseidonmedii.com)

<sup>1</sup> Paper: 'Small Scale Infrastructure for the Storage and Regasification of LNG at the Port of Patras, within the context of European Project POSEIDON MED II', Boutatis, Solomonidis, Biniskos, 1st International Scientific Conference on Design and Management of Port Coastal and Offshore Works, Athens, Greece, 8-11 May 2019

- Lot 2 List – All List of Guidance, Regulations, Standards and Documentation included have been also used as References
- DESFA S.A., REVITHOUSSA LNG TERMINAL, LNG VESSEL APPROVAL PROCEDURE DOCUMENT, “LNG VESSEL TECHNICAL AND OPERATIONAL COMPATIBILITY WITH REVITHOUSSA LNG TERMINAL”, 9/12/2014, Rev02
- BP Interchangeability report
- Paper: 'LNG Ageing during ship transportation', Angel Benito
- Poseidon Med II Project Deliverables (up to March 2019)
- Website: <http://www.depa.gr>
- Website: <http://www.desfa.gr>
- Website: <https://europa.eu/>
- Website: <https://www.gie.eu/>
- Website: <https://maps.google.com>
- Website: <https://www.wartsila.com>
- Carbon Footprinting Work Group, “Carbon footprinting for ports: Guidance document”, World Ports Climate Initiative – The Port of Los Angeles (Lead Port), 2010 (available on-line: [http://wpci.iaphworldports.org/data/docs/carbonfootprinting/PV\\_DRAFT\\_WPCI\\_Carbon\\_Footprinting\\_Guidance\\_Doc-June-30-2010\\_scg.pdf](http://wpci.iaphworldports.org/data/docs/carbonfootprinting/PV_DRAFT_WPCI_Carbon_Footprinting_Guidance_Doc-June-30-2010_scg.pdf))
- Ericsson, P., Fazlagic, I., “Shore-side Power Supply: A feasibility study and a technical solution for an on-shore electrical infrastructure to supply vessels with electric power while in port”, Master of Science Thesis, Chalmers University of Technology, Göteborg, Sweden, 2008. (available on-line: <http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/174062/174062.pdf>)
- World Ports Climate Initiative, “Implementation - Equipment and solutions” (available on-line: <http://www.ops.wpci.nl/implementation-1/equipment-and-solutions/>)
- ABB, “Shore-to-ship power” (<http://www.abb.com/industries/us/9AAC159110.aspx>)
- Bernacchi, R., “From Shore-to-ship to smart ports: Balancing demand and supply and optimizing capital expenditures,” ABB, 2017.
- Schneider-Electric, “Schneider-Electric-ShoreBoX.” (available on-line: <http://www.schneider-electric.com/en/work/solutions/for-business/marine/shorepower.jsp>)
- Siemens, “SiemensSIHARBOR.” <http://w3.siemens.com/powerdistribution/global/en/mv/power-supply-solutions/onshore-power-supply/pages/siharbor.aspx>
- Radu, D., Jeannot, R., Megdiche, M., Sorrel, J.P., “Shore connection applications: Main challenges,” Jul. 2013.
- ABB, “Shore-to-ship power Converters: ACS6000 SFC & PCS100 SFC Description,” May 2017.
- Cavotec, “Cavotec – Shore power systems for ships” (<http://www.cavotec.com/zh/your-applications/ports-maritime/shore-power/shore-power-systems-for-ships>)
- “Stemmann Technik-Onshore Power Supply” ([http://www.stemmann.com/en/products/onshore\\_power\\_supply](http://www.stemmann.com/en/products/onshore_power_supply))
- Siemens, “SIHARBOR - Onshore power supply for ships in harbours: Technical description,” 2017.

