



**SESSION DE PRINTEMPS 2026
EDITION
DE L'ANNEXE VOLUMINEUSE
DE LA RESOLUTION
2026-I-12**

Strasbourg, le 11 juin 2026

**SESSION DE PRINTEMPS 2026
EDITION
DE L'ANNEXE VOLUMINEUSE
DE LA RESOLUTION
2026-I-12**

ISGINTT

Guide international de sécurité pour les bateaux-citernes de navigation intérieure et les terminaux

(Deuxième édition, actualisée en juillet 2026)

Publié par

Commission centrale pour la navigation du Rhin

2, place de la République – CS10023

67082 Strasbourg Cedex

France

+33 (0)3 88 52 20 10

ccnr@ccr-zkr.org

www.ccr-zkr.org

OCIMF

29 Queen Anne's Gate

London SW1H 9BU

United Kingdom

+44 (0)20 7654 1200

enquiries@ocimf.org

www.ocimf.org

Deuxième édition 2023, actualisée en juillet 2026

© Commission centrale pour la navigation du Rhin

© OCIMF

ISBN : 979-10-90735-92-7

Commission centrale pour la navigation du Rhin (CCNR)

La Commission centrale pour la navigation du Rhin (CCNR) est une organisation internationale qui exerce un rôle de régulateur essentiel dans la navigation rhénane. Elle intervient dans les domaines techniques, juridiques, économiques et environnementaux. Dans tous ces domaines, ses travaux ont pour objectif d'améliorer l'efficacité du transport sur le Rhin, la sécurité, les aspects sociaux et la protection de l'environnement. De nombreuses activités de la CCNR s'étendent désormais au-delà du Rhin et portent directement sur les voies de navigation intérieure européennes en général. La CCNR travaille en étroite coopération avec la Commission européenne et les autres commissions fluviales et organisations internationales.

OCIMF

L'OCIMF est une organisation associative regroupant des membres du secteur maritime de l'énergie autour d'un engagement commun en faveur de la sécurité. Elle a été créée en 1970 à la suite de plusieurs accidents, notamment celui du Torrey Canyon en 1967, afin de répondre à la nécessité de mieux comprendre et maîtriser les risques maritimes.

La vision de l'OCIMF est la suivante : *une industrie maritime mondiale ne causant aucun préjudice aux personnes ni à l'environnement.*

L'OCIMF promeut le transport et la manutention sûrs et respectueux de l'environnement du pétrole, des produits pétrochimiques, du gaz et des carburants émergents, et attend le même niveau d'exigence pour les opérations maritimes offshore connexes.

Unis par un objectif commun, les membres de l'OCIMF œuvrent à l'amélioration de la sécurité maritime dans le secteur de l'énergie. L'organisation coopère avec ses membres et partenaires industriels afin de maîtriser les risques opérationnels actuels tout en aidant le secteur à se préparer aux risques émergents et aux menaces futures.

Conditions d'utilisation

Bien que les recommandations contenues dans le présent document d'information (« le document ») aient été élaborées sur la base des meilleures informations actuellement disponibles, elles sont purement indicatives et doivent être suivies aux risques exclusifs de l'utilisateur. L'OCIMF, les membres de l'OCIMF ou toute personne, entreprise, société ou organisation (qui a participé de quelque manière que ce soit à la fourniture d'informations ou de données, à la rédaction ou à la traduction, à la publication, à la fourniture ou à la vente du document) déclinent toute responsabilité concernant l'exactitude des informations ou des conseils donnés dans le document, les omissions dans le document ou toute conséquence résultant directement ou indirectement de l'observation, de l'adoption ou de la prise en compte des recommandations contenues dans le document, y compris en cas de manquement à une obligation de diligence raisonnable.

Le contenu de la présente publication ne doit en aucun cas être utilisé, en tout ou en partie, dans un système d'intelligence artificielle (IA) (tel que ChatGPT, Co-Pilot, Watson, etc.) à quelque moment que ce soit. L'utilisation de la présente publication de quelque manière que ce soit, directement ou indirectement, dans son intégralité ou en partie, pour l'entraînement ou le développement de systèmes d'intelligence artificielle (IA), des modèles d'apprentissage automatique ou toute autre technologie automatisée, est strictement interdite. Conformément à l'article 4, paragraphe 3, de la directive 2019/790 relative au marché unique numérique, l'OCIMF se réserve expressément le droit d'exclure le présent document de l'exception relative à l'extraction et à utilisation de données et de textes.

Sommaire

Avant-propos	20
Introduction	21
Objet et champ d'application	23
Bibliographie	25
Définitions	28
PARTIE 1 : INFORMATIONS GÉNÉRALES	41
1 Propriétés générales des liquides en vrac	42
1.1 Pression de vapeur	42
1.1.1 Pression de vapeur vraie	42
1.1.2 Pression de Vapeur Reid	42
1.2 Inflammabilité	43
1.2.1 Généralités	43
1.2.2 Limites d'inflammabilité	43
1.2.3 Effet du gaz inerte sur l'inflammabilité	43
1.2.4 Essais d'inflammabilité	45
1.2.5 Point d'éclair	45
1.2.6 Classification d'inflammabilité	45
1.3 Densité de gaz d'hydrocarbures	46
1.4 Corrosivité	46
2 Dangers des liquides en vrac	47
2.1 Inflammabilité	47
2.2 Densité	47
2.3 Toxicité	47
2.3.1 Introduction	47
2.3.2 Liquides en vrac	47
2.3.3 Vapeurs de produits	48
2.3.4 Fiche de Données de Sécurité	49
2.3.5 Benzène, autres produits cancérogènes, mutagènes et reprotoxiques, et autres hydrocarbures aromatiques	49
2.3.6 Sulfure d'hydrogène	50
2.3.7 Mercaptans	53
2.3.8 Sans objet	54
2.3.9 Gaz inerte	54
2.3.10 Manque d'oxygène	54
2.3.11 Ester méthylique d'acide gras	54
2.3.12 Méthyl-tertio-butyl-éther et éthyle-tertio-butyl éther	55
2.3.13 Éthanol	55
2.4 Mesure de gaz	55
2.4.1 Introduction	55
2.4.2 Mesure de la concentration du produit	55
2.4.3 Détecteurs de gaz inflammables	56
2.4.4 Détecteurs de gaz à filament chauffé non-catalytique (Tanksopes)	59
2.4.5 Interféromètre (appareil mesurant l'indice de réfraction)	60
2.4.6 Instruments à infrarouge	60
2.4.7 Mesure de faibles concentrations de gaz toxiques	62
2.4.8 Installations fixes de détection de gaz	62
2.4.9 Mesure des concentrations d'oxygène	63
2.4.10 Utilisation des analyseurs d'oxygène	63
2.4.11 Instruments multi-gaz	64
2.4.12 Détecteurs de gaz à usage personnel	64
2.4.13 Conduites d'échantillonnage de gaz et procédures d'échantillonnage	65

2.5	Évolution et dispersion des gaz de produit	66
2.5.1	Introduction	66
2.5.2	Dégagement de gaz et ventilation	66
2.5.3	Dispersion du gaz	68
2.5.4	Facteurs ayant une influence sur la dispersion	69
2.5.5	Limitation des risques liés au gaz évacué	73
2.5.6	Sans objet	75
2.6	Sans objet	75
2.7	Risques associés à la manutention, au stockage et au transport de fioul lourd	75
2.7.1	Généralités	75
2.7.2	Nature des risques	75
2.7.3	Point d'éclair et mesure d'inflammabilité de l'espace libre	76
2.7.4	Mesures de précaution	76
2.7.5	Risque lié au sulfure d'hydrogène dans le fioul lourd	77
3	Électricité statique	78
3.1	Principes de l'électrostatique	78
3.1.1	Résumé	78
3.1.2	Séparation de charge	78
3.1.3	Accumulation de charge	79
3.1.4	Décharge électrostatique	80
3.1.5	Propriétés électrostatiques des gaz et brouillards	83
3.2	Précautions générales face aux risques électrostatiques	83
3.2.1	Vue d'ensemble	83
3.2.2	Métallisation	84
3.2.3	Éviter les objets conducteurs non reliés	85
3.3	Autres sources des dangers électrostatiques	85
3.3.1	Filtres	85
3.3.2	Équipements fixes dans les citernes à cargaison	85
3.3.3	Chute libre dans des citernes	86
3.3.4	Brouillards d'eau	86
3.3.5	Gaz inerte	87
3.3.6	Rejet de dioxyde de carbone	87
3.3.7	Vêtements et chaussures	87
3.3.8	Matériaux synthétiques	87
4	Risques généraux pour les bateaux-citernes de navigation intérieure et les terminaux	88
4.1	Principes généraux	88
4.2	Contrôle des sources d'inflammation potentielles	88
4.2.1	Flamme nue	88
4.2.2	Fumer	89
4.2.3	Cuisinières et équipements de cuisine	90
4.2.4	Salles des machines et des chaudières	91
4.3	Équipement électrique portable	91
4.3.1	Généralités	91
4.3.2	Lampes et autres équipements électriques à câbles souples (câbles sur enrouleurs)	92
4.3.3	Lampes pneumatiques	92
4.3.4	Torches (lampes de poche), lampes et équipements portatifs alimentés par des batteries	92
4.3.5	Caméras	93
4.3.6	Autres types d'équipement électrique portable	93
4.3.7	Piles au lithium	94

4.4	Gestion des matériels et installations électriques dans les zones de danger	94
4.4.1	Généralités	94
4.4.2	Zones de danger	94
4.4.3	Matériel électrique	95
4.4.4	Inspection et entretien de matériel électrique	95
4.4.5	Réparations électriques, travaux de maintenance et d'essais aux terminaux	97
4.5	Utilisation d'outils	97
4.5.1	Grenaillage et outils mécaniques	97
4.5.2	Outils à main	98
4.6	Équipements réalisés en aluminium	98
4.7	Anodes de protection cathodique dans les citernes à cargaison	98
4.8	Équipement de communication	99
4.8.1	Généralités	99
4.8.2	Appareil de radiocommunication des bateaux-citernes de navigation intérieure	99
4.8.3	Appareil radar des bateaux-citernes de navigation intérieure	99
4.8.4	Systèmes automatiques d'identification	100
4.8.5	Téléphones	100
4.8.6	Téléphones mobiles	100
4.8.7	Appareils de radiomessagerie	101
4.9	Combustion spontanée	101
4.10	Auto-inflammation	101
4.11	Amiante	101
5	Lutte contre l'incendie	102
5.1	Théorie de la lutte contre les incendies	102
5.2	Types d'incendie et agents extincteurs appropriés	102
5.3	Agents extincteurs	103
5.3.1	Agents réfrigérants	103
5.3.2	Agents étouffants	104
5.3.3	Agents inhibiteurs de flamme	106
5.4	Systèmes de détection d'incendie	107
5.5	Précautions générales	107
6	Sûreté	108
6.1	Généralités	108
6.2	Évaluation de la sûreté	108
6.3	Responsabilités selon le Code ISPS	108
6.4	Plans de sûreté conformes à la convention SOLAS et au code ISPS	109
6.5	Plans de sûreté pour les bateaux-citernes de navigation intérieure	109
6.6	Déclaration de sûreté (DoS)	110
PARTIE 2 : INFORMATIONS RELATIVES AU BATEAU-CITERNE		112
7	Systèmes de bord	113
7.1	Systèmes fixes de gaz inerte	113
7.1.1	Généralités	113
7.1.2	Sources de gaz inerte	113

7.1.3	Composition et qualité du gaz inerte	113
7.1.4	Méthodes de remplacement de l'atmosphère des citernes	113
7.1.5	Contrôle de l'atmosphère des citernes à cargaison	114
7.1.6	Application aux opérations des citernes à cargaison	115
7.1.7	Précautions à prendre pour éviter les risques de santé	118
7.1.8	Protection des citernes à cargaison contre la surpression/dépression	118
7.1.9	Sans objet	119
7.1.10	Sans objet	119
7.1.11	Précautions par temps froid pour les systèmes de gaz inerte	119
7.1.12	Défaillance du système de gaz inerte	119
7.1.13	Réparation de l'installation à gaz inerte	120
7.2	Systèmes de ventilation	120
7.2.1	Généralités	120
7.2.2	Surpression et dépression	121
7.3	Cargaison et systèmes de ballastage	123
7.3.1	Manuel d'utilisation	123
7.3.2	Intégrité du système de cargaison et de ballastage	123
7.3.3	Débits de chargement	124
7.3.4	Surveillance d'espaces vides et de ballastage	125
7.4	Puissance et systèmes de propulsion	125
7.5	Sans objet	125
7.6	Sans objet	125
8	Équipement du bateau	126
8.1	Équipement à bord pour la lutte contre les incendies	126
8.1.1	Généralités	126
8.1.2	Installations d'extinction d'incendie fixée à demeure à bord des bateaux-citernes de navigation intérieure - Refroidissement	126
8.1.3	Installations d'extinction d'incendie fixée à demeure à bord des bateaux-citernes de navigation intérieure - Étouffement	126
8.1.4	Extincteurs d'incendie portatifs	127
8.2	Matériel de mesure pour le gaz	128
8.2.1	Introduction	128
8.2.2	Résumé des tâches de contrôle de gaz	129
8.2.3	Disponibilité d'instruments de mesure des gaz	129
8.2.4	Fonctions d'alarme sur les instruments de mesure des gaz	130
8.2.5	Dispositifs de prise d'échantillons	130
8.2.6	Étalonnage	130
8.2.7	Essais opérationnels et inspection	131
8.2.8	Détecteurs de gaz jetables à usage personnel	131
8.3	Équipement de levage	131
8.3.1	Inspection et entretien	131
8.3.2	Formation	132
9	Gestion de la sécurité et des urgences	133
9.1	Systèmes de gestion de la sécurité	133
9.2	Gestion des risques	134
9.2.1	Généralités	134
9.2.2	Évaluation des risques	134
9.2.3	Hiérarchie des contrôles	134
9.2.4	Risques à l'interface marine	135
9.2.5	Gestion des changements	135

9.3	Systèmes d'autorisation de travail	136
9.3.1	Généralités	136
9.3.2	Systèmes d'autorisation de travail : structure	136
9.3.3	Systèmes d'autorisation de travail : principes de fonctionnement	137
9.3.4	Formulaires d'autorisations de travail	137
9.3.5	Réunion de planification des travaux	138
9.3.6	Toolbox talks (discussions sur la sécurité)	138
9.3.7	Autorité pour l'arrêt des travaux	138
9.4	Travail à chaud	139
9.4.1	Contrôle du travail à chaud	139
9.4.2	Travail à chaud dans un espace désigné	139
9.4.3	Travail à chaud à l'extérieur d'un local désigné	139
9.4.4	Travail à chaud dans des zones de danger	141
9.5	Appareils de soudage et de travail à chaud	146
9.6	Autres tâches potentiellement dangereuses	147
9.7	Gestion des sous-traitants	147
9.8	Réparations effectuées ailleurs qu'au chantier naval	147
9.8.1	Introduction	147
9.8.2	Généralités	148
9.8.3	Surveillance et contrôle	148
9.8.4	Planification avant l'arrivée	148
9.8.5	Dispositions relatives à l'amarrage	149
9.8.6	Équipements à terre	149
9.8.7	Réunion de sécurité pré-travail	150
9.8.8	Autorisations de travail	150
9.8.9	État des citernes	150
9.8.10	Tuyaux à cargaison	150
9.8.11	Précautions pour la lutte contre les incendies	150
9.8.12	Personne désignée responsable de la sécurité	151
9.8.13	Travail à chaud	151
9.9	Gestion des urgences à bord des bateaux	151
9.9.1	Généralités	151
9.9.2	Plan d'urgence du bateau-citerne de navigation intérieure	152
9.9.3	Actions en cas d'urgence	153
10	Espaces confinés	155
10.1	Introduction à la sécurité pour entrer dans un espace confiné	155
10.2	Gestion de la sécurité pour entrer dans un espace confiné	156
10.2.1	Généralités	156
10.2.2	Gestion des entrées contrôlées dans les espaces confinés	156
10.2.3	Gestion des espaces confinés auxquels l'accès n'est pas prévu	160
10.3	Identification des espaces confinés	160
10.4	Dangers des espaces confinés	161
10.4.1	Manque d'oxygène	161
10.4.2	Présence de gaz toxiques et/ou inflammables	162
10.4.3	Risques liés aux gaz inertes, y compris l'azote	163
10.4.4	Enrichissement en oxygène	163
10.5	Précautions générales	164
10.6	Autorisation d'entrée	164

10.7	Exigences pour l'accès aux espaces confinés	165
10.7.1	Contrôle de l'entrée dans des espaces confinés	165
10.7.2	Contrôles de l'atmosphère avant l'entrée	165
10.7.3	Autorisation d'entrée dans un espace confiné	166
10.8	Précautions lors de l'entrée dans des espaces confinés	168
10.9	Travail dans des espaces confinés	169
10.9.1	Exigences générales	169
10.9.2	Équipement et dispositifs d'ouverture	169
10.9.3	Utilisation d'outils	169
10.9.4	Utilisation d'ampoules électriques et de matériel électrique	169
10.9.5	Enlèvement des boues, de dépôts et de sédiments	169
10.9.6	Utilisation de bateaux de travail	169
10.10	Entrée dans des espaces confinés dont l'atmosphère est notoirement dangereuse ou susceptible de l'être	170
10.11	Sauvetage dans les espaces confinés et évacuation	170
10.11.1	Évacuation des espaces confinés	170
10.11.2	Organisation du sauvetage et de l'évacuation dans les espaces confinés	171
10.11.3	Précautions pour entrer dans les chambres des pompes à cargaison	172
10.11.4	Procédures pour entrer dans les chambres des pompes	172
10.11.5	Ventilation des chambres des pompes à cargaison	173
10.12	Équipement de protection respiratoire	173
10.12.1	Appareil respiratoire autonome	174
10.12.2	Appareil respiratoire à adduction d'air	174
10.12.3	Appareil respiratoire pour l'évacuation d'urgence (Emergency Escape Breathing Device - EEBD)	175
10.12.4	Entretien du matériel	175
10.12.5	Stockage	175
10.12.6	Formation à l'utilisation des appareils respiratoires	176
11	Opérations à bord	177
11.1	Opérations liées à la cargaison	177
11.1.1	Généralités	177
11.1.2	Réglage des tuyaux et des vannes	177
11.1.3	Fonctionnement des vannes	177
11.1.4	Sautes de pression	177
11.1.5	Vannes à papillon et de non-retour (Contrôle)	178
11.1.6	Procédures de chargement	178
11.1.7	Chargement d'hydrocarbures accumulateurs de charge électrostatique	181
11.1.8	Chargement de cargaisons à très haute pression de vapeur	187
11.1.9	Chargement des cargaisons contenant du sulfure d'hydrogène	187
11.1.10	Chargement de cargaisons contenant du benzène	188
11.1.11	Chargement de produits chauffés	189
11.1.12	Sans objet	189
11.1.13	Chargement aux terminaux équipés de systèmes de contrôles des émissions de vapeur	189
11.1.14	Procédures de déchargement	191
11.1.15	Vidange des conduites et tuyaux après les opérations de cargaison	193

11.2	Aspects concernant la stabilité, les tensions, l'assiette et le ballotement	196
11.2.1	Généralités	196
11.2.2	Effet de carène liquide	196
11.2.3	Ballotement	196
11.2.4	Planification du chargement et du déchargement	196
11.3	Nettoyage des citernes	197
11.3.1	Généralités	197
11.3.2	Gestion des risques liés au lavage des citernes	197
11.3.3	Supervision et préparation	197
11.3.4	Atmosphères des citernes	198
11.3.5	Lavage de citernes	198
11.3.6	Précautions pour le lavage de citernes	202
11.4	Dégazage	204
11.4.1	Généralités	204
11.4.2	Dégazage pour une entrée sans appareil respiratoire	204
11.4.3	Procédures et précautions	204
11.4.4	Test et mesure du gaz	205
11.4.5	Équipements fixes de dégazage	205
11.4.6	Ventilateurs portatifs	205
11.4.7	Ventilation de citernes de ballastage à double enveloppe	206
11.4.8	Dégazage en prévision de travaux à chaud	206
11.5	Sans objet	206
11.6	Opérations de ballastage	206
11.6.1	Introduction	206
11.6.2	Généralités	206
11.6.3	Sans objet	206
11.6.4	Chargement de ballast séparé	206
11.6.5	Sans objet	207
11.6.6	Déchargement de ballast séparé	207
11.6.7	Sans objet	207
11.6.8	Sans objet	207
11.7	Fuite de cargaison vers les citernes à double enveloppe	207
11.7.1	Mesures à prendre	207
11.7.2	Sans objet	208
11.8	Mesurage, jaugeage par le creux, sondage et prise d'échantillons de la cargaison	208
11.8.1	Généralités	208
11.8.2	Mesurage et prise d'échantillons de citernes non inertes	209
11.8.3	Mesurage et prise d'échantillons de citernes inertes	212
11.8.4	Mesurage et prise d'échantillons de cargaisons contenant des substances toxiques	214
11.8.5	Jaugeage fermé pour le transfert de responsabilité	215
11.9	Transbordement entre bateaux	215
11.9.1	Transbordement de bateau-citerne à bateau-citerne	215
11.9.2	Transbordement de navire de mer à bateau-citerne de navigation intérieure et inversement	215
11.9.3	Transbordement entre bateaux-citernes de navigation intérieure avec équilibrage de vapeur	216
11.9.4	Transbordement entre bateaux-citernes de navigation intérieure utilisant les installations du terminal	216
11.9.5	Conductivité électrique entre les bateaux-citernes de navigation intérieure	216

12	Transport et stockage de matières dangereuses	217
12.1	Gaz liquéfiés	217
12.2	Approvisionnements du bateau-citerne	217
12.2.1	Généralités	217
12.2.2	Peintures	218
12.2.3	Produits chimiques	218
12.2.4	Liquides de nettoyage	218
12.2.5	Stockage de matériel de rechange	218
12.3	Échantillons de cargaison et de combustible	218
12.4	Autres matériaux	218
12.4.1	Sciure, granulés et blocs absorbants d'huile	218
12.4.2	Déchets	219
12.5	Cargaisons conditionnées	219
12.5.1	Pétrole et autres liquides inflammables	219
12.5.2	Sans objet	219
12.5.3	Entrée dans les cales	219
12.5.4	Sans objet	219
12.5.5	Sans objet	219
12.5.6	Sans objet	219
12.5.7	Sans objet	219
12.5.8	Matériel arrimé sur le pont	219
12.5.9	Sans objet	219
13	Facteurs humains	220
13.1	Généralités	220
13.2	Identification et analyse des tâches critiques pour la sécurité	221
13.3	Conception	222
13.4	Évaluation des risques	223
13.5	Procédures	223
13.6	Commandement	223
13.7	Confiance en soi pour arrêter le travail ou s'exprimer	224
13.8	Fatigue	225
13.9	Niveaux d'effectifs	225
13.10	Formation, expérience et compétence individuelles	226
13.11	Pratiquer le travail en équipe	226
13.12	Facteurs humains lors de l'enquête et enseignements	227
14	Types particuliers de bateaux	228
PARTIE 3 : INFORMATIONS RELATIVES AU TERMINAL		229
15	Gestion et information au terminal	230
15.1	Système d'information des terminaux maritimes	230
15.1.1	Questionnaire relatif aux caractéristiques du terminal maritime (<i>Marine Terminal Particulars Questionnaire - MTPQ</i>)	231
15.1.2	Gestion des terminaux maritimes et auto-évaluation	232
15.1.3	Compétences et formation des opérateurs de terminaux maritimes	233
15.2	Identification des dangers et gestion des risques	233
15.3	Manuel d'exploitation	233

15.4	Information du terminal et réglementation portuaire	234
15.5	Surveillance et contrôle	234
15.5.1	Niveaux d'effectifs	234
15.5.2	Réduction des effectifs aux quais lors de la manutention de cargaison	235
15.5.3	Contrôle des quantités durant la manutention de cargaison	235
15.5.4	Formation	235
15.6	Documentation	236
16	Opérations au terminal	237
16.1	Communications avant l'arrivée	237
16.2	Amarrage	237
16.2.1	Équipement d'amarrage	237
16.3	Conditions limites d'exploitation	237
16.4	Accès bateau-citerne de navigation intérieure / terre	238
16.4.1	Généralités	238
16.4.2	Disponibilité de l'accès bateau-citerne de navigation intérieure / terre	238
16.4.3	Équipement d'accès	239
16.4.4	Emplacement de la passerelle	240
16.4.5	Filets de sécurité	240
16.4.6	Maintenance de routine	240
16.4.7	Personnes non autorisées	240
16.4.8	Tabagisme et alcoolémie	240
16.5	Amarrage à couple	240
16.6	Opérations de cargaison utilisant la marée	241
16.6.1	Déchargement utilisant la marée	241
16.6.2	Chargement utilisant la marée	241
16.7	Opérations durant lesquelles le bateau-citerne de navigation intérieure ne reste pas à flot	242
16.8	Génération de sautes de pression dans les conduites	242
16.8.1	Introduction	242
16.8.2	Génération d'une saute de pression	242
16.9	Évaluation des sautes de pression	244
16.9.1	Délai réel de fermeture de la vanne	244
16.9.2	Calcul de la pression totale dans le système	244
16.9.3	Conception globale du système	244
16.10	Réduction du risque de saute de pression	245
16.10.1	Précautions générales	245
16.10.2	Limitation du débit pour éviter le risque d'une saute de pression provoquant des dommages	245
16.11	Contrôle du débit des conduites en tant que précaution statique	245
16.11.1	Généralités	245
16.11.2	Exigences relatives au contrôle du débit	246
16.11.3	Contrôle des débits de chargement	246
16.11.4	Déchargement dans les installations à terre	246
17	Systèmes et équipements du terminal	247
17.1	Matériel électrique	247
17.2	Défenses	247

17.3	Équipement de levage	247
17.3.1	Inspection et entretien	247
17.3.2	Formation à l'utilisation de matériel de levage	248
17.4	Éclairage	248
17.5	Isolation électrique bateau-citerne de navigation intérieure / terre	249
17.5.1	Généralités	249
17.5.2	Courants électriques du bateau-citerne à la terre	249
17.5.3	Sans objet	252
17.5.4	Câbles de métallisation bateau-citerne de navigation intérieure / terre	252
17.5.5	Bride isolante	252
17.6	Mise à la terre et métallisation au terminal	255
17.7	Contrôle de vigilance (disjoncteur de sécurité)	256
18	Équipement de manutention de la cargaison	257
18.1	Bras de chargement mécaniques	257
18.1.1	Rayon d'action opérationnel	257
18.1.2	Forces sur les collecteurs	257
18.1.3	Restrictions concernant le collecteur du bateau-citerne de navigation intérieure	258
18.1.4	Remplissage involontaire de bras stationnés	258
18.1.5	Formation de glace	258
18.1.6	Coupleurs mécaniques	258
18.1.7	Forces du vent	258
18.1.8	Précautions lors de la connexion et déconnexion des bras	258
18.1.9	Précautions pendant que les bras sont connectés	258
18.1.10	Coupleur mécanique de déverrouillage de secours	259
18.2	Tuyaux de cargaison	259
18.2.1	Généralités	259
18.2.2	Types et utilisations	260
18.2.3	Performances	262
18.2.4	Marquage	262
18.2.5	Débit d'écoulement	262
18.2.6	Exigences relatives à l'inspection, aux essais et à l'entretien des tuyaux à cargaison	263
18.2.7	Normes pour les brides de tuyaux	267
18.2.8	Conditions d'utilisation	267
18.2.9	Stockage prolongé	268
18.2.10	Manutention, levage et suspension	268
18.2.11	Ajustement pendant la manutention de cargaison	269
18.2.12	Tuyaux sous-marins et flottants	269
18.2.13	Tuyaux utilisés pour le transbordement de bateau à bateau	269
18.2.14	Isolement électrique	270
18.3	Systèmes de contrôle des émissions de vapeur	271
19	Sécurité et protection contre l'incendie	272
19.1	Sécurité	272
19.1.1	Considérations relatives à la conception	272
19.1.2	Gestion de la sécurité	272
19.1.3	Systèmes d'autorisation de travail : considérations générales	273
19.2	Protection du terminal contre l'incendie	274
19.2.1	Généralités	274
19.2.2	Prévention et isolement des incendies	274
19.2.3	Détection d'incendie et systèmes d'alarme	274

19.2.4	Systèmes automatiques de détection	275
19.2.5	Choix des détecteurs d'incendie	275
19.2.6	Emplacement et espacement des détecteurs d'incendie	276
19.2.7	Installations fixes de détection de gaz inflammables et toxiques	276
19.2.8	Emplacement installations fixes de détection de gaz inflammables et toxiques	276
19.2.9	Analyseurs fixes de gaz inflammables et toxiques	277
19.2.10	Compatibilité avec les systèmes d'extinction d'incendie	278
19.3	Systèmes d'alarme et d'avertisseurs	278
19.3.1	Types de systèmes d'alarme	278
19.3.2	Types de signaux	278
19.3.3	Conception des systèmes d'alarmes et d'avertisseurs	278
19.3.4	Configurations alternatives de systèmes d'alarme et d'avertisseurs	279
19.3.5	Interface entre les systèmes de détection et d'alarme ou d'extinction d'incendie - Configuration des circuits	279
19.3.6	Sources d'énergie électrique	279
19.4	Systèmes de détection et d'alarme aux terminaux de manutention de pétrole brut, hydrocarbures et produits chimiques	280
19.4.1	Généralités	280
19.4.2	Salles et bâtiments de contrôle	281
19.5	Équipement de lutte contre l'incendie	281
19.5.1	Équipement de lutte contre l'incendie dans le terminal	282
19.5.2	Extincteurs d'incendie et canons portatifs et mobiles	282
19.5.3	Équipements fixes de lutte contre les incendies dans le terminal	283
19.6	Équipement de lutte contre les incendies depuis l'eau	289
19.7	Vêtements de protection	290
19.8	Accès pour les services de lutte contre l'incendie	290
20	Préparation aux situations d'urgence	291
20.1	Vue d'ensemble	291
20.2	Planification d'urgence au terminal - Composantes et procédures du plan d'urgence	292
20.2.1	Préparation	292
20.2.2	Contrôle	293
20.2.3	Communications et alarmes	293
20.2.4	Plans et cartes du site	295
20.2.5	Accès au matériel	295
20.2.6	Mouvements et contrôle de la circulation routière	295
20.2.7	Services externes	295
20.2.8	Formation aux situations d'urgence	296
20.3	Définition et hiérarchie des urgences	297
20.3.1	Généralités	297
20.3.2	Hiérarchie des urgences	297
20.3.3	Évaluation des risques	298
20.4	Plan d'urgence du terminal	298
20.4.1	Format	298
20.4.2	Préparation	299
20.4.3	Aspects organisationnels divers	300
20.5	Intervention en cas de déversement	301
20.5.1	Intervention en fonction du niveau	302
20.5.2	Disponibilité des ressources	302

20.6	Éloignement d'urgence des bateaux-citernes de navigation intérieure du quai	303
21	Évacuation d'urgence	304
21.1	Généralités	304
21.1.1	Évacuation d'un bateau-citerne de navigation intérieure	304
21.1.2	Personnel non indispensable	304
21.2	Évacuation et voies d'évacuation pour le personnel	305
21.2.1	Voies d'évacuation primaires et secondaire	305
21.2.2	Accès aux bateaux	305
21.2.3	Disponibilité d'embarcations de sauvetage	305
21.2.4	Matériel de sauvetage	305
21.3	Sans objet	306
21.4	Formation et exercices	306
	PARTIE 4 : GESTION DE L'INTERFACE BATEAU-CITERNE DE NAVIGATION INTÉRIEURE / TERMINAL	307
22	Communications	308
22.1	Procédures et précautions	308
22.1.1	Équipement de communication	308
22.1.2	Procédures de communication	308
22.1.3	Conformité aux règles du terminal et locales	309
22.2	Échange d'informations avant l'arrivée	309
22.2.1	Échange d'informations de sécurité	309
22.2.2	Du bateau-citerne de navigation intérieure à l'autorité compétente	309
22.2.3	Du bateau-citerne de navigation intérieure au terminal	309
22.2.4	Du terminal au bateau-citerne de navigation intérieure	310
22.3	Échange d'informations avant l'accostage	310
22.3.1	Du bateau-citerne de navigation intérieure au terminal et/ou au pilote	310
22.3.2	Du terminal au bateau-citerne de navigation intérieure	310
22.4	Échange d'information avant la manutention	311
22.4.1	Du bateau-citerne de navigation intérieure au terminal	311
22.4.2	Du terminal au bateau-citerne de navigation intérieure	312
22.5	Plan de chargement concerté	313
22.6	Plan de déchargement concerté	314
22.7	Accord pour effectuer des réparations	315
22.7.1	Réparations à bord du bateau-citerne de navigation intérieure	315
22.7.2	Réparations au terminal	316
22.7.3	Utilisation d'outils lorsqu'un bateau-citerne de navigation intérieure est à quai au terminal	316
23	Amarrage	317
23.1	Sécurité de l'amarrage	317
23.1.1	Effet « snap-back »	317
23.2	Sécurité des amarrages	318
23.3	Préparatifs pour l'arrivée	319
23.3.1	Dispositifs d'amarrage du bateau-citerne	319
23.3.2	Sans objet	319
23.3.3	Sans objet	319

23.4	Amarrage au quai	319
23.4.1	Type et qualité des câbles d'amarrage	319
23.4.2	Gestion des amarrages à quai	319
23.5	Sans objet	321
24	Précautions à bord du bateau-citerne et au terminal pendant la manutention de cargaison	322
24.1	Ouvertures sur l'extérieur des logements et des salles des machines	322
24.2	Systèmes de climatisation et de ventilation	322
24.3	Orifices dans les citernes à cargaison	323
24.3.1	Couvercles des citernes à cargaison	323
24.3.2	Trappes de visée et de jaugeage	323
24.3.3	Orifices de ventilation des citernes à cargaison	323
24.3.4	Ouvertures pour le lavage des citernes	324
24.4	Inspection des citernes à cargaison des bateaux-citernes de navigation intérieure avant le chargement	324
24.5	Couvercles des citernes de ballastage dédiées	324
24.6	Connexions de cargaison entre le bateau-citerne de navigation intérieure et la terre	324
24.6.1	Brides de raccordement	324
24.6.2	Retrait de brides d'obturation	325
24.6.3	Réducteurs et bobines	325
24.6.4	Éclairage	325
24.6.5	Déconnexion d'urgence	325
24.7	Déversement accidentel et fuite de produit	325
24.7.1	Généralités	325
24.7.2	Sans objet	326
24.7.3	Obturation des dalots	326
24.7.4	Confinement des déversements	326
24.7.5	Conduites inutilisées des bateaux-citernes de navigation intérieure et à terre pour la cargaison et l'avitaillement	326
24.8	Équipement de lutte contre l'incendie	327
24.9	Proximité d'autres bâtiments	327
24.9.1	Bateaux-citernes de navigation intérieure aux postes d'amarrage voisins	327
24.9.2	Bateaux transportant des cargaisons ordinaires aux postes d'amarrage voisins	327
24.9.3	Opérations de bateaux-citernes de navigation intérieure aux postes de chargement de cargaisons ordinaires	327
24.9.4	Remorqueurs et autres embarcations le long du bateau-citerne	328
24.10	Panneaux	328
24.10.1	Panneaux à bord du bateau-citerne de navigation intérieure	328
24.10.2	Panneaux au terminal	328
24.11	Exigences en matière d'effectifs	329
24.12	Contrôle des flammes nues et autres sources d'inflammation potentielles	329
24.13	Contrôle des véhicules et autres équipements	329
24.14	Sans objet	329

25	Opérations d'avitaillement	330
25.1	Généralités	330
25.2	Procédures d'avitaillement	330
25.3	Opération d'avitaillement	331
25.4	Liste de contrôle de sécurité pour l'avitaillement de bateaux de la navigation intérieure	331
25.4.1	Généralités	331
25.4.2	Directives pour l'utilisation	331
25.4.3	Liste de contrôle de sécurité pour l'avitaillement de bateaux de la navigation intérieure	332
26	Gestion de la sécurité	333
26.1	Conditions climatiques	333
26.1.1	Recommandations du terminal en cas de conditions météorologiques défavorables	333
26.1.2	Régime des vents	333
26.1.3	Orages électriques (foudre)	334
26.2	Sécurité du personnel	334
26.2.1	Équipement de protection individuelle	334
26.2.2	Risques de glisser et de tomber	334
26.2.3	Hygiène personnelle	335
26.2.4	Vêtements en matériaux synthétiques	335
26.3	Listes de contrôles de sécurité	335
26.3.1	Généralités	335
26.3.2	Directives pour l'utilisation	336
26.3.3	Exemples de lettre de sécurité	338
26.4	Instructions pour compléter la liste de contrôle de sécurité bateau-citerne/terre	339
26.5	Actions d'urgence	339
26.5.1	Incendie ou explosion sur un quai	339
26.5.2	Incendie à bord du bateau-citerne de navigation intérieure, au terminal ou à bord d'un autre bateau-citerne de navigation intérieure	339
26.5.3	Raccord incendie international de jonction avec la terre (si nécessaire)	342
26.5.4	Procédures de déconnexion d'urgence	342
26.5.5	Câbles de remorquage d'urgence	342
PARTIE 5 : GAZ		343
27	Propriétés de base des gaz liquéfiés	344
27.1	Gaz liquéfiés	344
27.2	Production de gaz liquéfié	344
27.2.1	Production de gaz naturel liquéfié	344
27.2.2	Production de gaz de pétrole liquéfié	345
27.2.3	Production de gaz chimiques	346
27.2.4	Les principaux produits	347
27.3	Structure chimique des gaz	348
27.4	Propriétés chimiques	352
27.5	Gaz inerte et azote	355
27.6	Polymérisation	356
27.7	Formation d'hydrates	358

27.8	Lubrification	359
27.9	Propriétés physiques	359
27.10	États de la matière	360
27.10.1	Solides, liquides et gaz	360
27.10.2	Déversements de gaz liquéfiés	361
27.11	Principes de la réfrigération	362
27.12	Températures et pressions critiques	363
27.13	Rapports de volume liquide / vapeur	363
27.14	Lois des gaz parfaits	363
27.15	Pression de vapeur saturante	366
27.16	Densités de vapeur et de liquide	369
27.16.1	Densité de liquide	369
27.16.2	Densité de la vapeur	370
27.17	Propriétés physiques des mélanges de gaz	370
27.18	Points de bulle et points de rosée de mélanges	371
27.19	Reliquéfaction et enthalpie	373
27.19.1	Enthalpie	373
27.19.2	Réfrigération	373
27.20	Inflammabilité	375
27.21	Suppression de l'inflammabilité par un gaz inerte	379
27.22	Sources d'inflammation	380
28	Dangers liés aux gaz	381
28.1	Risques liés à la cargaison	381
28.2	Inflammabilité	383
28.2.1	Aspects opérationnels	383
28.2.2	Aspects d'urgence	383
28.3	Déficit en air	384
28.3.1	Toxicité	384
28.3.2	Asphyxie (suffocation)	385
28.3.3	Traitement médical	386
28.3.4	Oxygénothérapie	387
28.4	Engelures	388
28.5	Brulures chimiques	389
28.6	Atmosphères dangereuses	389
28.6.1	Nécessité des tests de gaz	389
28.6.2	Analyseurs d'oxygène	390
28.6.3	Indicateurs de gaz combustible	390
28.6.4	Détecteurs de toxicité	390
29	Électricité statique	391
29.1	Électrostatique	391
30	Lutte contre l'incendie	392
30.1	Les principaux risques	392
30.1.1	Inflammabilité	392

30.2	Feux de gaz liquéfiés	392
30.2.1	Généralités	392
30.2.2	Feux en torche.	393
30.2.3	Feux de liquides (nappes)	393
30.2.4	Incendies dans les chambres de compresseurs	394
30.2.5	Feux de collecteurs	394
30.3	Lutte contre les incendies de gaz liquéfiés	394
30.3.1	Moyens d'extinction	394
30.3.2	Formation	396
30.3.3	Mesures immédiates	396
31	Systèmes de bord	397
31.1	Conduites et vannes de cargaison	397
31.1.1	Conduites de cargaison	397
31.1.2	Vannes de cargaison	398
31.1.3	Systèmes d'arrêt d'urgence	399
31.1.4	Vannes de décharge des citernes à cargaison et des conduites	399
31.2	Pompes de cargaison	400
31.3	Réchauffage de la cargaison	405
31.4	Vaporisateurs de cargaison	405
31.5	Compresseurs de cargaison et dispositifs connexes	406
31.5.1	Compresseurs à piston	406
31.5.2	Compresseurs à vis	407
31.5.3	Séparateur de liquide d'aspiration du compresseur	408
31.6	Systèmes à gaz inerte et à azote	408
31.6.1	Production d'azote à bord des bateaux-citernes	408
31.6.2	Azote pur chargé depuis la terre	409
31.7	Matériel électrique dans les espaces présentant un risque de gaz	409
31.8	Instruments	411
31.8.1	Instruments de mesure du niveau de liquide	411
31.8.2	Systèmes d'alarme de niveau et d'arrêt automatique	412
31.8.3	Surveillance de la température et de la pression	412
32	Opérations à bord	413
32.1	Séquence des opérations	413
32.2	Inspection des citernes, assèchement et inertage	413
32.2.1	Inspection des citernes	413
32.2.2	Assèchement	413
32.2.3	Inertage - avant le chargement	414
32.3	Apport de vapeur de produit	417
32.4	Sans objet	420
32.5	Chargement	421
32.5.1	Chargement - Procédures préliminaires	421
32.5.2	Contrôle des vapeurs durant le chargement	423
32.5.3	Chargement - Premières étapes	424
32.5.4	Chargement en vrac	425
32.5.5	Limites maximales de remplissage des citernes	425
32.6	Voyage du bâtiment chargé	427

32.7	Déchargement	428
32.7.1	Déchargement par pressurisation du volume de phase gazeuse	428
32.7.2	Déchargement au moyen des pompes	428
32.7.3	Vidange des citernes et des conduites	433
32.8	Le voyage sur lest	433
32.9	Changement de cargaison (et préparation pour la mise en cale sèche)	434
32.9.1	Assèchement du liquide résiduel	434
32.9.2	Inertage - après le déchargement	435
32.9.3	Aération	436
32.9.4	Ammoniac - procédures spéciales	438
32.10	Transbordement de bateau à bateau	439
32.11	Conclusion	439
33	Types de bateaux-citernes transportant du gaz	440
33.1	Types de bateaux-citernes transportant du gaz	440
33.2	Systèmes de confinement de la cargaison	441
33.2.1	Citernes indépendantes	441
33.2.2	Citernes à membrane	441
33.2.3	Citernes à semi-membrane	442
33.3	Matériaux de construction et d'isolation	442
33.3.1	Matériaux de construction	442
33.3.2	Isolation de la citerne	442
Annexe 1 :	Liste de contrôle de sécurité Bateau-citerne de navigation intérieure / Terminal	443
Annexe 2 :	Liste de contrôle de sécurité Bateau-citerne maritime* ou de navigation intérieure*/ Bateau-citerne de navigation intérieure	453
Annexe 3 :	Liste de contrôle de sécurité pour l'élimination de déchets dangereux	464
Annexe 4 :	Liste de contrôle de sécurité pour l'élimination de déchets non dangereux	465
Annexe 5 :	Liste de contrôle de sécurité pour l'avitaillement en combustible de bateaux de navigation intérieure	468
Annexe 6 :	Liste de contrôle de sécurité pour l'avitaillement en combustible de navires de mer	470
Annexe 7 :	Lignes directrices pour compléter les listes de contrôle de sécurité	473

Avant-propos

L'OCIMF et la Commission centrale pour la navigation du Rhin (CCNR) ont coopéré, avec d'autres organisations européennes afin d'élaborer cette révision du *Guide international de sécurité pour les bateaux-citernes de navigation intérieure et les terminaux (ISGINTT)*. Quel que soit leur rôle dans le transport par bateau de navigation intérieure, toutes les organisations sont conscientes que la réglementation à elle seule ne suffit pas pour améliorer la sécurité et la protection de l'environnement ; en témoignent les bonnes pratiques adoptées et constamment affinées par le secteur, ainsi que le dévouement des personnes impliquées, qui veillent continuellement à s'améliorer.

L'une des principales missions des associations internationales qui ont préparé cette publication est de représenter les intérêts de l'industrie auprès des organismes de réglementation tels que l'Organisation maritime internationale (OMI) et la Commission centrale pour la navigation du Rhin (CCNR). Le Conseil européen de l'industrie chimique (CEFIC), l'Union européenne de la navigation fluviale (UENF), FuelsEurope, la Fédération européenne du stockage en citerne (FETSA), l'OCIMF, la Plateforme européenne du transport par voies navigables (IWT) et la Fédération européenne des ports intérieurs contribuent tous, à divers degrés, aux travaux de ces organismes de réglementation.

Cet engagement en faveur d'une amélioration continue est démontré par les efforts engagés par le secteur pour développer le *Guide international de sécurité pour les bateaux-citernes de navigation intérieure et les terminaux* - connu sous la désignation *ISGINTT* au sein de l'industrie.

C'est par conséquent avec grand plaisir que nous présentons cette deuxième édition du Guide. L'OCIMF et la CCNR reconnaissent l'*ISGINTT* comme le principal manuel de référence de l'industrie en matière de sécurité d'exploitation des bateaux-citernes de navigation intérieure et des terminaux qui les accueillent.

Ce Guide présente des pratiques de sécurité actualisées pour l'exploitation des bateaux-citernes de navigation intérieure et des terminaux et maintient une philosophie de contrôle fondée sur le risque. Par la sensibilisation aux risques, l'*ISGINTT* favorise l'établissement d'un environnement dans lequel les incertitudes liées à certaines opérations à bord sont réduites non seulement par la réglementation, mais aussi par l'encouragement des personnels des bateaux et des terminaux ainsi que de leurs employeurs à identifier les risques inhérents à toutes leurs tâches et à prendre des mesures adaptatives pour réduire ces risques. En mettant l'accent sur les personnes, cette approche est pleinement cohérente avec la stratégie liée à l'élément humain qui a fait l'objet d'une attention accrue au cours de ces dernières années.

Nous sommes convaincus que l'*ISGINTT* contribuera non seulement à améliorer l'excellent bilan de sécurité de l'industrie, mais la rapprochera aussi de l'objectif de zéro accident auquel nous aspirons tous. Nous recommandons par conséquent son utilisation à toutes les parties concernées.

Lucia Luijten
Secrétaire générale
Commission centrale pour la navigation du Rhin

Karen Davis
Directrice générale
OCIMF

Introduction

La sécurité est essentielle pour le secteur du transport par bateaux-citernes de navigation intérieure. Les auteurs du *Guide international de sécurité pour les bateaux-citernes de navigation intérieure et les terminaux (ISGINTT)* espèrent que cette version révisée du Guide deviendra l'ouvrage de référence pour une exploitation sûre des bateaux-citernes de navigation intérieure, ainsi que des terminaux qui les accueillent. À cet effet, le Guide doit prendre en compte les évolutions de la conception des bateaux-citernes et des pratiques d'exploitation et refléter les technologies et réglementations les plus récentes. Tel a été l'objectif de l'élaboration de cette version révisée et de sa diffusion au sein du secteur.

Les listes de contrôle de sécurité contenues dans le Guide couvrent la manutention de cargaison et de résidus entre le bateau et la terre, mais aussi entre les navires de mer et les bateaux de la navigation intérieure. Les auteurs espèrent que ces listes de contrôle reflètent de manière exhaustive les responsabilités individuelles et collectives du bateau-citerne et du terminal et que l'utilisation de ces listes de contrôle se généralisera dans les ports et les terminaux.

Afin d'en faciliter l'utilisation, ce Guide a conservé sa structure d'origine. Il comporte cinq sections : « Informations générales », « Informations relatives au bateau-citerne », « Informations relatives au terminal », « Gestion de l'interface bateau-citerne et terminal » et « Informations supplémentaires pour la manutention de gaz liquéfiés ».

Tous les droits de propriété intellectuelle, y compris les droits d'auteur, de l'*ISGINTT* sont protégés (voir l'avis de droit d'auteur à la page 2 du présent document). Des sections du *International Safety Guide for Oil Tankers and Terminals 6th Edition (ISGOTT6)* de l'OCIMF et de l'ICS, ainsi que du *Liquefied Gas Handling Principles on Ships and In Terminals* de SIGTTO ont été utilisées pour la rédaction du présent document, étant donné qu'il s'agit des meilleures pratiques reconnues par l'industrie et afin d'éviter toute incohérence dans les recommandations au niveau de l'interface navire de mer/bateau de navigation intérieure. L'utilisation des publications de l'OCIMF, de l'ICS et du SIGTTO dans le présent document ne constitue pas une renonciation aux droits de propriété intellectuelle de ces publications de l'OCIMF, de l'ICS et de SIGTTO.

Les auteurs considèrent que l'*ISGINTT* continuera à apporter les meilleures recommandations techniques pour les opérations à bord de bateaux-citernes de navigation intérieure et dans les terminaux. Tous les exploitants sont invités à veiller à ce que les recommandations contenues dans ce Guide soient non seulement lues et comprises, mais également suivies.

L'OCIMF et la CCNR ont mis en place un secrétariat afin de soutenir l'élaboration de la révision de l'*ISGINTT* et d'assurer sa mise à jour régulière à l'avenir. Le secrétariat encourage les usagers de l'*ISGINTT* à lui communiquer leurs commentaires et suggestions d'amélioration pour une possible prise en compte dans les futures éditions. Le site Internet de l'*ISGINTT* fournit non seulement les dernières informations relatives à l'*ISGINTT* mais sert également de lien de communication entre les usagers de l'*ISGINTT* et les experts et organisations qui ont participé à son développement.

Le site Internet de l'*ISGINTT* est accessible à l'adresse suivante : www.isgintt.org, le secrétariat de l'*ISGINTT* peut être contacté par courriel à l'adresse suivante : secretariat@isgintt.org.

Commission centrale pour la navigation du Rhin (CCNR)

Palais du Rhin

2, place de la République – CS10023

67082 Strasbourg Cedex

France

<http://www.ccr-zkr.org>

OCIMF

29 Queen Anne's Gate

London SW1H 9BU

United Kingdom

www.ocimf.com

The European Chemical Industry Council (CEFIC)

Rue Belliard, 40

1040 Brussels

Belgium

www.cefic.org

European Barge Union (EBU)

Handelsplein 92

3071 PR Rotterdam

The Netherlands

www.ebu-uenf.org

FuelsEurope

Boulevard du Souverain 165 – 3rd Floor

1160 Brussels

Belgium

www.fuelseurope.eu

Federation of European Tank Storage (FETSA)

Boulevard Auguste Reyers, 80

1030 Brussels

Belgium

www.fetsa.eu

European Inland Waterway Transport Platform (European IWT Platform)

Avenue des Arts, 56

B-1000 Brussels

Belgium

www.inlandwaterwaytransport.eu

European Federation of Inland Ports (EFIP)

Treurenberg, 6

1000 Brussels

Belgium

www.inlandports.eu

Objet et champ d'application

L'objectif du présent Guide est d'améliorer la sécurité du transport des marchandises dangereuses à l'interface des bateaux-citernes de navigation intérieure et d'autres bâtiments et des installations à terre (terminaux). Le Guide ne vise pas à établir, remplacer ou modifier des réglementations en vigueur, mais à mettre à disposition des recommandations supplémentaires qui n'ont pas vocation à figurer dans les réglementations.

L'utilisation de ce Guide de sécurité est recommandée par les organisations de l'industrie participante CEFIC, UENF, OEB, ESPO, EUROPIA, FETSA, IAPH, OCIMF, ICS et SIGTTO avec le soutien politique et juridique nécessaire de la CCNR. Ce Guide fait référence à l'édition 2021 de l'Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par voies de navigation intérieures (ADN). Ses usagers doivent veiller à toujours se référer à l'édition la plus récente de cet accord.

Ce Guide comporte des recommandations à l'attention des personnels des bateaux-citernes de navigation intérieure et des terminaux sur la sécurité du transport et de la manutention de produits généralement rencontrés à bord des bateaux-citernes de navigation intérieure transportant des hydrocarbures, des produits chimiques ou des gaz liquéfiés et dans les terminaux qui accueillent ces bâtiments.

Le but de ce Guide est également de fournir des recommandations opérationnelles pour assister le personnel directement impliqué dans l'exploitation des bateaux-citernes de navigation intérieure et des terminaux. Il ne fournit pas une description arrêtée de la façon dont sont menées les opérations à bord des bateaux-citernes de navigation intérieure et dans les terminaux. Il fournit toutefois des orientations et des exemples concernant certains aspects de l'exploitation des bateaux-citernes de navigation intérieure et des terminaux et sur la manière dont ils peuvent être gérés. La gestion efficace des risques exige des procédures et des contrôles pouvant être adaptés rapidement aux changements. Dans de nombreux cas, les recommandations formulées constituent par conséquent des procédures délibérément non-prescriptives et des alternatives peuvent être adoptées par certains exploitants pour la gestion de leurs opérations. Ces procédures alternatives peuvent aller au-delà des recommandations contenues dans le présent Guide.

Lors de l'adoption de procédures alternatives, il convient que les exploitants suivent un processus fondé sur la gestion des risques intégrant des systèmes visant à identifier et évaluer ces risques et à préciser la manière dont ils sont gérés. Cette démarche doit s'accompagner d'un solide processus de gestion du changement. Pour les opérations à bord, cette ligne de conduite doit être conforme aux exigences de la réglementation pertinente.

Il convient de souligner que, dans tous les cas, les recommandations contenues dans le présent Guide ne doivent être suivies que sous réserve de l'observation des réglementations locales ou nationales susceptibles d'être applicables aux terminaux et que les personnes concernées doivent avoir connaissance de ces exigences.

Il est recommandé qu'un exemplaire du Guide soit conservé et utilisé à bord de tout bateau-citerne de navigation intérieure et dans chaque terminal pour fournir une assistance concernant les procédures opérationnelles et la responsabilité partagée lors des opérations à l'interface bateau-terre.

Certains sujets sont traités de manière plus détaillée dans d'autres publications de la CCNR, de l'OCIMF, de l'ICS ou de SIGTTO et d'autres organisations intergouvernementales ou industrielles de la navigation intérieure et maritime. Une référence correspondante y est faite lorsque tel est le cas et une liste de ces publications est présentée dans la bibliographie.

L'objectif du présent Guide n'est pas de formuler des recommandations sur la conception ou la construction de bateaux-citernes de navigation intérieure. Des informations sur ces aspects peuvent être obtenues auprès des organisations intergouvernementales, des autorités nationales et des organismes autorisés, par exemple auprès des sociétés de classification intervenant dans le domaine de la navigation intérieure. De même, ce Guide n'aborde pas certains autres points liés à la sécurité, par exemple la navigation et la sécurité des chantiers navals, bien que certains aspects soient inévitablement évoqués.

Enfin, le présent Guide ne porte pas sur les installations flottantes, y compris les unités flottantes de production et de déchargement (*Floating Production Storage and Offloading Units - FPSO*) et les unités de stockage flottantes (*Floating Storage Units - FSU*). Les exploitants de ces installations peuvent toutefois prendre connaissance des recommandations énoncées, dans la mesure où les bonnes pratiques dans le domaine de la navigation citerne peuvent également s'appliquer à leurs opérations.

Bibliographie

Les publications ci-après sont mentionnées dans le présent Guide ou constituent une source d'informations utiles pour l'industrie ; leur consultation est recommandée le cas échéant pour des informations supplémentaires.

BS	BSI Circular flanges for pipes, valves and fittings (class designated). steel, cast iron and copper alloy flanges. specification for steel flanges (BS EN 1759-1 2004)
CEN	Classification of fires (EN 2)
OMI	Code for existing ships carrying liquefied gases in bulk
OMI	Code for the construction and equipment of ships carrying liquefied gases in bulk
OMI	Crude oil washing systems
UE	Directive du Parlement européen et du Conseil du 12 décembre 2006 établissant les prescriptions techniques pour les bateaux de la navigation intérieure et abrogeant la directive 82/714/CEE (2006/87/CE)
UE	Directive 2008/68/CE du Parlement européen et du Conseil du 24 septembre 2008 relative au transport intérieur de marchandises dangereuses
ICS	ICS Drug trafficking and drug abuse: guidelines for owners and masters on prevention, detection and recognition
CEN	Explosive atmospheres - Part 10-1: Classification of areas explosive gas atmospheres (EN 60079-10-1)
CDNI	Convention relative à la collecte, au dépôt et à la réception de déchets survenant en navigation rhénane et intérieure
UE	Tuyaux et tuyauteries métalliques flexibles onduleux (EN ISO 10380)
CEI	Electrical installations in ships – Part 502: Tankers – Special features (CEI 60092502)
CENELEC	Electrostatics - Code of practice for the avoidance of hazards due to static electricity (Technical report CLC/TR 50404)
OMI	Emergency procedures for ships carrying dangerous goods - Group emergency schedules
CEE-ONU	Accord européen relatif au transport international de marchandises dangereuses par voies de navigation intérieures (ADN)
CEE-ONU	Système général harmonisé de classification et d'étiquetage des produits chimiques (SGH)
CESNI	Standard européen établissant les prescriptions techniques des bateaux de navigation intérieure (ES-TRIN)
OMI	Guidelines on Fatigue
OMI	Guidelines for maintenance and monitoring of onboard materials containing asbestos (MSC/Circ.1045, 28 mai 2002)
OCIMF	Guidelines for the control of drugs and alcohol onboard ship
OMI	Guidelines on maintenance and inspection of fire protection systems and appliances (MSC.1/Circ.1432)
Energy Institute	HM 50. Guidelines for the cleaning of tanks and lines for marine tank vessels carrying petroleum and refined products
OMI	Code IBC - Recueil international de règles relatives à la construction et à l'équipement des navires transportant des produits chimiques dangereux en vrac

OMI	Code IGC - Recueil international de règles relatives à la construction et à l'équipement des navires transportant des gaz liquéfiés en vrac
OMI	Code IMDG - Code maritime international des marchandises dangereuses
CEN	Bateaux de navigation intérieure - Arrangement de mouillages et d'installation de transbordement (EN 14329)
OCIMF	International safety guide for oil tankers and terminals (ISGOTT)
OMI	Code international de gestion de la sécurité (ISM)
OMI	ISPS - Code international pour la sûreté des navires et des installations portuaires
SIGTTO/ OCIMF	Jetty maintenance and inspection guide
SIGTTO	Liquefied gas handling principles on ships and in terminals
OCIMF	Marine terminal baseline criteria and assessment questionnaire
OCIMF	Marine terminal training and competence assessment guidelines for oil and petroleum product terminals
OMI	MARPOL 73/78 - Convention internationale pour la prévention de la pollution des eaux de la mer par les hydrocarbures 1973 dans la teneur modifiée par le Protocole de 1978
EFOA	MTBE/ETBE Transport over inland waterway guidelines
ICS	Model ship security plan
OMI	Provisional categorization of liquid substances in accordance with marpol Annex II and the IBC Code (MEPC.2/Circ.xx)
OMI	Recommendations for material safety data sheets (MSDS) for MARPOL Annex I oil cargo and oil fuel (MSC Res. 286(86))
OMI	Recommandations relatives à la sécurité du transport de cargaisons dangereuses et des activités apparentées dans les zones portuaires
CCNR	Règlement de visite des bateaux du Rhin
UE	Flexibles en caoutchouc pour chargement et déchargement des produits pétroliers (EN 1765)
UE	Tuyaux et assemblages flexibles en caoutchouc et en matériaux thermoplastiques (EN 12115)
CDI/OCIMF/ SIGTTO	Ship to ship transfer guide for petroleum, chemicals and liquefied gases
OMI	SOLAS 74/88 - Convention internationale pour la sauvegarde de la vie humaine en mer, 1974 et protocole 1988, tel que modifié
OMI	Standards for vapour emission control systems (MSC/Circ.585, 16 avril 1992)
UE	Tuyaux et flexibles thermoplastique multicouches (non vulcanisés) (EN 13765)
CEN	Transport quality management system – Road, rail and inland navigation transport – Quality management system requirements to supplement EN ISO 9001 for the transport of dangerous goods with regard to safety (EN 12798)

Des indications relatives à ces publications et à d'autres publications sont disponibles sur les sites Internet suivants :

CDI	www.cdi.org.uk
CDIT	www.cdit.nl
CDNI	www.cdni-iwt.org
CEFIC	www.cefic.org
CCNR	www.ccr-zkr.org
DC	www.danubecommission.org
EFOA	www.efoa.org
EIGA	www.eiga.org
IAPH	www.iaphworldports.org
ICS	www.marisec.org
OMI	www.imo.org
IVR	www.ivr.nl
OCIMF	www.ocimf.org
SIGTTO	www.sigtto.org
CEE-ONU	www.unece.org

Définitions

Aux fins du présent Guide s'appliquent les définitions suivantes :

À l'épreuve des flammes

Voir « antidéflagrant ».

À sécurité intrinsèque

Un circuit électrique, ou une partie d'un circuit, est intrinsèquement sûr si toute étincelle ou effet thermique normalement produit (par exemple la rupture ou l'arrêt d'un circuit) ou accidentellement produit (par exemple par un court-circuit ou une mise à la masse) est incapable de provoquer l'inflammation d'un mélange de gaz défini dans des conditions d'essais prescrites.

Additif antistatique

Une substance ajoutée à un produit pétrolier afin de porter sa conductivité électrique à un niveau de sécurité supérieur à 50 picoSiemens/mètre (pS/m) pour empêcher l'accumulation d'électricité statique.

Adhérence

Résidus d'hydrocarbures qui adhèrent sur les parois d'un tuyau ou sur les surfaces internes des citernes après que l'essentiel de des hydrocarbures ait été retiré.

Adiabatique

Décrit un processus idéal subi par un gaz dans lequel aucun gain ni aucune perte de chaleur ne se produisent.

Administration de l'État du pavillon ou administration compétente

Désigne le gouvernement de l'État dont le bateau-citerne de navigation intérieure est autorisé à battre le pavillon.

ALARP

Aussi bas que raisonnablement possible.

Analyseur d'oxygène ou oxygénemètre

Un instrument pour la détermination du pourcentage d'oxygène dans un échantillon de l'atmosphère prélevé dans une citerne, un tuyau ou un compartiment.

Antidéflagrant (aussi appelé « anti explosion » et « à l'épreuve des flammes »)

Le matériel électrique est défini et certifié comme étant antidéflagrant lorsqu'il est enfermé dans un boîtier qui peut résister à l'explosion d'un mélange d'hydrocarbures et d'air ou d'un autre mélange de gaz inflammable spécifié qu'il est susceptible de contenir. Il doit aussi empêcher l'inflammation d'un tel mélange à l'extérieur du boîtier par une étincelle ou une flamme produite par l'explosion interne ou suite à l'élévation de température du boîtier résultant de l'explosion interne. Ces équipements doivent fonctionner à une température extérieure telle qu'une atmosphère inflammable environnante ne puisse pas s'enflammer.

Arrête-flammes

Une pièce métallique perméable en métal, céramique ou autre matériau résistant à la chaleur qui peut refroidir même une flamme intense et tous les produits de combustion qui en résultent pour abaisser la température en-dessous de celle nécessaire pour l'inflammation d'un gaz inflammable de l'autre côté de l'arrête-flammes.

Assèchement

La dernière opération de drainage de liquide restant dans une citerne ou une conduite.

Auto-inflammation

L'inflammation d'un matériau combustible non provoquée par une étincelle ou une flamme, lorsque le matériau a été porté à une température à laquelle se produit sa combustion.

Autorisation (de travail)

Un document délivré par une personne responsable, qui permet d'effectuer un travail en conformité avec le système de gestion de la sécurité du bateau.

Autorisation de travail à chaud	Un document délivré par une personne responsable autorisant un travail à chaud spécifique à réaliser durant une période donnée et dans une zone définie.
Barge	Voir « bateau-citerne de navigation intérieure ».
Barrière secondaire	L'élément externe résistant au liquide d'un système de stockage de cargaison, destiné à assurer le confinement temporaire d'une fuite de cargaison liquide sur la barrière primaire et à empêcher l'abaissement de la température de la structure du bateau-citerne de navigation intérieure à un niveau dangereux.
Basculement	Le phénomène qui se produit lorsque la stabilité de deux couches stratifiées de liquide d'une densité relative différente est perturbée, provoquant un mélange rapide et spontané des couches, accompagné dans le cas des gaz liquéfiés par une forte production de vapeur.
Bateau	Toute embarcation utilisée pour les services auxiliaires, tels qu'un remorqueur, bateau d'amarrage, bateau de travail, bateau d'avitaillement, bateau de lutte contre les incendies ou une embarcation de sauvetage.
Bateau-citerne (général)	Une barge ou un bateau-citerne de navigation intérieure utilisés pour transporter des cargaisons d'hydrocarbures liquides, de produits chimiques ou de gaz en vrac.
Bateau-citerne de navigation intérieure (ou bateau)	Tout bateau à marchandises destiné au transport de cargaisons liquides en vrac par voie fluviale ou portuaire. Cela inclut : les bateaux-citernes de navigation intérieure motorisés, les barges-citernes non motorisées qui sont manœuvrées par des remorqueurs (poussage ou remorquage).
Bride isolante	Un joint à brides comportant un joint isolant, des viroles et des rondelles pour interrompre la continuité électrique entre le bateau-citerne de navigation intérieure et la terre.
Brouillard d'eau	De très fines gouttelettes d'eau en suspension dans l'atmosphère, généralement dispersées à haute pression par une buse pour la lutte contre l'incendie.
Carbamates	Une substance poudreuse blanche produite par la réaction de l'ammoniac avec le dioxyde de carbone.
Cargaison en vrac	Une cargaison transportée sous forme liquide dans les citernes à cargaison et qui n'est pas expédiée dans des fûts, des conteneurs ou des colis.
Cargaison liquide accumulatrice d'électricité statique	Une cargaison liquide dont la conductivité électrique est inférieure à 50 picoSiemens/mètre (pS/m), de sorte qu'elle est capable de retenir une charge électrostatique importante.
Cargaison liquide non-accumulatrice d'électricité statique	Une cargaison liquide dont la conductivité électrique est supérieure à 50 picoSiemens/mètre (pS/m), de sorte qu'elle n'est pas capable de retenir une charge électrostatique importante.
Cargaisons non volatiles	Cargaisons dont le point d'éclair est égal ou supérieur à 60 °C, tel que déterminé par la méthode d'essai en vase clos.
Cargaisons toxiques	Les cargaisons classées comme toxiques sont énumérées dans la publication correspondante (par exemple ADN, Code IBC, Code IGC).

Cavitation

Un processus qui intervient dans la turbine d'une pompe centrifuge lorsque la pression à l'entrée de la turbine est inférieure à celle de la pression de vapeur du liquide pompé. Les bulles de vapeur formées éclatent avec une force impulsive dans les zones de plus forte pression de la turbine. Cet effet peut gravement endommager les surfaces de la turbine et les pompes d'aspiration peuvent perdre de l'aspiration.

Certificat de navigation

Un certificat délivré par une administration de l'État du pavillon ou une administration compétente confirmant que la structure, les équipements, installations, aménagements et matériaux utilisés pour la construction d'un bateau-citerne transportant du gaz sont conformes au Code de gaz pertinent ou à la réglementation en vigueur. Ce certificat peut être délivré au nom de l'administration par une société de classification agréée.

Certificat d'exemption de gaz

Un certificat délivré par une personne responsable autorisée, confirmant qu'au moment du test, une citerne, un compartiment ou un conteneur était exempt de gaz pour une action donnée.

Certifié exempt de gaz

Une citerne ou un compartiment est certifié comme étant exempt de gaz lorsque son atmosphère a été testée avec un instrument agréé et jugée acceptable par un chimiste indépendant. Cela signifie qu'elle ne présente pas un taux d'oxygène trop faible ni une proportion excessive de gaz toxiques ou inflammables pour une tâche donnée.

Chaleur latente

La chaleur nécessaire pour provoquer un changement d'état d'une substance solide à l'état de liquide (chaleur latente de fusion) ou d'un liquide à l'état de vapeur (chaleur latente de vaporisation). Ces changements de phase se produisent sans modification de la température, respectivement au point de fusion et au point d'ébullition.

Chaleur latente de vaporisation

La quantité de chaleur nécessaire pour changer l'état d'une substance de l'état liquide à l'état de vapeur (ou vice versa) sans modification de la température.

**Chargement par le dessus
(aussi appelé « Chargement en pluie »)**

Le chargement de cargaison ou de ballast au moyen d'une conduite ou d'un tuyau ouverts à leur extrémité et introduits dans une citerne par une ouverture du pont et impliquant une chute libre du liquide.

Chargement réparti

Désigne le remplissage simultané d'un certain nombre de citernes pour éviter la production d'électricité statique lors du chargement des cargaisons accumulatrices de charge électrostatique.

Chute libre

La chute libre du liquide dans une citerne.

**Code international de gestion
de la sécurité (ISM)**

Une norme internationale pour la gestion et le fonctionnement sûrs des bateaux et pour la prévention de la pollution. Le Code établit les objectifs de gestion de la sécurité et nécessite un système de gestion de la sécurité (SGS) établi par la société et vérifié et approuvé par l'administration de l'État du pavillon ou une administration compétente.

**Combustible (aussi appelé
« inflammable »)**

Capable de s'enflammer et de brûler. Aux fins du présent Guide, « combustible » et « inflammable » sont des synonymes.

Combustion spontanée

L'inflammation de matériaux due à une réaction chimique produisant de la chaleur (réaction exothermique) dans le matériau lui-même sans exposition à une source d'inflammation externe.

Compensation en gaz inerte	L'introduction de gaz inerte dans une citerne déjà inertée afin d'y augmenter la pression et empêcher ainsi la pénétration d'air.
Concentré de mousse (aussi appelé « composé de mousse »)	Le liquide concentré reçu du fournisseur et qui est dilué et traité pour produire de la mousse.
Condensat	Gaz reliquéfiés qui s'accumulent dans le condenseur et qui sont ensuite renvoyés dans les citernes à cargaison.
Conducteur / équipage de bateau-citerne de navigation intérieure	Le conducteur ou l'équipage d'un bateau-citerne de navigation intérieure motorisé ou le capitaine ou l'équipage d'un remorqueur lors de l'exploitation de bateaux-citernes.
Creux	L'espace au-dessus du liquide dans une citerne, habituellement mesuré en tant que distance entre le point d'étalonnage et la surface du liquide.
Cryogénie	L'étude du comportement de la matière à très basse température.
Cycle de reliquéfaction en cascade	Un processus dans lequel la vapeur d'évaporation des citernes à cargaison est condensée dans un condenseur de cargaison dans lequel le produit frigorigène est un gaz réfrigérant tel que le R22 ou équivalent. Le gaz réfrigérant est ensuite comprimé et traverse un condenseur classique refroidi à l'eau de mer.
Débit	La vitesse linéaire de l'écoulement du liquide dans une conduite, généralement mesurée en mètres par seconde (m/s). La détermination des débits à des endroits dans les systèmes de conduites de cargaison est essentielle lors de la manipulation des cargaisons accumulatrices d'électricité statique.
Débit de chargement	La mesure volumétrique de liquide chargé sur une période donnée, généralement exprimée en mètres cubes par heure (m ³ /h) ou en barils par heure (bbls/h).
Dégazage	L'évacuation de gaz toxiques, et/ou inflammables présents dans une citerne ou un espace confiné.
Densité	La masse par unité de volume d'une substance à des conditions spécifiées de température et de pression (voir la section 1.3).
Densité relative du liquide	La masse d'un liquide à une température donnée par rapport à la masse d'un volume égal d'eau douce à la même température ou à une température différente donnée.
Destinataire	Le destinataire défini dans le contrat de transport. Si le destinataire désigne un tiers conformément aux dispositions applicables au contrat de transport, cette personne est réputée être le destinataire. Si l'opération de transport s'effectue sans contrat de transport, l'entreprise qui prend en charge les marchandises dangereuses à l'arrivée est réputée être le destinataire.
Détecteur de gaz inflammable (aussi appelé « explosimètre »)	Un instrument qui mesure la composition des mélanges de gaz d'hydrocarbures et d'air qui fournit généralement le résultat de la mesure en pourcentage de la limite inférieure d'inflammabilité (LII).
Détecteur d'interface	Un instrument électrique de détection de la limite entre l'hydrocarbure et l'eau.
Eau pulvérisée	Un jet d'eau en grosses gouttes dispersées par une buse spéciale pour la lutte contre l'incendie.
Électricité statique	L'électricité produite par le mouvement entre eux de matériaux différents, par contact physique et par séparation.

Endothermique

Un processus qui est accompagné par l'absorption de chaleur.

Enthalpie

L'enthalpie est une mesure thermodynamique du contenu calorifique total d'un liquide ou de vapeur à une température donnée, exprimée en énergie par unité de masse (kJoules pour 1 kg) à partir du zéro absolu. Par conséquent, pour un mélange liquide/vapeur, il s'agit de la somme de l'enthalpie du liquide et de la chaleur latente de vaporisation.

Entropie

L'entropie d'un système de gaz/liquide reste constante si aucune chaleur ne pénètre ni ne s'échappe alors que son volume est modifié ou évolue, mais augmente ou diminue si une petite quantité de chaleur pénètre ou s'échappe. Sa valeur est déterminée en divisant l'énergie intrinsèque du produit par sa température absolue. L'énergie intrinsèque est le produit de la chaleur spécifique à volume constant multiplié par un changement de température. L'entropie est exprimée en quantité de chaleur par unité de masse par unité de température. Dans le système SI, son unité est donc Joule/kg/K. Il convient de noter que, dans un processus réversible dans lequel il n'y a pas d'émission ni d'absorption de chaleur, le changement d'entropie est nul.

Équipement agréé

Un équipement dont la conception a été testée et approuvée par une autorité compétente, telle qu'un service gouvernemental ou une société de classification. L'autorité doit avoir certifié que l'équipement est sûr pour son utilisation dans une zone de danger donnée.

Espace confiné

Un espace qui présente des ouvertures limitées pour y entrer et en sortir, une ventilation naturelle défavorable et qui n'est pas conçu pour être occupé en permanence. Ceci inclut les espaces à cargaison, doubles fonds, citernes de combustible, citernes de ballastage, chambres des pompes, batardeaux, espaces vides, quilles en caisson, espaces inter-barrières, carters moteur et citernes d'eaux usées.

Espace ou zone de présence de gaz

Un espace ou une zone (définie par le code du gaz) dans la zone de cargaison d'un bateau, désigné comme étant susceptible de contenir des vapeurs inflammables et qui est dépourvu de dispositifs agréés permettant de s'assurer que son atmosphère est continuellement maintenue dans un état sûr.

Espace vide

Un espace confiné dans la zone de cargaison situé à l'extérieur du système de stockage de la cargaison, autre que l'espace de cale, l'espace de ballastage, les citernes à combustible, les pompes à cargaison ou la salle des compresseurs ou que n'importe quel espace normalement utilisé par le personnel.

État inerte

État dans lequel la teneur en oxygène dans l'atmosphère d'une citerne a été réduite à 8 % ou moins en volume par l'ajout d'un gaz inerte.

Exempt de gaz

Une citerne, un compartiment ou un conteneur sont exempts de gaz lorsque suffisamment d'air frais y a été introduit pour abaisser le niveau de gaz inflammable, toxique ou inerte à celui requis pour une action donnée, par exemple pour un travail à chaud, pour y pénétrer, etc.

Explosimètre

Voir « Indicateur de gaz combustible ».

Fiche de Données de Sécurité (FDS)

Il s'agit du document d'identification d'une substance et de toutes ses composantes. Il fournit à l'utilisateur toutes les informations nécessaires pour manutentionner un produit en toute sécurité. Des indications relatives au format et au contenu d'une FDS figurent dans le Système Général Harmonisé de classification et d'étiquetage des produits chimiques (SGH).

Flammes nues

Les flammes ou feux non protégés, cigarettes, cigares, pipes, etc. allumés, autres sources d'inflammation en milieu ouvert, équipements électriques et autres susceptibles de provoquer des étincelles lors de leur utilisation, ampoules électriques non protégées ou toute autre surface d'une température égale ou supérieure à la température d'auto-inflammation des produits manipulés durant une opération.

Fournisseur (aussi appelé « expéditeur »)

L'entreprise qui expédie des marchandises dangereuses soit pour son propre compte, soit pour le compte d'un tiers. Si l'opération de transport est effectuée sur la base d'un contrat de transport, l'expéditeur est celui mentionné au contrat de transport. Dans le cas d'un bateau-citerne, lorsque les citernes à cargaison sont vides ou viennent d'être déchargées, le conducteur est considéré comme étant l'expéditeur aux fins du document de transport.

Gaz de pétrole

Un gaz qui se dégage du pétrole. Les principaux constituants du gaz de pétrole sont des hydrocarbures, mais ils peuvent aussi contenir des constituants mineurs tels que du sulfure d'hydrogène ou des alkyles de plomb.

Gaz d'hydrocarbures

Un gaz composé entièrement d'hydrocarbures.

Gaz inerte

Un gaz ou un mélange de gaz (le plus souvent de l'azote) ne contenant pas suffisamment d'oxygène pour permettre la combustion d'hydrocarbures.

Gaz liquéfié

Un liquide dont la pression de vapeur saturante est supérieure à 2,8 bars absolus à 37,8 °C, ainsi que certaines autres substances spécifiées dans les codes de gaz.

Gazage

Le gazage désigne le remplacement d'une atmosphère inerte dans une citerne par de la vapeur de la prochaine cargaison jusqu'à un niveau approprié pour permettre le refroidissement et le chargement.

GDC - Gestion des changements (MOC – Management of Change)

L'établissement de procédures d'évaluation et de gestion des changements apportés aux opérations, aux procédures, à l'équipement ou au personnel afin de garantir que tous les risques soient identifiés et atténués avant la mise en œuvre d'un changement.

GNL

Il s'agit de l'abréviation de Gaz Naturel Liquéfié, dont le constituant principal est le méthane.

GPL

Il s'agit de l'abréviation de Gaz de Pétrole Liquéfié. Ce groupe de produits comprend le propane et le butane, qui peuvent être transportés séparément ou en mélange. Les GPL peuvent être des sous-produits de raffinage ou peuvent être produits en combinaison avec le pétrole brut ou le gaz naturel.

Halon

Un hydrocarbure halogéné utilisé dans la lutte contre l'incendie, qui inhibe la propagation des flammes.

Inertage

L'introduction de gaz inerte dans une citerne afin d'atteindre un état inerte.

Inflammable (aussi appelé « combustible »)

Capable de s'enflammer et de brûler. Aux fins du présent Guide, « inflammable » et « combustible » sont synonymes.

Inhibiteur	Une substance (additif) utilisée pour prévenir ou retarder la détérioration de la cargaison ou une auto-réaction chimique potentiellement dangereuse, par exemple la polymérisation.
Installation à gaz inerte	Tous les appareils installés pour produire, refroidir, filtrer, pressuriser, surveiller et contrôler le gaz inerte fourni pour les systèmes de citernes à cargaison.
Isotherme	Décrit un processus subi par un gaz parfait lorsque sa pression ou son volume se modifient sans modification de température.
Lampe de poche	Voir « torche ».
Limite Inférieure d'inflammabilité (LII)	La concentration d'un gaz d'hydrocarbures dans l'air au-dessous de laquelle les hydrocarbures présents sont insuffisants pour entretenir et propager la combustion. Parfois appelée aussi Limite Inférieure d'explosivité (LIE).
Limite supérieure d'inflammabilité (LSI)	La concentration d'un gaz d'hydrocarbures dans l'air au-dessus de laquelle l'oxygène est insuffisant pour entretenir et propager la combustion. Parfois appelée aussi « limite supérieure d'explosivité (LSE) ».
Marchandises dangereuses	Les cargaisons dangereuses sont définies conformément au tableau du 3.2.3.3 de l'ADN.
Marchandises emballées	Hydrocarbures ou autres cargaisons conditionnées en fûts, emballages ou autres récipients.
MARVS	Il s'agit de l'abréviation de « Maximum Allowable Relief Valve Setting », le réglage maximal admissible de la vanne de sûreté sur la citerne à cargaison d'un bateau-citerne de navigation intérieure, tel qu'indiqué sur le certificat de navigation du bateau ou son équivalent.
Mercaptans	Une catégorie de produits chimiques organiques d'origine naturelle contenant du soufre. Ils sont présents dans certains pétroles bruts et cargaisons de pentane-plus. Ils se caractérisent par une forte odeur.
Métallisation	Le raccordement entre-elles de pièces métalliques pour assurer la continuité électrique.
Mise à la masse	La connexion électrique d'un équipement à la masse principale de la « terre » pour s'assurer qu'il est au potentiel de la terre. À bord d'un bateau-citerne de navigation intérieure, la connexion est faite à la structure métallique principale du bateau-citerne, qui est au potentiel de la terre en raison de la conductivité de la mer.
Mousse	Une solution aérée qui est utilisée pour la prévention des incendies et la lutte contre les incendies.
Nettoyage des citernes	Le processus d'élimination des derniers résidus de cargaison et les vapeurs des citernes à cargaison. Il est habituellement effectué afin de pouvoir pénétrer dans les citernes pour les inspecter ou pour y effectuer un travail à chaud ou pour éviter que le contenu restant ne contamine la cargaison suivante.
Opération non standard (opération non routinière)	Une opération non standard est une opération qui n'est pas couverte par les procédures standard de la société et, par conséquent, les risques liés à l'exécution de la tâche n'ont pas été évalués et traités de manière exhaustive.

Opérations fermées

Opérations de ballastage, de chargement ou de déchargement réalisées sans ouvrir les orifices de jaugeage par le creux ou de visée. L'objectif des opérations fermées est d'éviter toute fuite de vapeurs dans l'atmosphère. Pendant les opérations fermées, les navires de mer et bateaux-citernes de navigation intérieure nécessitent des moyens pour contrôler le contenu de la citerne sans l'ouvrir, par un système de jaugeage fixe ou au moyen d'un équipement portable passé à travers un bouchon de vapeur.

Par le haut, ou en pluie

Voir « Chargement par le dessus ».

Pare-flammes

Un dispositif portatif ou fixe, incorporant un ou plusieurs tissus de mailles très petites en fils qui résistent à la corrosion, utilisé pour empêcher les étincelles de pénétrer dans une citerne ou une ouverture de ventilation ou, sur une courte période, pour empêcher le passage d'une flamme (à ne pas confondre avec un « arrête-flammes »).

Pellistor

Un capteur électrique monté dans un détecteur de gaz inflammables pour la mesure de mélanges de vapeurs d'hydrocarbures et d'air afin de déterminer si le mélange est dans la plage d'inflammabilité.

Permis d'entrée

Un document délivré par une personne responsable, autorisant à pénétrer dans un espace ou un compartiment au cours d'un intervalle de temps spécifique.

Personne compétente

Une personne qui a reçu une formation adéquate pour effectuer les tâches qui lui incombent selon la description du poste. Pour le personnel dans le secteur de la navigation, cette personne doit être en mesure de prouver cette compétence par la présentation des certificats reconnus par l'administration dont relève le bateau-citerne de navigation intérieure.

Pétrole

Le pétrole brut et les hydrocarbures liquides qui en sont dérivés.

Pétrole brut sulfureux ou produits sulfureux

Désigne le pétrole brut ou des produits contenant des quantités importantes de sulfure d'hydrogène et / ou de mercaptans.

Pétrole volatil

Un pétrole dont le point d'éclair est inférieur à 60 °C tel que déterminé par la méthode d'essai en vase clos.

Phases du pétrole

Le pétrole peut se présenter en trois phases selon son type et sa température. Les trois phases sont la phase solide, la phase liquide et la phase vapeur. Ces phases n'étant jamais exclusives, les opérateurs doivent gérer le transport de pétrole en maîtrisant la combinaison de plusieurs phases dans la cargaison transportée.

Plage d'explosivité

Voir « Plage d'inflammabilité ».

Plage d'inflammabilité (aussi appelé « plage d'explosivité »)

La plage des concentrations de gaz d'hydrocarbures dans l'air entre la limite inférieure et supérieure d'inflammabilité. Les mélanges dans cette plage sont capables de s'enflammer et de brûler.

Point de rosée

La température à laquelle la condensation se produit dans un gaz si le refroidissement se poursuit.

Point d'ébullition

La température à laquelle la pression de vapeur d'un liquide est égale à la pression sur sa surface (le point d'ébullition varie avec la pression).

Point d'éclair	La température minimale à laquelle un liquide produit suffisamment de gaz pour former un mélange de gaz inflammables à proximité de la surface du liquide. Il est mesuré en laboratoire dans un appareil standard et en utilisant une procédure prescrite.
Point d'écoulement	La température la plus basse à laquelle une huile de pétrole reste fluide.
Polymérisation	L'union chimique de deux ou de plusieurs molécules du même composé pour former une molécule plus grande d'un nouveau composé appelé un polymère. Par ce mécanisme, la réaction peut s'auto-propager et des liquides peuvent devenir plus visqueux, voire se solidifier.
Pompage de purge	Le pompage de liquide au moyen de pompes immergées.
Pompe à surpression	Une pompe utilisée pour augmenter la pression de refoulement d'une autre pompe (par exemple une pompe de cargaison).
Pompe immergée	Voir « Pompe de fond ».
Pompes de fond	Un type de pompe de cargaison centrifuge. La machine motrice est généralement un moteur électrique ou hydraulique. Le moteur est généralement monté sur le dessus de la citerne à cargaison et entraîne une pompe située dans le fond de la citerne via un long arbre de transmission traversant un dispositif à double étanchéité. La conduite de déchargement de la cargaison entoure l'arbre d'entraînement et les roulements de l'arbre sont refroidis et lubrifiés par le liquide pompé.
Poudre chimique sèche	Une poudre inhibant les flammes, qui est utilisée dans lutte contre l'incendie.
Pression critique	La pression à laquelle une substance existe à l'état liquide à sa température critique. (En d'autres termes, la pression de saturation à la température critique).
Pression de vapeur Reid (PVR)	La pression de vapeur d'un liquide déterminée de manière standardisée dans l'appareil de Reid à une température de 37,8 °C et avec une proportion de gaz par rapport au volume de liquide de 4:1. Uniquement utilisée à des fins de comparaison. Voir « Pression de vapeur vraie ».
Pression de vapeur vraie (PVV)	La pression absolue exercée par le gaz résultant de l'évaporation d'un liquide lorsque le gaz et le liquide sont en équilibre à une température donnée et que le ratio gaz liquide est de zéro. Voir « Pression de vapeur Reid ».
Protection cathodique	La prévention de la corrosion par des techniques électrochimiques. À bord des bateaux-citernes de navigation intérieure, elle peut être utilisée à l'extérieur sur la coque ou à l'intérieur sur la surface des citernes. Dans les terminaux, elle est souvent utilisée sur des pieux en acier et panneaux de défenses.
Purge	L'introduction de gaz inerte dans une citerne déjà inertée afin de réduire encore la teneur restante en oxygène et/ou afin de réduire la teneur restante en gaz d'hydrocarbures à un niveau en dessous duquel la combustion ne sera possible que si de l'air est ensuite introduit dans la citerne.
Réanimateur	Équipement pour rétablir ou faciliter la respiration d'une personne exposée à du gaz ou à une atmosphère à trop faible teneur en oxygène.

