

DIRECTIVES ENVIRONNEMENTALES, SANITAIRES ET SECURITAIRES POUR LES INSTALLATIONS DE GAZ NATUREL LIQUEFIE

INTRODUCTION

1. Les Directives environnementales, sanitaires et sécuritaires (Directives EHS) sont des documents de références techniques qui présentent des exemples de bonnes pratiques internationales¹, de portée générale ou concernant une branche d'activité particulière. Lorsqu'un ou plusieurs États membres participent à un projet du Groupe de la Banque mondiale, les Directives EHS doivent être suivies conformément aux politiques et normes de ces pays. Les Directives EHS établies pour les différentes branches d'activité sont conçues pour être utilisées conjointement aux **Directives EHS générales**, qui présentent des principes directeurs en matière d'environnement, de santé et de sécurité applicables dans tous les domaines. Les projets complexes peuvent exiger l'application de plusieurs directives couvrant des branches d'activité différentes. La liste complète de ces directives figure à l'adresse www.ifc.org/ehsguidelines.
2. Les Directives EHS indiquent les mesures et niveaux de performance qui sont généralement considérés comme réalisables dans de nouvelles installations avec les technologies existantes à un coût raisonnable. L'application des Directives EHS dans des installations existantes peut nécessiter la définition d'objectifs spécifiques et l'établissement d'un calendrier adapté pour atteindre ces objectifs.
3. Le champ d'application des Directives EHS doit être fonction des aléas et des risques identifiés pour chaque projet sur la base des résultats d'une évaluation environnementale qui prend en compte des éléments spécifiques au site du projet, comme les conditions en vigueur dans le pays dans lequel le projet est réalisé, la capacité d'assimilation de l'environnement et d'autres facteurs propres au projet. Le champ d'application de recommandations techniques particulières doit être établi sur la base de l'opinion professionnelle de personnes qualifiées et expérimentées.
4. Si les normes et seuils stipulés dans les réglementations du pays d'accueil diffèrent de ceux indiqués dans les Directives EHS, les plus rigoureux seront retenus pour les projets menés dans ce pays. Si des mesures ou niveaux moins contraignants que ceux des Directives EHS sont indiqués pour des raisons particulières dans le contexte du projet, une justification détaillée pour chacune de ces autres options doit être présentée dans le cadre de l'évaluation environnementale du site considéré. Cette justification devra montrer que les niveaux de performance proposés permettent de protéger la santé humaine et l'environnement.

¹ C'est-à-dire les pratiques que l'on peut raisonnablement attendre de professionnels qualifiés et chevronnés faisant preuve de compétence professionnelle, de diligence, de prudence et de prévoyance dans le cadre de la poursuite d'activités du même type dans des circonstances identiques ou similaires partout dans le monde. Les circonstances que des professionnels qualifiés et chevronnés peuvent rencontrer lorsqu'ils évaluent toute la gamme des techniques de prévention de la pollution et de dépollution applicables dans le cadre d'un projet peuvent inclure, sans toutefois s'y limiter, divers degrés de dégradation environnementale et de capacité d'assimilation de l'environnement ainsi que différents niveaux de faisabilité financière et technique.

CHAMP D'APPLICATION

5. Les Directives EHS pour les installations de gaz naturel liquéfié (GNL) contiennent des informations concernant les installations de liquéfaction de gaz à charge minimale, le transport (par mer et par voie terrestre), les unités de stockage et de regazéification (y compris flottantes), les terminaux d'écrêtement de la demande de pointe et les installations d'avitaillement en GNL. Les **Directives EHS pour les ports et les terminaux** donnent de plus amples informations sur les installations côtières de GNL en général (terminaux côtiers, bases de fournitures maritimes, terminaux de chargement et de déchargement), et sur les ports et jetées. On trouvera plus d'informations sur les aspects environnementaux, sanitaires et sécuritaires associés aux navires et aux unités flottantes de stockage dans les **Directives EHS pour le transport maritime**. Et les questions environnementales, sanitaires et sécuritaires associées au transport routier de GNL sont traitées dans les **Directives EHS générales**, tandis que les questions liées à la production et au stockage de gaz de pétrole liquéfié et/ou de condensats dans les installations de liquéfaction ne sont pas couvertes par les présentes directives.

Le présent document s'articule comme suit :

1. Description et gestion de l'impact propre aux activités considérées	2
1.1 Environnement.....	3
1.2 Hygiène et sécurité au travail.....	12
1.3 Santé et sécurité de la population.....	17
2. Suivi des indicateurs de performance	18
2.1 Environnement.....	18
2.2 Hygiène et sécurité au travail.....	20
3. Bibliographie	22
Annexe A. Description générale de la branche d'activité.....	24

1. DESCRIPTION ET GESTION DE L'IMPACT PROPRE AUX ACTIVITES CONSIDEREES

6. Cette section comporte un résumé des questions d'ordre environnemental, sanitaire et sécuritaire associées aux installations de GNL², ainsi que des recommandations sur la manière de les gérer. Ces questions concernent toutes les activités énumérées auxquelles les présentes directives s'appliquent. Des recommandations supplémentaires relatives à la gestion des questions communes à la plupart des projets de grande envergure durant la construction et le démantèlement des installations figurent dans les **Directives EHS générales**.

² Le gaz naturel se compose principalement de méthane, mais comprend généralement des quantités variables d'autres alcanes supérieurs et parfois un faible pourcentage de dioxyde de carbone, d'azote, d'hydrogène sulfuré ou d'hélium.

1.1 Environnement

7. Les questions environnementales ci-après doivent être examinées dans le cadre d'un programme global d'évaluation et de gestion des risques et des effets potentiels du projet concerné. Différents risques environnementaux peuvent être associés aux installations de GNL, qui tiennent aux éléments suivants :

- Gestion des matières dangereuses
- Rejets d'eaux usées
- Émissions atmosphériques
- Gestion des déchets
- Bruit
- Problèmes liés au transport de GNL
- Problèmes liés à l'avitaillement en GNL.

1.1.1 Gestion des matières dangereuses

8. Le stockage, le transfert et le transport du GNL peuvent s'accompagner de fuites ou de déversements accidentels par les bacs de stockage, les conduites, les flexibles et les pompes des installations terrestres et des navires et véhicules de transport de GNL. Le stockage et le transfert du GNL présentent également un risque d'incendie et, lorsque ce produit est sous pression, un risque d'explosion en raison de la nature inflammable du gaz d'évaporation.

9. Indépendamment des recommandations applicables à la gestion des matières dangereuses et des produits pétroliers figurant dans les **Directives EHS générales**, il est recommandé de prendre des mesures pour gérer ces risques, qui consistent à :

- Assurer la conformité des bacs de stockage de GNL et de leurs composants (canalisations, soupapes et pompes) aux normes internationalement reconnues en matière d'intégrité structurale et de performances d'utilisation afin d'éviter des pannes pouvant avoir des conséquences catastrophiques et de prévenir les incendies et les explosions pendant l'exploitation normale et pendant une exposition à des risques naturels. Il s'agit notamment des normes internationalement reconnues concernant la mise en service, la protection contre les débordements, les enceintes de confinement secondaire, le comptage et la régulation du débit, la protection contre les incendies (y compris les pare-flammes) et la mise à la terre (pour éviter l'accumulation des charges électrostatiques)³.

³ Consulter les documents suivants : *US Code of Federal Regulations (CFR), Title 49, Part 193: Liquefied Natural Gas Facilities: Federal Safety Standards* (2006) et la norme européenne (NE) 1473 : *Installations et équipements de gaz naturel liquéfié — Conception des installations terrestres* (2016), *National Fire Protection Association (NFPA) 59A Standard for the Production, Storage, and Handling of Liquefied Natural Gas* (2016), *NFPA 52 Vehicular Gaseous Fuel Systems Code* (2013) et *EN 13645 : Installations and Equipment for Liquefied Natural Gas—Design of Onshore Installations with a Storage Capacity Between 5 metric tons and 200 metric tons* (2002), ainsi que les normes ISO pertinentes.

- Inspecter périodiquement les bacs de stockage et leurs composants (par exemple, toit et joints d'étanchéité) pour détecter tout signe de corrosion et vérifier leur intégrité structurale, et les soumettre à un entretien et remplacer les équipements (par exemple, des canalisations, joints d'étanchéité, raccordements et soupapes)⁴. Le cas échéant, un système de protection cathodique doit être posé pour prévenir ou réduire au minimum la corrosion.
- Veiller à ce que les activités de chargement/déchargement (par exemple, transfert de cargaison entre le méthanier et le terminal) soient exécutées par du personnel dûment formé et conformément à des procédures officielles définies à l'avance afin d'éviter les déversements accidentels et les risques d'incendie/explosion. Les procédures doivent couvrir toutes les étapes du chargement et du déchargement entre l'arrivée et le départ du méthanier, le raccordement au réseau de mise à la terre, la vérification du branchement et du débranchement correct des flexibles, le respect des interdictions de fumer et des interdictions de flammes nues applicables au personnel et aux visiteurs⁵.

Déversements

10. Le GNL est un liquide cryogénique (son point d'ébullition à la pression atmosphérique est de $-162\text{ }^{\circ}\text{C}$ [$-259\text{ }^{\circ}\text{F}$]) ininflammable à l'état liquide. Toutefois, en se réchauffant, le GNL produit des évaporats (principalement le méthane) qui, dans certaines conditions, peuvent former un nuage s'ils sont déversés dans l'atmosphère. Les déversements incontrôlés de GNL peuvent provoquer des feux de torche ou de nappe en présence d'une source d'inflammation, ou un nuage de vapeur de méthane potentiellement inflammable (feu à inflammation instantanée) dans des conditions de confinement ou de non-confinement, en présence d'une source d'inflammation. Le GNL déversé directement sur une surface chaude (par exemple, de l'eau⁶) peut provoquer un changement de phase soudain connu sous le nom de transition de phase rapide (TPR)⁷.

