

Directives environnementales, sanitaires et sécuritaires pour les installations de gaz naturel liquéfié (GNL)

Introduction

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 avec les **Directives EHS générales**, qui présentent des principes directeurs environnementaux, sanitaires et sécuritaires 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 suivante :

<http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/Content/EnvironmentalGuidelines>

Les Directives EHS indiquent les mesures et les niveaux de performances qui sont généralement considérés 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

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.

d'objectifs spécifiques et l'établissement d'un calendrier adapté pour atteindre ces objectifs. 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 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. La mise en œuvre de recommandations techniques particulières doit être établie sur base de l'opinion professionnelle des personnes ayant les qualifications et l'expérience nécessaires. Si les seuils et normes stipulés dans les réglementations du pays d'accueil diffèrent de ceux indiqués dans les Directives EHS, les plus rigoureuses seront retenues pour les projets menés dans ce pays. Si des niveaux moins contraignants que ceux des Directives EHS peuvent être retenus pour des raisons particulières dans le contexte du projet, une justification détaillée pour chacune de ces alternatives 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 de la population humaine et l'environnement.

Champ d'application

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 les terminaux de regazéification et d'écrêtement de la demande de pointe. De plus amples informations sur les installations côtières de GNL en général (terminaux côtiers, bases de fournitures maritimes des terminaux côtiers, terminaux

de chargement et de déchargement), et sur les ports et jetées, figurent dans les Directives EHS pour les ports et les terminaux. De plus amples informations sur les aspects environnementaux, sanitaires et sécuritaires associés aux navires sont données dans les Directives EHS pour le transport maritime. Les questions liées à la production et au stockage du GPL et de condensat dans les installations de liquéfaction ne sont pas traitées dans les présentes directives. Ce document se compose des sections ci-après :

Section 1.0 — Description et gestion des impacts propre aux activités considérées
Section 2.0 — Indicateurs de performance et suivi des résultats
Section 3.0 — Bibliographie
Annexe A — Description générale de la branche d'activité

1.0 Description et gestion des impacts propres aux activités considérées

Cette section résume les questions d'ordre environnemental, sanitaire et sécuritaire qui peuvent se poser aux cours des phases d'installations de GNL, ainsi que des recommandations sur leur gestion. Ces aspects concernent toutes les activités énumérées auxquelles les présentes directives s'appliquent. De plus amples informations sur la gestion des aspects environnementaux, sanitaires et sécuritaires communs à la phase de construction de la plupart des grandes installations industrielles sont données dans les **Directives EHS générales**.

1.1 Environnement

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

- Menaces sur les environnements aquatiques et côtiers
- Gestion des matières dangereuses
- Eaux usées
- Émissions de gaz
- Gestion des déchets
- Bruit
- Transport du GNL

Menaces sur les environnements aquatiques et côtiers

Les travaux de construction et de dragage d'entretien, l'élimination des déblais, la construction de jetées, quais, brise-lames et autres structures côtières, ainsi que l'érosion peuvent avoir des impacts à court et moyen termes sur les habitats aquatiques et côtiers. Les impacts directs sont notamment la destruction ou l'ensevelissement de l'habitat du plancher océanique, de l'habitat côtier ou terrestre et les impacts indirects peuvent résulter d'une modification de la qualité de l'eau due à des sédiments en suspension ou à des rejets d'eaux de ruissellement et d'eaux usées. En outre, le rejet des eaux de ballast des navires et des dépôts de citernes pendant les opérations de chargement de GNL au terminal peut être à l'origine de l'introduction d'espèces aquatiques envahissantes. De plus amples informations sur les installations de GNL situées à proximité de la côte (par exemple, bases d'approvisionnement en fournitures maritimes des terminaux côtiers, terminaux de chargement/déchargement), figurent dans les **Directives EHS pour les ports et les terminaux**.

Gestion des matières dangereuses

Le stockage, le transfert et le transport du GNL peuvent s'accompagner de fuites ou de déversements accidentels de produit par les bacs de stockage, les canalisations, les flexibles et les pompes des installations côtières et des méthaniers. 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 des évaporats.