Remplissage progressif final	L'opération visant à terminer lentement le chargement d'une citerne pour laisser le creux nécessaire.
Représentant du terminal	Une personne désignée par le terminal pour assurer une fonction ou assumer la responsabilité d'une opération.
Responsable (ou personne chargée du chargement ou du déchargement)	Une personne désignée par la société ou le conducteur du bateau-citerne de navigation intérieure, qui est habilitée à prendre toutes les décisions relatives à une tâche spécifique et qui possède les connaissances et l'expérience nécessaires à cette fin.
Santé au travail	La santé au travail traite de tous les aspects de la santé et de la sécurité sur le lieu de travail et se concentre sur la prévention primaire des risques. La santé des travailleurs est déterminée par plusieurs facteurs, notamment les facteurs de risque sur le lieu de travail entraînant des cancers, des accidents, des maladies musculo-squelettiques, des maladies respiratoires, des pertes auditives, des maladies circulatoires, des troubles liés au stress et des maladies transmissibles, entre autres. (Organisation mondiale de la santé).
Saute de pression	Une augmentation soudaine de la pression du liquide dans une conduite, provoquée par un brusque changement de débit. Voir « surpression ».
Secteur dangereux	Voir « zone de danger ».
Seuil olfactif	La plus faible concentration de vapeur dans l'air qui peut être détectée par l'odorat.
Slops	Un mélange de résidus de cargaison et d'eau de lavage, de rouille ou de boues qui peut ou non être pompé.
Société	Le propriétaire d'un bateau-citerne de navigation intérieure ou toute autre organisation ou personne, par exemple le gérant ou l'affrètement de la coque nue, qui a repris la responsabilité de l'exploitation dudit bateau de son propriétaire, y compris les obligations et responsabilités imposées par le Code ISM.
SOLAS	La Convention internationale de 1974 pour la sauvegarde de la vie en mer et son Protocole de 1988, tel que modifié.
Solution moussante	Le mélange produit par la dilution du concentré de mousse avec de l'eau avant le traitement destiné à produire de la mousse.
Soupape de surpression / dépression	Un dispositif qui permet l'évacuation de faibles volumes de mélanges de vapeur, d'air ou de gaz inerte produits par les variations thermiques dans une citerne.
Substance cancérigène	Une substance capable de provoquer le cancer.
Substance CMR	Une substance qui est cancérigène, mutagène ou reprotoxique.
Surpression	Un phénomène généré dans un système de tuyauteries en cas de modification de la vitesse d'écoulement du liquide dans la conduite. Les surpressions peuvent être très élevées si la modification du débit est trop rapide et l'onde de choc qui en résulte peut endommager le matériel de pompage ou provoquer la rupture de conduites et d'équipements connexes.
Système de gaz inerte (IGS)	Une installation à gaz inerte et un système de distribution de gaz inerte avec des moyens destinés à empêcher le retour des gaz de cargaison vers la salle des machines, les instruments de mesure fixes et portables et les dispositifs de commande.

Système d'autorisation de travail

Un système de contrôle des activités qui exposent le bateau-citerne de navigation intérieure, le terminal, le personnel ou l'environnement à des risques. Le système fournit des techniques d'évaluation des risques et les applique aux différents niveaux de risques possibles. Le système doit être conforme à une directive reconnue de l'industrie.

Système de bouchon de vapeur

Un dispositif équipant une citerne pour permettre de mesurer la cargaison et d'en prélever des échantillons sans dégagement de vapeur ni de gaz inerte.

Système de contrôle des émissions de vapeurs (SCEV)

Ensemble de tuyauteries et d'équipements utilisés pour contrôler les émissions de vapeurs lors des opérations des bateaux-citernes de navigation intérieure, y compris les systèmes de récupération de vapeur du bateau et à terre, des appareils de surveillance et de contrôle et des installations pour le traitement de la vapeur.

Système de gestion de la sécurité (SGS)

Un système officiel et documenté exigé par le code ISM, dont l'observation doit assurer que toutes les opérations et activités à bord d'un bateau-citerne de navigation intérieure soient effectuées de manière sûre.

Systèmes de confinement de la cargaison

Le dispositif de confinement de la cargaison, y compris, lorsqu'elles sont présentes, les barrières primaire et secondaire ainsi que les isolants connexes, les espaces inter-barrières et la structure nécessaire pour soutenir ces éléments (Voir les codes de gaz pour une définition plus détaillée).

Tâche dangereuse

Une tâche, autre qu'un travail à chaud, qui présente un danger pour le bateau-citerne de navigation intérieure, le terminal ou le personnel et dont l'exécution doit être contrôlée par un processus d'évaluation des risques tel qu'un système d'autorisation de travail ou une procédure contrôlée.

Température critique

La température au-dessus de laquelle un gaz ne peut pas être liquéfié par la pression.

Temps de relaxation

Le temps requis pour qu'une charge électrostatique se détende ou se dissipe dans un liquide. Ce temps est généralement d'une demi-minute pour les liquides accumulateurs de charge électrostatique. Ne pas confondre avec le « temps de stabilisation » - voir la définition.

Temps de stabilisation

Le temps requis pour que le contenu de la citerne cesse de bouger une fois que le remplissage est arrêté et qu'il cesse de générer de l'électricité statique supplémentaire. En général, ce délai est de 30 minutes. Ne pas confondre avec le « temps de relaxation » - voir la définition.

Terminal

Un endroit où accostent et s'amarrent des bateaux-citernes de navigation intérieure pour charger ou décharger des cargaisons liquides ou gazeuses.

Torche (aussi appelé « Lampe de poche »)

Une lampe portative à piles. Une torche agréée est une torche qui est approuvée par une autorité compétente pour son utilisation dans une atmosphère inflammable.

Toxicité

La mesure dans laquelle une substance ou un mélange de substances peut nuire à l'homme, aux animaux ou à l'environnement aquatique.

- **Toxicité immédiate** implique des effets nocifs pour un organisme à la suite d'une exposition unique et de courte durée.
- **Toxicité chronique** désigne la capacité d'une substance ou d'un mélange de substances de provoquer des effets nocifs sur une période prolongée, habituellement après une exposition répétée ou continue, qui sont susceptibles de perdurer durant toute la vie de l'organisme exposé.

Transbordement de bateau-citerne maritime à bateau-citerne de navigation intérieure

Le transbordement de cargaison entre un bateau-citerne maritime et un bateau-citerne de navigation intérieure

Travail à chaud

Travaux avec des sources d'inflammation ou une température suffisamment élevée pour provoquer l'inflammation d'un mélange de gaz inflammables. Ceci inclut tout travail nécessitant l'utilisation d'équipement de soudage, brûlage ou de brasage, les chalumeaux, les outils à moteur, les appareils électriques portatifs qui ne sont pas à sécurité intrinsèque ou non contenus dans un boîtier antidéflagrant agréé, ainsi que les moteurs à combustion interne.

Travail à froid

Un travail qui ne peut pas produire de source d'inflammation.

Treuil d'amarrage à enroulement automatique

Un treuil d'amarrage muni d'un tambour sur lequel un câble ou une corde d'amarrage sont rapidement et automatiquement enroulés.

Tuyau de sondage

Un tube qui s'étend de la partie supérieure jusqu'au fond de la citerne, à travers lequel le contenu de la citerne peut être mesuré. Le tuyau est généralement perforé pour garantir que le niveau de liquide dans le tuyau est identique au niveau de liquide dans le corps de la citerne et pour éviter le risque de déversements. Le tuyau doit être mis à la masse à la structure du bateau-citerne de navigation intérieure sur le pont et à son extrémité inférieure.

Valeur limite d'exposition (VLE)

Les concentrations atmosphériques de substances auxquelles il est considéré que presque tous les travailleurs peuvent être exposés jour après jour sans effet néfaste. Les VLE sont des recommandations concernant l'exposition et non des normes juridiques. Elles sont fondées sur l'expérience industrielle et sur des études. Il existe trois types distincts de valeurs limites d'exposition :

- **Moyenne pondérée dans le temps (VLE-MPT)**
La concentration dans l'air d'une substance toxique, en moyenne, sur une période de 8 heures, généralement exprimée en parties par million (ppm).
- **Limite d'exposition de courte durée (VLE-LECD)**
La concentration dans l'air d'une substance toxique, en moyenne, sur une période de 15 minutes, généralement exprimée en parties par million (ppm).
- **Exposition maximale (VLE-M)**
La concentration qui ne devrait pas être dépassée lors d'une exposition durant le travail.

Vapeur

Gaz en suspension dans l'air (mélange de gaz provenant de la cargaison et de l'atmosphère).

Vapeur d'évaporation

Désigne la vapeur produite par évaporation au-dessus de la surface d'une cargaison en ébullition. Elle résulte de la pénétration de chaleur ou d'une chute de pression.

Zone de cargaison

La partie du bateau-citerne de navigation intérieure qui contient le système de stockage de la cargaison, les pompes à cargaison et les chambres de compresseurs et qui comprend la zone du pont au-dessus du système de confinement de la cargaison, les cofferdams, les citernes de ballastage et les espaces vides à l'extrémité arrière de la cale la plus à l'arrière ou à l'extrémité avant de la cale la plus à l'avant.

Zone de danger

Une zone sur la rive ou sur un bateau-citerne qui est considérée comme étant dangereuse en cas d'installation et l'utilisation de matériel électrique. Ces zones de danger sont classées en secteurs dangereux en fonction de la probabilité de la présence d'un mélange de gaz inflammables.

PARTIE 1 : INFORMATIONS GÉNÉRALES

1 Propriétés générales des liquides en vrac

Ce chapitre décrit les propriétés physiques et chimiques qui ont le plus d'influence sur les dangers liés à la manipulation des liquides en vrac. Ces propriétés sont la pression de vapeur, l'inflammabilité des gaz émis par les liquides et la densité.

1.1 Pression de vapeur

1.1.1 Pression de vapeur vraie

Tous les pétroles bruts, produits pétroliers et produits chimiques sont essentiellement des mélanges d'une large gamme de composés différents. Les points d'ébullition de ces composés vont de - 162 °C (méthane) à bien au-delà de + 400 °C. La volatilité (c'est-à-dire la tendance à produire du gaz) d'un mélange particulier de composés dépend principalement de la quantité des composés les plus volatils (ceux ayant un faible point d'ébullition).

La volatilité est caractérisée par la pression de vapeur. Quand un produit est transféré dans une citerne ou un conteneur exempt de gaz, il commence à se vaporiser, c'est-à-dire qu'il libère un gaz dans l'espace qui le surplombe.

Ce gaz peut aussi avoir tendance à se re-dissoudre dans le liquide, l'équilibre étant atteint lorsqu'une certaine quantité de gaz est uniformément répartie dans l'espace. La pression exercée par ce gaz est connue sous la désignation pression de vapeur d'équilibre du liquide, généralement appelée simplement la pression de vapeur.

La pression de vapeur d'un composé pur ne dépend que de sa température. La pression de vapeur d'un mélange dépend non seulement de sa température, mais aussi de ses composants et du volume de l'espace de gaz dans lequel se produit la vaporisation, c'est-à-dire qu'elle dépend de la proportion de gaz / liquide en volume.

La pression de vapeur vraie (PVV), ou la pression de vapeur au point de bulle, est la pression exercée par le gaz produit à partir d'un mélange lorsque le gaz et le liquide sont en équilibre à température ambiante. C'est la pression de vapeur la plus élevée qui est possible à n'importe quelle température spécifiée.

Lorsque la température d'un produit augmente, sa PVV augmente également. Si la PVV est supérieure à la pression atmosphérique, le liquide commence à bouillir.

La PVV d'un produit fournit une bonne indication sur sa capacité à produire du gaz. Malheureusement, il s'agit d'une propriété difficile à mesurer, même si elle peut être calculée à partir d'une connaissance approfondie de la composition du liquide. Des corrélations fiables existent pour le calcul de la PVV à partir de la Pression de Vapeur Reid (PVR) et de la température, qui sont plus faciles à mesurer.

1.1.2 Pression de Vapeur Reid

Le test PVR est une méthode simple et couramment utilisée pour mesurer la volatilité de liquides en vrac. Le test est réalisé avec un appareil standard et d'une manière étroitement définie.

Un échantillon du liquide est introduit dans le récipient d'essai à la pression atmosphérique, de sorte que le volume du liquide représente un cinquième du volume total interne du récipient. Le récipient est scellé et immergé dans un bain d'eau, où il est chauffé à 37,8 °C. Après que le conteneur ait été agité afin de créer des conditions d'équilibre, l'augmentation de la pression due à la vaporisation est lue sur un manomètre relié au dispositif. Cette lecture fournit, en bar, une bonne indication de la pression de vapeur du liquide à 37,8 °C.

La PVR est utile pour comparer d'une manière générale la volatilité d'une large gamme de produits. Cependant, elle ne présente qu'un intérêt limité pour estimer l'évolution probable de gaz dans des situations spécifiques, principalement parce que la mesure est effectuée à la température standard de 37,8 °C et avec une proportion gaz / liquide qui est fixe ; la pression de vapeur vraie (PVV) est bien plus utile de ce point de vue.

1.2 Inflammabilité

1.2.1 Généralités

Lors du processus de combustion, les gaz produits réagissent avec l'oxygène de l'air. La réaction produit une chaleur suffisante pour former une flamme, laquelle traverse le mélange constitué d'air et de gaz émanant du produit. Lorsque le gaz au-dessus du liquide s'enflamme, la chaleur produite est généralement suffisante pour faire évaporer suffisamment de gaz supplémentaire permettant de maintenir la flamme. On peut dire que le liquide brûle, mais c'est en fait le gaz qui brûle, car il est continuellement produit par le liquide.

1.2.2 Limites d'inflammabilité

Un mélange d'air et de gaz émanant d'un produit ne peut être enflammé et ne peut brûler que si sa composition se situe dans une plage de concentrations gazeuses dans l'air appelée plage d'inflammabilité. La limite inférieure de cette plage d'inflammabilité, appelée Limite Inférieure d'Inflammabilité (LII), est la concentration du produit en dessous de laquelle le gaz émanant du produit est insuffisant pour rendre possible et propager la combustion (trop pauvre). La limite supérieure de cette plage d'inflammabilité, appelée Limite Supérieure d'Inflammabilité (LSI), est la concentration du produit au-dessus de laquelle l'air présent est insuffisant pour rendre possible et propager la combustion (trop riche).

Les limites d'inflammabilité varient selon les hydrocarbures gazeux et selon les mélanges de gaz dérivés de différents produits pétroliers liquides. Dans la pratique, les mélanges de gaz provenant des essences pour les moteurs ou l'aviation et les produits à base d'essence naturelle peuvent être représentés par les hydrocarbures gazeux purs que sont le propane, le butane et le pentane. Le Tableau 1.1 présente les limites d'inflammabilité de ces trois gaz et la dilution nécessaire pour chacun d'eux afin de ramener un mélange de 50 % en volume dans l'air à la LII. Cela montre que les vapeurs se dispersent facilement dans l'atmosphère jusqu'à atteindre une concentration ininflammable.

Dans la pratique, et à des fins générales, la LII et la LSI des produits pétroliers peuvent être considérées comme étant respectivement de 1 % et de 10 % en volume.

Gaz	Limites d'inflammabilité (% en vol. dans l'air)		Nombre de dilutions avec le même volume d'air pour ramener à la LII un mélange de 50 % en volume
	Supérieur	Inférieur	
Propane	9,5	2,2	23
Butane	8,5	1,9	26
Pentane	7,8	1,5	33

Tableau 1.1 : Limites d'inflammabilité du propane, du butane et du pentane

1.2.3 Effet du gaz inerte sur l'inflammabilité

Quand un gaz inerte (GI), par exemple de l'azote, est ajouté à un mélange de gaz de produit et d'air, la teneur en oxygène est réduite, ce qui a pour effet d'augmenter la concentration LII et de diminuer la concentration LSI. Ces effets sont présentés dans la Figure 1.1.

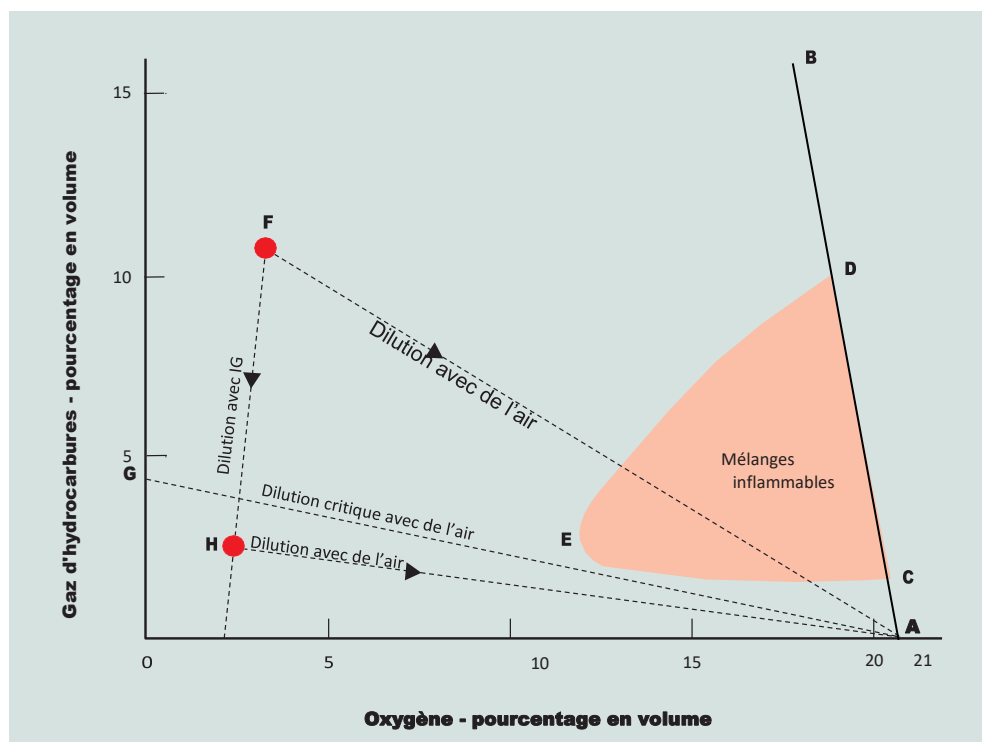


Figure 1.1 : Diagramme de la composition d'inflammabilité pour un mélange d'hydrocarbures gazeux, d'air et de gaz inerte

(Ce diagramme n'est donné qu'à titre d'exemple et ne doit pas être utilisé pour déterminer les compositions de gaz acceptables dans la pratique).

Chaque point du diagramme représente un mélange de gaz d'hydrocarbures / air / GI, en termes de sa teneur en hydrocarbures et en oxygène. Les mélanges gaz d'hydrocarbures / air sans GI se situent sur la ligne AB, dont la courbe reflète la réduction de la teneur en oxygène à mesure que la teneur en hydrocarbures augmente. Les points à la gauche de la ligne AB représentent des mélanges dont la teneur en oxygène est encore réduite par l'ajout de GI.

Les points C et D représentent les limites inférieure et supérieure d'inflammabilité des mélanges d'hydrocarbures gazeux dans l'air. Lorsque la teneur en GI augmente, la limite des mélanges inflammables change comme indiqué par les lignes CE et DE, lesquelles convergent au point E. Seuls les mélanges représentés par des points situés dans la zone ombrée dans la boucle CED sont capables de brûler.

Sur ce diagramme, l'ajout d'air ou de GI est représenté par des mouvements le long de lignes droites dirigées soit vers le point A (air pur), ou vers un point situé sur l'axe de la teneur en oxygène correspondant à la composition du GI ajouté. Ces lignes sont présentées pour le mélange de gaz, lequel est représenté par le point F.

La Figure 1.1 montre qu'à mesure que le GI est ajouté aux mélanges gaz d'hydrocarbures/air, la plage d'inflammabilité diminue jusqu'à ce que la teneur en oxygène atteigne un niveau, généralement d'environ 11 % en volume, où aucun mélange ne peut brûler. Ce Guide spécifie une marge au-delà de cette valeur, d'un mélange de gaz inerté de manière sûre de 8 % en volume d'oxygène.

Quand un mélange inerte tel que celui représenté par le point F est dilué par l'air, sa composition évolue le long de la ligne FA et entre dans la zone ombrée de mélanges inflammables. Cela signifie que tous les mélanges rendus inertes dans la zone au-dessus de la ligne GA passent par un état d'inflammabilité lorsqu'ils sont mélangés à l'air, par exemple au cours d'une opération de dégazage.

Les mélanges en dessous du seuil GA, tels que celui représenté par le point H, ne deviennent pas inflammables à la dilution. Il convient de noter qu'il est possible de passer d'un mélange tel que F à un mélange tel que H par dilution avec du GI supplémentaire (purge pour extraire du gaz d'hydrocarbures).

1.2.4 Essais d'inflammabilité

Étant donné que les mélanges de gaz émanant du produit et d'air sont inflammables dans une plage relativement étroite de concentrations de gaz émanant du produit dans l'air et que la concentration dans l'air dépend de la pression de vapeur, il devrait être possible de réaliser un test d'inflammabilité en mesurant la pression de vapeur. Dans la pratique, la large gamme des produits pétroliers et la plage de températures auxquelles ils sont manipulés a empêché le développement d'un test simple.

Au lieu de cela, l'industrie pétrolière fait appel à deux méthodes standard. La première est le test de pression de vapeur Reid (voir la section 1.1.2) et la deuxième est le test du point d'éclair (voir la section 1.2.5), lequel mesure directement l'inflammabilité. Cependant, avec certains fiouls lourds, il a été démontré que le test du point d'éclair ne donnera pas toujours une indication directe de l'inflammabilité (voir la section 2.7.3).

1.2.5 Point d'éclair

Pour ce test, un échantillon du liquide est chauffé progressivement dans un récipient spécial et une petite flamme est à plusieurs reprises et ponctuellement appliquée à la surface du liquide. Le point d'éclair est la température la plus basse du liquide à laquelle la petite flamme provoque un éclat de la flamme sur la surface du liquide, ce qui indique la présence d'un mélange inflammable gaz / air au-dessus du liquide.

Pour tous les hydrocarbures, à l'exception du fioul lourd, ce mélange gaz / air correspond étroitement au mélange de la limite inférieure d'inflammabilité.

Il existe de nombreux types de dispositifs pour déterminer le point d'éclair, lesquels peuvent être classés en deux catégories. Dans l'une, la surface du liquide est ouverte en permanence à l'atmosphère pendant que le liquide est chauffé et le résultat d'un tel test est appelé « point d'éclair en vase ouvert ». Dans l'autre, l'espace au-dessus du liquide est maintenu fermé, sauf pour de brefs instants durant lesquels la flamme d'ignition est introduite par une petite ouverture. Le résultat de cette catégorie de tests est appelé « point d'éclair en vase clos ».

En raison de la plus grande perte de gaz dans l'atmosphère lors de l'essai en vase ouvert, le point d'éclair en vase ouvert d'un pétrole liquide est toujours un peu plus élevé (d'environ 6 °C) que son point d'éclair en vase clos. La perte limitée de gaz dans le dispositif en vase clos permet d'obtenir un résultat beaucoup plus précis qu'avec l'essai en vase ouvert. C'est pourquoi la méthode en vase clos est généralement retenue et utilisée dans le présent Guide pour la classification d'hydrocarbures. Toutefois, des valeurs résultant de tests en vase ouvert figurent encore dans la réglementation de différentes administrations nationales, dans les règles de sociétés de classification ainsi que dans d'autres documents.

1.2.6 Classification d'inflammabilité

Il existe plusieurs façons de subdiviser la gamme complète des liquides en vrac en différentes classes d'inflammabilité sur la base du point d'éclair et de la pression de vapeur et les méthodes utilisées à cet effet varient considérablement d'un pays à l'autre. Généralement, le principe de base est de déterminer si un équilibre inflammable d'un mélange gaz / air peut être atteint dans l'espace au-dessus du liquide lorsque ce liquide est à température ambiante.

Dans le présent Guide, il a généralement été suffisant de classer les liquides en vrac en deux catégories, non volatil et volatil, définies en termes de point d'éclair :

Non volatil

Point d'éclair de 60 °C ou plus, tel que déterminé par la méthode des tests en vase clos. À n'importe quelle température ambiante normale, se produisent des concentrations de gaz équilibrées demeurant en dessous de la limite inférieure d'inflammabilité. Ils comprennent les distillats, les fiouls lourds et les gazoles. Leurs PVR sont inférieures à 0,007 bar et ne sont généralement pas mesurées.

Volatil

Point d'éclair inférieur à 60 °C, tel que déterminé par la méthode des tests en vase clos. Quelques hydrocarbures liquides de cette catégorie sont capables de produire un mélange équilibré gaz / air dans la fourchette d'inflammabilité pour une partie de la plage de température ambiante normale, tandis que la plupart des autres atteignent un mélange équilibré gaz / air au-dessus de la limite supérieure d'inflammabilité à toute température ambiante normale.

Le choix de 60 °C pour la distinction entre les liquides non-volatils et volatils est relativement arbitraire. Étant donné que des précautions moins strictes sont requises pour les liquides non-volatils, il est essentiel qu'en aucun cas un liquide capable de produire un mélange inflammable gaz / air ne puisse être inclus par inadvertance dans la catégorie des non-volatils. Par conséquent, la ligne de démarcation doit tenir compte de facteurs tels qu'une température mal évaluée, une imprécision dans la mesure du point d'éclair et la possibilité d'une contamination mineure par des matières plus volatiles. La valeur du point d'éclair en vase clos de 60 °C tient largement compte de ces facteurs et est également compatible avec les définitions adoptées par un certain nombre d'organismes de réglementation dans le monde.

1.3 Densité de gaz d'hydrocarbures

Il est important de savoir si la densité d'un gaz est supérieure ou inférieure à la densité de l'air. Si la densité du gaz est supérieure à la densité de l'air, le gaz se propagera sur le fond d'un compartiment ou, dans un terminal, stagnera près du sol. Lors des opérations de manutention de cargaison, des effets de superposition peuvent être rencontrés et donner lieu à des situations dangereuses.

Le Tableau 1.2 indique les densités du gaz par rapport à l'air pour quelques produits.

Gaz	Densité par rapport à l'air		
	Hydrocarbure pur	50 % en volume d'hydrocarbures/ 50 % en volume d'air	Mélange LII
Propane	1,55	1,25	1,0
Butane	2,0	1,5	1,0
Pentane	2,5	1,8	1,0

Tableau 1.2 : Densités par rapport à l'air du propane, butane et pentane

Les densités élevées, supérieures à celle de l'air, ainsi que les effets de superposition qui en résultent, ne sont significatifs que lorsque le gaz reste concentré. Lorsqu'elle est diluée avec de l'air, la densité du mélange gaz / air de chacun des trois types de cargaisons s'approche de celle de l'air. À la LII, elle est identique à celle de l'air.

1.4 Corrosivité

Les citernes, conduites, tuyaux et les équipements connexes tels que les pompes, joints, instruments et accessoires, doivent être réalisés en des matériaux qui ont, soit :

- une bonne résistance mécanique et chimique au produit ;
- un revêtement approprié qui assure leur protection contre les propriétés du produit.

2 Dangers des liquides en vrac

Afin de comprendre les raisons qui ont conduit à l'adoption de certaines pratiques pour garantir la sécurité lors des opérations à bord de bateaux-citernes et dans les terminaux, l'ensemble du personnel doit être familiarisé avec les propriétés d'inflammabilité des produits, les effets de la densité des gaz et leurs propriétés toxiques. Ceux-ci sont décrits dans le présent chapitre.

Des questions spécifiques, y compris la manutention des cargaisons à haute pression de vapeur et les risques particuliers associés à la manipulation, au stockage et au transport de fiouls lourds sont également abordées.

Le présent chapitre décrit aussi les principes, les utilisations et les limites de l'équipement de détection de gaz et traite des questions relatives à l'évolution et à la dispersion de gaz.

2.1 Inflammabilité

La volatilité (par exemple la tendance d'un produit à générer du gaz) est caractérisée par la pression de vapeur. Quand un produit est transféré dans une citerne ou un conteneur exempt de gaz, il commence à se vaporiser, c'est-à-dire qu'il dégage un gaz dans l'espace qui le surplombe.

L'inflammabilité est un risque principal lors de la manutention de pétrole, ce qui implique un danger permanent.

Pour des informations détaillées relatives à l'inflammabilité, voir la section 1.2.

2.2 Densité

Les gaz provenant de liquides en vrac peuvent être plus lourds que l'air et, lors de la manutention, il convient de tenir compte du danger que cela représente.

Des informations sur la densité de ces gaz figurent à la section 1.3.

2.3 Toxicité

2.3.1 Introduction

La toxicité est la mesure dans laquelle une substance ou un mélange de substances peut nuire à l'homme. « toxique » a le même sens que « poison ».

Les substances toxiques peuvent nuire à l'homme de trois façons : en étant avalées (ingestion), par contact avec la peau (absorption), et par les poumons (inhalation). Les substances toxiques peuvent avoir des effets locaux, tels qu'une irritation de la peau ou des yeux, mais elles peuvent également affecter d'autres parties du corps plus éloignées (effets systémiques).

L'objectif de la présente section est de décrire les effets indésirables associés aux substances toxiques auxquelles le personnel intervenant dans des opérations à bord de bateaux-citernes est le plus susceptible d'être exposé, d'indiquer les concentrations auxquelles les effets négatifs sont susceptibles de se produire chez l'homme en cas d'exposition unique ou répétée et de décrire les procédures pour réduire les risques d'une telle exposition. Bien qu'il ne s'agisse pas d'un aspect strictement lié à la toxicité, les effets du manque d'oxygène sont également décrits.

Les produits et les vapeurs de produits peuvent avoir des effets variés. Ils peuvent être cancérogènes (causer un cancer), reprotoxiques (affecter la fertilité), et peuvent occasionner des brûlures chimiques, de l'eczéma, de l'asthme, des dommages aux organes, etc. Ces effets sont décrits dans la Fiche de Données de Sécurité (FDS) du produit.

2.3.2 Liquides en vrac

2.3.2.1 Ingestion

La toxicité orale de produits chimiques est très variée et la FDS doit être consultée pour les informations spécifiques relatives au produit ainsi qu'aux mesures qui doivent être prises si une personne en a ingéré. La FDS décrit également les Équipements de Protection Individuelle (EPI) nécessaires.

Le pétrole présente une faible toxicité orale, mais en cas d'ingestion il provoque une gêne aiguë et des nausées. Il est alors possible, en cas de vomissement, que du pétrole liquide soit aspiré dans les poumons, ce qui peut avoir des conséquences graves, en particulier avec des produits présentant une volatilité plus élevée, tels que les essences et le kérosène.

2.3.2.2 Absorption

Pour les produits chimiques, l'effet de l'absorption peut varier considérablement. Les produits peuvent avoir des effets aigus (perte de conscience, étourdissements, brûlures chimiques, défaillance d'organes, décès) ou des effets chroniques (cancer, lésions organiques, effet reprotoxique).

La FDS doit être consultée pour les informations spécifiques relatives au produit et les mesures qui doivent être prises si le produit est entré en contact avec la peau d'une personne.

Lorsque des produits pétroliers, en particulier les plus volatils, entrent en contact avec la peau, ils peuvent provoquer une irritation et dissoudre le film gras protecteur, ce qui peut provoquer une dermatite. Ils peuvent également causer une irritation des yeux. Certains hydrocarbures plus lourds peuvent occasionner de graves problèmes de peau en cas de contact répété et prolongé. Le contact direct avec le pétrole doit toujours être évité par le port de l'équipement de protection approprié, en particulier des gants imperméables et des lunettes.

La FDS doit être consultée pour obtenir des renseignements sur les EPI appropriés devant être portés.

2.3.3 Vapeurs de produits

2.3.3.1 Inhalation

Les effets de l'inhalation de gaz émanant d'un produit peuvent varier considérablement. Les gaz peuvent avoir des effets aigus (perte de conscience, étourdissement, brûlure chimique, défaillance d'organes) ou chroniques (cancer, lésion organique, effet reprotoxique). Le risque d'œdème pulmonaire est particulièrement important. La présence de liquide dans les poumons peut provoquer un grave essoufflement qui survient souvent plusieurs heures après l'inhalation.

La FDS doit être vérifiée pour les informations spécifiques et les mesures à prendre lorsqu'une personne a inhalé les vapeurs du produit. La FDS décrira également les EPI requis.

L'absence d'odeur ne doit jamais être interprétée comme indiquant une absence de gaz.

En général, le danger du produit augmente lorsque la pression de vapeur est élevée et que les valeurs limites d'exposition professionnelle (VLEP) sont faibles.

Comparativement, de petites quantités de gaz émanant d'un produit, lorsqu'elles sont inhalées, peuvent provoquer des symptômes d'affectation du jugement et de vertiges semblables à une intoxication, avec des maux de tête et une irritation des yeux. L'inhalation d'une quantité excessive peut être mortelle. Cela dépend principalement du produit, pour lequel l'information doit être consultée dans la FDS.

Ces symptômes peuvent se produire à des concentrations bien en dessous de la Limite Inférieure d'Inflammabilité (LII). Toutefois, les effets physiologiques des gaz de pétrole sont variés, de même que la tolérance humaine à ces effets. Il ne faut pas présumer que, parce que les conditions sont supportables, la concentration de gaz est dans les limites de sécurité.

L'odeur des mélanges de gaz émanant de produits est variable et, dans certains cas, les gaz de produits peuvent altérer l'odorat. L'altération de l'odorat est particulièrement susceptible de se produire et particulièrement grave si le mélange contient du sulfure d'hydrogène.

2.3.3.2 Limites d'exposition

Les limites d'exposition sont toujours décrites dans la fiche de données de sécurité (FDS).

Les limites d'exposition fixées par les organisations internationales, les administrations nationales ou par les normes réglementaires locales ne doivent pas être dépassées.

Les organismes de l'industrie et les compagnies pétrolières font souvent référence à l'American Conference of Governmental Industrial Hygienists, qui a établi des lignes directrices sur les limites qui sont censées protéger le personnel contre les vapeurs nocives dans l'environnement de travail. Les valeurs indiquées sont exprimées en VLEP en parties par million (ppm) par volume de gaz dans l'air.

La meilleure pratique consiste à maintenir les concentrations de tous les contaminants atmosphériques aussi basses que raisonnablement possible (*As Low As Reasonably Possible - ALARP*).

Dans le texte ci-après sont utilisées les abréviations VLEP pour Valeur Limite d'Exposition Professionnelle et MPT pour Moyenne Pondérée dans le Temps. Parce qu'il s'agit de moyennes, les MPT supposent des expositions à court terme supérieures à la VLEP-MPT, qui ne sont pas suffisamment élevées pour nuire à la santé et qui sont compensées par des expositions équivalentes inférieures à la VLEP-MPT au cours d'une journée de travail conventionnelle de huit heures.

Pour éviter les dommages pour la santé, les pics d'exposition doivent être limités (voir FDS ou similaire).

2.3.3.3 Effets

Les effets de l'exposition à des vapeurs peuvent varier selon le type de produit et les informations doivent être obtenues en consultant la FDS du produit.

2.3.4 Fiche de Données de Sécurité

Pour aider les équipages des bateaux à la préparation pour des cargaisons toxiques, l'Organisation maritime internationale (OMI) a invité aux gouvernements à veiller à ce que les bateaux reçoivent et conservent à bord des FDS pour les cargaisons pertinentes. La FDS doit indiquer le type et les concentrations probables de composants dangereux ou toxiques dans la cargaison à charger, en particulier le sulfure d'hydrogène et le benzène. La FDS doit être conforme au système général harmonisé de classification et d'étiquetage des produits chimiques des Nations unies (SGH).

Le fournisseur doit mettre à disposition la FDS correspondante au bateau-citerne avant de commencer à charger les produits. Le bateau-citerne doit fournir au destinataire une FDS pour la cargaison à décharger. Le bateau-citerne doit également informer le terminal et tout contrôleur ou surveillant si la cargaison précédente contenait des substances toxiques.

La fourniture d'une FDS ne garantit pas que tous les composants dangereux ou toxiques de la cargaison concernée ou des avitaillements en cours de chargement ont été identifiés ou documentés. L'absence d'une FDS ne doit pas laisser conclure à l'absence de composants dangereux ou toxiques. Les exploitants doivent avoir mis en place des procédures pour déterminer si des composants toxiques sont présents dans les cargaisons qui sont susceptibles d'en contenir.

La réglementation de la CEE-ONU et de l'UE n'exige pas que les bateaux-citernes possèdent à leur bord des FDS. À la place, des « instructions écrites » doivent être fournies aux bateaux-citernes de navigation intérieure. Toutefois, comme ces instructions contiennent des informations moins nombreuses et plus générales, il est fortement recommandé que des FDS conformes au SGH de l'ONU soient disponibles pour tous les produits transportés à bord, car elles seront utiles en cas de situations d'urgence liées à la cargaison.

2.3.5 Benzène, autres produits cancérigènes, mutagènes et reprotoxiques, et autres hydrocarbures aromatiques

2.3.5.1 Hydrocarbures aromatiques

Les hydrocarbures aromatiques incluent le benzène, le toluène et le xylène. Ces substances sont des composants, en quantités variables, de nombreuses cargaisons de pétrole telles des essences, composants de mélanges d'essence, reformats, naphte, solvants à point d'ébullition spécial, essence de térébenthine, white spirit et pétrole brut.

Le fournisseur doit informer le bateau-citerne de la teneur en hydrocarbures aromatiques de la cargaison à charger (voir la section 2.3.4 ci-dessus).

2.3.5.2 Benzène et autres produits cancérogènes, mutagènes et reprotoxiques

L'exposition à des concentrations de vapeurs de benzène de seulement quelques parties par million dans l'air peut affecter la moelle osseuse et peut causer une anémie et une leucémie.

Limites d'exposition

L'OMI indique que la VLEP-MPT pour le benzène est de 1 ppm sur une période de huit heures. Toutefois, les procédures de travail doivent viser à assurer les concentrations de gaz les plus basses possibles sur les lieux de travail.

Équipement de protection individuelle

Les personnels doivent être tenus de porter des équipements de protection respiratoire dans les circonstances suivantes :

- chaque fois qu'ils risquent d'être exposés à des vapeurs de benzène dépassant la VLEP-MPT ;
- lorsque les VLEP-MPT spécifiées par les autorités nationales ou internationales sont susceptibles d'être dépassées ;
- lorsque le contrôle ne peut pas être effectué.

Entrée dans une citerne

Avant de pénétrer dans une citerne qui renfermait récemment des produits contenant du benzène et/ou d'autres produits cancérogènes, mutagènes et reprotoxiques, la citerne doit être testée pour déterminer ces concentrations. Cette mesure s'ajoute aux exigences pour l'accès aux espaces confinés détaillées au chapitre 10.

2.3.6 Sulfure d'hydrogène

Le sulfure d'hydrogène (H_2S) est un gaz très toxique, corrosif et inflammable. Il présente un seuil olfactif très bas et une odeur caractéristique d'œufs pourris. Le sulfure d'hydrogène est incolore, il est plus lourd que l'air, a une densité de vapeur relative de 1,189 et il est soluble dans l'eau.

2.3.6.1 Sources de sulfure d'hydrogène

Beaucoup de pétroles bruts sont extraits avec des niveaux élevés de sulfure d'hydrogène, mais un processus de stabilisation réduit généralement ce niveau avant que le pétrole brut ne soit livré au bateau-citerne. Toutefois, le niveau de stabilisation peut être temporairement réduit et un bateau-citerne est susceptible de recevoir une cargaison ayant une teneur en sulfure d'hydrogène qui est supérieure à la normale ou supérieure à celle prévue. En outre, certains pétroles bruts ne sont jamais stabilisés et contiennent toujours des niveaux élevés de sulfure d'hydrogène.

Le sulfure d'hydrogène peut également être rencontré dans les produits raffinés tels que le naphte, le fioul, les combustibles de soute, les bitumes et les gazoles.

Les cargaisons et les combustibles de soute (en tant que cargaison) ne doivent pas être considérés comme exempts de sulfure d'hydrogène tant qu'ils n'ont pas été chargés et que l'absence de sulfure d'hydrogène n'a pas été confirmée par les résultats de la surveillance et les informations pertinentes de la FDS.

2.3.6.2 Concentrations prévues

Il est important de faire une distinction entre les concentrations de sulfure d'hydrogène dans l'atmosphère, exprimées en ppm en volume, et les concentrations dans le liquide, exprimée en ppm en poids.

Il n'est pas possible de prédire la concentration probable de vapeur pouvant être produite par une concentration donnée de liquide, mais, à titre d'exemple, un pétrole brut contenant 70 ppm (en poids) de sulfure d'hydrogène, produit une concentration de 7000 ppm (en volume) dans le flux de gaz qui s'échappe de l'évent de la citerne.

Durant le transport, la concentration de vapeurs de sulfure d'hydrogène peut augmenter de manière significative et doit par conséquent être surveillée.

Une attention particulière doit être accordée à la possibilité de cargaisons précédentes ayant contenu du sulfure d'hydrogène, en raison de la possible émission de vapeurs contaminées durant le chargement, en particulier lorsque les cargaisons en cours de chargement sont chauffées.

Une attention particulière doit également être accordée à la marge d'erreur potentielle des analyseurs de sulfure d'hydrogène, laquelle peut être de l'ordre de 0-3 ppm en poids.

Des précautions contre les concentrations élevées de sulfure d'hydrogène sont normalement jugées nécessaires si la teneur en sulfure d'hydrogène en phase vapeur est de 5 ppm en volume ou au-dessus. Toutefois, la réglementation nationale et internationale peut être plus restrictive que ce niveau.

Les effets du sulfure d'hydrogène à diverses concentrations croissantes dans l'air sont présentés dans le Tableau 2.1.

La concentration de sulfure d'hydrogène dans la vapeur varie grandement et dépend de facteurs tels que :

- la teneur en sulfure d'hydrogène liquide ;
- l'intensité de la circulation de l'air ;
- la température de l'air et du liquide ;
- le niveau de liquide dans la citerne ;
- l'intensité de l'agitation.

2.3.6.3 Limites d'exposition

Dans de nombreux pays, la VLEP-MPT pour le sulfure d'hydrogène est de 5 ppm sur une période de huit heures. Toutefois, les législations nationales et internationales peuvent être plus strictes. Les procédures de travail doivent viser à assurer les concentrations de gaz les plus basses possibles sur les lieux de travail.

2.3.6.4 Procédures de manutention de cargaisons et de combustibles de soute contenant du sulfure d'hydrogène

Les précautions suivantes doivent être prises lors de la manutention de toutes les cargaisons et de tous les combustibles de soute susceptibles de contenir des concentrations dangereuses de sulfure d'hydrogène. Ces précautions doivent également être prises lors du ballastage, du nettoyage ou du dégazage de citernes ayant précédemment renfermé une cargaison contenant du sulfure d'hydrogène. Des informations concrètes et des mesures opérationnelles permettant de minimiser les risques associés au chargement de cargaisons présentant une teneur en sulfure d'hydrogène sont présentées à la section 11.1.9.

Concentration de sulfure d'hydrogène (H ₂ S) (ppm en volume dans l'air)	Effets physiologiques
0,1 - 0,5 ppm	D'abord détectable par l'odeur.
10 ppm	Peut causer des nausées légères et une faible irritation des yeux.
25 ppm	Irritation des yeux et des voies respiratoires. Forte odeur.
50-100 ppm	Le sens de l'odorat commence à diminuer. Une exposition prolongée à des concentrations de 100 ppm provoque une hausse progressive de la sévérité de ces symptômes et la mort peut survenir après une exposition de 4 à 48 heures.
150 ppm	Perte du sens de l'odorat en 2 à 5 minutes.
350 ppm	Possibilité de décès après une inhalation de 30 minutes.
700 ppm	Provoque rapidement une perte de conscience (en quelques minutes) et le décès. Cause des convulsions et une perte de contrôle de l'intestin et de la vessie. La respiration s'arrête et entraîne la mort en l'absence d'une intervention rapide des secours.
700+ ppm	Immédiatement mortelle.
Nota : • Toute personne surexposée aux vapeurs de H₂S doit être transportée à l'air libre dès que possible. • Les effets néfastes du H₂S peuvent être inversés et la probabilité de sauver la vie de la personne peut être augmentée si des mesures sont prises rapidement.	

Tableau 2.1 : Effets typiques de l'exposition au sulfure d'hydrogène

Surveillance de la vapeur

Les niveaux d'exposition dans tous les lieux de travail doivent être surveillés à l'aide d'instruments appropriés pour détecter et mesurer la concentration du gaz.

De fortes concentrations de sulfure d'hydrogène et la nature corrosive du gaz peuvent endommager de nombreux instruments électroniques. De faibles concentrations peuvent également avoir un effet néfaste sur les instruments électroniques au fil du temps. Des tubes de détection doivent par conséquent être utilisés s'il s'avère nécessaire de surveiller une concentration élevée connue.

Il est fortement recommandé au personnel chargé des opérations de manutention de la cargaison d'utiliser des instruments personnels de surveillance des concentrations de sulfure d'hydrogène. Ces instruments peuvent comporter soit une alarme d'avertissement à un niveau préétabli ou une lecture de la concentration en sulfure d'hydrogène assortie d'une alarme. Il est en outre recommandé que les alarmes soient réglées sur la valeur correspondant au maximum de la VLEP-MPT. Le personnel doit toujours porter les instruments individuels de surveillance lorsqu'il travaille dans des espaces confinés, effectue le jaugeage, prend des échantillons, entre dans une chambre des pompes, branche et débranche les conduites de chargement, nettoie des filtres, effectue une vidange pour ouvrir des espaces confinés et nettoie de la cargaison déversée, dès lors que les concentrations de H₂S sont susceptibles de dépasser la VLEP-MPT.

Des badges de contrôle passif fournissent une indication visuelle immédiate de l'instant où un risque chimique spécifique est détecté ou en cas de dépassement d'un niveau d'exposition sûr et préétabli à un produit chimique. Ils doivent exclusivement être utilisés à des fins d'hygiène industrielle, par exemple pour le contrôle de zones et pour la détermination de l'exposition du personnel sur une période donnée. Ils ne doivent jamais être utilisés en tant qu'élément de l'EPI.

Équipement de protection individuelle

Des procédures doivent être définies pour l'utilisation des équipements de protection respiratoire lorsque les concentrations de vapeur sont susceptibles de dépasser la VLEP-MPT.

Il doit être envisagé de fournir des appareils respiratoires au personnel travaillant dans des zones de danger. Ces équipements sont très légers et peuvent être enfilés rapidement en cas de détection de gaz.

Le personnel doit être tenu de porter un appareil respiratoire dans les circonstances suivantes :

- chaque fois qu'il risque d'être exposé à des vapeurs de sulfure d'hydrogène dépassant la VLEP-MPT ;
- lorsque la VLEP-MPT spécifiée par les autorités nationales ou internationales est dépassée ou risque d'être dépassée ;
- lorsque le contrôle ne peut pas être effectué ;
- lorsque des opérations en mode fermé ne peuvent pas être effectuées pour une raison quelconque et que les concentrations de sulfure d'hydrogène sont susceptibles de dépasser la VLEP-MPT.

Procédures des sociétés et terminaux

Le système de gestion de la sécurité du bateau-citerne (SGS) (Safety Management System - SMS) et le guide des opérations du terminal doivent contenir des instructions et des procédures visant à assurer la sécurité des opérations lors de la manutention de cargaisons susceptibles de contenir du sulfure d'hydrogène. Les exigences fonctionnelles doivent inclure, sans s'y limiter, les éléments suivants :

- formation de tous les membres de l'équipage aux risques associés au sulfure d'hydrogène et aux précautions à prendre pour limiter les risques à des niveaux acceptables ;
- procédures de fonctionnement sûres pour toutes les opérations ;
- procédures de vérification des gaz et de surveillance de l'atmosphère ;
- procédures de maintenance pour les systèmes liés à la cargaison ;
- exigences en matière d'EPI ;
- mesures d'intervention d'urgence ;
- mesures visant à protéger les visiteurs contre l'exposition.

2.3.6.5 Procédures supplémentaires lors de la manutention de cargaisons à très fortes concentrations en sulfure d'hydrogène

Les sociétés et les terminaux doivent élaborer des procédures supplémentaires pour la manutention de cargaisons présentant des teneurs très élevées en sulfure d'hydrogène (100 ppm dans le volume de phase gazeuse est considéré comme un seuil raisonnable).

Pour éviter une exposition à des concentrations élevées de sulfure d'hydrogène, les membres d'équipage sur le pont doivent porter un détecteur personnel de sulfure d'hydrogène assorti d'une alarme. Lorsque ce détecteur déclenche une alarme, les mesures suivantes, au minimum, doivent être prises immédiatement :

- arrêter la manutention de cargaison ;
- informer les membres d'équipage ;
- informer le personnel du quai ;
- informer les autres bateaux-citernes voisins (en particulier ceux à côté ; sous le vent) ;
- informer l'exploitant du bateau-citerne ;
- demander au terminal d'effectuer une mesure ;
- discuter, en étroite collaboration avec le terminal et l'exploitant, de la manière de poursuivre l'opération de manutention.

Essayez de rester sur le côté exposé au vent et ne restez pas inutilement sur le pont.

2.3.6.6 Corrosion

Le sulfure d'hydrogène est très corrosif et des cycles renforcés d'inspection et d'entretien doivent être mis en place si du sulfure d'hydrogène est susceptible d'être présent en concentrations élevées.

Les sièges en laiton possédant une valve de pression / vide sont davantage susceptibles de se détériorer que les sièges en acier inoxydable.

Les jauges mécaniques des citernes sont davantage susceptibles de se détériorer, car le sulfure d'hydrogène a un effet néfaste sur la tension des ressorts en acier inoxydable et sur les métaux tels que le laiton et le bronze. Une augmentation du stock de pièces de rechange peut s'avérer nécessaire.

Les composants d'ordinateurs et d'instrument qui sont réalisés en or et en argent sont particulièrement sensibles même aux faibles concentrations de sulfure d'hydrogène.

2.3.6.7 Nocivité générale

En plus de présenter un danger pour la santé, l'odeur du sulfure d'hydrogène est considérée comme une nuisance publique. La plupart des réglementations environnementales locales limitent ou interdisent l'émission de concentrations de sulfure d'hydrogène dans l'atmosphère. En tout état de cause, il s'agit d'une bonne pratique. Il est par conséquent nécessaire de maintenir la pression des citernes à cargaison dans des limites acceptables.

La pression de vapeur dans la citerne augmentera rapidement si le volume de phase gazeuse est exposé à la chaleur ou si le produit est agité.

2.3.7 Mercaptans

Les mercaptans sont des gaz incolores et odorants générés naturellement par la dégradation d'organismes naturels. Leur odeur peut être comparée à celle du chou pourri. Ils peuvent également être trouvés dans les usines de traitement de l'eau et dans les installations de traitement de ballast.

Les mercaptans sont également présents dans les vapeurs de cargaisons de pentane plus ainsi que dans certains pétroles bruts. Ils sont également utilisés comme agent odorant du gaz naturel.

Les mercaptans peuvent être détectés par l'odorat à des concentrations inférieures à 0,5 ppm, mais des effets sur la santé ne sont ressentis que lorsque la concentration atteint un niveau plusieurs fois supérieur.

Les premiers effets des mercaptans sur les personnes sont similaires à ceux causés par l'exposition au sulfure d'hydrogène, c'est-à-dire une irritation des poumons, des yeux, du nez et de la gorge. Si la concentration est très élevée, une perte de conscience peut se produire et il peut être nécessaire d'administrer de l'oxygène.

2.3.8 Sans objet

2.3.9 Gaz inerte

2.3.9.1 Généralités

Le gaz inerte est principalement utilisé pour le contrôle des atmosphères des citernes à cargaison, afin d'empêcher la formation de mélanges inflammables. L'exigence principale pour un gaz inerte est une faible teneur en oxygène. Sa composition peut toutefois être variable.

2.3.9.2 Composants toxiques

Le principal danger associé au gaz inerte est sa faible teneur en oxygène. Toutefois, certains gaz inertes peuvent contenir des traces de différents gaz toxiques qui sont susceptibles d'augmenter le risque encouru par le personnel qui y est exposé.

Les précautions à prendre avant de pénétrer dans une citerne ne comprennent pas d'exigences concernant la mesure directe de la concentration en composants de gaz inerte. Ceci est dû au fait que la procédure de dégazage requise pour l'entrée dans la citerne est suffisante pour ramener la teneur en composants toxiques sous leur valeur VLEP-MPT.

2.3.9.3 Sans objet

2.3.9.4 Sans objet

2.3.9.5 Sans objet

2.3.10 Manque d'oxygène

La teneur en oxygène de l'atmosphère dans les espaces confinés peut être faible pour plusieurs raisons. La plus évidente est que l'espace a été inerté et que l'oxygène a été remplacé par le gaz inerte. L'oxygène peut également être retiré de l'atmosphère par des réactions chimiques telles que la rouille ou le durcissement de peintures ou de revêtements.

Lorsque la teneur en oxygène disponible passe sous la valeur normale de 21 % en volume, la respiration tend à devenir plus rapide et plus profonde. Les symptômes indiquant que l'atmosphère est pauvre en oxygène sont susceptibles de ne pas constituer un avertissement suffisant par rapport au risque encouru. La plupart des personnes ne se rendent pas compte du danger jusqu'à ce qu'elles soient trop faibles pour pouvoir quitter les lieux sans assistance. Ceci est particulièrement vrai lorsqu'il est nécessaire de grimper pour s'échapper.

Bien que la sensibilité varie selon les individus, tous sont affectés si la teneur en oxygène tombe à 16 % en volume.

L'exposition à une atmosphère qui présente une teneur en oxygène inférieure à 10 % en volume entraîne inévitablement une perte de conscience. La rapidité de la perte de conscience augmente proportionnellement à la diminution de l'oxygène disponible et entraîne la mort si la victime n'est pas emmenée à l'air libre et réanimée.

Une atmosphère présentant une teneur en oxygène inférieure à 5 % en volume provoque une perte de conscience immédiate sans autre avertissement qu'une tentative d'inspiration. Si la réanimation n'intervient qu'après plus de quelques minutes, le cerveau subira des dommages irréversibles, même si la victime a la vie sauve.

2.3.11 Ester méthylique d'acide gras

L'ester méthylique d'acide gras est utilisé en tant que composant biogène mélangé à des biocarburants de distillats moyens. Les molécules sont principalement obtenues à partir d'huiles végétales par trans-estérification (processus de remplacement du groupe d'alcool d'un composé d'ester par un autre alcool). Lors du transport, il convient de veiller à prendre des dispositions pour éviter une contamination par des matières toxiques susceptibles nuire à la sécurité du produit final et qui pourrait affecter le traitement du produit oléo-chimique lui-même. Les esters méthyliques dans la gamme C8 - C18 ne sont pratiquement pas toxiques.

La résistance aux esters méthyliques des revêtements des citernes à cargaison et des pièces en caoutchouc synthétique des matériels doit être surveillée.

2.3.12 Méthyl-tertio-butyl-éther et éthyle-tertio-butyl éther

Ces produits (MTBE et ETBE) sont des liquides hautement inflammables qui dégagent une odeur caractéristique désagréable. Ils sont fabriqués par le mélange de produits chimiques tels que l'isobutylène et le méthanol et ont été utilisés comme additif oxygénant lors de la production d'essence. Les MTBE / ETBE s'évaporent rapidement et de petites quantités peuvent se dissoudre dans l'eau. Les MTBE / ETBE peuvent se fixer sur des particules contenues dans l'eau, lesquelles finiront par se déposer au fond avec les sédiments.

De l'attention doit être accordée aux risques environnementaux associés à des mélanges d'eau et de MTBE / ETBE dans les citernes à cargaisons et à résidus. Il est recommandé que les transports de MTBE / ETBE ne soient réalisés que par des bateaux-citernes possédant un système de ballastage distinct.

Il est recommandé que les bateaux-citernes transportant des MTBE / ETBE soient équipés de points d'échantillonnage à faibles émissions.

L'ETBE est couramment utilisé comme additif oxygénant dans l'essence. Les vapeurs de MTBE et d'ETBE étant plus lourdes que l'air, elles stagneront naturellement près de la surface de l'eau du fleuve. Il est par conséquent préférable de ne pas libérer ces vapeurs en cours de voyage.

Le ballastage doit toujours être limité aux citernes réservées au ballastage. Tout nettoyage des citernes à cargaison ainsi que l'élimination de tout résidu de produit et d'eaux de lavage doivent être effectués de manière contrôlée dans des installations d'élimination agréées et conformément à la réglementation locale en vigueur.

2.3.13 Éthanol

L'éthanol (alcool éthylique, alcool de grain) dénaturé est un liquide clair, incolore à odeur caractéristique agréable et qui est l'un des composants de biocarburants.

L'éthanol est dénaturé pour empêcher son utilisation en tant que boisson. L'éthanol dénaturé peut contenir de petites quantités, respectivement 1 à 2 %, de plusieurs substances différentes, désagréables ou toxiques.

De l'attention doit être accordée aux mélanges d'eau et d'éthanol dans les citernes à cargaison et à résidus et à l'inflammabilité en résultant. Un système séparé de citernes à cargaison et de ballastage ainsi qu'un retour de vapeur et un système d'assèchement sont recommandés. Une attention particulière doit être accordée à la vaste plage d'inflammabilité des vapeurs de produit (3,4 à 19 % en volume dans l'air) et le ballastage doit toujours être limité aux citernes de ballastage dédiées. Tout nettoyage des citernes à cargaison ainsi que l'élimination de tout résidu de produit et d'eaux de lavage doivent être effectués de manière contrôlée dans des installations d'élimination agréées et conformément à la réglementation locale en vigueur.

2.4 Mesure de gaz

2.4.1 Introduction

La présente section décrit les principes, les utilisations et les limites des instruments portatifs destinés à mesurer les concentrations de gaz d'hydrocarbures (en atmosphère inerte et non-inerte), d'autres gaz toxiques ainsi que d'oxygène. Certaines installations fixes sont également décrites. Pour des informations détaillées sur l'utilisation de tous les instruments, il convient de toujours se référer aux instructions du fabricant et à la FDS du produit.

Il est essentiel que tout instrument utilisé soit :

- adapté pour le test requis,
- suffisamment précis pour le test requis,
- d'un type homologué,
- correctement entretenu,
- fréquemment contrôlé au moyen d'échantillons standard.

2.4.2 Mesure de la concentration du produit

Il existe différents instruments portatifs pour la détection de concentrations de produits et d'atmosphères dangereuses, de gaz toxiques et d'oxygène. Compte tenu des différences de sensibilité des appareils et de leurs limites, il convient de se référer aux informations contenues dans la documentation du fabricant et aux FDS des produits lors de la sélection d'un instrument pour une tâche donnée.

La mesure de vapeurs d'hydrocarbures à bord des bateaux-citernes et aux terminaux comporte deux catégories :

1. La mesure des gaz d'hydrocarbures dans l'air à des concentrations inférieures à la LII.

Il s'agit de détecter la présence de vapeurs inflammables (et potentiellement explosives) et de détecter les concentrations de vapeurs d'hydrocarbures susceptibles d'être dangereuses pour le personnel. Ces lectures sont exprimées en pourcentage de la LII et sont généralement exprimées en % de la LII. Les instruments utilisés pour mesurer le % de la LII sont des détecteurs de gaz combustibles à filament catalytique, qui sont généralement appelés détecteurs de gaz inflammables ou explosimètres. Un tel détecteur ne doit pas être utilisé pour la mesure de gaz d'hydrocarbures dans des atmosphères inertes.

2. La mesure des gaz d'hydrocarbures en tant que pourcentage en volume total de l'atmosphère considérée.

À bord d'un bateau-citerne, cette mesure est habituellement effectuée pour déterminer le pourcentage de vapeur d'hydrocarbure dans une atmosphère à faible teneur en oxygène (inerte). Les instruments utilisés pour mesurer les vapeurs d'hydrocarbures dans une atmosphère de gaz inerte sont spécialement conçus à cet effet. Les relevés obtenus sont exprimés en pourcentage de la vapeur d'hydrocarbures par rapport au volume et sont enregistrés en % vol.

Les instruments utilisés pour mesurer le pourcentage des vapeurs d'hydrocarbures dans les gaz inertes sont les détecteurs de gaz à filament chauffé non-catalytique (généralement appelés Tanksopes) et les indicateurs d'indice de réfraction. L'évolution récente de la technologie de détection de gaz a abouti à l'introduction d'instruments électroniques à capteurs infrarouge qui peuvent remplir la même fonction que le Tankscope.

2.4.3 Détecteurs de gaz inflammables

Les détecteurs modernes de gaz inflammables (explosimètres) possèdent en tant que capteur un pellistor (capteur catalytique) résistant au poison et inflammable. Les pellistors nécessitent une teneur en oxygène (minimum 11 % en volume) pour fonctionner efficacement et, pour cette raison, les détecteurs de gaz inflammables ne doivent pas être utilisés pour mesurer les gaz d'hydrocarbures dans des atmosphères inertes.

2.4.3.1 Principe de fonctionnement

Un schéma simplifié du circuit électrique comprenant un pellistor dans un pont de Wheatstone est présenté à la Figure 2.1.

Contrairement aux anciens explosimètres, l'instrument à pellistor équilibre la tension et met automatiquement à zéro l'affichage lorsque l'appareil est mis en marche à l'air libre. En général, environ 30 secondes sont nécessaires au pellistor pour atteindre sa température de fonctionnement. Toutefois, l'opérateur doit toujours se référer aux instructions du fabricant pour la procédure de démarrage.

Un échantillon de gaz peut être prélevé de différentes manières :

- diffusion ;
- tuyau et poire d'aspiration (un serrement équivaut à environ un mètre linéaire de tuyau) ;
- pompe motorisée (interne ou externe).

Les vapeurs inflammables sont aspirées à travers un filtre fritté (pare-flamme) dans la chambre de combustion du pellistor. La chambre comporte deux éléments, le détecteur et le compensateur. Cette paire d'éléments est chauffée à une température comprise entre 400 et 600 °C.

En l'absence de gaz, les résistances de ces deux éléments sont équilibrées et le pont produira un signal de référence stable. Lorsque des gaz combustibles sont présents, ils s'oxydent par catalyse sur l'élément détecteur et provoquent une hausse de sa température. Cette oxydation n'est possible que si la teneur en oxygène est suffisante. La différence de température par rapport à l'élément compensateur est présentée en tant que % de la LII.

La lecture est effectuée lorsque l'écran est stable. Les instruments modernes indiqueront sur l'écran si l'échantillon de gaz a dépassé la LII.

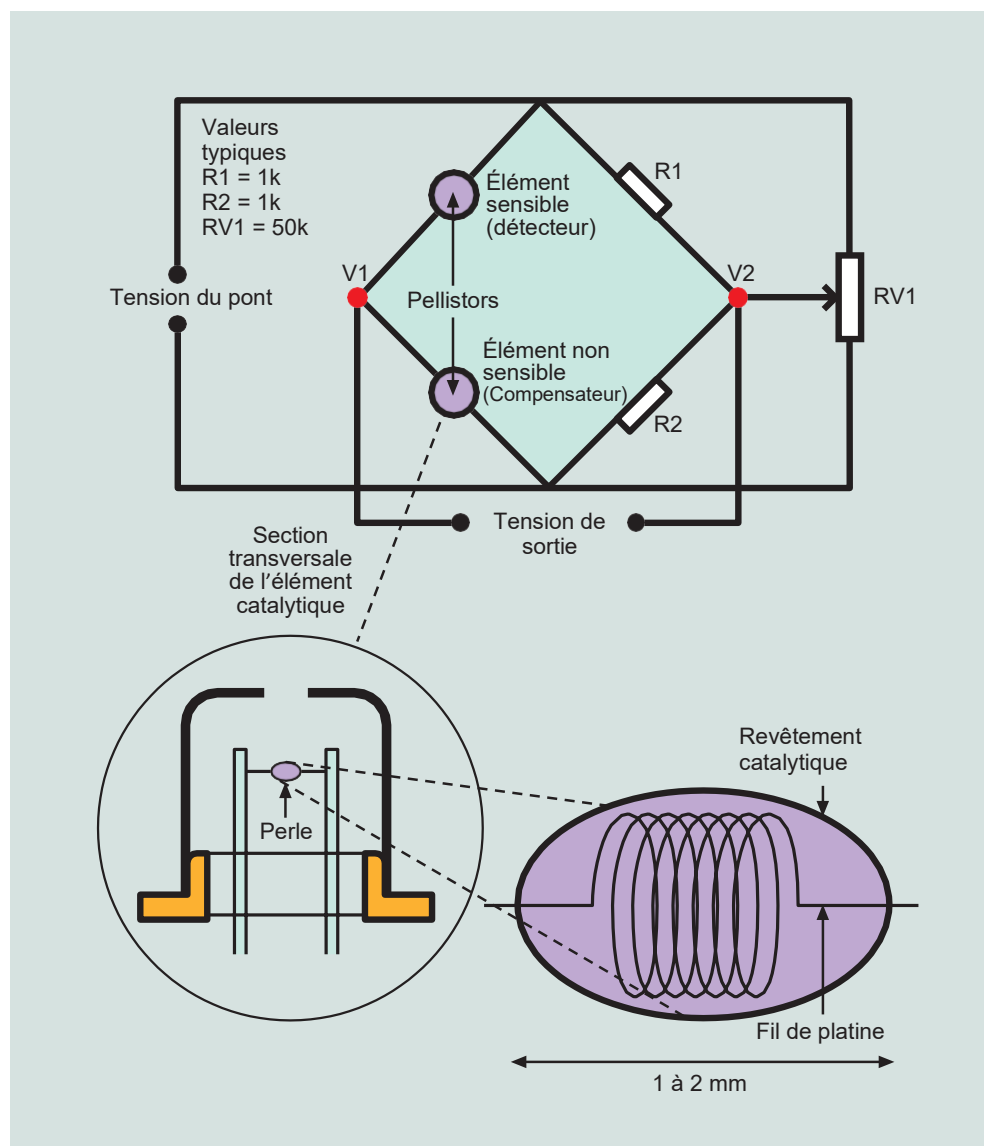


Figure 2.1 : Schéma simplifié d'un détecteur de gaz inflammable comportant un pellistor

Des précautions doivent être prises pour s'assurer que le liquide n'est pas aspiré dans l'instrument. L'utilisation d'un séparateur d'eau intégré et d'une sonde à flotteur adaptée à l'extrémité du tuyau d'aspiration doit empêcher ceci. La plupart des fabricants proposent ces éléments en tant qu'accessoires.

Seuls les filtres de coton doivent être utilisés pour éliminer les particules solides ou liquides de l'échantillon de gaz lorsque des hydrocarbures sont mesurés. Des séparateurs d'eau peuvent être utilisés pour protéger l'instrument lorsque l'échantillon de gaz est susceptible d'être très humide. Des indications concernant l'utilisation de filtres et bacs figurent dans le manuel d'utilisation de l'instrument. (voir également la section 2.4.13.3).

2.4.3.2 Précautions

Poisons et inhibiteurs

Certains composants peuvent réduire la sensibilité du pellistor :

- poisons - il s'agit de composants susceptibles d'affecter de façon permanente les performances du pellistor et qui comprennent les vapeurs de silicone et les composés organiques de plomb ;
- inhibiteurs - ces composants agissent d'une manière très similaire aux poisons, mais la réaction est réversible. Les inhibiteurs comprennent le sulfure d'hydrogène, les fréons et les hydrocarbures chlorés. Si la présence de sulfure d'hydrogène est suspectée, ceci doit être vérifié avant d'effectuer toute mesure de vapeurs d'hydrocarbures (Voir la section 2.3.6).

Pression

Les capteurs des instruments de type pellistor ne doivent pas être soumis à de la pression, car cela endommagerait le pellistor.

Une telle pressurisation peut avoir lieu lors de la détection de gaz dans les conditions suivantes :

- gaz inerte sous haute pression ou à grande vitesse, par exemple à partir d'un tuyau de purge ou de dégagement à grande vitesse ;
- mélanges de gaz d'hydrocarbures à haute vitesse dans les sorties de vapeur ou de dégagement à grande vitesse.

Ce qui précède s'applique aussi pour l'utilisation d'instruments multi-gaz. À titre d'exemple, lorsqu'un capteur infrarouge est utilisé pour procéder à une détection de gaz en % vol, le capteur pellistor dans l'instrument peut subir des dommages si le flux d'entrée des gaz dans l'instrument est pressurisé ou à grande vitesse.

Condensation

La performance de pellistors peut être temporairement affectée par la condensation. Cela peut se produire lorsque l'instrument est placé dans une atmosphère humide après qu'il ait été entreposé dans un local pourvu d'un système d'air conditionné. Il convient de laisser aux instruments les temps d'atteindre la température de fonctionnement avant de les utiliser.

Brouillards combustibles

Les instruments à pellistor n'indiquent pas la présence de brouillards combustibles (par exemple d'huiles lubrifiantes) ni de poussières.

2.4.3.3 Procédures d'étalonnage et de contrôle de l'instrument

L'instrument est assemblé à l'usine pour être étalonné en utilisant un mélange spécifique de gaz d'hydrocarbures et d'air. Le gaz d'hydrocarbures à utiliser pour l'étalonnage et pour les essais doit être indiqué sur une étiquette fixée sur l'instrument.

Des informations relatives à l'étalonnage et aux essais de fonctionnement ainsi que sur le contrôle des instruments pour la détection de gaz figurent respectivement aux sections 8.2.6 et 8.2.7.

2.4.3.4 Précision de la mesure

La réponse de l'instrument dépend de la composition du gaz d'hydrocarbures mesuré. Dans la pratique, cette composition n'est pas connue. En utilisant le propane ou le butane en tant que gaz d'étalonnage d'un instrument utilisé à bord de bateaux-citernes transportant du pétrole brut stabilisé ou des produits pétroliers, les indications fournies peuvent être légèrement faussées en donnant un résultat légèrement supérieur. Ceci garantit que tout résultat indiqué comporte une marge de sécurité (voir aussi la section 8.2.6).

Les facteurs susceptibles d'affecter les mesures sont les changements significatifs de la température ambiante et une pression excessive de l'atmosphère dans la citerne mesurée, ceci impliquant des débits élevés qui se répercutent sur la température du pellistor.

L'utilisation de tubes de dilution permettant aux détecteurs à filament catalytique de mesurer des concentrations des mélanges de gaz d'hydrocarbures et d'air trop riches n'est pas recommandée.

2.4.3.5 Caractéristiques opérationnelles

Les instruments plus anciens sont équipés de pare-flammes à l'entrée et à la sortie de la chambre à filament du détecteur. Les pare-flammes sont essentiels pour prévenir la possibilité de propagation de la flamme depuis la chambre de combustion et une vérification doit toujours être faite pour s'assurer qu'ils sont en place et correctement installés. Les appareils modernes de type pellistor sont équipés de filtres frittés généralement montés dans le corps du pellistor.

En tant que condition pour donner leur approbation, certaines autorités exigent que l'appareil de mesure soit entouré de PVC avec des boîtiers en aluminium pour éviter le risque d'étincelles pouvant provoquer un incendie en cas de choc du boîtier contre de l'acier rouillé.

2.4.4 Détecteurs de gaz à filament chauffé non-catalytique (Tankscopes)

2.4.4.1 Principe de fonctionnement

L'élément de détection de cet instrument est généralement un filament chaud non catalytique. La composition du gaz environnant détermine le taux de perte de chaleur du filament et donc sa température et sa résistance.

Le filament capteur forme un bras d'un pont de Wheatstone. L'opération initiale de mise à zéro équilibre le pont et établit la tension correcte à travers le filament, assurant ainsi la température de fonctionnement correcte. Au cours de la remise à zéro, le filament capteur est purgé à l'air ou au gaz inerte exempt d'hydrocarbures. Comme dans l'explosimètre, un second filament identique se trouve dans le deuxième bras du pont, lequel est gardé en permanence en contact avec l'air et agit comme un filament compensateur.

La présence d'hydrocarbures change la résistance du filament capteur et ceci est montré par une flèche sur le détecteur à pont. Le taux de perte de chaleur du filament est une fonction non-linéaire de la concentration en hydrocarbures et la graduation du détecteur reflète cette non-linéarité. Le capteur indique directement le % d'hydrocarbure par rapport au volume.

Lors de l'utilisation de l'instrument, les instructions détaillées du fabricant doivent toujours être respectées. Après que l'instrument ait été initialement mis à zéro avec de l'air frais en contact avec le filament capteur, un échantillon est aspiré dans le capteur au moyen d'une poire d'aspiration en caoutchouc. La poire doit être actionnée jusqu'à ce que le pointeur du capteur s'arrête sur la graduation (généralement entre 15 et 20 pressions), puis l'aspiration doit être arrêtée pour lire le résultat final. Il est important que la lecture soit effectuée sans écoulement à travers l'instrument et que le gaz soit à la pression atmosphérique normale.

Le filament non catalytique n'est pas affecté par les concentrations de gaz au-delà de sa fourchette de fonctionnement. L'aiguille de l'instrument quitte la graduation et reste dans cette position aussi longtemps que le filament demeure exposé au mélange riche en gaz.

2.4.4.2 Procédures de vérification des instruments

La vérification d'un instrument à filament chauffé non catalytique nécessite de disposer de mélanges de gaz dont la concentration totale en hydrocarbures est connue.

Le gaz vecteur peut être l'air, l'azote ou le dioxyde de carbone ou un mélange des deux. Étant donné que ce type d'instrument peut être nécessaire pour mesurer avec précision de faibles concentrations (1 à 3 % en volume) ou des concentrations élevées (supérieures à 10 % en volume), il est souhaitable de disposer de deux mélanges d'essai, par exemple à 2 % et 15 % en volume, ou d'un mélange entre ces deux valeurs, par exemple 8 % en volume. Les mélanges de gaz pour l'essai sont disponibles dans les petits récipients de type aérosol ou de petites bouteilles de gaz sous pression, ou peuvent être préparés dans un kit d'essai spécial.

2.4.4.3 Précision de la mesure

Une réponse correcte de ces instruments ne peut être obtenue que lorsque sont mesurées des concentrations de gaz dans des mélanges pour lesquels l'instrument a été étalonné et qui restent gazeux à la température de l'instrument.

Des écarts relativement faibles dans l'instrument par rapport à la pression atmosphérique normale ont pour conséquence des différences significatives dans la concentration de gaz indiquée. Si un espace qui est sous haute pression est échantillonné, il peut être nécessaire de détacher la conduite d'échantillonnage de l'instrument pour permettre à la pression de l'échantillon d'atteindre le niveau de la pression atmosphérique.

2.4.4.4 Instruments avec capteurs infrarouge

Lors de la sélection d'un instrument qui utilise un capteur infrarouge pour mesurer le pourcentage en volume d'hydrocarbures dans une atmosphère de gaz inerte, il convient de veiller à ce que le capteur fournisse des mesures précises pour la gamme des gaz susceptibles d'être présents dans l'atmosphère à mesurer. Il peut être prudent de procéder à des mesures comparatives avec un Tankscope pour vérifier la concordance des indications fournies par l'instrument en question.

2.4.5 Interféromètre (appareil mesurant l'indice de réfraction)

2.4.5.1 Principe de fonctionnement

Un interféromètre est un dispositif optique qui utilise la différence entre les indices de réfraction de l'échantillon de gaz et de l'air.

Dans ce type d'instrument, un faisceau de lumière est divisé en deux et ces deux faisceaux sont ensuite recombinaés à l'oculaire. Les faisceaux recombinaés présentent un modèle d'interférence que l'observateur peut voir sous la forme d'un certain nombre de lignes sombres dans l'oculaire.

Un trajet de la lumière traverse des chambres remplies d'air. L'autre trajet passe par des chambres à travers lesquelles est pompé l'échantillon de gaz. Au départ, ces chambres sont remplies d'air et l'instrument est réglé de sorte que l'une des lignes sombres coïncide avec la ligne du zéro sur la graduation de l'instrument. Si un mélange de gaz est ensuite injecté dans les chambres de l'échantillon, les lignes sombres sont déplacées sur la graduation proportionnellement au changement de l'indice de réfraction.

Le déplacement est mesuré par la lecture de la nouvelle position sur la graduation de la ligne qui était initialement placée sur le zéro de la graduation de l'instrument. La graduation peut être étalonnée en unités de concentration ou il peut s'agir d'une échelle arbitraire dont les lectures sont converties en unités requises pour un tableau ou un graphique.

La réponse de l'instrument est linéaire et un essai unique avec un mélange standard à une concentration connue est suffisant aux fins de la vérification.

L'instrument est normalement calibré pour un mélange de gaz d'hydrocarbures en particulier. Tant que l'utilisation de l'instrument est limitée au mélange de gaz d'étalonnage, il fournit des mesures précises des concentrations de gaz.

La mesure de la concentration de gaz d'hydrocarbures dans une atmosphère inerte est affectée par la présence de dioxyde de carbone lorsque des gaz de combustion sont utilisés pour l'inertage. Dans ce cas, l'utilisation de la chaux sodée comme absorbant du dioxyde de carbone est recommandée, à condition que le résultat affiché soit corrigé en conséquence.

L'appareil de mesure de l'indice de réfraction n'est pas affecté par les concentrations de gaz au-delà de sa fourchette de mesure. L'aiguille de l'instrument quitte la graduation et reste dans cette position aussi longtemps que les chambres d'échantillonnage demeurent remplies du mélange de gaz.

2.4.5.2 Procédures de vérification des instruments

Un mélange connu d'hydrocarbures, par exemple du propane dans de l'azote à une concentration connue, doit être utilisé pour contrôler l'appareil. Si le gaz d'hydrocarbures pour l'essai diffère du gaz d'étalonnage initial, le résultat indiqué doit être multiplié par le facteur de correction approprié avant de juger la précision et la stabilité de l'instrument.

2.4.6 Instruments à infrarouge

2.4.6.1 Principe de fonctionnement

Le capteur infrarouge est un transducteur pour la mesure de la concentration d'hydrocarbures dans l'atmosphère par l'absorption du rayonnement infrarouge.

La vapeur qui doit être contrôlée atteint la chambre de mesure par diffusion ou au moyen d'une pompe. Le rayonnement lumineux infrarouge de la source de lumière pénètre dans la chambre par une fenêtre, il y est réfléchi et concentré par le miroir sphérique, puis il traverse une autre fenêtre et atteint le séparateur de faisceaux. La partie du rayonnement qui traverse le séparateur de faisceau passe à travers un filtre à interférence à large bande (filtre de mesure), puis atteint le couvercle du boîtier du détecteur de mesure, où il est converti en un signal électrique.

La partie du rayonnement qui est réfléchi par le séparateur de faisceau traverse le filtre de référence pour atteindre le détecteur de référence.

Si le mélange gazeux dans la chambre contient des hydrocarbures, une partie du rayonnement est absorbée dans la gamme de longueur d'onde du filtre de mesure et un signal électrique atténué est produit. Pendant ce temps, le signal du détecteur de référence demeure inchangé. La concentration de gaz est déterminée en comparant les valeurs relatives du détecteur de référence et le détecteur de mesure.

Les différences à la sortie de la source de lumière infrarouge, la saleté sur les miroirs et les fenêtres ainsi que les poussières d'aérosols contenues dans l'air ont un effet identique sur les deux détecteurs et sont donc compensés.

2.4.6.2 Procédures de vérification des instruments

Cet instrument doit être vérifié au moyen d'un gaz de contrôle composé d'un mélange connu d'hydrocarbures. Le capteur infrarouge ne nécessite pas la présence d'air ou de gaz inerte dans la concentration de gaz, car son fonctionnement est basé uniquement sur les molécules d'hydrocarbures. En général, ces instruments sont très stables et nécessitent peu d'entretien. L'étalonnage doit être vérifié fréquemment conformément aux instructions du fabricant et au système de gestion de la sécurité (SGS) du bateau (voir aussi la section 2.4.4.4).

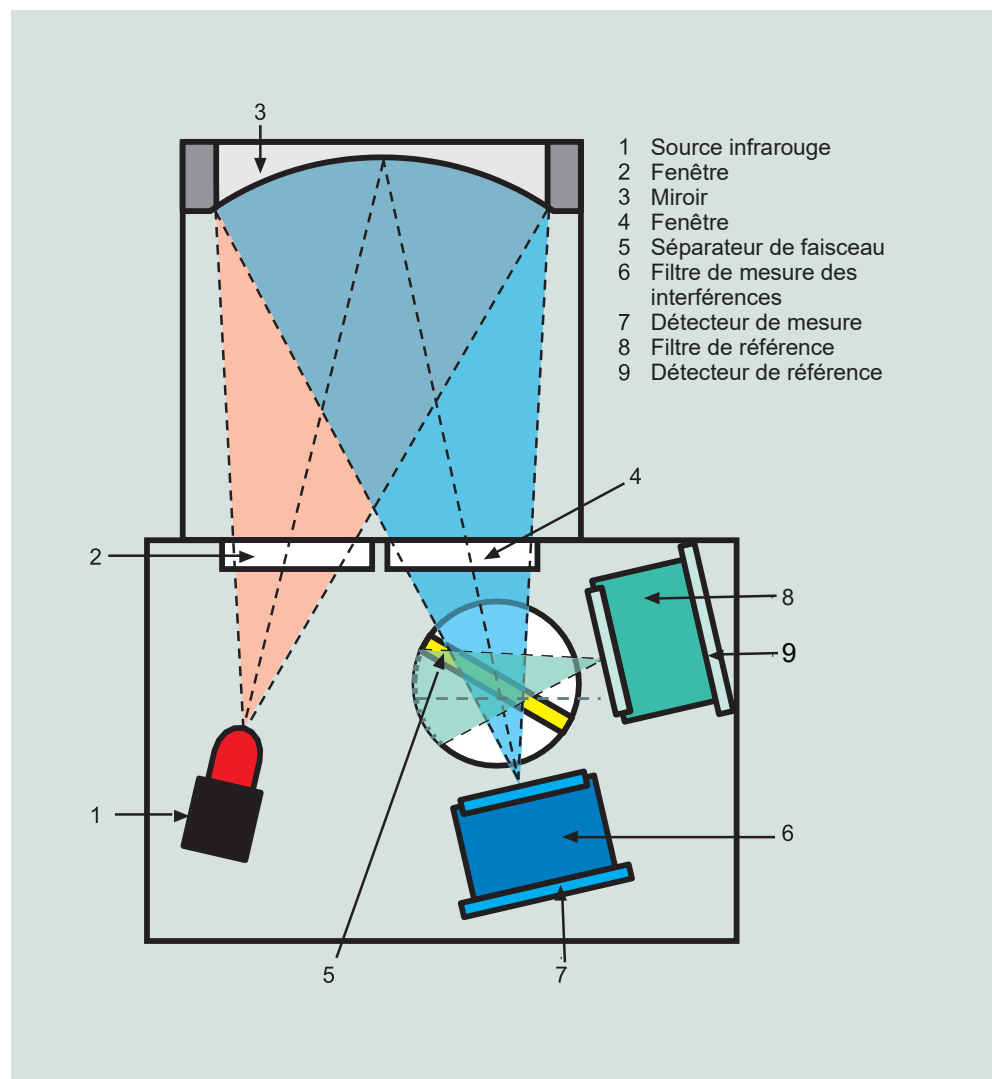


Figure 2.2 : Capteur infrarouge

2.4.7 Mesure de faibles concentrations de gaz toxiques

2.4.7.1 Tubes détecteurs d'agents chimiques

Les tubes détecteurs d'agents chimiques sont probablement l'équipement le plus pratique et le plus adapté à la mesure de très faibles concentrations de gaz toxiques à bord de bateaux-citernes.

Des erreurs de mesure peuvent se produire si plusieurs gaz sont présents en même temps, étant donné qu'un gaz peut fausser la mesure d'un autre gaz. Le mode d'emploi du fabricant de l'instrument doit toujours être consulté avant de mesurer de telles atmosphères.

Les tubes détecteurs d'agents chimiques sont composés d'un tube de verre scellé, dont le contenu est conçu pour réagir en présence d'un gaz spécifique et pour donner une indication visible de la concentration de ce gaz. Pour utiliser l'appareil, les scellés situés à chaque extrémité du tube de verre sont brisés, le tube est inséré dans une pompe manuelle à soufflets pour le déplacement de volumes fixes, puis un volume donné de mélange de gaz est aspiré dans le tube à un taux défini par le taux d'expansion du soufflet. Un changement de couleur a lieu le long du tube ; la longueur de la décoloration, qui correspond à la mesure de la concentration de gaz, est lue sur la graduation intégrée au tube.

Pour certaines variantes de ces instruments, une seringue d'injection manuelle est utilisée au lieu de la pompe à soufflet.

Il est important que tous les composants utilisés pour toute mesure proviennent du même fabricant. Il n'est pas admissible d'utiliser un tube d'un fabricant donné avec une pompe manuelle d'un autre fabricant. Il est également important que les instructions d'utilisation du fabricant soient soigneusement observées.

Étant donné que la mesure dépend du passage d'un volume fixe de gaz à travers le tube de verre, toute utilisation de tuyaux de rallonge doit être strictement conforme aux instructions du fabricant.

Les tubes sont conçus pour mesurer les concentrations de gaz dans l'air. Par conséquent, les mesures effectuées dans une citerne aérée pour permettre l'entrée dans la citerne sont en principe fiables.

Pour chaque type de tube, les fabricants doivent garantir l'observation des normes de précision fixées par les normes nationales. Les exploitants de bateaux-citernes doivent consulter l'administration de l'État du pavillon du bateau ou l'administration compétente pour obtenir des conseils sur l'équipement acceptable.

2.4.7.2 Capteurs électrochimiques

Les capteurs électrochimiques sont basés sur le fait que peuvent être fabriquées des cellules qui réagissent avec les gaz à mesurer et génèrent ainsi un courant électrique. Ce courant peut être mesuré et la quantité de gaz peut ainsi être déterminée. Ces capteurs ne sont pas onéreux et sont suffisamment petits pour permettre d'en incorporer plusieurs dans un même instrument, ce qui les rend appropriés pour une utilisation dans des installations de détection multi-gaz.

Il existe de nombreux capteurs électrochimiques disponibles, couvrant un certain nombre de gaz susceptibles d'être présents à bord des bateaux, tels que l'ammoniac, le sulfure d'hydrogène, le monoxyde de carbone, le dioxyde de carbone et de dioxyde de soufre.

Les capteurs électrochimiques peuvent être utilisés dans des instruments autonomes capables d'émettre un avertissement si est atteinte une concentration prédéterminée de vapeur, ou ils peuvent être montés dans un instrument multicapteurs pour fournir une lecture de la concentration de vapeur, généralement en ppm.

Ces capteurs peuvent donner des résultats erronés en raison de leur sensibilité aux interférences. Cela se produit, par exemple, lorsque l'on mesure les gaz toxiques en présence de gaz d'hydrocarbures, par exemple le sulfure d'hydrogène en présence d'oxyde nitrique et de dioxyde de soufre.

2.4.8 Installations fixes de détection de gaz

Les installations fixes de détection de gaz sont utilisées à bord de certains bateaux-citernes pour surveiller l'inflammabilité de l'atmosphère dans les espaces de la double coque, des doubles-fonds, des chambres des pompes, des salles des machines, des salles des chaudières, de la timonerie et des logements.

Les trois régimes généraux ci-après ont été développés pour les installations fixes de surveillance :

- dispositifs de détection placés dans tous les locaux à surveiller. Les signaux sont captés de manière séquentielle depuis de chaque capteur par un appareil de contrôle centralisé ;
- système de mesure de gaz installé sur le tableau de contrôle centralisé ;
- capteurs infrarouge situés dans le local à surveiller, les dispositifs électroniques nécessaires pour le traitement des signaux étant situés dans un endroit sûr.

Les unités fixes de détection de gaz sont généralement installées en tant que moyen pour détecter une fuite de gaz et non pour effectuer des mesures préalables à l'accès. Les mesures des gaz préalables à l'accès doivent uniquement être effectuées avec un équipement qui a été calibré et testé et qui possède des graduations d'indication appropriées. Certaines unités fixes de détection de gaz répondent à ces critères (voir la section 10.10.2).

