



Partage d'information opérationnelle

Gaz naturel liquéfié (GNL), carburant pour navires et bateaux

1. Éléments de contexte

L'utilisation du GNL comme carburant pour les navires permet de réduire significativement les émissions polluantes. En effet, il n'émet pratiquement pas de polluants atmosphériques ni de particules fines, tout en permettant de réduire jusqu'à 25% les émissions de gaz à effet de serre comparativement au diesel marin. Les technologies pour utiliser le GNL comme carburant marin sont éprouvées et présentes sur le marché.

Aujourd'hui une centaine de navires est en activité et une autre centaine en commande. A l'horizon 2020 ce nombre pourrait dépasser les 1 000 navires.

2. Conséquences techniques

Les capacités fixes de stockage pourront atteindre des volumes de l'ordre de 18 000 m³.

Tous les types de navires sont concernés et deux modèles de technologies sont principalement développées :

- technologies basées sur l'utilisation de moteurs thermiques. L'alimentation en GNL s'effectuera depuis une chambre des pompes située sous le château avant. Une conduite acheminera le gaz jusqu'aux moteurs situés à l'arrière du navire. Ces navires disposeront de citernes et de canalisations dédiées au « diesel oil » (DO) ;
- technologies basées sur l'alimentation en GNL de turbines qui permettront d'alimenter des moteurs électriques.

Les réservoirs pourront être placés dans les fonds en avant du compartiment des machines (figure 4), en pontée (figure 5) ou sur la plage arrière (figure 6).

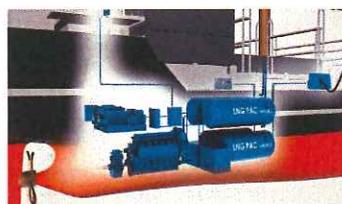


Figure 4



Figure 5

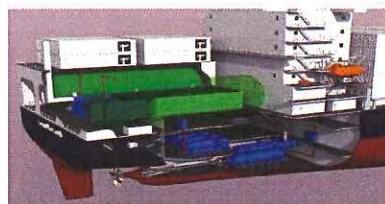


Figure 6

3. Principes de chargement¹

Il faut distinguer 3 méthodes de chargement :

- « **Truck to ship** » :
 - Soit le véhicule transporteur de gaz est connecté au navire par des flexibles cryogéniques.
Les citernes du navire sont comprises **entre 50 et 100 m³**.
 - Soit des containers de 40 pieds seront acheminés par camion du terminal méthanier au port, puis grutés à bord à l'aide d'un portique.
Le navire comprend 4 citernes de **76.3 m³ (305.2 m³ au total)**.



- « **Ship to ship** » :
Un navire, ou une barge de soutage, vient se mettre à couple du navire souté. Un bras articulé permet le raccordement au niveau du poste de soutage.
Les citernes du navire sont comprises **entre 100 et 6 500 m³** actuellement (jusqu'à 18 000 m³ à l'horizon 2020).



- « **Port to ship** » :
Le navire souté est à un quai dédié. Une installation de stockage de GNL alimente des canalisations fixes qui permettent le raccordement au poste de soutage à bord.
Les citernes du navire sont comprises entre **500 et 20 000 m³**.



Dans tous les cas, la mise en place d'un périmètre de sécurité (100 mètres) est nécessaire lors du chargement, que ce soit sur le quai ou sur le plan d'eau (limitation de la navigation).

¹ EMSA guidance on LNG Bunkering to Port Authorities/Administrations (Agence Européenne de Sécurité Maritime : conseils aux autorités portuaires / Administrations pour les opérations de soutage).

4. Situations accidentelles envisageables

Nature	Configuration	Effets possibles
Fuite en phase gazeuse sous pression	Air libre	- L'évaporation d'une nappe de GNL a tendance à rester dans un 1 ^{er} temps au niveau du sol. Lorsque le nuage se réchauffe, le gaz naturel devient plus léger que l'air et s'élève de manière classique ² . - Feu de type « torchère »
	Confinée	- Création d'un mélange air / gaz inflammable - Surpression suite à inflammation - Explosion - Feu de type « torchère »
Fuite en phase gazeuse	Air libre	- Formation d'un nuage gazeux - Feu de type « torchère »
	Confinée	- Création d'un mélange air / gaz inflammable - Surpression suite à inflammation - Explosion
Fuite en phase liquide	Inflammation immédiate ou proche de la nappe	- Feu de nappe
	Inflammation retardée ou éloignée	- Feu de gaz d'évaporation
	A la mer	- Explosion froide due à la transition rapide de phase (TRP) ³
Arrêt du transfert de GNL	Dans les canalisations	- Montée en pression progressive à l'intérieur des canalisations ⁴ . - Rupture des brides voire des canalisations
Contact de GNL avec les matériaux		- Fragilisation
Contact de GNL avec la peau		- Brûlures cryogéniques

² Les vapeurs de GNL sont incolores et inodores (sauf si odorisation THT). Même froides, il y aura un nuage visible en raison de la condensation de la vapeur d'eau contenue dans l'air ambiant.