11. Indépendamment des recommandations sur les interventions d'urgence figurant dans les **Directives EHS générales**, il est recommandé de prendre des mesures pour prévenir les déversements de GNL et y faire face, qui consistent à :

⁴ Il existe plusieurs méthodes d'inspection des bacs. Les inspections visuelles permettent de déceler les fissures et les fuites. Les analyses aux rayons X ou aux ultrasons permettent de mesurer l'épaisseur de la paroi et de localiser précisément les fissures. Les épreuves hydrauliques permettent de détecter les fuites dues à la pression et une analyse par courant de Foucault associée à une analyse par ultrasons permet de détecter les piqûres de corrosion.

⁵ Exemples de règles de l'art applicables au chargement/déchargement du GNL : *Liquefied Gas Handling Principles on Ships and in Terminals – 3rd edition* (1999), *Society of International Gas Tanker and Terminal Operators Ltd (SIGTTO)* et *US Code of Federal Regulations (CFR) 33 CFR Part 127: Waterfront facilities handling liquefied natural gas and liquefied hazardous gas*.

⁶ Le GNL se vaporise rapidement lorsqu'il est exposé à des sources de chaleur ambiante comme l'eau, et produit environ 600 m^3 de gaz naturel par m^3 de liquide.

⁷ Un des risques potentiels pour l'environnement et la sécurité posés par le transport par mer du GNL est lié au changement de phase rapide qui peut se produire en cas de déversement accidentel et très rapide de GNL sur de l'eau. Le transfert de la chaleur de l'eau vers le GNL fait instantanément passer ce dernier de la phase liquide à la phase gazeuse. L'importante quantité d'énergie dégagée pendant un changement de phase rapide peut entraîner une explosion sans combustion ou une réaction chimique. Le danger potentiel d'un changement de phase rapide peut être très élevé, mais il est généralement limité à la zone du déversement.

- Procéder à une évaluation des risques de déversement des installations et les opérations connexes de transport/expédition par mer, à la lumière des modèles reconnus au niveau international.
- Établir un plan de prévention et de surveillance des déversements comportant les scénarios significatifs et de l'ampleur des déversements. Ce plan doit être accompagné des ressources et de la formation nécessaires. L'équipement d'intervention doit être facilement disponible et permettre de faire face à des déversements mineurs. Les dispositions et procédures visant à mobiliser des ressources externes pour faire face à des déversements plus importants et les stratégies de déploiement de ces ressources doivent être incluses dans le plan, de même qu'une liste complète décrivant la nature, l'emplacement et l'utilisation des équipements d'intervention sur site et hors site, ainsi que les délais d'intervention pour leur déploiement.
- Établir les plans d'intervention en cas de déversement en coordination avec les autorités locales de réglementation concernées.
- Équiper les installations d'un système de détection rapide des fuites de gaz, conçu de façon à faciliter la détection et la localisation de la source de la fuite afin que les exploitants puissent rapidement déclencher les opérations d'arrêt d'urgence et réduire au minimum le volume de la fuite de gaz.
- Mettre en place un système d'arrêt d'urgence pour déclencher l'arrêt automatique des opérations de transfert en cas de fuite importante de GNL.
- Pour les opérations de chargement/déchargement faisant intervenir des navires et des terminaux, élaborer et mettre en place des procédures de prévention des déversements conformes aux normes et directives internationales applicables et portant spécifiquement sur les communications et la planification préliminaires avec le terminal récepteur⁸.
- Veiller à ce que les bacs de stockage du GNL à terre soient équipés d'une enceinte de confinement secondaire suffisante (par exemple, enveloppe intérieure en acier soudé à haute teneur en nickel et enveloppe extérieure en béton armé ; bac à paroi unique avec bassin ouvert de confinement, bac à confinement total du volume stocké) pour maîtriser un déversement soudain.
- Les installations doivent prévoir un nivellement, un drainage ou une rétention pour les zones de vaporisation, de traitement ou de transfert capables de contenir la plus grande quantité totale de GNL ou autre liquide inflammable qui pourrait être libérée d'une seule ligne de transfert en 10 minutes⁹.
- Choisir les matériaux des canalisations et des équipements susceptibles d'être exposés à des températures cryogéniques conformément aux normes internationales applicables¹⁰.
- En cas de fuite de gaz, veiller à ce que la dispersion des émissions de gaz s'effectue en toute sécurité en assurant la plus grande ventilation possible des zones et en réduisant au minimum

⁸ Consulter *U.S. CFR Title 49, Part 193 : Liquefied Natural Gas Facilities: Federal Safety Standards* (2006) et la norme européenne (NE) 1473 : *Installations et équipements de gaz naturel liquéfié – Conception des installations terrestres* (1997), ainsi que *NFPA 59A Standard for the Production, Storage, and Handling of Liquefied Natural Gas* (2006).

⁹ Dans la norme NE 1473, il est suggéré de concevoir le système de confinement à partir d'une évaluation des risques.

¹⁰ *NFPA 59A Standard for the Production, Storage, and Handling of Liquefied Natural Gas* (2016) et *FPA 52 Vehicular Gaseous Fuel Systems Code* (2013).

les possibilités d'accumulation de gaz dans les espaces clos ou partiellement clos. Il importe de laisser s'évaporer les déversements de GNL, la vitesse d'évaporation étant ralentie, si possible, par exemple, au moyen de mousse à expansion.

- Concevoir les égouts des installations pour collecter les déversements accidentels de substances dangereuses et réduire ainsi les risques d'incendie et d'explosion et les rejets dans l'environnement. Le système de collecte des déversements de GNL (système à caniveaux et bassin) doit être conçu de façon à ralentir la vitesse de vaporisation et à réduire la superficie de la zone de dispersion des vapeurs¹¹.

1.1.2 Rejets d'eaux usées

12. Les **Directives EHS générales** donnent des informations sur la gestion des eaux usées, la conservation et la réutilisation des eaux, ainsi que sur les programmes de surveillance des eaux usées et de suivi de la qualité de l'eau. Les informations ci-après concernent les eaux usées spécifiques aux installations de GNL.

Eau de refroidissement et courants d'eau froide

13. L'utilisation d'eau de refroidissement dans les opérations de traitement des installations de GNL et d'eau de revaporisation dans les installations de réception des terminaux de GNL peut entraîner une forte consommation d'eau et le rejet d'importants volumes d'eau. Différentes mesures recommandées pour limiter la consommation et les rejets d'eau dans un processus de traitement thermique en circuit ouvert consistent à :

- Les possibilités de conservation de l'eau doivent être envisagées pour les systèmes de refroidissement des installations de GNL (par exemple, remplacement des échangeurs de chaleur refroidis à l'eau par des échangeurs refroidis à l'air et rejet possible des eaux froides dans les circuits d'installations industrielles ou de centrales électriques voisines). Le choix du système doit concilier les avantages environnementaux et les considérations de sécurité¹². De plus amples informations sur la conservation de l'eau figurent dans les **Directives EHS générales**.
- Rejeter les eaux de refroidissement et les eaux froides dans les eaux de surface en un lieu assurant un brassage optimal du panache thermique afin que la température en bordure de la zone de brassage soit, au maximum, supérieure de 3 degrés Celsius à la température ambiante, conformément aux orientations fournies dans les **Directives EHS générales** (consulter le tableau 1 de la section 2.1 des présentes directives).
- Si l'emploi de biocides/produits chimiques est nécessaire, choisir avec soin les additifs chimiques en question en fonction de leur concentration, toxicité, biodégradabilité, biodisponibilité et bioaccumulation potentielle. Il convient de tenir compte des effets résiduels au point de rejet, au moyen de techniques comme l'évaluation fondée sur les risques.

¹¹ En orientant le déversement de GNL vers un système de confinement éloigné, par exemple.

¹² Par exemple, lorsque l'espace est limité (c'est-à-dire en mer), les risques d'explosion pèsent lourdement dans le choix des options. Il est recommandé d'adopter une méthode équilibrée de réduction des risques au niveau le plus faible qu'il soit raisonnablement possible d'atteindre.

Autres eaux usées

14. Les installations de GNL rejettent également des eaux usées de traitement et des eaux de ruissellement (provenant de zones de traitement et des zones ne servant pas au traitement), des eaux d'égout et des eaux de fonds de bacs (résultant de la condensation dans les bacs de stockage de GNL), des eaux du réseau de lutte contre l'incendie, des eaux de lavage des équipements et des véhicules et, d'une manière générale, des eaux huileuses et d'autres types d'eaux (eaux des essais hydrostatiques). Différentes mesures de prévention de la pollution et de traitement de ces eaux sont recommandées :