2.4.9 Mesure des concentrations d'oxygène

Les analyseurs d'oxygène portatifs sont normalement utilisés pour déterminer si l'atmosphère dans un espace confiné (par exemple une citerne à cargaison) peut être considérée comme totalement inerte ou sans danger pour y pénétrer. Des analyseurs d'oxygène fixes sont utilisés pour surveiller la teneur en oxygène dans les cheminées de chaudières et tuyaux de gaz inerte.

Les types les plus courants d'analyseurs d'oxygène actuellement utilisés sont les suivants :

- capteurs paramagnétiques ;
- capteurs électrochimiques.

Tous les analyseurs, indépendamment du type, doivent être utilisés en stricte conformité avec les instructions du fabricant. S'ils sont utilisés de manière conforme et si sont observées les restrictions ci-après, les analyseurs peuvent être considérés comme étant fiables.

2.4.10 Utilisation des analyseurs d'oxygène

2.4.10.1 Capteurs paramagnétiques

L'oxygène est fortement paramagnétique (c'est-à-dire qu'il est attiré par les pôles d'un aimant, mais ne conserve aucun magnétisme permanent), alors que la plupart des autres gaz courants ne le sont pas. Cette propriété implique que la teneur en oxygène peut être mesurée dans une grande variété de mélanges de gaz.

Un analyseur d'oxygène ordinaire de type paramagnétique possède une cellule d'échantillonnage dans laquelle un corps léger est en suspension dans un champ magnétique. Lorsque le gaz d'échantillonnage est aspiré à travers la cellule, le corps suspendu subit une torsion proportionnelle à la sensibilité magnétique du gaz. Un courant électrique passant à travers une bobine enroulée autour du corps suspendu produit une torsion égale et opposée. Le courant d'égalisation permet de mesurer la force magnétique et par conséquent de mesurer la sensibilité magnétique de l'échantillon en fonction de sa teneur en oxygène.

Avant son utilisation, l'analyseur doit être testé avec de l'air pour un point de référence à 21 % d'oxygène et avec de l'azote ou du dioxyde de carbone pour un point de référence à 0 % d'oxygène.

La libération d'azote ou de dioxyde de carbone dans un milieu confiné ou non ventilé peut abaisser la teneur en oxygène à un niveau qui constitue un danger immédiat pour la vie ou la santé. L'étalonnage doit par conséquent être effectué dans des zones bien ventilées.

Les résultats de l'analyseur sont directement proportionnels à la pression dans la cellule de mesure. L'appareil est calibré pour une pression spécifique de l'atmosphère et la petite erreur due aux variations de pression atmosphérique peut être corrigée si nécessaire. Des échantillons continus doivent être fournis à l'instrument par pression positive. Ils ne doivent pas être aspirés à travers l'analyseur par pression négative, car ceci rend incertaine la pression de mesure.

Le filtre doit être vidé ou remplacé lorsqu'une augmentation de la pression de l'échantillon est nécessaire pour maintenir un flux de gaz raisonnable à travers l'analyseur. Le même effet se produit si le filtre devient humide en raison d'un séchage insuffisant du gaz. Il convient de vérifier régulièrement la nécessité de nettoyer ou de remplacer le filtre.

2.4.10.2 Capteurs électrochimiques

Les analyseurs de ce type déterminent la teneur en oxygène d'un mélange gazeux en effectuant la mesure à la sortie d'une cellule électrochimique. Dans un analyseur ordinaire, l'oxygène traverse une membrane dans la cellule, provoquant le passage de courant entre deux électrodes spéciales séparées par un électrolyte liquide ou en gel.

Le courant est proportionnel à la concentration d'oxygène dans l'échantillon et la graduation fournit une indication directe sur la teneur en oxygène. La cellule peut être logée à la tête d'un capteur distinct relié par câble à l'unité de lecture.

Les résultats fournis par l'analyseur sont directement proportionnels à la pression dans la cellule de mesure, mais seulement des erreurs minimales sont causées par les variations normales de la pression atmosphérique.

Certains gaz peuvent affecter le capteur et donner lieu à des lectures erronées. Le dioxyde de soufre et les oxydes d'azote faussent les résultats s'ils sont présents dans des concentrations supérieures à 0,25 % en volume. Les mercaptans et le sulfure d'hydrogène peuvent détériorer le capteur si leurs niveaux sont supérieurs à 1 % en volume. Cette détérioration n'est pas immédiate mais, après un certain temps, le capteur affecté est faussé et ne peut pas être calibré à l'air. Dans de tels cas, il convient de se référer aux instructions du fabricant.

2.4.10.3 Entretien, étalonnage et procédures d'essai

Comme ces analyseurs d'oxygène sont d'une importance vitale, ils doivent être accompagnés d'un certificat d'étalonnage valide et doivent être testés en stricte conformité aux instructions du fabricant avant toute utilisation.

À chaque fois qu'un instrument doit être utilisé, il est essentiel d'en vérifier les piles (s'il en comporte) et le point de réglage zéro (21 % d'oxygène). En cours d'utilisation, des contrôles fréquents doivent être effectués pour garantir en permanence l'obtention de résultats précis.

La réalisation du contrôle est simple avec tous les analyseurs utilisant l'air atmosphérique pour vérifier le point de référence (21 % d'oxygène) et un gaz inerte pour vérifier le point de référence de 0 % d'oxygène (azote ou dioxyde de carbone) (voir aussi les sections 8.2.6 et 8.2.7).

2.4.11 Instruments multi-gaz

Les instruments multi-gaz sont maintenant largement répandus et sont généralement capables de recevoir quatre capteurs différents. Une configuration habituelle comprend des capteurs pour mesurer :

- la vapeur d'hydrocarbures en % de la LII (fonction explosimètre avec un capteur pellistor) ;
- la vapeur d'hydrocarbures dans un gaz inerte en % en volume (fonction tankscope avec un capteur infrarouge) ;
- l'oxygène (avec un capteur électrochimique) ;
- le sulfure d'hydrogène (avec un capteur électrochimique).

Les instruments multi-gaz doivent être testés à intervalles réguliers conformément aux instructions du fabricant.

Les instruments multi-gaz peuvent être fournis pour mesurer des gaz et être munis d'un enregistreur de données, mais sans fonction d'alarme.

Des précautions doivent être prises lors de l'utilisation d'instruments multi-gaz pour vérifier les hydrocarbures dans une atmosphère inerte sous pression, étant donné que le pellistor à l'intérieur de l'instrument pourrait être endommagé s'il est soumis à la pression (voir la section 2.4.3.2).

2.4.12 Détecteurs de gaz à usage personnel

Les instruments multi-gaz peuvent être fournis sous la forme d'unités compactes équipées d'une fonction d'alarme pour une utilisation en tant que protection individuelle lors de l'entrée dans une citerne. Ces détecteurs personnels sont capables de mesurer en continu la teneur de l'atmosphère par diffusion. Ils emploient généralement jusqu'à quatre capteurs électrochimiques et doivent émettre automatiquement une alarme visuelle et sonore si l'atmosphère n'est plus sûre, avertissant ainsi le porteur de la situation à risque.

Des détecteurs de gaz personnels jetables sont désormais disponibles. Ils assurent en général une protection contre un seul gaz et sont disponibles pour de faibles teneurs en oxygène et des concentrations élevées d'hydrocarbures et autres vapeurs toxiques. Les unités doivent émettre une alarme à la fois visuelle et sonore lorsque sont atteints certains niveaux de concentration de vapeur, qui doivent être égaux ou inférieurs à la VLEP-MPT pour la vapeur contrôlée. Le poids de ces détecteurs est généralement inférieur à 100g et leur durée de vie est d'environ deux ans.

2.4.13 Conduites d'échantillonnage de gaz et procédures d'échantillonnage

2.4.13.1 Conduites d'échantillonnage de gaz

La matière et l'état des conduites d'échantillonnage peuvent affecter la précision des mesures de gaz.

Les conduites en métal étant inadaptées pour la plupart des mesures de citernes à cargaison de gaz, des conduites souples doivent être utilisées.

Les gaz de pétroles bruts et de nombreux produits pétroliers sont essentiellement composés d'hydrocarbures paraffiniques et il existe un certain nombre de matériaux appropriés pour les conduites d'échantillonnage souples. Le problème du choix des matériaux est plus complexe pour les gaz présentant une forte teneur en hydrocarbures aromatiques, notamment le xylène. Il est recommandé dans ces cas de demander aux fournisseurs des conduites d'échantillonnage de fournir des données d'essai démontrant que leur produit est approprié pour l'utilisation prévue.

Les conduites d'échantillonnage doivent être résistantes à l'eau chaude de lavage.

Une conduite d'échantillonnage qui est fissurée ou obstruée, ou qui a été contaminée par des résidus de cargaison, affecte de manière significative les résultats fournis par les instruments. Les usagers doivent vérifier régulièrement l'état des conduites et remplacer les conduites défectueuses.

Afin d'éviter que du liquide ne soit aspiré dans la conduite d'échantillonnage de gaz, provoquant ainsi une contamination de la conduite, les fabricants proposent un embout à flotteur ou un embout de sonde qui empêche la pénétration de liquide. Les usagers doivent envisager l'utilisation de ces accessoires, mais doivent aussi demeurer conscients des restrictions à leur utilisation pour éviter les risques électrostatiques.

2.4.13.2 Procédures d'échantillonnage

Chaque citerne comporte des zones mortes, où le taux de variation de la concentration des gaz pendant la ventilation ou la purge est inférieur à la moyenne de la majeure partie de la citerne. L'emplacement de ces zones mortes dépend de l'emplacement de l'entrée et de la sortie par lesquelles l'air de ventilation ou le gaz inerte est admis et expulsé, ainsi que de la disposition d'éléments structurels dans la citerne. Généralement, mais pas toujours, les zones mortes se trouvent dans la structure du fond de la citerne. La conduite d'échantillonnage doit être suffisamment longue pour permettre l'échantillonnage dans la structure du fond.

Les différences de concentration de gaz entre le volume principal de la citerne et les zones mortes varient en fonction des procédures d'exploitation appliquées. À titre d'exemple, les jets d'eau puissants produits par les appareils de lavage fixes sont d'excellents dispositifs de mélange qui contribuent à éliminer les disparités importantes dans la concentration de gaz d'un emplacement dans la citerne à un autre. De même, l'introduction d'air de ventilation ou de gaz inerte sous la forme de jets puissants dirigés vers le bas à partir du plafond assure un bon mélange et minimise les variations de concentration.

En raison des risques associés à ces zones mortes, il est important de se référer au chapitre 10 avant de pénétrer dans une citerne ou dans un autre espace confiné.

2.4.13.3 Filtres dans les conduites d'échantillonnage

Des filtres en coton sont utilisés pour éliminer la vapeur d'eau dans certains détecteurs de gaz d'hydrocarbures du type à filament catalytique ou non catalytique et normalement d'autres filtres ne sont pas nécessaires. Dans des conditions extrêmement humides, par exemple, pendant le lavage des citernes, l'eau en excès peut être retirée de l'échantillon de gaz en utilisant des matériaux qui retiennent l'eau, mais n'affectent pas les hydrocarbures. Les matériaux appropriés sont le chlorure de calcium anhydre ou le sulfate granuleux.

Si nécessaire, l'amiante sodé retient de manière sélective le sulfure d'hydrogène sans affecter les hydrocarbures. Toutefois, elle retient également le dioxyde de carbone ainsi que le dioxyde de soufre et ne doit pas être utilisée dans les citernes inertées avec du gaz de combustion épuré.

Des dispositifs empêchant la pénétration d'eau sont souvent utilisés dans des instruments modernes de mesure du gaz. Ils utilisent une membrane en polytétrafluoroéthylène (PTFE) qui empêche le liquide et l'humidité d'atteindre les capteurs.

L'utilisation de filtres de rétention d'eau est essentielle pour les détecteurs mesurant la teneur en oxygène, en particulier pour ceux du type paramagnétique, parce que la présence de vapeur d'eau dans l'échantillon peut endommager la cellule de mesure. Seuls les filtres recommandés par le fabricant doivent être utilisés.

2.5 Évolution et dispersion des gaz de produit

2.5.1 Introduction

Au cours de la manutention de la cargaison et de nombreuses opérations connexes, du gaz est expulsé par les événements des citernes de cargaison en quantité suffisante pour produire des mélanges de gaz inflammables dans l'atmosphère à l'extérieur des citernes. Dans le présent Guide, l'un des principaux objectifs est d'éviter qu'un tel mélange de gaz inflammables soit exposé à une source d'inflammation. Dans de nombreux cas, ceci est réalisé en éliminant la source d'inflammation ou en s'assurant qu'il existe des obstacles appropriés, tels que des portes et accès fermés entre le gaz et des sources potentielles et inévitables d'inflammation.

Toutefois, il est impossible d'aborder toutes les possibilités d'erreur humaine et toutes les combinaisons de circonstances. Une sécurité supplémentaire est apportée si les opérations peuvent être réalisées de sorte que le gaz s'échappant par les événements soit suffisamment dispersé pour éviter que des mélanges de gaz inflammables n'atteignent des zones pouvant comporter des sources d'inflammation.

Si les gaz sont plus denses que l'air, ceci a une incidence significative sur la façon dont ils se comportent, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur des citernes (voir la section 1.3).

Le gaz évacué est produit dans les citernes et la manière dont il est produit affecte à la fois la concentration en cas d'aération et la durée nécessaire pour qu'une forte concentration soit évacuée. Les situations qui conduisent au dégagement de gaz comprennent le chargement, le stockage de cargaison dans des citernes entièrement ou partiellement remplies (y compris les citernes à résidus) et l'évaporation de résidus dans les citernes après le déchargement.

L'atmosphère initiale de la citerne, qu'il s'agisse d'air ou de gaz inerte, n'a aucune incidence sur le dégagement de gaz ni sur la ventilation.

2.5.2 Dégagement de gaz et ventilation

2.5.2.1 Dégagement pendant le chargement

Lorsqu'une cargaison présentant une pression de vapeur élevée pénètre dans une citerne exempte de gaz, du gaz est rapidement produit. Le gaz forme une couche au fond de la citerne, qui s'élève en même temps que la surface du produit au fur et à mesure que la citerne se remplit. Une fois que la couche est formée, son épaisseur augmente lentement au cours du délai normalement requis pour remplir une citerne, bien qu'à terme soit atteint un mélange équilibré de gaz dans tout le creux.

La quantité ainsi que la concentration du gaz qui forme cette couche au début du chargement dépendent de nombreux facteurs, notamment :

- la PVR de la cargaison ;
- l'ampleur des projections lorsque le produit pénètre dans la citerne ;
- le temps requis pour le chargement de la citerne ;
- la formation d'un vide partiel dans la conduite de chargement.

La concentration du gaz de produit dans la couche varie en fonction de la distance au-dessus de la surface du liquide. À proximité immédiate de la surface, elle atteint une valeur proche de celle correspondant à la PVR du liquide voisin. Par exemple, si la PVR est de 0,75 bar, la concentration du gaz de produit, juste au-dessus de la surface, est d'environ 75 % en volume. Nettement au-dessus de la surface, la concentration de gaz d'hydrocarbures est très faible, à condition que la citerne ait été exempte de gaz au départ. Afin d'examiner de manière plus détaillée l'incidence de l'épaisseur de la couche de gaz, il est nécessaire de définir cette épaisseur d'une manière ou d'une autre.

Lorsqu'est examinée la dispersion des gaz à l'extérieur des citernes à cargaison, uniquement les concentrations élevées de gaz présentes dans les gaz évacués sont importantes. C'est pourquoi l'épaisseur de la couche de gaz sera par conséquent considérée comme correspondant à la distance depuis la surface du liquide jusqu'au niveau, situé plus haut, où la concentration de gaz est de 50 % en volume. Il convient de rappeler que le gaz de produit sera détectable à des hauteurs au-dessus de la surface du liquide qui correspondent à plusieurs fois l'épaisseur de la couche ainsi définie.

La plupart des cargaisons à haute pression de vapeur produisent selon ce principe une couche de gaz d'une épaisseur de moins d'un mètre. Son épaisseur exacte dépend des facteurs énumérés ci-dessus et la plupart des recommandations du présent guide relatives aux gaz évacués concernent ces cargaisons. Toutefois, des couches de gaz d'une épaisseur supérieure à un mètre peuvent se former si la TVV de la cargaison est suffisamment élevée. Les cargaisons qui produisent ces couches épaisses de gaz peuvent nécessiter des précautions particulières (voir la section 11.1.8).

2.5.2.2 Aération pendant le chargement de la cargaison

Une fois que la couche dense de gaz de produit s'est formée au-dessus de la surface du liquide, son épaisseur, telle que définie à la section 2.5.2.1, n'augmente que très lentement. Au fur et à mesure que le liquide s'élève dans la citerne, la couche de gaz d'hydrocarbures s'élève avec elle. Au-dessus de cette couche, l'atmosphère présente à l'origine dans la citerne demeure pratiquement inchangée et c'est ce gaz qui pénètre dans le système d'aération durant les premières phases du chargement. Dans une citerne initialement exempte de gaz, le gaz évacué sera dans un premier temps constitué essentiellement d'air (ou de gaz inerte) avec une concentration du produit inférieure à la LII. Au fur et à mesure du chargement, la concentration en produit du gaz évacué augmente.

Les concentrations en gaz de produit de l'ordre de 30 à 50 % en volume sont relativement normales dans les gaz évacués vers la fin du chargement, bien que la très forte concentration immédiatement au-dessus de la surface du liquide demeure dans le creux qui subsiste à la fin du chargement.

Par la suite, l'évaporation se poursuit jusqu'à ce que soit atteinte une concentration de gaz d'hydrocarbures équilibrée dans le creux. Ce gaz est seulement évacué par la respiration de la citerne et donc seulement par intermittence. Lorsque le produit est déchargé, un mélange de gaz très dense se déplace vers le bas de la citerne au fur et à mesure que la surface du liquide s'abaisse et peut s'ajouter au gaz qui sera évacué au cours de la prochaine opération dans la citerne.

Si la citerne n'est pas initialement exempte de gaz, la concentration en gaz de produit dans le gaz évacué durant le chargement dépend de la cargaison précédente de la citerne. Avant de procéder au chargement d'un produit différent, il convient de s'assurer de la compatibilité avec les produits précédents pour éviter toute réaction dangereuse.

Ci-après sont présentés des exemples de concentrations de gaz typiques :

- Peu de temps après le déchargement d'essence pour moteurs ou pour l'aviation, il se trouve au fond de la citerne une couche où des concentrations d'hydrocarbures de 30 à 40 % en volume ont été mesurées. En cas de chargement à ce stade, le gaz pénètre dans le système d'aération immédiatement au-dessus de la couche concentrée formée par la cargaison suivante.
- Dans les citernes d'essence pour moteurs ou pour l'aviation qui ont été fermées hermétiquement après le déchargement sans avoir été dégazées, des concentrations uniformes de gaz d'hydrocarbures atteignant 40 % en volume ont été mesurées en tous points des citernes. Cette concentration est expulsée vers le système d'aération par la prochaine cargaison jusqu'à ce que la couche concentrée dessus de la surface liquide s'approche du haut de la citerne.

Il convient de noter que, lors de toutes les opérations de chargement, que la citerne ait été initialement exempte de gaz ou non, des concentrations de gaz très élevées pénètrent dans le système d'aération vers la fin du chargement.

2.5.2.3 Ballastage dans une citerne à cargaison

L'atmosphère dans les citernes à cargaison avant le ballastage sera similaire à celle présente avant le chargement de la cargaison sous réserves d'antécédents similaires des citernes. La concentration de gaz qui pénétrera dans le système d'aération au cours du ballastage sera donc comparable à celle mentionnée dans les exemples donnés ci-avant.

2.5.2.4 Purge au gaz inerte

Si une purge au gaz inerte est effectuée par la méthode de déplacement (voir la section 7.1.4) toute couche dense et concentrée d'hydrocarbures au fond de la citerne sera évacuée lors des premières étapes, puis sera évacué le reste de l'atmosphère de la citerne au fur et à mesure qu'elle est poussée vers le bas par le gaz inerte. En présence d'une concentration uniformément élevée dans toute la citerne, par exemple après un lavage du produit, la concentration du gaz évacué demeurera élevée durant tout le processus de purge jusqu'à ce que le gaz inerte atteigne le fond de la citerne.

Si une purge au gaz inerte est effectuée par la méthode de dilution (voir la section 7.1.4), la concentration de gaz à la sortie est la plus élevée au début de l'opération, puis elle baisse constamment à mesure que le processus se poursuit.

2.5.2.5 Dégazage

Lors d'une opération de dégazage, la citerne est alimentée en air qui s'y mélange avec l'atmosphère existante de la citerne et qui tend à mélanger aussi les couches susceptibles d'y être présentes. Le mélange ainsi obtenu est évacué dans l'atmosphère extérieure. Étant donné qu'il s'agit d'un processus de dilution continue avec de l'air, la plus forte concentration de produit est évacuée au début du dégazage et diminue par la suite. Par exemple, sur un bateau-citerne non inerté, le dégazage d'une citerne d'essence à moteur qui a été fermée hermétiquement peut produire des concentrations initiales pouvant atteindre jusqu'à 40 % en volume, mais dans la plupart des cas la concentration dans le gaz évacué est nettement plus faible, même au début des opérations.

À bord des bateaux-citernes inertés, après la purge destinée à éliminer la vapeur de produit avant le dégazage, la concentration initiale sera faible, de 2 % en volume, voire moins.

Dans certains cas, les opérations de dégazage sont réglementées et nécessitent une autorisation des autorités compétentes.

2.5.3 Dispersion du gaz

Le fait que le gaz de produit à la sortie soit mélangé à de l'air ou à du gaz inerte n'aura aucune incidence sur la dispersion du gaz après son évacuation.

Lorsque le gaz de produit déplacé durant le chargement, le ballastage, le dégazage ou la purge est évacué par l'événement ou des événements du bateau-citerne, il commence immédiatement à se mélanger avec l'atmosphère.

La concentration du produit est progressivement réduite jusqu'à ce que, à une certaine distance de l'événement, elle passe en dessous de la LII. À tout point au-dessous de la LII, elle cesse d'être préoccupante en ce qui concerne le risque d'inflammabilité, car elle ne peut pas être enflammée. Toutefois, il existe dans le voisinage de tout événement une zone inflammable dans laquelle la concentration de gaz est supérieure à la LII.

Il y a un risque d'incendie et d'explosion si cette zone inflammable atteint n'importe quel endroit susceptible de comporter des sources d'inflammation, tels que :

- les blocs de logements dans lesquels le gaz peut pénétrer par les portes, ouvertures ou dispositifs de ventilation ;
- le pont de cargaison qui, bien qu'il soit généralement considéré comme étant exempt de toute source d'ignition, est une zone de travail et une voie de circulation ;
- une jetée adjacente qui, bien qu'elle soit généralement considérée comme étant exempte de toute source d'ignition, est une zone de travail et une voie de circulation ;
- les bâtiments à proximité.

2.5.4 Facteurs ayant une influence sur la dispersion

2.5.4.1 Le processus de dispersion

Un mélange de gaz de produit et d'air (ou de gaz inerte), évacué verticalement par un événement, s'élève par sa propre dynamique et forme un panache au-dessus de l'événement. Le panache s'élève verticalement en l'absence de vent, ou il est courbé dans la direction du vent. La montée du panache due à sa propre dynamique est contrecarrée par une tendance à redescendre si sa densité est supérieure à celle de l'air environnant.

La vitesse du flux de gaz qui s'échappe est à son maximum lors de sa sortie par l'événement, puis diminue à mesure que de l'air est aspiré dans le panache. Cet air diminue la concentration du gaz de produit et par conséquent la densité du gaz dans le panache. La baisse progressive de la vitesse, de la concentration du produit et de la densité, ainsi que la vitesse du vent et d'autres facteurs météorologiques, déterminent la forme finale du panache et donc de la zone inflammable.

Le type d'événement utilisé influe sur la dispersion du panache de gaz. Au cours des opérations normales de chargement, l'évacuation sera effectuée soit par :

- une soupape de dégagement à grande vitesse installée à une hauteur minimale de 2 m au-dessus du pont, ce qui permet l'évacuation de la vapeur à une vitesse de 30 m/sec, quel que soit le débit de chargement de la cargaison ;
- une colonne de mise à l'air libre d'une hauteur de 6 m au minimum au-dessus du pont.

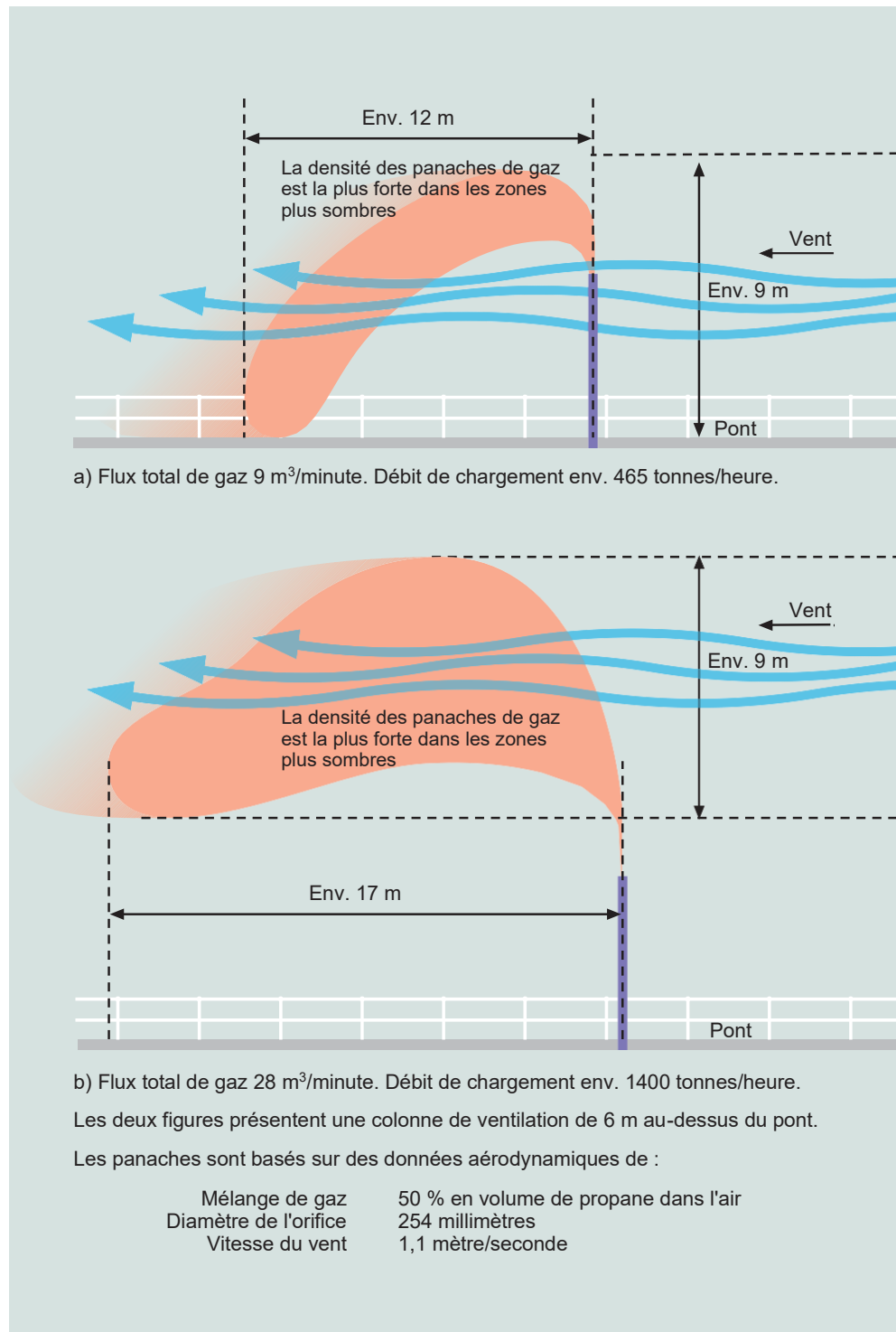
Ces soupapes de dégagement à grande vitesse et colonnes ne doivent pas être placées à moins de 10 m de la ventilation d'un logement, afin de garantir que les vapeurs de cargaison seront dispersées en toute sécurité avant qu'elles n'atteignent ces endroits.

2.5.4.2 Vitesse du vent

Depuis de nombreuses années, il a été constaté que la dispersion des mélanges de gaz de produit et d'air est ralentie lorsque la vitesse du vent est faible. Ce constat résulte de l'expérience à bord des bateaux-citernes, mais peu de travaux expérimentaux ont été réalisés pour obtenir des informations quantitatives concernant l'effet de la vitesse du vent. La quantité de gaz évacuée et la manière dont il est évacué sont des facteurs importants, mais l'expérience dans les terminaux semble suggérer que lorsque la vitesse du vent est supérieure à environ 5 m/sec. (10 nœuds), la dispersion est suffisante pour éviter tout risque d'inflammabilité.

2.5.4.3 Débit du gaz

Lorsque le débit d'un mélange de composition fixe gaz de produit / air est augmenté par une ouverture donnée, plusieurs effets interviennent. D'une part, le débit d'émission des constituants du produit augmente proportionnellement au débit total de gaz et, par conséquent, la distance parcourue par le panache avant qu'il ne soit dilué jusqu'à la LII doit être plus grande. D'autre part, plus la vitesse est élevée, plus l'efficacité du processus de mélange du gaz initialement riche en produit avec de l'air sera grande, ce qui tend à contrebalancer le premier effet.



Figures 2.3 (a) et (b) : Effet indicatif de la vitesse du débit de gaz sur la zone inflammable

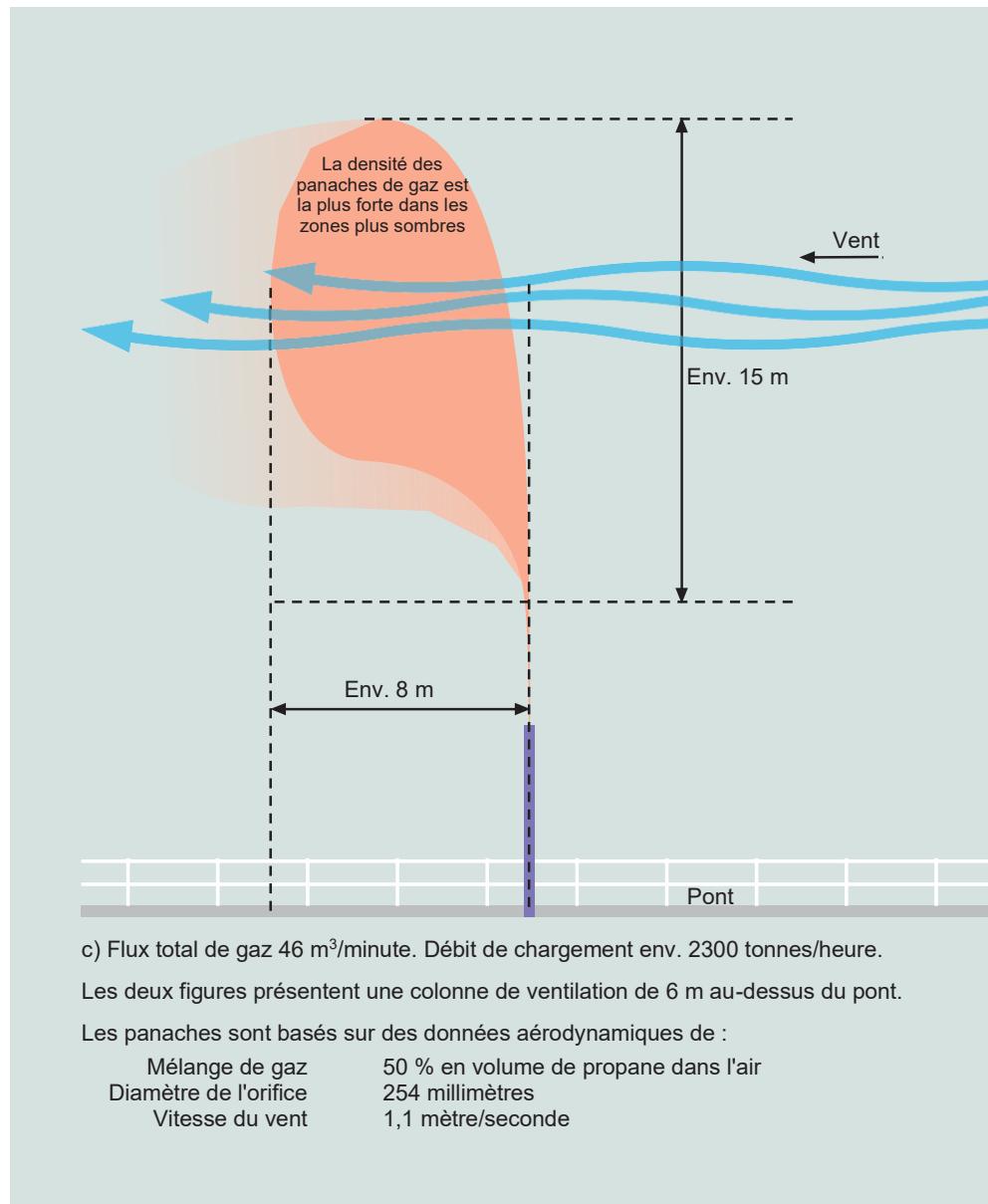


Figure 2.3 (c) : Effet indicatif du débit de gaz sur la zone inflammable

En outre, à de faibles débits du flux de gaz total, la dynamique initiale du panache peut ne pas être suffisante pour contrer la tendance du panache à redescendre si sa densité est élevée.

Les résultats de l'interaction de ces différents processus à faible vitesse du vent sont illustrés par la Figure 2.3. Le mélange de gaz utilisé pour l'obtention de ces schémas était de 50 % en volume de propane et 50 % en volume d'air. Au débit le plus bas (Figure 2.3 (a)), l'effet de la densité prédomine et le gaz redescend vers le pont. Au débit le plus élevé (Figure 2.3 (c)) le mélange se fait de manière beaucoup plus efficace et le panache n'a pas tendance à redescendre.

2.5.4.4 Concentration du gaz de produit

Avec un débit total de gaz constant, les changements dans la concentration du produit ont deux effets. Le débit d'émission de gaz d'hydrocarbures augmente proportionnellement à la concentration, de sorte que, sans modification des autres facteurs, l'étendue de la zone inflammable augmente. En outre, la densité initiale du mélange de gaz s'échappant de l'ouverture augmente, de sorte que le panache a davantage tendance à redescendre.

À de faibles concentrations, une zone inflammable aux contours similaires à celle présentée en Figure 2.3 (c) est par conséquent probable, mais elle est susceptible d'être peu étendue en raison de la quantité relativement faible de gaz d'hydrocarbures. Lorsque la concentration augmente, la zone inflammable tend à prendre des formes telles que celles décrites aux Figures 2.3 (b) et 2.3 (a), la densité croissante exerçant son influence.

En outre, l'étendue totale de la zone augmente en raison du taux d'émission de gaz d'hydrocarbures plus élevé.

2.5.4.5 Section transversale de l'ouverture

La zone de l'ouverture à travers laquelle s'échappe le mélange de gaz de produit et d'air détermine, pour un taux volumétrique donné du flux, la vitesse d'écoulement linéaire et donc l'efficacité de la dispersion du panache dans l'atmosphère (de tels effets surviennent par ex. lors du dégazage). Si des turboventilateurs fixes sont utilisés, le mélange est habituellement évacué par un tube dont la section transversale est suffisamment petite pour obtenir une grande vitesse et faciliter la dispersion dans l'atmosphère. Lors de l'utilisation de petits ventilateurs portatifs, qui doivent normalement être utilisés en présence d'une faible-contre-pression, le gaz est généralement évacué par une trappe ouverte sur la citerne. La vitesse d'évacuation est alors très faible et la sortie est située à proximité du pont ; ces circonstances facilitent la stagnation du gaz près du pont.

2.5.4.6 Conception de l'événement

La conception et la position d'un événement doivent être conformes aux réglementations nationales et internationales en vigueur.

Lors de certaines opérations, par exemple lors du dégazage, la vapeur peut être évacuée de la citerne à travers des orifices autres que les événements de citerne mentionnés.

2.5.4.7 Position de l'événement

Si les événements sont situés à proximité de structures telles que les blocs de logements, la forme de la zone inflammable est influencée par la turbulence produite dans l'air lors du passage au-dessus de la superstructure. Une illustration de la formation de ce type de tourbillons est présentée en Figure 2.4. L'illustration montre que, sur le côté exposé au vent, se forment des tourbillons vers le bas en dessous d'un niveau indiqué par la conduite XX et, au-dessus et à l'abri de la structure, les turbulences tendent à former des tourbillons à proximité de la structure.

Ces mouvements peuvent nuire à la dispersion efficace du gaz de produit.

Si la vitesse de sortie par une ouverture située à proximité d'une structure est élevée, elle peut surmonter l'influence des tourbillons.

La Figure 2.5 (a) montre la zone inflammable provenant d'une ouverture de citerne située à seulement environ 1,5 m en amont d'un bloc de logements. Le panache est presque vertical et touche à peine le bloc de logements. Toutefois, une vitesse d'évacuation légèrement inférieure entraînerait de graves empiètements de la zone sur le bloc de logements.

La Figure 2.5 (b) illustre l'effet d'une ouverture supplémentaire qui double la quantité de gaz libérée. En partie en raison des tourbillons et en partie en raison de la densité plus élevée du panache combiné, la zone inflammable est en contact étroit avec la partie supérieure du bloc de logements.

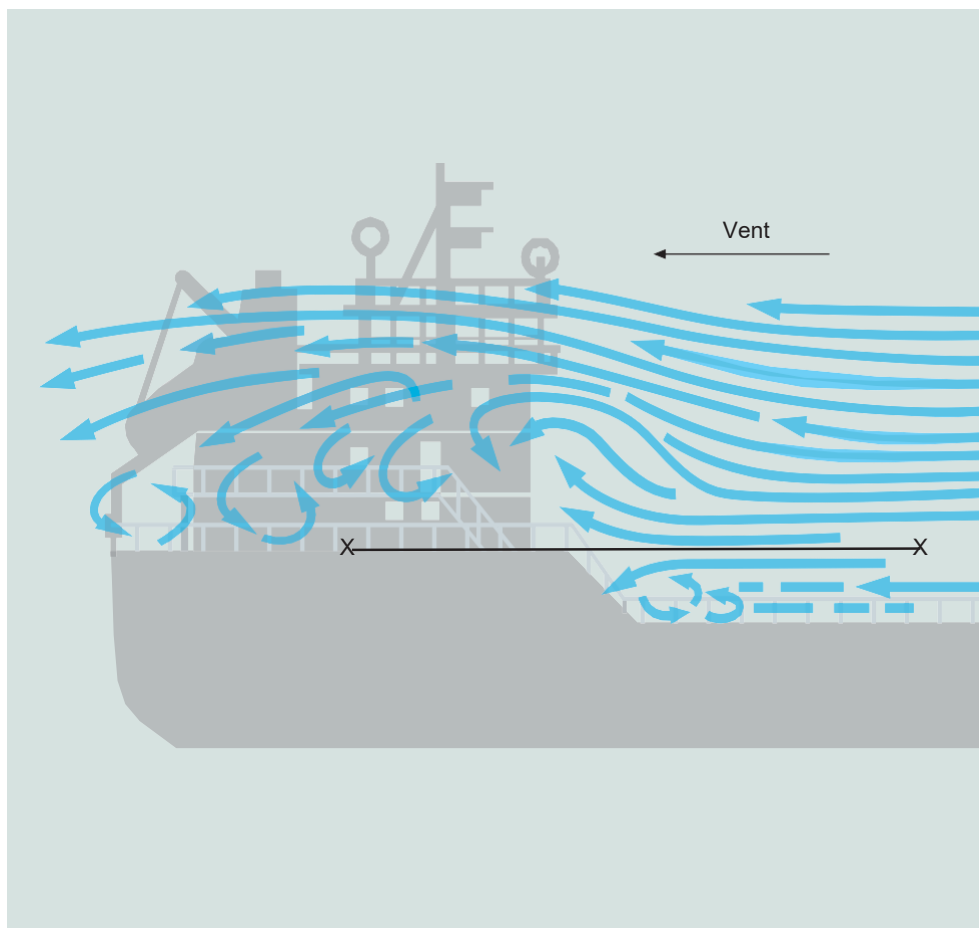


Figure 2.4 : Évolution typique du flux d'air autour d'un bloc de logements

2.5.5 Limitation des risques liés au gaz évacué

L'objectif des modalités pour l'évacuation et de leur contrôle opérationnel est de limiter autant que possible le risque que des concentrations des gaz inflammables pénètrent dans certains locaux fermés contenant des sources d'inflammation ou atteignent des zones du pont où, malgré toutes les autres précautions prises, il pourrait se trouver une source d'inflammation. Dans les sections précédentes ont été décrits des moyens d'accélérer la dispersion rapide de gaz et de limiter sa tendance à descendre sur le pont. Bien que la présente section porte sur l'inflammabilité, les mêmes principes s'appliquent à la dispersion de gaz jusqu'à des concentrations qui sont sans danger pour le personnel.

Les conditions suivantes doivent être observées pour toute opération où des mélanges inflammables sont évacués dans l'atmosphère ainsi que pour celles où sont déplacés des mélanges qui pourraient devenir inflammables par dilution avec de l'air, par exemple à bord de bateaux-citernes inertés :

- évacuation dégagée et verticale à une vitesse de flux élevée ;
- positionnement de la sortie suffisamment élevée au-dessus du pont ;
- emplacement de la sortie à une distance suffisante de la superstructure et d'autres espaces fermés.

En cas d'utilisation d'un évent de diamètre fixe, généralement conçu pour 125 % du taux maximal de chargement de cargaison, la vitesse d'évacuation baisse à des taux de chargement plus bas. Les évents à zones variables automatiquement (soupapes de dégagement à grande vitesse) peuvent être installés pour maintenir une vitesse d'évacuation élevée, quelles que soient les conditions de chargement.

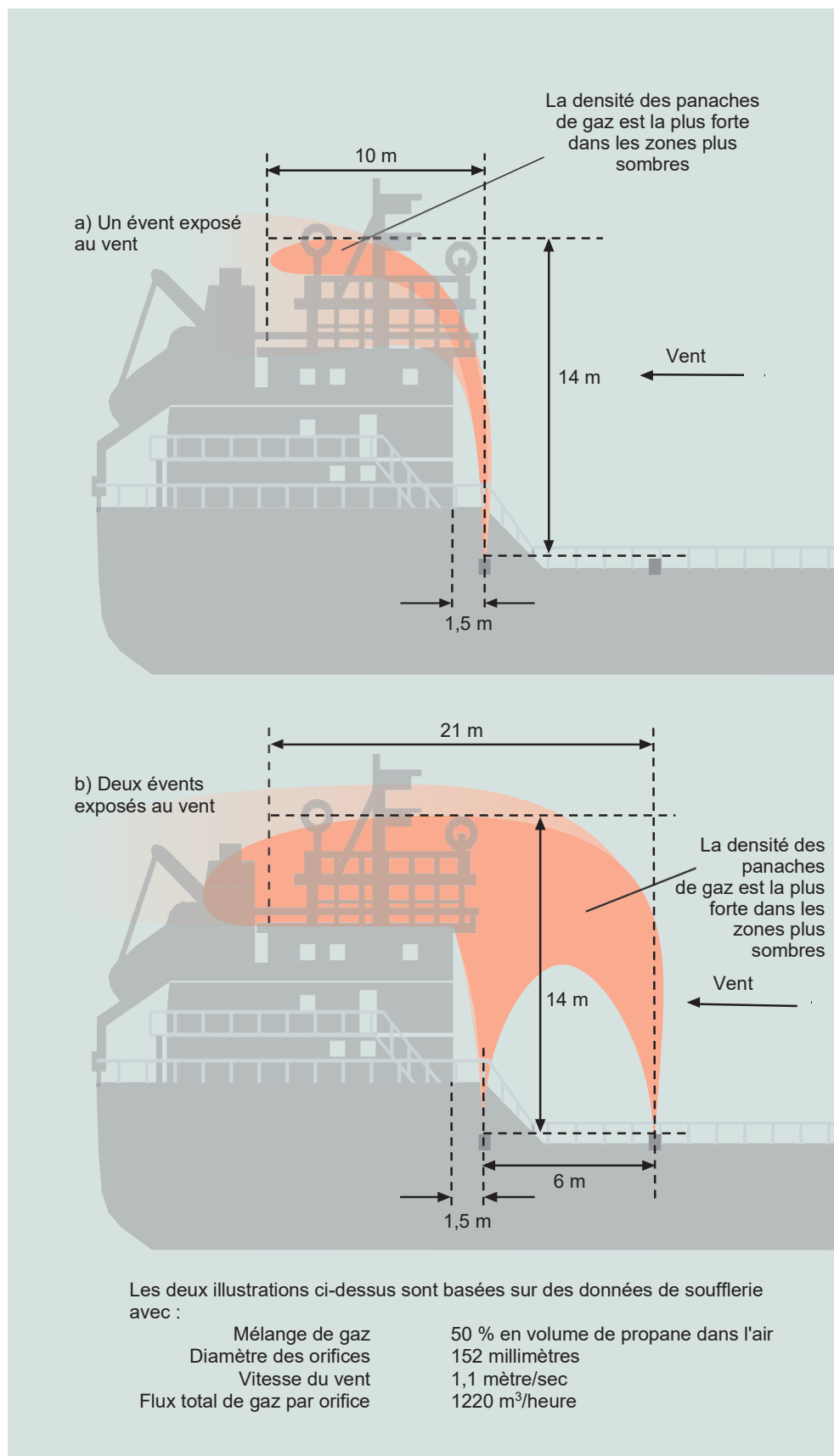


Figure 2.5 : Zone d'inflammabilité des ouvertures à proximité d'un bloc de logements

Les modalités d'aération doivent toujours être appliquées lors des opérations de chargement de cargaison et durant tout ballastage dans des citernes à cargaison non exemptes de gaz.

Lorsque le dégazage est effectué au moyen d'un ventilateur mécanique fixe ou par purge avec un gaz inerte, soit par déplacement ou par dilution par des événements dédiés, des vitesses d'évacuation suffisamment élevée doivent être maintenues pour assurer la dispersion rapide des gaz, quelles que soient les conditions.

En cas de dégazage par des ventilateurs portatifs, il peut s'avérer nécessaire d'ouvrir une trappe de la citerne tenant lieu de sortie de gaz, avec pour résultat une faible vitesse de sortie du gaz. Il convient par conséquent d'être vigilant pour s'assurer que le gaz ne s'accumule pas sur le pont. Si une citerne de gaz inerte est dégazée à travers la trappe ouverte, des zones localisées où l'atmosphère est pauvre en oxygène peuvent exister. Dans la mesure du possible, il est préférable libérer le gaz par une ouverture de petit diamètre, par exemple un orifice de nettoyage de la citerne temporairement muni d'un tuyau.

Lors de toutes les opérations durant lesquelles du gaz est libéré, il convient d'exercer une grande vigilance, en particulier lorsque les conditions sont défavorables (par exemple si n'y a que peu ou pas de vent). Dans ces conditions, il peut être prudent de suspendre les opérations jusqu'à ce que les conditions s'améliorent.

2.5.6 Sans objet

2.6 Sans objet

2.7 Risques associés à la manutention, au stockage et au transport de fioul lourd

2.7.1 Généralités

La première partie de la présente section porte sur les risques d'inflammabilité liés aux fiouls lourds et fournit des informations sur les mesures du point d'éclair et de la composition de vapeurs, ainsi que sur les procédures de précaution recommandées qu'il convient d'observer lors de la manipulation, du stockage ou du transport de fiouls lourds.

Il est souligné que ces indications portent uniquement sur les fiouls lourds et non sur les distillats.

Voir la section 11.8.2 pour les précautions à prendre lors de mesures et prises d'échantillons dans des citernes non-inertées s'il existe le moindre risque de présence d'un mélange inflammable gaz/air.

La dernière partie de cette section porte sur les dangers du sulfure d'hydrogène associé aux fiouls (voir également section 2.3.6).

2.7.2 Nature des risques

Les fiouls lourds sont capables de produire des hydrocarbures légers dans l'espace libre de la citerne, de sorte que la composition de la vapeur peut être proche ou à l'intérieur de la plage d'inflammabilité. Ceci peut se produire même lorsque la température de stockage est bien en dessous du point d'éclair mesuré. Ce n'est généralement pas lié à l'origine ni au processus de fabrication du fioul, bien que les fiouls contenant des résidus de craquage puissent présenter une plus grande tendance à générer des hydrocarbures légers.

Bien que des hydrocarbures légers puissent être présents dans les espaces libres des citernes à fiouls lourds, le risque qui en découle est faible, à moins que l'atmosphère ne se trouve dans la plage d'inflammabilité et qu'une source d'inflammation soit présente. Dans un tel cas, un incident est possible. Il est donc recommandé que les espaces libres des citernes à fiouls lourds soient considérés comme étant potentiellement inflammables.

2.7.3 Point d'éclair et mesure d'inflammabilité de l'espace libre

2.7.3.1 Point d'éclair

Pour leur sécurité de stockage, de manutention et de transport, les fiouls sont classés en fonction de leur point d'éclair en vase clos (voir aussi la section 1.2.5). Toutefois, des informations sur la relation entre l'inflammabilité calculée de l'atmosphère d'un espace libre et le point d'éclair mesuré du fioul lourd ont montré qu'il n'y a pas de corrélation fixe. Une atmosphère inflammable peut donc être produite dans l'espace libre d'une citerne même si un fioul lourd est stocké à une température inférieure à son point d'éclair.

2.7.3.2 Inflammabilité de l'espace libre

Des installations de détection de gaz tels que les explosimètres sont traditionnellement utilisées pour vérifier que les espaces confinés sont exempts de gaz et ces appareils sont parfaitement adaptés à cette fonction (voir la section 2.4.3). Ils sont également utilisés pour mesurer l'inflammabilité d'espaces libres exprimée en pourcentage de la LII. Ces détecteurs sont basés sur un étalonnage réalisé normalement sur un seul hydrocarbure, tel que le méthane, qui peut avoir des caractéristiques de LII très éloignées des hydrocarbures effectivement présents dans l'espace libre d'une citerne. En cas d'utilisation d'un explosimètre pour évaluer le niveau de risque présenté par l'espace libre d'une citerne de fiouls lourds qui n'est pas inertée, il est recommandé que l'instrument soit étalonné avec un mélange pentane/air ou hexane/air. Il en résultera une estimation plus prudente de l'inflammabilité, mais les résultats ne devront pas encore être considérés comme fournissant une mesure précise de l'état de l'espace contenant de la vapeur.

Pour effectuer les mesures, les instructions d'utilisation du fabricant de l'instrument doivent être suivies scrupuleusement et l'étalonnage de l'instrument doit être vérifié fréquemment, étant donné que les détecteurs catalytiques (pellistors) sont susceptibles d'être faussés lorsqu'ils sont exposés à des vapeurs de fiouls lourds. Pour plus d'informations sur les effets négatifs affectant les pellistors, voir la section 2.4.3.2.

Compte tenu des problèmes liés à l'obtention de mesures précises de l'inflammabilité des espaces libres de citernes de fiouls lourds en utilisant un matériel immédiatement disponible et facilement transportable, le % mesuré de la LII ne classe les fiouls que de manière large en ce qui concerne leur risque relatif. Il convient par conséquent d'être prudent lors de l'interprétation des chiffres obtenus avec de telles installations de détection de gaz.

2.7.4 Mesures de précaution

2.7.4.1 Températures de stockage et de manutention

Lorsqu'ils sont transportés en tant que combustible, les températures des fiouls lourds dans le système de combustible doivent être conformes en permanence aux codes de bonne pratique et un échauffement local excessif doit être évité.

2.7.4.2 Remplissage et dégazage

Lorsque les citernes sont remplies, des gaz dans l'espace libre de la citerne sont déplacés par le biais des tuyaux d'aération. Il convient de s'assurer que les pare-flamme ou boîtes à feu sont en bon état et qu'il n'existe aucune source d'inflammation dans la zone entourant le système d'aération.

Lors du remplissage de citernes vides ou presque vides, les serpentins de chauffage doivent être éteints et doivent avoir refroidi. Au contact de serpentins de chauffage apparents et chauds, le fioul pourrait produire rapidement une atmosphère inflammable.

2.7.4.3 Classification des espaces libres des citernes

Tous les espaces libres de citernes à fioul lourd doivent être considérés comme étant dangereux et des précautions appropriées doivent être prises. Le matériel électrique utilisé dans cet espace doit être conforme aux normes de sécurité applicables.

2.7.4.4 Réduction des risques

L'inflammabilité de l'espace libre des citernes de fioul lourd doit être surveillée régulièrement.

Si la valeur mesurée est supérieure aux niveaux recommandés (La résolution OMI A.565 (14) mentionne un niveau supérieur à 50 % de la LII), des dispositions doivent être prises pour réduire la concentration de vapeur en purgeant l'espace libre avec de l'air à basse pression. Les gaz doivent être évacués vers une zone sûre et sans source d'inflammation à proximité de la sortie. Lorsque l'aération est achevée, il convient de continuer de surveiller les concentrations de gaz dans la citerne et l'aération doit être renouvelée si nécessaire.

Lorsque le fioul lourd est transporté en tant que cargaison à bord de bateaux-citernes disposant de gaz inerte, il est recommandé que le gaz inerte soit utilisé et que l'espace libre de la citerne soit maintenu dans un état inerte.

2.7.4.5 Jaugeage par le creux et prise d'échantillons

Toutes les opérations doivent être effectuées avec les précautions requises afin d'éviter les risques associés aux charges d'électricité statique (voir la section 11.8.2).

2.7.5 Risque lié au sulfure d'hydrogène dans le fioul lourd

Des combustibles de soute présentant de fortes concentrations de sulfure d'hydrogène sont susceptibles d'être fournis sans que le bateau-citerne en soit informé au préalable. Le personnel du bateau-citerne doit toujours être attentif à la présence éventuelle de sulfure d'hydrogène dans le combustible de soute et doit être en mesure de prendre les précautions appropriées si tel est le cas.

Avant d'avitailier, le bateau-citerne doit prendre contact avec le fournisseur pour vérifier si le combustible à charger est susceptible de présenter une teneur en sulfure d'hydrogène.

La conception des événements des citernes à combustible de soute et leurs emplacements rendent plus difficile la gestion de l'exposition du personnel, le chargement fermé et l'aération n'étant généralement pas possibles.

Si l'avitaillement en combustible ayant une teneur en sulfure d'hydrogène supérieure à la VLE-MPT ne peut être évité, des procédures doivent être établies pour surveiller et contrôler l'accès du personnel aux zones d'exposition.

Une aération des espaces libres et des zones spécifiques où les vapeurs peuvent s'accumuler doivent être assurées dès que possible afin d'y réduire la concentration de vapeurs.

Même une fois que la citerne a été aérée dans le but d'abaisser la concentration à un niveau acceptable, le transfert ultérieur, le chauffage et l'agitation du combustible dans une citerne peut entraîner une réapparition de la concentration.

Une surveillance périodique de la concentration en sulfure d'hydrogène doit être maintenue jusqu'à ce que la citerne à combustible de soute soit remplie à nouveau avec un combustible ne contenant pas de sulfure d'hydrogène.

3 Électricité statique

Ce chapitre décrit les dangers associés à la génération d'électricité statique pendant le chargement et le déchargement de la cargaison et pendant le nettoyage, sondage, jaugeage par le creux et échantillonnage des citernes. La section 3.1 présente quelques principes de base de l'électrostatique pour expliquer comment les objets se chargent et pour décrire l'effet de ces charges sur d'autres objets situés dans un environnement proche.

Des risques liés aux décharges d'électricité statique existent lorsque l'atmosphère présente est susceptible d'être inflammable. La principale précaution à prendre à bord des bateaux-citernes pour prévenir les risques électrostatiques consiste à effectuer les opérations avec des citernes à cargaison protégées par un gaz inerte. La section 3.2 décrit, en termes généraux, les précautions à prendre pour prévenir les risques électrostatiques dans des citernes qui ne sont pas protégées par un gaz inerte - ceux-ci sont traités de manière plus détaillée au chapitre 11 (Opérations à bord). La section 3.3 porte sur d'autres sources possibles de risques électrostatiques à bord de bateaux-citernes et lors des opérations au terminal.

3.1 Principes de l'électrostatique

3.1.1 Résumé

L'électricité statique présente des risques d'incendie et d'explosion lors de la manipulation de liquides inflammables et pendant d'autres opérations à bord de bateaux-citernes, par exemple le nettoyage, le sondage, le jaugeage par le creux et l'échantillonnage de la citerne. Certaines opérations sont susceptibles de provoquer des accumulations de charge électrique qui peuvent être libérées soudainement sous forme de décharges électrostatiques comportant une énergie suffisante pour enflammer des mélanges inflammables de gaz de produit et d'air. Il n'existe bien sûr aucun risque d'inflammation à moins qu'un mélange inflammable ne soit présent. Trois étapes fondamentales conduisent à un risque électrostatique potentiel :

- séparation de charge ;
- accumulation de charge ;
- décharge électrostatique.

Ces trois étapes sont nécessaires pour provoquer l'inflammation électrostatique d'une atmosphère inflammable.

Les décharges électrostatiques peuvent survenir à la suite d'accumulations de charge sur :

- des non-conducteurs liquides ou solides, par ex. un hydrocarbure accumulateur de charge électrostatique (comme le kérosène) pompé dans une citerne, ou encore une corde en polypropylène ;
- des conducteurs liquides ou solides électriquement isolés, par ex. des brouillards, aérosols ou particules en suspension dans l'air, ou encore une tige de métal non mise à la masse et suspendue au bout d'une corde.

Les principes des risques électrostatiques et les précautions à prendre pour gérer les risques sont décrits de manière détaillée ci-après.

3.1.2 Séparation de charge

Lorsque deux matériaux différents entrent en contact, une séparation de charge se produit à l'interface.

L'interface peut être située entre deux solides, entre un solide et un liquide ou entre deux liquides non miscibles. À l'interface, une charge d'une polarité (par exemple positive) se déplace du matériau A au matériau B de sorte que les matériaux A et B sont respectivement chargés négativement et positivement.

Lorsque les matériaux restent en contact et immobiles l'un par rapport à l'autre, les charges sont extrêmement rapprochées. La différence de tension entre les charges de polarité opposée est alors très faible, de sorte qu'il n'existe aucun risque. Toutefois, lorsque les matériaux se déplacent l'un par rapport à l'autre, les charges peuvent être séparées et la différence de tension est augmentée.

Les charges peuvent être séparées par de nombreux processus. Par exemple :

- le flux de produit liquide dans les tuyaux ;
- l'écoulement à travers des filtres fins (moins de 150 microns) qui ont la capacité de charger des produits jusqu'à un niveau très élevé, en raison du fait que la totalité du produit entre en contact étroit avec la surface du filtre, où se produit la séparation de charge ;
- les contaminants, tels que les gouttelettes d'eau, la rouille ou d'autres particules se déplaçant par rapport au produit en raison des turbulences subies par le produit pendant qu'il coule dans les tuyaux ;
- la sédimentation d'un solide ou d'un liquide non miscible à travers un liquide (par exemple de l'eau, de la rouille ou d'autres particules dans le produit). Ce processus peut se poursuivre jusqu'à 30 minutes après la fin du chargement d'une citerne ;
- des bulles de gaz s'élevant à travers un liquide (par exemple de l'air, un gaz inerte introduit dans une citerne par la purge de conduites de cargaison ou de la vapeur du liquide lui-même, libérée lorsque la pression a baissé). Ce processus peut également durer jusqu'à 30 minutes après la fin du chargement ;
- des turbulences et projections durant les premières phases de chargement du produit dans une citerne vide. Il s'agit d'un problème à la fois dans le liquide et dans le brouillard qui peut se former au-dessus du liquide ;
- l'éjection de particules ou de gouttelettes provenant d'une tuyère (par exemple durant des opérations d'injection de vapeur ou durant l'injection de gaz inerte) ;
- les projections ou l'agitation d'un liquide contre une surface solide (par exemple des opérations de lavage à l'eau ou les étapes initiales du remplissage d'une citerne avec le produit) ;
- le frottement vigoureux l'un contre l'autre de certains polymères synthétiques, suivi de leur séparation (par exemple le glissement d'une corde en polypropylène entre des mains gantées).

Lorsque les charges sont séparées, une grande différence de tension peut se développer entre elles. Une répartition de tension se fait également dans l'espace voisin et ceci est appelé un champ électrostatique. Des exemples de ceci sont :

- la charge d'un liquide dans une citerne produit un champ électrostatique dans toute la citerne, à la fois dans le liquide et dans l'espace creux ;
- la charge d'un brouillard d'eau formé par le lavage des citernes produit un champ électrostatique dans toute la citerne.

Si un conducteur non chargé est présent dans un champ électrostatique, il présente à peu près la même tension que la zone qu'il occupe. En outre, le champ provoque un mouvement de charge dans le conducteur, une charge d'une polarité est attirée par le champ vers une extrémité du conducteur et une charge égale de polarité opposée reste à l'extrémité opposée. Les charges ainsi séparées sont appelées « charges induites » et, tant qu'elles sont maintenues séparées par la présence du champ, elles sont capables de contribuer à une décharge électrostatique.

3.1.3 Accumulation de charge

Des charges qui ont été séparées tentent de se recombiner et de se neutraliser mutuellement. Ce processus est appelé « relaxation de la charge ». Si un seul des matériaux séparés présentant une charge, voire les deux, est très peu conducteur, la recombinaison est entravée et le matériau retient et accumule la charge. La période durant laquelle la charge est retenue est fonction du délai de relaxation du matériau, lui-même lié à la conductivité : plus la conductivité est faible, plus long sera le délai de relaxation.

Si un matériau présente une conductivité relativement élevée, la recombinaison des charges est très rapide et peut contrecarrer le processus de séparation. Par conséquent, peu ou pas d'électricité statique s'accumule sur le matériau. Un tel matériau très conducteur ne peut conserver ou accumuler des charges que s'il est isolé par un mauvais conducteur. Le taux de perte de charge dépend alors du temps de relaxation de ce matériau moins conducteur.

Les facteurs importants qui régissent la relaxation sont donc les conductivités électriques des matériaux séparés, des autres conducteurs à proximité, tels que la structure du bateau-citerne et de tous matériaux supplémentaires susceptibles d'être placés entre eux après leur séparation.

3.1.4 Décharge électrostatique

Une décharge électrostatique se produit lorsque le champ électrostatique devient trop fort et que la résistance électrique d'un matériau isolant cède soudainement. Lorsque ceci se produit, le flux progressif et la recombinaison de charge associée à la relaxation est remplacé par une soudaine recombinaison de flux et de charge qui génère une chaleur locale élevée (par exemple une étincelle) qui peut être une source d'inflammation dans une atmosphère inflammable. Bien que tous les moyens d'isolement puissent être affectés par les claquages et décharges électrostatiques, la principale préoccupation lors des opérations à bord d'un bateau-citerne est la prévention des décharges dans l'air ou la vapeur, de manière à éviter toute source d'ignition.

Les champs électrostatiques dans les citernes ou les compartiments ne sont pas uniformes en raison de la forme des citernes et de la présence de protubérances internes conductrices, telles que des sondes et des éléments de la structure. L'intensité du champ est renforcée autour de ces protubérances et, par conséquent, c'est là que se produisent les décharges. Une décharge peut se produire entre une protubérance et un conducteur isolé ou seulement entre une protubérance et l'espace dans son voisinage, sans que soit atteint un autre objet.

3.1.4.1 Types de décharge

Les décharges électrostatiques peuvent prendre la forme d'une décharge en couronne, d'une aigrette électrique, d'une étincelle ou d'une décharge glissante de surface, comme décrit ci-après :

La décharge en couronne est une décharge diffuse à partir d'un seul bon conducteur qui libère lentement une partie de l'énergie disponible. Une couronne à elle seule est incapable d'enflammer un gaz.

La décharge en aigrette est une décharge diffuse à partir d'un objet très chargé non-conducteur vers un seul conducteur arrondi, qui est plus rapide que la couronne et qui libère davantage d'énergie. Une décharge en aigrette est en mesure d'enflammer des gaz et vapeurs. Voici des exemples de décharges en aigrette :

- entre un dispositif d'échantillonnage conducteur descendu dans une citerne et la surface d'un liquide chargé ;
- entre une protubérance conductrice (par exemple une machine fixe de lavage de la citerne) ou un élément de la structure et un liquide chargé, en cours de chargement avec un débit élevé.

L'étincelle est une décharge presque instantanée entre deux conducteurs, où la quasi-totalité de l'énergie dans le champ électrostatique est convertie en chaleur susceptible d'enflammer une atmosphère inflammable. Voici des exemples d'étincelles :

- entre un objet conducteur non mis à la masse, flottant à la surface d'un liquide chargé et la structure adjacente de la citerne ;
- entre des équipements conducteurs non mis à la masse suspendus dans une citerne et la structure adjacente de la citerne ;
- entre des outils ou matériaux conducteurs laissés en place après des travaux de maintenance, s'ils sont isolés par un torchon ou un morceau de bâche.

Les étincelles peuvent provoquer une ignition si différentes conditions sont réunies. Celles-ci comprennent :

- un espace de décharge suffisamment court pour permettre à la décharge de se produire en présence de la différence de tension, mais pas court au point que toute flamme qui en résulterait soit éteinte ;
- suffisamment d'énergie électrique pour fournir le minimum d'énergie nécessaire pour initier la combustion.

La décharge glissante de surface est une décharge rapide et à énergie très élevée à partir d'une feuille d'un matériau de haute résistivité et de rigidité diélectrique élevée, dont les deux surfaces sont très chargées, mais de polarité opposée. La décharge est initiée par une connexion électrique (court-circuit) entre les deux surfaces. La feuille bipolaire peut être « en suspension dans l'espace » ou, ce qui est plus courant, peut avoir une surface en contact étroit avec un matériau conducteur (normalement mis à la masse).

Le court-circuit peut être réalisé :

- en perçant la surface (mécaniquement ou avec un appareil électrique) ;
- en approchant simultanément les deux surfaces avec deux électrodes connectées électriquement ;
- lorsque l'une des surfaces est mise à la masse, en touchant l'autre surface avec un conducteur mis à la masse.

Une décharge glissante de surface peut présenter une énergie très élevée (un joule ou plus) et peut par conséquent facilement enflammer un mélange inflammable.

Des études scientifiques ont montré que les revêtements époxy d'une épaisseur supérieure à 2 mm sur les citernes, les tuyaux de remplissage et les raccords peuvent réunir des conditions dans lesquelles il existe une possibilité de décharge glissante de surface. Dans ces cas, il conviendrait de consulter des experts sur la nécessité d'une mise à la masse de la cargaison. Toutefois, à bord de la plupart des bateaux-citernes, l'épaisseur des revêtements époxy n'est pas supérieure à 2 mm.

3.1.4.2 Conductivité

Les matériaux et produits liquides qui sont manipulés par les bateaux-citernes et les terminaux sont classés comme étant non-conducteurs, semi-conducteurs (dans la plupart des normes électrostatiques le terme « dissipatifs » est désormais préféré à « semi-conducteurs ») ou conducteurs.

Matériaux non-conducteurs

Ces matériaux ont des conductivités si faibles que, lorsqu'ils reçoivent une charge, ils la conservent sur une très longue période. Les non-conducteurs peuvent empêcher la perte de charge des conducteurs en agissant comme des isolants. Les non-conducteurs chargés sont une source de préoccupation parce qu'ils peuvent générer des décharges en aigrette incendiaires vers un conducteur mis à la masse situé à proximité et parce qu'ils peuvent transférer une charge, ou induire une charge sur des conducteurs isolés voisins qui peuvent ensuite provoquer des étincelles.

Les liquides sont considérés comme des non-conducteurs quand leur conductivité est inférieure à 50 pS/m (pico Siemens/mètre). Ces liquides sont souvent appelés accumulateurs statiques. Il convient de se référer à la FDS d'un produit pour connaître sa conductivité.

Les solides non-conducteurs comprennent les matières plastiques, telles que le polypropylène, le PVC, le nylon et de nombreux types de caoutchouc. Ils peuvent devenir plus conducteurs si leurs surfaces sont contaminées par la saleté ou de l'humidité (les précautions à prendre lors du chargement des hydrocarbures accumulateurs de charge électrostatique sont traitées à la section 11.1.7).

Matériaux semi-conducteurs (ou matériaux dissipatifs ou conducteurs intermédiaires)

Les liquides de cette catégorie intermédiaire ont des conductivités dépassant 50 ps/m et, avec les liquides conducteurs, ils sont souvent appelés des non-accumulateurs statiques. Les solides dans cette catégorie intermédiaire comprennent généralement des matériaux tels que le bois, le liège, le sisal et des substances organiques naturelles. Ils doivent leur conductivité à leur facilité d'absorption d'eau et ils deviennent plus conducteurs lorsque leurs surfaces sont contaminées par l'humidité et la saleté. Toutefois, lorsqu'ils sont neufs ou soigneusement nettoyés et séchés, leur conductivité peut être suffisamment faible pour les placer dans la catégorie des non-conducteurs.

Si les matériaux de la catégorie de conductivité intermédiaires ne sont pas isolés de la terre, leurs conductivités sont suffisamment élevées pour empêcher l'accumulation d'une charge électrostatique. Toutefois, leurs conductivités sont normalement suffisamment basses pour inhiber la production d'étincelles électriques.

Avec les matériaux possédant des conductivités intermédiaires, le risque de décharge électrostatique est faible, surtout si les recommandations du présent Guide sont observées, et le risque qu'ils puissent être une source d'ignition est encore plus faible. Toutefois, la prudence est toujours recommandée en présence de conducteurs intermédiaires, étant donné que leurs conductivités dépendent de nombreux facteurs et que leur conductivité réelle n'est pas connue.

Matériaux conducteurs

Pour les solides, il s'agit de métaux. Pour les liquides il s'agit de toute la gamme des solutions aqueuses, y compris l'eau de mer. Le corps humain, composé d'environ 60 % d'eau, est en fait un conducteur liquide. De nombreux alcools sont des conducteurs liquides.

La propriété importante de conducteurs est qu'ils sont incapables de conserver une charge à moins d'être isolés. En outre, lorsqu'ils sont isolés et chargés et qu'une opportunité de décharge électrique se présente, l'intégralité de la charge disponible est presque instantanément libérée sous la forme d'une décharge potentiellement incendiaire.

Le Tableau 3.1 fournit des informations sur la valeur typique de conductivité et la classification d'une série de produits :

Produit	Conductivité typique (p/S/m)	Classification
Non-conducteurs	De 0 à 50	Accumulateur
Benzène	0,005	
Xylène	0,1	
Essence (distillation directe)	0,1 à 1	
Diesel (teneur ultra-faible en soufre)	0,1 à 2	
Huile de lubrification (base)	0,1 à 1 000*	
Carburéacteur commercial	0,2 à 50	
Toluène	1	
Kérosène	1 à 50	
Diesel	1 à 100*	
Cyclohexane	Moins de 2	
Essence de moteurs	10 à 300*	
Semi-conducteurs	Entre 50 et 10 000	Non-accumulateur
Fiouls avec additifs antistatiques	50 à 300	
Fiouls noirs lourds	50 à 1 000	
Pétrole brut semi-conducteur	Moins de 10 000	
Bitumes	Plus de 1 000	
Conducteurs	Plus de 10 000	Non-accumulateur
Pétrole brut conducteur	Plus de 10 000	
Alcools	Plus de 100 000	
Cétones	100 000	
Eau distillée	1 000 000 000	
Eau	100 000 000 000	

* Certains additifs utilisés pour améliorer les performances peuvent augmenter la conductivité de manière significative.

Tableau 3.1 : Conductivité typique de produits

3.1.5 Propriétés électrostatiques des gaz et brouillards

Dans des conditions normales, les gaz sont très isolants et cela a des implications importantes en ce qui concerne les brouillards et particules en suspension dans l'air ainsi que pour d'autres gaz. Les brouillards chargés sont formés lors de l'éjection d'un liquide par une tuyère, par exemple :

- les produits pénétrant à grande vitesse dans une citerne vide ;
- la condensation de vapeur humide ;
- l'eau des machines de lavage des citernes.

Bien que le liquide, par ex. l'eau, puisse présenter une conductivité très élevée, la relaxation de la charge sur les gouttelettes est entravée par les propriétés isolantes du gaz environnant. Les particules fines présentes dans les gaz de combustion inertes ou créées lors de la libération de dioxyde de carbone liquide sous pression sont fréquemment chargées. La relaxation progressive de la charge qui se produit résulte du dépôt des particules ou des gouttelettes et, si l'intensité du champ est élevée, de la décharge en couronne aux protubérances. Dans certaines circonstances peuvent se produire des décharges présentant une énergie suffisante pour enflammer des mélanges de gaz de produit et d'air (voir aussi la section 3.3.4).

3.2 Précautions générales face aux risques électrostatiques

3.2.1 Vue d'ensemble

À chaque fois qu'une atmosphère inflammable est susceptible d'être présente, les mesures suivantes doivent être prises pour prévenir les risques électrostatiques :

- la mise à la masse des objets métalliques à la structure métallique du bateau-citerne pour éliminer le risque de décharges électriques entre des objets métalliques qui pourraient être isolés électriquement. Ceci inclut les composants métalliques de tout équipement utilisé pour le sondage, le jaugeage par le creux et l'échantillonnage ;
- l'enlèvement des citernes ou autres zones de danger de tous les objets conducteurs non fixés qui ne peuvent pas être mis à la masse ;
- la limitation de la vitesse linéaire de la cargaison à un maximum de 1 m/sec aux entrées individuelles des citernes pendant les phases initiales de chargement, soit jusqu'à ce que :
 - a. Le tuyau de remplissage et toute autre structure au fond de la citerne aient été submergés sur une hauteur correspondant au double du diamètre du tuyau de chargement, de sorte que toutes les projections et turbulences en surface aient cessé.
 - b. Toute eau recueillie dans la conduite ait été évacuée. Il est nécessaire de charger avec ce débit restreint pendant 30 minutes ou jusqu'à ce que deux volumes de conduite (c'est-à-dire de la citerne à terre à la citerne du bateau) aient été chargés dans la citerne, en retenant la solution la plus rapide des deux.

Diamètre minimum des conduites* (mm)	Débit approximatif (m³/heure)
80	17
100	29
150	67
200	116
250	183
305	262
360	320
410	424
460	542
510	676
610	987
710	1354
810	1782

Tableau 3.2 : Équivalence des taux de chargement et de la vitesse d'écoulement de 1 m/sec (phase initiale du chargement) Voir aussi les sections 7.3.3.2 et 11.1.7.3

- continuer à limiter l'écoulement du produit à un maximum de 1 m/sec à l'entrée de la citerne durant la totalité de l'opération, sauf si le produit est « propre ». Un produit « propre » dans ce contexte est un produit contenant moins de 0,5 % en volume d'eau libre ou d'autres liquides non miscibles et moins de 10 mg/l de matières en suspension¹ ;
- éviter les éclaboussures lors du remplissage en utilisant l'entrée du bas et en utilisant un tuyau de remplissage aboutissant à proximité du fond de la citerne.

Les précautions suivantes doivent être prises contre l'électricité statique pendant le jaugeage par le creux, le sondage ou la prise d'échantillons de produits qui sont des accumulateurs statiques :

- interdiction de l'utilisation de tout équipement métallique pour le sondage, le jaugeage par le creux et la prise d'échantillons durant le chargement et pendant 30 minutes après la fin du chargement. Après la période d'attente de 30 minutes, les équipements métalliques peuvent être utilisés, mais ils doivent être mis à la masse de manière efficace et mis à la masse à la structure du bateau-citerne avant qu'ils ne soient introduits dans la citerne et ils doivent rester à la terre jusqu'après leur enlèvement ;
- interdiction de l'utilisation de tous les récipients non métalliques d'une contenance supérieure à 1 litre pour le sondage, le jaugeage et la prise d'échantillons durant le chargement et pendant 30 minutes après la fin du chargement.

Les récipients non métalliques d'une contenance inférieure à 1 litre peuvent être utilisés à tout moment pour la prise d'échantillons dans les citernes, à condition qu'ils n'aient pas été frottés avant la prise d'échantillons. Le nettoyage avec un nettoyant spécial à haute conductivité, un solvant tel que le mélange 70:30 IPA/Toluène ou de l'eau savonneuse est recommandé pour réduire la génération de charge. Pour éviter de le charger, le récipient ne doit pas être essuyé pour le sécher après le lavage.

Les opérations effectuées au moyen d'un tuyau de sondage correctement conçu et installé sont possibles à tout moment. Il n'est pas possible qu'une charge significative s'accumule sur la surface du liquide à l'intérieur de ce tuyau de sondage et par conséquent aucun délai d'attente n'est nécessaire. Toutefois, les précautions à prendre pour éviter l'introduction d'objets chargés dans une citerne demeurent applicables et si des équipements métalliques sont utilisés, ils doivent être mis à la masse avant d'être insérés dans le tuyau de sondage.

Des indications détaillées sur les précautions à prendre lors du jaugeage par le creux, du sondage et de la prise d'échantillons d'hydrocarbures accumulateurs de charge électrostatique figurent à la section 11.8.2.3. Ces précautions doivent être rigoureusement respectées pour éviter les risques liés à l'accumulation d'une charge électrique sur la cargaison.

3.2.2 Métallisation

La principale mesure de prévention à prendre pour éviter un risque électrostatique est de métalliser (relier entre eux) tous les objets métalliques pour éliminer les risques de décharge entre des objets susceptibles d'être chargés et qui sont isolés électriquement. Pour éviter les décharges des conducteurs à la terre, il est courant d'établir une liaison avec la terre (« mise à la masse » ou « mise à la terre »). À bord des bateaux-citernes, la mise à la masse est réalisée de manière efficace par la connexion d'objets métalliques à la structure métallique du bateau-citerne, lequel est naturellement mis à la masse par l'eau.

Quelques exemples d'objets qui pourraient être isolés électriquement dans des situations dangereuses et qui doivent par conséquent être mis à la masse :

- raccords et brides de tuyaux bateau-terre, sauf pour la bride isolante ou le tuyau d'une seule longueur réalisé en un matériau non-conducteur nécessaire pour assurer un isolement électrique entre le bateau et la terre (Voir la section 17.5) ;
- machines portatives de lavage des citernes ;
- équipements manuels de jaugeage par le creux et de prises d'échantillons comportant des éléments conducteurs ;
- flotteur d'un dispositif fixe de jaugeage par le creux, si sa conception ne prévoit pas un chemin de mise à la masse via le ruban métallique.

¹ CENELEC Technical Report CLC/TR 50404, *Electrostatics – Code of Practice for the Avoidance of Hazards Due to Static Electricity*, juin 2003

Le meilleur moyen de garantir la métallisation et la mise à la masse est généralement une connexion métallique entre les conducteurs. D'autres moyens de métallisation sont possibles et se sont avérés efficaces dans certaines applications, par ex. les tuyaux semi-conducteurs (dissipatifs) et les joints toriques, plutôt que les couches métalliques intégrées, pour les tuyaux en PRV et leurs raccords en métal.

Tous les moyens de mise à la masse et de métallisation utilisés pour prévenir les risques liés à l'électricité statique et aux équipements portatifs doivent être connectés à chaque fois que l'équipement est mis en place et ne doivent pas être déconnectés tant que les équipements sont utilisés.

3.2.3 Éviter les objets conducteurs non reliés

Certains objets sont susceptibles d'être isolés au cours des opérations à bord des bateaux-citernes, par exemple :

- un objet métallique, tel qu'une boîte, flottant dans un liquide accumulateur de charge électrostatique ;
- un objet métallique non relié pendant qu'il tombe dans une citerne au cours d'une opération de lavage ;
- un outil métallique, posé sur un morceau de vieille bâche après des travaux de maintenance.

Il convient de tout mettre en œuvre pour que de tels objets soient retirés des citernes, étant donné qu'il est manifestement impossible de les métalliser délibérément. Ceci implique une inspection minutieuse des citernes, notamment après des travaux au chantier naval.

3.3 Autres sources des dangers électrostatiques

3.3.1 Filtres

Trois catégories de filtres peuvent être utilisées :

Grossiers (supérieurs ou égaux à 150 microns)

Ceux-ci ne génèrent aucune charge significative et ne nécessitent aucune précaution supplémentaire, à condition qu'ils soient maintenus propres.

Fins (inférieurs à 150 microns, supérieurs à 30 microns)

Ceux-ci peuvent générer une charge importante et nécessitent un délai suffisant pour que la charge se relaxe avant que le liquide n'atteigne la citerne. Il est essentiel que le liquide passe un minimum de 30 secondes (temps de séjour) dans la tuyauterie en aval du filtre. La vitesse d'écoulement doit être contrôlée pour s'assurer que ce temps de résidence est respecté.

Micro-fins (inférieurs ou égaux à 30 microns)

Afin de laisser suffisamment de temps à la charge pour se relaxer, le temps de séjour après avoir traversé des filtres micro-fins doit être au minimum de 100 secondes avant que le produit ne pénètre dans la citerne. La vitesse d'écoulement doit être ajustée en conséquence.

3.3.2 Équipements fixes dans les citernes à cargaison

Une sonde métallique, éloignée de toute autre structure de la citerne, mais située à proximité d'une surface de liquide présentant une charge élevée aura un fort champ électrostatique à la pointe de la sonde. Les protubérances de ce type peuvent être associées à des équipements montés par le haut de la citerne, tels que des machines fixes pour le lavage ou des alarmes de niveau haut. Lors du chargement d'hydrocarbures accumulateurs de charge électrostatique, ce fort champ électrostatique peut provoquer des décharges électrostatiques à la surface approchante du liquide.

Les sondes métalliques du type décrit ci-dessus peuvent être évitées par l'installation d'équipements adjacents à une cloison ou un autre élément de structure de la citerne afin de réduire le champ électrostatique à la pointe de la sonde. À défaut, un support peut être ajouté, descendant de l'extrémité inférieure de la sonde jusqu'à la structure de la citerne située en-dessous, de sorte que le liquide qui monte rencontre le support mis à la masse plutôt que la pointe isolée de la sonde. Dans certains cas, une autre solution possible est de construire un dispositif de sondage entièrement constitué de matériau non-conducteur. Ces mesures ne sont pas nécessaires si le bateau-citerne est utilisé uniquement pour des produits conducteurs ou si les citernes sont inertées.

3.3.3 Chute libre dans des citernes

Le chargement ou le ballastage depuis le dessus (général) alimente la citerne en liquide chargé d'une manière telle qu'il peut se décomposer en petites gouttelettes et gicler dans la citerne. Ceci peut produire un brouillard chargé ainsi qu'une augmentation de la concentration du gaz de produit dans la citerne. Les restrictions concernant le chargement ou le ballastage en général sont mentionnées à la section 11.1.12.

3.3.4 Brouillards d'eau

La pulvérisation d'eau dans les citernes, par exemple lors de lavage à l'eau, provoque la formation d'un brouillard présentant une charge électrostatique. Ce brouillard est uniformément réparti dans toute la citerne dont le lavage est en cours.

Les niveaux électrostatiques varient considérablement d'une citerne à l'autre, à la fois en ampleur et en polarité.

Lorsque le lavage débute dans une citerne sale, la charge dans le brouillard est d'abord négative, atteint une valeur négative maximale, puis revient à zéro et augmente finalement vers une valeur d'équilibre positive. Il a été constaté que, parmi les nombreuses variables qui influencent le niveau et la polarité de la charge, les caractéristiques de l'eau de lavage et le degré de propreté de la citerne ont la plus grande influence. Les caractéristiques de charge électrostatique de l'eau sont modifiées par la recirculation ou par l'ajout de produits chimiques pour le nettoyage des citernes, l'un ou l'autre pouvant donner lieu à des potentiels électrostatiques très élevés dans le brouillard. Ces potentiels sont plus élevés dans les grandes citernes que dans les petites. Les dimensions et le nombre de machines de lavage dans une citerne affectent la vitesse de modification de la charge, mais ils n'ont que peu d'effet sur la valeur d'équilibre finale.

Les gouttelettes du brouillard chargées qui sont produites dans la citerne pendant le lavage créent un champ électrostatique qui est caractérisé par une distribution de potentiel (tension) dans l'intégralité de la citerne. Les cloisons et la structure sont au potentiel de la masse (zéro) le potentiel de l'espace augmente avec la distance depuis ces surfaces pour atteindre son niveau le plus élevé aux points les plus éloignés l'un de l'autre. L'intensité de champ ou le gradient de tension dans l'espace est plus élevé près des cloisons de la citerne et de sa structure, plus particulièrement lorsqu'il existe des protubérances vers l'intérieur de la citerne. Si l'intensité du champ est suffisamment élevée, un claquage électrique survient dans l'espace, provoquant une couronne. Parce que les protubérances occasionnent des concentrations de l'intensité du champ, une couronne se produit plutôt à partir de ces points. Une couronne injecte une charge de polarité opposée dans le brouillard et il semble qu'elle soit l'un des principaux processus limitant le niveau de charge du brouillard à une valeur d'équilibre. Les décharges en couronne produites durant le lavage des citernes ne sont pas assez fortes pour enflammer les mélanges de gaz d'hydrocarbures et d'air susceptibles d'être présents.

Dans certaines circonstances, des décharges avec une énergie suffisante pour enflammer les mélanges gaz de produit / air peuvent se produire à partir d'objets conducteurs non mis à la masse ou introduits dans une citerne remplie de brouillard chargé. Des exemples de tels conducteurs non mis à la masse sont une perche de sondage en métal suspendue à une corde ou un élément métallique chutant à travers l'espace de la citerne.

Un conducteur non mis à la masse dans une citerne peut acquérir un fort potentiel, principalement par induction, lorsqu'il est approché d'un objet mis à la masse ou de la structure, en particulier si cette dernière présente une protubérance. Le conducteur non mis à la masse peut alors se décharger à la terre en provoquant une étincelle susceptible d'enflammer un mélange inflammable gaz de produit / air.

Le processus par lequel les conducteurs non mis à la masse provoquent l'inflammation dans un brouillard est assez complexe. Certaines conditions doivent être remplies simultanément pour qu'une ignition puisse se produire.

Ces conditions comprennent les dimensions de l'objet, sa trajectoire, le niveau électrostatique dans la citerne et la configuration géométrique de l'endroit où a lieu la décharge.

À l'instar des solides conducteurs non mis à la masse, une coulée isolée d'eau produite par le processus de lavage peut agir de manière similaire pour produire une étincelle et provoquer l'inflammation. Des essais ont montré que les machines de lavage à capacité élevée et à buse unique peuvent produire des coulées d'eau qui, en raison de leur dimension, trajectoire et durée avant de se séparer, peuvent créer les conditions pour que se produisent des décharges incendiaires. Toutefois, il n'existe aucune preuve que des machines de lavage de type portatif puissent produire des coulées d'eau capables de provoquer des décharges incendiaires. Ceci peut s'expliquer par le fait que, si le jet est fin dans un premier temps, la longueur des coulées produites est relativement faible, de sorte que leur volume est relativement faible et qu'elles ne peuvent pas produire facilement des décharges incendiaires.

Tenant compte de nombreuses études expérimentales et appliquant les connaissances tirées d'une longue expérience, le secteur de la navigation-citerne a élaboré les lignes directrices figurant à la section 11.3 pour le lavage de citernes. Ces lignes directrices visent à prévenir la génération d'une charge excessive dans les brouillards et à contrôler l'introduction d'objets conducteurs non mis à la masse lorsqu'une citerne contient un brouillard chargé.