Indépendamment des recommandations applicables aux matières dangereuses et à la gestion 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 éléments (canalisations, soupapes et pompes) aux normes internationales sur l'intégrité structurale et les 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 internationales sur la protection contre les débordements, les enceintes de confinement secondaire, le comptage et la régulation du débit, la protection contre l'incendie (y compris les pare-flammes) et la mise à la terre (pour éviter l'accumulation des charges électrostatiques)².
- inspecter périodiquement les bacs de stockage et leurs éléments (par exemple, toit et joints d'étanchéité) pour détecter tout signe de corrosion et vérifier leur intégrité structurale, et les entretenir régulièrement (par exemple, remplacement ou réparation des canalisations, joints d'étanchéité, raccords et soupapes)³. Le cas échéant, un système de protection cathodique doit être posé pour prévenir ou réduire la corrosion ;

² Consulter le *US Code of Federal Regulations (CFR) 4049 CFR 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), et *NFPA 59A Standard for the Production, Storage, and Handling of Liquefied Natural Gas (2001/2006)*.

³ 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.

- 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 visiteurs⁴.

Déversements

Le GNL est un liquide cryogénique (-162°C [-259°F]) ininflammable à l'état liquide. Toutefois, en se réchauffant, le GNL produit des évaporats (méthane) qui, dans certaines conditions, peuvent former un nuage s'ils sont déversés à l'atmosphère. Lorsqu'une source d'inflammation est présente, les déversements accidentels de GNL peuvent être à l'origine de feux de nappes ; dans les espaces confinés ou non, un nuage de méthane peut également se former et s'enflammer (embrasement éclair) si une source d'inflammation est présente. Les déversements de GNL sur une surface chaude (par exemple, de l'eau⁵) peuvent être à l'origine d'un changement de phase rapide⁶.

⁴ Exemples de règles de l'art applicables au chargement/déchargement du GNL : *Liquefied Gas Handling Principles on Ships and in Terminals - 3rd edition (2000)*, *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*.

⁵ Le GNL se vaporise rapidement lorsqu'il est exposé à des sources de chaleur ambiante comme l'eau, et produit environ 600 m³ de gaz naturel par m³ de liquide.

⁶ 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

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 :

- procéder à une évaluation des risques de déversement pendant le fonctionnement normal des installations et les opérations connexes de transport / expédition par mer ;
- établir un plan de prévention des déversements et d'intervention comportant les scénarios les plus probables et plusieurs ordre de grandeur 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 tous les types de déversements, y compris les déversements mineurs⁷ ;
- établir les plans d'intervention en cas de déversement doivent être établis 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 localisation de la source de fuite pour que les exploitants puissent rapidement déclencher les opérations d'arrêt d'urgence et de détection et réduire au minimum le volume de la fuite de gaz.
- mettre en place un système d'arrêt d'urgence et de détection pour déclencher l'arrêt automatique des opérations de transfert en cas de fuite importante de GNL ;
- pour les opérations de chargement/déchargement mettant en jeu des navires et des terminaux, élaborer et mettre en place des procédures de prévention des déversements conformes aux normes et directives internationales

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.

⁷ Il est peu probable que les déversements mineurs de GNL ou de réfrigérant nécessitent la manutention d'un équipement d'intervention dans la mesure où ils s'évaporent rapidement.

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) en cas de déversement soudain ;
- niveler les zones de vaporisation, de traitement et de transfert et les équiper d'égouts ou de retenues destinés à contenir le volume total le plus important de GNL ou autre liquide inflammable pouvant être déversé à partir d'une canalisation de transfert en 10 minutes⁹ ;
- choisir les matériaux des canalisations et des équipements exposés à des températures cryogéniques conformément aux normes internationales applicables ;¹⁰
- 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 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, au moyen, par exemple, de mousse à expansion ; et
- 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

⁸ Consulter *US EPA Code of Federal Regulations (CFR) 4049 CFR 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)*, et *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 (2001)*

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 vapeurs.