- *Eaux d'égout* : traiter les eaux grises (lavage, linge et vaisselle) et les eaux noires (contenant des déchets organiques) conformément aux **Directives EHS générales**.
- *Eaux de drainage et eaux de ruissellement* : installer dans la mesure du possible des réseaux séparés de collecte des eaux de drainage provenant des zones de production et pouvant être contaminées par des hydrocarbures (drainage endoréique) et des eaux de drainage provenant des zones hors production (drainage ouvert). Ces installations doivent être compatibles avec les systèmes de contrôle des déversements de GNL identifiés dans la section portant sur la gestion des matières dangereuses. Toutes les zones de traitement doivent être confinées et entourées d'une digue pour s'assurer que les eaux de drainage s'écoulent vers le réseau endoréique et éviter tout ruissellement de surface incontrôlé potentiellement contaminé par des hydrocarbures. Des réservoirs de collecte et des citernes à résidus d'une capacité suffisante pour faire face aux conditions d'exploitation prévisibles doivent être prévus, ainsi que des systèmes de trop-plein. Des bacs ou d'autres dispositifs de collecte des ruissellements des équipements non équipés de bassins de confinement doivent être prévus ; ces ruissellements doivent être déchargés dans le circuit de drainage endoréique. Les canaux et les bassins de collecte des eaux de ruissellement faisant partie du réseau de drainage ouvert doivent être équipés de séparateurs d'huile. Ces séparateurs peuvent être à chicanes ou coalescents et doivent être périodiquement entretenus. Après avoir été traitées dans un séparateur d'huile, les eaux de ruissellement contaminées par les hydrocarbures ne doivent pas contenir plus de 10 mg/L d'huiles et de graisses (consulter le tableau 1 de la section 2.1 des présentes directives). De plus amples informations sur la gestion des eaux de ruissellement figurent dans les **Directives EHS générales**.
- *Eau de lutte contre l'incendie* : confiner et évacuer les écoulements d'eau des exercices d'incendie vers le réseau de drainage des installations ou, s'ils sont contaminés par des hydrocarbures, vers un bassin de stockage et une unité de traitement.
- *Eaux de lavage* : évacuer les eaux de lavage des équipements et des véhicules vers le réseau de drainage endoréique ou vers le système de traitement des eaux usées de l'installation.
- *Eaux huileuses* : évacuer les eaux huileuses des bacs de collecte et les ruissellements des équipements de traitement et des canalisations vers le système de traitement des eaux usées.
- *Eaux des essais hydrostatiques* : les essais hydrostatiques des équipements de GNL (bacs de stockage, réseaux de canalisations des installations, raccordements des canalisations de transfert et autres équipements) effectués durant les phases de construction et de mise en service comprennent des essais sous pression d'eau des équipements pour vérifier l'intégrité structurale du matériel et détecter des fuites éventuelles. Des additifs chimiques peuvent être ajoutés à l'eau pour prévenir la corrosion interne. Les canalisations et les éléments cryogéniques

peuvent subir des épreuves pneumatiques (air ou azote secs). Pendant les essais hydrostatiques, il est recommandé de prendre des mesures de prévention et de dépollution qui consistent à :

- Réduire les quantités de produits chimiques nécessaires en minimisant le temps pendant lequel l'eau des essais reste dans les équipements ;
- Choisir soigneusement les additifs chimiques en ce qui concerne les caractéristiques suivantes : concentration, toxicité, biodégradabilité, biodisponibilité et bioaccumulation potentielle ;
- Utiliser la même eau pour plusieurs tests.

15. Si le rejet des eaux d'essais dans les eaux de surface ou sur le sol est la seule alternative offerte, un plan d'évacuation de ces eaux doit être élaboré (points de rejet, débit de rejet, utilisation et dispersion des produits chimiques, risques pour l'environnement et surveillance requise). La qualité des eaux d'essais doit être vérifiée avant utilisation et évacuation, et ces eaux doivent être traitées pour respecter les teneurs limites fixées au tableau 1 de la section 2.1 des présentes directives¹³. Des recommandations supplémentaires sur la gestion des eaux d'essais des canalisations figurent dans les **Directives EHS sur l'exploitation du pétrole et du gaz à terre** et les **Directives EHS sur l'exploitation du pétrole et du gaz en mer**.

1.1.3 Émissions atmosphériques

16. Dans les installations de GNL, les émissions atmosphériques (continues ou non) proviennent notamment des activités de combustion aux fins de production d'énergie et de chaleur (par exemple, pour les chaudières ou les unités de déshydratation et de liquéfaction des terminaux de liquéfaction du GNL, et les unités de regazéification des terminaux de réception du GNL), et des moteurs alternatifs et d'autres types de moteurs (qui peuvent être utilisés pour faire fonctionner de grosses machines telles que les compresseurs et les pompes). Les émissions atmosphériques dues au torchage et au dégazage, ainsi que les émissions fugitives, peuvent provenir des opérations des terminaux de liquéfaction et des terminaux de regazéification. Les polluants atmosphériques provenant généralement de ces sources sont des oxydes d'azote (NO_x), l'oxyde de carbone (CO), le dioxyde de carbone (CO₂), et lorsque le gaz naturel est corrosif, le dioxyde de soufre (SO₂).

17. Les installations de GNL équipées de nombreuses sources de combustion (notamment les unités flottantes de stockage et de regazéification amarrées sur le long terme) doivent faire l'objet, dès le stade de la conception et de la planification opérationnelle, d'une évaluation des effets sur la qualité de l'air à partir de données de référence et de modèles de dispersion afin de déterminer la composition potentielle de l'air au niveau du sol (consulter les **Directives EHS générales**). Ces études ont pour but de s'assurer que les effets néfastes pour la santé humaine et l'environnement sont évités ou atténués.

18. Des solutions techniquement possibles et économiquement rationnelles doivent être essayées pour optimiser le rendement énergétique et concevoir des installations permettant de réduire la consommation

¹³ Le rejet d'effluents dans les eaux de surface ne doit pas avoir de conséquences significatives pour la santé humaine et les habitats sensibles. Un plan d'évacuation (points de rejet, débit de rejet, utilisation et dispersion de produits chimiques et risques pour l'environnement) peut être nécessaire. Les rejets doivent être effectués loin des zones écologiquement fragiles, en portant une attention particulière aux nappes phréatiques, aux aquifères vulnérables, aux terrains marécageux et aux récepteurs communautaires comme les puits, les prises d'eau et les terres agricoles.

d'énergie avec pour objectif ultime la diminution des émissions atmosphériques. Des recommandations supplémentaires sur le rendement énergétique figurent dans les **Directives EHS générales**.

19. Les émissions totales de gaz à effet de serre provenant de toutes les installations doivent être quantifiées annuellement conformément aux méthodes reconnues à l'échelle internationale.

Gaz de combustion

20. Dans les installations de GNL, les émissions de gaz de combustion les plus importantes proviennent généralement des turbines, des chaudières et des moteurs utilisés pour produire l'électricité et la chaleur. Les données techniques concernant les émissions atmosphériques doivent être prises en compte pendant la sélection et l'acquisition de tous les équipements.

21. De plus amples informations sur la gestion des sources de combustion d'une capacité égale ou inférieure à 50 mégawatts thermiques (MWth), y compris les normes applicables aux émissions de gaz de combustion, figurent dans les **Directives EHS générales**. Pour les sources de combustion d'une capacité supérieure à 50 MWth, consulter les **Directives EHS pour l'énergie thermique**. Les unités flottantes de stockage et de regazéification fixées de façon permanente à une plate-forme d'accostage ou amarrées à long terme dans un port doivent respecter les normes d'émissions applicables aux sources stationnaires.

22. Dans les terminaux de regazéification, le choix entre vaporisateurs à combustion submergée, vaporisateurs à ruissellement d'eau¹⁴, vaporisateurs à calandre multitubulaire et vaporisateurs à air doit être précédé d'une évaluation tenant compte des conditions initiales de l'environnement et de ses fragilités. Lorsqu'une énergie thermique est disponible à proximité (par exemple, une raffinerie), l'utilisation de vaporisateurs à récupération de chaleur ou de vaporisateurs à calandre multitubulaire peut être envisagée.

Dégazage et torchage

23. Dans les installations de GNL, le torchage et le dégazage sont des mesures de sécurité importantes visant à assurer que les gaz sont éliminés en toute sécurité en cas d'urgence, de coupure d'électricité, de panne d'équipement ou autre situation de fonctionnement anormal des installations. Le torchage et le dégazage ne doivent être utilisés qu'en cas d'urgence ou de fonctionnement anormal des installations. Le torchage et le dégazage continus des évaporats en conditions normales d'exploitation ne sont pas considérés comme étant une bonne pratique et doivent être évités. De plus amples informations sur les bonnes pratiques de torchage et de dégazage figurent dans les **Directives EHS sur l'exploitation du pétrole et du gaz à terre**.

Évaporats

24. Après la liquéfaction, le GNL stocké émet de petites quantités de vapeurs de méthane, appelées « évaporats », en raison de la chaleur dégagée par le milieu ambiant et les pompes des bacs ainsi que des variations de pression barométrique. Les évaporats doivent être collectés au moyen d'un système de récupération approprié (par exemple, un système à compresseur). Dans les installations de GNL (exception

¹⁴ Un terminal de regazéification du GNL équipé de vaporisateurs à ruissellement d'eau ne doit produire aucune émission atmosphérique en fonctionnement normal, à l'exception d'émissions fugitives de gaz riche en méthane.

faite des opérations de chargement des méthaniers), les évaporats doivent être renvoyés vers les unités de production pour y être liquéfiés ou être utilisés sur le site comme combustible. À bord des méthaniers, les évaporats doivent être reliquéfiés et renvoyés dans les citernes ou utilisés comme combustible. Dans les installations de regazéification (terminaux de réception), les évaporats collectés doivent être renvoyés vers les unités de production pour servir de combustible, être comprimés et dirigés vers le circuit de vente, ou bien être torchés.

Émissions fugitives

25. Dans les installations de GNL, les émissions fugitives proviennent généralement des événements non collectés, des fuites des canalisations et des tuyaux, des soupapes, des raccords, des brides et joints d'étanchéité, des lignes à extrémité libre, des garnitures de pompes et de compresseurs, des soupapes de décharge et, d'une manière générale, des opérations de chargement et de déchargement. Des méthodes permettant de contrôler et de réduire les émissions fugitives doivent être étudiées et mises en œuvre au niveau de la conception, de l'exploitation et de l'entretien des installations. Le choix des soupapes, brides, accessoires, garnitures et joints d'étanchéité appropriés devra se faire en fonction de critères de sécurité et d'adéquation ainsi que de leur capacité à réduire les fuites de gaz et les émissions fugitives¹⁵. En outre, des programmes de détection et de réparation des fuites doivent être mis en place.