3.3.5 Gaz inerte

De petites particules de matière transportées dans un gaz inerte peuvent présenter une charge électrostatique. La séparation de charge est due au processus de combustion et les particules chargées sont susceptibles d'être transportées par l'épurateur, le ventilateur et les tuyaux de distribution jusque dans les citernes à cargaison. La charge électrostatique transportée par le gaz inerte est généralement faible, mais des niveaux de charge bien supérieurs à ceux rencontrés dans les brouillards d'eau formés durant le lavage ont été observés. Étant donné que les citernes sont normalement dans un état inerte, la possibilité d'une ignition électrostatique doit être envisagée seulement s'il est nécessaire d'inertiser une citerne qui contient déjà une atmosphère inflammable ou si une citerne déjà inerte est susceptible de devenir inflammable en raison d'une augmentation de la teneur en oxygène due à la pénétration d'air. Des précautions sont donc nécessaires pendant le sondage, le jaugeage par le creux et la prise d'échantillons (Voir la section 11.8.3).

3.3.6 Rejet de dioxyde de carbone

Au cours du rejet de dioxyde de carbone liquide sous pression, le refroidissement rapide qui a lieu peut entraîner la formation de particules solides de dioxyde de carbone qui se chargent lors de l'impact et du contact avec la buse. La charge peut être importante et peut provoquer des étincelles incendiaires. Le dioxyde de carbone liquéfié ne doit pas être utilisé pour l'inertage ni injecté pour toute autre raison dans les citernes à cargaison ou les chambres des pompes susceptibles de contenir des mélanges de gaz inflammables.

3.3.7 Vêtements et chaussures

Les personnes qui sont isolées de la terre par leurs chaussures ou de la surface sur laquelle ils se tiennent peuvent se charger en électricité électrostatique. Cette charge peut résulter de la séparation physique de matériaux isolants, par exemple, en marchant sur une surface isolante très sèche (séparation des semelles des chaussures et de la surface) ou en enlevant un vêtement.

3.3.8 Matériaux synthétiques

De plus en plus de produits fabriqués à partir de matériaux synthétiques sont proposés pour utilisation à bord de bateaux-citernes de navigation intérieure. Il est important que les personnes responsables de leur mise à disposition à bord de bateaux-citernes soient certaines que, s'ils doivent être utilisés dans les atmosphères inflammables, ces matériaux ne provoqueront aucun risque électrostatique.

4 Risques généraux pour les bateaux-citernes de navigation intérieure et les terminaux

Le présent chapitre porte principalement sur les risques généraux qui existent à bord d'un bateau-citerne de navigation intérieure et / ou dans un terminal et sur les précautions à prendre pour les limiter. Il convient de se référer aux chapitres appropriés pour les précautions à prendre lors d'opérations spécifiques telles que la manutention de cargaison, le ballastage, le nettoyage des citernes, l'inertage ou la pénétration dans des espaces confinés.

4.1 Principes généraux

Afin d'éliminer les risques d'incendie et d'explosion à bord d'un bateau-citerne de navigation intérieure, il est nécessaire d'empêcher qu'une source d'inflammation et une atmosphère inflammable soient présentes au même endroit au même moment. Il n'est pas toujours possible d'exclure simultanément ces deux facteurs et les précautions visent par conséquent à exclure ou contrôler l'un d'entre eux.

En ce qui concerne les compartiments à cargaison, chambres des pompes, et parfois le pont-citerne, la présence de gaz inflammables est à prévoir et l'élimination stricte de toutes les sources possibles d'inflammation est essentielle dans ces lieux.

Les espaces situés dans le bloc de logements contiennent inévitablement des sources d'inflammation telles que des équipements électriques, des allumettes et / ou des briquets électriques. S'il est une bonne pratique de réduire et contrôler ces sources d'inflammation, par ex. par la désignation de lieux où fumer est spécifiquement autorisé, il est néanmoins essentiel d'éviter la pénétration de gaz inflammables.

Les prises d'air doivent être réglées de sorte que la pression atmosphérique à l'intérieur du logement soit supérieure à celle de l'atmosphère extérieure. Dans les salles des machines et des chaudières, des sources d'inflammation telles que celles liées au fonctionnement de la chaudière et du matériel électrique ne peuvent pas être évitées (voir la section 4.2.4). Il est par conséquent essentiel d'empêcher la pénétration de gaz inflammables dans ces compartiments. Les combustibles peuvent présenter un danger d'inflammabilité (voir la section 2.7) et les contrôles de routine de l'inflammabilité des soutes d'avitaillement par le personnel du bateau-citerne de navigation intérieure et du terminal sont recommandés.

Tant pour les gaz inflammables que pour les sources d'inflammation, il est possible par une bonne conception et de bonnes pratiques opérationnelles d'assurer un contrôle sûr dans les ateliers, les locaux de stockage, etc. Toutefois, les moyens de contrôle doivent être rigoureusement respectés et sont susceptibles d'être soumis à la réglementation locale.

Bien que l'installation et le fonctionnement correct d'un système de gaz inerte constituent une mesure de sécurité supplémentaire, une attention particulière doit être accordée aux précautions énoncées dans le présent chapitre.

Les déversements et fuites de pétrole présentent un risque d'incendie et peuvent provoquer une pollution. Ils peuvent aussi faire glisser et chuter. Les déversements et fuites doivent par conséquent être évités. S'ils se produisent, une attention immédiate doit être accordée à l'arrêt de la source et au nettoyage des zones souillées.

4.2 Contrôle des sources d'inflammation potentielles

4.2.1 Flamme nue

Les flammes nues doivent être interdites sur le pont des citernes, dans le terminal et dans tout autre lieu où il existe un risque de présence de gaz inflammables.

4.2.2 Fumer

Le fait de fumer présente des risques importants bord de bateaux-citernes de navigation intérieure et nécessite par conséquent une gestion prudente. Bien que le texte de la présente section porte explicitement sur le tabagisme, les contrôles doivent également porter sur la combustion d'autres produits tels que de l'encens et des bâtons d'encens, ainsi que sur les cigarettes électroniques et tout autre objet servant à fumer. Comme pour le tabac, les produits permettant au feu de couvrir et produisant de la fumée ne doivent jamais être laissés sans surveillance ni être autorisés à proximité de la literie ou d'autres matériaux combustibles.

4.2.2.1 Fumer à bord d'un bateau-citerne de navigation intérieure en cours de voyage

Pendant que le bateau-citerne de navigation intérieure fait route, le tabagisme ne doit être autorisé par le conducteur du bateau qu'à des moments et dans des lieux spécifiés. Le personnel à bord des bateaux-citernes de navigation intérieure ne doit fumer que dans le fumoir prévu à cet effet, s'il en existe un. Il doit être interdit de fumer sur le pont des citernes ou en tout autre endroit où des gaz inflammables peuvent être présents. Les critères à prendre en compte pour choisir l'emplacement des lieux où fumer est autorisé figurent à la section 4.2.2.3.

4.2.2.2 Fumer dans les ports et sous contrôle

Fumer dans les ports ne doit être autorisé que dans des conditions contrôlées et dans des zones dédiées et ne doit pas être autorisé durant les opérations de manutention, de ballastage et de dégazage. Les difficultés rencontrées lors de l'introduction d'une politique anti-tabac restrictive, y compris l'interdiction totale, ne doivent pas entraver la mise en œuvre d'une telle politique si elle est dans l'intérêt de la sécurité opérationnelle. Des mesures appropriées doivent être mises en place à bord du bateau et à terre pour en assurer la parfaite observation.

Il doit être interdit de fumer dans la zone réglementée comprenant des bateaux-citernes et des postes d'accostage ainsi qu'à bord des bateaux-citernes à quai, sauf dans les endroits prévus à cet effet. Il doit être interdit de fumer à bord des barges et autres petites embarcations lorsqu'elles se trouvent à proximité d'un bateau-citerne ou du terminal. Une attention particulière doit être accordée aux réglementations (portuaires) locales.

Certains bâtiments, tels que les barges dépourvues de système de propulsion permanent, peuvent comporter un bloc de logements ou une structure plus petite directement fixée au pont des citernes. Les espaces situés sous une telle structure peuvent être conçus pour le transport de produits non explosifs et non inflammables, mais ceci ne garantit pas que ces espaces demeurent exempts de gaz.

Certains bateaux conventionnels, généralement des barges de moindres dimensions, présentent également un risque en raison de leur incapacité à maintenir une pression positive dans le bloc de logements et dans d'autres locaux. Dans de tels cas, la difficulté inhérente au maintien d'un environnement exempt de gaz à l'intérieur, à l'extérieur immédiat ou au-dessous d'un tel bloc de logements ou d'une structure plus petite, rend impossible la mise à disposition d'un espace destiné aux fumeurs. Fumer à bord de tels bâtiments doit être strictement interdit tant qu'ils restent à l'arrêt le long du terminal ou de l'installation.

4.2.2.3 Emplacement des espaces destinés aux fumeurs

Les espaces à terre où fumer est autorisé doivent faire l'objet d'un accord écrit entre la personne responsable et le représentant du terminal avant le début des opérations. La personne responsable doit s'assurer que toutes les personnes à bord du bateau-citerne de navigation intérieure sont dûment informées des endroits où fumer est autorisé.

Les critères pour la désignation des espaces fumeurs à terre sont notamment :

- les espaces fumeurs doivent être situés à l'intérieur d'immeubles² ;
- les espaces fumeurs ne doivent pas comporter de portes ni de fenêtres donnant directement sur l'extérieur ;
- il convient de prendre en compte les situations qui laissent présager un risque, telles qu'une indication sur la présence habituelle d'une concentration élevée de gaz de pétrole, notamment en l'absence de vent, et les opérations en cours à bord d'un bateau-citerne de navigation intérieure à proximité ou à quai.

² La réglementation locale peut interdire la présence d'un espace fumeurs dans les bâtiments. Une évaluation formelle des risques doit être effectuée pour garantir un niveau de sécurité acceptable.

Pendant que le bateau-citerne de navigation intérieure est amarré au terminal, même si aucune opération n'est en cours, fumer ne peut être autorisé que dans les espaces fumeurs désignés ou, après un accord écrit entre la personne responsable et le représentant du terminal, dans toute autre habitation fermée, suivant la réglementation (portuaire) locale.

4.2.2.4 Allumettes et briquets

Des allumettes de sûreté ou des briquets électriques fixes (tels que ceux des voitures) doivent être mis à disposition dans les espaces fumeurs autorisés.

Toutes les allumettes utilisées à bord de bateaux-citernes de navigation intérieure doivent être des allumettes de sécurité. L'utilisation d'allumettes et de briquets doit être interdite à l'extérieur des logements. Il convient d'éviter de porter sur soi des allumettes ou des briquets sur le pont-citerne ou en tout autre endroit où des gaz inflammables peuvent être présents.

L'utilisation de tout type de briquet mécanique et des briquets portatifs à sources d'allumage électriques doit être interdite bord de bateaux-citernes de navigation intérieure.

Les briquets jetables présentent un risque significatif en tant que source d'inflammation incontrôlée. Leur mécanisme de production d'étincelles n'étant pas protégé, ils peuvent facilement être actionnés accidentellement.

Le transport d'allumettes et de briquets doit être interdit dans les terminaux. Des sanctions sévères peuvent être appliquées conformément aux réglementations locales en cas de non-observation.

4.2.2.5 Panneaux

Des panneaux d'information mobiles et fixes interdisant de fumer et d'utiliser des flammes nues doivent être placés de manière à être bien visibles à bord du bateau-citerne de navigation intérieure ainsi qu'à la sortie des locaux d'habitation. Des instructions concernant le fait de fumer doivent aussi être affichées bien en évidence à l'intérieur des locaux d'habitation.

Les règles applicables aux fumeurs s'appliquent également à l'utilisation de cigarettes électroniques ou e-cigarettes.

4.2.3 Cuisinières et équipements de cuisine

L'utilisation de cuisinières et d'autres équipements de cuisine présentant des flammes nues doit être interdite pendant que le bateau-citerne de navigation intérieure se trouve au terminal.

Il est essentiel que le personnel soit formé à l'utilisation sûre des équipements de cuisine. Le personnel non autorisé et inexpérimenté ne doit pas être autorisé à utiliser ces équipements.

Une cause fréquente d'incendies est l'accumulation de combustible non consommé ou de dépôts graisseux dans les cuisinières, dans les conduits de fumée et dans les capots de filtres de l'installation de ventilation de la cuisine. Ces zones doivent être inspectées fréquemment pour s'assurer de leur propreté. Les friteuses doivent être équipées de thermostats pour couper l'alimentation électrique et prévenir ainsi les feux accidentels.

L'équipage doit être formé à la gestion d'incendies et aux réactions appropriées. Des extincteurs d'incendie appropriés et des couvertures anti-feu doivent être facilement accessibles, régulièrement inspectés et dûment entretenus.

L'utilisation de réchauds portatifs et d'appareils de cuisson à bord de bateaux-citernes de navigation intérieure doit être contrôlée et doit être interdite lorsque le bateau se trouve dans le port.

Les autocuiseurs et autres appareils chauffés par de la vapeur peuvent être utilisés à tout moment.

4.2.4 Salles des machines et des chaudières

4.2.4.1 Équipement de combustion

Par mesure de précaution contre les feux de cheminée et les étincelles, les brûleurs, tubes, extracteurs, collecteurs d'échappement et pare-étincelles doivent être maintenus dans un bon état de fonctionnement. En présence d'un feu de cheminée ou si des étincelles jaillissent de la cheminée en cours de voyage, des mesures doivent être prises dès que possible à bord du bateau-citerne de navigation intérieure pour éviter que des étincelles ne tombent sur le pont-citerne. Toutes les opérations de manutention de cargaison, de ballastage ou de nettoyage des citernes qui sont en cours doivent être arrêtées et toutes les ouvertures des citernes doivent être fermées.

4.2.4.2 Sans objet

4.3 Équipement électrique portable

4.3.1 Généralités

Tous les équipements électriques portatifs, y compris les lampes, destinés à une utilisation dans des zones de danger doivent être d'un type homologué. Avant toute utilisation, les équipements portatifs doivent être contrôlés pour détecter d'éventuels défauts tels qu'un isolement endommagé et pour s'assurer que les câbles sont bien fixés et qu'ils le resteront tout au long du travail. Des précautions particulières doivent être prises pour éviter tout dommage mécanique aux câbles souples et enrouleurs de câbles.

Les équipements électriques et électroniques portatifs et fixes présentent des risques d'inflammation similaires. L'énergie électrique est généralement plus faible dans les équipements portatifs, mais les risques liés à l'utilisation de batteries sont plus importants et la probabilité d'endommager l'équipement ou les câbles est plus élevée.

Les appareils électriques et électroniques portatifs ne doivent pas être introduits dans une atmosphère potentiellement inflammable, à moins qu'ils ne soient certifiés comme étant adaptés. La certification doit être vérifiée en ce qui concerne les points suivants :

- méthode de protection ;
- groupe de gaz ;
- classe de température ;
- zone ;
- conditions spéciales - marquées d'un X à la fin du numéro de certificat.

Le produit électronique portable (PEP) à usage général ne peut être utilisé dans les zones de danger que si :

- il est destiné à être porté directement ou soutenu par le corps d'une personne, ou à être tenu à la main, c'est-à-dire tenu dans une seule main lors d'une utilisation normale ;
- il est alimenté par des piles ou par des cellules photovoltaïques ;
- son utilisation a été approuvée par le propriétaire/exploitant de la zone de danger et par l'autorité compétente pour le site.

Certains PEP peuvent être utilisés dans des zones de danger sans satisfaire aux exigences susmentionnées, pour autant qu'ils ne puissent pas provoquer d'inflammation dans des conditions normales et qu'ils soient utilisés conformément à leur destination. Les montres-bracelets électroniques et les appareils auditifs en sont des exemples. Toutefois, cette exception ne s'applique pas aux appareils électroniques plus sophistiqués, tels que les bracelets de fitness rechargeables et les montres intelligentes, car ils sont généralement alimentés par des piles au lithium-ion à plus haut risque, qui sont davantage susceptibles de constituer une source d'inflammation (voir la section 4.3.7).

De plus amples informations sur les PEP et les exigences en matière d'évaluation de l'adéquation et de classification dans des zones de danger, ainsi que les critères standard auxquels les équipements doivent satisfaire pour être acceptés, figurent dans la norme de l'American National Standards Institute (ANSI)/ISA 12.12.03 *Standard for Portable Electronic Products Suitable for Use in Class I and II, Division 2, Class I Zone 2 and Class III, Division 1 and 2 Hazardous (Classified) Locations*.

Les équipements portatifs et alimentés par batterie font souvent l'objet de mises à jour durant leur fonctionnement, ce qui est susceptible d'entraîner des modifications des paramètres de fonctionnement et d'avoir une incidence par rapport aux essais et approbations antérieurs.

Les tests de classification des équipements dans les environnements dangereux prennent beaucoup de temps, ce qui limite la gamme d'équipements pouvant être certifiés et étiquetés pour une utilisation dans des environnements dangereux et peut nécessiter périodiquement de nouveaux tests pour conserver la certification.

L'*ISGINTT2* ne recommande pas l'utilisation de PEP dans des endroits dangereux, sauf dans des conditions de fonctionnement normales et strictement contrôlées, telles que décrites dans cette section. Cela implique souvent que le PEP ne soit utilisé que dans les conditions fixées dans une autorisation de travail sans gaz ou à chaud, sous le contrôle du propriétaire ou de l'exploitant du site.

Avant d'être utilisé, l'équipement portatif doit être vérifié pour détecter d'éventuels défauts, par exemple des boîtiers et des câbles endommagés, et pour s'assurer que les câbles sont solidement attachés et le resteront pendant toute la durée d'utilisation. Des précautions particulières doivent être prises pour éviter tout dommage mécanique aux câbles souples et enrouleurs de câbles.

L'inspection et l'entretien de tous les équipements électriques portatifs doivent être inclus dans le système de maintenance planifiée (SMP).

4.3.2 Lampes et autres équipements électriques à câbles souples (câbles sur enrouleurs)

L'utilisation de matériel électrique portatif branché sur des enrouleurs de câble doit être interdite dans les citernes à cargaison et les espaces adjacents ou sur le pont des citernes, sauf dans les conditions suivantes :

- les compartiments dans lesquels ou au-dessus desquels l'équipement et les câbles doivent être utilisés sont sans danger pour le travail à chaud (voir la section 9.4) ;
- tous les équipements, y compris tous les enrouleurs de câbles, sont d'un type à sécurité intrinsèque ;
- ou bien l'équipement est contenu dans un boîtier antidéflagrant homologué. Les câbles souples doivent être homologués pour une utilisation particulièrement intense, doivent comporter une prise de terre et doivent rester attachés en permanence au boîtier antidéflagrant par des moyens homologués.

Certains types d'équipements ne sont homologués que pour une utilisation au-dessus du pont-citernes.

Les indications ci-avant ne s'appliquent pas aux câbles souples utilisés de manière conforme pour les feux de signalisation et de navigation ou aux câbles de téléphones d'un type homologué.

4.3.3 Lampes pneumatiques

Les lampes pneumatiques d'un type homologué peuvent être utilisées dans les zones à risque ou dangereuses. Afin d'éviter l'accumulation d'électricité statique par l'appareil, les précautions suivantes doivent être prises :

- l'alimentation en air doit être munie d'un séparateur d'eau ;
- le tuyau d'alimentation doit présenter une faible résistance électrique.

Les unités installées de façon permanente doivent être mises à la terre.

4.3.4 Torches (lampes de poche), lampes et équipements portatifs alimentés par des batteries

Uniquement des torches agréées par une autorité compétente pour une utilisation dans des atmosphères inflammables peuvent être utilisées bord de bateaux-citernes de navigation intérieure.

Les émetteurs-récepteurs UHF / VHF portatifs doivent être d'un type à sécurité intrinsèque.

Les petits objets personnels alimentés par des piles, tels que les montres, appareils auditifs et stimulateurs cardiaques, ne sont pas des sources d'inflammation importantes et peuvent être utilisés sans certification dans certaines zones de danger soumises à des normes nationales et à une évaluation des risques.

À moins d'être homologués pour une utilisation dans une atmosphère inflammable, les radios portatives, magnétophones, calculatrices électroniques, appareils photographiques contenant des piles, flashes d'appareils photographiques, téléphones portables et récepteurs de radiomessagerie, ne doivent pas être utilisés sur le pont-citerne ni dans les zones dans lesquelles des gaz inflammables sont susceptibles d'être présents.

Les bandes de jaugeage tri-modes sont des dispositifs électroniques à batteries et doivent être certifiés comme étant conformes pour une utilisation dans des atmosphères inflammables.

4.3.5 Caméras

Il existe un large éventail de matériel photographique. À bord de bateaux-citernes de navigation intérieure et dans les terminaux peuvent se trouver différents types d'appareils photographiques dans diverses situations - des équipes de tournage avec un équipement professionnel complexe et de grandes batteries à l'appareil photographique ou caméscope personnel. Les lignes directrices générales suivantes doivent être observées au moment de décider s'il est sûr ou non d'utiliser un appareil photographique en particulier. Ces indications ne portent que sur les risques d'inflammation et n'abordent pas les autres préoccupations de sécurité susceptibles de nécessiter d'autres restrictions concernant l'utilisation d'appareils photographiques dans certains ports.

Un équipement photographique qui contient des piles peut provoquer une étincelle incendiaire produite par le flash ou le fonctionnement d'éléments électriques sous tension, tels que le contrôle d'ouverture et le mécanisme d'enroulement du film. Un tel équipement ne doit donc pas être utilisé dans une zone de danger (voir section 4.4.2), à moins qu'il soit certifié comme étant conforme pour une utilisation dans une zone de danger. Des appareils photographiques jetables sont commercialisés avec un flash intégré et il convient de veiller à ce qu'ils ne soient pas utilisés dans les zones de danger.

Il existe aussi du matériel photographique dépourvu de flash et de tout élément alimenté par batterie ou courant électrique, tels que les appareils jetables en matière plastique et dépourvus de flash. Ces appareils photographiques peuvent être considérés comme étant sûrs pour une utilisation dans des zones de danger.

Des appareils photographiques actionnés par un mécanisme d'horlogerie ou possédant des dispositifs mécaniques directs pour le réglage de l'ouverture et le rembobinage du film sont également commercialisés et peuvent être considérés comme étant sûrs pour une utilisation dans des zones de danger.

4.3.6 Autres types d'équipement électrique portatif

Pour des informations sur l'utilisation des téléphones mobiles et récepteurs de radiomessagerie, voir les sections 4.8.6 et 4.8.7.

Tout autre équipement électrique ou électronique de type non agréé, qu'il fonctionne sur secteur ou à piles, ne doit pas être en fonctionnement, allumé ou utilisé dans des zones de danger. Ceci inclut, sans que cette liste soit exhaustive, les radios, calculatrices, appareils photographiques, ordinateurs portables, ordinateurs de poche, montres intelligentes, bracelets de fitness, cigarettes électroniques, appareils télécommandés tels que les drones, lecteurs de CD et de DVD, magnétophones, lecteurs de musique numérique, ainsi que tout autre équipement portatif qui est alimenté électriquement, mais non approuvé pour une utilisation dans des zones de danger.

Compte tenu de la disponibilité et de l'utilisation généralisée de ces équipements, des mesures appropriées doivent être prises pour empêcher leur utilisation dans les zones de danger. Le personnel doit être informé de l'interdiction de l'équipement non-approuvé et les terminaux doivent prévoir une politique d'information des visiteurs sur les dangers potentiels associés à l'utilisation de matériel électrique portatif.

Les terminaux doivent aussi se réserver le droit d'exiger que tout équipement non approuvé soit déposé à l'entrée de la zone portuaire ou à d'autres endroits appropriés dans le terminal.

4.3.7 Piles au lithium

Les piles au lithium sont utilisées dans une grande variété d'équipements électriques industriels et personnels. Il existe deux principaux types de piles au lithium : les piles primaires (non rechargeables) et les piles secondaires (rechargeables). Toutes les piles au lithium sont des sources d'énergie à haute teneur énergétique. Elles peuvent provoquer un incendie ou une explosion, en particulier si elles sont endommagées, exposées au feu, court-circuitées, surchargées ou exposées à l'eau. Les piles au lithium usagées doivent être stockées séparément dans un endroit sec jusqu'à ce qu'elles soient mises au rebut.

Les précautions suivantes doivent être prises :

- il convient de n'utiliser que des piles au lithium conçues pour l'équipement à charger, dotées des dispositifs de sécurité nécessaires et qui sont des piles au lithium-ion ;
- il ne faut pas écraser, ouvrir ou endommager les piles au lithium ou l'équipement qui les contient ;
- les courts-circuits doivent être évités. Par exemple, il convient d'être prudent lorsque l'on déplace les piles au lithium d'un environnement climatisé à un endroit chaud et humide, cela pouvant entraîner une condensation interne et un court-circuit.

4.4 Gestion des matériels et installations électriques dans les zones de danger

4.4.1 Généralités

La présente section décrit les différentes approches pour la classification des zones de danger à bord de bateaux-citernes de navigation intérieure et dans les terminaux en ce qui concerne les installations et équipements électriques. Des indications générales sont données sur les précautions de sécurité à observer lors de l'entretien et de la réparation des équipements électriques. Il convient de noter que les normes pour les équipements électriques et leur installation sont considérées comme ne relevant pas des thèmes traités dans le présent Guide.

4.4.2 Zones de danger

4.4.2.1 Zones de danger à bord d'un bateau-citerne de navigation intérieure

À bord d'un bateau-citerne de navigation intérieure, certaines zones ou certains espaces sont définis par des conventions internationales, par des administrations de l'État du pavillon ou administrations compétentes, par la réglementation et par des sociétés de classification comme présentant un danger en cas d'utilisation du matériel électrique, que ce soit en permanence ou durant des périodes précises telles que les opérations de chargement, ballastage, nettoyage des citernes ou de dégazage.

Les définitions des zones de danger à bord des bateaux-citernes de navigation intérieure qui sont détaillées dans les règles de sociétés de classification sont basées sur des recommandations de la Commission électrotechnique internationale (CEI) concernant les types de matériel électrique pouvant être installés à bord. Il convient de noter que pour les terminaux, les définitions de la CEI suivent une classification précise basée sur un concept de zones (voir la section 4.4.2.2).

4.4.2.2 Zones de danger dans un terminal

Dans un terminal, il est tenu compte de la présence probable d'un mélange de gaz inflammable par un classement des espaces dangereux en trois zones. La CEI classe les espaces dangereux en zones suivant la fréquence d'apparition et la durée de maintien d'une atmosphère explosive :

- **Zone 0**

Un espace dans lequel une atmosphère inflammable constituée d'un mélange d'air et de substances inflammables sous forme de gaz, de vapeur ou de brouillard est présente en permanence, pendant de longues périodes ou fréquemment.

- **Zone 1**

Un espace dans lequel une atmosphère inflammable constituée d'un mélange d'air et de substances inflammables sous forme de gaz, de vapeur ou de brouillard est susceptible d'être présente occasionnellement durant le fonctionnement normal.

- **Zone 2**

Un espace dans lequel une atmosphère inflammable constituée d'un mélange d'air et de substances inflammables sous forme de gaz, de vapeur ou de brouillard n'est pas susceptible d'être présente durant le fonctionnement normal et où, si tel est exceptionnellement le cas, elle ne persiste que durant une courte période.

4.4.2.3 Application de classifications de zones de danger à un bateau-citerne de navigation intérieure à quai

Lorsqu'un bateau-citerne de navigation intérieure est à quai, il est possible qu'une zone du bateau considérée comme étant sûre fasse partie de l'une des zones de danger du terminal. Si une telle situation se produit et si la zone en question contient des équipements électriques non approuvés, ces équipements doivent être isolés tant que le bateau-citerne reste à quai. Au cours des opérations de cargaison, d'avitaillement, de ballastage, de nettoyage de la citerne, de dégazage, de purge ou d'inertage, tous les équipements électriques non approuvés doivent être isolés.

4.4.3 Matériel électrique

4.4.3.1 Équipements électriques fixes

Les équipements électriques fixes dans des zones de danger, même dans les endroits où une atmosphère inflammable n'est susceptible de survenir que rarement, doivent être d'un type homologué. Ces équipements doivent être correctement entretenus de manière à garantir que ni l'équipement ni le câblage ne deviennent une source d'inflammation.

4.4.3.2 Télévision en circuit fermé

Si la télévision en circuit fermé est installée à bord d'un bateau-citerne de navigation intérieure ou sur un quai, les caméras et l'équipement connexe doivent être d'un modèle homologué pour les zones dans lesquelles ils sont placés. S'ils sont d'une conception approuvée, il n'y a aucune restriction quant à leur utilisation. Quand un bateau-citerne de navigation intérieure est à quai, toute réparation d'un tel équipement doit faire l'objet d'un accord préalable entre les responsables du bateau-citerne et le représentant du terminal.

4.4.3.3 Équipements et installations électriques à bord des bateaux-citernes de navigation intérieure

Les équipements et installations électriques à bord des bateaux-citernes de navigation intérieure doivent être conformes aux exigences de la société de classification ou nationales basées sur les recommandations de la CEI. Des recommandations supplémentaires relatives à l'utilisation d'installations électriques temporaires et les équipements électriques portatifs figurent aux sections 4.3 et 10.9.4.

4.4.3.4 Équipements et installations électriques au terminal

Dans les terminaux, les types d'équipements électriques et méthodes d'installation sont normalement réglementés par les prescriptions nationales et, le cas échéant, par les recommandations de la CEI.

4.4.4 Inspection et entretien de matériel électrique

4.4.4.1 Généralités

Tous les appareils, systèmes et installations, y compris les câbles, conduits et dispositifs similaires, doivent être maintenus en bon état. À cette fin, ils doivent être inspectés régulièrement.

Le fonctionnement correct ne signifie pas nécessairement la conformité aux normes de sécurité requises.

4.4.4.2 Inspections et vérifications

Tous les équipements, systèmes et installations doivent être inspectés au moment de la première installation. À la suite de toute réparation, réglage ou modification, les parties de l'installation qui ont été modifiées doivent être vérifiées conformément aux exigences nationales.

Si la classification d'une zone ou les caractéristiques des matériaux inflammables manutentionnés au terminal sont modifiées, une vérification doit être effectuée pour s'assurer que tout le matériel fait partie du groupe approprié et de la bonne classe de température et qu'il est toujours conforme aux exigences applicables pour la classification modifiée de la zone.

4.4.4.3 Entretien du matériel électrique

Des procédures d'entretien incorrectes peuvent compromettre l'intégrité de la protection offerte par la conception du matériel électrique antidéflagrant ou à sécurité intrinsèque. Même la plus simple réparation ou opération d'entretien doit être effectuée en stricte conformité avec les instructions du fabricant et les exigences nationales, afin de garantir que la sûreté de ces équipements soit maintenue.

Ceci est particulièrement important en ce qui concerne les lampes antidéflagrantes, où une fermeture incorrecte après le changement d'une ampoule pourrait compromettre l'intégrité de la lampe.

Afin de faciliter l'entretien et les réparations courantes, des procédures détaillées de maintenance et/ou des manuels relatifs aux systèmes spécifiques et dispositifs installés à bord doivent être disponibles à bord des bateaux-citernes de navigation intérieure. Toutes les réparations et l'entretien doivent être conformes aux instructions du fabricant et seul un personnel qualifié et compétent en électricité doit intervenir sur les équipements de sécurité critiques, par exemple les raccords antidéflagrants.

Les méthodes de réparation du matériel électrique dans les zones de danger sont décrites dans la norme CEI 60079-19 *Atmosphères explosives - Partie 19 : Réparation, révision et remise en état du matériel*.

4.4.4.4 Test d'isolement

Le test d'isolement doit seulement être effectué en l'absence de mélanges de gaz inflammable.

4.4.4.5 Modifications des équipements, systèmes et installations du terminal ou du bateau-citerne de navigation intérieure

Les équipements, systèmes et installations approuvés d'un terminal ou d'un bateau-citerne de navigation intérieure ne doivent faire l'objet d'aucune modification ni d'aucun ajout ou suppression sans l'autorisation de l'autorité compétente, à moins qu'il puisse être vérifié qu'une telle modification n'invalide pas l'approbation.

Aucune modification ne doit être apportée aux dispositifs de sécurité d'un équipement basé sur les techniques de ségrégation, de pressurisation, de purge ou d'autres méthodes pour assurer la sécurité, sans l'autorisation de la personne responsable.

Lorsque des équipements situés dans une zone de danger sont définitivement retirés et non réutilisés, leur câblage doit être retiré de la zone de danger ou son extrémité doit être terminée par un boîtier approprié pour la classification de la zone.

Lorsque l'équipement dans une zone de danger est temporairement retiré du service, les câbles visibles doivent être correctement terminés comme indiqué ci-avant, ou bien isolés, ou solidement mis à la masse entre eux et mis à la terre.

Les âmes des câbles de circuits à sécurité intrinsèque doivent être isolées les unes des autres ou liées entre elles et isolées de la terre.

4.4.4.6 Inspections mécaniques périodiques

Au cours des inspections de l'équipement ou des installations électriques, une attention particulière doit être accordée aux points suivants :

- fissures dans le métal, verres fissurés ou cassés ou défauts du sertissage autour des verres sertis dans des boîtiers à l'épreuve des flammes ou des explosions ;
- couvercles de boîtiers antidéflagrants afin de s'assurer qu'ils sont bien serrés, qu'aucun boulon ne manque et qu'aucun joint ne soit présent entre les surfaces métalliques en contact ;
- chaque connexion, pour s'assurer que la connexion est correcte ;
- possible relâchement des assemblages dans les goulottes et raccords ;
- serrage du blindage de câble ;
- sollicitations sur des câbles qui peuvent causer une rupture.

4.4.5 Réparations électriques, travaux de maintenance et d'essais aux terminaux

4.4.5.1 Généralités

Tous les travaux de maintenance sur les équipements électriques doivent être entrepris sur la base d'une autorisation ou d'un système de gestion de sécurité équivalent, avec des procédures qui garantissent que les isolements électriques et mécaniques sont gérés efficacement.

L'utilisation de dispositifs mécaniques de verrouillage et d'étiquettes de sécurité est fortement recommandée.

4.4.5.2 Travail à froid

Des travaux à froid ne doivent être effectués sur aucun appareil ni câblage et aucun boîtier à l'épreuve des flammes ou des explosions ne doit être ouvert. En outre, les caractéristiques spéciales de sécurité prévues pour des appareils standards doivent être respectées jusqu'à ce que l'alimentation électrique de l'appareil ou du câblage concerné ait été coupée. L'alimentation électrique ne doit pas être rétablie avant que les travaux ne soient achevés et que les dispositions de sécurité mentionnées ci-avant soient de nouveau entièrement observées. Tout travail de ce type, y compris le changement de lampes, ne doit être effectué que par une personne autorisée.

4.4.5.3 Travail à chaud

Afin d'effectuer des réparations, des modifications ou des essais, l'utilisation d'appareils à souder ou d'autres moyens impliquant une flamme, du feu ou de la chaleur ainsi que l'utilisation d'appareils de type industriel est permise dans une zone de danger à l'intérieur d'un terminal à condition que la zone ait d'abord été sécurisée et certifiée comme étant exempte de gaz par une personne autorisée et qu'elle soit ensuite maintenue dans cet état durant toute la durée des travaux. Lorsqu'un tel travail à chaud est nécessaire sur le quai le long duquel est stationné un bateau-citerne de navigation intérieure ou à bord d'un bateau-citerne à quai, l'accord conjoint du représentant du terminal et de la personne responsable doit préalablement être obtenu et une autorisation de travail à chaud doit être délivrée.

Il est également permis de rétablir la tension de l'appareil pour des essais durant une réparation ou modification sous réserve d'observer les mêmes conditions.

Avant d'entreprendre tout travail à chaud, il convient de consulter la section 9.4.

4.5 Utilisation d'outils

4.5.1 Grenailage et outils mécaniques

Il convient de noter que le grenailage et l'utilisation d'outils mécaniques ne sont pas normalement considérés comme relevant de la définition du travail à chaud dans le secteur de la navigation. Toutefois, ces activités ont un potentiel significatif en termes de production d'étincelles et doivent être effectuées sous le contrôle d'un système d'autorisation de travail ou sous le contrôle du système de gestion de la sécurité (SGS) du bateau-citerne.

Les précautions suivantes doivent être prises :

- la zone de travail ne doit pas être soumise à des rejets de vapeur ni à une concentration de vapeurs inflammables et doit être exempte de matériaux combustibles ;
- la zone doit être exempte de gaz. Des mesures avec un détecteur de gaz combustible doivent donner un résultat qui n'est pas supérieur à 1 % de la LIE ;
- les outils mécaniques ne doivent pas être utilisés lorsque le bateau-citerne de navigation intérieure est placé le long d'un terminal, à moins qu'une autorisation expresse ait été accordée par le représentant du terminal ;
- aucune opération de manutention de cargaison, ni d'avitaillement, de ballastage, de nettoyage de la citerne, de dégazage, de purge ou d'inertage ne doit être en cours ;
- un équipement adéquat de lutte contre l'incendie doit être mis en place et doit être prêt pour une utilisation immédiate.

La trémie et la buse d'une machine de sablage doivent être connectées électriquement et mises à la terre sur le pont ou sur la structure qui fait l'objet de travaux.

Il existe un risque de perforation de conduites durant le grenailage ou le piquage et de tels travaux doivent être planifiés avec la plus grande attention. Avant de commencer le travail sur les conduites de cargaison situées sur le pont, celles-ci doivent être rincées. Les vannes des tuyaux à cargaison doivent être fermées et remplies d'eau ou inertées. L'atmosphère à l'intérieur de la section faisant l'objet des travaux doit être confirmée comme étant inertée à une teneur en oxygène inférieure à 5 % en volume ou exempte de gaz à pas plus de 1 % de la LII. Des précautions similaires doivent être prises le cas échéant pour l'assèchement, le retour de vapeur, les tuyaux de gaz inerte et les tuyaux de lavage de pétrole brut ou de citernes.

4.5.2 Outils à main

L'utilisation d'outils à main tels que des marteaux burineurs, des grattoirs et des équipements de décapage pour des travaux de préparation d'acier, d'entretien et de peinture peut être admise sans autorisation de travail à chaud. Leur utilisation doit cependant être limitée aux zones de pont et structures non raccordées au système de cargaison.

La zone de travail doit être exempte de gaz et de matériaux combustibles. Le bateau-citerne ne doit pas être engagé dans des opérations de manutention de cargaison, d'avitaillement, de ballastage, de nettoyage de citernes, de dégazage, de purge ni d'inertage.

Les outils non-ferreux, dit anti-étincelles, ne sont que légèrement moins susceptibles de provoquer une étincelle et, parce qu'ils sont moins durs, ils ne sont pas aussi efficaces que leurs équivalents ferreux. Des particules de béton, de sable ou d'autres matières pierreuses sont susceptibles de s'incruster dans la surface de travail ou sur les bords de ces outils et peuvent alors provoquer des étincelles lors de l'impact sur des métaux ferreux ou d'autres métaux durs. L'utilisation d'outils non-ferreux n'est donc pas recommandée. Les outils en chrome vanadium peuvent constituer une alternative acceptable.

4.6 Équipements réalisés en aluminium

Les équipements en aluminium ne doivent pas être traînés ou frottés sur de l'acier, car ils peuvent laisser une trainée qui peut provoquer une étincelle incendiaire si elle est heurtée ultérieurement par un marteau ou un objet qui tombe. Il est recommandé que le dessous des passerelles en aluminium, escabeaux et des autres structures lourdes et portatives réalisés en aluminium soient protégés par du plastique dur ou par une bande en bois pour éviter que des trainées ne soient laissées sur des surfaces en acier.

L'utilisation d'autres équipements en aluminium dans les citernes à cargaison et sur les ponts à cargaison doit être soumise à une évaluation des risques et soigneusement contrôlée.

4.7 Anodes de protection cathodique dans les citernes à cargaison

Différents matériaux sont utilisés pour la protection cathodique, notamment le magnésium, l'aluminium et le zinc.

Les anodes en magnésium sont fortement susceptibles de provoquer une étincelle incendiaire si elles touchent de l'acier rouillé et, par conséquent, elles ne doivent pas être installées dans des réservoirs susceptibles de contenir des gaz inflammables.

Les anodes en aluminium produisent des étincelles lorsqu'elles sont soumises à un choc violent. Elles doivent par conséquent être installées seulement dans des endroits approuvés à l'intérieur de la citerne à cargaison et ne jamais être déplacées vers un autre emplacement sans supervision adéquate. Comme les anodes en aluminium peuvent facilement être confondues avec des anodes en zinc, elles sont susceptibles d'être installées par mégarde dans des endroits dangereux. Il est recommandé de n'utiliser que des anodes en aluminium dans les citernes de ballastage permanentes.

Les anodes en zinc ne génèrent pas d'étincelles lors de l'impact avec l'acier rouillé et ne sont donc pas soumises aux restrictions susmentionnées.

L'emplacement, la sécurisation et le type de l'anode installée dans les citernes à cargaison sont soumis à l'approbation des autorités compétentes. Leurs recommandations doivent être observées et des contrôles doivent être effectués aussi souvent que possible afin de vérifier la sécurité des anodes et de leur fixation. Les anodes sont facilement endommagées par les machines de lavage des citernes à grande capacité.

4.8 Équipement de communication

4.8.1 Généralités

À moins d'être certifiés à sécurité intrinsèque ou d'une autre conception approuvée, tous les équipements de communication à bord de bateaux-citernes de navigation intérieure tels que les téléphones, les systèmes d'interphones, les feux de signalisation, projecteurs de recherche, mégaphones, caméras de télévision en circuit fermé et commandes électriques pour les sifflets d'un bateau-citerne, ne doivent pas être utilisés ni connectés ou déconnectés lorsque la zone dans laquelle ils sont placés se trouve à l'intérieur d'une zone de danger à terre.

4.8.2 Appareil de radiocommunication des bateaux-citernes de navigation intérieure

L'utilisation de l'appareil de radiocommunication d'un bateau-citerne au cours des opérations de manutention de cargaison ou de ballastage est potentiellement dangereuse.

4.8.2.1 Sans objet

4.8.2.2 Appareils VHF / UHF

L'utilisation d'un appareil VHF et UHF installé à bord de manière permanente et appropriée au cours d'opérations de cargaison, d'avitaillement, de ballastage, de nettoyage de citernes, de dégazage, de purge ou d'inertage est considérée comme étant sûre.

Toutefois, il est recommandé que la puissance d'émission soit réglée à une faible puissance (un watt ou moins) lorsqu'il est utilisé durant des opérations portuaires.

Seuls les appareils de radiocommunication VHF / UHF portables qui sont certifiés et entretenus selon les normes pour les appareils à sécurité intrinsèque ou antidéflagrants et dont la puissance est inférieure ou égale à un watt doivent être utilisés à bord et dans le terminal.

L'utilisation d'appareils de radiocommunication VHF / UHF en tant que moyen de communication entre les bateaux-citernes de navigation intérieure et le personnel de terre doit être encouragée.

4.8.2.3 Appareils de communication par satellite

Ces appareils fonctionnent normalement à 1,6 GHz et les niveaux de puissance générés ne sont pas suffisants pour présenter un risque d'inflammation. Les appareils de communication par satellite peuvent être utilisés pour émettre et recevoir des messages lorsque le bateau-citerne de navigation intérieure se trouve dans le port.

4.8.3 Appareil radar des bateaux-citernes de navigation intérieure

Les systèmes radar de bateaux fonctionnent dans la gamme de radiofréquence (RF) de grande puissance et la gamme d'hyperfréquence. Les ondes de l'aérien se dispersent en un faisceau étroit et presque horizontal durant la rotation de l'aérien. Dans le port, elles détecteront les grues, portiques de chargement et d'autres structures similaires, mais normalement elles ne se propageront pas vers le bas sur le pont du bateau-citerne de navigation intérieure ou sur la jetée.

Les appareils radar fonctionnant sur des longueurs d'onde de 3 cm et 10 cm sont conçus avec une puissance de sortie maximale de 30 kW et, s'ils sont convenablement placés, ils ne présentent aucun risque d'ignition résultant des charges induites.

Le rayonnement à haute fréquence ne pénètre pas dans le corps humain mais, à une faible distance (jusqu'à 10 m), il peut provoquer un échauffement de la peau ou des yeux. En supposant que des précautions raisonnables soient prises, par exemple de ne pas regarder directement l'aérien à une très courte distance, les émissions d'appareils radar de bateaux ne présentent aucun risque significatif pour la santé.

Les moteurs des aériens de radars ne sont pas prévus pour une utilisation dans des zones de danger. À bord de bateaux de moindres dimensions, ils sont susceptibles d'être situés à l'intérieur de zones de danger à terre. Il convient par conséquent d'être prudent si des radars nécessitent d'être testés à quai au terminal. Le radar doit être éteint ou mis en veille et le terminal doit être consulté avant de tester l'équipement radar pendant des opérations de cargaison.

4.8.4 Systèmes automatiques d'identification

Sur la plupart des voies de navigation intérieure, l'utilisation du système d'identification automatique (AIS) est obligatoire lorsqu'un bateau-citerne de navigation intérieure fait route ou a jeté l'ancre. Certaines autorités portuaires peuvent demander que l'AIS soit maintenu allumé pendant qu'un bateau-citerne de navigation intérieure est à quai. L'AIS fonctionne sur une fréquence VHF ; il transmet et reçoit automatiquement des informations. La puissance de sortie varie entre 2 et 12,5 watts. L'interrogation automatique par une autre station (par exemple par l'appareil de l'autorité portuaire ou d'un autre bateau-citerne) pourrait provoquer une émission par l'appareil à une puissance supérieure (12,5 watts), même si l'appareil est réglé sur la puissance faible (généralement 2 watts).

Le long d'un terminal ou dans une zone portuaire où des gaz d'hydrocarbures peuvent être présents, l'AIS doit être éteint ou l'antenne doit être isolée et une charge fictive doit être fournie à l'AIS. Le fait d'isoler l'antenne permet de conserver les données saisies manuellement qui pourraient être perdues si l'AIS était éteint. Si nécessaire, l'autorité portuaire doit être informée.

Le long d'un terminal ou dans une zone portuaire où des gaz d'hydrocarbures peuvent être présents, l'AIS doit être réglé à la faible puissance, si l'appareil le permet.

Si l'AIS est éteint ou isolé durant ce stationnement, il doit être remis en service au moment de lever l'ancre.

L'utilisation de l'équipement AIS peut affecter la sécurité du bateau-citerne de navigation intérieure ou du terminal où il est amarré. Dans de telles circonstances, la décision relative à l'utilisation de l'AIS peut être prise par l'autorité portuaire en fonction du niveau de sécurité.

4.8.5 Téléphones

Lorsqu'une liaison téléphonique directe est établie entre le bateau-citerne de navigation intérieure et la salle de contrôle à terre ou un autre endroit, les câbles téléphoniques doivent de préférence cheminer à l'extérieur de la zone de danger.

Lorsque cela n'est pas possible, le câble doit être posé et fixé en place par un personnel qualifié opérant à terre et doit être protégé contre les dommages mécaniques afin qu'aucun danger ne puisse résulter de son utilisation.

4.8.6 Téléphones mobiles

La plupart des téléphones mobiles ne sont pas à sécurité intrinsèque et sont seulement considérés comme étant sûrs pour une utilisation dans les zones non-dangereuses. Les téléphones mobiles ne doivent être utilisés à bord d'un bateau-citerne de navigation intérieure qu'avec l'autorisation du conducteur. À moins qu'ils ne soient certifiés comme étant du type à sécurité intrinsèque (voir ci-après), leur utilisation doit être limitée à des zones désignées des locaux d'habitation où ils sont peu susceptibles d'interférer avec les équipements du bateau-citerne de navigation intérieure.

Bien que les niveaux de transmission de puissance de téléphones mobiles qui ne sont pas à sécurité intrinsèque soient insuffisants pour causer des problèmes d'étincelles résultant des tensions induites, les batteries peuvent contenir suffisamment d'énergie pour provoquer une étincelle en cas de dommage ou de court-circuit. Les téléphones mobiles et les appareils de radiomessagerie, lorsqu'ils sont allumés, peuvent être activés à distance et une situation dangereuse peut être créée par le mécanisme d'alerte ou d'appel et, dans le cas des téléphones, par la réaction naturelle de répondre à l'appel. Lorsqu'ils sont portés dans un terminal ou en montant à bord ou quittant un bateau-citerne de navigation intérieure, ils doivent être éteints et ne doivent être remis en marche qu'une fois qu'ils ne sont plus dans une zone de danger, par exemple à l'intérieur des logements du bateau-citerne de navigation intérieure ou loin du terminal.

Il existe des téléphones mobiles à sécurité intrinsèque qui peuvent être utilisés dans des zones de danger. Ces téléphones doivent être clairement identifiés comme étant à sécurité intrinsèque pour tous les aspects de leur fonctionnement. Le personnel du terminal qui monte à bord du bateau-citerne de navigation intérieure et le personnel du bateau-citerne qui accède au terminal, lorsqu'ils sont équipés de téléphones mobiles à sécurité intrinsèque, doivent être prêts à en prouver la conformité si l'autre partie en fait la demande. Les autres visiteurs du bateau-citerne de navigation intérieure ou du terminal ne doivent pas utiliser de téléphones mobiles, à moins d'en avoir obtenu préalablement l'autorisation du bateau-citerne ou du terminal.

4.8.7 Appareils de radiomessagerie

Tous les appareils de radiomessagerie ne sont pas à sécurité intrinsèque. Les appareils de radiomessagerie qui ne sont pas à sécurité intrinsèque sont considérés comme étant sûrs uniquement dans les zones non dangereuses. Lorsqu'ils sont portés dans un terminal ou en montant à bord ou quittant un bateau-citerne de navigation intérieure, ils doivent être éteints et ne doivent être remis en marche qu'une fois qu'ils ne sont plus dans une zone de danger, par exemple à l'intérieur des logements du bateau-citerne de navigation intérieure.

Les appareils de radiomessagerie à sécurité intrinsèque peuvent être utilisés dans des zones de danger. Ces appareils de radiomessagerie doivent être clairement identifiés comme étant à sécurité intrinsèque pour tous les aspects de leur fonctionnement. Le personnel du terminal qui monte à bord du bateau-citerne de navigation intérieure et le personnel du bateau-citerne qui accède au terminal, lorsqu'ils sont équipés d'appareils de radiomessagerie à sécurité intrinsèque, doivent être prêts à en prouver la conformité si l'autre partie en fait la demande. Les autres visiteurs du bateau-citerne de navigation intérieure ou du terminal ne doivent pas utiliser des appareils de radiomessagerie, à moins d'en avoir obtenu préalablement l'autorisation du bateau-citerne ou du terminal.

4.9 Combustion spontanée

Certains matériaux, lorsqu'ils sont humides ou imbibés d'huile, en particulier d'huile végétale, sont susceptibles de s'enflammer sans application de chaleur externe en raison d'un réchauffement interne progressif par oxydation. Le risque de combustion spontanée est moindre avec les huiles de pétrole qu'avec les huiles végétales, mais il peut néanmoins être présent, surtout si le matériel est maintenu au chaud, par ex. à proximité d'un tuyau chaud.

Les déchets de coton, chiffons, toiles, literie, toile de jute, sacs, la sciure ou tout autre matériau absorbant de ce type ne doivent pas être entreposés dans le même compartiment que de l'huile, de la peinture, etc. Si de tels matériaux deviennent humides, ils doivent être séchés avant d'être rangés. S'ils sont imbibés d'huile, ils doivent être nettoyés ou détruits.

Certains produits chimiques utilisés pour le traitement de la chaudière sont également des agents oxydants. Bien qu'ils soient dilués pour leur utilisation, ils sont capables de combustion spontanée si on les laisse s'évaporer.

4.10 Auto-inflammation

Les produits pétroliers liquides qui sont chauffés suffisamment s'enflamment sans l'application d'une flamme nue. Ce phénomène d'auto-inflammation est particulièrement courant lorsque du fioul ou de l'huile de graissage sous pression sont pulvérisés sur une surface chaude. Ceci se produit également lorsque des hydrocarbures déversés sur une bâche se vaporisent et s'enflamment. Les deux cas ont été responsables de graves incendies. Les tuyaux d'alimentation en huile requièrent une attention particulière pour éviter que de l'huile ne soit pulvérisée par des fuites. La bâche saturée en huile doit être retirée et le personnel doit être protégé contre toute inflammation ou ré-inflammation de vapeurs au cours du processus.

4.11 Amiante

Le déplacement ou l'enlèvement d'amiante doit être effectué autant que possible par des sous-traitants spécialisés. Si l'équipage est impliqué dans des travaux de réparation d'urgence, des mesures doivent être prises pour garantir qu'ils sont protégés de manière adéquate contre l'exposition à l'amiante. La circulaire OMI CSM 1045 fournit les indications nécessaires sur la façon de manipuler l'amiante en toute sécurité à bord des bateaux et des barges.

5 Lutte contre l'incendie

Ce chapitre décrit les types de feu qui peuvent être rencontrés à bord d'un bateau-citerne de navigation intérieure ou dans un terminal, ainsi que les moyens de les éteindre. Une description de l'équipement anti-incendie des bateaux-citernes de navigation intérieure et des terminaux figure respectivement aux chapitres 8 et 19.

5.1 Théorie de la lutte contre les incendies

Les incendies résultent de la combinaison de combustible, d'oxygène, d'une source d'inflammation et d'une réaction chimique continue communément appelée combustion.

Ils sont éteints par l'élimination de la chaleur, du combustible ou de l'air, ou par l'interruption de la réaction chimique de combustion. L'objectif principal de la lutte contre un incendie est, le plus rapidement possible, de réduire la température, de retirer le combustible, d'empêcher l'alimentation en air ou d'agir de manière chimique sur le processus de combustion.

5.2 Types d'incendie et agents extincteurs appropriés

La classification des incendies dans le Tableau 5.1 est conforme aux normes ISO actuelles et au *International Code for Fire Safety Systems (FSS Code)* de l'OMI.

Type	Matériaux	Méthodes d'extinction	Agents extincteurs
Classe A	Matériaux solides généralement organiques, tels que le bois, le papier, le carton, le tissu, le plastique, etc.	Refroidissement Étouffement Inhibition de la flamme	Eau - en grandes quantités, refroidissement continu de la source des flammes et de la zone environnante afin d'empêcher la reprise de l'incendie. Mousse Poudre extinctrice
Classe B	Hydrocarbures liquides inflammables et combustibles. Les incendies se produisent dans le mélange vapeur/air à la surface d'hydrocarbures liquides inflammables et combustibles ou de solides liquéfiables, tels que le pétrole brut, l'essence, les produits pétrochimiques, les huiles combustibles et lubrifiantes, les goudrons, etc. Un aspect à prendre en compte avec le pétrole liquide étant le risque de reprise du feu, une surveillance continue doit être maintenue après l'extinction de l'incendie. Les liquides de classe B sont divisés en deux catégories principales : les liquides non volatils et les liquides volatils.	Arrêt de la source de combustible Étouffement et inhibition de la flamme	Mousse - La mousse à bas foisonnement, présentée à la section 5.3.2.1, est un agent efficace pour éteindre la plupart des feux d'hydrocarbures liquides. CO ₂ Poudre extinctrice - Les feux de liquides volatils d'une étendue limitée peuvent être rapidement éteints avec des poudres extinctrices, mais sont susceptibles de reprendre si des surfaces chaudes sont en contact avec des vapeurs inflammables. Brouillard d'eau - L'eau ne doit être appliquée sur des huiles enflammées que sous forme de brouillard. L'utilisation d'un jet d'eau risque de propager la combustion des huiles par les éclaboussures ou le débordement.

Classe C	Les gaz inflammables, tels que le propane, le butane, le méthane et l'hydrogène, sont des matières volatiles dont le point d'éclair est généralement situé à des températures égales ou inférieures à la température ambiante. Par rapport aux liquides inflammables (volatils), les gaz inflammables ont une pression de vapeur relativement élevée lorsqu'ils sont à l'état liquide.	Arrêt de la source de combustible Étouffement	Poudre extinctrice
Classe D	Métaux, par exemple magnésium, titane, lithium, zirconium, sodium et potassium. Ces métaux brûlent à des températures élevées et réagissent violemment au contact de l'eau, de l'air et / ou d'autres produits chimiques.	Étouffement	Les agents extincteurs spécifiques à base de poudre sèche pour les incendies de classe D ne sont pas polyvalents et doivent correspondre au type de métal concerné.
Classe E	Les incendies d'équipements électriques sous tension peuvent être causés par un court-circuit, une surchauffe des circuits ou des équipements, la foudre ou la propagation du feu à partir d'autres zones.	Mise hors tension et étouffement Inhibition de la flamme	CO ₂ Poudre extinctrice sèche et agents nettoyants La mesure à prendre immédiatement est de mettre hors tension le matériel électrique. Une fois hors tension, un agent extincteur non-conducteur tel que le CO ₂ doit être utilisé. La poudre extinctrice est un agent extincteur non-conducteur efficace, mais elle est difficile à nettoyer après son utilisation. Si l'équipement ne peut pas être mis hors tension, il est essentiel d'utiliser un agent non-conducteur.
Classe F (ou classe K)	Huiles et graisses de cuisson, généralement à une température supérieure à 360 °C	Étouffement	Agent extincteur humide

Tableau 5.1 : Classification des feux

5.3 Agents extincteurs

Les agents extincteurs agissent par suppression de la chaleur (refroidissement), par étouffement (privation d'oxygène) ou par inhibition de la flamme (action chimique sur le processus de combustion).

5.3.1 Agents réfrigérants

5.3.1.1 Eau

L'application directe d'un jet d'eau sur un feu est une méthode efficace de lutte contre l'incendie uniquement pour les feux de classe A. Un agent mouillant ajouté à l'eau peut réduire la quantité d'eau nécessaire pour éteindre les incendies de matériaux compacts de classe A, car il augmente l'efficacité de pénétration de l'eau en abaissant sa tension superficielle.

Pour les incendies impliquant des hydrocarbures liquides, l'eau est principalement utilisée pour limiter l'étendue d'un incendie par le refroidissement des surfaces. Le jet d'eau et le brouillard d'eau peuvent être utilisés pour créer un écran thermique entre le feu et les pompiers et leur équipement. Si de la mousse n'est pas disponible, un brouillard d'eau peut être utilisé pour éteindre les incendies impliquant des flaques peu profondes de pétrole lourd.

L'eau, sous toutes ses formes, ne doit pas être utilisée sur des feux impliquant de l'huile de cuisson ou de la graisse chaude, car elle pourrait provoquer une propagation de l'incendie.

Les jets d'eau concentrés ne doivent pas être dirigés vers les incendies impliquant du gaz liquéfié, car cela augmenterait le danger en augmentant la taille du nuage de vapeur, puisque davantage de cargaison liquide serait vaporisée. Toutefois, la pulvérisation d'eau ou le brouillard d'eau peuvent être utilisés sur les incendies et déversements de gaz liquéfiés. Ils refroidiront la zone et contrôleront l'intensité du feu tout en favorisant la dispersion du nuage de vapeur.

Les jets d'eau ne doivent pas être dirigés sur des équipements électriques sous tension, car cela pourrait fournir à l'électricité un chemin partant de ces équipements, avec un risque d'électrocution des pompiers. Lors de l'utilisation de grandes quantités d'eau ou pendant des périodes prolongées de lutte contre l'incendie, de refroidissement ou de protection du personnel, la stabilité du bateau doit être surveillée. De grandes quantités d'eau peuvent réduire la stabilité d'un bateau ayant subi une avarie. L'assèchement du bateau doit être pris en considération.

5.3.1.2 Mousse

La mousse a un effet limité d'absorption de la chaleur et ne doit normalement pas être utilisée pour le refroidissement.

5.3.2 Agents étouffants

5.3.2.1 Mousse

La principale action d'extinction de la mousse est l'étouffement. La mousse est une agrégation de petites bulles, dont la gravité spécifique est inférieure à celle de l'huile ou de l'eau, qui s'étend sur la surface d'un liquide brûlant en formant une couverture d'étouffement uniforme. Une bonne couche de mousse isole contre la perte de vapeurs inflammables, assure un certain refroidissement de la surface du combustible par l'absorption de la chaleur, coupe l'approvisionnement en oxygène à la surface du combustible et sépare la couche de vapeurs inflammables des autres sources d'inflammation (par exemple, les flammes ou les surfaces métalliques extrêmement chaudes), éliminant ainsi la combustion. Une bonne couverture de mousse résiste à des perturbations dues au vent et flux d'air ainsi qu'à la chaleur ou aux flammes et se referme lorsque sa surface est fractionnée ou perturbée. La mousse est un conducteur électrique et ne doit pas être utilisée sur des installations électriques sous tension.

Deux catégories de mousses concentrées sont actuellement utilisées.

Les concentrés de mousse protéique (P) sont utilisés à une concentration de 3 à 6 % en volume dans l'eau. Il s'agit notamment de :

- mousse protéique (P) fabriquée à partir de protéines hydrolysées ;
- mousse fluoroprotéique (FP) avec ajout d'agents tensioactifs fluorés ;
- mousse fluoroprotéique résistante à l'alcool (FPAR), qui ne se décompose pas lorsqu'elle est appliquée à la surface de l'alcool ou d'autres solvants.

Les concentrés de mousse synthétique sont utilisés à une concentration de 1 à 6 % en volume dans l'eau. Il s'agit notamment de :

- mousse aqueuse filmogène (AFFF), à base d'un mélange d'hydrocarbures et d'agents tensioactifs fluorés ;
- mousse à film aqueux résistant à l'alcool (AR-AFFF) pour utilisation avec les alcools et les carburants mélangés à de grandes quantités d'alcool.

Les bateaux-citernes qui manipulent des biocarburants ou des mélanges contenant de l'alcool éthylique doivent utiliser des mousses résistantes à l'alcool.

La mousse AR-AFFF crée une barrière physique sous forme de membrane polymère entre la couche de mousse et la surface du combustible. L'AR-AFFF éteint les feux de classe B d'hydrocarbures (diesel, essence, kérosène, etc.) et de solvants polaires / feux de carburants miscibles à l'eau (alcool, par ex. méthanol, éthanol), cétones et éthers (par ex. les produits MTBE / ETBE). En outre, l'AR-AFFF supprime les vapeurs dangereuses émises par les incendies ou les déversements de ces produits.

La mousse à grand foisonnement, fabriquées à partir de concentrés d'émulseurs d'hydrocarbures, est disponible avec des ratios de foisonnement d'environ 200:1 à 1000:1. Un générateur de mousse, qui peut être fixe ou mobile, pulvérise la solution de mousse sur un filet à mailles fines à travers lesquelles de l'air est soufflé par un ventilateur. Les utilisations de la mousse à grand foisonnement sont limitées. Elles sont le plus souvent utilisées pour remplir rapidement un espace confiné afin d'éteindre un incendie en déplaçant l'air libre dans le compartiment. La mousse à grand foisonnement ne convient généralement pas pour une utilisation à l'extérieur, car elle ne peut pas être dirigée facilement sur un feu de flaque chaud et non confiné et elle est rapidement dispersée en présence de vents modérés.

Les systèmes de mousse à grand foisonnement ont été améliorés avec l'introduction d'une innovation appelée « Hot Foam », qui est désormais de plus en plus utilisée à bord des bateaux-citernes de navigation intérieure en remplacement du halon. Ces systèmes aspirent l'air chaud de l'intérieur de l'espace et ont des taux d'expansion de 250:1 à 1000:1. Lorsqu'ils sont activés, les systèmes libèrent de la mousse à grand foisonnement pour inonder la zone, refroidir l'incendie et déplacer l'air.

La mousse à expansion moyenne a un taux d'expansion d'environ 20 : 1 à 250 : 1. Elle est fabriquée à partir des mêmes concentrés que les mousse à grand foisonnement, mais son aération ne nécessite pas de ventilateur. Des applicateurs portatifs peuvent être utilisés pour projeter des quantités considérables de mousse sur les feux de flaque, mais leur portée est limitée et la mousse est susceptible d'être dispersée en présence de vents modérés.

La mousse à faible foisonnement a un taux de foisonnement d'environ 3 : 1 à environ 15 : 1. Elle est fabriquée à partir de concentrés protéiniques ou de synthèse et peut être utilisée sur des feux de flaque ou de citerne à partir d'équipements fixes ou portatifs. Un bon rayon d'action est possible et la mousse résiste au vent.

Les équipements portatifs d'extinction par mousse doivent être dirigés à l'écart de feux de pétrole liquéfié jusqu'à ce que toute l'eau présente dans l'équipement ait été évacuée.

Les différents concentrés de mousse sont fondamentalement incompatibles les uns avec les autres et ne doivent pas être mélangés lors de leur stockage. Toutefois, certaines mousses générées séparément avec ces concentrés sont compatibles lorsqu'elles sont utilisées sur un feu alternativement ou simultanément. La plupart des concentrés de mousse de type émulseurs peuvent être utilisés dans des appareils conventionnels de fabrication de mousse appropriés pour la production de mousses protéiniques. Les systèmes doivent être soigneusement rincés et nettoyés avant tout changement de produit, les concentrés synthétiques pouvant déloger des sédiments et boucher le dispositif de dosage.

Certaines des mousses produites à partir de concentrés sont compatibles avec la poudre extinctrice et conviennent pour une utilisation combinée. Le degré de compatibilité entre les différentes mousses et entre ces mousses et des poudres extinctrices est variable et doit être vérifié par des essais appropriés.

Il convient de vérifier la compatibilité des composés des mousses lorsque sont envisagées des opérations conjointes avec d'autres pompiers.

Les concentrés de mousse peuvent se détériorer avec le temps en fonction de leurs conditions de stockage. Le stockage à température élevée et en contact avec l'air provoque la formation de boues et de sédiments. Ceci peut affecter la capacité d'extinction de la mousse après son foisonnement. Des échantillons de concentré de mousse doivent donc être renvoyés périodiquement au fabricant pour des essais et des contrôles.

5.3.2.2 Dioxyde de carbone

Le dioxyde de carbone est un agent d'étouffement efficace pour éteindre les incendies dans les espaces confinés où il ne sera pas largement diffusé et où le personnel peut être rapidement évacué (par exemple, les salles de machines, chambres des pompes et salles des tableaux électriques). Le dioxyde de carbone est relativement inefficace sur un pont découvert ou sur une zone d'une jetée.

Le dioxyde de carbone n'endommage pas les machines ou instruments sensibles et, n'étant pas conducteur, il peut être utilisé en toute sécurité sur ou autour du matériel électrique, même lorsque ce dernier est sous tension.

En raison de la possibilité d'une génération d'électricité statique, le dioxyde de carbone ne doit pas être injecté dans un espace contenant une atmosphère inflammable non enflammée.

Le dioxyde de carbone est asphyxiant et peut ne pas être détecté par la vue ou l'odorat. Tout le personnel doit par conséquent évacuer la zone avant que le dioxyde de carbone ne soit libéré. Personne ne doit pénétrer dans des espaces confinés ou partiellement confinés où le dioxyde de carbone a été libéré sans supervision et sans protection par un appareil respiratoire approprié et une ligne de sauvetage. Les respirateurs de type traîneau ne doivent pas être utilisés. Tout compartiment qui a été envahi par le dioxyde de carbone doit être entièrement ventilé et la teneur suffisante en oxygène doit être contrôlée avant toute pénétration sans appareil respiratoire.

5.3.2.3 Vapeur

La vapeur est inefficace en tant qu'agent d'étouffement total d'un feu en raison du délai suffisamment long susceptible d'être nécessaire avant que suffisamment d'air ne soit déplacé d'un local fermé pour enlever à l'atmosphère la capacité d'entretenir la combustion. La vapeur ne doit pas être injectée dans un espace contenant une atmosphère inflammable non enflammée, en raison de la possibilité de générer de l'électricité statique. Toutefois, la vapeur peut être efficace pour lutter contre les feux de bride ou similaires si elle est libérée par une buse de type lance directement sur une fuite d'une bride ou d'un raccord ou sur un feu d'évent ou un feu similaire.

5.3.2.4 Sable

Le sable est relativement inefficace comme agent extincteur et n'est utile que pour les petits feux sur des surfaces dures. Il est principalement utilisé pour assécher de petits déversements.

5.3.3 Agents inhibiteurs de flamme

Les inhibiteurs de flamme sont des produits qui agissent chimiquement sur le processus de combustion et éteignent ainsi les flammes. Toutefois, le refroidissement et l'enlèvement du combustible est également nécessaire si une reprise du feu doit être empêchée.

5.3.3.1 Poudre extinctrice

La poudre extinctrice, en tant qu'inhibiteur de flamme, agit chimiquement sur le processus de combustion. Les poudres extinctrices présentent une capacité de refroidissement très faible et, si une reprise du feu due à la présence de surfaces métalliques chaudes doit être empêchée, le combustible doit être éloigné ou refroidi avec de l'eau.

Certains types de poudre extinctrice peuvent provoquer la rupture d'une couche de mousse et seulement ceux qui sont signalés comme étant compatibles avec la mousse doivent être utilisés en conjonction avec de la mousse.

Les poudres extinctrices peuvent être déversées au moyen d'un extincteur, d'une lance à dévidoir, d'un véhicule de pompiers ou d'un système fixe de buses sous la forme d'un nuage libre. Elles sont le plus efficaces dans la lutte contre un incendie provoqué par un déversement d'hydrocarbures en assurant un affaiblissement rapide des flammes. Elles peuvent également être utilisées dans des espaces confinés, où une protection contre l'inhalation de la poudre peut toutefois s'avérer nécessaire. Elles sont particulièrement utiles sur les liquides enflammés s'échappant de fuites sur des tuyaux et raccords. Il s'agit d'un non-conducteur qui convient pour la lutte contre les incendies d'origine électrique. Elles doivent être dirigées dans les flammes.

La poudre extinctrice s'agglomère et devient inutilisable si elle prend l'humidité durant son stockage ou durant le remplissage des extincteurs.

La poudre extinctrice se tasse et se compacte en présence de vibrations. Les procédures de maintenance doivent inclure un calendrier pour retourner ou faire rouler les extincteurs afin de garantir que la poudre extinctrice peut s'échapper librement.

5.3.3.2 Liquides pulvérisés

Les liquides pulvérisés, à l'instar de la poudre extinctrice, ont un effet inhibiteur de flamme ainsi qu'une légère capacité d'étouffement.

5.3.3.3 Nouvelles technologies de lutte contre les incendies

De nouvelles technologies de lutte contre l'incendie sont régulièrement introduites à bord des bateaux et dans les terminaux. Les sociétés doivent s'adresser à leurs services locaux, régionaux ou internationaux de prévention des incendies pour connaître les nouvelles technologies dont l'utilisation à bord ou dans les terminaux a été approuvée. Les membres d'équipage et le personnel des terminaux doivent être formés pour en garantir une utilisation sûre et correcte.

5.4 Systèmes de détection d'incendie

Des systèmes fixes de détection d'incendie associés à une poste avertisseur d'incendie sont recommandés et doivent être testés régulièrement. Voir aussi le chapitre 8 et le chapitre 19.

5.5 Précautions générales

Pour l'utilisation de systèmes fixes d'extinction d'incendie au gaz, il convient de prendre les précautions suivantes :

- tout le personnel doit être évacué de la zone de l'incendie ;
- les ventilateurs doivent être arrêtés avant l'activation du système ;
- tous les orifices de ventilation doivent être fermés.

Tout système fixe d'extinction d'incendie au gaz ne peut être utilisé qu'une seule fois.

Il faut attendre suffisamment longtemps après l'extinction du feu, avant d'ouvrir un espace. Une fois que de l'air est réintroduit dans l'espace, une reprise du feu est possible.

Après l'utilisation de systèmes fixes d'extinction d'incendie au gaz, il convient de prendre les précautions suivantes :

- une ventilation suffisante doit être assurée avant de pénétrer dans l'espace ;
- la teneur en oxygène doit être contrôlée ;
- toute présence importante de gaz toxiques doit être contrôlée ;
- les procédures pour l'entrée dans des espaces confinés doivent être respectées.

Les équipages des bateaux-citernes de navigation intérieure doivent être familiarisés et formés à l'utilisation de systèmes fixes d'extinction d'incendie au gaz et le système doit être soumis à des essais périodiques. Le système doit être périodiquement contrôlé par une société compétente et agréée.

6 Sureté

Les bateaux-citernes et barges de navigation intérieure chargent ou déchargent souvent de la cargaison dans des installations utilisées par des bateaux-citernes maritimes, c'est-à-dire dans des endroits où est applicable le Code international pour la sûreté des navires et des installations portuaires. Le présent chapitre résume les principales dispositions de ce Code

6.1 Généralités

Les bateaux-citernes maritimes internationaux et les terminaux de manutention de ces bateaux-citernes, sont tenus de prendre des mesures pour renforcer la sûreté maritime et d'être en conformité avec les dispositions du Code international pour la sûreté des navires et des installations portuaires (Code ISPS), parties A et B. Le Code est détaillé dans le chapitre XI-2 de la Convention internationale pour la sauvegarde de la vie humaine en mer (SOLAS).

Il convient de noter à propos des terminaux qu'il s'agit ici de la première application de la Convention SOLAS à des installations à terre dans les États signataires de la Convention.

Il est recommandé que tous les bateaux-citernes maritimes et les terminaux possèdent un plan de sûreté comportant des procédures couvrant tous les aspects de sûreté identifiés sur la base d'une évaluation. Les bateaux-citernes et les terminaux qui ne sont pas tenus de se conformer à la Convention SOLAS et au Code ISPS sont encouragés à prendre en compte les dispositions de la Convention SOLAS et du Code ISPS lors de l'élaboration de leurs plans de sûreté.

La réglementation peut exiger que les bateaux-citernes de navigation intérieure et terminaux sur les voies de navigation intérieure appliquent des mesures de sûreté spécifiques. Il est recommandé que, lorsque des bateaux-citernes de navigation intérieure accèdent à des terminaux ou installations exigeant l'observation du Code ISPS ou soumis à une réglementation relative aux mesures de sûreté, les mesures de sûreté des bateaux soient conformes aux exigences du Code ISPS afin d'éviter des déficiences en termes de sûreté.

6.2 Évaluation de la sûreté

L'évaluation de la sûreté pour les terminaux et les bateaux-citernes de navigation intérieure doit inclure une analyse des risques de tous les aspects opérationnels du bateau-citerne et du terminal, afin de déterminer quels sont les aspects les plus sensibles et / ou les plus susceptibles de faire l'objet d'un incident de sûreté. Le risque est fonction de la menace d'un incident de sûreté, associé à la vulnérabilité de la cible et aux conséquences de l'incident. L'évaluation de la sûreté doit inclure au moins les éléments suivants :

- mesures de sûreté existantes, procédures et opérations à bord du bateau-citerne ou au terminal ;
- éléments et infrastructures clés qu'il est important de protéger ;
- menaces identifiées pour le bateau-citerne ou le terminal et probabilité de survenance ;
- vulnérabilités potentielles et conséquences d'incidents potentiels sur les bateaux-citernes, les terminaux, les quais et les bateaux-citernes à quai ;
- toute déficience (y compris les facteurs humains) dans l'infrastructure, les politiques et les procédures.

6.3 Responsabilités selon le Code ISPS

Pour un terminal, la responsabilité pour le plan de sûreté incombe à la direction du terminal, qui doit désigner un agent de sûreté de l'installation portuaire (*Port Facility Security Officer - PFSO*) qui possède les compétences et la formation nécessaires pour assurer la pleine application des mesures de sûreté au terminal.

Pour les bateaux-citernes et les barges de navigation intérieure, le transporteur, l'expéditeur et les autres participants au transport de marchandises dangereuses doivent adopter, mettre en œuvre et respecter un plan de sûreté portant au moins sur les éléments spécifiés dans l'Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par voies de navigation intérieures (ADN), section 1.10.3.2.2.

6.4 Plans de sûreté conformes à la convention SOLAS et au code ISPS

Les plans de sûreté varient d'un terminal à l'autre et d'un bateau-citerne à l'autre en fonction des contextes spécifiques identifiés lors de l'évaluation de la sûreté, des exigences de conformité à la Convention SOLAS et au Code ISPS et en fonction des considérations locales et nationales en matière de sûreté. Le plan doit décrire :

- qui est responsable de la mise en œuvre des mesures de sûreté ;
- l'organisation de la sûreté à bord du bateau-citerne de navigation intérieure ou au terminal et au port ;
- la formation et les exercices en matière de sûreté ;
- des mesures de sûreté de base pour le fonctionnement normal et des mesures supplémentaires qui permettront au bateau-citerne de navigation intérieure et au terminal de faire évoluer le niveau de sûreté à la hausse ou à la baisse sans délai, au fur et à mesure que changent les menaces ;
- des mesures supplémentaires qui permettront au bateau-citerne de navigation intérieure et au terminal de réagir rapidement au fur et à mesure que changent les menaces, par ex. en augmentant ou en réduisant le niveau de sûreté ;
- des procédures pour l'interfaçage des activités de sûreté des bateaux-citernes maritimes et des terminaux avec celles des autorités portuaires locales, d'autres bateaux-citernes, des terminaux et des installations portuaires dans la région ainsi que des autres autorités et services locaux (par exemple la police et les garde-côtes) ;
- des dispositions pour des contrôles réguliers du plan de sécurité et pour des modifications en fonction de l'expérience ou de l'évolution du contexte ;
- des mesures visant à empêcher tout accès non autorisé au bateau-citerne de navigation intérieure et au terminal et, plus particulièrement, des mesures visant à restreindre l'accès aux zones vulnérables d'un terminal et à restreindre l'accès aux bateaux-citernes lorsqu'ils sont amarrés au terminal, y compris l'identification des personnels des bateaux-citernes et des terminaux (par ex. par des documents d'identité ou des badges d'identification) ;
- des mesures visant à empêcher que des armes, substances ou engins dangereux non autorisés destinés à être utilisés contre des personnes, des bateaux-citernes ou des terminaux puissent être embarqués à bord du bateau-citerne ou introduits dans le terminal ;
- des procédures pour faire face aux menaces ou atteinte à la sûreté, lesquelles peuvent inclure l'évacuation.

6.5 Plans de sûreté pour les bateaux-citernes de navigation intérieure

Lorsqu'ils transportent des marchandises dangereuses à haut risque, les transporteurs, les expéditeurs et les autres participants doivent adopter, mettre en œuvre et respecter un plan de sûreté fondé sur la section 1.10.3.2 de l'ADN.

6.6 Déclaration de sûreté (DoS)

Sur la base de la réglementation ISPS, une déclaration de sûreté peut être complétée par le bateau-citerne maritime et le bateau-citerne de navigation intérieure. La déclaration contient des informations détaillées sur les mesures de sûreté prises d'un commun accord. Ci-après est présenté un exemple du contenu d'une DoS :

Déclaration de sûreté Entre un bateau et un autre bateau avec lequel il a une interface	
Nom du bateau	Nom du bateau-citerne de navigation intérieure
Port/pays d'immatriculation	Port/pays d'immatriculation
Numéro d'immatriculation (par exemple OMI, ENI, VIN, etc...)	Numéro d'immatriculation (par exemple OMI, ENI, VIN, etc...)

La présente déclaration de sécurité est valable de à
pour les activités suivantes
.....selon les niveaux de sécurité suivants

Niveau(x) de sécurité pour le bateau

Niveau(x) de sécurité pour l'autre bateau

Le bateau et l'autre bateau conviennent des mesures de sécurité et des responsabilités suivantes (le cas échéant) pour assurer le respect des prescriptions de la partie A du Code international pour la sûreté des navires et des installations portuaires.

L'apposition des initiales du conducteur ou du responsable de la sécurité du bateau (SSO) sous ces colonnes indique que l'activité sera effectuée, conformément au plan approuvé correspondant, par :

Activité	Du bateau	De l'autre bateau
Vérification de l'exécution de toutes les tâches de sécurité		
Contrôle des zones restreintes pour s'assurer que seul le personnel autorisé y a accès.		
Contrôle de l'accès au bateau		
Contrôle de l'accès à l'autre bateau		
Surveillance des zones entourant le bateau		
Surveillance des zones entourant l'autre bateau		
Manutention de cargaison		
Approvisionnement du bateau		
Manutention des bagages non accompagnés		
Contrôle de l'embarquement des personnes et de leurs effets		
Garantie que les communications de sécurité sont facilement accessibles entre les bateaux		

Les signataires du présent accord certifient que les mesures et dispositions de sécurité pour les deux bateaux pendant les activités spécifiées satisfont aux dispositions du chapitre XI-2 et de la partie A du Code, lesquelles seront mises en œuvre conformément aux dispositions déjà stipulées dans leur plan approuvé ou conformément aux dispositions spécifiques convenues et énoncées dans l'annexe ci-jointe.

Date Lieu

Signé au nom et pour le compte	
Du bateau	De l'autre bateau

(Signature du conducteur ou du responsable de la sécurité du bateau)

(Signature du conducteur ou du responsable de la sécurité du bateau)

Nom et fonction de la personne signataire	
Nom	Nom
Fonction	Fonction

Coordonnées de contact	
Conducteur	Conducteur
Responsable de la sécurité	Responsable de la sécurité
Société	Société
Responsable de la sécurité de la société	Responsable de la sécurité de la société
Numéro de téléphone	Numéro de téléphone
Voies de radiocommunication	Voies de radiocommunication

PARTIE 2 : INFORMATIONS RELATIVES AU BATEAU-CITERNE

7 Systèmes de bord

Le présent chapitre décrit les principaux systèmes des bateaux-citernes qui sont utilisés durant les opérations de manutention de cargaison et de ballastage dans les ports.

7.1 Systèmes fixes de gaz inerte

Cette section décrit en termes généraux le fonctionnement d'un système fixe de gaz inerte utilisé pour maintenir une atmosphère sûre dans les citernes à cargaison d'un bateau. Il porte aussi sur les précautions à prendre pour éviter les dangers pour la santé résultant des risques associés à l'utilisation d'installations à gaz inerte (GI). Il est à noter que l'azote est généralement utilisé en tant que gaz inerte à bord des bateaux-citernes de la navigation intérieure.

Il convient de se référer le cas échéant au manuel relatif à l'exploitation du bateau-citerne ainsi qu'aux instructions et croquis de l'installation fournis par le constructeur pour plus de précisions relatives au fonctionnement d'un système particulier.

7.1.1 Généralités

Les gaz inflammables rencontrés dans les bateaux-citernes ne peuvent pas brûler dans une atmosphère contenant moins d'environ 11 % d'oxygène en volume. En conséquence, une façon d'assurer une protection contre l'incendie ou l'explosion dans le volume de phase gazeuse des citernes à cargaison est d'y maintenir un niveau d'oxygène inférieur à cette valeur. Ceci peut être réalisé par l'adjonction de gaz inerte dans chaque citerne à cargaison afin d'y réduire la teneur en air et donc la teneur en oxygène et de rendre ainsi l'atmosphère de la citerne non-inflammable.

Voir la section 1.2.3 et la Figure 1.1 pour des informations détaillées sur le GI et l'inflammabilité.

7.1.2 Sources de gaz inerte

Les sources de gaz inerte habituelles à bord des bateaux-citernes sont les suivantes :

- un générateur indépendant de gaz inerte (azote) ;
- du gaz inerte (azote) fourni par les installations de terminal ;
- du gaz inerte (azote) stocké à bord.

7.1.3 Composition et qualité du gaz inerte

Les systèmes de gaz inerte doivent être capables de fournir du gaz inerte avec une teneur en oxygène dans le gaz inerte ne dépassant pas 5 % en volume, quel que soit le débit. Les systèmes doivent également être capables de maintenir en permanence une pression positive dans les citernes à cargaison, avec une atmosphère dont la teneur en oxygène ne dépasse pas 8 % en volume, sauf lorsqu'il est nécessaire que la citerne soit exempte de gaz.

Si un générateur de gaz inerte indépendant est installé, la teneur en oxygène peut être automatiquement contrôlée dans des limites plus fines, généralement de l'ordre de 1,5 % à 2,5 % en volume.

Dans certains ports, la teneur maximale en oxygène du gaz inerte dans les citernes à cargaison peut être fixée à 5 % pour répondre à des exigences particulières de sécurité, par exemple l'utilisation d'un système de contrôle des émissions de vapeurs.

7.1.4 Méthodes de remplacement de l'atmosphère des citernes

Si l'atmosphère d'une citerne pouvait être entièrement remplacée par un volume équivalent de gaz inerte, l'atmosphère en résultant dans la citerne aurait une teneur en oxygène identique à celle du gaz inerte entrant. Dans la pratique, ceci est impossible et un volume de gaz inerte équivalent à plusieurs fois le volume de la citerne doit être introduit dans la citerne avant que le résultat voulu ne soit obtenu.

Le remplacement de l'atmosphère d'une citerne par du gaz inerte peut être réalisé par inertage ou par purge. Pour chacune de ces méthodes, un processus distinct sera prédominant, la dilution ou le déplacement.

La dilution a lieu lorsque le gaz inerte entrant se mélange avec l'atmosphère d'origine de la citerne pour former un mélange homogène dans toute la citerne, de sorte que, tant que le processus se poursuivra, la concentration du gaz d'origine diminuera progressivement. Il est important que le gaz inerte entrant ait une vitesse d'entrée suffisante pour atteindre le fond de la citerne. Pour garantir ceci, le nombre des citernes pouvant être inertées simultanément doit être limité. Lorsque cette limite n'est pas clairement stipulée dans le manuel d'exploitation, une seule citerne à la fois doit être inertée ou purgée lorsque la méthode de la dilution est utilisée.

Le déplacement repose sur le fait que le gaz inerte est un peu plus léger que le gaz d'hydrocarbures, de sorte que, tandis que le gaz inerte pénètre dans la partie supérieure de la citerne, les gaz d'hydrocarbures plus lourds s'échappent du fond par des conduites appropriées. Lorsque cette méthode est utilisée, il est important que le gaz inerte ait une vitesse très faible pour permettre l'établissement d'une interface horizontale stable entre les gaz entrants et les gaz sortants. Dans la pratique, une certaine dilution a inévitablement lieu en raison des turbulences occasionnées dans le flux de gaz inerte. Le déplacement permet généralement d'inerté ou de purger simultanément plusieurs citernes.

Quelle que soit la méthode employée et qu'il s'agisse d'inertage ou de purge, il est essentiel que les mesures de l'oxygène et des gaz soient effectuées à différentes hauteurs et positions horizontales dans la citerne pour vérifier l'efficacité de l'opération. Un mélange de gaz inerte et de gaz inflammables, lorsqu'il est ventilé et mélangé à de l'air, peut devenir inflammable. Les précautions normales de sécurité prises lorsque des gaz inflammables sont évacués d'une citerne ne doivent donc pas être assouplies.

7.1.5 Contrôle de l'atmosphère des citernes à cargaison

7.1.5.1 Opérations de gaz inerte

Les bateaux-citernes de navigation intérieure qui utilisent un système de gaz inerte doivent maintenir leurs citernes à cargaison dans un état non-inflammable à tout moment. Il en résulte que :

- les citernes doivent être maintenues dans un état inerte en permanence, sauf lorsqu'il est nécessaire qu'elles soient exemptes de gaz pour une inspection ou des travaux, cela signifie que la teneur en oxygène ne doit pas être supérieure à 8 % en volume et que l'atmosphère doit être maintenue à une pression positive ;
- l'atmosphère dans la citerne doit passer de l'état inerte à l'état exempt de gaz sans passer par l'état inflammable.

7.1.5.2 Maintenance du système de gaz inerte

Il convient de souligner que la protection fournie par un système de gaz inerte dépend du bon fonctionnement et de la maintenance de l'ensemble du système.