Eaux usées

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

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 de refroidissement et d'eau froide consistent à :

- rechercher des systèmes de refroidissement permettant de faire des économies d'eau (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 se concilier les avantages environnementaux et es considérations de sécurité¹¹. 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 et un refroidissement optimal du panache thermique afin que la température en bordure de la zone de brassage ou à une distance de 100 mètres du point de rejet soit, au maximum, supérieure de 3 degrés Celsius à la température ambiante (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 des risques.

Autres eaux usées

Les installations de GNL rejettent également des eaux usées de traitement, des eaux d'égouts, 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. Différentes mesures de prévention de la pollution et de traitement de ces eaux sont recommandées :

- **Eaux d'égouts** : 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). Toutes les zones de traitement doivent être entourées d'une digue pour assurer que les eaux de drainage s'écoulent vers le réseau

¹¹ 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.

endoréique et éviter tout ruissellement de surface incontrôlé. 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 ne doivent pas contenir plus de 10 mg/L d'huiles et graisses (consulter le tableau A 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, raccords 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 en minimisant le temps pendant lequel l'eau des essais 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

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 des eaux des essais 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 ; ces eaux doivent être traitées pour respecter les teneurs limites fixées au tableau 1 de la section 2.1 des présentes directives¹². Des recommandations supplémentaires sur la gestion des eaux d'essais des canalisations figurent dans les **Directives EHS sur**

¹² Le rejet d'effluents dans les eaux de surface ne doit pas avoir de conséquences significatives pour la santé humaine ou les habitats fragiles. Un plan d'évacuation (points de rejet, débit de rejet, utilisation et dispersion des 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.

l'exploitation du pétrole et du gaz à terre et les Directives EHS sur l'exploitation du pétrole et du gaz en mer.

Émissions dans l'atmosphère

Dans les installations de GNL, les émissions dans l'atmosphère (continues ou non) proviennent notamment des activités de combustion aux fins de production d'énergie et de chaleur (par exemple, pour les unités de déshydratation et de liquéfaction des terminaux de liquéfaction du GNL, et les unités de regazéification des terminaux de réception du GNL), des compresseurs, des pompes et des moteurs à pistons (par exemple, chaudières, turbines et autres). Les émissions dans l'atmosphère 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 gaz généralement émis par 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).

Les installations de GNL équipées de nombreuses sources de combustion doivent faire l'objet, dès le stade de la conception et de la planification opérationnelle, d'une évaluation des impacts 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 de l'absence d'impacts nocifs pour la santé humaine et l'environnement.

Toutes tentatives raisonnables doivent être faites pour optimiser le rendement énergétique et concevoir des installations consommant le moins d'énergie possible. L'objectif global doit être de réduire les émissions atmosphériques et d'évaluer les options d'un bon rapport coût-efficacité pour réduire les émissions dans toute la mesure techniquement possible. Des

recommandations supplémentaires sur le rendement énergétique figurent dans les **Directives EHS générales**.

Les émissions à grande échelle (>100 000 tonnes d'équivalent CO₂ par an) de gaz à effet de serre (GES) de toutes les installations et de leurs systèmes d'appui doivent être quantifiées et leur montant global doit être calculé tous les ans conformément aux méthodes et procédures d'établissement de rapports¹³ reconnues sur le plan international.

Gaz de combustion

Dans les installations de GNL, les émissions de gaz de combustion les plus importantes proviennent généralement des turbines, chaudières, compresseurs, pompes et autres machines fonctionnant au gaz naturel ou aux hydrocarbures liquides et produisant de l'énergie et de la chaleur. Les données techniques concernant les émissions dans l'atmosphère sont un élément important dans le choix de tous les matériels pour l'installation.

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**.