26. De plus amples informations sur la prévention et la réduction des émissions fugitives des bacs de stockage figurent dans les **Directives EHS pour les terminaux de pétrole brut et de produits pétroliers**.

1.1.4 Gestion des déchets

27. Les déchets dangereux et non dangereux qui peuvent être produits par les installations de GNL comprennent entre autres les déchets de bureau et d'emballage, les huiles usées, les chiffons huileux, les liquides hydrauliques, les batteries usagées, les pots de peinture vides, les résidus chimiques et les conteneurs usagés de produits chimiques, les filtres usagés, les produits usagés d'adoucissement et de déshydratation du gaz (par exemple, les tamis moléculaires), les boues huileuses des séparateurs d'huile, l'amine épuisée des unités d'élimination des gaz acides, les ferrailles et les déchets médicaux.

28. Les déchets dangereux doivent être séparés des déchets non dangereux et leur réutilisation ou recyclage doit être envisagé avant de les éliminer. Un plan de gestion assorti d'un mécanisme de suivi des déchets (du point d'origine jusqu'au point final de réception) doit être établi. Le stockage, la manutention et l'élimination des déchets dangereux et non dangereux doivent se faire dans le respect des bonnes pratiques EHS de gestion des déchets figurant dans les **Directives EHS générales**.

1.1.5 Bruit

29. Dans les installations de GNL, les principales sources de bruit sont entre autres les pompes, les compresseurs, les groupes électrogènes et les organes moteurs, l'aspiration et le refoulement des

¹⁵ Consulter *U.S. CFR Title 49, Part 193 : Liquefied Natural Gas Facilities: Federal Safety Standards* (2006) et la norme européenne (NE) 1473 : *Installations et équipements de gaz naturel liquéfié – Conception des installations terrestres* (2016) ainsi que *NFPA 59A Standard for the Production, Storage, and Handling of Liquefied Natural Gas* (2016).

compresseurs, les tuyauteries de recyclage, les déshydrateurs d'air, les réchauffeurs, les systèmes de réfrigération des installations de liquéfaction, les vaporisateurs de regazéification, et les opérations de chargement ou déchargement des méthaniers. Des orientations sur les niveaux acceptables de bruit et des recommandations générales sur la prévention et la réduction du niveau de bruit sont définies dans les **Directives EHS générales**.

1.1.6 Transport du GNL

30. Les problèmes environnementaux généralement associés aux navires et au transport maritime (par exemple, gestion des matières dangereuses, eaux usées et autres effluents, émissions de gaz, et production et gestion des déchets solides associés aux méthaniers ou pétroliers), et des recommandations sur la gestion de ces problèmes figurent dans les **Directives EHS pour le transport maritime**. Les rejets des remorqueurs et des méthaniers, particulièrement lorsque la jetée est très proche de la côte, peuvent avoir un fort impact sur la qualité de l'air.

31. La conception, la construction et l'exploitation des méthaniers doivent, entre autres¹⁶, être conformes aux normes et codes¹⁷ internationaux sur les coques de navires (par exemple, double coque avec écartement entre chaque muraille), le stockage de la cargaison, les contrôles de pression et de température, les citernes à ballast, les systèmes de sécurité, la protection contre l'incendie, la formation des équipages. Quelques mesures spécifiques pour limiter les changements de phase rapides, à savoir une explosion physique résultant d'une vaporisation rapide de GNL entré en contact avec de l'eau, qui n'implique ni combustion ni brûlage :

- La pression nominale des réservoirs de GNL doit être maximisée. Les systèmes de relâchement de la pression des citernes de GNL doivent se déclencher le plus rapidement possible afin d'évacuer les volumes importants de gaz produits pendant un changement de phase rapide.

32. Le GNL peut être acheminé vers les utilisateurs finaux et les installations d'avitaillement à l'aide de camions-citernes ou de remorques. Les risques potentiels liés au transport du GNL par route sont les accidents, l'accumulation de gaz d'évaporation et les fuites de la citerne. L'accumulation de gaz d'évaporation au cours du transport par camion-citerne est un facteur important qu'il convient d'examiner avec soin. Les camions-citernes et les remorques de GNL doivent être constitués d'une double coque, ainsi que d'un système combiné de vide et d'isolation afin que le liquide cryogénique reste froid pendant le transport. La section 3.5 des **Directives EHS générales** donne des orientations supplémentaires sur le transport des matières dangereuses.

¹⁶ Conformément à la réglementation internationale (Règle 26 de l'Appendice I de MARPOL 73/78), les méthaniers sont tenus d'avoir un « Plan d'urgence de bord ». Les plans d'urgence des installations de GNL doivent englober les opérations de chargement/déchargement, et, conformément aux recommandations de l'OMI, les communications et la coordination entre « le navire et la terre ».

¹⁷ Exemples de normes et codes internationaux : Recueil international de règles relatives à la construction et à l'équipement des navires transportant des gaz liquéfiés en vrac/Recueil international de règles sur les transporteurs de gaz (Recueil IGC) de l'Organisation maritime internationale (OMI). Des principes directeurs supplémentaires figurent dans les normes, codes de pratiques, principes et directives publiés par la Société d'exploitants internationaux de transport de gaz et de terminaux gaziers (SIGTTO) ; consulter www.sigtto.org.

1.1.7 Avitaillement en GNL

33. La conception, le choix du site, la construction, l'installation et l'exploitation des conteneurs, des cuves sous pression, des pompes, des équipements de vaporisation, des bâtiments, des structures et des équipements connexes utilisés pour le stockage et la livraison de GNL comme carburants pour tous types de véhicules doivent être conformes aux normes reconnues sur le plan international¹⁸.

34. Les **Directives EHS pour les réseaux de vente au détail des produits pétroliers** donnent des orientations supplémentaires sur le traitement des questions EHS relatives aux opérations de ravitaillement en carburant au détail (notamment la production et la gestion des eaux usées et autres effluents, des émissions atmosphériques et des déchets solides).

1.2 Hygiène et sécurité au travail

35. Les questions relatives à l'hygiène et à la sécurité au travail doivent être traitées dans le cadre d'une évaluation globale des risques et des dangers comprenant, par exemple, une étude de détermination des dangers [HAZID], une étude des risques et de l'exploitabilité [HAZOP], ou d'autres études d'évaluation des risques. Les résultats doivent servir à planifier la gestion de l'hygiène et la sécurité, à concevoir les installations et les dispositifs de sécurité des systèmes, et à préparer puis diffuser des procédures de sécurité au travail.

36. Les installations doivent être conçues de façon à supprimer ou réduire les possibilités ou risques d'accident compte tenu des paramètres de l'environnement du site, y compris les risques naturels majeurs comme les tremblements de terre et les ouragans.

37. Dans le cadre de la planification de la gestion de l'hygiène et la sécurité, il faut démontrer qu'une approche systématique et structurée sera mise en place à cette fin, qu'il existe des mesures de contrôle visant à réduire au minimum les risques, que le personnel a été dûment formé, et que les équipements sont maintenus en bon état. Il est recommandé de créer un comité d'hygiène et de sécurité des installations.

38. Un système de permis de travail formel doit être mis en place au niveau des installations. Ce système permet de mener tous les travaux potentiellement dangereux dans des conditions de sécurité et assure une autorisation efficace des travaux désignés, une communication efficace sur les travaux à effectuer, y compris les dangers qu'ils présentent, et la mise en place de procédures d'isolation sûres à suivre avant le démarrage des activités. Une procédure de verrouillage et d'étiquetage doit être établie pour assurer que tous les équipements sont isolés de leurs sources d'énergie avant toute intervention d'entretien ou de démontage.

39. Les installations doivent être dotées, au minimum, d'un service de premiers soins (soins préhospitaliers) comportant des effectifs suffisants et des moyens d'assurer des soins à distance pendant un temps limité. En fonction des effectifs engagés et de la complexité de l'installation, il convient d'envisager

¹⁸ Par exemple : *NFPA 52 Vehicular Gaseous Fuel Systems Code* (2013) et *EN 13645 : Installations and Equipment for LNG - Design of Onshore Installations with a Storage Capacity Between 5 metric tons and 200 metric tons* (2002).

d'installer un poste médical et d'avoir un agent de santé sur place. Un système de télémédecine peut être une option dans certains cas particuliers.

40. La conception générale des installations et les mesures opérationnelles permettant de gérer les principaux risques pour la santé et la sécurité figurent dans les **Directives EHS générales**. Des informations générales sur les opérations de construction et de déclassement, ainsi que sur la formation à la santé et à la sécurité, les équipements de protection individuelle (EPI) et la gestion des risques physiques, chimiques, biologiques et radiologiques communs à toutes les industries y figurent également.

41. D'autres questions de santé et de sécurité au travail doivent être examinées plus en détail dans le contexte des installations de GNL :

- Incendies et explosions
- Basculement de couche
- Contact avec des surfaces froides
- Risques de nature chimique
- Espaces confinés.

42. Les effets sur l'hygiène et la sécurité au travail et les recommandations applicables au transport du GNL par mer sont décrits dans les **Directives EHS pour le transport maritime**¹⁹.

1.2.1 Incendies et explosions

43. Dans les installations de GNL, les risques d'incendie et d'explosion sont dus à la présence de gaz et liquides combustibles, d'oxygène, et de sources d'inflammation pendant les opérations de chargement et déchargement, et/ou à des fuites et déversements de produits inflammables. Les sources d'inflammation sont par exemple des étincelles produites par l'accumulation d'électricité statique²⁰, les éclairs et les flammes nues. Le rejet accidentel de GNL peut entraîner la formation d'une nappe de liquide en évaporation qui peut soit prendre feu soit former un nuage de dispersion du gaz naturel.