Il est particulièrement important de s'assurer que les dispositifs de non-retour fonctionnent correctement, en particulier les vannes de coupure et les vannes de purge, de sorte qu'il n'y ait aucune possibilité pour du gaz de produit ou des liquides de retourner dans les locaux des machines.

Pour attester que l'installation de gaz inerte est pleinement opérationnelle et en bon état de fonctionnement, un compte rendu de contrôle de l'installation à gaz inerte mentionnant aussi les anomalies et leur rectification doit être conservé à bord.

7.1.5.3 Dégradation de la qualité du gaz inerte

Le personnel des bateaux-citernes doit être attentif à une possible dégradation de la qualité du gaz inerte dans les citernes à la suite d'un fonctionnement inadéquat du système de gaz inerte. Par exemple :

- pas de compensation rapide en gaz inerte si la pression dans le système tombe en raison de changements de température pendant la nuit ;
- ouverture prolongée des orifices de la citerne pour le jaugeage, la prise d'échantillons et le sondage.

7.1.6 Application aux opérations des citernes à cargaison

Avant que le système de gaz inerte ne soit mis en service, les essais exigés par le manuel de fonctionnement ou les instructions du fabricant doivent être effectués. L'analyseur et l'enregistreur d'oxygène fixes doivent être testés et leur bon fonctionnement doit être vérifié. Les appareils portatifs de mesure de l'oxygène et des hydrocarbures doivent également être préparés et testés.

7.1.6.1 Inertage de citernes vides

Lors de l'inertage de citernes vides qui sont exemptes de gaz, par ex. après une mise en cale sèche ou après l'entrée dans une citerne, le gaz inerte doit être introduit par le système de distribution pendant que l'air de la citerne est évacué dans l'atmosphère. Cette opération doit se poursuivre jusqu'à ce que la teneur en oxygène dans la citerne ne dépasse pas 8 % en volume. Le niveau d'oxygène n'augmentera alors pas si une pression positive est maintenue en utilisant le système de gaz inerte pour introduire du gaz inerte supplémentaire si nécessaire.

Si la citerne n'est pas exempte de gaz, les précautions contre l'électricité statique figurant à la section 7.1.6.8 doivent être prises jusqu'à ce que la teneur en oxygène de la citerne ait été réduite à 8 % en volume.

Une fois que toutes les citernes sont inertes, elles doivent demeurer reliées à l'alimentation en gaz inerte et le système doit être pressurisé avec une pression positive minimale. Si des citernes individuelles doivent être séparées d'une conduite commune (par exemple pour préserver l'intégrité du produit), des moyens alternatifs doivent être mis en place pour maintenir la couverture de gaz inerte dans les citernes dissociées.

7.1.6.2 Chargement de cargaison ou de ballast dans des citernes inertées

Lors des opérations de chargement ou de ballastage, l'installation à gaz inerte, le cas échéant, doit être arrêtée et les citernes aérées par le système d'aération approprié. Après le chargement ou le ballastage et lorsque tous les jaugeages de la cargaison sont terminés, les citernes doivent être fermées et le système de gaz inerte ensuite redémarré et remis sous pression. Le système doit ensuite être arrêté et toutes les vannes d'isolement de sécurité doivent être verrouillées.

Les réglementations locales sont susceptibles d'interdire l'aération après un déchargement.

7.1.6.3 Opérations simultanées de cargaison et/ou de ballastage

Dans le cas de chargements et de déchargements simultanés impliquant des cargaisons et / ou du ballast, l'évacuation dans l'atmosphère doit être limitée, voire évitée. En fonction des débits relatifs de pompage, la pression dans les citernes peut être augmentée ou un vide peut se créer et il peut s'avérer nécessaire d'ajuster le débit de gaz inerte pour maintenir la pression de la citerne dans les limites normales.

Une attention particulière doit être accordée à l'impact potentiel des effets de carène liquide au moment d'entreprendre des opérations de ballastage durant le chargement ou le déchargement (voir la section 11.2.2).

7.1.6.4 Équilibrage de la vapeur

L'équilibrage de la vapeur est utilisé pour éviter la libération de tout gaz dans l'atmosphère par les événements et pour minimiser l'utilisation des systèmes de gaz inerte lors du transfert de cargaison d'un bateau-citerne à un autre. Il convient de suivre au minimum les recommandations suivantes :

Avant de commencer le transfert de la cargaison :

- l'équipement doit être prévu au moins à bord de l'un des bateaux-citernes pour permettre la surveillance de la teneur en oxygène du flux de vapeur ;
- la teneur en oxygène du volume de phase gazeuse de chaque citerne doit être vérifiée pour confirmer qu'elle est inférieure à 8 % en volume ;

Pendant le transfert de cargaison :

- le système de gaz inerte du bateau-citerne qui procède au déchargement, le cas échéant, doit être maintenu opérationnel et en veille ;

- la pression des citernes à cargaison des deux bateaux-citernes doit être surveillée et chaque bateau-citerne doit être informé régulièrement de la pression à bord de l'autre bateau ;
- la pénétration d'air dans les citernes à cargaison du bateau-citerne qui procède au déchargement ne doit pas être permise ;
- les opérations de transfert doivent être suspendues si la teneur en oxygène du flux de vapeur est supérieure à 8 % en volume et doivent uniquement reprendre une fois que la teneur en oxygène a été réduite à 8 % ou moins du volume ;
- le taux de transfert de la cargaison ne doit pas dépasser le taux pour lequel est conçu le système d'équilibrage de vapeur.

7.1.6.5 Traversée en charge

Une pression positive de gaz inerte doit être maintenue dans le creux à tout moment durant la traversée en charge pour empêcher une possible pénétration d'air (voir la section 7.1.5.3). Si la pression tombe en dessous du niveau de basse pression en place ou du niveau d'alerte, il sera nécessaire de commencer l'alimentation en gaz inerte pour rétablir une pression appropriée dans le système.

La perte de pression est normalement liée à des fuites provenant des ouvertures des citernes et à une baisse de la température de l'air et de l'eau. Dans ces derniers cas, il est d'autant plus important de s'assurer que les citernes sont étanches au gaz. Les fuites de gaz sont généralement faciles à détecter par le bruit qu'elles produisent et tous les efforts doivent être déployés pour éliminer les fuites aux orifices des citernes, trappe de creux, ouvertures pour les machines de lavage des citernes, soupapes, etc.

Les fuites qui ne peuvent pas être éliminées doivent être marquées et enregistrées, en fonction de la toxicité ou des risques créés, pour qu'elles soient étanchéifiées lors du prochain passage de ballast ou à une autre occasion appropriée.

Certains produits pétroliers, principalement le kérosène de turbines d'aviation et le carburant diesel, peuvent absorber de l'oxygène durant le processus de raffinage et de stockage. Cet oxygène peut être libéré plus tard dans une atmosphère pauvre en oxygène, tel que le creux d'une citerne à cargaison inertée. Bien que l'incidence enregistrée de la libération d'oxygène soit faible, les niveaux d'oxygène des citernes à cargaison doivent être surveillés afin que les précautions nécessaires puissent être prises avant le début du déchargement.

7.1.6.6 Déchargement de cargaison de citernes inertées

L'alimentation en gaz inerte doit être maintenue tout au long des opérations de déchargement de la cargaison pour empêcher la pénétration d'air dans les citernes. Si une pression positive satisfaisante de gaz inerte peut être maintenue de manière sûre sans alimentation continue en gaz inerte, il est acceptable de recirculer ou d'arrêter l'apport de gaz inerte sous réserve que l'installation à gaz inerte demeure prête à fonctionner.

Tout au long du déchargement de la cargaison, la teneur en oxygène de l'approvisionnement en gaz inerte doit être surveillée attentivement. En outre, à la fois la teneur en oxygène et la pression du gaz inerte doivent être surveillées durant le déchargement. Pour les mesures à prendre en cas de défaillance de l'installation à gaz inerte pendant le déchargement de citernes inertées, voir la section 7.1.12.

Si le sondage manuel d'une citerne est nécessaire, la pression peut être réduite pendant que les trappes de sondage sont ouvertes, mais il convient de veiller à ne pas laisser se développer un vide, car cela provoquerait l'aspiration d'air dans la citerne. Pour éviter cela, il peut être nécessaire de réduire le taux de pompage de la cargaison. Le déchargement doit être interrompu immédiatement s'il existe un risque de dépression dans les citernes.

7.1.6.7 Manutention de ballast

Lors de la manutention de ballast, les citernes à cargaison autres que celles devant être exemptes de gaz doivent rester en l'état inerte et sous pression positive pour empêcher la pénétration d'air. Dès que la pression tombe jusqu'au niveau de l'alarme de basse pression, l'installation à gaz inerte doit être redémarrée pour rétablir la pression, une attention particulière devant être accordée à la teneur en oxygène du gaz inerte fourni.

7.1.6.8 Précautions concernant l'électricité statique

En fonctionnement normal, la présence de gaz inerte empêche la formation de mélanges de gaz inflammables à l'intérieur des citernes à cargaison. Des risques dus à l'électricité statique peuvent néanmoins se présenter, surtout en cas de défaillance du système de gaz inerte. Pour éviter ces risques, les procédures suivantes sont recommandées :

- Si l'installation à gaz inerte tombe en panne durant le déchargement, les opérations doivent être suspendues (voir la section 7.1.12). Si de l'air a pénétré dans la citerne, aucun matériel de sondage, de jaugeage par le creux, de prise d'échantillon ni d'autres équipements ne doit être introduit dans la citerne durant 30 minutes au moins à compter de la fin de l'alimentation en gaz inerte. Après cette période, le matériel peut être introduit à condition que tous les composants métalliques soient solidement mis à la masse. Cette exigence de mise à la masse doit être appliquée jusqu'à la fin d'une période de cinq heures à compter de la fin de l'alimentation en gaz inerte.
- Si un nouvel inertage d'une citerne est nécessaire suite à une panne et à la réparation du système de gaz inerte ou durant l'inertage initial d'une citerne non exempte de gaz, aucun matériel de sondage, jaugeage par le creux, prise d'échantillon ni d'autres équipements ne doivent être introduits dans la citerne jusqu'à ce que la citerne soit à l'état inerte et que ceci soit confirmé par la surveillance des gaz aux événements de la citerne inertée. Cependant, s'il s'avère nécessaire d'introduire un système de prélèvement de gaz dans la citerne pour déterminer son état, au moins 30 minutes doivent s'être écoulées après l'arrêt de l'alimentation en gaz inerte, avant que ne soit inséré le système de prélèvement. La continuité électrique et la mise à la masse adéquate doivent être assurées pour les composants métalliques du système de prise d'échantillons (voir le chapitre 3 et la section 11.8).

7.1.6.9 Lavage de citernes

Avant qu'une citerne ne soit lavée, la teneur en oxygène doit être déterminée à la fois à un point situé à un mètre au-dessous du pont et au niveau intermédiaire du creux. Aucun de ces endroits ne doit présenter une teneur en oxygène supérieure à 8 % en volume. La teneur en oxygène et la pression du gaz inerte injecté au cours du processus de lavage doivent être surveillées.

Si, durant le lavage, la teneur en oxygène dans la citerne est supérieure à 8 % en volume ou si la pression de l'atmosphère dans la citerne n'est plus positive, le lavage doit être arrêté jusqu'à ce que des conditions satisfaisantes soient rétablies (voir également la section 7.1.12).

7.1.6.10 Purge

Lorsqu'il est nécessaire de dégazer une citerne après le lavage, la citerne doit préalablement être purgée avec du gaz inerte afin de réduire la teneur en hydrocarbures à 2 % en volume ou moins. Il s'agit de garantir que, pendant l'opération de dégazage, aucune partie de l'atmosphère de la citerne n'atteindra la zone d'inflammabilité.

La teneur en hydrocarbures doit être mesurée avec un appareil de mesure approprié destiné à déterminer le pourcentage de gaz inflammable dans une atmosphère pauvre en oxygène. Le détecteur de gaz inflammables habituel n'est pas adapté à cette fin (voir la section 2.4).

Si la méthode de purge par dilution est utilisée, le système de gaz inerte doit être réglé sur sa capacité maximale afin de provoquer autant de turbulences que possible dans la citerne. Si la méthode du déplacement est utilisée, la vitesse d'arrivée du gaz doit être inférieure pour éviter tout excès de turbulences (voir la section 7.1.4).

7.1.6.11 Dégazage

Avant de commencer à dégazer, la citerne doit être isolée des autres citernes. Si des ventilateurs fixes reliés au réseau de conduites de cargaison sont utilisés pour introduire de l'air dans la citerne, l'entrée du gaz inerte doit être isolée. Si le ventilateur du système de gaz inerte est utilisé pour aspirer de l'air dans la citerne, à la fois le tuyau de retour à la source du gaz inerte et le tuyau d'arrivée du gaz inerte de chaque citerne maintenue inerte doivent être isolés.

7.1.6.12 Préparation de l'entrée dans la citerne

Pour des conseils généraux relatifs à la pénétration dans des espaces confinés, voir le chapitre 10.

7.1.7 Précautions à prendre pour éviter les risques de santé

7.1.7.1 Gaz inerte sur le pont

Dans certaines conditions, le vent peut pousser les gaz évacués vers le bas jusqu'au pont, même en présence d'évents spécialement conçus. En outre, si les gaz sont évacués à partir d'un orifice peu élevé tel que des trappes à cargaison, des orifices de jaugeage ou d'autres orifices de la citerne, les zones environnantes peuvent contenir des concentrations de gaz nuisibles et peuvent également être pauvres en oxygène. Dans de tels cas, tous les travaux non essentiels doivent être interrompus. Seul le personnel indispensable doit rester sur le pont en prenant toutes les précautions nécessaires.

Si la précédente cargaison contenait du sulfure hydrogène, des tests doivent être effectués pour le gaz. Si un niveau supérieur à 5 ppm est détecté, personne ne doit être autorisé à travailler sur le pont à moins de porter une protection respiratoire appropriée (voir les sections 2.3.6 et 11.1.9). Toutefois, les réglementations nationales et internationales peuvent être plus restrictives en ce qui concerne le niveau détecté et les mesures à prendre.

7.1.7.2 Jaugeage par le creux et inspection des citernes par les trappes à cargaison

La faible teneur en oxygène du gaz inerte peut provoquer une asphyxie rapide. Il convient par conséquent de veiller à ne pas se tenir dans la trajectoire du gaz évacué (voir la section 11.8.3).

7.1.7.3 Entrée dans les citernes à cargaison

L'entrée dans les citernes à cargaison ne doit être autorisée qu'après que celles-ci aient été dégazées comme indiqué aux sections 7.1.6.10 et 7.1.6.11. Les précautions de sécurité énoncées au chapitre 10 doivent être observées et le port d'un avertisseur individuel de manque d'oxygène doit être envisagé. Si les niveaux d'hydrocarbures et d'oxygène spécifiés à la section 10.3 ne peuvent pas être atteints, l'entrée ne doit être autorisée que dans des circonstances exceptionnelles et en l'absence de toute alternative possible. Une évaluation exhaustive des risques doit être effectuée et des mesures appropriées pour limiter les risques doivent être prises. Dans de telles circonstances, le personnel doit au moins porter des appareils respiratoires (voir la section 10.7).

Les citernes à cargaison et de ballastage sous gaz inerte doivent être identifiées par des panneaux d'avertissement placés à côté des trappes des citernes. Exemples de panneaux d'avertissement :



Figure 7.1 : Exemples de panneaux d'avertissement

7.1.7.4 Sans objet

7.1.8 Protection des citernes à cargaison contre la surpression/dépression

Des incidents graves se sont produits à bord de bateaux-citernes parce que des citernes à cargaison étaient soumises à des pressions ou dépressions excessives. Il est essentiel de vérifier les systèmes de ventilation pour s'assurer qu'ils sont correctement réglés pour l'action envisagée. Une fois les opérations commencées, des vérifications supplémentaires doivent être effectuées pour détecter d'éventuelles anomalies telles que des bruits inhabituels provoqués par de la vapeur s'échappant sous pression ou des clapets de surpression et de dépression soulevés (Voir la section 7.2.2 pour des informations détaillées concernant les causes probables de la sur- ou sous-pressurisation d'une citerne et pour les précautions à prendre afin de les éviter).

Des procédures d'exploitation claires et sans équivoque pour la bonne gestion et le contrôle du système d'aération doivent être mises à la disposition du personnel du bateau-citerne et le personnel doit avoir une parfaite connaissance des capacités du système.

7.1.8.1 Sans objet

7.1.8.2 Soupapes de pression et de dépression

Elles sont conçues pour permettre la circulation des faibles volumes d'atmosphère de la citerne résultant des variations thermiques à l'intérieur de la citerne à cargaison. Le bon état des soupapes de pression et de dépression doit être assuré par des contrôles et nettoyages réguliers.

7.1.8.3 Pression de plein débit / Dispositions pour la remise sous pression

Dans les systèmes de gaz inerte équipés de soupapes d'isolement des citernes, une protection secondaire contre la sur- et sous-pressurisation des citernes à cargaison peut être apportée par l'utilisation de soupapes de dégagement à grande vitesse et de soupapes de remise sous pression en tant que dispositif de protection du plein débit. Si tel est le cas, il convient de veiller à ce que les soupapes fonctionnent conformément aux réglages prévus pour la pression et la dépression. Des procédures de maintenance doivent être établies pour l'entretien et les essais de ces dispositifs de sécurité. Voir la section 7.2.1 pour plus de précisions.

7.1.8.4 Surveillance individuelle de la pression d'une citerne et systèmes d'alarme

Avec les systèmes de gaz inerte équipés de soupapes d'isolement, l'indication d'une possible sur- et sous-pressurisation de la citerne est assurée au moyen de capteurs individuels de la pression d'une citerne, lesquels sont reliés à un système d'alarme. Lorsque de tels systèmes sont utilisés, des procédures de maintenance doivent être établies pour l'entretien et les essais de ces capteurs et pour confirmer qu'ils fournissent des résultats exacts.

7.1.9 Sans objet

7.1.10 Sans objet

7.1.11 Précautions par temps froid pour les systèmes de gaz inerte

Le système de gaz inerte peut présenter des défauts de fonctionnement lorsqu'il est utilisé durant une période de grand froid.

7.1.11.1 Condensation dans les tuyaux de gaz inerte

Le système de tuyauterie doit être conçu pour empêcher l'accumulation de cargaison ou d'eau dans les tuyaux dans des conditions normales. Toutefois, dans des conditions de froid extrême, l'eau résiduelle dans le gaz inerte est susceptible de geler dans le tuyau de gaz inerte. Les usagers doivent en être conscients et doivent par conséquent faire fonctionner le système de manière à limiter autant que possible la présence d'eau résiduelle et en surveillant étroitement le fonctionnement du système.

7.1.11.2 Commandes pneumatiques

Les soupapes à commande pneumatique montées sur le système de gaz inerte à l'extérieur de la salle des machines sont susceptibles de ne pas fonctionner correctement lorsqu'elles sont exposées à des températures ambiantes extrêmement basses et que le système de commande pneumatique présente une teneur élevée en vapeur d'eau.

Les séparateurs d'eau dans les systèmes de commande pneumatique doivent être vidés fréquemment et le bon fonctionnement des dispositifs d'assèchement des commandes pneumatiques doit être vérifié régulièrement.

7.1.11.3 Dispositifs de sécurité

Par temps extrêmement froid, de la glace peut empêcher le fonctionnement des soupapes de pression / dépression et peut bloquer les pare-flammes sur les soupapes de pression / dépression et les colonnes montantes.

7.1.11.4 Sans objet

7.1.12 Défaillance du système de gaz inerte

Chaque bateau-citerne équipé d'un système de gaz inerte doit disposer de manuels d'instructions détaillés. Ceux-ci doivent couvrir le fonctionnement, la sécurité, les exigences d'entretien et les risques professionnels de santé liés au système installé et à son utilisation avec le système de citernes à cargaison. Le manuel doit inclure des directives sur les procédures à suivre en cas de panne ou de défaillance du système de gaz inerte.

7.1.12.1 Mesures à prendre en cas de défaillance du système de gaz inerte

Si le système de gaz inerte ne fournit pas la qualité ou la quantité requise de gaz inerte, ou s'il ne maintient pas une pression positive dans les citernes à cargaison, des mesures doivent être prises immédiatement pour éviter toute aspiration d'air dans les citernes. Tout déchargement de cargaison et / ou de ballast depuis les citernes inertées doit être interrompu, la vanne d'isolement au gaz inerte sur le pont doit être fermée, la soupape de dégagement entre celle-ci et la vanne de régulation de la pression du gaz (le cas échéant) doit être ouverte et des mesures doivent être prises immédiatement pour réparer le système de gaz inerte.

En cas de défaillance du système de gaz inerte, les réglementations nationales et locales sont susceptibles d'exiger l'information de l'autorité portuaire, de l'exploitant du terminal et des administrations du port et de l'État du pavillon.

La section 11.1.7 fournit des indications sur les précautions particulières à prendre en cas de panne du système de gaz inerte lors du chargement d'hydrocarbures accumulateurs de charge électrostatique dans des citernes à cargaison inertées.

7.1.12.2 Sans objet**7.1.12.3 Mesures de suivi à bord de bateaux-citernes possédant des citernes à revêtement**

Les citernes à cargaison des bateaux-citernes sont généralement pourvues d'un revêtement qui empêche la formation de pyrophores. S'il est jugé totalement impossible de réparer le système de gaz inerte, le déchargement peut par conséquent reprendre avec l'accord écrit de toutes les parties concernées, sous réserve qu'une source externe de gaz inerte soit disponible ou que des procédures détaillées soient établies pour assurer la sécurité des opérations. Les précautions suivantes doivent être prises :

- Le manuel visé au point 7.1.12 ci-dessus doit être consulté.
- Des dispositifs destinés à empêcher le passage des flammes ou des pare-flammes (le cas échéant) doivent être en place et doivent avoir été contrôlés pour s'assurer qu'ils sont dans un état satisfaisant.
- Il convient de veiller à ce que la quantité de gaz inerte fournie est équilibrée par rapport au débit de déchargement. Dans tous les cas, la pression positive à l'intérieur des citernes à cargaison doit être soigneusement régulée et surveillée pour empêcher l'ouverture potentielle de soupapes de pression / dépression en raison d'une surpression ou dépression.
- La chute libre d'eau ou de résidus est interdite.
- Aucun équipement pour le sondage, le jaugeage par le creux, la prise d'échantillons ni d'autres équipements ne doivent être introduits dans la citerne à moins que ceci soit indispensable pour la sécurité opérationnelle. S'il est nécessaire d'introduire un tel équipement dans la citerne, il convient d'attendre au moins 30 minutes à compter de la fin de l'alimentation en gaz inerte. (voir la section 7.1.6.8 pour les précautions relatives à l'électricité statique en liaison avec le gaz inerte et la section 11.8 pour les précautions relatives à l'électricité statique en liaison avec le sondage, le jaugeage par le creux et la prise d'échantillons.)
- Tout élément métallique de tout équipement devant être introduit dans la citerne doit être mis à la masse de manière sûre. Cette restriction doit être observée durant une période d'au moins cinq heures à compter de la fin de la procédure d'alimentation en gaz inerte.

7.1.13 Réparation de l'installation à gaz inerte

Étant donné que le gaz inerte provoque l'asphyxie, il convient d'éviter absolument que du gaz inerte qui s'échappe ne pénètre dans un espace confiné ou partiellement clos.

Avant d'ouvrir le système de GI, il convient si possible de libérer le gaz qu'il contient et tout espace confiné dans lequel le système est ouvert doit être aéré pour éviter tout risque de carence en oxygène.

Une ventilation positive continue doit être maintenue avant et durant les travaux.

7.2 Systèmes de ventilation**7.2.1 Généralités**

Il est important que les systèmes de ventilation soient exploités conformément à l'usage pour lequel ils ont été conçus et qu'ils soient correctement entretenus.

Pour favoriser la dilution de vapeurs inflammables dans l'atmosphère loin du pont du bateau-citerne, les systèmes de ventilation permettent aux vapeurs d'être libérées :

- à faible vitesse, nettement au-dessus du pont, au moyen d'une colonne de ventilation, le cas échéant ;
- à grande vitesse, à partir d'une soupape de dégagement à grande vitesse plus proche du pont.

Les événements sont situés en des endroits sélectionnés pour éviter l'accumulation d'une atmosphère inflammable sur le pont-citerne ou sur la superstructure de logements ou de salle des machines (voir la section 2.5.4).

Le personnel du bateau-citerne doit être parfaitement familiarisé avec le fonctionnement et l'entretien de tous les éléments du système de ventilation et doit être conscient de ses limites afin d'éviter la surpression ou la dépression des citernes reliées au système (voir la section 7.2.2 ci-dessous).

7.2.2 Surpression et dépression

7.2.2.1 Généralités

La surpression de citernes à cargaison et de ballastage est due à la compression du creux résultant d'une libération inappropriée de vapeur ou à un remplissage excessif de la citerne. La dépression peut être provoquée si la pénétration de gaz inerte ou d'air dans la citerne est empêchée pendant que du liquide est déchargé. La surpression ou dépression qui en résulte dans la citerne peut provoquer de graves déformations ou une défaillance catastrophique de la structure de la citerne et de ses cloisons périphériques. Cela peut considérablement affecter l'intégrité structurelle du bateau-citerne et peut provoquer un incendie, une explosion et une pollution (voir la section 7.1.8).

Pour éviter la surpression et la dépression des citernes, il est fortement recommandé aux propriétaires / exploitants d'envisager l'installation des dispositifs de protection suivants :

- capteurs de pression individuels avec une alarme pour chaque citerne ;
 - dispositifs individuels de pressurisation / dépressurisation à plein débit pour chaque citerne.
-

7.2.2.2 Surpression des citernes - Causes

La surpression se produit généralement durant le ballastage, le chargement ou le transfert interne de cargaison ou de ballast. Elle peut être causée par l'un des facteurs suivants :

- remplissage excessif de la citerne avec du liquide ;
- mauvais réglage de la soupape d'isolement de vapeur ou de gaz inerte de la citerne par rapport au tuyau de vapeur ou de gaz inerte ;
- défaillance d'une soupape d'isolement du tuyau de vapeur ou de gaz inerte ;
- défaillance ou grippage de la soupape d'aération ou de la soupape de dégagement à grande vitesse ;
- pare-flamme bloqué ;
- chargement ou ballastage de la citerne à un débit supérieur à la capacité maximale de ventilation (Voir la section 7.3.3.1) ;
- formation de glace sur les événements, ou gel des soupapes de pression / dépression ou des soupapes de dégagement à grande vitesse ou présence de glace sur la surface du ballast (voir la section 7.1.11.3) ;
- obstacles dans les tuyaux de vapeur dus à la présence de cire, de résidus ou de dépôts.

7.2.2.3 Surpression des citernes - Précautions et mesures correctives

La principale mesure de prévention contre la surpression dans une citerne est l'observation des procédures de fonctionnement. Celles-ci doivent inclure :

- à bord des bateaux-citernes dépourvus de système de gaz inerte, une procédure pour contrôler le réglage des soupapes d'isolement sur les tuyaux de vapeur. La procédure doit inclure des méthodes d'enregistrement de la position actuelle des soupapes d'isolement et des méthodes destinées à empêcher toute manipulation incorrecte ou accidentelle de ces soupapes ;

- à bord des bateaux-citernes équipés de systèmes de gaz inerte avec des vannes d'isolement montées sur le tuyau de jonction avec chaque citerne, il est recommandé que ces vannes soient protégées par des « dispositions pour le verrouillage sous le contrôle de la personne responsable ». Ceci doit être interprété comme signifiant que les soupapes doivent être verrouillées pour empêcher toute possibilité de modification du réglage de la vanne et que seule la personne responsable pour fournir les moyens de déverrouiller le système de verrouillage de la vanne ;
- une méthode d'enregistrement de l'état de toutes les vannes du système de cargaison, afin d'empêcher qu'elles soient actionnées de manière incorrecte ou accidentelle ;
- un système de réglage des vannes dans la position appropriée pour le fonctionnement et surveillant la conservation du réglage approprié ;
- une limitation à du personnel autorisé pour l'actionnement des vannes ;
- un processus d'entretien régulier, des essais pré-opérationnels et une sensibilisation de l'opérateur concernant les vannes d'isolement, des soupapes de surpression / dépression ou les soupapes de dégagement à grande vitesse peuvent contribuer à prévenir les défaillances durant le fonctionnement.

Pour assurer la protection contre la surpression due à un remplissage trop rapide des citernes, tous les bateaux-citernes doivent fixer individuellement pour chaque citerne un débit maximum de remplissage et ces débits doivent pouvoir être consultés par le personnel (voir aussi la section 7.3.3). Les événements des citernes doivent être vérifiés pour s'assurer qu'ils sont dégagés lorsque l'opération débute. Si les conditions météorologiques impliquent un risque de gel, ils doivent être inspectés à intervalles réguliers tout au long de l'opération.

Lorsque la surpression d'une ou de plusieurs citernes est suspectée, la situation exige des mesures correctives appropriées. Le chargement de liquide doit être interrompu immédiatement.

7.2.2.4 Dépression des citernes - Causes

Les causes de la dépression sont similaires à celles de la surpression :

- mauvais réglage de la soupape d'isolement de la citerne par rapport au tuyau de vapeur ou de gaz inerte ;
- défaillance d'une vanne d'isolement sur le tuyau de vapeur ou de gaz inerte ;
- défaillance d'une des vannes d'alimentation en gaz inerte ;
- pare-flamme bloqué sur le tuyau d'admission de vapeur ;
- formation de glace sur les événements des citernes de ballastage dans des conditions météorologiques froides ;
- déchargement ou déballastage de la citerne à un débit supérieur à la capacité maximale de ventilation (voir la section 7.3.3.1).

7.2.2.5 Dépression des citernes - Précautions et mesures correctives

Les précautions pour prévenir la dépression sont les mêmes que celles relatives à la surpression (voir la section 7.2.2.3).

Lorsque la dépression d'une ou de plusieurs citernes est suspectée, la situation exige des mesures correctives. Le déchargement de liquide doit être interrompu immédiatement.

Les méthodes pour réduire un vide partiel dans une citerne sont soit d'augmenter le niveau de liquide dans la citerne en déversant ou pompant de la cargaison ou du ballast dans la citerne concernée à partir d'une autre citerne, ou d'alimenter le creux de la citerne en gaz inerte ou en air.

Précautions

À bord d'un bateau-citerne équipé d'un système de gaz inerte, la qualité du gaz inerte peut être affectée par la pénétration d'air à travers les joints des orifices d'accès dans la citerne.

L'admission de gaz inerte à une grande vitesse afin de rétablir une pression positive dans la citerne peut entraîner un risque d'électricité statique.

Les précautions énoncées à la section 11.8.3 doivent être respectées lors de mesures et prises d'échantillons.

À bord d'un bateau-citerne dépourvu de système de gaz inerte, de sorte qu'il n'est pas possible de réduire un vide partiel en augmentant le niveau du liquide, des précautions doivent être prises pour garantir que l'air aspiré dans la citerne n'entraîne pas de corps étrangers présentant un risque d'inflammation, par ex. de la rouille.

7.3 Cargaison et systèmes de ballastage

La présente section décrit les tuyaux et pompes utilisés pour le chargement et le déchargement de cargaison et de ballast. Aux fins du présent Guide, une installation de chauffage de la cargaison, si elle est présente, est considérée comme faisant partie du système de cargaison.

Le système de cargaison étant l'un des principaux emplacements où peuvent se produire des fuites de cargaison, il convient de veiller à ne pas trop pressuriser les différentes parties du système et à ne pas les soumettre brutalement à des charges.

Les systèmes de cargaison et de ballastage doivent être actionnés uniquement par du personnel familiarisé avec le fonctionnement correct des pompes et des systèmes connexes, tel que décrit dans le manuel d'utilisation.

7.3.1 Manuel d'utilisation

Le personnel du bateau-citerne doit avoir accès à des croquis et informations actualisés relatifs aux systèmes de cargaison et de ballastage et doit disposer d'un manuel d'utilisation décrivant la façon dont les systèmes doivent être utilisés.

7.3.2 Intégrité du système de cargaison et de ballastage

Les systèmes de cargaison et de ballastage sont soumis à de nombreux facteurs susceptibles de provoquer une défaillance entraînant une perte du contenu des citernes. Ces facteurs sont les suivants :

- les turbulences dans le flux, résultant d'une mauvaise conception des tuyauteries ou de débits excessifs, ainsi que l'abrasion due aux particules solides charriées par la cargaison ou le ballast, peuvent provoquer une usure locale et une abrasion dans les tuyauteries ;
- les principaux tuyaux avant et arrière sont généralement situés au bas des citernes et sur le pont principal, où les effets de soulèvement, d'affaissement et les mouvements de roulis d'un bateau-citerne sur une voie de navigation maritime sont les plus prononcés. Ces mouvements peuvent occasionner des dommages aux raccordements des tuyaux et aux traversées de cloison ainsi que des dommages externes locaux aux supports de tuyauteries ;
- la manutention de cargaisons pour lesquelles le système n'a pas été conçu. Il convient de veiller à ne pas endommager les joints des soupapes de cargaison et les joints de la pompe qui ne sont pas adaptés aux cargaisons agressives ;
- la corrosion due à l'oxydation (rouille) lorsque les systèmes de tuyauteries sont utilisés à la fois pour l'eau et les produits pétroliers.

La corrosion est le plus fréquemment rencontrée aux endroits où les revêtements internes sont abîmés et cette corrosion est concentrée sur une petite zone. Cette corrosion localisée peut être accélérée si de l'eau stagnante est laissée dans les tuyaux avec des produits soufrés provenant de la cargaison, ou si des piles de corrosion électrolytique sont créées parce que des connexions de tuyauteries ne sont pas correctement raccordées.

En général, la présence d'un vice caché dans le système de cargaison se révèle lorsque le système est mis sous pression durant l'opération de déchargement. Il est de bonne pratique de pressuriser périodiquement les tuyauteries à cargaison pour les tester, en fonction des transports effectués par le bateau-citerne. Bien que ces essais de pression puissent fournir une indication sur l'état du système au moment du test, ils ne doivent pas se substituer aux contrôles extérieurs réguliers du réseau de tuyauteries et aux contrôles périodiques internes, notamment aux points sensibles connus, tels que les coudes dans le système de déchargement par pompage et les raccordements de tubulures.

En général, la présence d'un vice caché dans le système de ballastage se révélera lors de l'utilisation du système pour une opération de déballastage. L'incapacité à décharger ou vidanger entièrement des citernes de ballast peut provoquer des problèmes de stabilité à bord des bateaux-citernes à double-fond ou à double coque et, dans certains cas, ceci peut avoir pour conséquence une surcharge du bateau-citerne. Lorsqu'une seule pompe de ballastage est installée, les procédures de la société doivent prévoir l'utilisation d'autres moyens de ballastage/déballastage.

7.3.3 Débits de chargement

Les conducteurs de bateaux-citernes doivent disposer d'informations relatives au débit de chargement maximal admissible pour chaque citerne à cargaison et de ballastage, dès lors que les citernes ont un système combiné de ventilation, pour chaque groupe de cargaison ou de citernes de ballastage. Cette exigence vise à assurer que les citernes ne subissent pas de pression ou dépression en raison d'un dépassement de la capacité du système de ventilation, y compris les éventuels dispositifs secondaires de ventilation.

D'autres aspects doivent également être pris en compte pour déterminer les débits de chargement maximum pour les bateaux-citernes transportant des produits pétroliers. Les précautions à prendre contre les dangers de l'électricité statique et de l'usure des tuyauteries figurent à la section 7.3.3.2.

7.3.3.1 Dispositions relatives à la ventilation

La capacité de ventilation est basée sur le volume maximum de la cargaison pénétrant dans une citerne, avec en plus une marge d'environ 25 % pour tenir compte de l'évolution du gaz (production de vapeur).

Lors du chargement de cargaisons ayant une pression de vapeur très élevée, le dégagement de gaz peut être excessif et la marge de 25 % peut se révéler insuffisante. Les interventions possibles pour garantir que la capacité du système de ventilation n'est pas dépassée incluent une surveillance étroite des pressions dans la conduite de vapeur à bord des bateaux-citernes inertés et la limitation du débit de chargement des bateaux-citernes non inertés durant toute la période de chargement. Il convient de noter que la production de vapeur augmente lorsque le niveau du liquide dans la citerne dépasse 80 %. À bord des bateaux-citernes inertés, une attention particulière doit être accordée à la surveillance des pressions du système de gaz inerte, notamment lors du chargement progressif à la fin des opérations de chargement.

Lors du calcul des débits de chargement, une vitesse maximale dans le tuyau de ventilation de 36 m/sec doit être retenue. Ce débit doit être calculé pour chaque diamètre de tuyau utilisé. Les débits volumiques peuvent être cumulés lorsqu'une colonne de ventilation commune est utilisée, mais le débit maximal ne doit être dépassé dans aucune partie du système.

7.3.3.2 Débits dans les tuyaux de chargement

Selon les produits transportés par le bateau-citerne, plusieurs débits de chargement doivent être déterminés pour chaque citerne à cargaison. Ces débits de chargement seront fonction du débit maximal dans les tuyaux de cargaison pour les différentes cargaisons et opérations de chargement. En général, les débits suivants devront être calculés pour chaque section du système de cargaison :

- Un débit de chargement basé sur une vitesse linéaire de 1 m/sec à l'entrée de la citerne pour le débit de chargement initial de cargaisons accumulatrices de charges électrostatiques dans des citernes non-inertées ;
- Un débit de chargement basé sur une vitesse linéaire de 7 m/sec pour le chargement en vrac de cargaisons accumulatrices de charges électrostatiques dans des citernes non-inertées ;
- Un débit de chargement basé sur une vitesse linéaire de 12 m/sec pour le chargement de cargaisons non-accumulatrices de charge électrostatique ainsi que pour le chargement de cargaisons accumulatrices d'électricité statique dans des citernes inertées. Cette vitesse mentionnée uniquement à titre indicatif est généralement considérée comme un débit au-delà duquel une érosion peut se produire aux raccords et coudes des tuyaux.

Si plusieurs citernes sont chargées par l'intermédiaire d'un collecteur, le débit de chargement maximal peut être déterminé sur la base du débit à travers le collecteur ou les tuyaux de déversement. Pour cette raison, il est important de vérifier régulièrement le nombre de vannes de citernes à cargaison ouvertes simultanément et de déterminer le débit de chargement approprié pour l'opération de chargement concernée.

7.3.3.3 Vitesse d'élévation du liquide dans la citerne

Les petites citernes sont susceptibles de comporter des soupapes de remplissage ou d'aspiration plus grandes que nécessaire par rapport à leurs dimensions, ceci afin de permettre certaines opérations. Dans de tels cas, les facteurs limitatifs du débit de ventilation et du débit de liquide dans le tuyau sont susceptibles de ne pas convenir pour évaluer un débit de chargement maximal. Il est alors nécessaire de prendre en compte aussi la vitesse d'élévation du liquide dans la citerne afin d'éviter un remplissage excessif.

Afin de contrôler la vitesse d'élévation du liquide dans les citernes à cargaison, il peut être approprié de fixer le débit de chargement de manière à limiter la vitesse d'élévation du liquide dans une citerne à cargaison.

7.3.3.4 Débit de chargement pour les citernes de ballastage

Les débits de chargement pour les citernes de ballastage doivent être déterminés de la même manière que pour les citernes à cargaison, en tenant compte des dimensions des orifices de ventilation et en retenant une vitesse de ventilation de 36 m/sec. Les débits de remplissage des liquides peuvent être calculés sur la base d'une vitesse linéaire dans le tuyau de 12 m/sec, une vitesse similaire d'élévation du liquide similaire à celle indiquée à la section 7.3.3.3 devant également être retenue dans la mesure du possible.

7.3.4 Surveillance d'espaces vides et de ballastage

Les espaces vides et de ballastage situés dans le bloc des citernes à cargaison doivent être contrôlés régulièrement afin de vérifier qu'aucune fuite ne s'est produite à partir de citernes voisines. La surveillance doit comprendre des contrôles réguliers de l'atmosphère à la recherche de contenus inflammables ainsi que des sondages / jaugeages par le creux des espaces vides (voir les sections 11.7 et 11.8).

7.4 Puissance et systèmes de propulsion

Pendant qu'un bateau-citerne est à quai dans un terminal, ses moteurs principaux, ses boteurs et les autres équipements essentiels pour manœuvrer doivent normalement être maintenus dans un état permettant d'éloigner le bateau-citerne du quai en cas d'urgence. Voir la section 22.7.1.1 comportant des recommandations relatives aux immobilisations programmées.

Un terminal peut autoriser l'arrêt partiel de l'installation de propulsion pendant que le bateau-citerne est stationné. Le bateau-citerne doit toutefois obtenir l'autorisation du représentant du terminal ou de l'autorité locale avant de prendre des dispositions affectant sa capacité à se déplacer par ses propres moyens.

Toute situation non planifiée qui entraîne une perte de capacité opérationnelle, en particulier si elle concerne un système de sécurité, doit être immédiatement être signalée au terminal.

7.5 Sans objet**7.6 Sans objet**

8 Équipement du bateau

Le présent chapitre décrit l'équipement disponible à bord de bateaux-citernes pour la lutte contre les incendies, le mesurage de gaz et les opérations de levage. Il aborde également la nécessité de procéder à des essais et d'établir des procédures pour la maintenance de ces équipements.

8.1 Équipement à bord pour la lutte contre les incendies

8.1.1 Généralités

Les exigences relatives aux équipements des bateaux-citernes pour la lutte contre les incendies sont fixées par la réglementation de l'État dans lequel le bateau-citerne est enregistré.

Les aspects théoriques de la lutte contre l'incendie et les types de feu susceptibles d'être rencontrés sont traités au chapitre 5.

8.1.2 Installations d'extinction d'incendie fixée à demeure à bord des bateaux-citernes de navigation intérieure - Refroidissement

Tous les bateaux-citernes sont équipés d'un système d'extinction d'incendie fonctionnant à l'eau, lequel est constitué de pompes avec une connexion immergée permanente, une manche d'incendie avec des points de prise d'eau, des lances à incendie assorties de raccords et de tuyères (ou, de préférence, de buses à jet/aspersion). Des prises d'eau en nombre suffisant sont disponibles et réparties de telle sorte que deux jets d'eau puissent atteindre n'importe quelle partie du bateau-citerne.

Par temps froid, il convient d'éviter le gel des tuyauteries de lutte contre l'incendie et des prises d'eau en faisant s'écouler de l'eau par-dessus bord en permanence à partir des prises d'eau situées à l'extrémité de chaque tuyauterie d'incendie. À défaut, tous les points bas de la tuyauterie d'incendie peuvent être vidés.

8.1.3 Installations d'extinction d'incendie fixée à demeure à bord des bateaux-citernes de navigation intérieure - Étouffement

Un ou plusieurs des différents systèmes d'étouffement énumérés ci-dessous peuvent être installés bord de bateaux-citernes (voir aussi la section 5.3).

8.1.3.1 Système d'envahissement au dioxyde de carbone

Ce système est destiné à combattre les incendies dans la salle des machines, la salle des chaudières et la chambre des pompes. Le système se compose généralement d'une batterie de grosses bouteilles de dioxyde de carbone. Le dioxyde de carbone est envoyé par le collecteur des bouteilles aux endroits appropriés équipés de buses de diffusion. Une alarme doit retentir dans le compartiment avant la libération du dioxyde de carbone afin de permettre au personnel d'évacuer.

8.1.3.2 Systèmes à mousse

Les systèmes à mousse sont utilisés pour combattre les incendies dans les locaux à cargaison, sur le pont de cargaison, dans la chambre des pompes ou dans les salles des machines. Un système à mousse comporte des réservoirs de stockage contenant un concentré de mousse.

L'eau de la pompe à incendie entraîne la quantité appropriée de concentré de mousse depuis la citerne grâce à un doseur. La solution mousseuse est ensuite acheminée à travers des tuyaux de distribution fixés à demeure jusqu'aux points de diffusion, canons à mousse fixes ou, dans le cas des installations de la salle des machines, jusqu'aux buses de diffusion installées à demeure.

8.1.3.3 Brouillard d'eau

Un système de brouillard d'eau se compose de tuyaux d'eau à haute pression et de buses spéciales diffusant un brouillard. Un cercle de buses autour de l'intérieur de l'ouverture d'une citerne étouffe de manière efficace un feu sur un orifice de la citerne à cargaison. Certains bateaux-citernes sont également équipés de systèmes fixés à demeure de brouillard d'eau sous pression pour protéger des endroits spécifiques dans la salle des machines, tels que des espaces de traitement du combustible, les plates-formes d'alimentation des chaudières, de petits locaux de machines et les chambres des pompes.

8.1.3.4 Rideau d'eau

Certains bateaux-citernes sont équipés d'un système fixe créant un rideau d'eau de protection entre le pont de cargaison et la superstructure.

8.1.3.5 Système de gaz inerte

L'objectif d'un système de gaz inerte est de prévenir les incendies ou les explosions des citernes à cargaison. Il ne s'agit pas d'une installation d'extinction d'incendie fixée à demeure mais, en cas d'incendie, le système peut être utile pour contrôler un incendie et prévenir des explosions.

8.1.4 Extincteurs d'incendie portatifs

Tous les bateaux-citernes sont équipés d'une gamme d'extincteurs portatifs pour satisfaire aux exigences de la réglementation en la matière.

Tous les extincteurs doivent être en bon état de fonctionnement à tout moment et doivent être disponibles pour une utilisation immédiate. L'emplacement adéquat, la pression de charge et l'état général de tous les extincteurs doivent être contrôlés au minimum une fois par an.

Il peut être envisagé de prévoir des extincteurs portatifs appropriés pour une utilisation sur des feux de classe A (voir le Tableau 5.1), et destinés à être placés au collecteur du bateau-citerne lorsque ce dernier est dans le port.

8.1.4.1 Types d'extincteurs d'incendie portatifs

En plus des dévidoirs de lances à incendie pour l'extinction de feux de classe A impliquant des matériaux combustibles tels que le bois, le papier et des tissus, tous les bateaux-citernes sont équipés d'une gamme d'extincteurs portatifs. Le Tableau 8.1 donne un aperçu des types d'extincteur susceptibles de se trouver à bord d'un bateau-citerne et de leurs utilisations. Les feux de classe D sont mentionnés principalement par souci d'exhaustivité (voir la section 5.2 Types d'incendie et agents extincteurs appropriés).

Types d'incendie et moyens d'extinction des incendies	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D	Classe E	Classe F (ou K)
	Feux impliquant des matériaux solides, généralement de nature organique, dans lesquels la combustion a lieu normalement avec la formation de tisons	Feux impliquant des liquides ou des solides liquéfiables	Feux impliquant des gaz	Feux impliquant des métaux	Feux impliquant des équipements électriques sous tension, lorsque la non-conductivité électrique de l'agent extincteur est importante*	Feux impliquant des huiles de cuisson
Eau/eau avec additifs	✓					
Mousse	✓	✓			*	
Poudre extinctrice (classes standard B, C)		✓	✓		✓	
Poudre extinctrice à usage multiple ou général / classes A, B, C)	✓	✓	✓		✓	
Poudre extinctrice (métal)				✓		
CO ₂		✓			✓	
Agent extincteur humide	✓					✓
Couverture d'extinction						✓

* Lorsque l'équipement électrique est hors tension, les extincteurs pour feux de classe A ou B peuvent être utilisés en toute sécurité.

Tableau 8.1 : Moyens d'extinction d'incendie portatifs et leurs usages

8.2 Matériel de mesure pour le gaz

8.2.1 Introduction

Cette section fournit des indications opérationnelles pour l'utilisation des instruments de mesure du gaz décrits à la section 2.4.

La gestion sûre des opérations à bord de bateaux-citernes dépend souvent de la capacité de l'équipage à déterminer la composition de l'atmosphère ambiante ou de l'atmosphère dans un espace confiné.

Le personnel des bateaux-citernes doit mesurer la teneur en oxygène ainsi que les concentrations de gaz inflammables et toxiques dans l'atmosphère. Ceci leur permet de détecter la présence de mélanges explosifs ou de vapeurs toxiques ainsi qu'un manque d'oxygène, qui peuvent présenter un risque d'explosion ou un danger.

À bord des bateaux-citernes équipés d'un système de gaz inerte, il est également nécessaire de mesurer la teneur en oxygène du gaz inerte dans le cadre de la gestion sûre des atmosphères des citernes à cargaison.

8.2.2 Résumé des tâches de contrôle de gaz

8.2.2.1 Surveillance de l'atmosphère

L'atmosphère externe doit être surveillée pour détecter des :

- vapeurs inflammables au moment d'entamer un travail à chaud (voir la section 9.4 pour les principales restrictions concernant le travail à chaud.). Cette tâche est effectuée en utilisant un détecteur de gaz inflammables capable de mesurer des gaz jusqu'à la LII avec une graduation en pourcentage de cette limite ;
- vapeurs toxiques lors du chargement des cargaisons contenant des composants toxiques et au moment d'entreprendre les opérations de dégazage après le transport de ces cargaisons. Cette tâche est effectuée en utilisant un instrument capable de mesurer des concentrations de gaz toxiques dans la fourchette de toxicité pour l'homme, habituellement calibré en ppm.

8.2.2.2 Surveillance des espaces confinés

Avant d'autoriser l'entrée dans un espace confiné, des mesures doivent être effectuées pour détecter la présence de gaz d'hydrocarbures, pour confirmer que les niveaux d'oxygène sont normaux et pour détecter la présence de vapeurs toxiques (pour une description complète des tests requis, voir la section 10.3).

La mesure destinée à garantir que l'atmosphère est exempte de vapeur d'hydrocarbures nuisibles est réalisée en utilisant un détecteur de gaz inflammables capable de mesurer des gaz jusqu'à la LII avec une graduation en pourcentage de cette limite (% LII). Pour entrer dans une citerne, cette valeur doit être inférieure à 1 % de la LII.

Un analyseur d'oxygène est utilisé pour vérifier la présence de la teneur normale en oxygène dans l'air, soit 21 % en volume.

Lorsque l'espace auquel on souhaite accéder est susceptible de comporter des vapeurs toxiques, l'atmosphère doit être testée au moyen d'un instrument capable de mesurer des concentrations de gaz toxiques dans la fourchette de toxicité pour l'homme, habituellement calibré en ppm. Le niveau des vapeurs et des gaz toxiques ne doit pas dépasser 50 % de la VLEP.

8.2.2.3 Gestion de l'atmosphère de gaz inerte

Les bateaux-citernes équipés d'un système de gaz inerte doivent être équipé d'un analyseur d'oxygène pour déterminer la qualité du gaz inerte et pour mesurer les niveaux d'oxygène dans les citernes à cargaison. Voir la section 7.1 pour plus d'informations sur la gestion des gaz inertes.

Un détecteur de gaz capable de mesurer le pourcentage de gaz inflammable par rapport au volume dans une atmosphère inerte est également nécessaire pour une gestion sûre des opérations qui incluent la purge et le dégazage de citernes à cargaison.

8.2.3 Disponibilité d'instruments de mesure des gaz

Il est recommandé qu'un bateau-citerne transportant des cargaisons susceptibles d'émettre un gaz toxique ou inflammable ou de provoquer un appauvrissement en oxygène dans un espace de cargaison soit équipé d'un instrument approprié pour mesurer la concentration de gaz ou d'oxygène dans l'air, assorti de sa notice d'utilisation.

La recommandation ci-dessus implique que le conducteur du bateau-citerne mette à disposition l'instrument approprié pour chaque mesure de gaz nécessaire. Il convient de noter que les fonctionnalités pour la mesure de différents gaz peuvent être réunies dans un instrument multifonctions de mesure des gaz.

Les instruments de mesure de gaz à bord d'un bateau-citerne doivent constituer un ensemble complet et intégré répondant à tous les usages identifiés par le conducteur comme étant nécessaires. Les instruments doivent être adaptés à la tâche à laquelle ils sont destinés et les usagers doivent être conscients des applications particulières et des limites de chaque instrument.

Les usagers d'instruments de mesure de gaz doivent être formés à l'utilisation correcte de l'appareil en fonction des tâches qu'ils doivent effectuer.

8.2.4 Fonctions d'alarme sur les instruments de mesure des gaz

Les instruments doivent uniquement être équipés d'alarmes s'ils doivent être utilisés dans des conditions dans lesquelles un avertissement sonore est nécessaire, par exemple en tant qu'avertisseur de gaz personnel. La fonction d'alarme n'est pas nécessaire sur les instruments d'analyse utilisés pour fournir des valeurs numériques concernant les gaz et vapeurs afin de certifier la sécurité avant la pénétration dans un espace dangereux.

Les instruments équipés d'une alarme doivent être conçus de façon à ce que la fonction d'activation et de désactivation de l'alarme ne puisse pas être modifiée par l'utilisateur. Ceci a pour but d'éviter tout risque de désactivation induite ou accidentelle de la fonction d'alarme.

L'utilisation de différents instruments pour mesurer des atmosphères avant d'y pénétrer et pour surveiller les atmosphères avec le détecteur personnel lors de l'entrée réduit la probabilité d'un accident dû à la défaillance d'un instrument. Il est par conséquent recommandé que l'instrument utilisé pour la mesure ne soit pas utilisé en tant qu'instrument personnel d'alarme lors de l'opération d'entrée.

8.2.5 Dispositifs de prise d'échantillons

S'ils sont présents, les dispositifs de prise d'échantillons doivent être adaptés à l'utilisation prévue et être insensibles aux gaz présents dans l'atmosphère contrôlée. Ils doivent également résister aux effets des eaux de lavage à chaud. Ils doivent être inspectés et nettoyés régulièrement.

8.2.6 Étalonnage

L'étalonnage ne doit pas être confondu avec les essais opérationnels (voir la section 8.2.7).

La précision des appareils de mesure doit être conforme aux normes spécifiées par le fabricant. Au moment de sa fourniture, l'appareil doit posséder un certificat d'étalonnage basé autant que possible sur des normes internationales reconnues. Par la suite, les procédures pour la gestion du processus de certification de l'étalonnage doivent faire partie du système de gestion de la sécurité (SGS). Ces procédures peuvent inclure un étalonnage à bord en conformité avec les indications du fabricant et / ou un dépôt périodique de l'équipement à terre pour son étalonnage par un service de contrôle reconnu, soit à intervalles prédéfinis, à l'occasion de travaux de maintenance à bord du bateau-citerne, ou lorsque la précision de l'appareil ne semble plus correspondre aux standards spécifiés par le fabricant.

Les certificats d'étalonnage comportant le numéro de série, la date d'étalonnage et le gaz ou la méthode d'étalonnage, assortis de la référence aux normes applicables, doivent être conservés à bord.

Les instruments sont généralement étalonnés à l'aide d'un gaz d'étalonnage conforme à l'usage auquel est destiné l'instrument, tel que le propane ou le butane. Le gaz d'étalonnage utilisé doit être indiqué sur l'instrument.

Le recours à un gaz d'étalonnage inapproprié peut entraîner des résultats erronés durant l'utilisation, même si l'instrument semble fonctionner correctement.

Les instruments doivent seulement être démontés par des personnes qualifiées et agréées pour cette tâche.

8.2.7 Essais opérationnels et inspection

Les instruments de mesure du gaz doivent être testés conformément aux instructions du fabricant avant le début des opérations nécessitant leur utilisation. Ces tests sont uniquement destinés à s'assurer que l'instrument fonctionne correctement. Ils ne doivent pas être confondus avec l'étalonnage (voir la section 8.2.6 ci-dessus).

Les instruments doivent être utilisés uniquement s'il ressort des tests que l'instrument fournit des indications exactes et que, si elles sont présentes, les alarmes se déclenchent lorsque sont atteintes les valeurs prédéterminées.

Les contrôles physiques doivent comprendre (le cas échéant) :

- la pompe à main ;
- les tubes d'extension ;
- le serrage des raccords ;
- les piles ;
- le boîtier et les enveloppes.

Les instruments dont les résultats des tests de fonctionnement ne sont pas satisfaisants doivent être ré-étalonnés avant d'être réutilisés. Si ceci n'est pas possible, ils doivent être retirés et clairement étiquetés pour indiquer qu'ils ne doivent pas être utilisés.

Pendant les opérations, il est important de vérifier occasionnellement l'étanchéité de l'instrument et des conduites d'échantillonnage, étant donné que la pénétration d'air diluerait l'échantillon et donnerait des résultats erronés. Les essais d'étanchéité peuvent être effectués en pinçant l'extrémité du tuyau d'échantillonnage tout en serrant la poire d'aspiration. La poire ne doit pas reprendre sa forme initiale tant que le tuyau d'échantillonnage est pincé.

Au cours d'opérations prolongées, le conducteur du bateau-citerne doit fixer la fréquence à laquelle doivent être effectués des contrôles opérationnels. Les résultats des essais et des inspections doivent être consignés.

Ces procédures doivent être consignées dans le système de gestion de la sécurité (voir la section 9.1).

8.2.8 Détecteurs de gaz jetables à usage personnel

Les détecteurs de gaz jetables à usage personnel doivent être testés périodiquement conformément aux recommandations du fabricant afin de s'assurer de leur bon fonctionnement.

Les détecteurs de gaz jetables qui ne peuvent pas être ré-étalonnés doivent être supprimés de manière sûre lorsque la date d'expiration de l'étalonnage est atteinte. C'est pourquoi il est important de noter la date de la première mise en service des instruments jetables, afin de pouvoir déterminer leur date de péremption.

8.3 Équipement de levage

8.3.1 Inspection et entretien

L'intégralité de l'équipement de levage se trouvant à bord, tel que celui utilisé pour la manipulation des équipements de transbordement de cargaison et / ou de passerelles, doit être examinée à des intervalles n'excédant pas un an et la charge doit être testée au moins tous les cinq ans, à moins que la réglementation locale, nationale ou de la société exigent des contrôles plus fréquents.

L'équipement de levage comprend les :

- grues de manutention des tuyaux de cargaison, mâts de charge, bossoirs et portiques ;
- passerelles et les grues et bossoirs connexes ;
- grues et bossoirs de stockage ;
- palans à chaîne, treuils manuels et autres dispositifs mécaniques ;
- ascenseurs pour le personnel et monte-charges ;
- estropes, élingues, chaînes et autres accessoires.

Tous les équipements doivent être testés par des personnes ou des autorités dûment qualifiées et doivent être clairement marqués de leur charge maximale d'utilisation, de leur numéro de série et de la date de l'essai.

Toute la maintenance de l'équipement de levage doit être effectuée conformément aux indications du fabricant. Des contrôles de routine doivent être prévus par le système d'entretien planifié du bateau-citerne.

Toutes les données relatives aux essais et contrôles doivent être consignées dans le registre des équipements de levage. Ces données doivent être mises à la disposition des représentants du terminal pour vérification lorsque leur personnel participe à des opérations de levage impliquant l'utilisation d'équipements du bateau-citerne.

8.3.2 Formation

L'équipement de levage doit être utilisé uniquement par un personnel formé et dont la compétence est attestée pour cette tâche.

9 Gestion de la sécurité et des urgences

Le transport de marchandises dangereuses nécessite des mesures adaptées à la nature et à l'ampleur des dangers prévisibles afin d'éviter les dommages ou les blessures et, si nécessaire, d'en minimiser les effets. Pour maîtriser les aspects de santé et de sécurité liés à la manutention de marchandises dangereuses, il est recommandé qu'un système de gestion de la sécurité (SGS) soit en place pour limiter autant que possible les risques. Pour le transport de marchandises dangereuses par voies de navigation intérieure, le Code ISM pour les navires de mer peut être utilisé en tant que modèle en l'absence d'un code équivalent.

Le présent chapitre fournit des indications sur les SGS et présente une approche fondée sur la planification et l'exécution des travaux dangereux.

Il fournit également des conseils sur les processus d'évaluation et de gestion des risques, ainsi que des informations sur l'application pratique de ces processus lors de la gestion du travail à chaud et d'autres tâches dangereuses à bord.

La sécurité à bord des bateaux-citernes de navigation intérieure s'étend au travail des sous-traitants et des équipes de réparation. Ce chapitre traite également de la gestion sûre des sous-traitants et des travaux de réparation en dehors d'un chantier naval.

Enfin, il fournit des conseils sur les structures de gestion et l'organisation efficaces en cas d'urgence à bord d'un bateau.

9.1 Systèmes de gestion de la sécurité

Un système de gestion est une méthode définie pour garantir la réalisation des objectifs fixés. Le système est documenté et comprend les éléments suivants :

- champ d'application et objectifs ;
- procédures
- ressources responsables de la mise en œuvre et de l'exécution ;
- processus de vérification et de mesure visant à déterminer si les résultats souhaités sont atteints ;
- mécanisme de retour d'information pour fournir une base d'amélioration.

Le SGS permet la mise en œuvre efficace de la politique de l'exploitant en matière de santé, de sécurité et de protection de l'environnement. Le SGS est soumis à des audits réguliers pour vérifier sa pertinence, pour confirmer son efficacité et pour s'assurer que les procédures définies sont respectées.

Bien que de nombreux thèmes liés à la gestion de la sécurité soient abordés dans l'ISGINTT, il appartient à l'exploitant d'élaborer le contenu et la forme de son SGS. Le SGS doit démontrer que des niveaux acceptables de gestion de la sécurité sont en place pour protéger le bateau-citerne de navigation intérieure, le personnel et l'environnement aquatique.

Afin d'établir les niveaux de sécurité requis, le SGS devra couvrir toutes les activités liées à l'exploitation du bateau-citerne ainsi que les situations qui pourraient survenir et compromettre la sécurité du bateau-citerne ou de son fonctionnement.

Ces activités et ces situations impliquent divers degrés de danger pour le bateau-citerne, son personnel et l'environnement. Une évaluation prudente de ces dangers et de la probabilité de leur survenance permettra de déterminer la gravité des risques. Des outils de gestion des risques sont ensuite appliqués pour assurer l'achèvement des travaux en toute sécurité, pour assurer la conformité avec les SGS et pour fournir les preuves objectives nécessaires à la vérification, telles que :

- des politiques, procédures et instructions documentées ;
- une documentation de la vérification effectuée par la personne responsable des opérations quotidiennes, s'il y a lieu, pour assurer la conformité.

Le résultat final d'un SGS efficace est un système de travail sûr.

9.2 Gestion des risques

9.2.1 Généralités

Les bateaux-citernes et les terminaux doivent disposer d'un processus de gestion des risques. Celui-ci doit comprendre des procédures permettant d'identifier les dangers, d'évaluer les risques associés et de veiller à ce que les risques soient éliminés ou ramenés à un niveau aussi bas que raisonnablement possible (*As Low As Reasonably Possible - ALARP*), grâce à des mesures de prévention et d'atténuation ou à des contrôles.

Toutes les activités, y compris celles des sous-traitants, doivent être incluses dans le processus de gestion des risques.

9.2.2 Évaluation des risques

Un outil clé utilisé par l'industrie, et une fonction de tous les SGS pour la gestion des risques, est le processus d'évaluation des risques. Une évaluation des risques permet d'identifier les dangers potentiels, c'est-à-dire tout ce qui peut causer un préjudice, et d'analyser la probabilité et la gravité de l'apparition d'un danger ainsi que ses conséquences. L'évaluation des risques est généralement un processus en cinq étapes, dont les résultats peuvent être exprimés de manière quantitative ou qualitative :

1. Identifier les dangers ;
2. Déterminer qui pourrait être affecté et comment ;
3. Évaluer les risques et décider des mesures de prévention et d'atténuation ou de contrôles ;
4. Consigner les résultats significatifs ;
5. Réviser l'évaluation et la mettre à jour conformément au *Code international de gestion de la sécurité (ISM)* ou au SGS de l'exploitant.

L'évaluation des risques doit tenir lieu de base pour l'élaboration de politiques et de procédures couvrant toutes les opérations des bateaux-citernes et des terminaux.

Toutes les activités nouvelles ou exceptionnelles qui ne sont pas couvertes par les procédures existantes doivent faire l'objet d'une évaluation des risques avant d'être entamées, par exemple les réparations d'urgence.

L'évaluation des risques doit prendre en compte la possibilité qu'une erreur humaine provoque un danger ou une défaillance de contrôle. Dans cette situation, l'analyse des tâches critiques pour la sécurité peut être utilisée pour aider à prévenir, détecter ou réagir à l'erreur humaine.

Afin de garantir que tous les dangers seront identifiés, l'évaluation des risques doit être réalisée par une équipe de personnes dûment formées et expérimentées. Il est préférable qu'elle ne soit pas réalisée par une seule personne.

Des changements imprévus des conditions au cours d'un événement précédemment évalué (par ex. détérioration des conditions météorologiques, défection d'une personne en raison de limitations de travail ou d'une maladie, changements de cap qui augmentent le mouvement du bateau) peuvent rendre nécessaire une réévaluation. Cela est d'autant plus important pour les projets ou les tâches qui s'étendent sur une longue durée.

9.2.3 Hiérarchie des contrôles

Le Tableau 9.1 présente un ordre de priorité recommandé pour la sélection des mesures préventives ou des contrôles. Ceci est appelé la hiérarchie des contrôles.

1. Élimination	Supprimer complètement la cause du danger, par exemple en n'effectuant pas l'opération proposée.
2. Substitution	Remplacer la procédure proposée par une procédure moins dangereuse.
3. Contrôles techniques	Séparer le personnel du danger par des moyens physiques, par exemple en installant des protections sur les équipements dangereux, en installant des barrières autour des écoutilles ouvertes ou en utilisant un équipement de verrouillage/étiquetage (LO/TO).
4. Contrôles administratifs	Appliquer les procédures pour effectuer les tâches en toute sécurité, par exemple les autorisations de travail à chaud, les autorisations d'entrée dans des espaces clos, les outils d'identification des dangers, les évaluations des risques et les tableaux de service afin de minimiser l'exposition aux dangers.
5. EPI (Équipement de protection individuelle)	Utiliser des EPI pour protéger la personne effectuant l'opération, par ex. des lunettes de sécurité. L'EPI ne doit être envisagé que lorsque toutes les mesures susmentionnées se sont avérées inefficaces pour maintenir les risques à un niveau raisonnable dans la pratique. Sélectionner l'EPI permettant d'atténuer le risque identifié. Former le personnel à son utilisation correcte, y compris à la vérification de son adéquation pour l'utilisation prévue.

Tableau 9.1 : Hiérarchie des contrôles pour l'évaluation des risques

9.2.4 Risques à l'interface marine

Les activités à l'interface marine qui doivent faire l'objet d'une évaluation des risques comprennent :

- opérations d'amarrage et d'accostage ;
- opérations de transfert de cargaison ;
- opérations d'accostage côte à côte (y compris de plus de deux bateaux) ;
- déchargement ou chargement en utilisant la marée ;
- opérations de poussage ou de remorquage ;
- opérations non liées à la cargaison, y compris le nettoyage des citernes, l'avitaillement, le stockage, le travail à chaud et les réparations le long du poste d'accostage ;
- dimensions des citernes et prise d'échantillons.

L'évaluation des risques peut également être utilisée pour l'élaboration des éléments suivants :

- plans de sûreté ;
- plans d'intervention d'urgence ;
- plans d'intervention en cas de déversement d'hydrocarbures ;
- zones de sécurité et d'exclusion des terminaux ;
- dispositions non standard en matière de lutte contre l'incendie et de protection des terminaux ;
- identification des équipements et systèmes critiques.

Il convient de réexaminer régulièrement les évaluations des risques existantes et les contrôles associés pour s'assurer qu'ils sont toujours valables. Une procédure d'inspection périodique doit être mise en place à la fois pour les installations et les opérations des bateaux-citernes et celles des terminaux. Celle-ci doit être utilisée pour identifier les nouveaux dangers et pour décider si une nouvelle évaluation des risques est nécessaire.

9.2.5 Gestion des changements

Le processus de gestion des risques doit inclure une procédure de gestion des changements (*Management of Change - MOC*).

La gestion des changements est la procédure qui consiste à apporter des modifications contrôlées et planifiées, temporaires ou permanentes, aux opérations, aux procédures, à l'équipement ou au personnel, afin d'atteindre un objectif défini.

La procédure MOC doit garantir que les normes de sécurité et/ou environnementales ne sont pas compromises après le changement.

La procédure MOC doit être documentée et étayée par une évaluation des risques, le cas échéant après toute évaluation initiale des risques.

Les changements susceptibles de nécessiter une procédure MOC sont notamment les suivants :

- modifications apportées aux procédures opérationnelles standard du SGS, par ex ; suite à des modifications de réglementations ou de normes ;
- modifications de l'équipement existant ;
- installation de nouveaux équipements ;
- modifications apportées aux effectifs des bateaux-citernes ou des terminaux ;
- traitement de nouveaux types de cargaisons ;
- traitement d'un bateau-citerne d'un nouveau type ou de nouvelles dimensions au terminal.

9.3 Systèmes d'autorisation de travail

9.3.1 Généralités

Les exploitants élaborent leurs propres procédures pour gérer tous les aspects des opérations et des tâches, mais nombreux sont ceux qui choisissent d'inclure dans leur SGS un système d'autorisation de travail pour gérer les tâches dangereuses.

Une autorisation de travail est un système formel et écrit, utilisé pour contrôler certains types de travaux. Elle offre une approche axée sur les risques pour la gestion de la sécurité et exige du personnel de réaliser et de consigner des évaluations des risques dans le cadre de l'établissement d'un système de travail sûr.

Des lignes directrices pour établir un système d'autorisation de travail figurent dans un certain nombre de publications éditées par les organisations de l'industrie et les organismes nationaux compétents en matière de sécurité.

Le système d'autorisation de travail peut inclure un ou plusieurs des documents ci-dessous pour le contrôle des activités dangereuses :

- instructions de travail ;
- procédure de maintenance ;
- procédure locale ;
- procédure opérationnelle ;
- liste de contrôle ;
- autorisation.

Les mesures à mettre en œuvre pour réaliser une tâche particulière sont déterminées par une évaluation des risques et sont consignées dans l'autorisation de travail.

9.3.2 Systèmes d'autorisation de travail : structure

La structure du système et les procédés employés sont très importants pour garantir que le système offre le niveau de sécurité et l'intégrité opérationnelle nécessaires.

Le système d'autorisation de travail doit définir :

- la responsabilité de la société ;
- les responsabilités de tout le personnel qui applique le système ;
- la formation à l'application du système ;
- l'évaluation de la compétence du personnel ;
- les types d'autorisations et leur utilisation ;
- les niveaux de pouvoir ;
- les processus d'isolement ;
- les procédures de délivrance des autorisations ;
- les procédures d'annulation des autorisations ;
- les actions d'urgence

- la tenue de registres ;
- la réalisation d'audits ;
- l'actualisation du système.

Le système permettra de déterminer les contrôles appropriés pour gérer le risque associé à chaque tâche et de choisir l'outil de gestion approprié nécessaire pour gérer la tâche, comme indiqué dans la section 9.3.1 ci-dessus.

Le système n'exige pas nécessairement que toutes les tâches soient effectuées sous le contrôle d'une autorisation officielle. Toutefois, il est important que les instructions, procédures et autorisations de travail appliquées pour la gestion d'une tâche soient adaptées au travail effectué et que le processus soit efficace dans l'identification et la gestion des risques.

9.3.3 Systèmes d'autorisation de travail : principes de fonctionnement

Un système d'autorisation de travail doit comprendre les étapes suivantes :

- identification de la tâche et de son lieu de réalisation ;
- identification des dangers et évaluation des risques ;
- vérification de la compétence appropriée du personnel qui réalisera les travaux ;
- fixation des mesures de contrôle des risques - mention des précautions et des EPI nécessaires ;
- détermination des procédures de communication ;
- fixation d'une procédure et préparation de l'autorisation de travail ;
- obtention de l'approbation officielle pour la réalisation de la tâche ;
- tenue d'une réunion de concertation avant les travaux ;
- préparation des travaux ;
- réalisation des travaux jusqu'à leur achèvement ;
- rétablissement de la sûreté sur le site de travail ;
- finalisation du processus, tenue de registres aux fins de vérifications.

9.3.4 Formulaires d'autorisations de travail

Le formulaire d'autorisation de travail guide l'opérateur dans un processus approprié, suivant un ordre logique et de manière détaillée et responsable. L'autorisation est élaborée conjointement par ceux qui autorisent les travaux et par ceux qui les réalisent. L'autorisation doit garantir que tous les problèmes de sécurité soient pleinement pris en compte.

La structure et le contenu des formulaires d'autorisations de travail sont déterminés par les exigences spécifiques individuelles du SGS d'un bateau-citerne de navigation intérieure, mais ils comportent généralement les points suivants :

- type d'autorisation ;
- nombre d'autorisations ;
- documents de référence - par ex ; détails des isolements, résultats des mesures de gaz ;
- lieu du travail ;
- description du travail ;
- identification des dangers ;
- précautions nécessaires ;
- équipement de protection individuelle requis ;
- période de validité ;
- autorisation pour le travail, y compris la durée, l'approbation par le chef ou responsable du service ;
- acceptation par ceux qui exécutent les travaux ;
- gestion des changements de personnel ou de conditions ;
- déclaration d'achèvement ;
- annulation.

La délivrance d'une autorisation, en soi, ne garantit pas la sûreté d'une tâche.

Le respect des exigences de l'autorisation et l'identification de tout manquement aux contrôles requis ou conditions prévues, sont essentiels pour remplir la tâche en toute sécurité. Le système doit également identifier les conflits entre les tâches effectuées simultanément à bord.

9.3.5 Réunion de planification des travaux

Des réunions de planification des travaux doivent être tenues pour garantir que les opérations et travaux de maintenance soient correctement planifiés et gérés dans le souci de réaliser toutes les tâches d'une manière sûre et efficace. Ces réunions peuvent porter sur :

- les évaluations des risques ;
- les autorisations de travail
- les interférences avec d'autres tâches ;
- l'isolement et les exigences de signalisation ;
- la nécessité de consignes de sécurité, de concertations sur place et de procédures appropriées.

La forme et la fréquence des réunions de planification du travail doivent correspondre aux exigences du SGS de la société, et seront déterminées par les activités du bateau-citerne de navigation intérieure.

Il peut être utile de prévoir deux niveaux de réunions - l'un pour la gestion et l'autre pour les questions pratiques liées à l'exécution de tâches spécifiques.

9.3.6 Toolbox talks (discussions sur la sécurité)

Un toolbox talk est une discussion entre tous les intervenants, y compris les sous-traitants, sur les risques liés à la tâche prévue.

Un toolbox talk est nécessaire pour toutes les tâches. La personne responsable de la tâche doit organiser un toolbox talk avec toutes les personnes impliquées, avant le début de la tâche. Le toolbox talk devrait inclure les éléments suivants :

- étapes critiques de la tâche, y compris les rôles et les responsabilités ;
- risques liés à la tâche et mesures de protection supplémentaires, y compris les EPI ;
- permis de travail spécifiques, le cas échéant ;
- plan de communication ;
- déclencheurs de l'autorisation de suspendre les travaux (*Stop Work Authority - SWA*).

Si une seule personne est nécessaire pour effectuer la tâche, cette personne doit passer en revue la liste ci-dessus avant de commencer.

Si le lieu de travail est bruyant, il convient d'identifier les dangers qu'il présente, puis de se rendre dans un endroit plus calme pour y terminer le toolbox talk.

9.3.7 Autorité pour l'arrêt des travaux

Il est recommandé que les SGS des bateaux-citernes et des terminaux comprennent une politique et une procédure en matière d'autorité pour l'arrêt des travaux (SWA).

La SWA confère aux employés et aux sous-traitants la responsabilité et l'obligation d'intervenir et d'interrompre les travaux s'ils constatent un danger susceptible de provoquer un accident (voir la section 13.7).

Une procédure typique de SWA comprend cinq étapes :

1. mettre fin à l'activité dangereuse.
2. informer la personne responsable afin que le problème puisse être résolu.
3. discuter des préoccupations avec les personnes concernées et corriger le problème si nécessaire.
4. reprendre l'activité.
5. partager les enseignements acquis avec les autres employés et sous-traitants susceptibles d'être concernés.

9.4 Travail à chaud

Attention ! Les sections ci-après concernant le travail à chaud ne remplacent pas les obligations légales de réaliser un travail à chaud sous la supervision et / ou avec l'approbation officielle d'une autorité compétente. Les autorités peuvent exiger que des inspections sur site soient effectuées par un contrôleur agréé par l'autorité, afin de vérifier l'absence de gaz avant tout travail à chaud. Il est préférable de faire intervenir un contrôleur agréé pour des inspections sur site destinées à garantir l'absence de gaz avant d'effectuer un travail à chaud.

Un certain nombre d'incendies et d'explosions ont été provoqués par des travaux à chaud réalisés dans, sur ou près de citernes à cargaison ou d'autres espaces contenant ou ayant contenu antérieurement des substances inflammables ou des substances produisant des vapeurs inflammables.

9.4.1 Contrôle du travail à chaud

Le SGS doit comporter des indications appropriées pour le contrôle des travaux à chaud et doit être suffisamment contraignant pour en garantir l'observation (voir la Figure 9.2). L'absence d'indications doit être considérée comme une interdiction et non comme une approbation.

9.4.2 Travail à chaud dans un espace désigné

Un espace dans lequel les conditions sont réputées sûres pour la réalisation d'un travail à chaud doit être désigné, par ex. l'atelier de la salle des machines. À chaque fois que possible, le travail à chaud doit être effectué dans cet espace.

L'espace désigné doit faire l'objet d'une évaluation des risques éventuels et le SGS doit définir les conditions d'exécution d'un travail à chaud dans cet espace, y compris les contrôles supplémentaires tels que les notifications, les veilles ou les restrictions en cas d'incendie. Le travail à chaud doit être interdit durant l'avitaillement, la manutention de cargaison, le ballastage, le nettoyage des citernes et à chaque fois que des vapeurs de citernes à cargaison sont libérées. S'il est nécessaire d'effectuer des travaux à chaud, ces opérations doivent être interrompues jusqu'à ce que le travail à chaud soit terminé.

Pour les travaux à chaud tels que le soudage à l'arc électrique (voir la section 9.5) ou le découpage au gaz, il convient d'établir une limite de sécurité à l'intérieur de l'espace désigné afin d'éviter les arcs électriques dits « arc flash » et de contenir les étincelles. Cet espace doit être délimité par des rideaux ou une autre barrière. D'autres éléments, tels que les réservoirs de combustible ou les câbles électriques, peuvent également nécessiter un périmètre de sécurité. Le travail à l'extérieur du périmètre, mais à l'intérieur de l'espace désigné, peut être autorisé moyennant des contrôles supplémentaires identifiés par une évaluation des risques ou dans le cadre des procédures du SGS de l'exploitant.

Si l'espace désigné pour le travail à chaud comprend une cloison de citerne à combustible de soute, le travail ne doit pas être autorisé à moins de 500 mm de cette cloison (voir la section 9.4.4.1).

9.4.3 Travail à chaud à l'extérieur d'un local désigné

9.4.3.1 Généralités

Tout travail à chaud doit être contrôlé dans le cadre du SGS au moyen d'un système d'autorisation de travail.

Il appartient au conducteur de décider si un travail à chaud est justifié et s'il peut être réalisé de manière sûre. Le conducteur ou le responsable doit approuver l'autorisation complétée avant que le travail à chaud ne puisse commencer.

En raison des ressources limitées généralement disponibles à bord d'un bateau-citerne de navigation intérieure, il est préférable de ne réaliser qu'un travail à chaud à la fois. Une autorisation distincte doit être accordée pour chaque tâche prévue et pour son emplacement.

Une évaluation des risques doit être effectuée afin d'identifier les dangers et d'évaluer les risques encourus. Ceci se traduira par un certain nombre de mesures devant être prises afin de limiter les risques et de permettre la réalisation de la tâche en toute sécurité.

L'évaluation des risques doit identifier les dangers associés aux risques encourus par le personnel assurant la fonction de piquet d'incendie ainsi que les moyens d'évacuation de ce personnel en cas d'urgence. L'évaluation des risques doit également porter sur les EPI supplémentaires qui sont nécessaires pour assurer des niveaux de risque acceptables.

Une planification écrite pour la réalisation des travaux doit être préparée, discutée et acceptée par tous ceux qui ont des responsabilités en relation avec les travaux.

Cette planification doit définir les préparatifs nécessaires avant le début des travaux, les modalités de l'exécution effective des travaux et les mesures de sécurité connexes. La planification doit également désigner la personne qui autorise les travaux et les personnes responsables de l'exécution des travaux spécifiés, y compris les sous-traitants s'il y a lieu (voir la section 9.7).

Un responsable qui n'est pas directement impliqué dans le travail à chaud doit être désigné pour veiller à ce que la planification soit dûment observée.

L'autorisation de travail à chaud doit être délivrée juste avant la réalisation de la tâche. Si le début des travaux est retardé, toutes les mesures de sécurité devront être revérifiées et consignées avant que le travail ne débute effectivement.

Les autorisations sont délivrées sous certaines conditions. Si ces conditions changent, le travail à chaud doit être interrompu immédiatement. L'autorisation doit être retirée ou annulée jusqu'à ce que toutes les conditions et mesures de sécurité aient été vérifiées et rétablies, de sorte que l'autorisation puisse être accordée à nouveau ou rétablie.

La zone de travail doit être soigneusement préparée et isolée avant le début du travail à chaud.

Les précautions de sécurité incendie et les mesures pour l'extinction d'incendies doivent être vérifiées. L'équipement approprié de lutte contre l'incendie doit être préparé, mis en place et opérationnel pour une utilisation immédiate.

Des procédures de vigilance incendie doivent être mises en œuvre pour la zone dans laquelle a lieu le travail à chaud et pour les espaces adjacents où le transfert de chaleur ou des dommages accidentels peuvent présenter un risque, par exemple, des dommages aux conduites hydrauliques, câbles électriques, conduites d'huile thermique, etc. Le piquet d'incendie doit surveiller les travaux et intervenir en cas d'inflammation de résidus ou de couches de peinture. Des moyens efficaces pour contenir et éteindre les étincelles de soudage et les scories fondues doivent être mis en place.

L'atmosphère de la zone doit être testée et doit être à moins de 1 % de la LII.

La zone de travail doit être continuellement ventilée et la fréquence des contrôles de l'atmosphère doit être fixée. Les horaires des contrôles de l'atmosphère et les résultats doivent être consignés sur l'autorisation de travail à chaud.

S'il est nécessaire de procéder à des travaux à chaud dans une zone de travail dangereuse, les recommandations figurant à la section 9.4.4 doivent également être observées.

Lorsque le bateau se trouve au terminal, le travail à chaud ne doit être autorisé que dans le respect des règlements nationaux ou internationaux et des exigences du port et du terminal applicables et ceci qu'après avoir obtenu toutes les autorisations nécessaires.

L'isolement de la zone de travail et les précautions de sécurité incendie doivent être maintenus jusqu'à ce que le risque d'incendie soit levé.

Le personnel qui effectue les travaux doit être dûment formé et doit posséder les compétences nécessaires pour réaliser les travaux de manière sûre et efficace.

La Figure 9.1 présente un diagramme de la procédure. Ce diagramme part du principe que le travail à réaliser est jugé essentiel pour la sécurité ou pour assurer la capacité opérationnelle immédiate du bateau-citerne et que ce travail ne peut être différé jusqu'à la prochaine visite prévue dans un chantier de réparation.

La Figure 9.2 montre comment les orientations pour le travail à chaud à bord d'un bateau-citerne inerté peuvent être présentées dans le SGS. Il s'agit d'un exemple que les opérateurs peuvent adapter à leurs propres exigences.

9.4.3.2 Travail à chaud dans une zone exempte de gaz (laissé vide intentionnellement)

9.4.3.3 Travail à chaud dans la salle des machines

Pour le travail à chaud à l'intérieur de la salle des machines principale, en présence de citernes et tuyaux de combustible, il convient de tenir compte de la présence éventuelle de vapeurs d'hydrocarbures dans l'atmosphère et de l'existence de sources potentielles d'inflammation.

Les travaux à chaud ne doivent jamais être effectués sur des cloisons des citernes à combustible de soute ni à moins de 500 mm de ces cloisons, à moins que la citerne ait été nettoyée conformément aux exigences pour le travail à chaud.

9.4.4 Travail à chaud dans des zones de danger

9.4.4.1 Généralités

Les zones de danger sont des lieux à bord ou dans le terminal où une atmosphère explosive, telle que définie à la section 4.4.2, peut être présente. Pour les bateaux-citernes de navigation intérieure, ceci couvre une superficie légèrement plus étendue que le pont des citernes à cargaison, qui comprend les citernes à cargaison et les chambres des pompes ainsi que l'espace atmosphérique autour et au-dessus de ces structures. Aucun travail à chaud ne doit être entrepris dans une zone de danger avant que la zone n'ait été sécurisée, qu'il ait été prouvé qu'elle est sûre et que toutes les autorisations nécessaires aient été obtenues.

Tout travail à chaud dans une zone de danger doit être soumis à une évaluation exhaustive des risques. Les recommandations figurant à la section 9.4.3 doivent également être observées. Il convient de tenir compte de la présence éventuelle de vapeurs d'hydrocarbures dans l'atmosphère et de l'existence de sources d'inflammation potentielles.

Le travail à chaud dans les zones de danger ne doit être effectué que lorsque le bateau-citerne est ballasté. Le travail à chaud doit être interdit durant les opérations de cargaison ou de ballastage ainsi que lors du nettoyage des citernes, du dégazage, de la purge ou de l'inertage. Si le travail à chaud doit être interrompu pour effectuer l'une de ces opérations, l'autorisation doit être retirée ou annulée. À l'issue de l'opération, tous les contrôles de sécurité doivent être effectués une nouvelle fois et l'autorisation doit être confirmée ou une nouvelle procédure doit être lancée.