Dans les terminaux de regazéification, le choix entre vaporisateurs à combustion submergés, vaporisateurs à ruissellement d'eau¹⁴, vaporisateurs à calandre multitubulaire et vaporisateurs à air doit être précédé d'une évaluation tenant

¹³ De plus amples informations sur les méthodes de quantification figurent dans la note d'orientation 3 de l'IFC, Annexe A. Consulter www.ifc.org/envsocstandards

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

compte des conditions initiales de l'environnement et de ses fragilités. Lorsqu'une énergie thermique est disponible à proximité (par exemple, raffinerie), l'emploi de vaporisateurs à récupération de chaleur ou de vaporisateurs à calandre multitubulaire peut être envisagé.

Torchage et dégazage

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

Une fois stocké, le GNL produit des 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 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

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 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.

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**.

Gestion des déchets

Les déchets non dangereux et dangereux 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

¹⁵ Consulter *US EPA Code of Federal Regulations (CFR) 4049 CFR 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)*, et *NFPA 59A Standard for the Production, Storage, and Handling of Liquefied Natural Gas (2006)*

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.

Les déchets dangereux doivent être séparés des déchets non dangereux ; 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**.

Bruit

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 compresseurs, les tuyauteries de recyclage, les déshydratateurs d'air, les réchauffeurs, les systèmes de réfrigération des installations de liquéfaction, les vaporisateurs de regazéification, et les opérations de chargement / déchargement des méthaniers.

Les conditions atmosphériques pouvant affecter le niveau de bruit sont notamment l'humidité et la direction et la vitesse du vent. La végétation (arbres) et des murs peuvent atténuer le niveau de bruit. Lorsque cela est nécessaire, des murs anti-bruit peuvent être érigés. Les niveaux maxima permis de bruit ambiant à ne pas dépasser sont définis dans les **Directives EHS générales**, et des recommandations générales sont données sur la prévention et la réduction du niveau de bruit.

Transport du GNL

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 / 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.

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 :

- La pression à l'intérieur des citernes de GNL doit être maintenue le plus près possible de la pression limite permise ;
- Le système de relâchement de la pression des citernes de GNL doit se déclencher le plus rapidement possible afin d'évacuer les volumes importants de gaz produits pendant un changement de phase rapide.

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 Exemple 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. 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.

1.2 Hygiène et sécurité au travail

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 d'identification des dangers [HAZID], une étude des dangers et de l'exploitabilité [HAZOP], ou d'autres études d'évaluation des risques. Les résultats doivent servir à planifier la gestion de la santé et de la sécurité, à concevoir les installations et la sécurité des systèmes et à préparer puis diffuser des procédures de sécurité au travail.

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.

La planification de la gestion de la santé et de la sécurité doit tenir compte d'une approche systématique et structurée de la gestion de la santé et de la sécurité, de la mise en place de mesures de contrôle visant à réduire au minimum les risques, de la formation appropriée du personnel et du maintien en bon état des équipements. Il est recommandé de créer un comité de la santé et de la sécurité des installations.

Un système de permis de travail formel doit être mis en place au sein des installations. Grâce à ce système, tous les travaux potentiellement dangereux peuvent être menés dans des conditions de sécurité, certaines opérations sont dûment autorisées, les travaux à exécuter, y compris les risques qu'ils présentent, sont bien expliqués, et des procédures d'isolation sûres sont dûment suivies avant le démarrage des activités. Une procédure de verrouillage et étiquetage doit être mise en place pour assurer que tous les équipements sont isolés de leurs sources d'énergie avant toute intervention d'entretien ou de démontage.

Les installations doivent être dotées, au minimum, d'un service de premiers soins (soins préhospitaliers) et des moyens d'assurer des soins à distance pendant un temps limité. Il convient d'envisager d'installer un poste médical et d'avoir un médecin sur place lorsque les effectifs sont nombreux et que l'installation est complexe. Un système de télémédecine peut être une option dans certains cas particuliers.

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 dispositifs de protection du personnel et la gestion des risques physiques, chimiques, biologiques et radiologiques communs à toutes les industries y figurent également.