44. Indépendamment des recommandations applicables à la gestion des matières dangereuses et des hydrocarbures, et des dispositifs de préparation et d'intervention en cas d'urgence mentionnés dans les **Directives EHS générales**, il est recommandé de prendre des mesures qui concernent spécifiquement les installations de GNL et qui consistent à :

¹⁹ La construction et l'armement des méthaniers et des navires transportant des gaz liquéfiés en vrac doivent être conformes aux prescriptions du Recueil international de règles sur les transporteurs de gaz (Recueil IGC), publié par l'OMI. Des principes directeurs supplémentaires figurent dans les normes, codes de pratiques, principes et directives publiés par la SIGTTO.

²⁰ L'électricité statique peut être générée par des liquides en mouvement en contact avec d'autres matériaux, notamment des canalisations et des citernes à combustible pendant le chargement ou le déchargement du produit. En outre, la vapeur et le brouillard d'eau qui sont générés pendant le nettoyage des bacs et des équipements peuvent se charger en électricité, en particulier en présence d'agents chimiques de nettoyage.

- Concevoir, construire et exploiter les installations de GNL conformément aux normes et pratiques internationales²¹ sur la prévention et la réduction des risques d'incendie et d'explosion, y compris les dispositions relatives aux distances de sécurité entre les bacs des installations et entre les installations et les bâtiments adjacents²².
- Mettre en place des procédures de sécurité applicables aux opérations de chargement et déchargement du produit au point d'interface avec le mode de transport (par exemple, wagons-citernes, camions-citernes et méthanier²³), faisant intervenir des vannes de régulation à sécurité positive et des équipements d'arrêt d'urgence et de détection.
- Préparer un plan de lutte contre l'incendie assorti des ressources nécessaires et organiser des exercices de lutte contre l'incendie dans le cadre de la formation initiale du personnel aux mesures de santé et de sécurité. Cette formation devrait porter sur le maniement des équipements d'extinction des incendies et les procédures d'évacuation. Une formation avancée devrait être dispensée à une équipe dédiée à la lutte contre l'incendie. Les procédures peuvent prévoir une coordination avec les autorités locales ou les moyens d'intervention proches. Des recommandations supplémentaires sur la préparation et les interventions d'urgence figurent les **Directives EHS générales** ;
- Prendre des dispositions pour mettre à l'écart des sources d'inflammation potentielles :
 - Mise à la terre pour éviter le risque d'accumulation d'électricité statique et les éclairs (avec procédures d'utilisation et d'entretien des plaques de mise à la terre)²⁴.
 - Emploi de dispositifs électriques à sécurité positive et d'outils anti-étincelle²⁵.
 - Mise en place d'un système de permis de travail et de procédures formelles pour les travaux d'entretien à chaud²⁶, y compris le nettoyage et la purge des bacs.
 - Application des prescriptions concernant les zones dangereuses lors de la conception des équipements électriques.
- Doter les installations de matériel de détection et de lutte contre l'incendie conforme aux normes internationales applicables aux types et aux volumes de matières et combustibles inflammables stockés dans les installations. Exemples de matériel de lutte contre l'incendie : dispositifs mobiles

²¹ Exemple de bonnes pratiques : *US National Fire Protection Association (NFPA) Code 59A : Standard for the Production, Storage, and handling of Liquefied Natural Gas (LNG)* (2006) et NE 1473 (2016). Des directives supplémentaires sur la réduction des expositions à l'électricité statique et aux éclairs figurent dans *American Petroleum Institute Recommended Practice : Protection Against Ignitions Arising Out of Static, Lightning, and Stray Currents* (2003).

²² Au cas où des distances de sécurité suffisantes ne peuvent pas être ménagées, il convient d'envisager d'ériger des murs anti-déflagration pour isoler les zones de traitement des autres zones des installations, et/ou de renforcer la construction des bâtiments.

²³ Consulter *Liquefied Gas Handling Principles on Ships and in Terminals - 3rd edition* (2000), Société d'exploitants internationaux de transport de gaz et de terminaux gaziers (SIGGTO) et *US EPA CFR 33 CFR Part 127 : Waterfront Facilities Handling Liquefied Natural Gas and Liquefied Hazardous Gas*, ainsi que *NFPA 59A Standard for the Production, Storage, and Handling of Liquefied Natural Gas*.

²⁴ Par exemple, consulter le chapitre 20, ISGOTT (2006).

²⁵ Par exemple, consulter le chapitre 19, ISGOTT (2006).

²⁶ Il est particulièrement important de contrôler les sources d'inflammation dans les zones où des mélanges gaz-air inflammables sont susceptibles de se former (par exemple dans les espaces des réservoirs où s'accumulent les vapeurs, les espaces correspondants des wagons-citernes et des camions-citernes lors du chargement ou du déchargement, à proximité des systèmes de récupération ou d'élimination de vapeur, près des événements de sortie des réservoirs atmosphériques, des fuites ou des déversements).

ou portatifs (extincteurs) et véhicules adaptés. Le matériel fixe de lutte contre l'incendie peut être constitué de mâts à mousse et de pompes à gros débit. Un système combinant un dispositif d'alarme incendie automatique et un dispositif d'alarme incendie manuel doit être installé. Les systèmes de lutte contre l'incendie doivent être placés de manière à permettre une intervention rapide et efficace. L'installation de systèmes d'extinction au halon n'est pas considérée comme une bonne pratique et doit être évitée. Les systèmes fixes peuvent également être constitués d'extincteurs à mousse fixés aux bacs et de systèmes automatiques ou manuels de protection contre l'incendie dans les zones de chargement/déchargement. L'eau ne convient pas à la lutte contre les feux de GNL, car elle accélère la vitesse de vaporisation du GNL²⁷.

- Placer tous les systèmes de lutte contre l'incendie dans une zone sûre des installations, protégée du feu par l'éloignement ou par des murs pare-feu.
- Éviter la formation d'atmosphères explosives dans les espaces confinés en rendant ces espaces inertes.
- Protéger les zones habitées en éloignant les installations ou en construisant des murs pare-feu autour de celles-ci. Installer des bouches d'aération de manière à empêcher la fumée de pénétrer dans ces zones.
- Mettre en place des procédures de sécurité applicables au chargement/déchargement du produit au point d'interface avec le mode de transport (méthaniers, wagons-citernes, camions-citernes et navires²⁸), faisant intervenir des vannes de régulation à sécurité positive et des équipements d'arrêt d'urgence et de détection²⁹.
- Prévoir une formation à la lutte contre l'incendie dans le cadre de la formation du personnel aux mesures de santé et sécurité, y compris une formation au maniement des équipements d'extinction des incendies et aux procédures d'évacuation, ainsi qu'une formation avancée à l'intention du personnel de lutte contre l'incendie.

1.2.2 Basculement de couche

45. Lors du stockage de volumes importants de GNL dans des bacs, il peut se produire un phénomène appelé « basculement de couche ». Un basculement de couche peut se produire lorsque des couches de GNL de densités différentes se trouvent dans un bac. Si ces couches se mélangent de façon inappropriée, il peut se produire une libération rapide de vapeurs de GNL et une augmentation rapide de la pression qui, faute de soupapes de sécurité, peut causer des dégâts structurels au bac. Le basculement de couche peut résulter de la stratification induite par le remplissage au moment du chargement de GNL de densités différentes dans le bac de stockage ; ou de l'autostratification lorsque de l'azote se trouve en quantité suffisante dans le GNL au point où il s'évapore prioritairement et entraîne la réduction de la densité du liquide en vrac. Les mesures recommandées pour éviter les basculements de couche ou atténuer leurs conséquences consistent notamment à³⁰ :

²⁷ Exemples de bonnes pratiques : *US NFPA Standard 59A* ou autres normes équivalentes.

²⁸ Exemple de bonne pratique de l'industrie en matière de chargement/déchargement des citernes : ISGOTT.

²⁹ Exemples de bonnes pratiques : *US NFPA Standard 59A* ou autres normes équivalentes.

³⁰ Consulter : *Rollover in LNG Storage Tanks 2nd Edition: 2015: Summary Report by the GIIGNL Technical Study Group on the Behaviour of LNG in Storage*,
http://www.giignl.org/sites/default/files/PUBLIC_AREA/Publications/rollover_in_lng_storage_tanks_public_document_lo w-res.pdf

- Mesurer la stratification en surveillant la pression, la densité et la température de toute la colonne de GNL liquide à l'intérieur des bacs de stockage.
- Prévenir la stratification en installant un système de recirculation du GNL à l'intérieur du bac et/ou en installant plusieurs points de chargement à des hauteurs différentes pour permettre un brassage des apports de GNL de différentes densités à l'intérieur des bacs.
- Installer des soupapes de sûreté à pression conçues spécifiquement pour gérer les conditions de basculement dans le bac et éviter d'endommager ce dernier.

1.2.3 Contact avec des surfaces froides

46. Lors du stockage et de la manutention du GNL, le personnel peut être mis en contact avec un produit à très basse température. Les matériels qui présentent un risque en raison de la basse température de leurs surfaces doivent être clairement identifiés et protégés (par isolation par exemple) afin de réduire le risque d'un contact accidentel avec le personnel. Une formation doit être assurée aux travailleurs qui manipulent ou distribuent du GNL (dans les installations d'avitaillement en GNL par exemple) pour les sensibiliser aux dangers que peut entraîner un contact avec des surfaces froides (par exemple, brûlures de froid), des équipements de protection individuelle (gants, vêtements isolants) doivent être fournis.

1.2.4 Risques de nature chimique

47. La conception des installations de GNL doit viser à réduire l'exposition du personnel aux substances chimiques, aux combustibles et aux produits contenant des substances dangereuses. Une fiche technique santé-sécurité (FTSS) doit être établie pour chaque produit chimique utilisé et être disponible dans les installations. Les **Directives EHS générales** décrivent une approche hiérarchique générale de la prévention des impacts des risques de nature chimique.