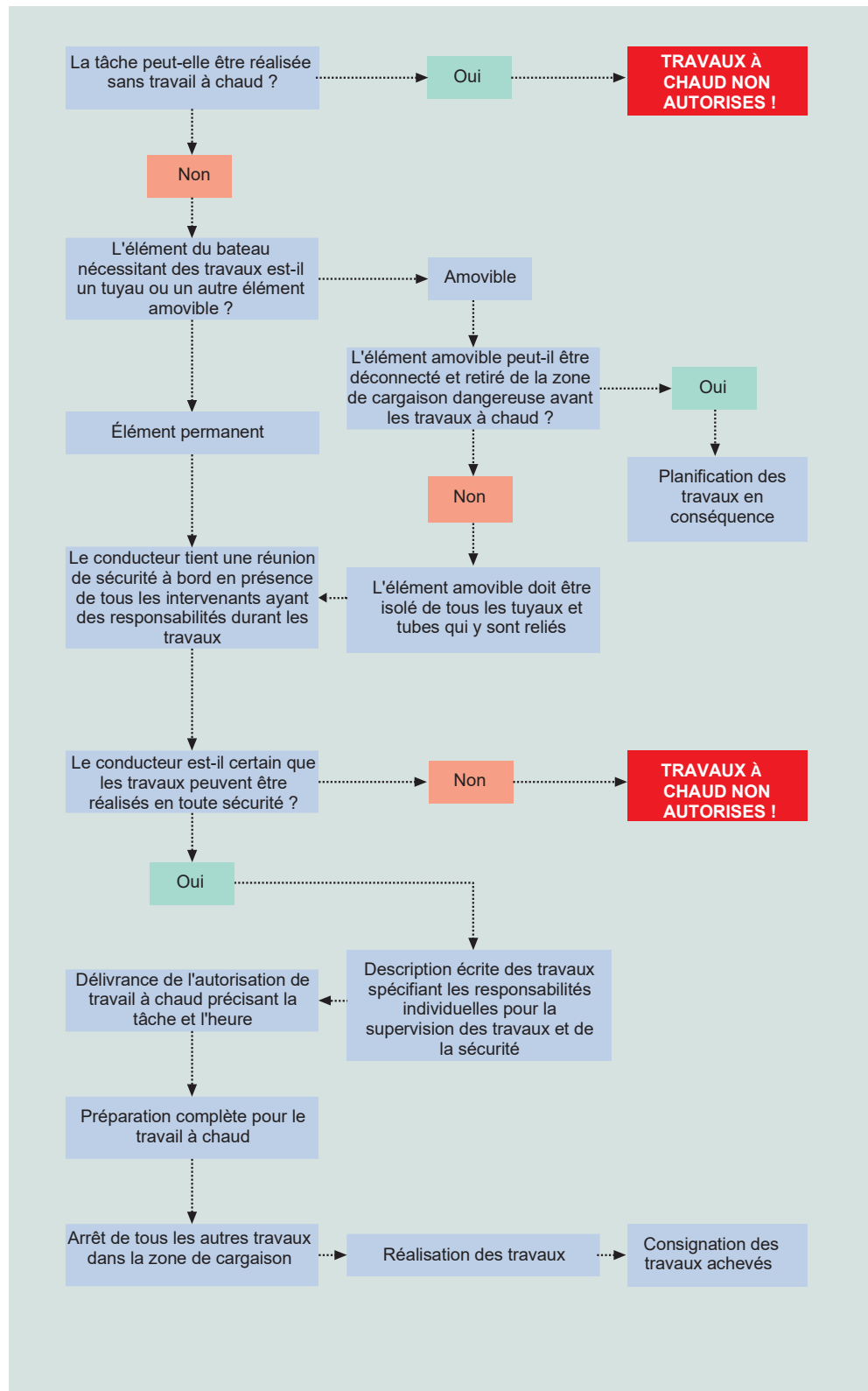


Figure 9.1 : Diagramme de la procédure pour le travail à chaud

Emplacement du travail - Exigences minimum	Atelier de la salle des machines	Autres parties de zones non dangereuses	Pont ouvert à l'arrière des logements	Espaces confinés autres que les chambres des pompes	Pont principal (bordé de pont)	Travail sur des dispositifs/installations dans la zone du pont principal	Travail sur des conduites liées à la cargaison, y compris les serpents de chauffage dans une citerne à cargaison	Chambre des pompes de cargaison	Citernes de cargaison ou de ballastage
Tenir une réunion de planification du travail et effectuer une évaluation des risques	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Le travail est effectué en un endroit désigné protégé par un écran ou un rideau	✓								
Ventilation adéquate	✓	✓		✓			✓	✓	✓
Confirmation par le conducteur ou la personne désignée que le travail peut être effectué	✓								
Vérifications de l'atmosphère de la citerne effectuée et autorisation d'y pénétrer délivrée				✓			✓		✓
La citerne doit être lavée et dégazée					✓		✓		✓
Les citernes à cargaison doivent être purgées et inertées à 8 % O ₂ au maximum et à 2 % HC au maximum					✓	✓	✓	✓	✓
Le travail est effectué à une distance supérieure à 500 mm de tout pont-citerne ou batardeau				✓		✓	✓	✓	
Le travail est effectué à une distance supérieure à 500 mm de tout pont-citerne à mazout ou batardeau			✓	✓		✓		✓	
Le nettoyage local est effectué conformément aux exigences				✓			✓	✓	✓
Toutes les conduites interconnectées sont rincées et vidées							✓	✓	✓
Les vannes des citernes sont isolées							✓	✓	✓
L'autorisation de travailler à chaud est délivrée à bord		✓							
L'autorisation de travailler à chaud est délivrée en accord avec la société.			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
L'autorisation de travailler à chaud est approuvée par le conducteur ou le responsable		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Figure 9.2 : Exemple d'orientations SGS pour le travail à chaud à bord d'un bateau-citerne de navigation intérieure inerté

Lorsque le travail à chaud nécessite de pénétrer dans un espace confiné, les procédures décrites à la section 10 pour l'accès aux espaces confinés doivent être suivies. Un compartiment dans lequel un travail à chaud doit être effectué doit être nettoyé et aéré. Une attention particulière doit également être accordée à l'état de tous les espaces adjacents.

Les citernes à combustible de soute voisines peuvent être considérées comme étant sûres si les résultats de mesure sont inférieurs à 1 % de la LII dans le volume de phase gazeuse de la citerne à combustible de soute. Aucun travail à chaud ne doit être effectué sur les cloisons des citernes à combustible de soute ni à moins de 500 mm de ces cloisons, à moins que la citerne ait été nettoyée pour le travail à chaud.

Les citernes de ballastage et les compartiments adjacents autres que les citernes à cargaison doivent être vérifiés pour s'assurer qu'ils sont exempts de gaz et sans danger en cas de travail à chaud. Si la présence d'hydrocarbures liquides ou de vapeurs est constatée dans les citernes de ballastage ou les compartiments adjacents, ceux-ci doivent être nettoyés et dégazés ou inertés.

9.4.4.2 Travail à chaud dans les citernes à cargaison

Pour nettoyer la zone de travail, toutes les boues ainsi que les dépôts imprégnés de cargaison, sédiments ou autres matériaux susceptibles de dégager des vapeurs inflammables doivent être enlevés. L'étendue de la zone nettoyée doit être déterminée après une évaluation des risques liés à la tâche spécifique à réaliser. Une attention particulière doit être accordée à la face arrière des châssis et cloisons. D'autres zones susceptibles d'être concernées par le travail à chaud, par exemple la zone située immédiatement en dessous du lieu de travail, doivent aussi être nettoyées.

Le Tableau 9.2 fournit des indications sur la distance de sécurité pour les zones à nettoyer et présente des exigences minimales qui devront éventuellement être étendues en fonction des résultats de l'évaluation des risques. Les distances de nettoyage sont basées sur le type de travail effectué et sur la hauteur au-dessus du fond de la citerne.

Il peut être opportun d'utiliser des couvertures ignifuges ou de couvrir d'eau le fond de la citerne pour empêcher que des étincelles puissent tomber sur des peintures de revêtement.

Tous les tuyaux d'interconnexion avec d'autres compartiments doivent être rincés à l'eau, vidés, ventilés et isolés du compartiment où a lieu le travail à chaud. Les tuyaux de cargaison peuvent ensuite être inertés ou remplis d'eau si ceci est jugé nécessaire.

Hauteur de la zone de travail	Côté opérateur			Côté opposé		
	Chalumeau	Soudage	Gougeage	Chalumeau	Soudage	Gougeage
0-5 mètres	1,5 m	5,0 m	5,0 m	7,5 m	2,0 m	2,0 m
5-10 mètres	1,5 m	5,0 m	5,0 m	10,0 m	2,0 m	2,0 m
10-15 mètres	1,5 m	5,0 m	7,5 m	15,0 m	2,0 m	2,0 m
>15 mètres	1,5 m	5,0 m	10,0 m	20,0 m	2,0 m	2,0 m

Tableau 9.2 : Rayon des zones à nettoyer en préparation d'un travail à chaud dans les citernes

Les serpentins de chauffage doivent être rincés ou de la vapeur doit y être injectée et l'absence d'hydrocarbures doit être vérifiée.

Une citerne voisine d'avitaillement en combustible peut être considérée comme étant sûre si les résultats de mesure sont inférieurs à 1 % de la LII dans le volume de phase gazeuse de la citerne à combustible de soute et si aucun transfert de chaleur à travers la cloison de la citerne à combustible de soute n'est occasionné par le travail à chaud.

Bateaux-citernes de navigation intérieure non inertés

Le compartiment dans lequel le travail à chaud doit être effectué doit être nettoyé, dégazé conformément aux exigences pour le travail à chaud, ventilé en permanence et surveillé.

Les citernes à cargaison voisines, y compris les citernes à cargaison placées en diagonale, doivent avoir été nettoyées et dégazées conformément aux exigences pour le travail à chaud ou doivent être entièrement remplies d'eau.

Tous les résidus doivent être soit retirés du bateau-citerne de navigation intérieure ou isolés de manière sûre dans une citerne fermée et non-adjacente, placée au moins à 30 mètres du lieu de travail à chaud. Dans ce contexte, les citernes situées en diagonale doivent être considérées comme étant des citernes adjacentes. Une citerne à résidus non adjacente doit être maintenue fermée, bien isolée de la conduite principale de gaz inerte et isolée du système de tuyauterie pour la durée du travail à chaud.

Les tuyaux de vapeur ou de ventilation allant vers le compartiment doivent également être ventilés afin de ne pas dépasser 1 % de la LII et isolés.

La possibilité d'utiliser une source externe de gaz inerte doit être envisagée.

Bateaux-citernes de navigation intérieure inertés

Le compartiment dans lequel le travail à chaud doit être effectué doit être nettoyé, dégazé conformément aux exigences pour le travail à chaud, ventilé en permanence et surveillé.

Les citernes à cargaison voisines, y compris les citernes à cargaison placées en diagonale, doivent avoir été :

- nettoyées et dégazées, avec une teneur en vapeur d'hydrocarbures ramenée à 1 % au maximum de la LII et maintenue à ce niveau, ou
- vidées, purgées avec une teneur en vapeur d'hydrocarbures ramenée à moins de 2 % en volume et inertées ;
- entièrement remplies d'eau.

Toutes les autres citernes à cargaison doivent être inertées et leurs ouvertures sur le pont doivent être fermées.

Si un travail à chaud doit être effectué sur une cloison de citerne à cargaison ou à moins de 500 mm d'une telle cloison, l'espace situé de l'autre côté doit aussi être nettoyé conformément aux exigences pour le travail à chaud.

Il doit être envisagé de réduire la pression du gaz inerte pour la durée du travail à chaud, afin d'éviter une ventilation non contrôlée.

Les tuyaux de gaz inerte dans le compartiment doivent être purgés avec du gaz inerte pour que la teneur en hydrocarbures ne dépasse pas 2 % en volume et doivent être isolés.

Tous les résidus doivent être soit retirés du bateau-citerne de navigation intérieure ou isolés de manière sûre dans une citerne fermée et non-adjacente, située au moins à 30 mètres du lieu de travail à chaud. Dans ce contexte, les citernes situées en diagonale doivent être considérées comme étant des citernes adjacentes. Une citerne à résidus non adjacente doit être maintenue fermée, bien isolée de la conduite principale de gaz inerte et isolée du système de tuyauterie pour la durée du travail à chaud.

9.4.4.3 Travail à chaud dans la zone du pont des citernes à cargaison**Sur le pont-citerne**

Si un travail à chaud doit être entrepris sur le pont-citerne ou à une hauteur inférieure à 500 mm au-dessus du pont-citerne, il doit être classé comme travail à chaud à l'intérieur de cette citerne et les mesures appropriées doivent être prises (voir la section 9.4.4.2).

Sur une cloison de citerne à cargaison ou à moins de 500 mm d'une telle cloison :

- l'espace situé de l'autre côté doit aussi être nettoyé conformément aux exigences pour le travail à chaud ;
- le cas échéant, il faut réduire la pression du GI pour la durée du travail à chaud, afin d'éviter une ventilation non contrôlée ;
- les tuyaux de cargaison et de GI vers les compartiments doivent être purgés avec du GI jusqu'à ce qu'il ne reste pas plus de 2 % d'hydrocarbures en volume, puis isolés ;
- tous les résidus doivent être retirés du bateau ou isolés de manière sûre dans une citerne non adjacente, située au moins à 30 mètres du lieu de travail à chaud.

Au-dessus du pont-citerne

Si le travail à chaud doit être entrepris au-dessus du pont-citerne (à plus de 500 mm), les citernes à cargaison et à résidus situées dans un rayon d'au moins 30 mètres autour de la zone de travail doivent être :

- nettoyées et dégazées, avec une teneur en vapeur d'hydrocarbures ramenée à 1 % au maximum de la LII et maintenue à ce niveau ;
- vidées, purgées avec une teneur en vapeur d'hydrocarbures ramenée à moins de 2 % en volume et inertées ;
- entièrement remplies d'eau.

Toutes les autres citernes à cargaison doivent être inertées et leurs orifices doivent être fermés.

Tous les résidus doivent être retirés du bateau-citerne de navigation intérieure ou isolés dans une citerne aussi éloignée que possible de l'emplacement de travail à chaud.

À défaut, à bord des bateaux-citernes de navigation intérieure non inertés ou dépourvus d'un système de gaz inerte

Toutes les citernes à cargaison situées à une distance inférieure ou égale à 30 mètres du lieu des travaux, y compris les citernes à cargaison placées en diagonale, doivent avoir été nettoyées et dégazées conformément aux exigences pour le travail à chaud ou être entièrement remplies d'eau.

Tous les résidus doivent être retirés du bateau-citerne de navigation intérieure ou isolés de manière sûre dans la citerne la plus éloignée (située au moins à 30 mètres du lieu du travail à chaud). Les tuyaux de vapeur ou de ventilation allant vers le compartiment doivent également être ventilés afin de ne pas dépasser 1 % de la LII et isolés.

La possibilité d'utiliser une source externe de gaz inerte doit être envisagée.

9.4.4.4 Travail à chaud à proximité de citernes à combustible de soute

De manière générale, le travail à chaud à proximité de citernes à combustible de soute doit être considéré de la même manière que le travail à chaud sur le pont-citerne. Aucun travail à chaud ne doit être effectué sur le pont ou à moins de 500 mm d'un tel pont, à moins que la citerne ait été nettoyée conformément aux exigences applicables pour le travail à chaud.

Les citernes à combustible de soute doivent être clairement signalées afin d'éviter tout malentendu quant à leur emplacement et à leur étendue.

9.4.4.5 Travail à chaud sur les tuyaux

À chaque fois que possible, les sections de tuyaux et autres éléments connexes tels que les filtres et les vannes doivent être déconnectés du système afin d'être réparés dans l'espace désigné à cet effet (voir la section 9.4.2). Toute coupure d'un circuit de tuyauterie doit être conforme au système d'autorisation de travail pour la maîtrise des énergies dangereuses.

Si un travail à chaud doit être effectué sur les tuyaux et les vannes alors que le matériel demeure en place, l'élément qui requiert ce travail à chaud doit être déconnecté par le biais d'une intervention à froid, les autres tuyauteries devant être obturées. L'élément qui doit faire l'objet de l'intervention doit être nettoyé et dégazé conformément aux exigences applicables pour le travail à chaud, qu'il soit retiré ou non de la zone de cargaison dangereuse.

Si l'endroit où le travail à chaud doit être effectué n'est pas situé à proximité immédiate du tuyau débranché, il convient d'envisager une ventilation continue du tuyau avec de l'air frais et de surveiller la teneur en vapeur d'hydrocarbure de l'air qui s'échappe.

Les serpentins de chauffage doivent être rincés ou de la vapeur doit y être injectée et l'absence d'hydrocarbures doit être vérifiée.

9.5 Appareils de soudage et de travail à chaud

Les appareils de soudage et autres équipements utilisés pour le travail à chaud doivent être soigneusement contrôlés avant chaque utilisation, afin de s'assurer qu'ils sont en bon état. S'il y a lieu, ils doivent être correctement mis à la masse. Lors de l'utilisation d'équipements à arc électrique, il convient de veiller notamment à ce que :

- les branchements pour l'alimentation électrique soient effectués dans un espace exempt de gaz ;
- le câblage d'alimentation existant convienne pour la puissance électrique requise, sans surcharge provoquant un échauffement ;
- le gainage des câbles électriques souples soit en bon état ;
- le cheminement du câble jusqu'au lieu d'intervention soit le plus sûr possible et ne traverse que des zones exemptes de gaz ou inertées ;
- la mise à la masse soit effectuée à proximité immédiate du lieu de l'intervention et que le câble de retour à la masse mène directement à la machine de soudage. La structure du bateau-citerne de navigation intérieure ne doit pas être utilisée pour le retour à la masse.

9.6 Autres tâches potentiellement dangereuses

Une tâche dangereuse est définie comme étant une tâche, autre qu'un travail à chaud, qui présente un danger pour le bateau-citerne de navigation intérieure, le terminal ou le personnel et dont l'exécution doit être contrôlée par un processus d'évaluation des risques tel qu'un système d'autorisation de travail.

Il en résulte que, pour chaque tâche dangereuse, une autorisation de travail ou une procédure contrôlée doit être élaborée et approuvée. L'autorisation ou la procédure contrôlée doivent suivre la procédure décrite à la section 9.3 et doivent faire l'objet d'une concertation avec le personnel qui exécute la tâche.

La procédure, l'approbation et la consignation de la conformité doivent être conservés dans les dossiers du SGS.

Des tâches dangereuses ne doivent être réalisées le long d'un terminal qu'avec l'accord préalable du représentant du terminal.

Des exemples de telles tâches sont :

- la pénétration dans un espace confiné ;
- les inspections de citernes ;
- les opérations de plongée ;
- l'obturation de coffres de prise d'eau ;
- les travaux étendus dans la mâture ou sur le côté ;
- les opérations de levage lourdes ou inhabituelles ;
- les travaux sur ou à côté d'un système sous pression ;
- les essais et le largage d'embarcations de sauvetage ;
- le travail sur des équipements et systèmes critiques ;
- les travaux électriques.

9.7 Gestion des sous-traitants

Le conducteur doit s'assurer que, lorsque des sous-traitants ou des équipes de travail doivent intervenir, des dispositions soient prises pour garantir de leur part la compréhension et l'observation de toutes les procédures de bonne pratique pour un travail sûr. Ceci est particulièrement important si ces personnes interviennent dans le cadre d'un travail à chaud ou de tâches à risque. Les intervenants doivent être étroitement surveillés et contrôlés par un responsable désigné.

Le sous-traitant doit participer aux réunions de sécurité correspondantes pour une concertation sur les modalités de travail. Le cas échéant, le sous-traitant doit signer l'accord formel concernant le travail à réaliser et confirmer ainsi la sensibilisation aux dangers et aux précautions de sécurité nécessaires pour limiter les risques à un niveau acceptable.

9.8 Réparations effectuées ailleurs qu'au chantier naval

9.8.1 Introduction

La présente section porte sur les réparations qui doivent être effectuées à bord d'un bateau-citerne de navigation intérieure se trouvant ailleurs qu'au chantier naval. Les recommandations énoncées dans la présente section sont destinées à compléter et non à remplacer les autres recommandations de la présente publication.

9.8.2 Généralités

Lorsqu'un bateau-citerne de navigation intérieure est engagé dans des opérations, en cours de voyage ou dans un port, le personnel du bateau-citerne assure ses fonctions conformément au SGS du bateau-citerne. Lorsqu'un bateau-citerne est au chantier naval, le bateau-citerne n'est pas opérationnel et le travail est principalement effectué et géré par le chantier naval. Bien qu'elle puisse être contrôlée et vérifiée par le personnel du bateau-citerne, la sécurité du bateau-citerne et de toute personne à bord dépend généralement du SGS du chantier naval. En certaines occasions, un bateau-citerne engagé dans des opérations nécessite que soient effectués des travaux ailleurs qu'au chantier naval ou en cale sèche, avec l'intervention de personnel externe. Dans ce cas, la sécurité de toutes les personnes à bord dépend du SGS du bateau-citerne et toutes les activités doivent par conséquent être effectuées conformément au SGS.

Les réparations peuvent être effectuées alors que le bateau-citerne se trouve :

- à l'ancre ;
- à un poste d'accostage qui n'est généralement pas utilisé pour la manutention de cargaison ;
- le long d'une jetée commerciale ;
- en cours de voyage.

Ces travaux de réparation ne sont effectués qu'exceptionnellement et il convient de veiller à ce que le champ d'application du SGS du bateau-citerne couvre pleinement les activités prévues ainsi que les risques liés aux intervenants externes.

9.8.3 Surveillance et contrôle

Le conducteur, le responsable désigné par la société ou toute autre personne expressément désignée doivent conserver le plein contrôle des travaux de réparation, s'assurer que la sécurité à bord du bateau-citerne de navigation intérieure demeure assurée en permanence et que tous les travaux soient effectués dans des conditions sûres et appropriées.

Des procédures spécifiques seront nécessaires si le bateau-citerne doit être réparé dans un état « à l'arrêt complet » ou si la puissance électrique disponible est limitée.

9.8.4 Planification avant l'arrivée

Avant l'arrivée au quai de réparation, lieu de mouillage ou sur d'autres sites, les points suivants doivent être pris en considération lors de la planification initiale :

- type et emplacement du quai ou lieu de mouillage ;
- amarres - nombre, type ;
- état de la citerne - exemptes de gaz ou inertées ;
- accès sécurisé - par plate-forme, passerelle ou par d'autres moyens ;
- nombre des personnes impliquées, y compris les sous-traitants ;
- lieu où le travail sera réalisé - salle des machines, zone de cargaison, pont, logements, etc. ;
- installations pour l'élimination de résidus ou de boues ;
- dispositions pour les autorisations et certifications ;
- exigences du port ou du terminal ;
- disponibilité de l'alimentation principale ou du système principal de moteur(s) ;
- procédures d'urgence, à bord et à terre ;
- disponibilité d'une assistance - Lutte contre l'incendie, services médicaux, etc. ;
- connexions aux services à terre - eau, électricité, etc. ;
- conditions météorologiques ;
- tirant d'eau et limites de gîte (pour éviter la manipulation inutile de ballast) ;
- restrictions concernant le fait de fumer et d'utiliser des flammes nues ;
- dispositions en matière de sécurité du port et du bateau, y compris le niveau de sécurité du bateau et du port.

9.8.5 Dispositions relatives à l'amarrage

Lorsque le bateau est amarré à un quai de réparation, le nombre et les dimensions des amarres utilisées doivent être suffisants pour toutes les conditions météorologiques et de marée probables.

Dans la mesure du possible, une source d'énergie de remplacement doit être fournie pour les machines de pont afin que l'amarrage puisse être ajusté même si l'alimentation principale n'est pas disponible.

Aux quais de réparation, les types d'amarrages peuvent être limités en raison de mouvements de grues ou d'autres activités sur le quai. Ces restrictions doivent être prises en compte lors de la planification de l'accostage du bateau-citerne.

Les amarres doivent être éloignées des zones de travail à chaud et des autres lieux où les amarres peuvent être endommagées par les travaux de réparation en cours.

Lorsque le bateau est à l'ancre, il peut être nécessaire d'utiliser un câble supplémentaire, notamment si le moteur principal n'est pas disponible en permanence.

9.8.6 Équipements à terre

Dans la mesure du possible, le bateau-citerne de navigation intérieure doit être isolé physiquement des installations habituelles du terminal ou du quai où des opérations concernant d'autres bateaux-citernes sont en cours.

Si des réparations doivent être effectuées en même temps que des opérations de manutention, une autorisation spéciale doit être accordée par les exploitants du terminal.

Le conducteur doit vérifier si sont prévues des opérations importantes impliquant d'autres bateaux à proximité du poste d'accostage où les réparations sont en cours, par exemple des départs / arrivées d'autres bateaux, des avitaillements, de la manutention de fioul, etc.

Le conducteur doit connaître les exigences spécifiques de sécurité de l'installation et / ou des autorités portuaires.

Un moyen d'accès sûr, avec garde-corps et filets de sécurité si nécessaire, doit être disponible en permanence. Le nombre des ouvertures d'accès doit être suffisant pour permettre une évacuation rapide de tout le personnel à bord. La passerelle doit être surveillée en permanence et une vigie - ou une solution technique équivalente - doit être prévue pour contrôler l'accès au bateau (voir le chapitre 6).

Lorsqu'un bateau-citerne non dégazé est à l'arrêt dans une aire de stationnement, un panneau doit être placé au pied de la passerelle comportant la mention : « Accès interdit sans autorisation. Ce bateau-citerne n'est pas dégazé. »

Les plans de sûreté portuaire doivent être appliqués et respectés autant que nécessaire.

Il est recommandé de documenter le statut de l'équipage et des invités et de préciser si la personne est à bord ou à terre. Cela en particulier lors des réparations de longue durée ou de longs séjours au port, qui rendent difficile le suivi du personnel à bord du bateau-citerne en cas d'urgence. Les sous-traitants doivent aviser quotidiennement le conducteur du nombre et des déplacements des travailleurs à bord durant la période de réparation.

Les procédures pour l'utilisation de grues ou autres appareils de levage doivent être déterminées à l'arrivée.

Les procédures pour le dépôt d'ordures doivent être convenues entre le bateau-citerne et l'installation et des dépôts réguliers des déchets accumulés doivent être prévus.

Des signaux d'alarme d'urgence doivent être convenus et, si possible, un exercice doit être effectué avant le début des travaux de réparation. Des exercices ultérieurs doivent être organisés si les réparations doivent être effectuées sur une période prolongée.

Toutes les restrictions concernant les activités telles que l'avitaillement, le stockage ou l'avitaillement d'huile de lubrification doivent faire l'objet d'une concertation.

9.8.7 Réunion de sécurité pré-travail

Des réunions pour la planification du travail doivent être tenues avant le début des travaux ainsi que chaque jour ultérieur de travail.

Les réunions de planification du travail comprennent normalement les représentants du bateau-citerne et tous les sous-traitants concernés.

Le principal objectif de ces réunions est de s'assurer que tous les personnels impliqués soient informés des activités prévues au cours de la journée, de l'interaction entre les sous-traitants, des points méritant une attention particulière, des précautions spéciales à prendre, etc.

9.8.8 Autorisations de travail

Des autorisations doivent être délivrées pour les travaux de réparation à réaliser, y compris les réparations effectuées par le personnel du bateau-citerne de navigation intérieure. Des autorisations doivent en particulier être délivrées pour :

- la pénétration dans des espaces confinés ;
- le travail à chaud ;
- l'isolement électrique ;
- les énergies dangereuses ;
- le verrouillage/étiquetage (LO/TO) ;
- les autres tâches dangereuses énoncées à la section 9.6.

Des copies de toutes les autorisations doivent être affichées s'il y a lieu. Des copies doivent également être conservées par la personne en charge de l'opération.

Toutes les personnes impliquées doivent être pleinement conscientes des exigences et de l'utilité du système d'autorisations de travail et doivent être informées de l'interdiction de commencer les travaux avant que l'autorisation appropriée n'ait été délivrée.

Si les sous-traitants fournissent des outils ou des équipements, ceux-ci doivent être conformes aux exigences du SGS du bateau-citerne en matière de sécurité, d'état et d'étalonnage.

9.8.9 État des citernes

Le fait qu'un bateau-citerne de navigation intérieure soit exempt de gaz ou non dépend des travaux entrepris et des règlements spécifiques du port ou de l'installation.

Un chimiste agréé doit vérifier la teneur en oxygène et en hydrocarbures de toutes les citernes à cargaison et de ballastage. L'état de chaque citerne et espace vide doit figurer sur le certificat du chimiste.

Au minimum, des certificats attestant l'absence de gaz doivent être délivrés quotidiennement.

Si les citernes à cargaison ne sont pas tenues d'être exemptes de gaz et que le bateau-citerne est inerté, une pression positive du gaz inerte doit être maintenue dans les citernes à tout moment.

9.8.10 Tuyaux à cargaison

Tous les tuyaux à cargaison sur le pont, dans les citernes et dans la chambre des pompes, y compris les tuyaux et les pompes qui n'ont pas été utilisés pour les cargaisons récentes ou pour le nettoyage des citernes, doivent être soigneusement lavés et vidés. Ceci vaut également pour tous les culs-de-sac du système.

Le système automatique de vannes doit être isolé de manière à empêcher tout fonctionnement accidentel des vannes de cargaison pendant le processus de travail. Des indications appropriées doivent être affichées et les personnes en charge des équipes de réparation concernées doivent être informées.

9.8.11 Précautions pour la lutte contre les incendies

9.8.11.1 Eau d'extinction

Les tuyaux d'extinction d'incendie doivent être maintenus sous pression en permanence, soit par les pompes du bateau-citerne de navigation intérieure ou par une alimentation depuis le quai.

La pression des tuyaux d'extinction doit faire l'objet d'une concertation et doit être maintenue en permanence.

9.8.11.2 Rondes d'incendie

Une procédure doit être définie pour des rondes d'incendie à bord.

Les rondes d'incendie peuvent être effectuées par le personnel du bateau-citerne de navigation intérieure ou par des sous-traitants à terre.

Chaque membre de la ronde d'incendie doit être pleinement conscient de la procédure pour déclencher l'alarme et des mesures à prendre en cas d'urgence.

Toutes les zones faisant l'objet de travail à chaud doivent être surveillées en permanence par des rondes d'incendie.

9.8.12 Personne désignée responsable de la sécurité

Une personne désignée responsable de la sécurité doit être nommée pour coordonner les processus d'autorisation et de certification associés à la période de réparation.

La personne désignée responsable de la sécurité doit être pleinement consciente de l'étendue de ses fonctions et de ses responsabilités.

9.8.13 Travail à chaud

Les indications supplémentaires ci-après ne remplacent pas les recommandations énoncées à la section 9.4, qui doivent également être suivies pour toutes les activités de réparation impliquant un travail à chaud.

Tout travail à chaud doit être interdit à l'intérieur ou à proximité immédiate des citernes à cargaison, citernes de ballastage, citernes à résidus, citernes à combustible de soute, chambres des pompes et cofferdam avant, y compris le pont et la coque du bateau-citerne de navigation intérieure, sauf lorsque les dispositions préparatoires spéciales ont été prises avant d'accéder au poste de stationnement ou à une installation et lorsque les conditions spéciales nécessaires sont remplies.

L'utilisation de matériel de soudage électrique doit être contrôlée et les câbles de mise à la masse appropriés doivent être utilisés. Le courant de soudage ne doit pas être renvoyé au transformateur par l'intermédiaire de la coque du bateau.

Le travail à chaud ne doit pas être effectué à moins de 30 mètres de tout espace non exempt de gaz et doit toujours être soumis aux réglementations des autorités locales.

Des indications doivent être affichées à l'accès aux citernes, au minimum pour indiquer l'état actuel de toute citerne et de tout espace vide, par ex. en précisant s'il est exempt de gaz et s'il est possible d'y effectuer un travail à chaud ou s'il est seulement possible d'y pénétrer en toute sécurité.

Tout travail à chaud doit être immédiatement suspendu si l'une des exigences de sécurité spécifiques ne peut pas être respectée.

Tout travail à chaud sur ou au-dessus des ponts découverts doit être interrompu si la pression du gaz inerte atteint la pression d'ouverture des soupapes de pression / dépression. S'il est nécessaire de libérer dans l'atmosphère de la pression de la citerne, tout travail doit être suspendu jusqu'à ce que l'opération ait été achevée. Il convient d'envisager d'évacuer le personnel du pont au cours de la ventilation, surtout s'il existe un risque de présence de gaz toxiques (le H₂S, par exemple). Une nouvelle autorisation doit être délivrée avant la reprise du travail.

9.9 Gestion des urgences à bord des bateaux

9.9.1 Généralités

Le SGS doit exiger que l'exploitant établisse des procédures pour identifier et décrire les éventuelles situations d'urgence de bord et pour y réagir. La présente section fournit des indications concernant cette responsabilité en abordant les aspects couverts par le champ d'application du présent Guide.

9.9.2 Plan d'urgence du bateau-citerne de navigation intérieure

9.9.2.1 Préparation

La planification et la préparation sont essentielles pour que le personnel puisse réagir de manière efficace aux situations d'urgence à bord de bateaux-citernes de navigation intérieure. Le conducteur et l'équipage doivent réfléchir à ce qu'ils feraient dans les différentes situations d'urgence, telles que le feu dans les citernes à cargaison, dans la salle des machines, dans les logements, l'évanouissement d'une personne dans une citerne, la rupture des amarres et la dérive du bateau-citerne, le largage d'urgence des amarres et l'éloignement du bateau-citerne de son poste d'accostage.

Ces personnes ne seront pas en mesure de prévoir en détails tout ce qui est susceptible de se produire dans ces situations d'urgence, mais une planification préalable permet de prendre de meilleures décisions plus rapidement et de réagir à la situation de manière organisée.

Les informations suivantes doivent être facilement accessibles :

- types de cargaison, quantités et emplacements ;
- emplacements d'autres substances dangereuses ;
- plan général de disposition ;
- information relative à la stabilité ;
- plans des équipements anti-incendie.

9.9.2.2 Organisation d'urgence

Une organisation d'urgence doit être mise en place pour la mobilisation des secours en cas d'urgence. Le but de cette organisation sera de donner l'alarme, de localiser et d'évaluer les incidents et les dangers possibles et de coordonner les intervenants ainsi que l'utilisation des équipements. Il convient de se référer au SGS.

9.9.2.3 Action préliminaire

La personne qui découvre la situation d'urgence doit donner l'alarme et suivre les procédures du SGS.

9.9.2.4 Signal d'alarme incendie du bateau-citerne de navigation intérieure

Quand un bateau est au port, la sonnerie du système d'alarme incendie du bateau-citerne doit être complétée par une série de sons prolongés au sifflet du bateau, chaque coup de sifflet devant durer de quatre à six secondes, ou par tout autre signal exigé au niveau local.

9.9.2.5 Plans de contrôle de l'incendie

Les plans de contrôle des incendies doivent être affichés en permanence dans des emplacements de premier plan et doivent indiquer clairement, pour chaque pont, l'emplacement et les détails de tous les équipements anti-incendie, étouffoirs, commandes, etc. Lorsque le bateau-citerne est dans le port, ces plans peuvent également être affichés ou être facilement accessibles à l'extérieur du bloc de logements à l'intention du personnel anti-incendie intervenant depuis la terre.

9.9.2.6 Inspection et entretien

Les équipements de lutte contre l'incendie doivent toujours être prêts pour une utilisation immédiate et doivent être contrôlés fréquemment. Les dates et les modalités de ces contrôles doivent être consignées et indiquées sur les appareils. L'inspection de tous les équipements de lutte contre l'incendie et des autres équipements de secours doit être effectuée par une personne responsable et tous les travaux d'entretien nécessaires doivent être réalisés dans les meilleurs délais.

9.9.2.7 Formation et exercices

Le personnel du bateau-citerne de navigation intérieure doit être familiarisé avec la théorie de la lutte contre l'incendie décrite au chapitre 5 et doit bénéficier d'une formation à l'utilisation des équipements de lutte contre l'incendie et de secours. Des exercices pratiques et des essais doivent être organisés à intervalles réguliers afin de garantir que le personnel conserve sa maîtrise des équipements.

Si une occasion se présente pour la réalisation dans un terminal d'un exercice de lutte contre l'incendie ou d'une réunion de coordination associant du personnel à terre (voir la section 20.2.8), le conducteur doit désigner une personne chargée de montrer au personnel à terre les emplacements des équipements portatifs et fixes de lutte contre l'incendie disponibles à bord et d'informer sur toute caractéristique de conception du bateau-citerne susceptible de nécessiter une attention particulière en cas d'incendie.

9.9.3 Actions en cas d'urgence

9.9.3.1 Incendie à bord d'un bateau-citerne de navigation intérieure au mouillage ou en cours de voyage

Quiconque découvre un début d'incendie doit immédiatement donner l'alerte en indiquant l'emplacement de l'incendie. L'alarme incendie du bateau doit être actionnée au plus vite.

Tout membre d'équipage situé à proximité de l'incendie doit utiliser l'agent extincteur approprié le plus proche pour tenter de limiter la propagation de l'incendie, pour l'éteindre, puis pour empêcher qu'il ne reprenne (voir la section 5.2). En cas d'échec, leur intervention doit rapidement être remplacée par l'activation du plan d'urgence du bateau-citerne.

Toute opération de cargaison, de ballastage, de nettoyage des citernes ou d'avitaillement doit être immédiatement interrompue et toutes les vannes doivent être fermées. Tout autre bateau situé à côté du bateau concerné doit être éloigné.

Une fois que tous les membres d'équipage ont été évacués de la zone, toutes les portes, ouvertures ainsi que les orifices des citernes doivent être fermés le plus rapidement possible et la ventilation mécanique doit être arrêtée. Les planchers, cloisons et autres structures à proximité de l'incendie ainsi que les citernes adjacentes qui contiennent des hydrocarbures liquides ou qui ne sont pas exemptes de gaz doivent être refroidis avec de l'eau.

Le bateau-citerne doit être manœuvré de façon à arrêter la propagation de l'incendie et à permettre d'attaquer le feu du côté du vent.

9.9.3.2 Situations d'urgence au port

Les situations d'urgence à bord ou à proximité du bateau-citerne de navigation intérieure quand celui-ci est dans un port sont abordées à la section 26.5, les mesures prises relevant de la responsabilité conjointe du conducteur et du responsable du terminal.

9.9.3.3 Libération de la cargaison

La libération de la cargaison est une mesure extrême qui ne se justifie que dans le but d'assurer la sécurité du bateau ou de sauver des vies en mer. La décision de libérer une cargaison ne doit pas être prise tant que toutes les autres options n'ont pas été envisagées. Il convient de se concerter avec les responsables de la gestion du littoral et les autorités portuaires ou de l'État côtier. Une autorisation écrite doit être obtenue.

S'il est nécessaire de libérer une cargaison, il convient de prendre les précautions suivantes :

- alerter le personnel de la salle des machines ; selon les circonstances, envisager de réduire les prises d'air de la salle des machines en les faisant passer d'un niveau élevé à un niveau bas ;
- le déversement doit s'effectuer par la vanne de mer et, si possible, du côté opposé aux arrivées de la salle des machines ;
- fermer toutes les arrivées non essentielles ;
- si le déversement doit se faire au niveau du pont, installer des tuyaux flexibles qui s'étendent sous la surface de l'eau ;
- respecter toutes les mesures de sécurité pour les opérations impliquant des gaz inflammables à proximité du pont ;
- consigner les informations dans les registres appropriés.

9.9.3.4 Suivi

Après un incident, un contrôle approfondi de tout le matériel utilisé doit être effectué dès que possible. Les extincteurs portatifs doivent être rechargés ou remplacés par des extincteurs de rechange en stock et les bouteilles des appareils respiratoires doivent être rechargées. Les systèmes de mousse doivent être rincés à l'eau.

Après l'incident, il convient d'examiner les enseignements pouvant être tirés et la manière dont des améliorations peuvent être apportées aux plans d'urgence.

10 Espaces confinés

Le présent chapitre décrit les dangers liés à l'entrée dans des espaces confinés et les essais à effectuer pour déterminer s'il est possible de pénétrer dans un espace confiné en toute sécurité. Il précise les conditions requises ainsi que les précautions à prendre avant de pénétrer dans un espace confiné et pendant qu'un travail y est effectué.

Les conducteurs doivent être conscients du fait que les exigences des terminaux pour l'accès aux espaces confinés peuvent différer des indications ci-après en fonction de la réglementation nationale.

10.1 Introduction à la sécurité pour entrer dans un espace confiné

Malgré les précautions prises par les exploitants pour protéger le personnel entrant dans les espaces confinés, des décès et des blessures surviennent encore. Ce chapitre recommande des mesures de protection et de contrôle susceptibles de réduire les risques liés à l'entrée dans des espaces confinés.

Le moyen le plus efficace d'éliminer le risque est de ne pas entrer dans un espace confiné. Par conséquent :

- les exploitants de bateaux et les conducteurs devraient veiller à ce que le personnel n'entre dans les espaces confinés que lorsqu'il n'y a pas d'autre alternative possible ;
- lorsqu'il n'y a pas d'autre solution, l'exploitant doit s'assurer que des procédures sont en place pour garantir la sécurité lors de l'entrée ;
- les conducteurs doivent s'assurer que les procédures pour l'entrée dans les espaces confinés sont adaptées, mises en œuvre et suivies de manière rigoureuse, et que chaque entrée est planifiée conformément à ces procédures, quelle que soit la fréquence à laquelle elle se produit.

Les incidents dans les espaces confinés se classent généralement en deux catégories :

1. Entrées contrôlées : l'entrée est prévue, mais la préparation et la mise en œuvre du plan d'entrée ne sont pas suffisamment rigoureuses. Cela conduit à un incident impliquant des travailleurs à l'intérieur ou à l'extérieur de l'espace, y compris ceux qui effectuent des tests de gaz. Cette catégorie comprend les entrées intentionnelles pour répondre aux urgences.
2. Entrées accidentelles : en effectuant des tâches de routine telles que prendre des objets dans un casier de stockage, vérifier des espaces ou regarder dans un réservoir, le personnel pénètre involontairement dans un espace confiné dans lequel la survie n'est pas possible.

Outre le conducteur, les membres clés de l'équipage impliqués dans les étapes d'entrée dans les espaces confinés sont les suivants :

- personne responsable : une personne habilitée à permettre l'entrée dans un espace confiné et ayant une connaissance suffisante des procédures à mettre en place et à respecter à bord pour s'assurer que l'espace ne présente aucun danger lorsqu'on y pénètre ;
- personne compétente : une personne possédant des connaissances théoriques et une expérience pratique suffisantes pour évaluer en connaissance de cause la probabilité de présence ou d'apparition ultérieure d'une atmosphère dangereuse dans un espace.

La personne compétente et la personne responsable peuvent être la même personne.

- préposé : une personne dûment formée aux procédures du SGS, qui surveille les personnes pénétrant dans l'espace confiné, maintient les communications avec les personnes à l'intérieur de l'espace et lance les procédures d'urgence en cas d'incident (résolution OMI A.1050(27)). Le préposé n'a pas d'autres missions que celles énumérées ci-dessus.

10.2 Gestion de la sécurité pour entrer dans un espace confiné

10.2.1 Généralités

Les procédures de l'exploitant doivent permettre d'identifier les espaces à bord qui sont des espaces confinés. Ces espaces présentent une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- ouvertures d'entrée et de sortie restreintes ;
- ventilation naturelle insuffisante ;
- conception non destinée à la présence permanente de personnes.

En l'absence d'une ventilation efficace, tout espace confiné peut devenir dangereux (voir la section 10.4). Un espace dangereux est un espace clos ou confiné dont l'atmosphère peut mettre en danger la vie ou la santé de toute personne qui y pénètre. Les dangers sont les suivants :

- déficit en oxygène ;
- gaz toxiques et/ou inflammables, y compris les vapeurs d'hydrocarbures et les contaminants toxiques ;
- GI, y compris l'azote ;
- enrichissement en oxygène.

Toutes les procédures spécifiques à l'exploitant et au bateau-citerne doivent également respecter les exigences nationales en vigueur.

Pour gérer en toute sécurité toute entrée dans un espace confiné, les membres d'équipage doivent être formés et régulièrement entraînés à la sécurité dans les espaces confinés. Ceci doit inclure une familiarisation avec les instruments d'analyse de l'atmosphère et les procédures à bord pour reconnaître, évaluer et contrôler les dangers associés.

Toutes les procédures et mesures visant à atténuer les risques doivent tenir compte du fait qu'une simple erreur humaine peut en réduire l'efficacité (voir le chapitre 13).

La nature de l'espace confiné détermine les risques spécifiques. Tous les espaces confinés doivent être signalés par des panneaux explicites et des procédures doivent être élaborées pour garantir que toute entrée se fera en toute sécurité. L'identification de ces espaces et de ces procédures signifie que l'ensemble du personnel concerné, y compris ceux qui pénètrent dans l'un de ces espaces, doit posséder les connaissances suivantes :

- nature de l'atmosphère ;
- mesures d'atténuation ;
- exigences en matière d'EPI ;
- mesures d'urgence.

Toutes les procédures des exploitants et des bateaux-citernes doivent clairement identifier le personnel dont le rôle est important pour assurer la gestion sûre des espaces confinés. Il s'agit des personnes suivantes :

- la personne responsable ;
- la personne compétente ;
- le préposé ;
- l'officier/mécanicien de service ;
- le personnel qui pénètre dans l'espace.

Toute décision de pénétrer dans l'espace doit d'abord être examinée, par la personne compétente, par rapport à d'autres solutions possibles qui permettent d'éviter que le personnel n'ait à pénétrer dans l'espace. Si, après cet examen détaillé, il est toujours nécessaire de pénétrer dans l'espace, personne ne doit tenter d'entrer, même dans des conditions contrôlées, tant qu'il n'a pas été confirmé que l'atmosphère y est sûre.

10.2.2 Gestion des entrées contrôlées dans les espaces confinés

Que ce soit indépendamment ou collectivement, plusieurs facteurs peuvent influencer sur le bon déroulement de la procédure d'entrée. Ceux-ci doivent être pris en compte afin de permettre la mise en place de mesures visant à les atténuer.

Ces mesures sont notamment les suivantes :

Éviter l'entrée lorsqu'il existe d'autres solutions

Le moyen le plus sûr de réduire les risques liés aux espaces confinés est d'éviter d'y pénétrer. La nécessité de pénétrer dans les espaces confinés peut être éliminée par la conception et les entrées potentielles peuvent être réduites à un minimum en supprimant tout besoin d'entrer, par exemple en déplaçant les articles stockés, les équipements essentiels ou les commandes, en planifiant les travaux internes à effectuer en cale sèche et en utilisant des technologies telles que les drones pour les activités de surveillance. Cela peut inclure la remise en question d'activités opérationnelles inutiles, telles que le lavage des citernes.

Les responsables doivent faire preuve de rigueur et être à l'écoute des préoccupations

Les personnes ayant une influence sur les autres membres de l'équipage peuvent rendre les entrées plus sûres. Elles soutiennent et supervisent l'application des règles fixées dans les procédures de l'exploitant et s'y conforment, n'entrant jamais dans un espace confiné et ne demandant jamais à une autre personne d'y entrer tant que toutes les exigences n'ont pas été satisfaites. Elles doivent démontrer que leurs décisions sont prises dans l'intérêt de la sécurité et qu'elles l'emportent sur les pressions commerciales ou liées aux délais. Enfin, elles doivent écouter et réagir lorsqu'un membre moins expérimenté fait part de ses préoccupations (voir le chapitre 13).

Prévoir suffisamment de temps

La pression liée aux délais peut affecter le comportement de ceux qui entrent dans l'espace ou prévoient d'y entrer. Ces personnes peuvent être influencées par un souci d'efficacité ou par des pressions extérieures. Il convient d'anticiper cela et de l'éviter. Lorsqu'il n'est pas possible d'éviter une tâche longue ou complexe, la personne responsable et les autres superviseurs doivent prendre des mesures pour atténuer les risques particuliers qui en découlent. Dans tous les cas, il convient de résister à la pression extérieure du port ou du terminal lors de la planification et de la conduite de telles opérations.

Planifier et tester les mesures de sauvetage

Dès le début de la phase de planification, l'équipement nécessaire à l'entrée en toute sécurité doit être identifié, mis en place et testé. Le personnel qui pénètre dans la citerne doit avoir été correctement formé et doit s'entraîner régulièrement à l'utilisation de l'équipement, y compris en cas d'urgence ou de sauvetage dans la citerne. Cette formation doit être dispensée avant que l'entrée ne soit autorisée, afin de lever toute hésitation quant à l'utilisation de l'équipement.

Préparation de l'espace

Tous les espaces dans lesquels il est prévu d'entrer doivent être entièrement préparés en fonction des risques évalués et du plan convenu. Un nettoyage de l'espace peut s'avérer nécessaire et un test de gaz doit être effectué pour confirmer que la préparation s'est déroulée correctement. Il peut également être nécessaire d'isoler l'espace pour s'assurer qu'il reste conforme aux normes requises pour y entrer :

- Nettoyage : tous les espaces doivent être évalués afin de déterminer si leur utilisation actuelle ou antérieure est susceptible de créer une atmosphère dangereuse. Si le résultat laisse planer un doute, l'espace doit être nettoyé afin d'éliminer les éléments à l'origine de l'incertitude.
- Tests : l'atmosphère doit faire l'objet de tests complets, qui peuvent porter sur plusieurs emplacements et zones éloignées de l'espace. Le premier test est susceptible de présenter le plus grand risque en présence d'une atmosphère ou de vapeurs inconnues. Pour limiter ce risque, seul le personnel formé à l'utilisation d'équipements de détection de gaz doit tester les atmosphères.
- Isolation : dans la mesure du possible, utiliser les méthodes d'isolation les plus fiables. Le fait de retirer les manchettes de tuyaux ou d'installer des clapets d'obturation élimine les conséquences d'une ouverture accidentelle des vannes vers l'espace. Il convient d'isoler toutes les conduites qui pénètrent dans un espace, par exemple pour l'eau de ballastage, l'avitaillement, les installations sanitaires, etc. afin de réduire les risques d'introduction d'une matière dangereuse. Pour éviter les erreurs, les isolations doivent être vérifiées indépendamment par deux personnes.

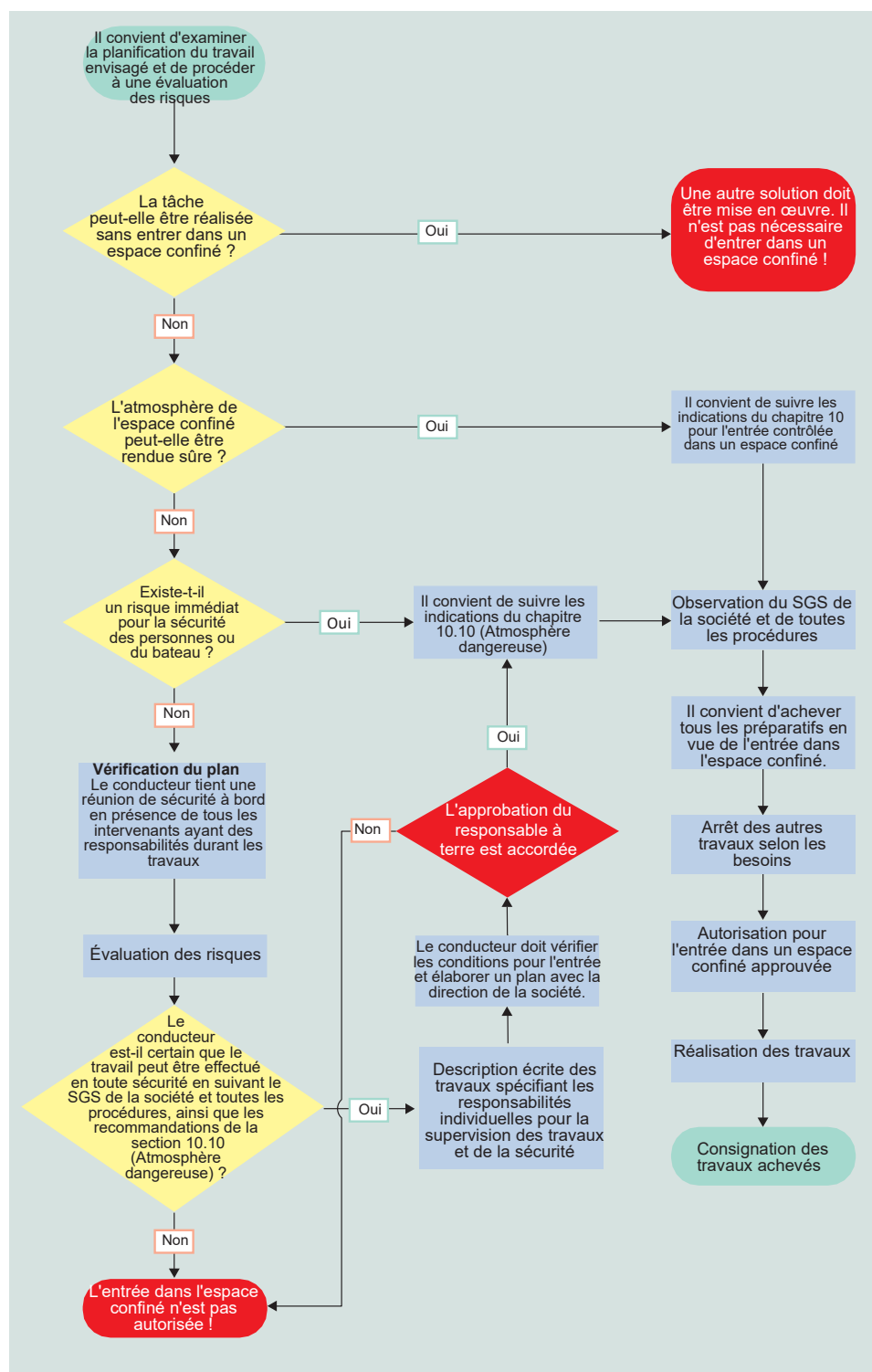


Figure 10.1 : Diagramme de décision pour l'entrée dans un espace confiné

L'accès doit être sécurisé

Il convient d'identifier clairement tout espace dans lequel il est prévu d'entrer mais qui reste ouvert entre-temps, par exemple pour le dégazage. Les panneaux d'avertissement sont utiles, mais souvent insuffisants à eux seuls. Il peut être utile d'utiliser des obstacles physiques tels qu'une barrière ou un filet.

Respiration sûre et sécurisée

Les connexions involontaires à des systèmes d'air non respirable, la fermeture accidentelle d'une source d'air ou la diminution de la source d'air sont de facteurs de risque. Le personnel connecté à une source d'air, par exemple une conduite d'air fixe ou un appareil respiratoire autonome à pression positive, doit surveiller la source d'air ainsi que la voie permettant l'évacuation en toute sécurité en cas de défaillance de la source d'air.

Le risque augmente considérablement lorsque l'on pénètre dans des espaces où l'atmosphère est nocive ou inconnue. L'équipement de protection (même les appareils respiratoires autonomes) est moins fiable qu'une atmosphère dont il est certain qu'elle est sûre. Il faut éviter de pénétrer dans les espaces dont l'atmosphère présente un danger pour la vie ou dont l'état est incertain, sauf dans des circonstances exceptionnelles, par exemple en cas d'urgence. Si tel est le cas, la surveillance doit être maximale et il ne faut pénétrer dans l'espace qu'avec un appareil respiratoire autonome et dans des conditions strictement contrôlées (voir la section 10.10).

Contrôle des travaux

Lors de toute planification, il faut tenir compte de la possibilité que le personnel présent dans l'espace ne soit pas conscient d'être en difficulté. Cela peut être dû à la nature de la tâche à effectuer (chaleur, moiteur, bruit, difficultés d'éclairage et/ou de communication) ou à des risques tels que le manque d'oxygène.

L'évaluation des risques doit tenir compte de ces facteurs et le plan doit comprendre les contrôles appropriés. Ainsi, toute personne en difficulté pourra être repérée et évacuée le plus rapidement possible.

Les défis de la fonction de préposé

Le rôle du préposé, qui consiste à assurer la surveillance à l'extérieur de l'espace, est essentiel. Cependant, cette tâche peut s'avérer monotone et donner lieu à des baisses de vigilance et à des problèmes de communication.

Maintenir l'attention et la vigilance du préposé est essentiel pour la sécurité du personnel présent dans l'espace. Le préposé doit recevoir des instructions claires sur ce qu'il doit faire et ne pas faire. Il doit rester attentif et ne pas se laisser distraire par d'autres activités.

Une communication régulière et des vérifications de la situation avec le centre de commandement, par exemple la passerelle, et avec le personnel présent dans l'espace constituent un moyen d'y parvenir. Un protocole ou une liste de contrôle peuvent également s'avérer utile.

Fiabilité de la communication

Les personnes se trouvant à l'intérieur et à l'extérieur de l'espace confiné doivent pouvoir communiquer entre elles à tout moment. Des vérifications régulières de la communication doivent être effectuées à des intervalles convenus à l'avance. Toute absence de réponse est un motif d'alerte.

La communication à très haute fréquence et à ultra-haute fréquence (VHF/UHF) peut s'avérer inadaptée, si l'on sait que la réception risque d'être peu fiable ou bruyante. Dans ce cas, il convient de vérifier la possibilité de positionner les préposés de sorte qu'ils puissent voir les travailleurs ou d'utiliser d'autres moyens de communication ou de surveillance à distance.

Réaction aux situations de crise

Des blessures, voire des décès dus à l'entrée dans des espaces confinés surviennent souvent parce que le personnel cède à un fort instinct d'assistance. Une intervention tardive de l'équipe de secours peut aggraver la situation. Plusieurs minutes peuvent s'écouler pendant l'équipe de secours se rassemble et se prépare et, pendant ce temps, les préposés peuvent être de plus en plus inquiets pour les personnes présentes dans l'espace. Ils peuvent penser - à tort - qu'ils pourront retenir leur respiration ou qu'ils sont suffisamment en forme pour ne pas être affectés de la même manière que le personnel qui se trouve à l'intérieur. Leur fournir une liste claire de tâches à accomplir à ce moment-là, par exemple déclencher l'alarme mais ne pas entrer dans l'espace, continuer à parler au personnel à l'intérieur, installer un équipement à l'extérieur ou informer le centre de commandement et l'équipe de secours à leur arrivée, est une technique qui a fait ses preuves pour qu'ils restent concentrés. Il faut insister sur ce point pendant la concertation sur les consignes de sécurité (voir la section 9.3.6), en leur demandant ce qu'ils feraient en présence d'une personne ayant perdu connaissance, si l'équipe de secours tardait à arriver.

10.2.3 Gestion des espaces confinés auxquels l'accès n'est pas prévu

Il convient d'utiliser des barrières physiques pour empêcher l'entrée accidentelle ou non autorisée dans les espaces confinés. Au cours de la phase de planification, il convient d'examiner les circonstances qui pourraient conduire à de tels incidents.

Identification systématique

Tous les espaces présentant une atmosphère dangereuse ou potentiellement dangereuse, par exemple les compartiments pour les chaînes, doivent être clairement identifiés et le personnel du bateau doit être informé de leur existence au moment de sa prise de fonction.

Élimination systématique des risques

Il convient de hiérarchiser les processus de contrôle (voir la section 9.2.3) afin de réduire le nombre des espaces confinés présentant des risques ou afin de réduire ces risques, par ex. par des solutions de stockage alternatives ou en ouvrant régulièrement les espaces afin d'assurer une ventilation naturelle.

Prévention des entrées accidentelles

Plusieurs méthodes permettent d'éviter les entrées accidentelles.

Lorsque des outils sont nécessaires pour ouvrir le compartiment, un panneau peut s'avérer suffisant, mais il doit être clair : « Entrée interdite, sauf avec autorisation ».

Lorsqu'un compartiment peut être ouvert à l'aide de loquets/poignées/écrous à ailettes/verrous électriques à ouverture rapide, la trappe/la porte doit être protégée contre toute entrée accidentelle.

Lorsqu'il est nécessaire d'ouvrir des trappes, des couvercles de citernes ou tout autre orifice pour effectuer des contrôles, par exemple des niveaux de gaz, il convient de prévoir des moyens efficaces pour empêcher le personnel de passer la tête ou le corps dans l'espace, par exemple des grilles ou des filets.

Réaction en cas d'urgence

Les victimes qui sont entrées accidentellement sont susceptibles d'être découvertes par des personnes passant à proximité, qui doivent résister au réflexe de pénétrer dans l'espace pour tenter de les secourir.

L'ensemble du personnel du bateau doit être formé et évalué pour les tâches spécifiques à accomplir lorsqu'une personne est en danger dans un espace confiné. Il s'agit notamment de rappeler l'importance de donner l'alerte et de ne pas pénétrer dans l'espace.

Des tâches supplémentaires, telles que le fait de devoir parler à la personne qui se trouve dans l'espace et informer l'équipe de secours lorsqu'elle arrive, sont des moyens de diversion efficaces pour empêcher une personne d'entrer dans l'espace afin prêter assistance.

Tout le personnel doit être clairement informé du fait que, pour aider la victime, il est plus utile de rester à l'extérieur et d'assister l'équipe de sauvetage. Cette formation ne doit pas être réservée qu'aux préposés.

10.3 Identification des espaces confinés

Toute zone ou tout espace peut présenter ou développer certaines des caractéristiques d'un espace confiné et peut présenter des risques de sécurité similaires.

Le SGS doit identifier les lieux, les circonstances et les activités qui peuvent conduire à la création d'un espace confiné.

L'exploitant doit procéder à une évaluation des risques afin d'identifier tous les espaces confinés à bord du bateau-citerne. Cette évaluation des risques doit être disponible à bord et réexaminée périodiquement pour s'assurer qu'elle est toujours valable.

L'exploitant doit également décrire clairement dans le SGS les modalités selon lesquelles est déterminé si un espace est un espace confiné.

Une liste des espaces identifiés comme étant des espaces confinés doit être disponible à bord de chaque bateau et ces espaces doivent être clairement indiqués. Quelques exemples :

Citernes à cargaison	Compartiments pour les chaînes	Tunnels de quille
Double-fond	Réservoirs d'eau douce	Réservoirs à boues et autres
Réservoirs à combustible	Réservoirs de proue et de poupe	Chaudières
Citernes de ballastage	Batardeaux	Carters de moteur
Chambre des pompes de cargaison	Espaces vides	Espaces de vidange des moteurs
Citernes à eaux usées	Réservoirs d'huile de graissage	Espaces des boteurs actifs
Structures de soutènement des bras d'avitaillement	Élévateur hydraulique de timonerie	

Le conducteur doit veiller à ce que tous les accès à des espaces confinés non surveillés à bord du bateau soient maintenus fermés ou soient sécurisés pour empêcher d'y entrer.

Bien que les chambres de pompes à cargaison soient définies comme étant des espaces confinés, elles comportent des équipements et présentent des caractéristiques et des risques qui nécessitent des précautions et procédures supplémentaires spécifiques. Celles-ci sont décrites à la section 10.12.

Certains espaces qui ne répondent pas aux critères d'un espace confiné peuvent présenter une atmosphère dangereuse et doivent être soumis aux procédures d'accès applicables aux espaces confinés. Une liste doit identifier ces espaces à bord de chaque bateau-citerne. Quelques exemples :

Espaces de stockage du gaillard avant	Espace de stockage de peintures	Espaces de stockage de batteries
	Espaces de stockage de bouteilles de gaz	Locaux à dioxyde de carbone (CO ₂)
Espaces de stockage dans la zone de cargaison par ex. casiers de stockage des échantillons	Coffres des moteurs de grues	Canots de sauvetage fermés
Salles de chauffe pour le nettoyage des citernes	Chambres des pompes de ballastage	Tunnels de pont/espaces de coffres

D'autres espaces utilisés au cours de l'exploitation dans ou à l'extérieur de la zone du pont à cargaison sont susceptibles d'être identifiés par l'évaluation des risques.

10.4 Dangers des espaces confinés

Une ou plusieurs des situations suivantes peuvent rendre dangereuse l'atmosphère d'un espace confiné :

- déficit en oxygène ;
- gaz toxiques et/ou inflammables, y compris les vapeurs d'hydrocarbures et les contaminants toxiques ;
- GI, y compris l'azote ;
- enrichissement en oxygène.

10.4.1 Manque d'oxygène

Lorsqu'un espace confiné est resté fermé et non ventilé, le processus naturel d'oxydation de l'acier, c'est-à-dire la rouille, peut réduire la teneur en oxygène à l'intérieur de l'espace, ce qui entraîne un manque d'oxygène dans l'atmosphère.

L'utilisation de GI ou d'azote réduit également la teneur en oxygène d'une citerne.

Le risque d'une atmosphère pauvre en oxygène est accru lorsque les espaces :

- ont contenu de l'eau ;
- ont été exposés à des conditions humides ou mouillées ;
- ont contenu du GI ;
- sont situés à côté d'autres citernes inertées ou sont reliés à ces dernières.

La teneur nominale en oxygène de l'air frais est de 20,9 % en volume (les variations atmosphériques locales font que cette valeur peut être impossible à obtenir dans la pratique, et les instruments numériques modernes peuvent la situer entre 20,8 % et 20,95 %). Il convient de ne pas pénétrer dans un espace dont l'atmosphère est inférieure à cette valeur, tant que la raison n'en a pas été trouvée et que des mesures correctives dont l'efficacité a été démontrée n'ont pas été prises.

Lorsque l'apport d'oxygène au cerveau est insuffisant, les personnes sont prises de vertiges, désorientées et souffrent de maux de tête avant de perdre connaissance. Le temps qu'ils prennent conscience des symptômes, ils sont susceptibles ne plus être en mesure d'agir rationnellement ou de quitter l'espace en toute sécurité. Des lésions cérébrales permanentes peuvent survenir après seulement quatre minutes dans une atmosphère pauvre en oxygène.

À des concentrations en oxygène :

- entre 20 et 16 % : le pouls et la respiration diminuent et les fonctions mentales sont altérées ;
- inférieures à 14 % : les symptômes sont graves et comprennent une fatigue croissante, des troubles émotionnels, un manque de jugement et une altération de la coordination. Les réductions supplémentaires de la teneur en oxygène entraînent des nausées, des vomissements, des lésions cardiaques permanentes et une perte de conscience ;
- en dessous de 5 %, un coma peut survenir rapidement, nécessitant une oxygénation d'urgence pour conserver une chance de survie.

Les personnes ne sont pas en mesure de détecter ces situations et sont susceptibles de ne pas réagir assez rapidement pour quitter l'espace ou utiliser l'équipement d'urgence. Les effets de la baisse de la teneur en oxygène mentionnés ci-dessus augmentent la probabilité qu'une personne soit incapable de réagir de manière appropriée.

10.4.2 Présence de gaz toxiques et/ou inflammables

Les espaces qui ont précédemment contenu des cargaisons toxiques et/ou inflammables sont dangereux, même si l'espace a été nettoyé, testé et jugé sans danger pour y entrer. Quelques exemples :

- cargaisons toxiques et/ou inflammables absorbées par les revêtements des citernes (en particulier l'époxy), qui libèrent ensuite des vapeurs après le nettoyage ;
- résidus de cargaison retenus dans les raccords des citernes, par exemple dans les serpentins de chauffage ou derrière les revêtements des citernes. Les pompes à cargaison et les conduits d'évacuation des vapeurs peuvent dégager des vapeurs après le nettoyage initial ;
- de la cargaison a pu s'écouler dans des compartiments, y compris dans les chambres des pompes, les batardeaux, les citernes de ballastage permanentes et les citernes voisines de celles qui ont contenu de la cargaison ;
- des boues et dépôts présents dans une citerne déclarée exempte de gaz peuvent encore dégager des gaz inflammables s'ils sont déplacés ou soumis à une hausse de la température.

La présence de gaz doit également être suspectée dans les citernes ou les compartiments vides, si des produits non-volatils ont été chargés dans des citernes non exemptes de gaz ou en présence d'un système de ventilation commun susceptible de permettre le passage de vapeurs d'une citerne à l'autre.

Des vérifications doivent être effectuées avant de pénétrer dans un compartiment ayant récemment contenu une cargaison susceptible de renfermer des contaminants ou des gaz toxiques, par exemple des hydrocarbures aromatiques, du benzène, du sulfure d'hydrogène (H₂S), des mercaptans, car des résidus pourraient être présents.

Lors de la préparation de l'entrée dans une citerne de ballastage ou un espace vide, l'espace doit être testé pour détecter la présence de vapeurs d'hydrocarbures et de H₂S.

Des technologies telles que les systèmes de traitement de l'eau de ballastage entraînent un risque supplémentaire de présence de gaz dans les espaces confinés, auquel on ne s'attendrait normalement pas à bord des bateaux-citernes. C'est pourquoi, lorsque des systèmes de traitement de l'eau de ballastage sont installés, les précautions énoncées à la section 10.3 doivent être respectées.

Quelques exemples de systèmes de traitement des eaux de ballastage :

- systèmes basés sur l'électrolyse qui peuvent générer de l'hydrogène gazeux ;
- systèmes d'injection de produits chimiques qui injectent différents produits chimiques ;
- systèmes à base d'ozone.

10.4.3 Risques liés aux gaz inertes, y compris l'azote

Le GI produit à partir des gaz de combustion d'une chaudière ou d'un générateur de GI est susceptible de contenir du monoxyde de carbone (CO) et du CO₂, qui peuvent tous deux entraîner la mort.

Le CO est un gaz toxique qui peut être présent dans l'atmosphère des citernes à cargaison après le dégazage et dans les espaces contenant des éléments de l'installation de GI.

Le CO₂ n'est pas toxique, mais présente un risque de suffocation. Une ventilation adéquate est nécessaire pour maintenir une teneur normale de l'air en oxygène de 21 % en volume dans l'espace et pour éliminer tout danger.

L'azote est un gaz incolore et inodore qui provoque un manque d'oxygène dans les espaces confinés et au niveau des ouvertures d'échappement sur le pont, lors de la purge des citernes et des espaces vides.

L'air contient normalement 78 % d'azote et 21 % d'oxygène, les 1 % restants étant constitués de CO₂ et d'autres gaz. Lors de la respiration, une partie de cet oxygène est absorbée par le sang dans les poumons, tandis que le CO₂ passe du sang à l'air.

Les personnes exposées à l'azote gazeux ne sont pas conscientes du danger et peuvent même ressentir un état d'euphorie avant de perdre le réflexe de respirer et d'être asphyxiées.

L'exposition à de fortes concentrations d'azote est généralement mortelle, à moins d'une intervention immédiate.

La présence d'azote réduit la teneur en oxygène et abaisse le taux de CO₂ dans le sang. Le CO₂ dans le sang stimule le réflexe respiratoire et lorsque l'azote le remplace, ce réflexe est inhibé. Ainsi, les poumons ne sont pas poussés à fonctionner davantage pour compenser le manque d'oxygène et la respiration s'arrête.

10.4.4 Enrichissement en oxygène

Même une légère augmentation de la teneur en oxygène de l'air peut créer une atmosphère dangereuse. Il devient plus facile de faire démarrer un feu, qui brûlera alors plus chaudement et plus ardemment que dans l'air normal. Il est également plus difficile d'éteindre le feu. Une bouteille d'oxygène dont la soupape ou le tuyau fuit dans une pièce mal ventilée ou un espace confiné peut rapidement augmenter la concentration d'oxygène jusqu'à un niveau dangereux.

Les principales causes d'incendie et d'explosion lors de l'utilisation d'oxygène sont les suivantes :

- enrichissement en oxygène dû à des fuites dans l'équipement ;
- utilisation de matériaux non compatibles avec l'oxygène ;
- utilisation d'oxygène dans des équipements non conçus pour l'utilisation d'oxygène ;
- utilisation incorrecte ou imprudente de l'équipement à oxygène.

10.5 Précautions générales

Les portes d'entrée ou les trappes menant à des espaces confinés doivent être protégées contre l'intrusion et, lorsqu'il n'est pas nécessaire d'entrer, des avertissements doivent être affichés.

Lorsqu'une porte ou une trappe est ouverte pour ventiler naturellement un espace confiné, on peut penser à tort que l'atmosphère y est sûre. Une personne postée à l'entrée ou une barrière physique, par exemple une barre, une corde ou une chaîne sécurisée en travers de l'ouverture avec un panneau d'avertissement, peuvent empêcher d'entrer accidentellement.

Il convient de garder à l'esprit que les risques généraux liés à l'environnement de travail, y compris le risque de glisser, de trébucher et de tomber, existent également dans les espaces confinés. De nombreux accidents sont liés à des chutes d'une certaine hauteur à l'intérieur d'espaces confinés. Il est important de surveiller l'accès des secours et des sauveteurs à toutes les parties appropriées de l'espace confiné, ainsi que l'entrée et la sortie des sauveteurs et de leur équipement.

Quel que soit le nombre des espaces dans lesquels une personne est susceptible d'entrer, un surveillant doit être désigné pour chaque espace.

L'espace dans lequel on doit pénétrer doit être séparé de tous les autres espaces qui contiennent ou peuvent contenir une atmosphère non exempte de gaz. Toutes les vannes de conduites communes doivent être bloquées en position fermée et étiquetées.

Toutes les tuyauteries présentes dans l'espace dans lequel on pénètre doivent être préparées pour permettre une entrée en toute sécurité, y compris par une vidange et un rinçage de l'eau, le cas échéant.

Des panneaux appropriés doivent être clairement affichés afin d'avertir et d'informer le personnel des dangers liés à l'entrée dans les espaces confinés.

Lorsqu'il n'est pas nécessaire d'entrer, les portes ou les trappes menant à des espaces confinés doivent toujours être protégées contre l'entrée et des panneaux d'avertissement doivent y être apposés. L'exploitant doit s'assurer que ses procédures pour l'entrée dans les espaces confinés sont disponibles et comprises par l'ensemble du personnel concerné.

Lorsqu'il est nécessaire de pénétrer dans des espaces confinés pendant qu'un bateau est à quai (par exemple, dans les citernes à cargaison pour les nettoyer ou les inspecter), il convient de se concerter avec le terminal et de convenir de toutes les procédures et précautions à prendre pour pénétrer dans ces espaces. Dans certains cas, il peut s'avérer nécessaire d'interrompre la manutention de cargaison pendant que les opérations sont en cours pour l'entrée, afin d'éliminer les risques suivants :

- le mauvais fonctionnement des vannes et des conduites avec les produits pétroliers ou autres qui sont manutentionnés ;
- l'incapacité à gérer de manière adéquate tous les aspects de sécurité lors d'opérations simultanées (*simultaneous operations - SIMOPS*) ;
- le risque de limitation des ressources et de surcharge de travail.

10.6 Autorisation d'entrée

Personne ne doit ouvrir un espace confiné ou y pénétrer, à moins que :

- le conducteur ou la personne responsable en ait donné l'autorisation ;
- les procédures de sécurité appropriées aient été suivies.

Une autorisation d'entrée dans un espace confiné doit être délivrée par le conducteur ou la personne responsable désignée et doit être complétée par les personnes devant pénétrer dans l'espace avant qu'elles n'y pénètrent.

10.7 Exigences pour l'accès aux espaces confinés

10.7.1 Contrôle de l'entrée dans des espaces confinés

Une personne compétente, désignée par le SGS de la société, doit procéder à une évaluation préliminaire des risques (voir la section 9.2.2 Évaluation des risques) afin d'identifier les dangers potentiels et les mesures de protection appropriées. Il convient de tenir compte des cargaisons précédemment transportées, de la ventilation, de la structure, du type de revêtement et d'autres facteurs pertinents.

L'évaluation des risques doit comprendre un examen de la tâche, du nombre de personnes nécessaires pour l'accomplir en toute sécurité et des besoins pour assurer une intervention d'urgence efficace. Cette évaluation préliminaire doit également permettre de déterminer le risque de formation d'une atmosphère dangereuse due à des fuites provenant d'un espace adjacent.

Les vérifications nécessaires pour une entrée en toute sécurité varient en fonction de la tâche et des résultats de l'évaluation des risques. Dans la plupart des cas, une autorisation d'entrée constitue un moyen efficace pour garantir et documenter que les précautions essentielles ont été prises et que celles-ci prennent en compte le risque de modification de l'atmosphère de la citerne. Le cas échéant, des mesures de protection physique doivent être mises en place pour garantir la sécurité, notamment l'utilisation d'un système de verrouillage/étiquetage (LO/TO) pour isoler les vannes des citernes à cargaison, les systèmes hydrauliques et les pompes à cargaison qui pourraient présenter un danger s'ils étaient actionnés par inadvertance.

Les contrôles doivent également porter sur les barrières physiques destinées à empêcher l'ouverture accidentelle d'espaces confinés. Lorsque des outils sont nécessaires pour accéder à l'espace, un panneau peut s'avérer suffisant. Lorsqu'un espace confiné peut être ouvert manuellement, il doit être protégé physiquement contre tout accès non autorisé.

10.7.2 Contrôles de l'atmosphère avant l'entrée

Personne ne doit pénétrer dans un espace confiné tant qu'il n'a pas été confirmé que l'atmosphère y est sûre.

L'atmosphère doit être testée à l'aide d'instruments appropriés pour détecter la présence d'oxygène, de gaz ou de vapeurs inflammables, de CO, de H₂S et d'autres gaz toxiques, le cas échéant.

Avant de pénétrer dans l'espace, celui-ci doit être soigneusement ventilé. La durée de la ventilation dépend des dimensions et de la configuration de l'espace, de la capacité et de l'efficacité du système de ventilation, du niveau de contamination et de la densité de la vapeur à déplacer.

Elle dépend également des dimensions et de l'emplacement des ouvertures de l'espace. Des ouvertures bien placées améliorent la circulation de l'air et contribuent à assurer une ventilation efficace de toutes les zones de l'espace.

L'atmosphère des citernes peut être contaminée par des fuites provenant de citernes adjacentes ou par le mauvais fonctionnement ou la défaillance des conduites et des vannes de cargaison, de vapeur et de GI.

Des relevés réguliers de tous les éléments suivants doivent être obtenus avant que le permis d'entrée dans l'espace confiné puisse être approuvé et que l'entrée puisse être autorisée :

- oxygène : il ne faut PAS pénétrer dans un espace contenant moins de 21 % d'oxygène par volume, tant que la raison de ce faible niveau n'a pas été établie et corrigée. Si un doute subsiste quant aux causes du manque d'oxygène, l'espace doit toujours être considéré comme dangereux ;
- vapeurs inflammables : la concentration de vapeurs inflammables doit être inférieure à 1 % de la LII avant que quiconque ne puisse entrer ;
- limite d'exposition professionnelle (LEP) : pas plus de 50 % de la LEP établie pour les vapeurs et gaz toxiques.

Si ces conditions ne sont pas remplies, il convient de ventiler davantage l'espace et de procéder à un nouveau test après un intervalle approprié.

Le risque de relevés erronés ou non représentatifs de l'échantillon en raison de tourbillons ou de poches de gaz, ou de régénération du gaz due à des boues ou à des dépôts doit être pris en compte lors de la phase de test préalable à l'entrée dans l'espace. La ventilation doit être arrêtée au moins dix minutes avant le test pour garantir un relevé précis. En fonction de l'expérience, des dimensions de l'espace et des facteurs de risques potentiels, cet arrêt de la ventilation doit éventuellement être plus long afin de garantir des résultats précis.

En outre, la présence possible de poches de gaz isolées doit toujours être prise en compte et, par conséquent, des échantillons doivent être prélevés à différents endroits et niveaux de l'espace confiné, à l'aide d'instruments munis de pompes et de tuyaux d'extension. Il est recommandé de procéder au minimum à cette vérification aux niveaux supérieur, intermédiaire et inférieur de la citerne, ainsi que dans les zones dans lesquelles le personnel est susceptible de se rendre.

L'emplacement du gaz ou de la vapeur dans un espace varie en fonction de la densité relative. Lorsqu'ils sont plus denses que l'air, ils descendent et lorsqu'ils sont plus légers que l'air, ils s'élèvent. Les gaz et vapeurs tendent à subsister aux endroits où le flux d'air de ventilation est le moins efficace.

Les tests et mesures ne doivent être effectués que par une équipe formée et familiarisée avec l'utilisation des instruments. Les instruments de mesure doivent être entretenus, étalonnés et leur bon fonctionnement doit avoir été vérifié conformément aux instructions du fabricant.

Les instruments de mesure ne doivent être utilisés que pour mesurer les gaz pour lesquels ils ont été conçus et doivent être utilisés dans les limites fixées par le fabricant.

Même une fois que le gaz a été évacué d'un espace et qu'il est constaté que son atmosphère est sûre, des concentrations locales de gaz peuvent subsister.

La pression de GI dans les citernes doit être abaissée, tout en restant positive, afin de réduire le risque de fuites entre les citernes. Le personnel doit rester attentif à la possibilité de fuites d'hydrocarbures ou de GI dans les espaces adjacents ou sur les tuyauteries qui traversent la citerne.

10.7.3 Autorisation d'entrée dans un espace confiné

À l'issue du mesurage initial des gaz, les ventilateurs doivent être redémarrés et rester en fonctionnement pendant toute la durée de l'intervention dans l'espace confiné, conformément à l'autorisation d'entrée, laquelle doit être approuvée et délivrée avant que du personnel ne soit autorisé à pénétrer dans l'espace confiné.

L'autorisation d'entrée doit avoir une durée de validité claire qui n'excède pas 12 heures et sa validité est subordonnée au respect des conditions fixées dans l'autorisation.

L'autorisation d'entrée doit aussi indiquer le délai maximal autorisé entre les tests de l'atmosphère de l'espace et le moment où le personnel y pénètre, ainsi que le délai maximal autorisé entre les tests lorsque le personnel séjourne dans l'espace. Il est recommandé que cette période ne dépasse pas 30 minutes entre les tests et que des enregistrements des tests soient conservés, ce qui devrait être précisé dans le système de gestion de sécurité de l'exploitant. S'il est nécessaire d'entrer simultanément dans deux espaces ou plus, il convient de s'assurer que les ressources, le personnel, l'équipement d'urgence/de sauvetage et l'équipement de surveillance des gaz soient disponibles en nombre suffisant. Quel que soit le nombre des espaces dans lesquels il est prévu d'entrer, chacun d'entre eux doit disposer de son propre préposé (c'est-à-dire une personne par espace), qui est présent en permanence à l'entrée et reste en contact direct avec la personne responsable.

Lors d'entrées multiples simultanées, il convient de surveiller la charge de travail et son impact potentiel sur les préposés et les autres personnes impliquées dans l'opération.

Les contraintes administratives peuvent être réduites en limitant le nombre des autorisations, telles que les autorisations d'entrée, en énumérant dans un même document toutes les citernes à cargaison dans lesquelles il est possible d'entrer en toute sécurité. Cela permet également d'éviter des autorisations redondantes et de réduire l'incertitude quant à l'application d'une autorisation d'entrée à telle ou telle citerne.

Si un tel système est utilisé, il doit faire l'objet de contrôles rigoureux pour s'assurer que les autorisations existantes sont annulées et que les atmosphères de toutes les citernes mentionnées ont été correctement testées au moment où une autorisation est délivrée. L'objectif est d'empêcher la prolongation par défaut d'une période de validité.

Si une ou plusieurs des citernes mentionnées sur l'autorisation est jugée dangereuse après un test, cela implique l'annulation de l'intégralité de l'autorisation. Une nouvelle autorisation doit alors être délivrée pour toutes les citernes. La procédure d'autorisation devrait être complétée par un marquage positif des couvercles des citernes au moyen de panneaux indiquant quelles sont les citernes dans lesquelles il est possible d'entrer en toute sécurité et par un marquage négatif des citernes dans lesquelles il ne faut pas entrer pour des raisons de sécurité. Il convient d'indiquer quelles sont les citernes à cargaison qui sont sûres en marquant (ou en étiquetant) toutes les trappes d'entrée des citernes appropriées. Ce marquage doit être sans ambiguïté. L'absence d'un marquage signalant la possibilité d'entrer en toute sécurité signifie que l'entrée est interdite.

L'une des conditions fixées dans l'autorisation d'entrée devrait être que, si les personnes quittent l'espace confiné pour une raison quelconque, par exemple pour une pause, la ventilation doit être maintenue pendant la pause et l'atmosphère de l'espace confiné doit être entièrement reconstruite avant d'y entrer à nouveau. Contrairement à la procédure de test préalable à l'entrée (voir la section 10.7.2), une fois qu'il est avéré que l'espace est exempt de gaz et que l'autorisation d'entrée a été délivrée, la ventilation ne doit pas être arrêtée pour ce test, à moins que les conditions permettant d'entrer en toute sécurité ne soient plus respectées.

Les autorisations d'entrée devraient être annulées en cas de situation d'urgence à bord ou si une alarme d'urgence est déclenchée pendant leur période de validité. Les autorisations ne doivent être délivrées à nouveau qu'une fois que la situation d'urgence est levée. Les autorisations doivent être délivrées à nouveau avec les mêmes tests et le même niveau de rigueur que s'il s'agissait d'une première entrée (voir la section 10.7.2).

La personne responsable qui supervise l'entrée dans l'espace confiné doit confirmer que

- toutes les conditions énoncées dans l'autorisation sont respectées et mises en œuvre efficacement ;
- tous les membres de l'équipe qui pénètre dans l'espace sont formés aux procédures pour l'entrée dans un espace confiné et connaissent les procédures de sécurité et d'urgence de l'exploitant ;
- toute personne qui pénètre dans l'espace a examiné et signé l'autorisation d'entrée dans l'espace confiné ;
- l'autorisation d'entrée dans l'espace confiné a été délivrée, enregistrée et une ou plusieurs copies ont été affichées ;
- l'étendue de toute autre autorisation valable pour des tâches à effectuer dans l'espace est bien comprise ;
- le retrait de toute autorisation d'entrée dans un espace confiné entraîne automatiquement l'annulation de toutes les autres autorisations associées ;
- un système de communication fiable a été établi et testé et il est compris par la personne responsable, par les personnes qui pénètrent dans l'espace et par le préposé ;
- un système est mis en place pour enregistrer les entrées et sorties des membres d'équipage ;
- l'officier de service ou le mécanicien de service est dûment informé des opérations d'entrée dans l'espace confiné ;
- une concertation a eu lieu avec toutes les parties présentes sur le site ;
- tout le personnel (membres d'équipage ou sous-traitants) qui pénètre dans l'espace a compris qu'il doit quitter immédiatement l'espace si l'alarme d'un détecteur de gaz est activée.

Que ce soient des membres de l'équipage du bateau ou des intervenants externes qui pénètrent dans un espace confiné, le préposé doit toujours être un membre de l'équipage qui est familiarisé avec les procédures d'urgence du bateau.

Tous les équipements utilisés pendant l'entrée doivent être en bon état de fonctionnement et doivent être contrôlés avant leur utilisation.

Une copie de l'autorisation d'entrée doit être affichée bien en vue à l'entrée du site où est situé l'espace, afin d'informer les membres d'équipage des précautions à prendre lorsqu'ils pénètrent dans l'espace et de toute restriction concernant les activités autorisées à l'intérieur de l'espace.

L'autorisation d'entrée doit être annulée si la ventilation de l'espace s'arrête ou si l'une des conditions énoncées dans l'autorisation a changé.

10.8 Précautions lors de l'entrée dans des espaces confinés

Une fois qu'il a été confirmé qu'il est possible d'entrer dans la citerne en toute sécurité et que le permis d'entrée a été délivré, avant que quiconque n'entre dans la citerne pour effectuer des travaux, il faut y entrer une première fois pour s'assurer que l'espace est sûr pour les travaux à effectuer. Cette entrée initiale doit être effectuée par un ou deux membres d'équipage, en fonction des dimensions, de la nature et de la configuration de l'espace. Chacun doit porter un appareil respiratoire pour l'évacuation d'urgence (*Emergency Escape Breathing Device - EEBD*) et un détecteur de gaz personnel. Ils doivent vérifier minutieusement l'atmosphère de la citerne, en accordant une attention particulière aux endroits où auront lieu les travaux et aux zones inaccessibles pour les tests depuis le pont. Les résultats de ce test local de l'atmosphère doivent être consignés conformément au SGS.

Ceci est particulièrement important dans les espaces dont la structure interne est complexe et difficile à ventiler.

Toutes les personnes qui entrent dans un espace confiné doivent être conscientes du fait que l'autorisation d'entrée ne fait qu'attester que l'espace a été testé et qu'il est possible d'y entrer en toute sécurité. Elles doivent également être conscientes du fait que l'état de la citerne peut changer pendant qu'elles y séjournent, en raison de leurs déplacements ou des travaux effectués dans l'espace confiné. Les dangers liés aux concentrations isolées de gaz qui peuvent être présentes ou résulter du brassage des boues ou de l'ouverture de conduites ou de vannes doivent toujours être pris en compte, car ils peuvent entraîner une augmentation rapide de la teneur en gaz, ce qui rend l'espace dangereux et nécessite une évacuation.

C'est pourquoi la ventilation doit être maintenue pendant que l'espace est occupé et que des travaux y sont effectués, et tout le personnel présent dans l'espace doit porter un détecteur de gaz personnel en bon état de fonctionnement. Pendant que du personnel se trouve dans un espace confiné, il est indispensable d'effectuer régulièrement des tests supplémentaires pour s'assurer que les niveaux d'oxygène et de contaminants restent dans des limites sûres.

Les tests externes doivent se poursuivre à des intervalles appropriés et doivent être effectués avant de retourner dans l'espace après une interruption temporaire.

Si les conditions de délivrance de l'autorisation d'entrée initiale n'ont pas changé (un changement impliquant l'annulation de l'autorisation), la ventilation ne doit pas être interrompue pendant les tests de gaz à effectuer avant d'entrer à nouveau dans l'espace, comme indiqué ci-avant.