³ Ce phénomène est causé par la différence de température entre l'eau de mer et le GNL. Lorsque les deux liquides entrent en contact, une vaporisation quasi-instantanée du GNL apparaît. Il se produit alors une brusque augmentation du volume total occupé avec production d'une onde de choc. Cette surpression n'est pas consécutive à un phénomène de combustion.

⁴ La montée en pression peut être rapide uniquement pour un équipement sans isolant thermique soumis à un feu. Normalement, chaque équipement est muni d'une soupape pour contrer une montée en pression. Source ELENGY.

5. Tactiques de lutte

5.1. Dispositions communes à tous les types de sinistres

Type de sinistre	Conduite à tenir	
Fuite de gaz	Réaliser un périmètre de sécurité (100 m).	Mettre en place des rideaux d'eau afin de canaliser le gaz.
Fuite de gaz liquide	Fermer les vannes amont et aval.	
Feu de type « torchère »	Pour les navires en phase de soutage, actionner le ou les arrêts d'urgence (ESD ou emergency shut-down) et activer les dispositifs de déconnexion d'urgence (ERS ou emergency release system).	Mettre en place des rideaux d'eau afin de protéger le personnel et les installations du flux thermique.
Feu de nappe		
Feu de nuage (flash-fire) ⁵		
Explosion d'un nuage de gaz non confiné (UVCE) ⁶		

5.2. Dispositions spécifiques en fonction de la nature du sinistre

Type de sinistre	Conduite à tenir
Fuite de gaz	A l'air libre, si la vitesse du vent est supérieure à 5 m/seconde le taux de dilution dans l'air rend négligeable le risque d'inflammation.
	Si la fuite est confinée, ventiler le local afin de diluer et évacuer le gaz.
Fuite de gaz liquide	Si la fuite est faible, arroser avec un jet diffusé l'origine de la fuite afin de former un glaçon et réduire ainsi le débit de fuite. Attention en cas de fuite importante, il y a un risque de transition rapide de phase (TRP), avec onde de choc.
	Si formation d'une flaque dans un local, il est possible de réaliser un tapis de mousse haut foisonnement ⁷ (faible teneur en eau) afin de limiter l'émission de vapeurs.
	Dans un milieu confiné, mettre en place un dispositif de ventilation.

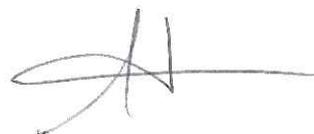
⁵ Combustion non explosive d'un nuage de GNL en milieu non encombré. Le principal effet de ce phénomène est thermique.

⁶ Phénomène rapide qui se produit à l'air libre en milieu encombré. La flamme se propage dans le nuage en créant une onde de surpression susceptible de produire des effets thermiques et mécaniques. Plus la zone est encombrée, plus les effets sont importants.

⁷ Le taux de foisonnement optimal est de 150. En-dessous de ce ratio la quantité d'eau contenue dans la mousse peut avoir tendance à activer le feu. Au-dessus de ce ratio, la mousse a tendance à être dispersée par le vent. Source ELENGY.

Feu de type « torchère »	<p>Si possible et après isolement (amont et aval), laisser le volume restant dans la canalisation isolée se consumer.</p> <p>Si extinction obligatoire, projeter de la poudre polyvalente sur les flammes.</p>
Feu de nappe	<p>Pour mémoire, 1 litre de GNL liquide produit 600 litres de gaz à 20°C et 250 litres à -160°C.</p> <p>Si le feu est confiné il existe un risque de surpression.</p> <p>Ne pas utiliser d'eau pour l'extinction (risque de TRP et de surpression).</p> <p>Attaquer le sinistre au moyen de poudre polyvalente⁸ voire de mousse haut foisonnement à un taux de 150⁹.</p> <p>Une extinction combinée poudre mousse peut être envisagée.</p>
Feu de nuage	<p>En milieu confiné et une fois l'extinction réalisée, assainir le local à des fins de reconquête.</p>
UVCE	<p>Extinction des feux résiduels.</p>

Pour le ministre,
et par délégation,
La sous-directrice de la doctrine
et des ressources humaines,



Madame Mireille LARREDE

⁸ L'extinction reste difficile, il existe un risque de rallumage si des structures métalliques chaudes sont à proximité. Au-delà d'une surface de 100 m², l'extinction d'un feu de nappe est quasiment impossible. Source ELENGY.

⁹ L'attaque à la mousse ne permet pas d'éteindre le sinistre mais limite l'ampleur des flammes lorsque la nappe est conséquente. Source ELENGY.