48. Les installations doivent être équipées d'un système fiable de détection de gaz permettant d'isoler la source d'émission et de réduire le volume de gaz pouvant être rejeté. Il importe de purger les matériels sous pression pour réduire cette dernière dans le système et ralentir le débit des émissions. Il faut également installer des appareils de détection de gaz qui commandent l'entrée et la poursuite d'opérations dans des espaces confinés.

49. Dans les installations de liquéfaction dotées d'unités de traitement préalable du gaz, il est possible que des rejets d'hydrogène sulfuré (H_2S) se produisent. En cas de possibilité d'accumulation de H_2S , il est recommandé d'envisager de prendre les mesures ci-après qui consistent à :

- Établir un plan d'urgence pour les rejets de H_2S , couvrant les phases appropriées, de l'évacuation à la reprise normale des opérations.
- Installer des appareils de surveillance réglés pour déclencher des alarmes dès que la concentration d' H_2S dépasse 7 milligrammes par mètre cube (mg/m^3)³¹. Le nombre et les

³¹ Valeur limite d'exposition/limite d'exposition de courte durée de l'ACGIH.

emplacements des appareils de surveillance doivent être fixés sur la base d'une évaluation des risques d'émissions de H₂S et d'exposition à ce gaz dans les diverses zones des installations.

- Fournir des détecteurs individuels de H₂S au personnel travaillant dans les zones à haut risque d'exposition en complément des appareils respiratoires autonomes et des bouteilles d'oxygène de secours placés à des endroits sélectionnés avec le plus grand soin pour permettre au personnel d'interrompre sans danger ses activités et de gagner un abri temporaire ou une zone sécurisée.
- Assurer une ventilation suffisante des locaux habités ainsi que des systèmes de sécurité appropriés (sas à air, arrêt de la ventilation dès détection d'une fuite de gaz) pour éviter l'accumulation d'hydrogène sulfuré.
- Former le personnel à l'utilisation des équipements et matériels de sécurité et aux mesures à prendre en cas de fuite.

1.2.5 Espaces confinés

50. Comme dans les autres branches d'activité, les risques associés aux espaces confinés peuvent être mortels pour le personnel. L'accès du personnel aux espaces confinés et la probabilité d'accident varient selon la conception, les équipements et les infrastructures des installations de GNL. Les espaces confinés sont notamment les bacs de stockage, les enceintes de confinement secondaire et les infrastructures de gestion des eaux de ruissellement et des eaux usées. Des procédures d'accès aux espaces confinés doivent être établies et appliquées, comme décrit dans les **Directives EHS générales**.

1.3 Santé et sécurité de la population

51. Les effets de la construction et du déclassement d'installations de GNL sur la santé et la sécurité de la population sont les mêmes que dans la plupart des secteurs de l'industrie et sont examinés dans les **Directives EHS générales**.

52. Les dangers que pose l'exploitation des installations de GNL pour la santé et la sécurité de la population sont associés aux fuites accidentelles de gaz naturel, que ce soit sous forme liquéfiée ou à l'état gazeux. Les gaz inflammables, les rayonnements de chaleur et les surpressions peuvent avoir un impact sur les communautés proches des installations, même si la probabilité que survienne un événement à grande échelle associé aux opérations de stockage d'une installation bien conçue et bien gérée est négligeable³². L'agencement d'une installation de GNL et les distances de sécurité entre l'installation et le public et/ou les équipements situés à proximité du périmètre de l'installation de GNL doivent être définis en fonction d'une évaluation des risques de feu de GNL (protection contre les rayonnements de chaleur), de nuages de vapeurs (protection contre la dispersion des vapeurs inflammables) ou autres risques majeurs.

³² L'évaluation et la réduction des risques pour la communauté doivent se faire conformément aux normes internationales, par exemple, EN 1473. Des distances de sécurité applicables au stockage du GNL et autres installations doivent être envisagées – par exemple, *U.S. Code of Federal Regulations (CFR) 49, Part 193.16* – de façon à protéger les zones voisines.

53. Les responsables des installations de GNL doivent établir un plan de préparation et d'intervention en cas d'urgence tenant compte du rôle des communautés et des infrastructures communautaires en cas de fuite ou d'explosion de GNL. Les activités maritimes locales doivent être prises en considération dans les plans de circulation maritime associée aux installations de GNL, notamment les mouvements des navires aux jetées de chargement/déchargement. Le choix de l'emplacement des installations de chargement/déchargement des navires doit également tenir compte de la présence des autres routes de navigation et des activités maritimes de la région (par exemple, pêche, navigation de plaisance). Les conducteurs de méthaniers et de remorques doivent suivre une formation sur la sécurité routière et les plans d'intervention en cas d'urgence. De plus amples informations sur les éléments des plans d'urgence sont fournies dans les **Directives EHS générales**. Des stratégies de gestion de la sécurité des transports maritimes applicables au transport du GNL par mer figurent dans les **Directives EHS pour le transport maritime**.

1.3.1 Sécurité

54. Il faut empêcher l'accès des personnes non autorisées en installant une clôture le long du périmètre des installations et des contrôles aux points d'accès (postes de garde). L'accès du public doit être contrôlé. À l'entrée des installations, des panneaux appropriés indiquant les zones d'accès interdit et des clôtures doivent définir les espaces auxquels s'appliquent les contrôles de sécurité. Des panneaux de signalisation routière doivent clairement indiquer l'entrée réservée aux camions, l'entrée réservée aux livraisons et aux visiteurs et l'entrée réservée aux véhicules du personnel. L'installation de moyens de détection des intrusions (par exemple, télévision à circuit fermé) doit être envisagée. Un éclairage suffisant doit permettre d'optimiser la surveillance et de réduire au minimum les possibilités d'intrusion.

2. SUIVI DES INDICATEURS DE PERFORMANCE

2.1 Environnement

2.1.1 Directives pour les émissions et les effluents

55. Les émissions de gaz des installations de GNL doivent être contrôlées au moyen des mesures techniques décrites à la section 1.1 des présentes Directives. Les directives relatives aux effluents figurent au tableau 1. Les valeurs indicatives applicables aux effluents d'installations de ce secteur d'activité sont conformes aux bonnes pratiques internationales qui trouvent leur expression dans les normes pertinentes des pays dotés de cadres réglementaires reconnus. Les directives concernant les sources d'émissions associées aux activités de récupération de la chaleur, de génération de vapeur ou de production électrique de centrales ayant une puissance installée ne dépassant pas 50 MWth figurent dans les **Directives EHS générales** ; celles relatives aux émissions des centrales de plus grande taille sont présentées dans les **Directives EHS pour l'électricité thermique**.

TABEAU 1. TENEURS LIMITES DES EFFLUENTS DES INSTALLATIONS DE GNL

PARAMETRE	DIRECTIVE
Eaux d'essais hydrostatiques	Traitement et élimination conformément aux principes directeurs donnés dans la section 1.1 du présent document. Pour rejet dans les eaux de surface ou sur le sol : <ul style="list-style-type: none"> ○ Teneur totale en hydrocarbures : 10 mg/L ○ pH : 6 – 9 ○ DBO : 25 mg/L ○ DCO : 125 mg/L ○ TSS : 35 mg/L ○ Phénols : 0,5 mg/L ○ Sulfures : 1 mg/L ○ Métaux polluants prioritaires^a (total) : 5 mg/L ○ Chlorures^b : 600 mg/L (moyenne), 1200 mg/L (maximum)
Drainage des eaux de ruissellement contaminées	Les eaux de ruissellement contaminées doivent être traitées au moyen de séparateurs eau/hydrocarbures dimensionnés pour obtenir une concentration d'huiles et de graisses inférieure ou égale à 10 mg/L.
Eau de refroidissement ou eau froide	L'effluent ne doit pas entraîner une variation de température supérieure à 3 °C en bordure de la zone de brassage établie scientifiquement qui tient compte de la qualité de l'eau ambiante, de l'utilisation des eaux réceptrices, des récepteurs potentiels et de la capacité d'assimilation. La concentration de chlore libre (oxydant résiduel total dans les eaux d'estuaire/de mer) des rejets d'eau de refroidissement/eau froide (échantillonnée au point de rejet) doit être maintenue à moins de 0,2 ppm.
Eaux d'égout	Elles doivent être traitées conformément aux principes directeurs donnés dans les Directives EHS générales, y compris pour les rejets. L'installation de dispositifs de captage des effluents des méthaniers peut être nécessaire (consulter les Directives EHS pour les ports).
Notes :	
^a Il s'agit de : Ag, As, Be, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Sb, Se, Ti, Zn.	
^b Pour rejet dans les eaux douces.	

2.1.2 Utilisation des ressources et consommation énergétique

56. Le tableau 2 présente des indicateurs de consommation énergétique de cette branche d'activité. Les valeurs de référence sont données uniquement à des fins de comparaison et les responsables de chaque projet doivent constamment s'efforcer d'améliorer leurs résultats en ce domaine. Elles ont pour objet de permettre aux responsables de déterminer l'efficacité relative de leur projet et aussi d'évaluer l'évolution dans le temps des résultats obtenus.

TABLEAU 2. CONSOMMATION ENERGETIQUE		
PARAMETRE	UNITE	VALEURS DE REFERENCE
Consommation énergétique — processus de liquéfaction du GNL	kWh/tonnes de GNL	275–400 ^a
Notes :		
^a UNECE, 2014.		

2.1.3 Suivi de l'impact environnemental

57. Des programmes de suivi de l'impact environnemental doivent être mis en place de manière à couvrir toutes les activités qui peuvent avoir des répercussions environnementales importantes dans des situations d'exploitation normales ou dans des conditions anormales. Les activités de suivi doivent se fonder sur des indicateurs directs ou indirects des émissions, des effluents et de l'utilisation des ressources applicables à tel ou tel projet.