Si la ventilation s'arrête ou si l'un des critères pour l'entrée dans l'espace n'est plus respecté pour quelque raison que ce soit, l'espace doit être évacué immédiatement et l'autorisation initiale doit être annulée.

Toute personne pénétrant dans l'espace confiné doit être munie d'un détecteur personnel multigaz. Le port d'un détecteur de gaz personnel ne remplace pas les tests à effectuer avant l'entrée, puis au moment d'entrer à nouveau, et en permanence depuis l'extérieur de l'espace.

En cas de doute sur la teneur en oxygène ou la présence de gaz toxiques ou inflammables, l'espace doit être évacué immédiatement.

10.9 Travail dans des espaces confinés

10.9.1 Exigences générales

Tous les travaux effectués dans des espaces confinés doivent être menés sous le contrôle du SGS. Toutes les conditions pour l'entrée doivent être respectées, y compris celles énoncées dans l'autorisation d'entrée.

Des précautions supplémentaires peuvent être nécessaires pour s'assurer qu'il n'y a pas de dépôts, de boues ou de matériaux combustibles à proximité du site de travail qui, s'ils sont déplacés ou chauffés, pourraient dégager des gaz toxiques ou inflammables.

Une ventilation continue et efficace doit être maintenue. Si possible, celle-ci doit être dirigée vers la zone de travail. L'atmosphère doit être contrôlée depuis l'extérieur à intervalles réguliers. Les installations de détection multigaz personnelles portées par les personnes qui entrent dans l'espace confiné doivent également être surveillées. L'atmosphère doit être testée à nouveau avant de retourner dans l'espace après une pause. Le personnel doit immédiatement quitter l'espace s'il commence à présenter des symptômes d'étourdissement ou de malaise, ou si une alarme est activée.

10.9.2 Équipement et dispositifs d'ouverture

Avant d'ouvrir les pompes à cargaison, les conduites, les vannes ou les serpentins de chauffage, ceux-ci doivent être soigneusement rincés à l'eau et vidangés. Même après le rinçage, il est possible qu'il subsiste des restes de cargaison pouvant produire du gaz inflammable ou toxique. Lorsque ces équipements doivent être ouverts, l'évaluation des risques doit identifier les pratiques de travail sûres à respecter au minimum, y compris l'éventuelle nécessité d'effectuer des tests de gaz supplémentaires.

10.9.3 Utilisation d'outils

Tous les outils doivent être vérifiés avant leur utilisation. Les outils usés ou endommagés ne doivent pas être utilisés. Les outils ne doivent pas être portés en main pour les emmener dans des espaces confinés. Pour éviter qu'ils ne tombent, ils doivent être placés dans un seau en plastique ou un sac en toile. Avant tout travail de martelage ou de piquage et avant l'utilisation de tout outil électrique, la personne responsable doit s'être assuré qu'il n'y a aucun risque de présence de vapeurs d'hydrocarbures dans la zone de travail.

10.9.4 Utilisation d'ampoules électriques et de matériel électrique

Seul un éclairage de sécurité agréé et des équipements électriques à sécurité intrinsèque doivent être utilisés dans les espaces confinés susceptibles de générer à nouveau des vapeurs d'hydrocarbures.

Les dispositifs d'éclairage non agréés ou des équipements électriques qui ne sont pas à sécurité intrinsèque ne doivent pas être introduits dans un espace confiné, à moins qu'un compartiment ait été déclaré sans danger pour le travail à chaud dans le cadre d'un système de travail sûr et approuvé, tel qu'une autorisation de travail à chaud.

10.9.5 Enlèvement des boues, de dépôts et de sédiments

Lorsque de la boue, des dépôts ou des sédiments sont retirés d'un espace confiné, des contrôles périodiques de gaz doivent être effectués et une ventilation constante doit être maintenue pendant toute la période durant laquelle l'espace est occupé.

Les concentrations de gaz peuvent augmenter à proximité immédiate du lieu de travail et il convient de veiller à ce que l'atmosphère demeure sûre.

10.9.6 Utilisation de bateaux de travail

Sans objet

10.10 Entrée dans des espaces confinés dont l'atmosphère est notoirement dangereuse ou susceptible de l'être

Pénétrer dans un espace qui n'a pas été déclaré sûr ne doit être envisagée que lorsqu'il n'existe aucune autre alternative concrète.

Dans toute situation autre que celles concernant la sécurité des personnes ou du bateau, lesquelles relèvent de la responsabilité du conducteur en dernier ressort, il est essentiel d'obtenir l'autorisation de l'exploitant et de convenir d'une procédure de travail sûre pour pénétrer dans un espace dont la sûreté n'a pas été démontrée.

Le conducteur doit délivrer une déclaration écrite indiquant qu'il n'y a pas d'autre alternative possible à la méthode proposée pour pénétrer dans l'espace et que ceci est essentiel pour la sécurité d'exploitation du bateau.

À moins d'un risque immédiat pour la sécurité des personnes ou du bateau et qu'il soit convenu qu'une telle opération est nécessaire, une évaluation des risques doit être effectuée et un système de travail sûr doit être mis au point en accord avec l'exploitant.

Un appareil respiratoire à pression positive doit systématiquement être utilisé à chaque fois qu'il est nécessaire de pénétrer d'urgence dans un espace dont on sait qu'il présente :

- des vapeurs ou gaz toxiques ;
- un déficit en oxygène ;
- des contaminants qui ne peuvent pas être traités efficacement par les équipements de purification de l'air.

La personne responsable doit surveiller les opérations en permanence et doit veiller à ce que :

- les exigences de la section 10.7.3 soient remplies ;
- le personnel impliqué soit formé de manière appropriée à l'utilisation des appareils respiratoires et qu'il soit conscient des risques encourus en cas de retrait du masque dans l'atmosphère dangereuse ;
- les appareils respiratoires à pression positive soient utilisés ;
- le nombre des personnes qui entrent dans la citerne soit aussi faible que possible ;
- les personnes ne séjournent dans l'espace que pour une période la plus courte possible ;
- des appareils respiratoires de rechange, un appareil de réanimation et du matériel de sauvetage soient disponibles à l'extérieur de l'espace, ainsi qu'une équipe de secours portant des appareils respiratoires ;
- tous les travaux essentiels soient effectués de manière à éviter de créer des conditions propices à une inflammation ;
- si le personnel n'est pas relié à une ligne de sauvetage, un autre moyen approprié soit utilisé pour le localiser lorsqu'il se trouve à l'intérieur de l'espace.

10.11 Sauvetage dans les espaces confinés et évacuation

Si une personne est blessée dans un espace confiné, les exigences de toutes les réglementations locales DOIVENT être respectées, la première action étant de déclencher l'alarme. Bien que la rapidité soit souvent vitale et que le réflexe humain soit de venir en aide à un collègue en difficulté, les opérations de sauvetage ne devraient pas être tentées avant que l'aide et l'équipement appropriés n'aient été rassemblés. Les tentatives de sauvetage irréfléchies et mal préparées causent souvent des pertes supplémentaires et inutiles.

Il convient d'effectuer régulièrement des exercices et des entraînements pour le sauvetage dans des espaces confinés. Il est essentiel que tous les membres d'une équipe de secours sachent ce que l'on attend d'eux.

10.11.1 Évacuation des espaces confinés

Si l'une des conditions mentionnées sur le permis d'entrée change ou si l'on soupçonne que les conditions sont devenues dangereuses après que le personnel soit entré dans l'espace, il faut lui ordonner de quitter les lieux immédiatement. Ils ne doivent pas être autorisés à retourner dans l'espace concerné tant que la situation n'a pas été réévaluée et que les conditions de sécurité indiquées sur le permis d'entrée n'ont pas été rétablies.

10.11.2 Organisation du sauvetage et de l'évacuation dans les espaces confinés

Les procédures de sauvetage dans les espaces confinés doivent être bien planifiées et faire l'objet d'exercices réguliers afin d'en améliorer l'efficacité. Un entraînement régulier de l'équipe de secours d'urgence est essentiel.

Les membres de l'équipe de secours d'urgence doivent être :

- préparés aux exigences physiques et techniques des sauvetages dans des espaces confinés ;
- bien entraînés pour effectuer toutes les tâches d'une équipe de sauvetage ;
- familiarisés avec l'équipement de sauvetage, lequel doit pouvoir être facilement déployé ;
- capables de remplir n'importe quel rôle au sein de l'équipe de secours.

10.11.2.1 Composition de l'équipe de secours

L'équipe de secours doit être composée de membres désignés, dont les rôles sont définis dans le SGS. Tous les membres de l'équipe de secours doivent être formés et expérimentés dans les opérations de sauvetage et connaître les procédures d'urgence du bateau.

Bien qu'une équipe désignée présente des avantages majeurs, il est essentiel que du personnel de remplacement soit également identifié pour le cas où quelqu'un ne serait pas disponible.

10.11.2.2 Rôles de l'équipe

L'équipe de secours doit être composée des personnes suivantes :

- chef d'équipe : il s'agit d'un officier supérieur dont le rôle est de diriger les opérations de secours. Le chef d'équipe ne doit pas faire partie de l'équipe qui pénètre dans l'espace confiné ;
- équipe chargée d'entrer dans l'espace : bien que leur nombre doive être réduit au minimum, deux personnes au moins doivent entrer dans l'espace pour porter secours ;
- équipe de soutien : elle doit préparer l'équipement de sauvetage, en veillant à ce que l'équipe chargée d'entrer dispose de l'équipement et du soutien nécessaires pour porter secours et pour surveiller l'atmosphère de l'espace confiné. Un membre d'équipage doit aider le chef de l'équipe de secours à communiquer et à consigner les événements.

10.11.2.3 L'opération de secours

Dès qu'il réalise que quelqu'un est en difficulté dans l'espace, le préposé doit donner l'alerte. La méthode de déclenchement de l'alarme doit être convenue et testée à l'avance, de même que la manière de communiquer les détails de la situation d'urgence.

L'équipe de secours doit connaître la nature de l'incident et le nombre des personnes concernées. Pendant que des personnes se trouvent dans un espace confiné, le personnel de l'équipe de secours ne doit effectuer aucune tâche qui l'empêcherait de réagir immédiatement à une alarme. L'équipe de secours doit immédiatement se rendre à l'entrée de l'espace, en emportant tout équipement supplémentaire nécessaire. Personne ne doit entrer dans l'espace sans l'autorisation du chef d'équipe.

À moins qu'il n'ait été démontré avec certitude que l'atmosphère de l'espace confiné ne présente aucun danger, l'équipe de secours doit porter un équipement de protection approprié et utiliser des appareils respiratoires autonomes à pression positive. Un test complet de l'atmosphère de l'espace confiné doit confirmer que l'atmosphère y est sûre avant que l'équipe ne puisse y entrer sans appareil respiratoire.

Dès qu'elle atteint les victimes, l'équipe doit s'assurer qu'elles respirent encore. Toute personne qui ne respire pas doit être évacuée dans les meilleurs délais pour être réanimée.

Les blessés qui respirent doivent faire l'objet d'une évaluation de leurs blessures avant d'être extraits de l'espace. Si l'atmosphère de l'espace confiné n'est pas considérée comme étant sûre, la victime doit être équipée d'un système d'alimentation en air indépendant.

Pendant l'incident, le chef d'équipe et l'équipe de soutien doivent :

- surveiller l'équipe de secours et s'assurer que des réserves d'air sont disponibles ;
- préparer l'équipement de sauvetage, par ex ; les treuils ;
- surveiller l'atmosphère de l'espace ;
- communiquer avec l'équipe de commandement du bateau ;
- si nécessaire, installer un éclairage et une ventilation supplémentaires et améliorer l'accès à l'espace.

Les victimes doivent être évacuées à l'aide de l'équipement le plus approprié, tel que des civières, des harnais de levage et des treuils.

10.11.2.4 Réanimation

Les personnels des bateaux-citernes et des terminaux qui ont des responsabilités de sécurité doivent être formés à la réanimation de personnes affectées par des gaz ou fumées toxiques ou qui sont en arrêt respiratoire pour d'autres causes, telles qu'une électrocution ou la noyade.

La plupart des bateaux-citernes et terminaux sont équipés d'un appareil spécial pour la réanimation. L'équipage doit connaître son emplacement et être formé à son utilisation correcte.

L'appareil doit être entreposé en un endroit où il est facilement accessible. Il ne doit pas être entreposé en un endroit fermé à clé. Les instructions doivent être clairement affichées. L'appareil et le contenu des bouteilles doivent être vérifiés périodiquement conformément au système de maintenance planifiée (*Planned Maintenance System - SMP*). Des bouteilles de rechange adéquates doivent être disponibles.

10.11.3 Précautions pour entrer dans les chambres des pompes à cargaison

Lorsque des chambres des pompes à cargaison sont installées, les exigences de toutes les réglementations locales DOIVENT être respectées. Les chambres des pompes à cargaison doivent être considérées comme des espaces confinés et les recommandations du présent chapitre doivent être observées aussi strictement que possible. Toutefois, en raison de leur emplacement, de leur conception et de la nécessité que des membres d'équipage y pénètrent régulièrement, les chambres des pompes présentent un risque particulier et nécessitent des précautions particulières.

La chambre des pompes est l'endroit à bord d'un bateau qui comporte le plus grand nombre de tuyaux à cargaison et la fuite d'un produit volatil à partir de n'importe quel élément de ce système peut rapidement générer une atmosphère inflammable ou toxique.

10.11.4 Procédures pour entrer dans les chambres des pompes

Avant que quiconque ne pénètre dans une chambre des pompes, celle-ci doit avoir été bien ventilée et la teneur en oxygène de l'atmosphère ainsi que la présence d'hydrocarbures et de gaz toxiques provenant de la cargaison actuelle ou de cargaisons récemment transportées doivent avoir été contrôlées.

Les tests de l'atmosphère doivent être effectués à l'aide d'un détecteur de gaz portatif. Un système de détection de gaz fixe peut être utilisé s'il :

- est correctement calibré et testé ;
- fournit des relevés de gaz en pourcentage de la LII avec la même précision que les détecteurs de gaz portatifs ;
- fournit des relevés de gaz toxiques équivalents à ceux d'un détecteur de gaz portatif ;
- fournit des relevés du taux d'oxygène équivalents à ceux d'un détecteur de gaz portatif ;
- est placé à des endroits stratégiques de la chambre des pompes.

Des procédures écrites doivent régir l'accès à la chambre des pompes. Ces procédures doivent :

- être basées sur une évaluation des risques ;
- garantir que les mesures d'atténuation des risques sont respectées ;
- garantir que les entrées dans l'espace sont consignées.

Un système de communication doit établir des liaisons entre la chambre des pompes, la passerelle de navigation, la salle des machines et la salle de contrôle de la cargaison. Des répéteurs visuels et sonores pour les systèmes d'alarme essentiels, tels que l'alarme générale et l'alarme du système d'extinction d'incendie fixé à demeure, doivent être installés aussi dans la chambre des pompes.

Les membres d'équipage présents dans la chambre des pompes et ceux qui se trouvent à l'extérieur doivent pouvoir communiquer à tout moment. Des vérifications régulières de la communication doivent être effectuées à intervalles convenus. L'alerte doit être donnée en cas d'absence de réponse.

La communication VHF / UHF ne doit pas être utilisée en tant que moyen de communication principal si la réception est susceptible de ne pas être fiable ou si elle est mauvaise en raison du bruit. Lorsque la communication VHF / UHF est difficile, une vigie doit être placée sur le dessus de la chambre des pompes et une procédure de communication visuelle et à distance doit être mise en place.

Afin de limiter les entrées, il convient de vérifier la fréquence à laquelle les membres d'équipage pénètrent dans la chambre des pompes pour y effectuer des contrôles de routine pendant les opérations de cargaison.

Des avis interdisant l'entrée sans autorisation formelle et signalant la présence de personnel dans l'espace doivent être affichés à l'entrée de la chambre des pompes.

10.11.5 Ventilation des chambres des pompes à cargaison

En raison de la présence possible de gaz d'hydrocarbures dans la chambre des pompes, la ventilation mécanique par extraction est exigée pour maintenir l'atmosphère dans un état sûr.

Les bateaux doivent disposer d'une surveillance continue de l'atmosphère de la chambre des pompes et d'un système d'alarme sonore et visuelle qui se déclenche lorsque la concentration d'hydrocarbures gazeux dans la chambre des pompes dépasse un niveau prédéfini, qui ne doit pas être supérieur à 10 % de la LII.

La ventilation de la chambre des pompes doit être couplée à l'éclairage de la chambre des pompes, de sorte que la ventilation fonctionne lorsque l'éclairage est allumé. Ceci ne s'applique pas à l'éclairage de secours.

Pendant la manutention de cargaison, le système de ventilation de la chambre des pompes doit fonctionner avec le niveau d'aspiration correct (inférieur). S'il est installé, le système de détection de gaz doit fonctionner correctement. La ventilation doit être continue jusqu'à ce que l'accès ne soit plus nécessaire. Le système de ventilation doit être capable d'assurer le nombre minimum de renouvellements d'air requis par les prescriptions réglementaires ou locales applicables aux bateaux-citernes. Cette capacité doit être basée sur le volume total de l'espace de service.

10.12 Équipement de protection respiratoire

Différents types d'EPR sont disponibles à bord des bateaux-citernes.

Il incombe à l'exploitant de fournir le niveau d'équipement nécessaire pour gérer toutes les activités opérationnelles et de sécurité à bord du bateau. Dans la plupart des cas, l'EPR nécessaire dépassera les exigences minimales des dispositions SOLAS en matière de sécurité incendie.

Les masques à cartouches ou boîte ne protègent pas leur utilisateur contre des concentrations de vapeurs d'hydrocarbures ou toxiques ni contre un manque d'oxygène. Ils ne doivent jamais être utilisés à la place d'un appareil respiratoire.

10.12.1 Appareil respiratoire autonome

Il s'agit d'une réserve mobile d'air comprimé contenue dans une ou plusieurs bouteilles fixées à un cadre mobile avec harnais, lequel est porté par l'utilisateur. L'air est fourni à l'utilisateur à travers un masque facial qui peut être ajusté afin d'être hermétique. Un manomètre indique la pression dans la bouteille et une alarme retentit lorsque l'alimentation est faible. Seuls les appareils respiratoires autonomes à pression positive sont recommandés pour une utilisation dans les espaces confinés, car ils maintiennent toujours une pression positive à l'intérieur du masque facial.

Lors de l'utilisation de l'équipement, il faut :

- vérifier le manomètre avant toute utilisation ;
- tester l'alarme sonore de basse pression avant toute utilisation, en gardant à l'esprit que lorsque l'on entre dans un espace confiné avec cet équipement, celui-ci peut être très bruyant, ce qui rend l'alarme moins audible ;
- vérifier le masque facial et l'ajuster pour s'assurer qu'il est étanche. La pilosité faciale peut altérer l'étanchéité du masque. Dans ce cas, une autre personne doit porter l'appareil et entrer dans l'espace. Il existe aussi des équipements spécifiques qui peuvent être utilisés avec une pilosité faciale ;
- le manomètre doit être surveillé fréquemment pendant l'utilisation afin de vérifier les réserves d'air ;
- un délai suffisant doit être prévu pour quitter l'atmosphère dangereuse ;
- il faut immédiatement évacuer les lieux si l'alarme de basse pression se déclenche. L'autonomie de l'alimentation en air dépend du poids et de la forme physique de l'utilisateur, ainsi que de l'intensité de ses efforts.

À tout moment, si un utilisateur soupçonne que le matériel ne fonctionne pas de manière appropriée ou que l'étanchéité du masque sur son visage n'est plus assurée, il doit quitter les lieux immédiatement.

10.12.2 Appareil respiratoire à adduction d'air

Par rapport à l'utilisation d'un équipement autonome, un appareil respiratoire à adduction d'air permet au personnel de rester plus longtemps dans un espace confiné.

Cet équipement consiste en un masque facial alimenté en air par un tuyau de petit diamètre qui débouche à l'extérieur de l'espace, où il est relié à des bouteilles d'air comprimé ou à une conduite d'air desservie par un compresseur. Si l'air utilisé provient du bateau, il est essentiel qu'il soit correctement filtré et contrôlé de manière appropriée pour détecter la présence de constituants toxiques ou dangereux. Le tuyau est attaché à l'utilisateur au moyen d'une ceinture ou d'un autre dispositif qui permet une déconnexion rapide en cas d'urgence. Une valve ou un orifice de contrôle du débit régule l'arrivée d'air dans le masque facial.

Si l'alimentation en air est assurée par un compresseur, le dispositif comprend des bouteilles d'air en tant que réserve de secours à utiliser en cas de défaillance du compresseur. En cas d'urgence, l'utilisateur doit immédiatement quitter l'espace.

Une personne formée et compétente doit assurer le contrôle de la pression dans les conduites d'air. Si la pression normale de fonctionnement n'est plus assurée, elle doit commuter sur l'alimentation de secours.

Lorsqu'un appareil respiratoire à adduction d'air est utilisé :

- il faut vérifier et ajuster le masque afin qu'il soit étanche ; La pilosité sur le visage peut rendre cette tâche plus difficile ;
- il convient de vérifier la pression d'utilisation avant chaque utilisation ;
- l'alarme sonore de basse pression doit être vérifiée avant chaque utilisation ;
- pour éviter tout dommage, les tuyaux d'air doivent être maintenus à l'écart de tout objet saillant ou tranchant ;
- la longueur du tuyau d'air ne doit pas dépasser la longueur maximale recommandée par le fabricant.

En cas de doute quant à l'efficacité de l'équipement, l'utilisateur doit immédiatement quitter l'espace.

Les usagers doivent disposer d'une bouteille d'air de réserve connectée en permanence, de sorte qu'en cas d'interruption du flux d'air provenant de la source d'alimentation principale, le passage à l'alimentation de secours se fasse immédiatement, en évitant toute interruption du flux d'air. L'utilisation d'un appareil respiratoire pour l'évacuation d'urgence n'est pas recommandée à cet effet.

10.12.3 Appareil respiratoire pour l'évacuation d'urgence (*Emergency Escape Breathing Device - EEBD*)

Les EEBDs sont destinés à l'évacuation d'urgence et ne doivent pas être utilisés en tant que moyen principal pour pénétrer dans des espaces dont l'atmosphère n'est pas sûre.

Il s'agit d'un appareil respiratoire à air comprimé pour l'évacuation d'un compartiment où l'atmosphère est devenue dangereuse. Il est exigé que des appareils respiratoires pour l'évacuation d'urgence soient disponibles pour l'évacuation en cas d'incendie dans la salle des machines ou dans les logements. Des lots d'équipement supplémentaires doivent être prévus en tant que matériel d'évacuation d'urgence lors de l'accès aux espaces confinés. Chaque lot doit avoir une autonomie d'au moins 10 minutes.

Cet équipement comporte deux variantes :

Appareil respiratoire à air comprimé pour l'évacuation d'urgence

Il se compose d'une bouteille d'air, d'un détendeur, d'un tuyau à air, d'un masque ou d'une cagoule et d'une combinaison ou d'une veste en matériau ignifuge à haute visibilité. Il s'agit normalement de dispositifs à débit constant fournissant de l'air comprimé à un taux d'environ 40 litres par minute avec une autonomie de 10 à 15 minutes, en fonction de la capacité de la bouteille. Les EEBDs à air comprimé peuvent normalement être rechargés à bord à l'aide d'un compresseur conventionnel ARA (appareil respiratoire autonome). Le manomètre, la valve d'alimentation et la cagoule doivent être vérifiés avant utilisation.

Appareil respiratoire à circuit fermé pour l'évacuation d'urgence

Ils se composent normalement d'une mallette de transport solide et étanche à l'eau, d'une bouteille d'oxygène comprimé, d'un sac respiratoire, d'une embouchure et d'une cagoule en matériau ignifuge. Ils sont conçus pour une utilisation unique. Lorsque la cagoule est placée sur la tête de l'utilisateur et que l'ensemble est activé, l'air expiré est mélangé avec de l'oxygène comprimé à l'intérieur du sac respiratoire pour permettre au porteur de respirer normalement pendant qu'il s'échappe d'une atmosphère dangereuse.

10.12.4 Entretien du matériel

Une personne responsable doit contrôler tous les EPR à intervalles réguliers.

Les défauts doivent être réparés rapidement et les contrôles et réparations doivent être consignés. Les bouteilles d'air doivent être rechargées dès que possible après utilisation.

Les bouteilles d'air endommagées ou corrodées doivent être retirées et réparées ou remplacées. Toutes les bouteilles doivent être soumises à un essai hydrostatique conformément à la réglementation de l'administration compétente.

Les masques et casques doivent être nettoyés et désinfectés après chaque utilisation. Toute réparation et tout entretien doivent être effectués en stricte conformité avec les instructions du fabricant.

10.12.5 Stockage

Les appareils respiratoires doivent être stockés entièrement assemblés en un endroit où ils sont facilement accessibles. Les bouteilles d'air doivent être entièrement remplies et les sangles de réglage doivent être desserrées. Les appareils doivent être répartis de manière à être disponibles en cas d'urgence dans les différentes parties du bateau.

10.12.6 Formation à l'utilisation des appareils respiratoires

Tous les membres de l'équipage doivent avoir bénéficié de démonstrations pratiques et d'une formation à l'utilisation d'un appareil respiratoire.

Une formation officielle à terre peut compléter la formation à bord et peut être particulièrement utile pour le personnel identifié comme membre potentiel de l'équipe de sauvetage.

L'utilisation d'appareils respiratoires autonomes et à adduction d'air doit être réservée à du personnel entraîné. Une utilisation incorrecte ou inefficace peut mettre en danger la vie de l'utilisateur.

11 Opérations à bord

Le présent chapitre fournit des informations sur toutes les opérations à bord, y compris le chargement et le déchargement de la cargaison, la vidange des tuyauteries, le nettoyage des citernes et le dégazage, le ballastage, les transferts de bateau-citerne à bateau-citerne et l'amarrage.

Ce chapitre contient également des informations sur la manutention sûre de cargaisons particulières, telles que les hydrocarbures accumulateurs de charge électrostatique, celles ayant une pression de vapeur élevée et celles contenant du sulfure d'hydrogène.

Les autres opérations abordées comprennent l'utilisation de systèmes de contrôle des émissions de vapeur et d'assèchement.

11.1 Opérations liées à la cargaison

11.1.1 Généralités

Toutes les opérations liées à la cargaison doivent être soigneusement planifiées et documentées bien avant leur exécution. Les détails des plans doivent être discutés avec l'ensemble du personnel, à la fois à bord du bateau-citerne et au terminal. Les plans sont susceptibles d'être modifiés après concertation avec le terminal et après un changement du contexte, que ce soit à bord ou à terre. Tout changement doit être officiellement enregistré et porté à l'attention de tout le personnel impliqué dans l'opération. Le chapitre 22 contient des précisions relatives aux plans de chargement et la communication les concernant.

11.1.2 Réglage des tuyaux et des vannes

Avant d'entamer toute opération de chargement ou de déchargement, les tuyaux de chargement et les vannes du bateau-citerne doivent être réglés par une personne responsable selon le plan de chargement ou de déchargement requis et doivent être contrôlés de manière indépendante par d'autres membres du personnel.

11.1.3 Fonctionnement des vannes

Pour éviter les sautes de pression, les vannes à l'extrémité aval d'un système de tuyauterie ne doivent pas être fermées à la circulation de liquide, sauf en cas d'urgence. Il convient d'insister sur ce point auprès de tout le personnel responsable des opérations de manutention de la cargaison, à la fois à bord du bateau-citerne et au terminal (Voir la section 11.1.4 ci-dessous).

De manière générale, lorsque les pompes sont utilisées pour le transfert de la cargaison, toutes les vannes du système de transfert (à la fois à bord du bateau-citerne et à terre) doivent être ouvertes avant de commencer le pompage, la vanne de décharge d'une pompe centrifuge pouvant toutefois être maintenue fermée jusqu'à ce que la pompe ait atteint le débit requis, puis ouverte lentement. En cas de chargement d'un bateau-citerne par gravité, la dernière vanne à ouvrir doit être celle située à l'extrémité du système où se trouve la citerne à terre.

Si le flux doit être détourné d'une citerne à une autre, soit la vanne sur la seconde citerne doit être ouverte avant que la vanne sur la première citerne ne soit fermée, soit le pompage doit être interrompu pendant que la modification est effectuée. Les vannes qui contrôlent l'écoulement du liquide doivent être fermées lentement. Le délai nécessaire aux vannes électriques pour passer des positions ouvert à fermé et fermé à ouvert doit être vérifié régulièrement à leur température de fonctionnement normale.

11.1.4 Sautes de pression

Le mauvais fonctionnement des pompes et des vannes peut produire des sautes de pression dans un système de tuyauteries.

Ces surpressions peuvent être suffisamment puissantes pour endommager une conduite, des tuyaux ou des bras métalliques. Une des parties les plus vulnérables du système est la connexion entre le bateau-citerne et le système à terre. Des sautes de pression sont produites en amont d'une vanne de fermeture et peuvent devenir excessives si la vanne est fermée trop rapidement. Ces sautes sont davantage susceptibles d'être puissantes en présence de tuyaux d'une grande longueur ou lorsque les débits sont élevés.

Lorsqu'il existe un risque de sautes de pression, des informations doivent être échangées et un accord écrit doit être conclu entre le bateau-citerne et le terminal sur le contrôle des débits, la vitesse de fermeture des vannes, et les vitesses de pompage. Cet accord doit prendre en compte aussi le délai de fermeture des vannes d'arrêt contrôlées à distance et automatiques. L'accord doit faire partie du plan opérationnel (voir la section 16.8).

11.1.5 Vannes à papillon et de non-retour (Contrôle)

Les vannes à papillon et les vannes à broche anti-retour des systèmes de cargaison à bord des bateaux-citernes et à terre ont tendance à se fermer brusquement lorsque de la cargaison les traverse à des débits élevés, provoquant d'importantes surpressions susceptibles d'occasionner des dommages aux conduites, tuyaux, bras métalliques et même des dommages structurels aux appontements. Ces défaillances sont généralement dues à un disque de soupape qui n'est pas parfaitement parallèle au flux ou entièrement retiré du flux lorsque la vanne est en position ouverte. Ceci peut générer une force de fermeture susceptible de cisainer la tige de soupape dans le cas de vannes à papillon, ou la broche de maintien en position ouverte dans le cas des vannes à broche anti-retour. Il est important de vérifier que toutes les vannes soient entièrement ouvertes si elles doivent être traversées par de la cargaison.

11.1.6 Procédures de chargement

11.1.6.1 Généralités

La responsabilité de la sécurité des opérations de manutention de cargaison est partagée entre le bateau-citerne et le terminal et incombe conjointement au conducteur du bateau-citerne et au représentant du terminal. La manière dont la responsabilité est partagée doit être convenue entre ces personnes de telle sorte que tous les aspects des opérations soient pris en compte.

11.1.6.2 Accord commun sur l'état de préparation du chargement

Avant de commencer à charger des cargaisons, la personne responsable et le représentant du terminal doivent avoir constaté conjointement que le bateau-citerne et le terminal sont prêts à procéder à l'opération en toute sécurité.

11.1.6.3 Système d'arrêt d'urgence

Une procédure d'arrêt d'urgence et d'alarme doit être convenue entre le bateau-citerne et le terminal et doit être consignée sur un formulaire approprié.

L'accord doit préciser les circonstances dans lesquelles les opérations doivent être immédiatement interrompues.

Une attention particulière doit être accordée aux dangers d'une augmentation de la pression provoquée par la procédure d'arrêt d'urgence (voir la section 16.8).

Les bateaux-citernes peuvent être équipés des systèmes d'arrêt d'urgence suivants :

Pendant le chargement

En présence d'un système d'arrêt, des capteurs de niveau haut peuvent être installés dans chaque citerne à cargaison. Lorsqu'ils sont activés, ils doivent déclencher une alarme visuelle et sonore à bord et actionner en même temps un contact électrique qui, sous la forme d'un signal binaire, interrompt la boucle du courant électrique établie par l'installation à terre, ce qui déclenchera une intervention à terre permettant d'éviter le débordement lors de l'opération de chargement.

Le signal doit être transmis à l'installation à terre via une prise bipolaire étanche d'un dispositif de couplage conforme (par exemple) à la norme EN 60309-2 : 1999 pour le courant continu de 40 à 50 volts, couleur d'identification blanc, position du nez à 10 h.

La prise doit être fixée à demeure à bord du bateau-citerne à proximité de l'emplacement des collecteurs.

Le capteur de niveau haut doit également être en mesure d'arrêter les pompes du bateau-citerne durant le déchargement.

Il est recommandé que le capteur de niveau haut soit indépendant du dispositif avertisseur de niveau.

Pendant le déchargement

Lors du déchargement au moyen des pompes du bateau, un système d'arrêt permet à l'installation à terre d'arrêter ces pompes. À cet effet, un circuit indépendant à sécurité intrinsèque, alimenté par le bateau, est interrompu par l'installation à terre au moyen d'un contact électrique.

Le signal binaire de l'installation à terre doit pouvoir être transmis via une prise bipolaire étanche ou un dispositif de couplage conforme (par exemple) à la norme EN 60309-2 : 1999 pour le courant continu de 40 à 50 volts, couleur d'identification blanc, position du nez à 10 h.

Cette prise doit être fixée à demeure à bord du bateau à proximité immédiate des connexions à la terre du système de transfert.

11.1.6.4 Supervision

Les précautions suivantes doivent être prises pendant le chargement :

- une personne responsable doit assurer la surveillance et un équipage suffisant doit être disponible à bord pour assurer l'exploitation et la sécurité du bateau-citerne. Une vigie doit être présente en permanence sur le pont-citernes ;
- le système de communication du bateau-citerne à la terre doit être maintenu dans un bon état de fonctionnement ;
- au début du chargement ainsi qu'à chaque remplacement de la vigie ou changement d'équipe, la personne responsable et le représentant du terminal doivent chacun confirmer que le système de communication pour le contrôle des opérations est bien compris par eux-mêmes ainsi que par la vigie et le personnel en service ;
- les exigences opérationnelles pour l'arrêt normal des pompes à la fin du transfert de la cargaison et pour le système d'arrêt d'urgence à la fois à bord du bateau-citerne et au terminal doivent être parfaitement comprises par tout le personnel concerné.

11.1.6.5 Procédures pour le gaz inerte

Avant le début du chargement, l'installation à gaz inerte, si elle est installée et s'il y a lieu, doit être fermée. La pression du gaz inerte dans les citernes à charger doit être réduite.

11.1.6.6 Chargement**A. Chargement fermé**

Pour un chargement fermé efficace, la cargaison doit être chargée avec les orifices de jaugeage par le creux, de sondage et de visite bien fermés.

Pour la plupart des produits volatils, des réglementations locales, nationales ou internationales peuvent interdire le rejet de vapeurs de cargaison dans l'atmosphère. Si tel est le cas, le chargement fermé doit intervenir en procédant à l'équilibrage de vapeur avec le terminal de chargement. Dans ce cas, le terminal doit veiller à ce que la pression de vapeur maximale à l'intérieur de la citerne à cargaison du bateau-citerne n'atteigne à aucun stade de l'opération la valeur de réglage de la soupape de dégagement à grande vitesse.

Si, pour des raisons de sécurité, les vapeurs de cargaison déplacées par la cargaison entrante ne peuvent être renvoyées vers le terminal, il doit être possible d'évacuer ces vapeurs dans l'atmosphère à l'aide de vannes à grande vitesse afin de s'assurer qu'elles sont envoyées loin du pont de cargaison. Les dispositifs montés sur les colonnes de ventilation pour empêcher le passage des flammes doivent être régulièrement contrôlés afin de s'assurer qu'ils sont propres, en bon état et correctement installés.

Pour procéder au chargement fermé, le bateau doit être muni d'un équipement qui permet le jaugeage par le creux du contenu de la citerne à surveiller sans devoir ouvrir les orifices de la citerne (voir la section 11.8.1).

Il existe un risque de remplissage excessif d'une citerne à cargaison lors du chargement fermé effectué dans des conditions normales. En raison de la confiance placée dans les systèmes de jaugeage fermés, il est important qu'ils soient pleinement opérationnels et qu'une sécurité soit disponible sous la forme d'un dispositif d'alarme de remplissage excessif indépendant. L'alarme doit fournir une indication visuelle et sonore et doit être fixée à un niveau qui permette d'arrêter les opérations avant que la citerne ne soit trop pleine. Lors des opérations normales, la citerne ne doit jamais être remplie au-delà du niveau auquel est fixée l'alarme de remplissage excessif.

Les alarmes de remplissage excessif individuelles doivent être testées sur la citerne afin de garantir leur bon fonctionnement avant de commencer le chargement, à moins que le système ne soit équipé d'un dispositif électronique d'autosurveillance qui contrôle l'état des circuits de l'alarme et du capteur et qui confirme le point de réglage du dispositif.

Si, après avoir testé l'alarme de remplissage excessif, il apparaît que cette alarme ne fonctionne pas correctement, le chargement ne doit pas être débuté.

À bord des bateaux dépourvus de système de gaz inerte, cet équipement doit respecter les recommandations énoncées à la section 11.8.2.

B. Chargement ouvert

Pour certains produits, des réglementations locales, nationales ou internationales sont susceptibles d'autoriser que les gaz déplacés soient évacués par les orifices de visée des citernes à cargaison, sous réserve qu'ils soient protégés par un coupe-flammes correctement installé, propre et en bon état. Dans tous les cas, les gaz doivent être éloignés du pont de cargaison.

Si des vapeurs de cargaison inflammables sont susceptibles de s'accumuler sur le pont de cargaison, le chargement doit être immédiatement interrompu.

11.1.6.7 Début du chargement au terminal

Lorsque toutes les vannes nécessaires du terminal et du bateau-citerne sont ouvertes dans le système de chargement et que le bateau-citerne a signalé qu'il est prêt, le chargement peut commencer. Le débit initial doit être faible, si possible par gravité et dans une seule citerne. Les pompes à terre ne doivent pas enclenchées jusqu'à ce que le système ait été contrôlé et que le bateau-citerne confirme que la cargaison est reçue dans la (les) citerne(s) prévue(s). Une fois que les pompes ont été enclenchées, l'étanchéité du raccordement bateau-citerne / terre doit être contrôlée jusqu'à ce que le débit ou la pression fixés d'un commun accord aient été atteints.

11.1.6.8 Sans objet

11.1.6.9 Sans objet

11.1.6.10 Sans objet

11.1.6.11 Chargement par les tuyaux de la chambre des pompes

En raison du risque plus élevé de fuites dans la chambre des pompes, il est déconseillé de charger de la cargaison via les tuyaux de la chambre des pompes. À chaque fois que possible, la cargaison doit être chargée au moyen de tuyaux déroulants dans la zone des citernes à cargaison, toutes les vannes de la chambre des pompes étant fermées.

11.1.6.12 Prise d'échantillons de cargaison au début du chargement

Si des moyens sont disponibles à cet effet, un échantillon de la cargaison doit être prélevé dès que possible après le début du chargement. Ceci permet de contrôler visuellement la qualité du produit afin de s'assurer que la qualité correcte est en cours de chargement. Cette tâche doit être effectuée avant l'ouverture d'autres citernes pour la poursuite du chargement (Voir l'annexe 7).

À bord des bateaux-citernes non-inertés qui chargent des cargaisons accumulant des charges électrostatiques, des précautions contre les dangers de l'électricité statique doivent être prises lors du prélèvement de l'échantillon (voir la section 11.1.7).

11.1.6.13 Contrôles périodiques pendant le chargement

Tout au long de chargement, le bateau-citerne doit surveiller et régulièrement contrôler toutes les citernes pleines et vides afin de s'assurer que la cargaison ne pénètre que dans les citernes prévues à cet effet et qu'il n'existe aucune fuite de cargaison vers la chambre des pompes ou les batardeaux.

Le bateau-citerne doit vérifier les creux / pleins des citernes au minimum toutes les heures et le débit de chargement doit être calculé. Les données relatives à la cargaison et le débit doivent être comparés aux valeurs correspondantes à terre afin de détecter tout écart.

Pour les bateaux-citernes subissant des sollicitations importantes, les contrôles effectués toutes les heures doivent inclure si possible l'observation et la consignation des forces de cisaillement, moments de flexion, tirant d'eau et assiette, ainsi que de toutes les autres données pertinentes relatives à la stabilité du bateau-citerne concerné. Ces informations doivent être comparées au plan de chargement prévu afin de confirmer que toutes les limites de sécurité sont respectées et afin que la séquence de chargement puisse être maintenue ou modifiée si nécessaire. Toute anomalie doit immédiatement être signalée à la personne responsable.

Toute baisse inexplicée de la pression ou de tout écart significatif entre les estimations des quantités transférées effectuées par le bateau-citerne et le terminal peut indiquer une fuite sur une conduite ou un tuyau, auquel cas toutes les opérations de cargaison doivent être interrompues jusqu'à ce que des vérifications aient été faites.

Le bateau-citerne doit procéder à des contrôles fréquents du pont de cargaison et de la chambre des pompes pour détecter les fuites éventuelles. Les zones à l'aplomb doivent également être contrôlées régulièrement.

11.1.6.14 Fluctuation des débits de chargement

Le débit de chargement ne doit pas être modifié de manière significative sans que le bateau-citerne en soit préalablement informé.

11.1.6.15 Arrêt du pompage par le terminal

De nombreux terminaux nécessitent un délai d'attente pour l'arrêt des pompes et ce point doit être compris et noté comme indiqué au point 24 des lignes directrices pour compléter la liste de contrôle de sécurité bateau-citerne / terre avant le début du chargement (voir la section 26.4).

11.1.6.16 Chargement progressif final à bord du bateau-citerne

Le bateau-citerne doit aviser le terminal lorsque les citernes doivent faire l'objet d'un chargement progressif final et doit laisser au terminal suffisamment de temps pour réduire le débit de chargement afin de permettre un contrôle efficace du flux à bord du bateau-citerne. Au terme du remplissage individuel des citernes, les vannes principales doivent être fermées dans la mesure du possible afin d'assurer une répartition à deux vannes dans les citernes chargées. Les creux / pleins des citernes faisant l'objet d'un chargement progressif final doivent être vérifiés ponctuellement pour s'assurer de l'absence de débordements en raison de fuites sur les vannes ou d'opérations incorrectes. En général, le bateau-citerne doit informer le terminal au moment de remplir la dernière citerne.

Le nombre de vannes à fermer durant la période de remplissage progressif doit être réduit au minimum.

Le bateau-citerne ne doit pas fermer toutes ses vannes à contre-courant du flux de cargaison.

Dans la mesure du possible, le chargement doit être achevé par gravité. Si les pompes doivent être utilisées en fin de chargement, leur débit au cours du délai de standby doit être régulé de sorte que les vannes de régulation à terre puissent être fermées dès que la demande en est faite par le bateau-citerne. Les vannes de commande à terre doivent être fermées avant les vannes du bateau-citerne.

11.1.6.17 Contrôles après le chargement

Une fois le chargement achevé, une personne responsable doit vérifier que toutes les vannes du système de cargaison sont fermées, que toutes les ouvertures de la citerne concernée sont fermées et que les soupapes de pression / dépression sont correctement réglées.

11.1.7 Chargement d'hydrocarbures accumulateurs de charge électrostatique

11.1.7.1 Généralités

Les distillats de pétrole présentent souvent des conductivités électriques inférieures à 50 pS/m et appartiennent ainsi à la catégorie des accumulateurs d'électricité statique.

Étant donné que les conductivités des distillats ne sont normalement pas connues, ils doivent tous être traités comme des accumulateurs de charge électrostatique, à moins qu'ils ne contiennent un additif antistatique qui élève la conductivité du produit à plus de 50 pS/m (voir la section 11.1.7.9). Un accumulateur de charge électrostatique peut présenter une charge suffisante pour constituer un risque d'inflammation incendiaire lors du chargement dans la citerne et ceci jusqu'à 30 minutes après la fin du chargement.

La mise à la masse (voir la section 3.2.2) est une précaution essentielle pour prévenir l'accumulation de charges électrostatiques et son importance ne peut être suffisamment soulignée. Toutefois, si la mise à la masse contribue à la relaxation, elle ne fait pas obstacle à l'accumulation et production de tensions dangereuses. Par conséquent, la mise à la masse ne doit pas être considérée comme un remède universel pour éliminer les risques. La présente section décrit les méthodes de contrôle de la génération d'électricité statique par la prévention de la séparation de charge, qui est une autre précaution essentielle (voir la section 3.1.2).

11.1.7.2 Contrôle de la génération de charges électrostatiques

La décharge électrostatique est un risque associé à la manipulation de produits inflammables.

LE NON-RESPECT DES RECOMMANDATIONS DE CETTE SECTION CRÉE LES SITUATIONS DANGEREUSES DANS LESQUELLES PEUVENT SE PRODUIRE DES ACCIDENTS D'IGNITION ÉLECTROSTATIQUE.

S'il est certain qu'une citerne est dans un état inerte, aucune précaution antistatique n'est nécessaire.

Si une atmosphère inflammable est susceptible d'être présente dans la citerne, des précautions particulières sont nécessaires en ce qui concerne le débit maximum et pour effectuer en toute sécurité les opérations de jaugeage par le creux / sondage, de prise d'échantillons et de jaugeage lors de la manipulation des produits accumulateurs statiques.

Les mélanges d'hydrocarbures et d'eau constituent une source importante d'électricité statique. Une attention particulière est par conséquent requise pour éviter l'excès d'eau et les mélanges inutiles.

11.1.7.3 Durant le remplissage initial d'une citerne

La méthode généralement retenue pour contrôler la génération d'électricité statique durant les phases initiales de chargement est de limiter la vitesse d'entrée de l'hydrocarbure dans la citerne à 1 m/sec jusqu'à ce que l'orifice de chargement de la citerne soit bien couvert et que toutes les projections et turbulences de surface aient cessé.

La limite de 1 m/sec s'applique individuellement au tuyau d'embranchement de chaque citerne à cargaison et doit être mesurée à la plus petite section transversale, y compris les vannes ou autres obstacles sur la tuyauterie dans sa dernière section avant l'orifice de chargement de la citerne.

Diamètre minimum des conduites* (mm)	Débit approximatif (m ³ /heure)
80	17
100	29
150	67
200	116
250	183
305	262
360	320
410	424
460	542
510	676
610	987
710	1354
810	1782

* Veuillez noter que les diamètres indiqués sont des diamètres nominaux et ne sont pas nécessairement identiques aux diamètres intérieurs réels.

Tableau 11.1 : Débits correspondant à 1 m/sec

Le Tableau 11.1 présente les débits volumétriques approximatifs pour une vitesse linéaire de 1 m/sec dans des tuyaux de différents diamètres.

Les raisons d'une vitesse linéaire aussi faible que 1 m/sec sont les suivantes :

1. Au début du remplissage, la probabilité est plus forte que de l'eau soit mélangée à l'hydrocarbure dans la citerne. Les mélanges d'hydrocarbure et d'eau sont une source particulièrement importante d'électricité statique.
2. Une faible vitesse d'entrée du produit dans la citerne limite les turbulences et projections pendant que l'hydrocarbure pénètre dans la citerne. Ceci permet de réduire la génération d'électricité statique et la dispersion de toute eau susceptible d'être présente, de sorte que celle-ci se dépose rapidement au fond de la citerne, où elle peut rester relativement stable lorsque le débit de chargement est augmenté par la suite.
3. Une faible vitesse d'entrée du produit dans la citerne limite la formation de brouillards susceptibles d'accumuler une charge, même si l'hydrocarbure n'est pas considéré comme un accumulateur de charge électrostatique. Ceci est dû au fait que les gouttelettes dont est constitué le brouillard sont séparées par l'air, qui est un isolant. Un brouillard peut provoquer la génération d'une atmosphère inflammable, même si le point éclair du liquide est élevé et qu'il est en principe incapable de générer une atmosphère inflammable.

La Figure 11.1 présente un organigramme destiné à faciliter le choix des précautions à prendre lors du chargement de cargaisons accumulatrices de charge électrostatique.

11.1.7.4 Limitation des risques liés à l'eau

Les mélanges d'huile et d'eau constituant une importante source d'électricité statique, des dispositions doivent être prises pour éviter que de l'eau provenant d'activités telles que le lavage à l'eau, le ballastage ou le rinçage de tuyaux ne pénètre dans une citerne qui contient ou est destinée à contenir un hydrocarbure accumulateur de charge électrostatique. Ainsi, les citernes à cargaison et les tuyaux qui ont été rincés à l'eau doivent être vidés avant le chargement. L'eau ne doit pas s'accumuler dans les citernes. Des tuyaux contenant encore de l'eau ne doivent pas être placés dans une citerne contenant une cargaison accumulatrice de charge électrostatique.

Toute eau subsistant dans le système de tuyauteries à terre ou à bord du bateau après la période initiale de remplissage est susceptible d'être entraînée dans la citerne lors du chargement au débit maximum (la vitesse minimale du produit pour évacuer efficacement l'eau présente dans les tuyaux est de 1 m/s). Le mélange d'huile et d'eau qui en résulte dans la citerne augmentera la production d'électricité statique jusqu'à un niveau qui est dangereux dans une atmosphère inflammable. Avant d'augmenter le débit de chargement de vrac, il est par conséquent nécessaire de veiller à ce que, autant que possible, tous les restes d'eau subsistant dans les parties basses des tuyaux aient été évacués du système avant de commencer le chargement ou pendant la période initiale de remplissage de la citerne (voir la section 11.1.7.3 pour des indications concernant ce processus).

Dans des circonstances normales et à condition que les précautions ci-dessus aient été prises pour éviter l'excès d'eau, la quantité d'eau encore présente dans le système après le remplissage initial sera insuffisante pour augmenter la génération d'électricité statique une fois que la vitesse de chargement aura augmenté. Toutefois, s'il y a lieu de penser que de l'eau en quantité excessive peut encore être présente dans la conduite à terre, les mesures recommandées sont les suivantes :

- maintenir une vitesse du produit dans le tuyau à terre inférieure à 1 m/sec tout au long de chargement afin d'éviter d'entraîner l'eau dans la/les citerne(s) du bateau, ou
- maintenir une vitesse du produit à l'entrée de la citerne inférieure à 1 m/sec tout au long du chargement pour éviter les turbulences dans la/les citerne(s).

Il convient de choisir l'option qui permet d'obtenir le taux de chargement le plus élevé en toute sécurité.

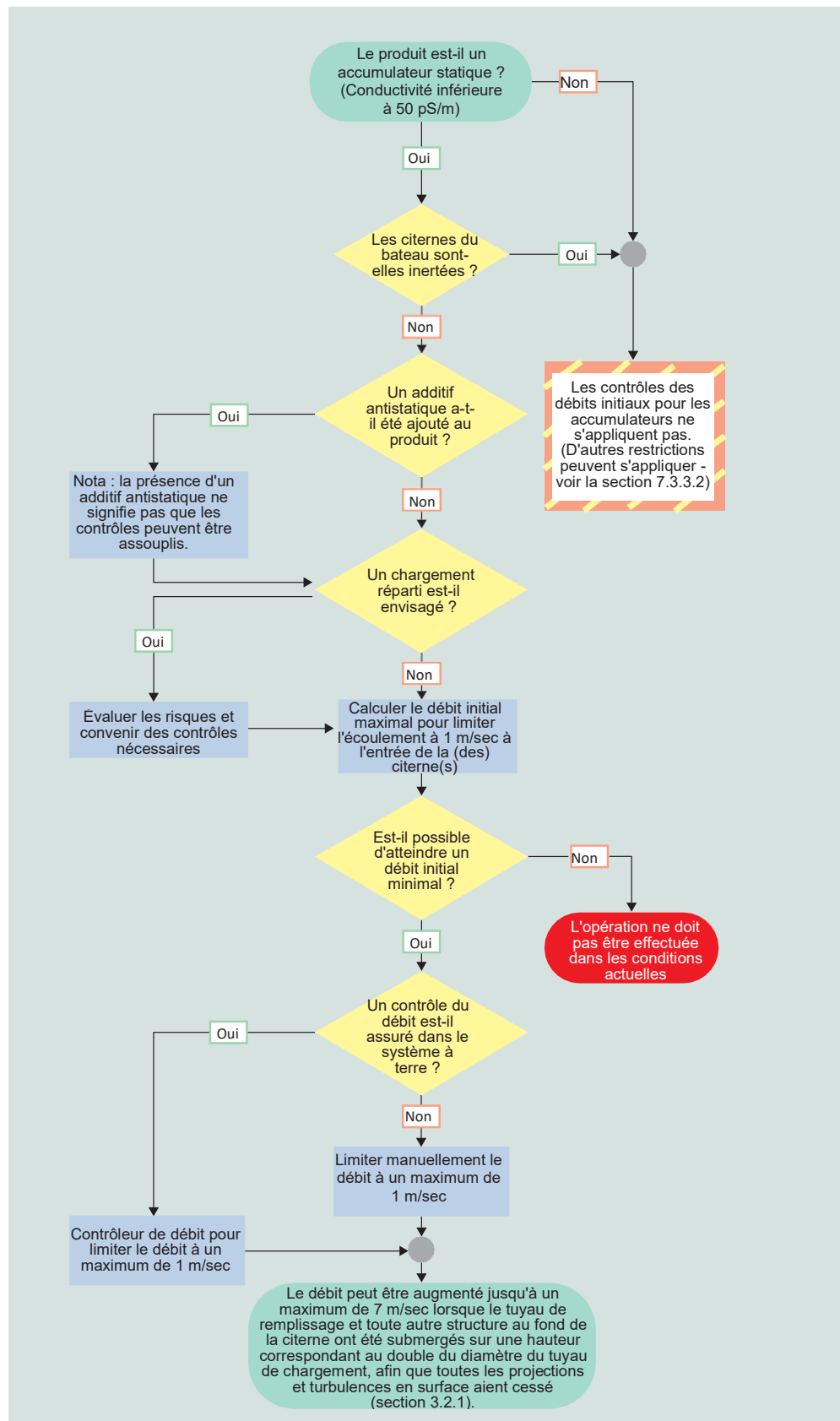


Figure 11.1 : Contrôles des dangers au début du chargement de cargaisons accumulatrices de charge électrostatique

11.1.7.5 Exemples

Phase initiale de chargement

La Figure 11.2 présente la configuration de la tuyauterie pour un bateau chargeant un produit accumulateur de charge électrostatique à quai. Le tableau indique les dimensions et débits volumétriques des tuyaux à une vitesse de 1 m/sec. Pour le chargement initial de deux citernes à cargaison, la limitation permettra de demander un débit de chargement de 366 m³/h pour l'exemple donné (voir aussi le Tableau 3.2.).

11.1.7.6 Considérations pratiques

Dans la pratique, tous les terminaux ne sont pas équipés de dispositifs de contrôle des flux pour réguler le débit de chargement et, par conséquent, sont susceptibles de ne pas pouvoir établir un débit de chargement pour une citerne à cargaison qui soit équivalent à une vitesse de 1 m/sec. Certains terminaux assurent ou tentent d'assurer un débit de chargement peu élevé en optant pour un chargement par écoulement gravitaire au début de l'opération.

11.1.7.7 Chargement réparti

Le chargement réparti consiste à commencer le chargement via un seul tuyau à terre qui alimente simultanément plusieurs citernes à cargaison du bateau, lorsque cela est nécessaire pour compenser le contrôle insuffisant du débit par le terminal. L'objectif de cette méthode est d'atteindre un débit de chargement qui assurera à chacune des entrées de citernes une vitesse maximale de 1 m/sec.

Le chargement réparti présente de nombreux risques potentiellement importants de génération d'électricité statique, qui doivent être évalués et gérés de manière appropriée pour que cette méthode puisse être utilisée en toute sécurité. Par exemple :

- risque de débit irrégulier dans les tuyaux de cargaison du bateau-citerne, pouvant provoquer un reflux de vapeur (air ou gaz) en provenance d'autres citernes ouvertes vers la citerne qui reçoit le produit. Cet effet d'éjection va créer le mélange de deux phases de produit et de vapeur qui impliquera davantage de turbulences et la formation de brouillard dans la citerne ;
- risque de dépasser la vitesse du produit de 1 m/sec à une entrée de la citerne en raison de la répartition inégale du produit entre les citernes ouvertes.

Les précautions suivantes doivent être prises pour gérer les risques associés au chargement réparti de cargaisons accumulatrices de charge électrostatique :

- le débit de chargement global doit être fixé de façon à assurer une vitesse maximale du produit de 1 m/sec dans chaque citerne, en supposant une distribution égale de la cargaison entre les citernes ;
- des débits différents peuvent alimenter différentes citernes et tout doit être mis en œuvre pour assurer une répartition égale du débit entre les citernes à cargaison ;
- au maximum quatre citernes à cargaisons peuvent être chargées simultanément ;
- les vannes de chargement de la citerne ne doivent pas être utilisées pour contrôler le flux de cargaison dans la phase initiale du chargement. Leur utilisation réduit la section transversale de l'entrée, avec pour conséquence une augmentation de la vitesse d'entrée dans la citerne, une augmentation des turbulences et la formation de brouillard. S'il est nécessaire de régler les vannes pour contrôler le débit, ceci doit être fait en amont des vannes de la citerne.
- la gestion des risques inhérents au chargement réparti nécessite de suivre une procédure d'évaluation des risques. L'évaluation des risques doit inclure :
 - la configuration des tuyauteries du terminal, y compris la capacité de contrôler les flux ;
 - la configuration des tuyauteries du bateau-citerne ;
 - l'état des citernes à cargaison du bateau-citerne, par ex. la cargaison précédente, l'atmosphère des citernes et l'état général (par exemple l'intégrité des serpentins de chauffage) ;
 - le produit qui doit être chargé et son potentiel pour générer une atmosphère inflammable.

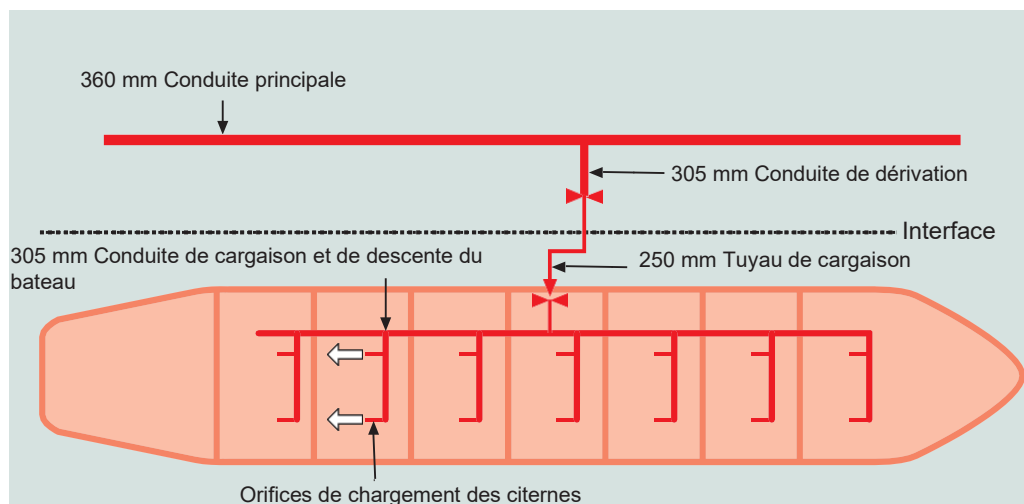
Le chargement réparti doit seulement être effectué si le bateau-citerne et le terminal sont tous les deux convaincus que les risques ont été identifiés et que des mesures appropriées de réponse à ces risques ont été prises pour les réduire au minimum, les éviter ou les supprimer.

11.1.7.8 Limitation de la vitesse du produit (débit de chargement) après la phase initiale de remplissage (chargement en vrac)

Après la phase initiale de remplissage, les phénomènes générant de l'électricité statique, tels que la formation de brouillard et l'agitation du fond des citernes par les turbulences sont supprimés par l'élévation du niveau du liquide et l'attention doit alors porter sur la prévention d'une accumulation excessive de charge électrostatique sur le liquide en vrac. Ceci est également possible en contrôlant le débit, mais la vitesse maximale acceptable est plus élevée que durant la phase initiale de remplissage, à condition que le produit soit « propre » tel que défini à la section 3.2.1.

Lorsque le fond de la citerne est recouvert et une fois que toutes projections et turbulences de surface ont cessé, le débit peut être augmenté jusqu'à la limite correspondant au débit maximal admissible des tuyauteries et des systèmes de pompage du bateau-citerne ou du terminal, tel que déterminé par les contrôles respectifs des systèmes, le débit le plus faible des deux devant être retenu. La pratique et l'expérience ont montré qu'il n'y a pas de potentiel dangereux si la vitesse du produit est inférieure à 7 m/sec. Certains codes de pratique nationaux recommandent également ces 7 m/sec en tant que valeur maximale. Toutefois, il est indiqué dans un certain nombre de documents de l'industrie que ces 7 m/sec constituent une limite de précaution, ceci impliquant que des vitesses plus élevées peuvent être sûres, sans que soient spécifiées les limites réelles. (Toutes les interactions habituelles qui ont une incidence sur la sécurité des procédures de chargement sont dérivées de connaissances acquises avec un débit maximal de 7 m/sec.)

Cette limite de 7 m/sec ne doit être augmentée que si une expérience bien documentée permet de conclure qu'une valeur appropriée plus élevée peut être retenue en toute sécurité.



Détermination du débit de chargement initial

Tuyauterie	Diamètre	Débit (m³/h) à la vitesse de 1 m/sec
Conduite principale à terre	360	320
Conduite de dérivation à terre	305	362
Tuyau	250	183
Conduite de cargaison et de descente du bateau	305	262
Orifices de chargement des citernes	250	183 x 2 = 366

Par conséquent, un débit de chargement initial de 366 m³/h au maximum doit être demandé pour le chargement simultané de deux citernes. Ainsi, la conduite principale à terre présentera une vitesse du flux supérieure à 1 m/sec, éliminant toute l'eau qui stagne dans les tuyaux, tandis que la vitesse aux entrées des citernes sera de 1 m/sec.

Détermination du débit maximal de chargement en vrac

Le plus petit tuyau dans le système de chargement est le tuyau de cargaison, d'un diamètre de 250 mm. Une vitesse d'écoulement linéaire maximale de 7 m/sec correspond à un débit volumétrique maximal de 1281 m³/h.

Figure 11.2 : Détermination des débits de chargement des cargaisons accumulatrices de charge électrostatique

Les opérateurs doivent être conscients du fait que la vitesse maximale est susceptible de ne pas être atteinte avec le diamètre minimum lorsque la conduite alimente de multiples tuyaux secondaires. Il peut s'agir d'une conduite alimentant de multiples bras de chargement ou tuyaux ou, à bord d'un bateau-citerne, d'une conduite principale de cargaison alimentant de multiples conduites de descente ou orifices de chargement de citernes. À titre d'exemple, si une conduite de 150 mm de diamètre alimente trois tuyaux secondaires de 100 mm, la vitesse la plus élevée sera atteinte dans la conduite de 150 mm et non dans les tuyaux secondaires.

La Figure 11.2 montre également que la section du système de tuyauterie qui présente le plus petit diamètre est le tuyau de cargaison, dont le diamètre est de 250 mm. Si une vitesse de chargement de 7 m/sec est acceptable pour le bateau-citerne et l'installation à terre, un débit de chargement maximal de 1281 m³/h doit être demandé.³

11.1.7.9 Additifs antistatiques

Si le produit pétrolier contient un additif antistatique efficace, il n'est plus un accumulateur de charge électrostatique. Bien qu'en théorie cela signifie que les précautions requises pour un accumulateur de charge électrostatique puissent être assouplies, il est toujours souhaitable de les maintenir dans la pratique. L'efficacité des additifs antistatiques dépend du délai écoulé depuis l'ajout de l'additif au produit, de l'homogénéité suffisante du mélange, de la présence de contaminants et de la température ambiante. Il n'est jamais certain que la conductivité du produit soit supérieure à 50 pS/m, à moins que des mesures soient effectuées en continu.

11.1.7.10 Chargement de différentes qualités du produit dans des citernes souillées (Chargement alterné)

Le chargement alterné est la pratique qui consiste à charger un liquide à faible volatilité dans une citerne ayant précédemment contenu un liquide très volatil. Les résidus du liquide volatil peuvent générer une atmosphère inflammable, même lorsque l'atmosphère produite seulement par le liquide à faible volatilité est non-inflammable.

Dans ce cas, il est important de limiter durant le chargement la génération d'électricité statique en évitant les projections ainsi que les autres mécanismes pouvant générer une charge, tels que la présence de filtres dans le tuyau. Le débit doit être limité conformément aux indications figurant aux sections 11.1.7.3 et 11.1.7.8 pour la phase du chargement initial et pour la phase du chargement en vrac.

La spécification du produit et les exigences de qualité impliquent qu'en principe le chargement alterné ne survient pas à bord des bateaux-citernes dédiés au transport de produits finis. Cette situation peut cependant être rencontrée lors de la manipulation de résidus de cargaison ou de produits hors-grade pour lesquels aucune préparation de la citerne n'est exigée, ces substances pouvant être mélangées sans risque de contamination du produit. Dans cette situation, les recommandations pour le chargement alterné décrites ci-dessus doivent être mises en œuvre.

11.1.8 Chargement de cargaisons à très haute pression de vapeur

Pour éviter la formation de gaz dans les pompes de cargaison, la pression de vapeur réelle (*True vapour pressure - TVP*) de la cargaison prévue au port de déchargement doit être prise en considération.

11.1.9 Chargement des cargaisons contenant du sulfure d'hydrogène

11.1.9.1 Généralités

Le nombre de cargaisons contenant d'importantes quantités de sulfure d'hydrogène est en augmentation. Des informations relatives à la toxicité du sulfure d'hydrogène sont fournies à la section 2.3.6 et des recommandations sur la mesure et l'analyse des gaz figurent dans les sections 2.4 et 8.2.

La présente section fournit des conseils pratiques sur les mesures opérationnelles pouvant être prises pour limiter les risques associés au chargement de cargaisons contenant du sulfure d'hydrogène, communément appelées cargaisons « acides ».

³ Pour le débit maximal de chargement qui est demandé, il est également important de vérifier la capacité maximale de ventilation du bateau-citerne. Cette capacité maximale de ventilation peut être calculée par la société de classification. Voir aussi 7.3.3.1.

11.1.9.2 Précautions à prendre lors du chargement de cargaisons contenant du sulfure d'hydrogène

Avant le chargement, l'équipage du bateau-citerne (Personne responsable / conducteur du bateau-citerne) doit être informé par le terminal (verbalement et par écrit), dès lors qu'une cargaison à charger est susceptible de contenir du sulfure d'hydrogène.

Il est fortement recommandé de charger les cargaisons susceptibles de contenir du sulfure d'hydrogène dans des conditions entièrement fermées, si possible en combinaison avec un équilibrage de la vapeur.

Les précautions suivantes doivent être prises lors de la préparation du chargement de cargaisons acides :

- avant l'arrivée au port de chargement, s'assurer de l'absence de toute fuite dans le système de cargaison, les tuyauteries de cargaison, les accessoires des citernes et le système de ventilation ;
- vérifier que toutes les portes et les ouvertures peuvent être fermées de manière étanche pour empêcher la pénétration même de petites quantités de gaz.

Lors du chargement d'une cargaison contenant du sulfure d'hydrogène :

- un plan de sûreté doit être élaboré pour l'opération de chargement. Celui-ci doit inclure des indications sur la procédure de ventilation, le contrôle de la vapeur, les EPI à utiliser, les logements, les modalités de ventilation de la salle des machines et les mesures d'urgence mises en place ;
- les procédures de chargement fermé décrites à la section 11.1.6.6 doivent être appliquées ;
- l'évacuation dans l'atmosphère à une pression de citerne relativement faible doit être évitée, en particulier en l'absence de vent suffisant ;
- si la cargaison est chargée sans aucun moyen de retour de vapeur relié au terminal, le chargement doit être arrêté si l'absence de vent ne permet pas de disperser les vapeurs ou si la direction du vent dirige les vapeurs de cargaison vers les logements ;
- seul le personnel qui participe activement à la sécurité et à la manutention de la cargaison à bord du bateau-citerne doit être autorisé à séjourner sur les ponts ouverts. L'entretien régulier sur le pont doit être limité ou reporté après la fin des opérations de manutention. Les visiteurs doivent être escortés vers et à partir des locaux d'habitation et informés sur les dangers de la cargaison et les procédures d'urgence ;
- le sulfure d'hydrogène est très corrosif et les jauges mécaniques sont par conséquent davantage susceptibles de défaillances qu'en temps normal. Leur état de fonctionnement doit être vérifié fréquemment. En cas de panne de jauges, les réparations ne doivent pas être entreprises sans qu'une autorisation appropriée ait été délivrée et si toutes les précautions nécessaires ne sont pas prises ;
- le sulfure d'hydrogène étant plus lourd que l'air, lors des transferts de citerne à citerne, une attention particulière doit être accordée aux différents francs-bords des bateaux-citernes et au risque que la vapeur ne soit pas dispersée librement. Les vitesses de ventilation doivent être élevées en permanence à bord du bateau-citerne qui réceptionne la cargaison et les bateaux-citernes doivent être tournés de manière à permettre au vent d'emporter des vapeurs loin des locaux d'habitation.

11.1.10 Chargement de cargaisons contenant du benzène

Des indications sur la toxicité du benzène sont fournies à la section 2.3.5. Les cargaisons contenant du benzène doivent être chargées en utilisant les procédures de chargement fermé décrites à la section 11.1.6.6, étant donné que ceci réduira considérablement l'exposition à la vapeur de benzène. Si un système de contrôle des émissions de vapeurs est disponible à terre, il doit être utilisé (voir la section 11.1.13).

Les exploitants doivent appliquer des procédures permettant de vérifier l'efficacité du système de chargement fermé en ce qui concerne la réduction des concentrations de vapeurs de benzène autour du pont de travail. Ceci implique des vérifications pour déterminer le potentiel d'exposition du personnel à la vapeur de benzène pendant toutes les opérations telles que le chargement, le déchargement, la prise d'échantillons, la manutention de tuyaux, le nettoyage des citernes, le dégazage et le jaugeage de cargaisons contenant du benzène. Ces vérifications doivent également être effectuées afin de contrôler les concentrations de vapeur pour le nettoyage, l'aération ou le ballastage de citernes dont la cargaison précédente contenait du benzène.

Des contrôles ponctuels des concentrations de vapeur au moyen de tubes et pompes de détection, d'analyseurs de toxicité ou d'un tube détecteur électronique doivent être réalisés par le personnel du bateau-citerne afin de vérifier si les VLE-MPT sont dépassées et pour déterminer si les EPI doivent être portés.

Les précautions décrites à la section 11.8.4 doivent également être prises afin de minimiser l'exposition lors de la mesure et de la prise d'échantillons de cargaisons contenant du benzène.

11.1.11 Chargement de produits chauffés

À moins que la citerne ne soit spécialement conçue pour transporter des cargaisons très chaudes, par exemple un transporteur de bitume, les cargaisons chauffées à une température élevée peuvent endommager la structure d'un bateau-citerne, le revêtement des citernes à cargaison et les équipements tels que les vannes, pompes et joints.

Certaines sociétés de classification ont établi des règles concernant la température maximale à laquelle la cargaison peut être chargée. Le conducteur du bateau-citerne doit consulter l'exploitant du bateau-citerne lorsque la cargaison à charger présente une température supérieure à 60 °C.

Les précautions suivantes peuvent contribuer à atténuer les effets du chargement d'une cargaison chaude :

- répartir la cargaison sur tout le bateau-citerne d'une manière aussi régulière que possible afin de dissiper la chaleur excessive et pour éviter les sollicitations dues à une chaleur localisée ;
- adapter la vitesse de chargement pour tenter d'atteindre une température plus raisonnable ;
- veiller tout particulièrement à ce que les citernes et les tuyaux soient totalement exempts d'eau avant de recevoir une cargaison dont la température est supérieure au point d'ébullition de l'eau.

11.1.12 Sans objet

11.1.13 Chargement aux terminaux équipés de systèmes de contrôles des émissions de vapeur

11.1.13.1 Généralités

Le concept fondamental d'un système de contrôle des émissions de vapeurs est relativement simple. Lorsque les bateaux-citernes effectuent un chargement à un terminal, les vapeurs sont collectées au fur et à mesure qu'elles sont déplacées par la cargaison ou les ballasts entrants et sont transférées à terre par un tuyau en vue de leur traitement ou élimination. Toutefois, les implications opérationnelles et de sécurité sont importantes parce que le bateau-citerne et le terminal sont reliés par un même flux de vapeurs, ce qui vient ajouter aux opérations des risques supplémentaires qui doivent être contrôlés de manière efficace.

Une présentation du système de contrôle des émissions de vapeurs du terminal doit être incluse dans le livret d'information du terminal.

11.1.13.2 Mauvaise connexion des conduites de liquide et de vapeur

Pour éviter le risque de connecter le collecteur de vapeur du bateau-citerne à un tuyau de chargement de liquide d'un terminal, la connexion pour la vapeur doit être clairement identifiée. Les tuyauteries de chargement et de déchargement doivent se distinguer clairement des autres tuyauteries, par ex. par un marquage de couleur.

11.1.13.3 Surpression et dépression de vapeur

Bien que toutes les opérations de cargaison « fermées » nécessitent une surveillance et un contrôle efficace des pressions dans la citerne, la connexion à un système de contrôle des émissions de vapeur implique que le moindre changement survenant dans le système du terminal aura une incidence directe sur les volumes de phase gazeuse du bateau-citerne. Il est par conséquent important de s'assurer que les dispositifs individuels de protection des citernes à cargaison contre les dépressions et surpressions soient pleinement opérationnels et que les débits de chargement ne dépassent pas le débit maximal admissible.

11.1.13.4 Remplissage excessif des citernes

Le risque de remplissage excessif d'une citerne à cargaison lors de l'utilisation d'un système de contrôle des émissions de vapeur est identique à celui encouru lors du chargement dans des conditions fermées ordinaires. Toutefois, en raison de la confiance accordée aux systèmes fermés de jaugeage, il est important que ces derniers soient pleinement opérationnels et qu'un dispositif d'alarme indépendant soit en place pour le cas où surviendrait un débordement. L'alarme doit être visuelle et sonore et doit être réglée à un niveau qui permette d'arrêter les opérations avant que la citerne ne soit trop pleine. Lors des opérations normales, la citerne ne doit pas être remplie au-delà du niveau auquel est fixée l'alarme de remplissage excessif.

Les alarmes de remplissage excessif individuelles doivent être testées sur la citerne afin de garantir leur bon fonctionnement avant de commencer le chargement, à moins que le système ne soit équipé d'un dispositif électronique d'autosurveillance qui contrôle l'état des circuits de l'alarme et du capteur et qui confirme le point de réglage du dispositif.

11.1.13.5 Prise d'échantillons et jaugeage

Une citerne à cargaison ne doit jamais être ouverte à l'atmosphère pour un jaugeage ou le prélèvement d'échantillons pendant que la citerne est reliée au système de récupération de vapeur à terre, à moins que le chargement de la citerne ne soit arrêté, que la citerne ait été isolée de toute autre citerne en cours de chargement et que des précautions soient prises afin de réduire toute pression dans le volume de phase gazeuse de la citerne à cargaison.

À bord des bateaux-citernes non inertés, des précautions contre les dangers de l'électricité statique doivent également être prises (voir la section 11.8).

11.1.13.6 Incendie / explosion / détonation

L'interconnexion des flux de vapeur entre le bateau-citerne et la terre, lesquels peuvent ou non être dans la plage d'inflammabilité, implique des risques supplémentaires significatifs qui normalement n'existent pas lors du chargement. Un incendie ou une explosion peuvent se produire dans le volume de phase gazeuse des citernes à cargaison à bord et peuvent se propager rapidement au terminal, et vice versa, si des dispositifs de protection adéquats ne sont pas installés et si les procédures opérationnelles ne sont pas respectées.

Un pare-détonation doit être installé à proximité de la connexion de vapeur au musoir, afin d'assurer une protection de base contre le transfert ou la propagation d'une flamme depuis le bateau-citerne vers la terre ou de la terre vers le bateau-citerne.

La conception du système de collecte et de traitement des vapeurs du terminal sera déterminante pour savoir si oui ou non des vapeurs inflammables peuvent être transférées en toute sécurité. Si tel n'est pas le cas, des dispositions pour l'inertage, l'enrichissement ou à la dilution du flux de vapeur ainsi que pour la surveillance permanente de sa composition seront prévues.

11.1.13.7 Condensat liquide dans le tuyau de vapeur

Les systèmes du bateau-citerne doivent permettre de vidanger et de recueillir efficacement tout condensat liquide susceptible de s'accumuler dans les tuyaux de vapeur. Toute accumulation de liquide dans le tuyau de vapeur pourrait empêcher le passage des vapeurs, accroître les pressions dans le tuyau et entraîner la production d'importantes charges électrostatiques à la surface du liquide. Il est important que des dispositifs de drainage soient installés aux points les plus bas du système de tuyauterie de vapeur du bateau-citerne et qu'ils soient régulièrement vérifiés pour s'assurer qu'aucun liquide n'est présent.

11.1.13.8 Décharge électrostatique

Les précautions énoncées à la section 11.1.7.3 à propos des débits de chargement initiaux et à la section 11.8 à propos des procédures de mesure et de prise d'échantillons doivent être observées. En outre, afin d'éviter l'accumulation de charges électrostatiques dans le système de collecte des vapeurs, toute la tuyauterie doit être reliée électriquement à la coque et une conductivité continue doit être assurée. Les dispositifs de mise à la masse doivent être contrôlés régulièrement pour vérifier leur état. Les connexions pour la vapeur du terminal doivent être isolées électriquement de la connexion pour la vapeur du bateau-citerne par une bride isolante ou par un tuyau d'isolement en une seule section.

11.1.13.9 Formation

Il est important que le responsable ait bénéficié d'une formation concernant le système spécifique de contrôle des émissions de vapeurs qui est installé à bord du bateau-citerne.

11.1.13.10 Communications

L'introduction du contrôle des émissions de vapeur accroît l'importance d'une bonne coopération et communication entre le bateau-citerne et la terre. Avant le transfert, des concertations doivent permettre à chacune des parties de mieux comprendre les paramètres de fonctionnement de l'autre partie. Les détails tels que les débits de transfert maximum, les chutes de pression maximales admissibles dans le système de collecte des vapeurs et les conditions et procédures d'alarme et d'arrêt doivent être approuvées avant le début des opérations (voir la section 26.3).

11.1.14 Procédures de déchargement

11.1.14.1 Accord conjoint sur l'état de préparation au déchargement

Avant de commencer à décharger des cargaisons, la personne responsable et le représentant du terminal doivent constater formellement que le bateau-citerne et le terminal sont prêts pour effectuer le déchargement en toute sécurité.

11.1.14.2 Utilisation des pompes et des vannes

Tout au long des opérations de pompage, aucune modification brusque du débit ne doit être effectuée.

Les pompes principales de cargaison à mouvement alternatif peuvent provoquer des vibrations excessives dans les bras de chargement / déchargement métalliques, ce qui peut ensuite provoquer des fuites sur les raccords et joints articulés ainsi que des dommages mécaniques, y compris sur la structure de support. Dans la mesure du possible, ces pompes ne doivent pas être utilisées. Si elles sont néanmoins utilisées, il convient de sélectionner la vitesse de pompage la moins critique ou, si plusieurs pompes sont utilisées, une combinaison des vitesses des pompes permettant d'atteindre un niveau acceptable des vibrations. Une surveillance étroite du niveau des vibrations doit être maintenue durant le déchargement de la cargaison.

Les pompes centrifuges doivent être utilisées à des vitesses qui ne causent pas de cavitation susceptible d'endommager la pompe ou d'autres équipements du bateau-citerne ou du terminal.

11.1.14.3 Déchargement fermé

À bord des bateaux-citernes, le déchargement, le jaugeage et la prise d'échantillons doivent normalement être effectués pendant que toutes les trappes de creux, de sondage et de visée sont fermées. De l'air doit être admis dans les citernes par le système de ventilation dédié ou par les tuyaux de retour de vapeur.

Si, pour une raison quelconque, l'air admis par le système normal de ventilation n'est pas suffisant, de l'air peut être admis par une trappe de visée ou de jaugeage par le creux, à condition que celle-ci soit équipée d'un pare-flamme installé à demeure. Dans cette situation, le bateau-citerne n'est plus considéré comme effectuant un déchargement fermé.

11.1.14.4 Sans objet

11.1.14.5 Sans objet

11.1.14.6 Sans objet

11.1.14.7 Début du déchargement

Les vannes à terre doivent être entièrement ouvertes vers les citernes de réception avant que les vannes du collecteur du bateau-citerne ne soient ouvertes. La situation plus élevée des citernes à terre par rapport au niveau du collecteur du bateau-citerne implique que le tuyau à terre se trouve mis sous pression alors qu'il n'est pas équipé d'une valve de non-retour (contrôle). Dans ce cas, le bateau-citerne doit être informé et les vannes du collecteur du bateau-citerne ne doivent pas être ouvertes avant qu'une pression adéquate n'ait été produite par les pompes.

Le déchargement doit commencer avec un débit peu élevé et ne peut être porté au débit convenu qu'une fois que les deux parties ont constaté que le flux de pétrole vers et à partir des citernes désignées est confirmé.

11.1.14.8 Sans objet**11.1.14.9 Sans objet****11.1.14.10 Contrôles périodiques pendant le déchargement**

Tout au long du déchargement, le bateau-citerne doit surveiller et vérifier régulièrement toutes les citernes pleines et vides afin de confirmer que la cargaison n'est déchargée que depuis les citernes à cargaison désignées et qu'il n'existe pas de fuite de cargaison vers la chambre des pompes (le cas échéant).

Le bateau-citerne doit vérifier les creux / pleins des citernes au moins toutes les heures et calculer un débit de déchargement. Les chiffres et les débits de cargaison doivent être comparés aux chiffres obtenus à terre afin d'identifier tout écart. Dans la mesure du possible, ces vérifications devraient comprendre des observations et des enregistrements des forces de cisaillement, des moments de flexion, de l'enfoncement et de l'assiette, ainsi que de toute autre exigence pertinente concernant la stabilité spécifique du bateau-citerne. Ces informations doivent être comparées au plan de déchargement prévu, afin de vérifier si toutes les limites de sécurité sont respectées et si le déchargement peut se poursuivre comme convenu ou si des modifications sont nécessaires. Toute anomalie doit être immédiatement signalée à la personne responsable.

Toute baisse de pression ou tout écart marqué entre les estimations des volumes effectuées par le bateau-citerne et par le terminal peut indiquer la présence de fuites sur une conduite ou un tuyau et peut nécessiter l'arrêt des opérations de cargaison jusqu'à ce que des vérifications aient été effectuées.

Le bateau-citerne doit procéder à des contrôles fréquents du pont de cargaison et de la chambre des pompes (le cas échéant), pour s'assurer de l'absence d'éventuelles fuites. Les zones à l'aplomb doivent également être vérifiées régulièrement. Dans l'obscurité, si ceci est possible en toute sécurité, l'eau autour du bateau-citerne doit être éclairée.

11.1.14.11 Fluctuations du débit de déchargement

Pendant le déchargement, le flux de la cargaison doit être contrôlé par le bateau-citerne conformément à l'accord conclu avec le terminal.

Le débit ne doit pas être modifié de manière significative sans que le terminal en soit informé.

11.1.14.12 Manutention simultanée de ballast et de cargaison

Le ballastage doit être planifié et programmé en fonction des opérations de cargaison afin d'éviter le dépassement des valeurs spécifiées pour l'enfoncement, l'assiette ou la gîte, tout en maintenant dans les limites prescrites la force de cisaillement, le moment de flexion et la hauteur métacentrique.

11.1.14.13 Sans objet**11.1.14.14 Assèchement et vidange des citernes à cargaison**

En général, toutes les cargaisons embarquées doivent être entièrement déchargées au terminal de déchargement. Le terminal doit être en mesure de recevoir les produits de vidange et doit assurer une coopération dans ce domaine.

Les prestations de drainage des citernes du bateau-citerne peuvent comprendre :

- l'aspiration par une pompe du terminal ;
- le déchargement par une pompe d'assèchement du bateau-citerne ;
- la purge par un gaz inerte ou de l'air par un tuyau d'assèchement.⁴

À cet effet, les systèmes d'interface recommandés à bord du bateau-citerne sont :

- EN 14 420-6 DN 50 (connexion mâle) ;
- EN 14 420-7 DN 50 (connexion mâle).

Il est recommandé que les terminaux soient équipés des connexions femelles correspondantes.

Si un terminal est équipé de raccords d'étanchéité auto-obturants, il doit fournir les connecteurs appropriés pour les connecteurs mâles.

Au cours de l'assèchement, le bateau-citerne doit être en mesure de fournir une pression du liquide d'au moins 300 kPa (3 bar). La contre-pression nécessaire pour obtenir l'écoulement du produit à terre ne doit pas dépasser 300 kPa (3 bar).

⁴ Les bulles d'air et/ou de gaz dans un liquide peuvent générer de l'électricité statique. Voir aussi le chapitre 3.

11.1.15 Vidange des conduites et tuyaux après les opérations de cargaison

11.1.15.1 Généralités

La procédure de vidange des conduites, des tuyaux ou des bras de chargement entre la vanne à terre et le collecteur du bateau-citerne est effectué en fonction des moyens disponibles et de la disponibilité ou non d'une citerne à résidus ou d'un autre récipient. La hauteur respective des collecteurs à bord du bateau-citerne et à terre, l'un par rapport à l'autre, peut également avoir une incidence sur les procédures.

De manière générale, la vidange des conduites doit être effectuée au moyen de gaz inerte comprimé. L'utilisation d'air comprimé n'est pas privilégiée, en particulier si sont manipulés des produits inflammables présentant un point d'éclair inférieur à 60 °C. Si l'air comprimé est utilisé pour vidanger une conduite vers la terre, les précautions mentionnées à la section 11.1.15.4 doivent être strictement observées.

11.1.15.2 Sans objet

11.1.15.3 Drainage des tuyauteries

Après le chargement, les tuyaux du pont à cargaison du bateau-citerne doivent être vidés dans les citernes à cargaison appropriées pour garantir que l'expansion thermique du contenu des tuyaux ne puisse pas provoquer de fuite ni de déformation. Les tuyaux ou bras de chargement et le cas échéant une partie du système de tuyauteries entre la vanne à terre et le collecteur du bateau-citerne sont aussi généralement vidangés dans les citernes du bateau-citerne. Une marge de remplissage suffisante doit être laissée dans les dernières citernes pour recevoir la cargaison drainée des tuyaux ou des bras de chargement et des tuyaux du bateau-citerne ou à terre.

À l'issue du chargement, les tuyaux du pont à cargaison du bateau-citerne doivent être vidés dans une citerne appropriée, puis le contenu est évacué à terre.

Lorsque la vidange est terminée et avant que les tuyaux ou les bras de chargement ne soient déconnectés, les vannes de collecteur du bateau-citerne et à terre doivent être fermées et les robinets de vidange au collecteur du bateau-citerne doivent être ouverts pour permettre l'écoulement dans des citernes de vidange fixes ou des bacs de récupération portatifs. Les collecteurs et les bras de chargement ou tuyaux doivent être soigneusement obturés après avoir été déconnectés. Les contenus des gattes fixes ou mobiles doivent être transférés dans une citerne à résidus ou un autre récipient fiable à terre.