D'autres questions d'hygiène 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

Les impacts pour la santé 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**.¹⁸

¹⁸ 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'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).

Incendies et explosions

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 statique¹⁹, 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.

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

- concevoir, construire et exploiter les installations de GNL conformément aux normes internationales²⁰ 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 adjacents²¹ ;
- mettre en place de procédures de sécurité applicables aux opérations de chargement / déchargement du produit au

¹⁹ 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.

²⁰ 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. Des directives supplémentaires sur la réduction des expositions à l'électricité statique et aux éclairs figurent dans *API Recommended Practice: Protection Against Ignitions Arising out of Static, Lightning, and Stray Currents (2003)*.

²¹ Au cas où des distances de sécurité suffisantes ne peuvent pas être ménagées, il convient d'envisager d'ériger des murs antidéflagration pour isoler les zones de traitement des autres zones des installations, et/ou de renforcer la construction des bâtiments.

point d'interface avec le mode de transport (par exemple, wagons-citernes, camions-citernes et méthaniers²²), mettant en jeu 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 avec les ressources et les moyens de formation nécessaires, y compris la formation au maniement des équipements d'extinction des incendies et aux procédures d'évacuation. 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)²³ ;
 - Emploi de dispositifs électriques à sécurité positive et d'outils anti-étincelle²⁴ ;
 - Mise en place d'un système de permis de travail et de procédures formelles pour les travaux d'entretien à chaud²⁵, y compris le nettoyage et la mise à l'air libre des bacs ;

²² 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 Code of Federal Regulations (CFR) 33 CFR Part 127: Waterfront facilities handling liquefied natural gas and liquefied hazardous gas, and NFPA 59A Standard for the Production, Storage, and Handling of Liquefied Natural Gas (2006)*

²³ Par exemple, consulter le Chapitre 20, ISGOTT (1995).

²⁴ Par exemple, consulter le Chapitre 19, ISGOTT (1995).

²⁵ Il est particulièrement important de contrôler les sources d'inflammation dans les zones où des mélanges gaz-air inflammables sont susceptibles de se former : zones d'émanation de vapeurs encerclant les bacs ou les wagons-citernes/camions citernes pendant le chargement/déchargement, zones proches des systèmes de récupération des évaporats, zones proches des dispositifs de mise à l'air libre des capacités atmosphériques, zones proches d'une fuite ou d'un déversement.

- application des prescriptions des 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 / 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. 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 GNL²⁶
- situer tous les systèmes de lutte contre l'incendie doivent 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 les plaçant dans des zones éloignées ou au moyen de murs pare-feu. 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 navires²⁷), mettant en jeu des vannes

de régulation à sécurité positive et des équipements d'arrêt d'urgence et de détection²⁸ ;

- préparer d'un plan de lutte contre l'incendie et assurer les ressources nécessaires ;
- 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.

Basculement de couche

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 si, à l'intérieur du bac, le GNL se stratifie en couches de densités différentes, imposant ainsi des pressions qui peuvent, si les soupapes de sécurité ne fonctionnent pas correctement, causer des dégâts structurels.

Les mesures recommandées pour éviter les basculements de couche consistent, notamment, à :

- surveiller la pression, la densité et la température de toute la colonne de GNL liquide à l'intérieur des bacs de stockage ;
- envisager l'installation d'un système de recirculation du GNL à l'intérieur du bac ;
- installer des soupapes de sûreté à pression conçues spécifiquement pour les conditions de basculement de couche dans les bacs de stockage ;
- installer plusieurs points de chargement des bacs à des hauteurs différentes pour permettre un brassage des

²⁶ Exemples de bonnes pratiques : *US National Fire Protection Association (NFPA) Standard 59A* ou autres normes équivalentes.

²⁷ Exemple de bonne pratique de l'industrie en matière de chargement / déchargement des citernes : ISGOTT.