58. Les activités de suivi doivent être suffisamment fréquentes pour fournir des données représentatives sur les paramètres considérés. Elles doivent être menées par des personnes ayant reçu la formation nécessaire à cet effet, selon des procédures de suivi et de tenue des statistiques, et utilisant des instruments bien calibrés et entretenus. Les données produites par les activités de suivi doivent être analysées et examinées à intervalles réguliers et comparées aux normes d'exploitation afin de permettre l'adoption de toute mesure corrective nécessaire. De plus amples informations sur les méthodes d'échantillonnage et d'analyse des émissions et des effluents applicables figurent dans les **Directives EHS générales**.

2.2 Hygiène et sécurité au travail

2.2.1 Directives sur l'hygiène et la sécurité au travail

59. Les résultats obtenus dans le domaine de l'hygiène et de la sécurité au travail doivent être évalués par rapport aux valeurs limites d'exposition professionnelle publiées à l'échelle internationale, comme les directives sur les valeurs limites d'exposition (TLV®) et les indices d'exposition à des agents biologiques (BEIs®) publiés par American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH)³³, *Pocket Guide to Chemical Hazards publié par United States National Institute for Occupational Health and Safety (NIOSH)*³⁴, les valeurs plafonds autorisées (PELs) publiées par Occupational Safety and Health

³³ <http://www.acgih.org/store/>

³⁴ <http://www.cdc.gov/niosh/npg/>

Administration of the United States (OSHA)³⁵, les valeurs limites d'exposition professionnelle de caractère indicatif publiées par les États membres de l'Union européenne³⁶, ou d'autres sources similaires.

2.2.2 Fréquence des accidents mortels et non mortels

60. Il faut s'efforcer de ramener à zéro le nombre d'accidents du travail potentiels (pour les employés et sous-traitants) dans le cadre d'un projet, en particulier ceux qui peuvent entraîner des jours de travail perdus, des lésions d'une gravité plus ou moins grande, ou qui peuvent être mortels. Les chiffres enregistrés pour le projet concerné peuvent être comparés à ceux des installations de pays développés opérant dans la même branche d'activité présentés dans des publications statistiques (par exemple *US Bureau of Labor Statistics* et *UK Health and Safety Executive*)³⁷.

2.2.3 Suivi de l'hygiène et de la sécurité au travail

61. Il est nécessaire d'assurer le suivi des risques professionnels liés aux conditions de travail spécifiques au projet considéré. Ce suivi doit être conçu et mis en œuvre par des experts agréés³⁸ dans le cadre d'un programme de suivi de l'hygiène et de la sécurité au travail. Les installations doivent par ailleurs tenir un registre des accidents de travail, des maladies, des événements dangereux et autres incidents. De plus amples informations sur les programmes de suivi de l'hygiène et de la sécurité au travail sont données dans les **Directives EHS générales**.

³⁵ http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=9992

³⁶ <https://osha.europa.eu/en/legislation/directives/exposure-to-chemical-agents-and-chemical-safety/osh-related-aspects/council-directive-91-414-eeec>

³⁷ <http://www.bls.gov/iif/> and <http://www.hse.gov.uk/statistics/index.htm>

³⁸ Les experts agréés peuvent être des hygiénistes industriels diplômés, des hygiénistes du travail diplômés, des professionnels de la sécurité brevetés ou tout titulaire de qualifications équivalentes.

3. BIBLIOGRAPHIE

- ABS Consulting. 2004. Consequence Assessment Methods for Incidents Involving Releases from Liquefied Natural Gas Carriers. Report for FERC. Houston, TX : ABS Consulting.
- American Petroleum Institute (API). 2003. Recommended Practice. Protection Against Ignitions Arising out of Static, Lightning, and Stray Currents. API RP 2003. Washington, DC : API.Aspen Environmental Group. 2005. International and National Efforts to Address the Safety and Security Risks of Importing Liquefied Natural Gas: A Compendium. Prepared for California Energy Commission. Sacramento, CA : Aspen Environmental Group.
- California Energy Commission. 2003. Liquefied Natural Gas in California: History, Risks, and Siting. Staff White Paper. No. 700-03-005. Sacramento, CA : California Energy Commission.
<http://www.energy.ca.gov/publications/index.php>.
- Center for Energy Economics (CEE). 2003a. Introduction to LNG. An Overview on Liquefied Natural Gas (LNG), its Properties, the LNG Industry, Safety Considerations. Sugar Land, Texas : CEE.
<http://www.beg.utexas.edu/energyecon>.
- . 2006. LNG Safety and Security. Sugar Land, Texas : CEE.
[http://www.beg.utexas.edu/energyecon/lng/documents/CEE LNG Safety and Security.pdf](http://www.beg.utexas.edu/energyecon/lng/documents/CEE_LNG_Safety_and_Security.pdf).
- European Union. European Norm (EN) Standard EN 1473. 2016. Installation and Equipment for Liquefied Natural Gas—Design of Onshore Installations. Latest Edition. Brussels: EU.
- . 2002. EN 13645. Installations and Equipment for Liquefied Natural Gas—Design of Onshore Installations with a Storage Capacity Between 5 t and 200 t.
- International Maritime Organisation (IMO). 2016. International Gas Carrier Code (IGC Code).
<http://www.imo.org/publications>.
- International Petroleum Industry Environmental Conservation Association (IPIECA). 2008. Guide to Tiered Preparedness and Response. Vol. 8 of Oil Spill Preparedness and Response. London.
<http://www.ipieca.org>.
- International Safety Guide for Oil Tankers and Terminals (ISGOTT). 2006. 5th ed. ICS & OCIMF. London : Witherbys Publishing.
- IMO. 1978. MARPOL 73/78. International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973, as modified by the Protocol of 1978 relating thereto. London : IMO.
- Kidnay, A.J., and W.R. Parrish. 2006. Fundamentals of Natural Gas Processing. Boca Raton, FL : CRC Press.
- National Fire Protection Association (NFPA). 2016. NFPA 59A. Standard for the Production, Storage, and Handling of Liquefied Natural Gas (LNG). Quincy, MA: NFPA.
- . 2013. NFPA 52. Vehicular Gaseous Fuel Systems Code. Quincy, MA : NFPA.

Nova Scotia Department of Energy. 2005. Code of Practice. Liquefied Natural Gas Facilities. Halifax, Nova Scotia : Department of Energy. <http://www.gov.ns.ca/energy>.

Sandia National Laboratories. 2004. Guidance on Risk Analysis and Safety Implications of a Large Liquefied Natural Gas (LNG) Spill Over Water. SAND2004-6258, December 2004. Albuquerque, New Mexico, and Livermore, California: Sandia National Laboratories.

Society of International Gas Tanker and Terminal Operators (SIGTTO). 1997 Site Selection and Design of LNG Ports and Jetties. London : SIGTTO. <http://www.sigtto.org>.

———. 1999. Liquefied Gas Handling Principles on Ships and in Terminals – 3rd edition. London : SIGTTO.

———. 2000. Safety in Liquefied Gas Marine Transportation and Terminal Operations. London : SIGTTO. <http://www.sigtto.org>.

United Nations Commission for Europe (UNECE). 2014. Current Status and Perspectives for LNG in the UNECE Region. <http://www.unece.org/energy/se/lng.html>.

United States (US) Department of Transportation, Pipeline and Hazardous Material Safety Administration. “Code of Federal Regulations (CFR). Title 49: Transportation. Part 193 : Liquefied Natural Gas Facilities: Federal Safety Standards.” Washington, DC. <http://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=cd21c092380ea207143329726734e8ca&mc=true&node=pt49.3.193&rgn=div5>.

U.S. Department of Homeland Security, Coast Guard. “Code of Federal Regulations (CFR). Title 33: Navigation and Navigable Waters. Part 127 : Waterfront Facilities Handling Liquefied Natural Gas and Liquefied Hazardous Gas.” Washington, DC. <http://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=b52b35cc7a3e8cebd4e6e58e2eb97141&mc=true&node=pt33.2.127&rgn=div5>.

ANNEXE A. DESCRIPTION GENERALE DE LA BRANCHE D'ACTIVITE

62. La liquéfaction permet de réduire considérablement le volume du gaz naturel et de stocker et transporter par mer de grandes quantités de gaz naturel liquéfié (GNL). La filière GNL comprend les maillons suivants :

- Phase 1 : Production du gaz naturel (opérations et installations en amont)
- Phase 2 : Transport du gaz naturel aux points de traitement/liquéfaction
- Phase 3 : Traitement du gaz naturel (déshydratation, désulfuration [H₂S], etc.)
- Phase 4 : Liquéfaction du gaz naturel
- Phase 5 : Chargement du GNL à bord de méthaniers et transport vers les terminaux de réception
- Phase 6 : Déchargement et stockage du GNL dans les terminaux de réception
- Phase 7 : Regazéification du GNL dans des échangeurs de chaleur
- Phase 8 : Distribution du gaz naturel par un réseau d'alimentation et aux installations d'avitaillement en GNL pour le transport routier et ferroviaire et les applications non routières (camions miniers).

63. Avant d'être utilisé, le gaz naturel brut doit être « traité » pour en éliminer les hydrocarbures lourds, les éléments indésirables et les impuretés. Le traitement du gaz peut se faire dans des installations séparées ou intégrées aux trains de liquéfaction du gaz ; il comprend généralement l'élimination des hydrocarbures lourds comme le gaz de pétrole liquéfié (GPL) et les liquides de gaz naturel (LGN) comme le propane et le butane. Le gaz traité (riche en méthane) passe ensuite dans les trains de liquéfaction. Pour être transporté, le GNL est refroidi à environ -162 °C, température à laquelle il se condense en liquide à la pression atmosphérique et où son volume initial est réduit d'environ 600 fois, à une densité de 420 à 490 kilogrammes par mètre cube (kg/m³).