- World Ports Climate Initiative, “Ports planning to use OPS” (available on-line: <http://www.ops.wpci.nl/ops-installed/ports-using-ops/>)
- World Ports Climate Initiative, “Ports using OPS”(available on-line: <http://www.ops.wpci.nl/ops-installed/ports-using-ops/>)
- World Ports Climate Initiative, “Gothenburg” (available on-line: <http://www.ops.wpci.nl/ops-installed/gothenburg/>)
- Port of Gothenburg, “Onshore power supply for vessels” (available on-line: <https://www.portofgothenburg.com/about-the-port/greener-transport/onshore-power-supply-for-vessels/>)
- World Ports Climate Initiative, “Port of Antwerp” (available on-line: <http://www.ops.wpci.nl/ops-installed/antwerp/>)
- World Ports Climate Initiative, “Seattle” (available on-line: <http://www.ops.wpci.nl/ops-installed/seattle/>)
- World Ports Climate Initiative, “Rotterdam” (available on-line: <http://www.ops.wpci.nl/ops-installed/rotterdam/>)
- Port of Los Angeles, “Alternative Maritime Power” (available on-line: <https://www.portoflosangeles.org/environment/amp.asp>)
- World Ports Climate Initiative, “Los Angeles” (available on-line: <http://www.ops.wpci.nl/ops-installed/los-angeles/>)
- Khersonsky, Y., Islam, M., Peterson, K., “Challenges of Connecting Shipboard Marine Systems to Medium Voltage Shoreside Electrical Power”, IEEE Transactions on Industry Applications Vol. 43 (3), pp. 838-844, May/June. 2007.
- Sciberras E.A., Zahawi B., Atkinson D.J., “Electrical characteristics of cold ironing energy supply for berthed ships”, Transportation Research. Part D: Transport & Environment Vol. 39, pp. 31-43, 2015.
- Danfos, “Hybrid propulsion solutions AC drives have key roles in hybridization and integration”, (available on-line: <http://drives.danfoss.com/industries/marine-and-offshore/hybrid-propulsion-solutions/#/>)
- Clean Technica, “World’s First All-Electric Battery-Powered Ferry”, (available on-line: <https://cleantechnica.com/2015/06/13/worlds-first-electric-battery-powered-ferry/>)
- World Ports Climate Initiative, “2025 Mandatory Shore Power in EU”, (available on-line: <http://www.ops.wpci.nl/implementation-1/legal-analysis/e-dot-u-dot-policy/>)
- The California Air Resources Board, “Shore Power for Ocean-going Vessels”, (available on-line: <https://www.arb.ca.gov/ports/shorepower/shorepower.htm>)
- Vermeire M. B., “Everything You Need to Know About Marine Fuels”, Chevron, Ghent, Belgium, 2012. (available on-line: [http://www.chevronmarineproducts.com/content/dam/chevron-marine/Brochures/Chevron\\_EverythingYouNeedToKnowAboutFuels\\_v3\\_1a\\_DESKTOP.pdf](http://www.chevronmarineproducts.com/content/dam/chevron-marine/Brochures/Chevron_EverythingYouNeedToKnowAboutFuels_v3_1a_DESKTOP.pdf))
- Livanos, G.A., Theotokatos, G., Pagonis, D.N., “Techno-economic investigation of alternative propulsion plants for Ferries and RoRo ships”, Energy Conversion and Management Vol. 79, p.p. 640–651, 2014
- [www.greencruiseport.eu](http://www.greencruiseport.eu), Opportunities and Limitations for Connecting Cruise Vessels to Shore Power
- Sciberras EA, Zahawi B, Atkinson DJ, Juandó A, Sarasquete A. Cold ironing and onshore generation for airborne emission reductions in ports. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part M: Journal of Engineering for the Maritime Environment 2014*
- [www.safety4sea.com](http://www.safety4sea.com)
- Daniel Radu – Lorene Grandidier, “Shore Connection Technology, Environmental Benefits and Best Practices”, Schneider Electric July 2012
- M. Laviola, M. Figari, M. Altosole, S. Savio. LNG fueled barge for cold ironing: feasibility study for the emission abatement in the Port of Genoa. University of Genoa, Italy





### **Personne de Contact**

Tariq Berdai  
Marine et offshore

Nom enregistré Lloyd's Register EMEA

T : +33491910044

E : Tariq.Berdai@lr.org

W : **lr.org**/[Cliquez ici pour entrer une extension](#)

Lloyd's Register Group Limited, ses filiales et ses sociétés affiliées, ainsi que leurs dirigeants, employés ou mandataires respectifs, sont désignés, individuellement et collectivement, dans la présente clause sous le nom de «Lloyd's Register». Lloyd's Register n'assume aucune responsabilité et ne pourra être tenu responsable vis-à-vis de qui que ce soit, pour tout préjudice, perte ou dépense résultant de l'utilisation des informations ou des conseils contenus dans le présent document ou de quelque manière que ce soit, sauf si cette personne a signé un contrat avec l'entité concernée fourniture de ces informations ou de ces conseils et dans ce cas, toute responsabilité repose exclusivement sur les termes et conditions énoncés dans ce contrat.

Sauf disposition contraire de la législation en vigueur, aucune partie de cette œuvre ne peut être photocopiée, stockée dans un système de récupération, publiée, réalisée en public, adaptée, diffusée, transmise, enregistrée ou reproduite sous quelque forme ou par quelque moyen que ce soit, sans l'autorisation préalable de la société, titulaire du droit d'auteur.

Les demandes de renseignements doivent être adressées à Lloyd's Register, 71 Fenchurch Street, Londres, EC3M 4BS.

© Lloyd's Register Juillet 2019.