²⁸ Exemples de bonnes pratiques : *US National Fire Protection Association (NFPA) Standard 59A* ou autres normes équivalentes.

apports de GNL de différentes densités à l'intérieur des bacs et éviter ainsi une stratification du produit.

Contact avec des surfaces froides

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 afin de réduire le risque d'un contact accidentel avec le personnel. Une formation doit être assurée pour sensibiliser le personnel aux dangers que peut entraîner un contact avec des surfaces froides (par exemple, brûlures de froid), et des équipements de protection individuelle (gants, vêtements isolants) doivent être fournis chaque fois que cela est nécessaire.

Risques de nature chimique

La conception des installations à terre doit viser à réduire l'exposition du personnel aux substances chimiques, aux combustibles et aux produits contenant des substances dangereuses. Les substances et produits classés comme très toxiques, cancérigènes, allergènes, mutagènes, tératogènes ou fortement corrosifs doivent être identifiés et remplacés par des produits moins dangereux, chaque fois que cela est possible. Une fiche de données de sécurité pour matière dangereuse 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.

Les installations doivent être équipées d'un système fiable de détection du gaz permettant d'isoler la source d'émanation 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 fermés. 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 des mesures ci-après qui consistent à :

- établir un plan d'urgence pour les rejets de H_2S , couvrant toutes les phases, de l'évacuation à la reprise normale des opérations ;
- installer des appareils de surveillance réglés pour déclencher des alarmes dès que la concentration de H_2S dépasse 7 milligrammes par mètre cube (mg/m^3). Le nombre et les emplacements des appareils de surveillance doivent être fixés sur la base d'une évaluation des risques d'émissions de H_2S et d'exposition à ce gaz dans les diverses zones des installations ;
- fournir des détecteurs individuels de H_2S 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 des matériels de sécurité et aux mesures à prendre en cas de fuite.

Espaces confinés

Comme dans les autres branches d'activité, les risques associés aux espaces confinés peuvent être mortels pour le personnel. Les risques d'accident à la suite d'une entrée dans

un espace confiné varie selon la conception, les équipements et l'infrastructure 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. Les responsables des installations doivent élaborer et mettre en place des procédures d'entrée dans les espaces confinés, comme indiqué dans les **Directives EHS générales**.

1.3 Santé et sécurité de la population

Les impacts 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**.

Les dangers que pose l'exploitation des installations de GNL pour la santé et la sécurité de la communauté 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 négligeable²⁹. 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.

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). 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**.

Sécurité

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 zones auxquelles 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.

²⁹ 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

2.0 Indicateurs de performance et valeurs de référence

2.1 Environnement

Directives pour les émissions et les effluents

Les directives pour les effluents figurent au tableau 1. 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 valeurs indicatives applicables aux effluents de procédé de ce secteur d'activité sont conformes aux bonnes pratiques de l'industrie internationale qui trouvent leur expression dans les normes des pays dotés de cadres réglementaires reconnus. Les directives concernant les sources d'émissions des centrales de génération de vapeur et d'électricité d'une puissance installée ne dépassant pas 50 MW 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**

Tableau 1. Teneurs limites des effluents des installations de GNL	
Paramètre	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 lourds (total) : 5 mg/L ○ Chlorures : 600 mg/L (moyenne), 1200 mg/L (maximum)
Drainage des eaux de ruissellement	Après traitement dans un séparateur d'huile, la concentration d'huile des eaux de ruissellement doit être de 10 mg/L.

Tableau 1. Teneurs limites des effluents des installations de GNL	
Paramètre	Directive
Eau de refroidissement	L'effluent ne doit pas entraîner une élévation de température supérieure à 3° C en bordure de la zone de brassage et de dilution. Lorsque cette zone n'est pas précisément définie, prendre comme point de référence une distance de 100 m à partir du point de rejet. 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 0,2 ppm.
Eaux d'égout	Traitement 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).

Utilisation des ressources et consommation énergétique

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.

Suivi des impacts environnementaux

Des programmes de suivi des impacts environnementaux doivent être mis en place de manière à couvrir toutes les activités qui peuvent avoir des impacts environnementaux importants dans des conditions d'exploitation normales ou dans des conditions anormales.