A.1 Liquéfaction du gaz naturel

64. La figure A1 donne le schéma unifilaire d'une installation type de liquéfaction de GNL. Les caractéristiques et les besoins énergétiques des installations dépendent des conditions du site, de la qualité du gaz de charge et des spécifications du produit fini. D'une manière générale, le gaz de charge est expédié à partir du gisement au moyen d'un gazoduc sous haute pression (jusqu'à 90 bars) ; dès réception, les condensats sont stabilisés et éliminés. Le gaz est compté et sa pression est ajustée en fonction de la pression de fonctionnement des installations.

65. Le gaz subit un traitement préliminaire pour éliminer les impuretés qui gêneraient le processus de liquéfaction ou qui nuiraient au produit fini. Ce traitement, qui comprend également un adoucissement et une déshydratation du gaz, consiste essentiellement à éliminer les gaz acides et les composés soufrés — par exemple, le dioxyde de carbone (CO₂), l'hydrogène sulfuré (H₂S) et les mercaptans, le mercure et les autres traces de contaminants éventuels, et l'eau contenus dans le gaz.

66. Le gaz non corrosif et sec est ensuite refroidi au moyen d'un réfrigérant pour séparer les hydrocarbures lourds. Le gaz traité subit plusieurs refroidissements par échange indirect de chaleur avec plusieurs réfrigérants, pendant lesquels sa température est progressivement abaissée jusqu'à liquéfaction complète. Le GNL comprimé est ensuite détendu et sous-refroidi en une ou plusieurs étapes pour permettre son stockage à une pression légèrement supérieure à la pression atmosphérique. Les évaporats sont généralement recyclés dans les trains de procédé. Le GNL produit est stocké dans des bacs atmosphériques, prêt à être exporté par navire.

67. Les hydrocarbures plus lourds qui peuvent avoir été séparés pendant le refroidissement sont fractionnés et récupérés. L'éthane est parfois réinjecté dans le gaz de charge pour être liquéfié. Le propane et le butane peuvent être soit réinjectés dans le gaz de charge soit exportés sous forme de GPL, et le pentane (ou les composants plus lourds) peut être exporté en tant que produit à base d'essence.

68. Les procédés de liquéfaction font essentiellement appel à la réfrigération mécanique où le transfert de chaleur s'effectue dans des échangeurs à circuit fermé de réfrigération par compression de vapeur. Plusieurs procédés de liquéfaction ont été mis au point dont les plus employés sont :

- Réfrigération en cascade, mettant en jeu plusieurs circuits frigorifiques, chacun étant rempli d'un fluide différent, par exemple, propane, éthylène et méthane.
- Mélanges de réfrigérants constitués d'azote et d'hydrocarbures légers.

69. Principaux fluides nécessaires au fonctionnement des unités de production :

- Gaz combustible (prélevé sur le gaz de charge) nécessaire à la production d'électricité
- Fluide de refroidissement (eau, air, etc.)
- Fluide de chauffage (circuit à vapeur ou à huile chaude).

A.2 Transport du GNL

70. Le transport du GNL entre les installations de liquéfaction et les terminaux de regazéification est assuré par des méthaniers d'une capacité type de 80 000 m³ à 260 000 m³. Les citernes de ces méthaniers sont conçues selon le principe des conteneurs isolants (type vase de Dewar) et maintiennent le GNL à l'état liquide pendant son transport. Une très faible quantité de gaz s'évapore à l'intérieur des citernes ; ces gaz sont évacués pour éviter une augmentation graduelle de la pression et servent de combustible dans les nouveaux navires. Quatre systèmes de confinement différents, surveillés en permanence pour détecter les fuites de gaz et les variations de température, sont actuellement employés à bord des méthaniers neufs ³⁹:

- Deux modèles de cuves autoporteuses :
 - Cuve sphérique Moss
 - Citerne prismatique

³⁹ Les caractéristiques détaillées des citernes sont données dans les principes directeurs et les spécifications d'étude de la SIGTTO.

- Deux modèles à membrane (TGZ Mark III et GT96). La cargaison est transportée entre deux membranes en acier souple (une membrane primaire et une membrane secondaire).

A.3 Terminaux à terre de regazéification du GNL

71. Les terminaux de regazéification du GNL sont généralement constitués des unités suivantes :

- Système de déchargement du GNL, y compris la jetée et le poste d'amarrage
- Bac(s) de stockage du GNL
- Pompes de GNL (à l'extérieur et à l'intérieur des bacs)
- Circuit d'évacuation des évaporats
- Vaporisateurs de GNL.

72. Au moyen de conduites de déchargement et des pompes du méthanier, le GNL est déchargé dans des bacs de stockage à terre. Les vapeurs produites à l'intérieur du bac de stockage pendant le déchargement du méthanier sont renvoyées dans les citernes du navire au moyen d'une conduite d'évacuation et d'un bras pour y maintenir une pression positive. Un ou plusieurs bacs de stockage de grande capacité sont prévus pour recevoir et stocker le GNL.

73. Pendant le fonctionnement normal des installations, des gaz s'évaporent à l'intérieur des bacs et des conduites remplis de liquide en raison des apports de chaleur du milieu ambiant. Ces évaporats sont collectés et recondensés dans le circuit de GNL. Le volume des évaporats est plus important pendant le déchargement du méthanier. Au point d'aspiration du compresseur, les évaporats sont renvoyés vers le navire ou vers les compresseurs d'évaporats au moyen d'une conduite de recyclage. Les évaporats qui ne sont pas renvoyés vers le navire sont généralement comprimés et envoyés au recondensateur.

74. Les pompes des bacs transfèrent le GNL vers le recondensateur. Les gaz d'évaporation produits pendant le fonctionnement des installations sont également envoyés vers le recondensateur où ils sont mélangés avec le GNL sous-refroidi puis condensés.

75. Des pompes multicellulaires à haute pression transfèrent le GNL du recondensateur vers les vaporisateurs où l'échange de chaleur avec un fluide de réchauffement permet la vaporisation du GNL comprimé ; le gaz ainsi produit est directement envoyé vers la conduite d'exportation. Les types de vaporisateurs les plus courants sont indiqués ci-après :

- Vaporisateurs à ruissellement d'eau où le réchauffement et la vaporisation du GNL se font au moyen d'eau de mer
- Vaporisateurs à combustion submergés où des brûleurs fonctionnant au gaz d'exportation assurent la vaporisation du GNL
- Vaporisateurs à calandre multitubulaire fonctionnant avec une source de chaleur extérieure.

A.4 Systèmes de torchage et de dégazage

76. En cas d'urgence ou de ralentissement très important du débit, le volume des évaporats peut être supérieur à la capacité du recondensateur. Dans ce cas, les évaporats sont évacués à l'air par les systèmes de torchage ou de dégazage. En cas de dégazage d'urgence, le puisard à méthane froid doit être surveillé afin de s'assurer que la température du méthane froid ne dépasse pas la limite inférieure d'inflammabilité (LII).

A.5 Terminal en mer de réception du GNL

77. Types d'installations en mer de GNL :

- Structure gravitaire
- Unités flottantes de regazéification et de stockage
- Unités flottantes de regazéification
- Tours ou plates-formes d'ancrage équipées d'unités de regazéification.

78. Une structure gravitaire est une structure fixe en béton reposant sur le fond océanique, dont les équipements sont installés à la partie supérieure.

79. Une unité flottante de regazéification et de stockage est un méthanier modifié, équipé d'une installation de regazéification. Il s'agit d'une structure flottante amarrée au fond océanique par un système d'amarrage par tourelle. Les systèmes de pompage et de vaporisation du GNL, d'évacuation des évaporats et d'exportation du gaz naturel à terre sont situés sur le pont de l'unité.

80. Une unité flottante de regazéification est un pétrolier converti en plate-forme de regazéification pouvant recevoir à l'amarrage des méthaniers et en assurer le déchargement. Une unité flottante de regazéification n'a pas, ou pratiquement pas de capacité de stockage du GNL et le GNL déchargé est immédiatement vaporisé et transféré. Si elle dotée d'une importante capacité de stockage du gaz, une telle unité peut faire office d'unité d'écrêtement de la demande de pointe.

81. Exemples de tours ou plates-formes d'amarrage équipées d'unités de regazéification :

- Tour d'amarrage sur un seul point ; dans ce cas, les installations de regazéification sont installées sur les œuvres mortes d'une tour fixe. Le méthanier doit être amarré à la structure fixe au moyen d'un bras pivotant. Le GNL est lentement déchargé dans les installations de la tour dans lesquelles il est simultanément vaporisé et transféré au moyen d'une conduite de gaz.
- Amarrage par tourelle à colonnes découplables, à savoir une plate-forme d'amarrage et de déchargement sous haute pression des méthaniers, équipée d'une installation de regazéification.

A.6 Installations d'avitaillement en GNL

82. Les installations d’avitaillement en GNL sont généralement alimentées en GNL depuis une usine de liquéfaction par camion-citerne conçu pour la distribution de carburants cryogéniques. Sur le site d’avitaillement, le GNL est déchargé dans le système de stockage de l’installation. Dans la plupart des installations d’avitaillement en GNL, le combustible passe par une pompe avant d’atteindre un vaporisateur d’air ambiant qui sert d’échangeur de chaleur. Dans ce vaporisateur, le GNL subit une augmentation de la température. La pression augmente à ces températures, mais le carburant reste liquide. Ce processus est appelé conditionnement. Après conditionnement, le GNL est stocké dans de grands réservoirs cryogéniques qui peuvent être disposés horizontalement ou verticalement et dont la capacité varie généralement entre 30 et 100 m³. En cas de besoin, le GNL est distribué sous forme liquide dans des réservoirs cryogéniques à bord du véhicule, à des pressions pouvant atteindre 20 bars.

Figure A.1. Production de gaz naturel liquéfié