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, suivant 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**

Occupational Health and Safety (NIOSH)³¹, les valeurs plafonds autorisées (PEL) publiées par Occupational Safety and Health Administration of the United States (OSHA)³², les valeurs limites d'exposition professionnelle de caractère indicatif publiées par les États membres de l'Union européenne³³, ou d'autres sources similaires.

Tableau 2. Utilisation des ressources et consommation énergétique

Paramètre	Unité	Valeurs de référence
Consommation énergétique du transport du GNL ¹	MJ/GJ de gaz pour 100 km	19-20 ¹
Consommation énergétique – installations de regazéification	MWe	20-30 ²
Consommation d'eau – Vaporisateurs à ruissellement d'eau ³	m ³ /h	30,000
Notes :		
¹ AEI, 1999		
² Structure-poids en mer ou unité flottante de regazéification de 8 GS ^m /an		
³ Delta thermique de 5°C pour une installation de regazéification de 8 GS ^m /an		

Fréquence des accidents mortels et non mortels

Il faut s'efforcer de ramener à zéro le nombre d'accidents du travail dont peuvent être victimes les travailleurs (employés et sous-traitants) dans le cadre d'un projet, en particulier les accidents qui peuvent entraîner des jours de travail perdus, des lésions d'une gravité plus ou moins grande, ou qui peuvent être mortels. Il est possible de comparer les chiffres enregistrés pour les installations des projets à ceux d'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)³⁴.

Suivi de l'hygiène et de la sécurité au travail

Il est nécessaire d'assurer le suivi des risques professionnels posés par les conditions de travail dans le cadre du projet considéré. Ces activités doivent être conçues et poursuivies par des professionnels agréés³⁵ dans le contexte d'un programme de suivi de l'hygiène et de la sécurité au travail. Les installations doivent par ailleurs tenir un registre des accidents du travail, des maladies, des événements dangereux et autres incidents. De plus amples informations sur les programmes de suivi de

2.2 Hygiène et sécurité au travail

Directives sur l'hygiène et la sécurité au travail

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)³⁰, *Pocket Guide to Chemical Hazards* publié par United States National Institute for

³¹/ Consulter : <http://www.cdc.gov/niosh/npg/>

³² Consulter :

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

³³ Consulter : http://europe.osha.eu.int/good_practice/risks/ds/oe/

³⁴ Consulter : <http://www.bls.gov/iif/> and <http://www.hse.gov.uk/statistics/index.htm>

³⁵ Les professionnels agréés comprennent notamment les hygiénistes industriels agréés, les hygiénistes du travail agréés ou les professionnels agréés de la sécurité ou équivalent

³⁰/ Consulter : <http://www.acgih.org/TLV/> and <http://www.acgih.org/store/>

l'hygiène et de la sécurité au travail sont données dans les

Directives EHS générales.

3.0 Bibliographie et sources d'information supplémentaires

American Petroleum Institute (API). 2003. Recommended Practice. Protection Against Ignitions Arising out of Static, Lightning, and Stray Currents. API RP 2003. Washington : API.

ABS Consulting. 2004. Consequence Assessment Methods for Incidents Involving Releases from Liquefied Natural Gas Carriers. Report for FERC. Houston, TX: ABS Consulting.

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. Disponible à <http://www.energy.ca.gov/naturalgas/index.html>

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. Disponible à <http://www.beg.utexas.edu/energyecon/>

CEE. 2003b. LNG Safety and Security. Sugar Land, Texas: CEE. Disponible à <http://www.beg.utexas.edu/energyecon/>

Union européenne. European Norm (EN) Standard EN 1473. Installation and Equipment for Liquefied Natural Gas – Design of Onshore Installations. Dernière édition. Bruxelles : UE.

Kidnay, A.J., et W.R. Parrish. 2006. Fundamentals of Natural Gas Processing. Boca Raton, FL: CRC Press.

Agence internationale de l'énergie (AIE). 1999. Automotive Fuels Information Service. Automotive Fuels for the Future: The Search for Alternatives. Paris: AIE. Disponible à <http://www.iea.org/dbtw-wpd/textbase/nppdf/free/1990/autofuel99.pdf>

Organisation maritime internationale (OMI). 1983. International Gas Carrier Code (IGC Code). IMO 782E. Dernière édition. Londres : OMI.

International Safety Guide for Oil Tankers and Terminals (ISGOTT). 1995. 4th ed. ICS & OCIMF. Londres: Witherbys Publishing.

OMI. 1978. MARPOL 73/78. International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973, as modified by the Protocol of 1978 relating thereto. Londres : OMI.

National Fire Protection Association (NFPA). 2006. NFPA 59A. Standard for the Production, Storage, and Handling of Liquefied Natural Gas (LNG). Quincy, MA: NFPA.

Nova Scotia Department of Energy. 2005. Code of Practice. Liquefied Natural Gas Facilities. Halifax, Nova Scotia: Department of Energy. Disponible à <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, décembre 2004. Albuquerque, New Mexico, et Livermore, California: Sandia National Laboratories.

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

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

United States (US) Environment Protection Agency (EPA). Code of Federal Regulations 49 CFR Part 193. Liquefied Natural Gas Facilities: Federal Safety Standards. Dernière édition. Washington : US EPA. Disponible à http://ecfr.gpoaccess.gov/cgi/t/text/text-idx?c=ecfr&tpl=/ecfrbrowse/Title49/49cfr193_main_02.tpl

United States (US) Environmental Protection Agency (EPA). Code of Federal Regulations (CFR) 33 CFR Part 127: Waterfront facilities handling liquefied natural gas and liquefied hazardous gas. Dernière édition. Washington : US EPA

Annexe A : Description générale de la branche d'activité

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 ; et
- Phase 8 : Distribution du gaz naturel par un réseau d'alimentation.

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).

Liquéfaction du gaz naturel

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.

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.

Le gaz sec adouci 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 recyclés dans les trains de procédé. Le GNL produit est stocké dans des bacs atmosphériques, prêt à être exporté par navire.

Les hydrocarbures lourds qui peuvent avoir été séparés pendant le refroidissement sont fractionnés et récupérés.

L'éthane est généralement réinjecté dans le gaz de charge. 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 qu'additif à l'essence.

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 réfrigérant. Le circuit de réfrigérant fonctionne selon le principe de refroidissement par détente du fluide et nécessite un compresseur. 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 ; et
- Les mélanges de réfrigérants, constitués d'azote et d'hydrocarbures légers.

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 ou air) ; et
- Fluide de chauffage (circuit à vapeur ou à huile chaude).

Transport du GNL

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. **Cinq 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 neufs³⁶ :

- **Deux** modèles de cuves autoporteuses :
 - Cuve sphérique Moss,
 - Citerne prismatique.
- **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).

Terminaux à terre de regazéification du GNL

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

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.

³⁶ Les caractéristiques détaillées des citernes sont données dans les principes directeurs et les spécifications d'étude de la SIGTTO

Pendant le fonctionnement normal des installations, des gaz s'évaporent à l'intérieur des bacs et des conduites remplies 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 comprimés et envoyés au recondensateur.

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.

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 ; et
- Vaporisateurs à calandre multitubulaire fonctionnant avec une source de chaleur extérieure.

Systèmes de torchage et de dégazage

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 réfrigéré ne dépasse pas la limite inférieure d'inflammabilité (LII).

Terminal en mer de réception du GNL

Types d'installations en mer de GNL :

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

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

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.

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'écêtement de la demande de pointe.

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 ; et
- Amarrage par tourelle à colonne découplable, à savoir une plate-forme d'amarrage et de déchargement sous haute pression des méthaniers, équipée d'une installation de regazéification.

Figure A.1: Production de gaz naturel liquéfié