11.1.15.4 Vidange des tuyaux et bras de chargement vers le terminal

Si les tuyaux ou les bras de chargement doivent être vidangés vers le terminal par l'utilisation d'air comprimé ou de gaz inerte, les précautions suivantes doivent être strictement respectées afin d'éviter une charge dangereuse d'électricité statique ou des dommages mécaniques sur les citernes et les équipements :

- la procédure à adopter doit être convenue entre le bateau-citerne et le terminal ;
- une marge de remplissage suffisante doit être prévue dans la citerne de réception ;
- la quantité d'air comprimé ou de gaz inerte doit être maintenue à un minimum et l'opération doit être arrêtée une fois que le tuyau est vide ;
- l'entrée de la citerne de réception doit être située bien au-dessus de l'eau susceptible d'être présente au fond de la citerne ;
- pour éviter la génération d'une charge d'électricité statique à l'entrée de la citerne de réception, celle-ci doit être située au moins 30 cm en dessous de la surface du liquide. Voir aussi 11.1.15.7 ;
- l'opération de vidange des tuyauteries doit être constamment surveillée par une personne responsable (à la fois à bord du bateau-citerne et au terminal).

11.1.15.5 Vidange des tuyaux et bras de chargement vers le bateau-citerne

La vidange des tuyaux et des bras de chargement vers le bateau-citerne ne doit pas être effectuée au moyen d'air comprimé en raison des risques suivants :

- génération de charge électrostatique ;
- diminution de la qualité du gaz inerte (le cas échéant) ;
- pressurisation excessive des citernes, des tuyaux, des caissons à filtres, des joints de la pompe ou des dispositifs sur les tuyaux ;
- expulsion de brouillards d'hydrocarbures par les événements de la citerne.

11.1.15.6 Vidange des tuyaux à cargaison du bateau-citerne

Lorsque de l'air comprimé ou du gaz inerte est utilisé pour vidanger les tuyaux du bateau-citerne, par exemple lors de la vidange de la colonne de liquide au-dessus d'une pompe immergée, aussi appelée « purge », des risques similaires à ceux mentionnés ci-dessus peuvent se présenter et les mêmes précautions doivent être observées. La vidange des tuyauteries doit être effectuée conformément aux procédures opérationnelles qui ont été préalablement établies pour le bateau-citerne concerné.

11.1.15.7 Injection de gaz dans le fond des citernes

Un champ électrostatique puissant peut être généré lorsque de l'air ou du gaz inerte est injecté dans le fond d'une citerne contenant un hydrocarbure accumulateur de charge électrostatique. Si de l'eau ou des particules sont présentes dans la cargaison, l'effet sera encore plus marqué, les bulles de gaz qui remontent venant remuer les particules et les gouttelettes d'eau. En se déposant, les contaminants vont générer une charge électrostatique dans la cargaison. Une période d'attente de 30 minutes doit être respectée après toute vidange par soufflage des tuyaux vers une citerne non-inertée ou une citerne susceptible de contenir une atmosphère inflammable.

Des précautions doivent être prises pour limiter autant que possible la quantité d'air ou de gaz inerte pénétrant dans les citernes qui contiennent des hydrocarbures accumulateurs de charge électrostatique. Toutefois, il est préférable d'éviter de vidanger les tuyaux par soufflage vers les citernes contenant une telle cargaison.

À chaque fois que possible, les tuyaux de cargaison doivent être drainés par gravité. Une attention particulière doit être accordée aux bulles de gaz dans le produit lors de l'utilisation d'air comprimé ou d'azote, celles-ci pouvant entraîner un débordement de la citerne de réception ou un calcul erroné des quantités.

11.1.15.8 Réception d'azote depuis la terre

Le personnel doit être conscient des dangers associés à l'azote et, en particulier, de ceux liés à la pénétration dans des espaces confinés ou des zones situées dans la trajectoire des événements ou des ouvertures des citernes, qui sont susceptibles d'être pauvres en oxygène. Les concentrations élevées d'azote sont particulièrement dangereuses, car elles peuvent déplacer suffisamment d'air et réduire la teneur en oxygène au point que toute personne entrant dans la zone pourrait être asphyxiée.

La présence d'azote ne pouvant pas être détectée par les sens, le personnel est susceptible de ne pas reconnaître à temps les symptômes physiques ou mentaux d'une surexposition à l'azote pour prendre des mesures préventives.

S'il est inévitable d'utiliser de l'azote provenant de la rive, par exemple pour purger des citernes, compenser la cargaison ou vidanger des tuyaux, le bateau-citerne doit être conscient du fait que la pression d'alimentation peut être élevée (jusqu'à 10 bar), de même que le débit. Cela constitue un danger potentiel en raison du risque de sur-pressurisation des citernes de cargaison, des tuyaux, des boîtes de filtres, des joints de pompes ou d'autres dispositifs sur les tuyaux.

Une évaluation des risques doit être effectuée et l'opération doit être réalisée uniquement si les dispositions appropriées sont mises en œuvre par rapport à ces risques. Au moins les précautions mentionnées à la section 7.2.2 doivent être prises.

Une manière de réduire le risque de surpression est de s'assurer que la citerne possède des événements dont le débit potentiel est supérieur à celui de l'entrée, de sorte que la citerne ne puisse pas subir une pression excessive. Si les commandes de régulation de la vapeur et des émissions nécessitent un fonctionnement fermé, le flux entrant d'azote doit être limité à un débit égal ou inférieur au débit maximal possible de la vapeur à travers le tuyau de retour de vapeur. Des mesures positives pour garantir ceci doivent être convenues. Un petit tuyau ou un réducteur placé avant le collecteur peuvent être utilisés pour limiter le débit, mais la pression doit être contrôlée par le terminal. Une jauge permettra au bateau-citerne de surveiller la pression.

Il ne faut pas tenter de réduire un flux de gaz en utilisant la vanne du collecteur du bateau-citerne, laquelle est conçue pour contrôler le débit de liquide. Toutefois, le collecteur peut et doit être utilisé en tant que dispositif de secours pour assurer l'arrêt rapide en cas d'urgence. Il est à noter que l'effet de l'onde de pression n'est pas aussi violent dans un gaz que dans un liquide.

Il est possible que des cargaisons sensibles, par exemple certaines huiles lubrifiantes très particulières, doivent être transportées sous une couche constituée d'azote fourni depuis terre. Dans ce cas, il est préférable de purger les citernes à cargaison avant le chargement. Après la purge, le chargement de la cargaison en mode fermé créera la couche nécessaire à l'intérieur de la citerne. Ceci réduit considérablement le risque de sur-pressurisation par rapport à l'adjonction d'azote fourni depuis la terre lors d'une opération distincte effectuée à la fin du chargement.

11.1.15.9 Raclage

Le raclage est un moyen de vidanger un tuyau en utilisant un objet, généralement une sphère ou un cylindre en caoutchouc appelé aussi « racleur », poussé à travers le tuyau par un liquide ou du gaz comprimé. Un racleur peut être utilisé pour vider entièrement un tuyau, auquel cas il est généralement propulsé par de l'eau ou par du gaz comprimé. Il peut aussi être introduit après une cargaison pour garantir que la quantité de cargaison qui subsiste soit aussi faible que possible, auquel cas sa propulsion est généralement assurée par la cargaison suivante.

La procédure habituelle pour réceptionner le racleur est la mise à disposition par le terminal d'un dispositif de réception appelé « gare » mis en place sur le côté extérieur du collecteur du bateau-citerne. De là, le racleur peut ensuite être retiré.

Une pression d'environ 2,7 bar (40 psi) est le minimum nécessaire pour propulser le racleur, mais des pressions allant jusqu'à 7 bar (100 psi) peuvent être utilisées.

Avant toute opération de raclage, la personne responsable et le représentant du terminal doivent convenir des procédures et des précautions connexes à mettre en œuvre. Les points qui doivent être discutés et convenus sont les volumes de gaz ou de liquide utilisés pour assurer la propulsion du racleur, les pressions, le temps nécessaire pour que le racleur se déplace dans le tuyau, le volume de la cargaison résiduelle dans le tuyau et le volume du creux disponible.

Durant l'opération de raclage, le terminal doit surveiller la pression en amont du racleur afin de s'assurer qu'il n'est pas coincé dans le tuyau. Si le racleur ne ressort pas dans les délais prévus, cela indique également que sa progression a été restreinte.

Des précautions doivent être prises lorsque le racleur arrive dans le réceptacle, l'azote ou l'air qui le suit dans le tuyau à cargaison de la terre à la citerne pouvant pénétrer dans le fond d'une citerne. L'azote ou l'air forme alors une bulle qui s'étend dans la citerne. Ceci peut provoquer des turbulences dans le liquide - « l'effet de bulle » - et des problèmes à bord des bateaux-citernes exploités en mode « fermé », avec le risque d'endommager la citerne à cargaison, les tuyaux, les caissons à filtres, les dispositifs fixés sur les tuyaux et les équipements à l'intérieur de la citerne.

Afin d'éviter les effets des turbulences, il est recommandé de libérer la pression dans le tuyau à partir de la terre une fois que le racleur est ressorti. L'ouverture de la vanne de la citerne à cargaison et/ou du collecteur concernés doit être réglée au minimum.

À l'issue de l'opération de raclage, le terminal doit s'assurer que le racleur est bien ressorti. Toute pression résiduelle dans le tuyau à terre doit ensuite être libérée avant l'ouverture de la gare du racleur ou avant la déconnexion des bras ou tuyaux à cargaison.

Le personnel côté réception doit être conscient de la présence possible de sédiments dans la gare du racleur et des dispositions doivent avoir été prises pour y remédier, par ex. au moyen de chiffons, de matériaux absorbants et de fûts.

11.2 Aspects concernant la stabilité, les tensions, l'assiette et le ballotement

11.2.1 Généralités

Les bateaux-citernes à simple coque avec cloison médiane présentent généralement une hauteur métacentrique suffisamment élevée pour demeurer stables en toutes circonstances. De ce fait, bien que le personnel du bateau-citerne ait toujours été tenu de prendre en compte les moments de flexion longitudinale et les forces de cisaillement vertical lors des opérations de cargaison et de ballastage, la stabilité du bateau-citerne en tant que tel n'a que rarement constitué une préoccupation majeure. Toutefois, cela a changé avec l'introduction de la double coque.

11.2.2 Effet de carène liquide

Le principal problème susceptible d'être rencontré est celui de l'effet de carène liquide dans les citernes à cargaison et les citernes de ballastage sur la hauteur métacentrique transversale.

Selon la conception, le type et le nombre des citernes, l'effet de carène liquide et la densité spécifique de la cargaison peuvent considérablement réduire la hauteur métacentrique transversale. La situation sera la plus critique avec une combinaison de citernes à cargaison larges et dépourvues de cloison médiane et des citernes de ballastage également dépourvues de cloison médiane (citernes « U »).

Les phases les plus délicates de toute opération seront alors le remplissage des citernes de ballastage du double-fond pendant le déchargement de cargaison et la vidange des citernes de ballastage pendant le chargement de la cargaison. Si suffisamment de citernes à cargaison et de citernes de ballastage sont dormantes en même temps, l'effet de carène liquide total est susceptible de réduire la hauteur métacentrique transversale au point de menacer la stabilité transversale du bateau-citerne. Ceci peut entraîner soudainement une gîte ou un angle de bande considérable. Une grande surface libre de liquide est particulièrement susceptible de menacer la stabilité à des hauteurs de remplissage (pleins) élevées, avec le centre de gravité vertical élevé qui en résulte.

Les bateaux-citernes à double coque nécessitent un plan de stabilité après avarie et un calcul de stabilité. Il doit ressortir clairement de ces plans quelles sont les situations de cargaison et de ballastage qui sont conformes aux plans et quelles sont celles qui ne le sont pas.

Il est impératif que le personnel du bateau-citerne et du terminal impliqué dans les opérations de cargaison et de ballastage soit conscient de ce problème potentiel et que toutes les opérations de cargaisons et de ballastage soient effectuées en stricte conformité avec le cahier de chargement du bateau-citerne, le cas échéant.

Si sont installés des dispositifs de verrouillage pour éviter le remplissage ou la vidange simultanée d'un trop grand nombre de citernes à cargaison et de ballastage, ce qui provoquerait un effet de carène liquide excessif, ces dispositifs doivent toujours être maintenus dans un bon état de fonctionnement et ne doivent jamais être modifiés.

11.2.3 Ballotement

Il est impératif que les conducteurs des bateaux soient conscients du fait que le chargement partiel d'une citerne à cargaison est susceptible de provoquer un problème de « ballotement ». La combinaison de la surface libre et du fond plat de la citerne peut produire une énergie de vague suffisamment puissante pour endommager gravement la structure interne et les tuyaux.

11.2.4 Planification du chargement et du déchargement

Le ballastage et le débballastage doivent être planifiés et programmés en fonction du transport de cargaison afin d'éviter de s'écarter des exigences concernant l'enfoncement, l'assiette ou la gîte, tout en maintenant la force de cisaillement, les moments de flexion et la hauteur métacentrique dans les limites prescrites.

11.3 Nettoyage des citernes

11.3.1 Généralités

La présente section traite des procédures et consignes de sécurité pour le nettoyage des citernes à cargaison après le déchargement de produits volatils ou non volatils transportés dans des citernes non exemptes de gaz, non inertées ou inertées.

11.3.2 Gestion des risques liés au lavage des citernes

Toutes les opérations de lavage de citernes doivent être soigneusement planifiées et consignées. Les risques potentiels liés aux opérations prévues de lavage de citernes doivent être systématiquement identifiés, une évaluation des risques doit être effectuée et des mesures préventives doivent être mises en place pour réduire les risques autant que raisonnablement possible.

Dans le cadre de la planification des opérations de lavage des citernes, le principal risque est celui d'un incendie ou d'une explosion résultant de la présence d'une atmosphère inflammable et d'une source d'inflammation. La priorité doit être d'éliminer une ou plusieurs des menaces qui contribuent à ce risque : les côtés du triangle du feu - air/oxygène, source d'inflammation et combustible (c'est-à-dire les vapeurs inflammables).

Citernes inertes

La méthode qui présente le moins de risques est le lavage des citernes dans une atmosphère inerte. L'état inerte ne laisse place à aucune ambiguïté : pour être considérée comme étant inerte, la citerne doit présenter une teneur en oxygène dans l'atmosphère qui est d'un niveau insuffisant pour entretenir la combustion.

S'il n'est pas prouvé par des mesures directes que la citerne est inerte, elle doit être considérée comme n'étant pas inerte.

Citernes non inertes

À bord des bateaux-citernes qui n'ont pas accès à du gaz inerte, que ce soit par leurs propres installations (par exemple un système de gaz inerte) ou par l'intermédiaire d'une installation à terre, il est seulement possible de traiter les côtés « combustible » et « sources d'inflammation » (et non le côté « air/oxygène ») du triangle du feu. Dans un état non-inerte, il n'existe aucun obstacle physique permettant d'éliminer individuellement ces deux risques. Par conséquent, la sécurité de la procédure de lavage de citernes non inertes dépend de l'intégrité de l'équipement et de la mise en œuvre de procédures strictes permettant de garantir que ces deux risques sont contrôlés de manière efficace.

Le lavage de citernes non inertes ne doit être entrepris qu'à condition que deux des côtés du triangle du feu soient pris en compte par une combinaison de mesures permettant de contrôler l'inflammabilité de l'atmosphère de la citerne et les sources d'inflammation.

Tous les bateaux-citernes exploités en mode non-inerte devraient intégrer dans leur conception et équipements un système de ventilation mécanique des citernes à cargaison pouvant fonctionner durant le lavage des citernes afin de garder le contrôle des atmosphères des citernes.

11.3.3 Supervision et préparation

11.3.3.1 Supervision

Une personne responsable doit superviser toutes les opérations de lavage des citernes.

Tous les membres d'équipage participant à l'opération doivent être pleinement informés par la personne responsable sur le déroulement du lavage des citernes ainsi que sur leurs rôles et responsabilités.

Toutes les autres personnes à bord doivent être informées du fait que le lavage des citernes est sur le point de commencer. Cela inclut toutes les personnes qui ne participent pas directement au lavage des citernes, mais dont les tâches à effectuer au même moment sont susceptibles d'affecter la sécurité de l'opération de lavage des citernes.

11.3.3.2 Préparation

Avant et pendant le lavage des citernes, la personne responsable doit avoir la certitude que toutes les précautions nécessaires énoncées au chapitre 4 sont respectées.

Avant de commencer à laver des citernes le long d'un terminal, les mesures complémentaires suivantes doivent être prises :

- les précautions appropriées énoncées au chapitre 24 doivent être respectées ;
- le personnel approprié à terre doit être consulté afin de s'assurer que la situation à terre ne présente pas de danger et afin d'obtenir la confirmation que les opérations peuvent démarrer ;
- la méthode de lavage des citernes retenue à bord d'un bateau-citerne dépend de la façon dont les atmosphères dans les citernes à cargaison sont gérées ainsi que des équipements disponibles à bord du bateau.

11.3.4 Atmosphères des citernes

Les atmosphères des citernes peuvent correspondre à l'un des états suivants :

11.3.4.1 État inerte

Il s'agit d'un état dans lequel l'atmosphère de la citerne présente le risque d'explosion le plus faible. En effet, l'atmosphère est maintenue ininflammable par l'introduction d'un gaz inerte, de sorte que la réduction de la teneur globale en oxygène dans toute partie d'une citerne à cargaison ne dépasse pas 8 % en volume lorsqu'elle est soumise à une pression positive (voir la section 7.1.5.1).

Les exigences pour le maintien d'une atmosphère inerte et les précautions à prendre durant le lavage sont énoncées à la section 7.1.6.9. Celles-ci permettent d'obtenir le niveau de contrôle d'une atmosphère le plus sûr possible pendant les opérations de lavage de citernes.

Cette méthode supprime physiquement et contrôle le côté « oxygène » du triangle du feu.

11.3.4.2 État non-inerte

Aux fins de la présente section, une atmosphère non-inerte est une atmosphère dont la teneur en oxygène inférieure à 8 % en volume n'a pas été confirmée.

Les opérations de lavage de citernes et de dégazage avec des atmosphères non inertes présentent un risque accru, de sorte que des mesures de contrôle supplémentaires sont nécessaires pour réduire le risque des opérations au niveau aussi bas que raisonnablement possible. Ces mesures de contrôle doivent porter sur les côtés « combustible » et « sources d'inflammation » du triangle du feu.

11.3.5 Lavage de citernes**11.3.5.1 Lavage dans une atmosphère inerte**

Les mesures de contrôle pour le lavage en atmosphère inerte figurent à la section 7.1.6.9.

Pendant le lavage de citernes, des dispositions doivent être prises pour vérifier que l'atmosphère dans la citerne demeure non-inflammable (teneur en oxygène ne dépassant pas 8 % en volume) et qu'une pression positive est assurée.

11.3.5.2 Lavage dans une atmosphère non-inerte

Le lavage de citernes à cargaison non inertes doit uniquement être effectué si les sources d'inflammation et l'inflammabilité de l'atmosphère de la citerne ont été contrôlées. À cet effet, les précautions suivantes doivent être prises pour contrôler les côtés « sources d'inflammation » et « combustible » du triangle du feu :

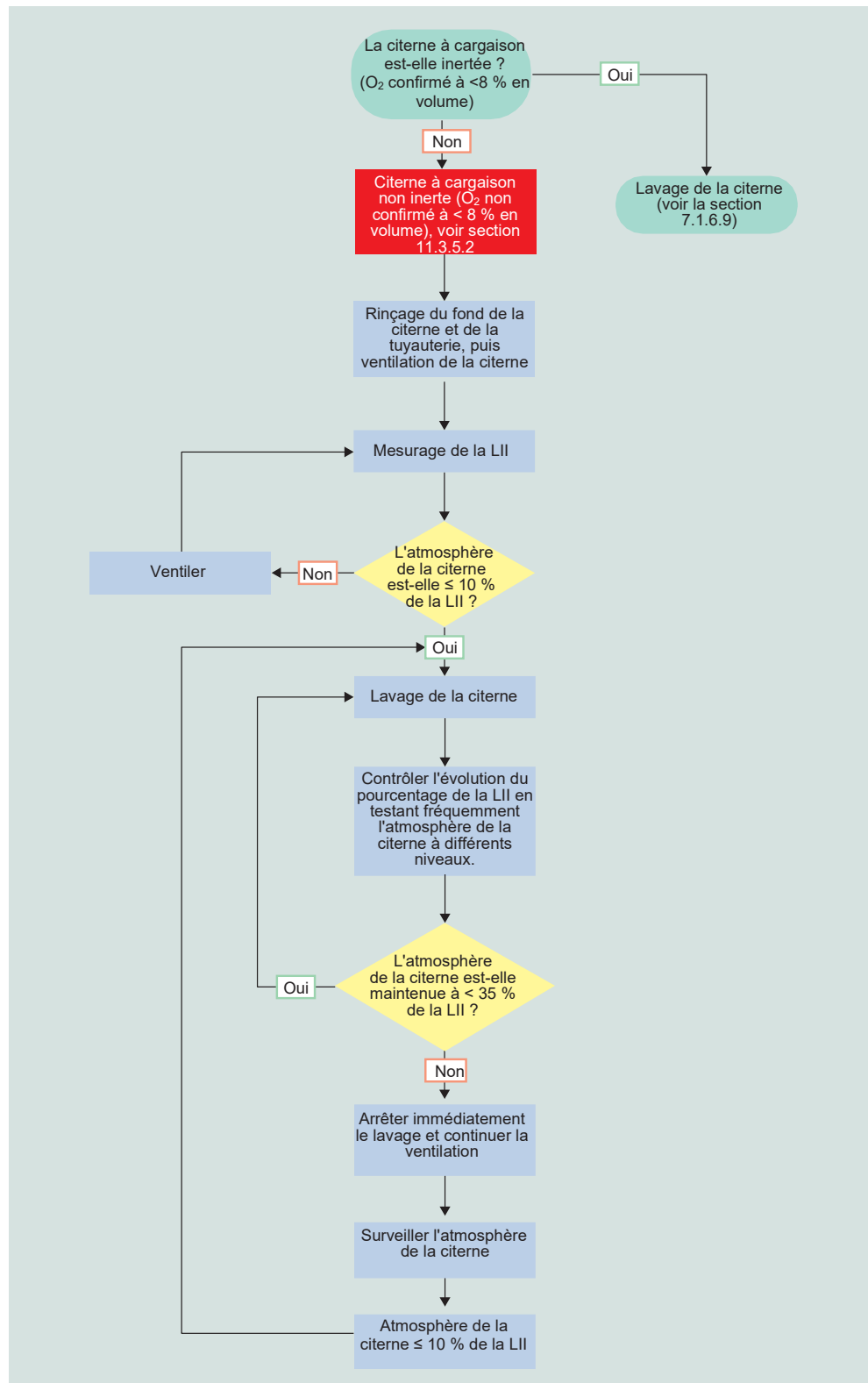


Figure 11.3 : Schéma des étapes de contrôle du combustible » (vapeurs inflammables) pendant le lavage de citernes dont l'atmosphère n'est pas inerte.

Contrôle du « combustible » dans l'atmosphère d'une citerne

(Voir la Figure 11.3).

Avant le lavage de la citerne :

- déterminer si le produit à nettoyer présente un point d'éclair inférieur à 60 °C ou de 60 °C et plus ;
- en fonction du point d'éclair du produit, différentes procédures doivent être suivies ;
- il n'est pas suffisant de prendre en compte la dernière cargaison. Il est fortement recommandé de vérifier au moins le point d'éclair des trois dernières cargaisons.

Si la citerne à nettoyer a contenu un produit dont le point d'éclair est inférieur à 60 °C :

- vérifier si la citerne est inerte, c'est-à-dire qu'elle contient moins de 8 % d'oxygène en volume ;
- si la citerne n'est pas inerte, suivre les étapes énoncées au point 1 (« Avant le lavage ») ;
- si la citerne est inerte, suivre les étapes énoncées au point 2 (« Pendant le lavage avec de l'eau de lavage chauffée »).

Si la citerne à nettoyer a contenu un produit dont le point d'éclair est de 60 °C et plus :

- Suivre les étapes énoncées au point 2 (« Pendant le lavage avec de l'eau de lavage chauffée »).

1. Avant le lavage :

- Le fond de citerne doit être rincé à l'eau de sorte que toutes les pièces soient couvertes, puis asséché. Ce rinçage doit être effectué en utilisant les pompes et tuyaux à cargaison principaux. Il est également possible d'utiliser une tuyauterie permanente qui s'étend jusqu'au fond de la citerne. Les machines de lavage des citernes ne doivent pas être utilisées pour ce rinçage.
- Le système de tuyauterie, y compris les pompes à cargaison, embranchements et tuyaux de vidange, doivent aussi être rincés à l'eau. L'eau de rinçage doit être vidée dans la citerne conçue ou destinée à recevoir les résidus.
- La citerne doit être ventilée pour réduire la concentration de gaz de l'atmosphère à 10 % ou moins de la LII, ou un prélavage à l'eau froide peut être envisagé. Des mesures de gaz doivent être effectuées à différents niveaux et une attention particulière doit être accordée à la présence éventuelle de poches de gaz inflammables, en particulier à proximité de sources potentielles d'inflammation telles que les équipements mécaniques susceptibles de présenter des points d'échauffement, par exemple des pièces mobiles telles que celles des rotors de pompes à cargaison (immergées) dans la citerne.
- Le lavage de la citerne avec de l'eau de lavage chauffée ne doit commencer qu'une fois que l'atmosphère de la citerne a atteint 10 % ou moins de la LII.

2. Pendant le lavage avec de l'eau de lavage chauffée :

- Des mesures de l'atmosphère doivent être effectuées fréquemment à différents niveaux de l'intérieur de la citerne durant le lavage afin de suivre l'évolution de l'atmosphère en pourcentage de la LII.
- Il convient de tenir compte de l'incidence éventuelle de l'eau sur l'efficacité de l'équipement utilisé pour la mesure du gaz et d'interrompre le lavage pendant le mesurage.
- Dans la mesure du possible, la ventilation mécanique doit être maintenue durant le lavage afin d'assurer une libre circulation de l'air d'un bout à l'autre de la citerne.
- La ventilation mécanique pendant le lavage des citernes est recommandée ; toutefois, si la ventilation mécanique n'est pas possible, les contrôles de l'atmosphère de la citerne doivent être plus fréquents car la probabilité d'une accumulation rapide de gaz est alors augmentée.
- L'atmosphère de la citerne doit être maintenue à un niveau qui ne dépasse pas 35 % de la LII. Si le niveau de gaz mesuré atteint 35 % de la LII à un endroit quelconque de la citerne, les opérations de lavage de cette citerne DOIVENT cesser immédiatement.
- Le lavage peut être repris lorsque la ventilation continue ou le prélavage à froid ont diminué la concentration de gaz à 10 % ou moins de la LII et permettent de la maintenir à ce niveau.
- Si la citerne possède un système de ventilation partagé avec d'autres citernes, la citerne doit être isolée pour éviter la pénétration de gaz en provenance d'autres citernes.

Contrôle des sources d'inflammation dans la citerne

- Le débit de chaque machine de lavage ne doit pas être supérieur à 60 m³/h.
- Le débit total d'eau par citerne à cargaison doit être maintenu aussi bas que possible et ne doit pas être supérieur à 180 m³/h.
- Les différentes méthodes de lavage présentant différents risques, les recommandations suivantes doivent être observées pour le lavage de citernes qui ne sont pas inertes :
 - L'eau de lavage recyclée ne doit PAS être utilisée.
 - De l'eau de lavage chauffée peut être utilisée, mais son utilisation doit être interrompue si la concentration de gaz atteint 35 % de la LII. Un lavage à chaud pour un produit à faible point d'éclair doit SEULEMENT être effectué après un cycle complet de lavage à froid (par exemple du haut jusqu'au bas).
 - Si la température de l'eau chaude utilisée pour le lavage est supérieure à 60 °C, les contrôles de la concentration de gaz doivent être plus fréquents.
 - L'utilisation d'additifs chimiques ne peut être envisagée que si la température de l'eau de lavage ne dépasse PAS 60 °C.
 - Il ne faut jamais injecter de la vapeur dans une citerne durant le lavage si la citerne n'est pas inerte et la vapeur ne doit pas être utilisée tant qu'il n'a pas été vérifié que la citerne est exempte de gaz (voir la section 3.1.2 et les définitions).
- La citerne doit être vidangée continuellement durant le lavage. Le lavage doit être interrompu pour permettre l'évacuation de toute accumulation d'eau de lavage.
- Le point de déversement de l'eau de lavage dans une citerne de réception de l'eau de lavage ou une citerne à résidus doit toujours être situé en-dessous du niveau du liquide dans cette citerne.
- Si des machines de lavage portatives sont utilisées, tous les raccordements de tuyaux doivent être effectués et vérifiés pour assurer la continuité électrique avant que la machine de lavage ne soit introduite dans la citerne.
- Les machines de lavage portatives ne doivent pas être introduites dans la citerne avant que la LII n'ait atteint 10 % ou moins.
- Les raccordements doivent uniquement être déconnectés une fois que la machine a été retirée de la citerne. Pour vider le tuyau, un raccord peut être partiellement desserré (mais pas déconnecté), puis resserré avant que la machine ne soit retirée.
- Pour introduire des perches de sondage et d'autres équipements dans la citerne, un tuyau de sondage à pleine profondeur doit être utilisé. Si un tuyau de sondage à pleine profondeur n'est pas installé, tous les composants métalliques de la perche de sondage et des autres équipements doivent être mis à la masse au bateau-citerne en toute sécurité avant leur introduction dans la citerne et la mise à la masse doit être maintenue jusqu'à leur enlèvement. Cette précaution doit être observée au cours du lavage et durant les cinq heures qui suivent afin de permettre la dissipation de tout brouillard susceptible de comporter une charge électrostatique. Cette période peut être réduite à une heure si la citerne est soumise à une ventilation mécanique continue après le lavage. Au cours de cette période :
 - Un détecteur d'interface réalisé en métal peut être utilisé s'il est mis à la masse au bateau-citerne au moyen d'une pince ou d'une connexion métallique boulonnée.
 - Une tige métallique peut être utilisée à l'extrémité d'un ruban métallique mis à la masse au bateau-citerne au moyen d'une pince ou d'une connexion métallique boulonnée.
 - Une perche de sondage métallique suspendue à une corde en fibres ne doit PAS être utilisée, même si l'extrémité au niveau du pont est fixée à la citerne, car la corde ne permet pas d'assurer la mise à la masse.
 - En général, un équipement entièrement constitué de matériaux non métalliques peut être utilisé sans mise à la masse, par ex. une perche de sondage en bois suspendue à une corde en fibres naturelles.
 - Les cordes réalisées en polymères synthétiques ne doivent pas être utilisées pour descendre un équipement dans les citernes à cargaison.

- Des mesures doivent être prises pour prévenir une inflammation due à des dispositifs présentant des défauts mécaniques, par ex. des pompes à cargaison (immergées) dans la citerne, des machines de lavage des citernes, des équipements de jaugeage des citernes, etc.
- Des précautions doivent être prises pour éliminer tout risque d'étincelles mécaniques provenant d'objets métalliques tombant dans la citerne : par ex. des outils à main, perches de sondage, seaux de prises d'échantillons, etc.
- L'utilisation d'équipements qui ne sont pas à sécurité intrinsèque, tels que des torches, lampes d'inspection, téléphones mobiles, radios de communication, ordinateurs de poche, organiseurs, etc. ne doit PAS être autorisée.

11.3.6 Précautions pour le lavage de citernes

11.3.6.1 Machines de lavage et tuyaux portatifs

L'enveloppe extérieure des machines portatives doit être réalisée en un matériau qui ne peut pas provoquer d'étincelle au contact de la structure interne d'une citerne.

Le dispositif de connexion pour le tuyau doit assurer une mise à la masse efficace entre la machine de lavage des citernes, les tuyaux et la tuyauterie d'approvisionnement en eau de lavage des citernes fixes.

Les machines de lavage doivent être connectées électriquement au tuyau d'arrivée d'eau au moyen d'une connexion adaptée ou d'un fil de métallisation externe.

Lorsqu'elles sont suspendues dans une citerne à cargaison, les machines doivent être soutenues par une corde en fibres naturelles et non par le tuyau d'approvisionnement en eau.

11.3.6.2 Tuyaux portatifs utilisables pour les machines de lavage fixes et mobiles

Des fils de mise à la masse doivent être intégrés dans tous les tuyaux portatifs de lavage des citernes afin d'assurer la continuité électrique. Les raccords doivent être reliés au tuyau de sorte qu'une mise à la masse efficace soit assurée entre eux.

Les tuyaux doivent être marqués de manière indélébile afin de permettre leur identification. Il convient de consigner les dates et les résultats des essais de continuité électrique.

11.3.6.3 Essai des tuyaux de nettoyage des citernes

Avant leur utilisation, tous les tuyaux fournis pour la machine de lavage des citernes doivent être testés dans un environnement sec afin de s'assurer de la continuité électrique. La résistance ne doit en aucun cas être supérieure à 6 ohms par mètre linéaire.

11.3.6.4 Nettoyage de citernes durant la manutention de cargaison

En règle générale, le nettoyage des citernes et le dégazage ne doivent pas être effectués en même temps que la manutention de cargaison. Si ceci est néanmoins nécessaire, une concertation étroite avec le représentant du terminal et avec l'autorité portuaire est requise et ces derniers doivent donner leur accord.

11.3.6.5 Chute libre

Il est essentiel d'éviter la chute libre d'eau ou de résidus dans une citerne. Le niveau de liquide doit toujours couvrir les entrées de déversement dans les citernes à résidus jusqu'à une profondeur d'au moins un mètre pour éviter les projections. Toutefois, ceci n'est pas nécessaire si les citernes à résidus et les citernes à cargaison sont totalement inertées.

11.3.6.6 Aspersions d'eau

L'aspersion avec de l'eau de l'intérieur d'une citerne contenant une quantité importante d'hydrocarbure accumulateur de charge électrostatique peut générer de l'électricité statique à la surface du liquide, à la fois par les remous et par l'accumulation de l'eau. Une citerne qui contient un hydrocarbure accumulateur de charge électrostatique doit toujours être vidée par pompage avant son lavage à l'eau, à moins que la citerne soit maintenue dans un état inerte (voir la section 3.3.4).

11.3.6.7 Sans objet

11.3.6.8 Procédures spéciales de nettoyage des citernes

Après le transport de certains produits, les citernes peuvent uniquement être nettoyées convenablement en utilisant de la vapeur ou en ajoutant des produits chimiques de nettoyage des citernes ou des additifs à l'eau de lavage.

Nettoyage des citernes à la vapeur

En raison du danger lié à l'électricité statique, la vapeur ne doit pas être utilisée dans les citernes à cargaison susceptibles de contenir une atmosphère inflammable. Dans tous les cas où l'utilisation de vapeur est jugée utile, il faut garder à l'esprit que la présence d'une atmosphère non-inflammable ne peut être garantie.

Le nettoyage à la vapeur peut produire des nuages de brouillard présentant une charge électrostatique. Les effets et les dangers potentiels de ces nuages sont similaires à ceux des brouillards résultant d'un lavage à l'eau, mais la charge électrostatique est beaucoup plus élevée. Le délai nécessaire pour atteindre la charge électrostatique maximale est aussi nettement inférieur. En outre, même si une citerne est presque exempte de gaz inflammable au début du nettoyage à la vapeur, la chaleur et les mouvements libèrent souvent des gaz et des poches inflammables peuvent se former.

Le nettoyage à la vapeur peut uniquement être effectué dans des citernes qui ont été soit inertées ou lavées à l'eau et dont le gaz a été libéré. La concentration de gaz inflammable ne doit pas dépasser 10 % de la LII avant le nettoyage à la vapeur. Des précautions doivent être prises pour éviter l'accumulation de pression de vapeur dans la citerne.

Il est indispensable d'observer strictement les précautions concernant l'électricité statique qui figurent au chapitre 3.

Utilisation de produits chimiques ajoutés à l'eau de lavage des citernes

Les contraintes liées à l'utilisation de produits chimiques ajoutés à l'eau de lavage des citernes dépendent de l'atmosphère contenue dans la citerne (voir la section 11.3.5.2).

Si des produits chimiques doivent être utilisés pour le nettoyage des citernes, il est important de garder à l'esprit que certains produits peuvent être toxiques ou inflammables. Le personnel doit être informé de la valeur limite d'exposition (VLE) du produit. Les tubes de détection sont particulièrement utiles pour détecter certains gaz et vapeurs dans les citernes. Les produits chimiques de nettoyage des citernes susceptibles de produire une atmosphère inflammable ne doivent normalement être utilisés que si la citerne a été inertée.

Utilisation de produits chimiques pour le nettoyage localisé des citernes

Certains produits peuvent être utilisés pour le nettoyage localisé de cloisons et d'angles morts de la citerne par essuyage à la main, sous réserve que la quantité du produit chimique utilisée soit faible et que le personnel qui pénètre dans la citerne observe toutes les exigences relatives à la pénétration dans un espace confiné.

En outre, toutes les instructions ou recommandations du fabricant pour l'utilisation de ces produits doivent être respectées. Si ces opérations sont effectuées dans un port, les autorités locales peuvent fixer des exigences supplémentaires.

Une fiche de données de sécurité du Produit (FDS) pour les produits chimiques de nettoyage des citernes doit être disponible à bord du bateau-citerne avant leur utilisation et toutes les précautions à prendre doivent être observées.

11.3.6.9 Sans objet**11.3.6.10 Enlèvement des boues, de dépôts et de sédiments**

Avant la suppression manuelle de boues, de dépôts et de sédiments, il convient de s'assurer en effectuant des mesures de contrôle appropriées que l'atmosphère de la citerne permet d'y pénétrer en toute sécurité. Les précautions qui figurent à la section 10.9 doivent être respectées pendant toute la durée de l'intervention.

L'équipement utilisé pour d'autres opérations de nettoyage de la citerne, par ex. pour l'élimination de résidus solides de produits dans des citernes préalablement dégazées, doit être conçu et assemblé de manière à éliminer tout risque d'ignition et il doit en être de même pour les matériaux qui le constituent.

11.3.6.11 Nettoyage d'espaces de ballastage contaminés

Si une fuite sur une citerne de cargaison a contaminé une citerne de ballastage, il est nécessaire de nettoyer la citerne pour respecter la réglementation locale relative à la protection de l'environnement et pour effectuer les réparations.

Cette tâche est difficile en cas de contamination par des huiles noires, en particulier dans une double coque ou un double-fond.

Dans la mesure du possible, en particulier dans ses premières étapes, le nettoyage des citernes doit être effectué avec des moyens autres que les tuyaux à main. Il peut s'agir notamment de machines portatives, de détergents ou d'un lavage du fond du réservoir avec de l'eau et du détergent. Le tuyau à main ne doit être autorisé que pour de petites zones de contamination ou pour le nettoyage final. Quelle que soit la méthode utilisée, le nettoyage de citernes doit toujours être effectué conformément à la réglementation en vigueur relative à la protection de l'environnement.

Après un lavage de la citerne à la machine ou au détergent et avant d'y pénétrer pour effectuer le lavage final au tuyau à main, la citerne doit être aérée conformément aux procédures décrites à la section 11.4.7, jusqu'à ce que les mesures effectuées dans les différents points indiquent que l'atmosphère est conforme aux critères pour une entrée en toute sécurité énoncés à la section 10.5. Des mesures de contrôle appropriées doivent être prises pour préserver la sécurité et la santé du personnel qui pénètre dans l'espace.

11.4 Dégazage

11.4.1 Généralités

Le dégazage est l'une des opérations les plus dangereuses lors de l'exploitation des bateaux-citernes. Tel est le cas qu'il s'agisse d'un dégazage destiné à permettre l'entrée dans la citerne, pour un travail à chaud ou pour un contrôle de la qualité de la cargaison. Les vapeurs de cargaison qui sont déplacées au cours du dégazage étant très inflammables, une bonne planification et un contrôle général strict sont essentiels. Le risque additionnel de l'effet toxique des vapeurs de cargaison au cours de cette opération ne peut être suffisamment souligné et toutes les parties concernées doivent le garder à l'esprit. Il est essentiel de prendre les précautions maximales pour toutes les opérations liées au dégazage.

Il est recommandé d'éviter autant que possible les dégazages afin de limiter l'impact sur l'environnement et sur la santé.

11.4.2 Dégazage pour une entrée sans appareil respiratoire

Pour qu'une citerne ou un espace soient exempts de gaz et qu'il soit possible d'y entrer sans appareil respiratoire, ils doivent être ventilés jusqu'à ce que les mesures effectuées confirment que la concentration de vapeur de cargaison dans l'intégralité du compartiment est inférieure à 1 % de la LII, que la teneur en oxygène est de 21 % en volume, et que ne sont pas présents du sulfure d'hydrogène, du benzène, ni d'autre gaz toxique (voir la section 10.3).

Avant de pénétrer dans une citerne sans appareil respiratoire, l'atmosphère de la citerne doit être contrôlée par une personne compétente.

11.4.3 Procédures et précautions

Les recommandations suivantes s'appliquent de manière générale pour le dégazage :

- une personne responsable doit superviser toutes les opérations de dégazage ;
- tout le personnel à bord doit être informé que le dégazage va commencer ;
- une réglementation appropriée « Interdiction de fumer » doit être appliquée ;
- les instruments utilisés pour la mesure de gaz doivent être étalonnés et testés conformément aux instructions du fabricant avant d'être utilisés ;
- les tuyaux de prise d'échantillons doivent toujours être adaptés pour être utilisés avec les gaz présents et doivent être étanches ;
- toutes les ouvertures de la citerne doivent être fermées jusqu'à ce que la ventilation du compartiment concerné soit sur le point de commencer ;
- l'évacuation des gaz inflammables doit être effectuée suivant la méthode approuvée pour le bateau-citerne. Si le dégazage implique une évacuation des gaz au niveau du pont ou par les ouvertures, il convient de vérifier que le niveau de ventilation et le nombre d'ouvertures assurent une vitesse de sortie suffisante pour envoyer les gaz loin du pont ;
- si possible, les admissions d'air de la climatisation centrale ou des systèmes de ventilation mécanique doivent être réglées pour empêcher la pénétration de gaz de pétrole en utilisant la recirculation de l'air dans les espaces (voir la section 4.1) ;
- dès qu'il est soupçonné que le gaz est aspiré dans les logements, la climatisation centrale et les systèmes de ventilation mécanique doivent être arrêtés et les orifices d'admission doivent être couverts ou fermés ;

- les orifices des citernes situés dans des espaces confinés ou partiellement confinés, par exemple sous les gaillards, ne doivent pas être ouverts avant que le compartiment n'ait été suffisamment ventilé par des orifices de la citerne qui sont situés à l'extérieur de ces espaces. Lorsque la concentration de gaz dans la citerne est tombée à 10 % de la LII ou moins, les ouvertures situées dans des espaces confinés ou partiellement confinés peuvent être ouvertes pour compléter la ventilation. Ces espaces confinés ou partiellement confinés doivent également être testés pour vérifier la présence de gaz au cours de cette ventilation ultérieure.

Lors de la planification d'un dégazage dans un port (sous réserve que ceci soit autorisé), les recommandations suivantes doivent être respectées :

- en règle générale, le dégazage ne doit pas être effectué en même temps que la manutention de cargaison. Si ceci est néanmoins nécessaire, une concertation étroite avec le représentant du terminal et avec l'autorité portuaire est requise et ces derniers doivent donner leur accord ;
- le représentant du terminal doit être consulté pour s'assurer que les conditions à terre ne présentent pas de danger et afin d'obtenir son accord pour commencer les opérations.

11.4.4 Test et mesure du gaz

Afin de maintenir un contrôle adéquat de l'atmosphère de la citerne et de vérifier l'efficacité du dégazage, un certain nombre d'instruments de mesure du gaz doivent être disponibles à bord du bateau-citerne. La section 2.4 fournit des indications concernant ces instruments et la section 8.2 fournit des indications concernant leur utilisation.

Des tests de l'atmosphère doivent être effectués régulièrement au cours du dégazage afin d'en surveiller l'évolution.

Ces tests doivent être effectués à différents niveaux. Dans les grands compartiments, les tests doivent être effectués à des endroits bien distincts.

Lorsque le dégazage d'un compartiment semble achevé, un délai d'environ 10 minutes doit s'écouler avant la mesure finale des gaz. Ceci permet l'établissement de conditions relativement stables dans l'espace.

Si les mesures de gaz ne sont pas satisfaisantes, la ventilation doit être relancée.

À l'issue du dégazage, tous les orifices doivent être fermés, à l'exception de la trappe de la citerne.

Une fois le dégazage terminé, le système d'évacuation des gaz doit être soigneusement vérifié, en accordant une attention particulière au bon fonctionnement des vannes de pression/d'aspiration et des éventuelles soupapes de dégagement à grande vitesse. Si les soupapes ou les colonnes de ventilation sont équipées de dispositifs destinés à empêcher le passage de flammes, ceux-ci doivent également être vérifiés et nettoyés si nécessaire.

11.4.5 Équipements fixes de dégazage

Les équipements fixes de dégazage peuvent être utilisés pour dégazer plus d'une citerne à la fois, mais ils ne doivent pas être utilisés pour ventiler une autre citerne dans lequel le lavage est en cours.

Lorsque des citernes à cargaison sont dégazées au moyen d'un ou de plusieurs ventilateurs installés à demeure, toutes les connexions entre le système de citernes à cargaison et les ventilateurs doivent être neutralisées, sauf lorsque les ventilateurs sont en cours d'utilisation.

Avant la mise en service du système fixe de dégazage, le système de tuyaux de cargaison, y compris les embranchements et conduites de décharge, doivent être entièrement purgés et les citernes doivent être asséchées. Les vannes sur le système de tuyaux de cargaison, autres que celles requises pour la ventilation, doivent ensuite être fermées et verrouillées.

11.4.6 Ventilateurs portatifs

Les ventilateurs portatifs ou les soufflantes ne doivent être utilisés que si leur fonctionnement est hydraulique ou pneumatique. Compte tenu du risque que l'hélice touche l'intérieur du boîtier, les soufflantes doivent être construites dans des matériaux qui ne provoqueront pas d'étincelles incendiaires.

De manière générale, les orifices de ventilations doivent être aussi éloignés que possible des ventilateurs.

Les ventilateurs portatifs doivent être reliés à la tuyauterie ou au pont du bateau de sorte qu'une continuité électrique efficace soit établie entre le ventilateur et le pont.

11.4.7 Ventilation de citernes de ballastage à double enveloppe

En raison de la complexité de la structure des citernes à double enveloppe et double-fond, leur dégazage est plus difficile que celui des citernes de ballastage conventionnelles. Il est fortement recommandé que l'exploitant élabore des lignes directrices et des procédures pour la ventilation de chaque citerne. Une méthode efficace consiste à remplir chaque citerne avec de l'eau de ballastage, puis à la vider. Il convient de tenir compte des tensions, de l'assiette et des facteurs de ligne de charge. Il convient toutefois de garder à l'esprit que toute fuite de cargaison se déversant dans la citerne contaminera le ballast (pollution) et que le ballast devra alors être manipulé conformément à la réglementation en vigueur. S'il est possible que le ballast soit pollué, aucun débordement de ballast ne doit être possible durant le ballastage de la citerne.

À chaque fois que possible, ces lignes directrices et procédures doivent être élaborées en coopération avec le constructeur du bateau-citerne.

11.4.8 Dégazage en prévision de travaux à chaud

Outre les recommandations de la section 11.4.2, il convient d'observer aussi les recommandations de la section 9.

11.5 Sans objet

11.6 Opérations de ballastage

11.6.1 Introduction

Cette section traite des opérations de ballastage ordinaires, lorsqu'il s'agit d'ajouter du ballast dans des citernes à cargaison afin d'observer des restrictions de tirant d'air aux fins de la navigation.

11.6.2 Généralités

Avant le ballastage ou le déballastage dans les ports, l'opération doit faire l'objet d'une concertation et d'un accord par écrit entre la personne responsable et le représentant du terminal.

L'accord spécifique du représentant du terminal doit être obtenu avant la manutention simultanée de cargaison et de ballast non séparé.

Le ballast devrait être chargé et déchargé de manière à ne pas exercer de contraintes excessives sur la coque du bateau-citerne à tout moment de l'opération.

11.6.3 Sans objet

11.6.3.1 Sans objet

11.6.3.2 Sans objet

11.6.4 Chargement de ballast séparé

De manière générale, aucune restriction ne s'applique pour le chargement de ballast dans des citernes de ballastage dédiées au cours d'une opération de déchargement de cargaison. Les points suivants doivent cependant être pris en compte :

- le ballast doit être considéré comme une nécessité pour répondre aux exigences concernant le tirant d'air à quai, en particulier lorsque des bras de chargement rigides sont connectés ;
- le ballast ne doit pas être chargé s'il peut provoquer le dépassement par le bateau-citerne du tirant d'eau maximal jugé sûr au quai ;
- le chargement de ballast ne doit pas provoquer de forces de cisaillement extrêmes ni de moments de flexion subis par le bateau-citerne ;

- les précautions doivent être prises pour éviter que ne puisse se former une surface libre excessive susceptible de provoquer un angle de bande qui peut menacer l'intégrité des bras de chargement. Ceci est particulièrement important pour les bateaux-citernes à double coque (voir aussi la section 11.2).

11.6.5 Sans objet

11.6.6 Déchargement de ballast séparé

Pour éviter une pollution due à du ballast séparé contaminé, la surface du ballast doit être inspectée, si possible, avant le déballastage. Lorsque du ballast séparé est déchargé par-dessus bord, il est prudent d'en assurer une surveillance visuelle. Ceci peut permettre de signaler le plus rapidement possible toute fuite inter-citernes entre les citernes à cargaison et les citernes de ballastage qui n'aurait pas encore été détectée ou même d'une fuite indétectable avant le début de l'opération de ballastage. L'opération doit être interrompue immédiatement en cas de contamination.

11.6.6.1 Gestion du tirant d'air

Le ballast transporté dans des citernes séparées peut être conservé à bord afin de réduire le franc-bord. Ceci peut être nécessaire en raison des conditions météorologiques ou afin de respecter les restrictions liées aux bras de chargement métalliques du terminal. Il convient toutefois de veiller à ne pas dépasser le tirant d'eau maximal autorisé à quai et à prendre en compte la masse du ballast lors du calcul des contraintes subies par la coque.

11.6.6.2 Sans objet

11.6.7 Sans objet

11.6.8 Sans objet

11.7 Fuite de cargaison vers les citernes à double enveloppe

11.7.1 Mesures à prendre

Cette section traite des mesures à prendre dans le cas d'une fuite de cargaison s'écoulant dans la double coque ou le double-fond.

Si une fuite de cargaison est découverte, la première mesure doit consister à vérifier l'atmosphère dans la double coque ou le double-fond pour déterminer la présence de cargaison. Il convient de noter que l'atmosphère dans cette citerne pourrait être au-dessus de la limite supérieure d'explosivité (LSE), dans la zone d'inflammabilité, ou au-dessous de la limite inférieure d'inflammabilité (LII). Quel que soit le nombre d'échantillons prélevés, n'importe lequel de ces états, ou tous, peuvent exister en différents endroits de la citerne en raison de la complexité de sa structure. Il est essentiel que les mesures de gaz soient effectuées à différents niveaux, en autant de points que possible, afin d'établir un profil de l'atmosphère de la citerne.

Il faut garder à l'esprit que les risques associés aux fuites de cargaisons peuvent résulter aussi de la toxicité de la cargaison, de sa corrosivité ou d'autres propriétés et que des mesures supplémentaires devront éventuellement être prises pour confirmer les conditions de sécurité en vue de l'entrée dans la citerne.

Si du gaz de cargaison est détecté dans une double coque ou un double-fond, plusieurs options peuvent être considérées pour maintenir l'atmosphère de la citerne dans un état sûr :

- ventilation continue de la citerne ;
- inertage de la citerne ;
- remplissage ou remplissage partiel de la citerne avec du ballast ;
- sécurisation avec des soupapes de pression ;
- sécurisation de la citerne avec des écrans pare-flamme aux orifices d'aération ;
- une combinaison de ces mesures.

L'option choisie dépend d'un certain nombre de facteurs, notamment du degré de confiance dans la teneur en cargaison de l'atmosphère, en gardant à l'esprit les problèmes potentiels mentionnés ci-dessus.

Si une fuite est découverte, le conducteur du bateau-citerne doit immédiatement consulter l'exploitant. Il est fortement recommandé aux exploitants d'élaborer des lignes directrices prenant en compte la structure de la citerne et les limites du système disponible de surveillance de l'atmosphère, ceci pouvant faciliter au personnel du bateau-citerne le choix de la meilleure méthode pour rendre l'atmosphère sûre. Les lignes directrices doivent également porter sur le processus de prise de contact avec les autorités et / ou la société de classification du bateau-citerne.

Lors du remplissage total ou partiel de la double coque ou du double-fond avec du ballast afin de rendre l'atmosphère sûre et / ou afin d'arrêter toute fuite supplémentaire de cargaison dans la citerne, il faut tenir compte des situations de tension, d'assiette, de stabilité ainsi que des facteurs de ligne de charge. Il faut également garder à l'esprit que tous les ballasts chargés dans une citerne après la détection d'une fuite et toutes les eaux de lavage liées au nettoyage de la citerne seront considérés comme étant du ballast pollué et devront être traités conformément à la réglementation. Cela signifie que ces eaux devront être transférées directement vers une citerne à cargaison ou à résidus pour un traitement ultérieur. La manchette de raccordement utilisée pour connecter le système de ballastage au système de cargaison doit être clairement identifiée et ne doit pas être utilisée à d'autres fins.

Si la double coque ou le double-fond de la citerne sont ventilés ou inertés au lieu d'être remplis, ils doivent être sondés régulièrement pour déterminer le débit d'accumulation de liquide et donc de la fuite.

S'il est constaté que la quantité de cargaison qui s'infiltre dans l'espace peut être pompée, elle doit être transférée dans une autre citerne par l'intermédiaire de la manchette de raccordement ballast / cargaison, si celle-ci est disponible (voir ci-avant), ou par toute autre méthode de transfert d'urgence, afin de minimiser la contamination de l'espace et de faciliter le nettoyage ultérieur et le dégazage.

Des procédures écrites précisant les mesures à prendre et les opérations nécessaires pour transférer la cargaison depuis l'espace de ballastage doivent être disponibles.

L'entrée dans la citerne doit être interdite jusqu'à ce que tout danger soit écarté et qu'il n'y ait plus aucun risque d'infiltration de cargaison. Toutefois, s'il est indispensable pour une raison quelconque de pénétrer dans la citerne, les recommandations figurant à la section 10.7. doivent être respectées.

11.7.2 Sans objet

11.8 Mesurage, jaugeage par le creux, sondage et prise d'échantillons de la cargaison

11.8.1 Généralités

En fonction de la toxicité et / ou de la volatilité de la cargaison, il peut être nécessaire d'empêcher ou de limiter le dégagement de vapeur provenant du creux des citernes à cargaison pendant le mesurage et pendant les opérations de prise d'échantillons.

À chaque fois que possible, ceci doit se faire par le recours à un équipement de jaugeage et de prise d'échantillons fermé.

Dans certaines circonstances, il est essentiel d'obtenir des échantillons propres à des fins de contrôle de qualité, par exemple pour les carburants pour l'aviation ayant des spécifications très restrictives. L'utilisation de matériel de prise d'échantillons en mode fermé peut causer la contamination croisée des échantillons de produits et, si tel est le cas, l'exploitant du terminal peut demander une prise d'échantillons en mode ouvert. Une évaluation des risques doit être effectuée afin de vérifier si la prise d'échantillons en mode ouvert peut être effectuée en toute sécurité, en tenant compte de la volatilité et de la toxicité du produit. Des mesures d'atténuation des risques, notamment l'utilisation d'EPI appropriés si nécessaire, doivent être mises en place avant de commencer l'opération.

Le jaugeage ou la prise d'échantillons en mode fermé doivent être effectués au moyen du système de jaugeage fixe ou en utilisant un équipement portatif passé à travers un bouchon de vapeur. Cet équipement permet d'effectuer des sondages, jaugeages par le creux, contrôles de température, mesurage de la teneur en eau et des mesures d'interface tout en limitant la libération de vapeurs de cargaison. Cet appareil portatif traversant un bouchon de vapeur est parfois appelé « équipement de jaugeage restreint ».

S'il n'est pas possible de procéder au jaugeage ou à la prise d'échantillons en mode fermé, le jaugeage en mode ouvert doit être utilisé. Ceci implique l'introduction d'équipements dans la citerne par un orifice de jaugeage par le creux ou de prise d'échantillons ou par un tuyau de sondage et le personnel peut par conséquent être exposé à des concentrations de vapeur de cargaison.

Étant donné que des compartiments de cargaison sont susceptibles d'être pressurisés, l'ouverture des vannes d'arrêt de vapeur, des orifices ou capots de jaugeage et la libération contrôlée de toute pression ne doivent être entrepris que par du personnel autorisé.

Lors du mesurage ou de la prise d'échantillons, des précautions doivent être prises pour éviter l'inhalation de gaz. Le personnel doit tenir sa tête suffisamment en retrait par rapport au gaz qui s'échappe et doit se placer du côté approprié en fonction de la direction du vent. Le fait de se placer face au vent juste devant l'orifice de jaugeage peut créer un tourbillon de retour de vapeur vers l'opérateur. Selon la nature de la cargaison traitée, il convient d'envisager l'utilisation d'équipements appropriés de protection respiratoire (voir les sections 10.8 et 11.8.4).

Lorsque les procédures de jaugeage en mode ouvert sont mises en œuvre, la citerne ne doit être ouverte que le temps nécessaire pour réaliser l'opération.

11.8.2 Mesurage et prise d'échantillons de citernes non inertes

11.8.2.1 Généralités

Il existe un risque de décharge électrostatique lorsque l'équipement est introduit dans des citernes à cargaison non inertes. Les décharges peuvent provenir de charges sur l'équipement lui-même ou de charges déjà présentes dans la citerne, par exemple dans le contenu liquide, ou dans les brouillards d'eau ou d'hydrocarbures. S'il est possible qu'un mélange inflammable de gaz de cargaison et d'air soit présent, des précautions doivent être prises pour éviter les décharges incendiaires dans l'intégralité du système.

Des précautions sont nécessaires pour faire face à deux types de danger distincts :

- introduction d'équipements pouvant agir en tant que générateur d'étincelles dans une citerne qui contient déjà des matériaux chargés ;
- introduction d'un objet chargé dans une citerne.

Les deux nécessitent des mesures distinctes d'atténuation du risque.

Le Tableau 11.2 présente un résumé des précautions à prendre contre les risques électrostatiques lors du jaugeage par le creux et lors de la prise d'échantillons de citernes à cargaison non inertes.

11.8.2.2 Introduction de l'équipement dans une citerne

Mesures visant à éviter l'introduction de sources d'étincelles

Si un équipement, quel qu'il soit, de sondage, de jaugeage par le creux ou de prise d'échantillons est utilisé dans une atmosphère susceptible d'être inflammable, présentant un risque électrostatique ou dans laquelle une charge électrostatique peut s'accumuler, des précautions doivent être prises en permanence durant l'opération pour veiller à ce qu'ils n'agissent pas en tant que conducteur non mis à la masse. Les composants métalliques de tout équipement devant être introduit dans une citerne doivent être solidement reliés entre eux ainsi qu'à la citerne avant que le dispositif de prise d'échantillons ne soit mis en place et la mise à la masse doit être maintenue jusqu'après leur retrait. Les câbles de liaison et de mise à la masse doivent être en métal.

Opérations sur les citernes à cargaison pouvant présenter un danger	Descente d'équipements à l'aide de cordes ou de rubans en matériau synthétique	Chargement d'hydrocarbures propres	Lavage de citernes
Danger électrostatique (chapitre 3)	Frottement de polymères synthétiques (section 11.8.2.2)	Flux de liquides accumulateurs de charge électrostatique (sections 11.1.7 et 11.8.2.3)	Gouttelettes de brouillard d'eau (sections 3.3.4 et 11.8.2.5)
Précautions à prendre pour le sondage, le jaugeage par le creux et la prise d'échantillons avec : i. équipement métallique non relié à la terre ou à la masse ii. équipement métallique relié à la terre et à la masse avant son introduction et jusqu'à son retrait iii. équipement non conducteur ne comportant pas de parties métalliques	(sections 11.8.2.3 et 11.3.5.2 g) Ne jamais utiliser de cordes ou de rubans en matériaux synthétiques pour descendre quoi que ce soit dans les citernes à cargaison " "	(section 11.8.2.3) Toujours interdit Interdit pendant le chargement et pendant les 30 minutes qui suivent Si la contenance de l'échantillonneur est supérieure à un litre, le prélèvement d'échantillons est interdit pendant le chargement et pendant les 30 minutes qui suivent	(sections 11.3.5.2 g et 11.8.2.5) Interdit pendant le lavage et pendant les cinq heures qui suivent Aucune restriction Aucune restriction
Des exceptions sont autorisées si :	"	Un tuyau de sondage est utilisé	a. Un tuyau de sondage est utilisé, ou b. La citerne est soumise à une ventilation mécanique continue, lorsque les cinq heures peuvent être réduites à une heure.

Tableau 11.2 : Résumé des précautions contre les risques électrostatiques lors du jaugeage par le creux et de la prise d'échantillons de citernes non-inertées

L'équipement doit être conçu pour faciliter la mise à la masse. À titre d'exemple, le cadre de maintien de la roue d'un ruban métallique de mesure doit être muni d'une tige filetée sur laquelle est boulonné un câble de métallisation solide. Le filetage doit avoir une continuité électrique à travers le cadre jusqu'au ruban métallique de mesure. L'autre extrémité du câble de métallisation doit aboutir dans une pince à ressort pouvant être fixée au bord d'un orifice de jaugeage.

Les personnes responsables de la fourniture de matériel non-conducteur et intermédiaire aux bateaux-citernes doivent s'assurer que l'équipement ne contribuera pas à la formation d'étincelles. Il est essentiel que les éléments non-conducteurs n'interrompent pas la mise à la masse d'un quelconque élément métallique. Par exemple, si le support en matière plastique d'un flacon à échantillon comporte un lest métallique, le lest doit être métallisé comme décrit ci-dessus ou entièrement encapsulé dans un plastique d'une épaisseur de 10 mm au minimum.

Mesures visant à éviter d'introduire des objets chargés

L'adéquation des équipements fabriqués entièrement de composants non métalliques dépend du volume et de la résistance de surface des matériaux et leur mode d'utilisation. Les matériaux non-conducteurs et de conductivité moyenne peuvent être acceptables dans certaines circonstances ; à titre d'exemple, le support en matière plastique d'un flacon à échantillon peut être descendu en toute sécurité avec une corde en fibres naturelles (conductivité intermédiaire). Une corde en fibres naturelles doit être utilisée parce qu'une corde synthétique génère d'importantes charges électrostatiques lorsqu'elle glisse rapidement dans une main gantée. Ce type de matériel ne nécessite aucune métallisation ou mise à la masse particulière.

Un matériau de conductivité intermédiaire, comme le bois ou les fibres naturelles, a généralement une conductivité suffisante après l'absorption d'eau pour éviter l'accumulation de charges électrostatiques. De même, la conductivité de ces matériaux est suffisamment faible pour rendre impossible une décharge spontanée. Un chemin vers la terre doit être disponible pour ces matières afin qu'elles ne soient pas totalement isolées, mais il ne doit pas nécessairement présenter la très faible résistance normalement offerte par la métallisation et la mise à la masse des métaux. Dans la pratique, un tel chemin est généralement trouvé naturellement à bord des bateaux-citernes, soit par contact direct avec le bateau-citerne, soit par contact indirect via l'opérateur de l'équipement.

11.8.2.3 Hydrocarbures accumulateurs de charge électrostatique

Il est prudent de supposer que la surface d'un liquide non conducteur (accumulateur de charge électrostatique) puisse être chargée et présente un potentiel élevé durant et immédiatement après le chargement. Les équipements métalliques de sondage, jaugeage par le creux et de prise d'échantillons doivent être métallisés et mis à la masse pour éviter les étincelles. Il subsiste néanmoins la possibilité d'une décharge en aigrette entre l'équipement et la surface chargée du liquide lorsqu'ils sont approchés l'un de l'autre. Étant donné que ces décharges peuvent être incendiaires, aucun sondage, jaugeage par le creux et aucune prise d'échantillons ne doivent être effectués avec des équipements métalliques au cours du chargement d'un accumulateur de charge électrostatique en raison de la présence possible d'un mélange de gaz inflammables.

Une fois le chargement terminé, un délai de 30 minutes (temps de décantation) doit être respecté pour chaque citerne avant de commencer ces opérations. Il s'agit de permettre la décantation des bulles de gaz, de l'eau ou de particules dans le liquide et la dissipation de tout potentiel électrique.

Les situations dans lesquelles ces restrictions d'utilisation des équipements métalliques doivent être appliquées sont résumées dans la Figure 11.4.

Équipement non métallique

Dans la pratique, les décharges entre la surface d'un hydrocarbure accumulateur de charge électrostatique et des objets non métalliques ne sont normalement pas incendiaires. Le sondage, jaugeage par le creux ou la prise d'échantillons avec des équipements non métalliques descendus sur une corde propre en fibres naturelles sont autorisés à tout moment.

Voir la section 3.2.1 pour l'utilisation de récipients de prise d'échantillons non-métalliques.

Tuyaux de sondage

Les opérations effectuées avec des tuyaux de sondage sont autorisées à tout moment, étant donné qu'il est impossible qu'une charge importante puisse s'accumuler à la surface du liquide à l'intérieur d'un tuyau de sondage correctement conçu et installé. Un tuyau de sondage est un tuyau de guidage qui s'étend sur toute la profondeur de la citerne et qui est métallisé de manière efficace et mis à la masse sur la structure de la citerne à ses extrémités. Le tuyau doit comporter des fentes afin d'éviter toute différence de pression entre l'intérieur du tuyau et la citerne et pour garantir que des indications de niveau exactes seront obtenues.

L'intensité du champ électrostatique dans un tuyau métallique de sondage est toujours faible en raison du faible volume et de l'isolement par rapport au reste de la citerne. Le sondage, jaugeage par le creux et la prise d'échantillons dans un tuyau de sondage métallique sont autorisés à tout moment, à condition que tout dispositif métallique soit correctement mis à la masse. Les équipements non métalliques peuvent également être utilisés dans des tuyaux de sondage, mais les précautions concernant l'introduction d'un objet chargé doivent être observées.

11.8.2.4 Hydrocarbures non-accumulateurs de charge électrostatique

Étant donné qu'une atmosphère inflammable peut être présente au-dessus d'un hydrocarbure non accumulateur de charge électrostatique dans un environnement non-inerte ou non dégazé, les précautions énoncées à la section 11.8.2 et à la Figure 11.4 doivent être prises.

11.8.2.5 Jaugeage par le creux et sondage en présence de brouillards d'eau

Durant le lavage des citernes, il est essentiel qu'il n'y ait pas de conducteur métallique non mis à la masse dans la citerne et qu'aucun élément conducteur n'y soit introduit tant que persiste le brouillard, c'est-à-dire durant le lavage et durant les 5 heures qui suivent. Des équipements mis à la masse et métallisés peuvent être utilisés à tout moment, étant donné que toute décharge vers le brouillard d'eau prendra la forme d'une couronne non incendiaire. L'équipement peut comporter ou être entièrement constitué de composants non métalliques. Les conducteurs intermédiaires et les non-conducteurs sont autorisés, bien que l'utilisation de certains matériaux, par ex. des cordes en polypropylène, doive être évitée (voir la section 3.3.4.).

Il est absolument essentiel que tous les composants métalliques soient mis à la masse de manière sûre. S'il existe le moindre doute concernant la mise à la masse, l'opération ne doit pas être autorisée.

Le jaugeage par le creux et les sondages effectués au moyen d'un tuyau de sondage à pleine profondeur sont sans danger en présence d'un brouillard d'eau de lavage.

11.8.3 Mesurage et prise d'échantillons de citernes inertes

Les bateaux-citernes équipés de systèmes de gaz inerte sont équipés de systèmes de jaugeage fermés pour effectuer les mesures durant la manutention de cargaison.

Les rubans de sondage acoustique, bandes de température etc., doivent être utilisés conformément aux bonnes pratiques de sécurité et aux instructions du fabricant. Les exigences applicables aux équipements électriques portatifs s'appliquent aussi à ces dispositifs de mesure (voir section 4.3).

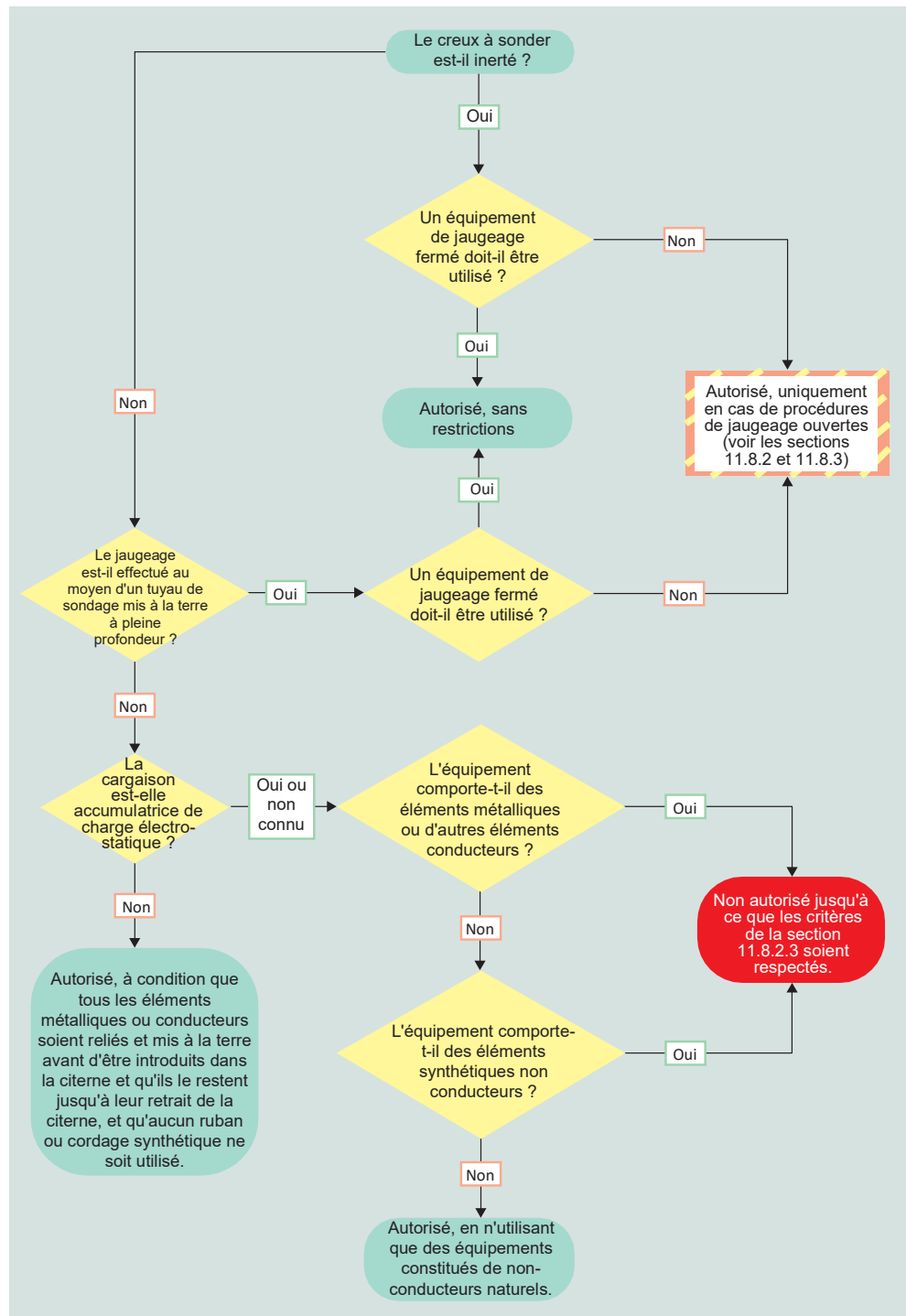


Figure 11.4 : Précautions nécessaires lors de l'utilisation d'équipements portatifs de mesure et de prise d'échantillons

À bord des bateaux-citernes non pourvus de bouchons de vapeur, des précautions particulières doivent être prises pour le mesurage et la prise d'échantillons en mode ouvert de cargaison présente dans des citernes inertées. Lorsqu'il est nécessaire de réduire la pression dans une citerne pour un mesurage ou une prise d'échantillons, les précautions suivantes doivent être prises :

- si possible, une pression positive minimum de gaz inerte doit être maintenue durant le mesurage et la prise d'échantillons. La faible teneur en oxygène du gaz inerte pouvant rapidement provoquer une asphyxie, il convient de veiller à ne pas se tenir du côté vers lequel se dirige le gaz qui s'échappe (voir la section 11.8.1). Aucune manutention de cargaison ou opération de ballastage ne doit être autorisée dans les compartiments de cargaison pendant que la pression du gaz inerte est abaissée ;

- un seul orifice d'accès à la fois doit être ouvert et seulement pour une période aussi courte que possible. Durant les intervalles entre les différentes étapes du mesurage de la cargaison (par exemple entre le jaugeage par le creux et la prise de température) l'orifice d'accès concerné doit être maintenu correctement fermé ;
- après avoir terminé l'opération et avant le début du déchargement de la cargaison, toutes les ouvertures doivent être sécurisées et les citernes à cargaison remises sous pression avec le gaz inerte (voir la section 7.1 concernant l'utilisation du système de gaz inerte du bateau-citerne pendant la manutention de cargaison ou de ballast) ;
- un mesurage ou une prise d'échantillons qui nécessitent une baisse de la pression du gaz inerte et l'ouverture d'orifices d'accès aux citernes à cargaison ne doivent pas être effectués durant des opérations d'amarrage et de désamarrage. Il convient de noter que, si des orifices d'accès sont ouverts tandis qu'un bateau-citerne est à l'ancre ou amarré dans une rade ouverte, tout mouvement du bateau-citerne pourrait provoquer une respiration de la citerne. Afin de limiter ce risque, des précautions doivent être prises pour maintenir suffisamment de pression positive dans la citerne qui fait l'objet d'un mesurage ou d'une prise d'échantillon.

S'il est nécessaire de sonder les citernes lorsque s'achève le déchargement, la pression du gaz inerte peut encore être réduite à un niveau minimum sûr afin de permettre le sondage par les orifices de sondage ou au moyen de tuyaux de sondage. Des précautions doivent être prises pour éviter la pénétration d'air ou une libération excessive de gaz inerte.

11.8.3.1 Sans objet

11.8.4 Mesurage et prise d'échantillons de cargaisons contenant des substances toxiques

Des précautions particulières doivent être prises lorsque les bateaux-citernes transportent des cargaisons contenant des substances toxiques à des concentrations dangereuses.

Il incombe aux terminaux de chargement d'informer le conducteur du bateau-citerne, en lui fournissant la FDS, si la cargaison à charger contient des concentrations dangereuses de substances toxiques. De même, il incombe au conducteur du bateau-citerne d'informer le terminal de destination, en lui fournissant la FDS, si la cargaison à décharger contient des substances toxiques. Ce transfert d'informations est prévu par les listes de contrôle de sécurité (voir la section 26.3).

Le conducteur doit également aviser le terminal et toutes les autres personnes, par exemple celles chargées de contrôler ou de surveiller les citernes, si la cargaison précédente contenait des substances toxiques.

Dans la mesure du possible, les citernes transportant des cargaisons qui contiennent des substances toxiques doivent faire l'objet de procédures de mesurage et de prise d'échantillon en mode fermé.

Si le jaugeage ou la prise d'échantillons ne peuvent être effectués en mode fermé, des tests doivent être effectués pour évaluer les concentrations de vapeur dans le voisinage de chaque orifice d'accès ouvert. Cela permettra de s'assurer que les concentrations de vapeur ne dépassent pas la valeur limite d'exposition sur une courte durée applicable pour les substances toxiques susceptibles d'être présentes. Si la surveillance fait apparaître que la limite est susceptible d'être dépassée, une protection respiratoire appropriée doit être portée. Les orifices d'accès ne doivent être ouverts que pour une période la plus courte possible.

Si les opérations en mode fermé ne peuvent se poursuivre de manière efficace ou si les concentrations de vapeur augmentent en raison d'un équipement défectueux ou à cause de l'absence de vent, il convient d'envisager la suspension des opérations et la fermeture de tous les orifices de ventilation jusqu'à ce que l'équipement soit réparé ou que les conditions météorologiques aient changé et favorisent la dispersion des gaz.

Voir la section 2.3 qui comporte une description des risques de toxicité des liquides en vrac.

11.8.5 Jaugeage fermé pour le transfert de responsabilité

Le jaugeage des citernes à des fins de transfert de responsabilité doit être effectué au moyen d'un système de jaugeage fermé ou par les bouchons de vapeur. Pour que le système de jaugeage par le creux puisse être utilisé à cette fin, le système de jaugeage doit être décrit dans la documentation du bateau-citerne relative à l'étalonnage des citernes. Les corrections des niveaux de référence ainsi que pour la gîte et l'assiette doivent être vérifiées et approuvées par la société de classification du bateau-citerne.

Les températures peuvent être mesurées au moyen de thermomètres électroniques placés dans la citerne via le bouchon de vapeur. Ces instruments doivent avoir les certificats d'approbation appropriés et doivent être étalonnés.

Les échantillons doivent être prélevés à l'aide de dispositifs d'échantillonnage spéciaux utilisant les bouchons de vapeur.

11.9 Transbordement entre bateaux

11.9.1 Transbordement de bateau-citerne à bateau-citerne

Lors des transbordements de bateau-citerne à bateau-citerne, les deux bateaux doivent se conformer pleinement aux mesures de sécurité applicables pour les opérations ordinaires de manutention de cargaison. Si les mesures de sécurité ne sont pas respectées sur l'un ou l'autre des bateaux, les opérations ne doivent pas commencer. Si elles ont déjà commencé, elles doivent être arrêtées.

Les transbordements de bateau-citerne à bateau-citerne entrepris dans le port ou en mer peuvent être soumis à l'approbation par le port ou l'autorité maritime compétente et certaines conditions relatives à la conduite de l'opération peuvent être associées à cette approbation.

11.9.2 Transbordement de navire de mer à bateau-citerne de navigation intérieure et inversement

Lors du transbordement de liquides en vrac d'un navire de mer à un bateau-citerne de navigation intérieure et inversement, les bâtiments doivent être agréés et équipés de manière appropriée. Si les mesures de sécurité ne sont pas respectées sur l'un ou l'autre des bateaux, les opérations ne doivent pas commencer. Si elles ont déjà commencé, elles doivent être arrêtées.

Les conducteurs des bateaux-citernes doivent être conscients du fait que les conducteurs de navires de mer sont susceptibles d'appliquer les consignes ICS/SIGTTO/ CDI/OCIMF *Ship to Ship Transfer Guide for Petroleum, Chemicals and Liquefied Gases*. Voir aussi les annexes 2 et 3 pour les listes de contrôle de sécurité correspondantes.

Le débit de pompage du navire de mer au bateau-citerne de navigation intérieure doit être contrôlé en fonction des dimensions et du type du bateau-citerne de navigation intérieure. Les procédures de communication doivent être établies et maintenues, notamment si le franc-bord du navire de mer est plus élevé que celui du bateau-citerne de navigation intérieure.

Si la différence de hauteur de franc-bord entre le navire de mer et le bateau-citerne de navigation intérieure est importante, l'équipage du bateau-citerne doit tenir compte du contenu du tuyau à la fin du transbordement.

Des dispositions doivent être prises pour libérer le bateau-citerne de navigation intérieure en cas d'urgence en tenant compte du trafic et des biens environnants. Si le navire de mer est à l'ancre, il peut y avoir lieu pour le bateau-citerne de navigation intérieure de jeter l'ancre loin du navire de mer et de rester à l'arrêt en lieu sûr en attendant de l'aide.

Les bateaux-citernes de la navigation intérieure doivent être éloignés du navire de mer dès que possible une fois que le chargement ou le déchargement de produits volatils est achevé.

11.9.3 Transbordement entre bateaux-citernes de navigation intérieure avec équilibrage de vapeur

Des consignes spécifiques doivent être élaborées pour ces opérations afin de tenir compte des risques particuliers liés aux activités de contrôle des émissions de vapeur au cours des opérations de transbordement entre bateaux-citernes utilisant des techniques d'équilibrage de vapeur.

11.9.4 Transbordement entre bateaux-citernes de navigation intérieure utilisant les installations du terminal

Lorsqu'un bateau-citerne à quai effectue un transbordement de cargaison vers un autre bateau-citerne à quai en utilisant les collecteurs et tuyaux de l'installation à terre, les bateaux-citernes et le terminal doivent se conformer à toutes les dispositions relatives au transbordement d'un bateau-citerne à la terre, y compris les modalités de fonctionnement et procédures de communication consignées par écrit. La coopération du terminal est essentielle lors de l'élaboration de ces modalités et procédures.

11.9.5 Conductivité électrique entre les bateaux-citernes de navigation intérieure

Les principes de prévention de la formation d'arcs électriques lors des opérations de transbordement entre deux bateaux-citernes sont les mêmes que pour les opérations de transbordement d'un bateau-citerne à la terre.

À bord des bateaux-citernes dédiés aux transbordements de bateau-citerne à bateau-citerne, une bride isolante ou une longueur de tuyau non conducteur d'un seul tenant doivent être utilisés sur la tuyauterie reliant les deux bateaux. Toutefois, lors du transfert d'hydrocarbures accumulateurs de charge électrostatique, il est essentiel que ces mesures ne soient pas prises par les deux bateaux-citernes, car ceci laisserait entre les deux bateaux un conducteur isolé sur lequel une charge électrostatique pourrait s'accumuler. Pour la même raison, lorsqu'un tel bateau-citerne dédié procède à un transbordement de cargaison vers la terre, il convient de s'assurer qu'aucun élément conducteur isolé ne soit présent entre le bateau-citerne et la terre, par exemple en présence de deux brides isolantes sur une même tuyauterie.

En l'absence d'un moyen positif d'isolement entre les bateaux-citernes, le potentiel électrique entre eux doit être réduit autant que possible. Si les deux bateaux possèdent des systèmes de protection cathodique par courant imposé qui fonctionnent correctement, la meilleure solution pour atteindre cet objectif est probablement de les laisser en fonctionnement. De même, si l'un est équipé d'un système de protection par courant imposé et l'autre d'un système sacrificiel, le premier doit rester en fonctionnement.

12 Transport et stockage de matières dangereuses

Ce chapitre fournit des indications sur le transport et le stockage de matières dangereuses transportées à bord des bateaux-citernes en tant qu'avitaillements, échantillons de cargaison ou matériel arrimé sur le pont.

L'ISGINTT ne vise pas à fournir des indications sur les nombreuses cargaisons de produits chimiques dangereux susceptibles d'être transportées occasionnellement.

Des indications générales sur les propriétés de ces matières peuvent être obtenues à partir de publications techniques nationales et internationales, lesquelles peuvent également contenir des recommandations sur leur manipulation et stockage. Les FDS des produits chimiques spécifiques doivent être fournies par l'expéditeur. Des informations spécifiques peuvent également être affichées sur l'emballage des matières.

12.1 Gaz liquéfiés

Outre les précautions générales concernant la manutention de produits pétroliers et d'autres liquides inflammables conditionnés figurant à la section 12.5, les précautions suivantes doivent être prises lors de la manipulation de cargaisons de gaz liquéfiés conditionnés :

- les récipients sous pression doivent être convenablement protégés contre les dommages physiques dus à d'autres cargaisons, stocks ou équipements ;
- les récipients sous pression ne doivent pas contenir trop d'autres marchandises lourdes ou d'autres objets ;
- les récipients sous pression doivent être entreposés dans une position telle que l'opercule de sécurité soit en contact avec le volume de phase gazeuse dans le récipient ;
- les vannes doivent être protégées contre toute forme de dommages physiques par un couvercle de protection approprié restant en place en permanence lorsque la bouteille n'est pas utilisée ;
- les bouteilles rangées sous le pont doivent être placées dans des compartiments ou réceptacles pouvant être ventilés et qui sont éloignés des zones d'habitation et de travail ainsi que de toutes les sources de chaleur ;
- les bouteilles d'oxygène doivent être entreposées séparément des bouteilles de gaz inflammable ;
- les températures doivent être maintenues à un niveau bas. Ne pas laisser les températures des cales s'élever à plus de 50 °C. Vérifier fréquemment les températures des cales. Si elles approchent les 50 °C, prendre les mesures suivantes :
 - ventiler les zones de stockage ;
 - asperger d'eau les conteneurs de gaz liquéfiés en cas de chargement ou de déchargement en plein soleil ;
 - créer une zone d'ombre pour les bonbonnes de gaz, par exemple en installant une bâche sur la cale ;
 - humidifier le pont au-dessus de la cale contenant les bonbonnes, par exemple en l'aspergeant d'eau.

12.2 Approvisionnements du bateau-citerne

12.2.1 Généralités

Tous les produits chimiques ou les matières dangereuses se trouvant à bord d'un bateau-citerne en tant qu'avitaillements doivent être accompagnés d'une FDS. Si la FDS n'est pas disponible, le produit doit être isolé et stocké conformément aux indications figurant sur son contenant ou emballage. Il ne doit pas être utilisé avant que des informations appropriées soient disponibles pour son utilisation.

Les récipients et emballages doivent être entreposés fermés et l'emplacement de stockage doit être propre et convenablement rangé.

12.2.2 Peintures

Les peintures, diluants pour peintures ainsi que les nettoyeurs et durcisseurs associés doivent être entreposés dans des lieux de stockage conformes à la réglementation en vigueur.

12.2.3 Produits chimiques

Tous les produits chimiques doivent être entreposés dans un lieu de stockage désigné et dédié. Des précautions doivent être prises pour assurer que les produits chimiques incompatibles soient stockés séparément. Des informations sur la manipulation, les premiers secours et le moyen de lutte contre l'incendie doivent être facilement accessibles pour chaque produit chimique à partir de sa FDS ou dans les instructions écrites relatives aux matières dangereuses.

12.2.4 Liquides de nettoyage

Il est préférable d'utiliser des liquides de nettoyage qui sont non toxiques et non inflammables. Si des liquides inflammables sont utilisés, ils doivent présenter un point d'éclair élevé. Les liquides très volatils, tels que l'essence ou le naphte, ne doivent jamais être utilisés dans les salles des machines ou des chaudières.

Lorsqu'ils ne sont pas utilisés, les liquides de nettoyage inflammables doivent être conservés dans des récipients fermés, incassables, correctement étiquetés et entreposés dans un local approprié.

Les liquides de nettoyage doivent uniquement être utilisés dans des endroits où la ventilation est adéquate et en tenant compte de leur volatilité. Tous les liquides doivent être stockés et utilisés conformément aux instructions du fabricant.

Tout contact cutané direct avec des liquides de nettoyage doit être évité, de même que toute contamination des vêtements.

12.2.5 Stockage de matériel de rechange

Le matériel de rechange n'est pas dangereux en tant que tel. Il s'est toutefois déjà produit que des éléments volumineux de matériel de rechange arrimés sur le pont se soient libérés de leurs fixations, endommageant le bateau et mettant le personnel en danger. Lorsque du matériel de rechange est entreposé :

- il ne doit pas entraver l'accès à des équipements de sécurité ni empêcher leur utilisation ;
- il ne doit pas entraver l'amarrage ni les autres opérations ;
- il doit être correctement arrimé, en tenant compte des conditions météorologiques prévues.

12.3 Échantillons de cargaison et de combustible

Pas plus de 30 flacons d'échantillons de cargaison d'un volume maximal de 500 ml peuvent être conservés à bord, stockés dans la zone de cargaison. Les bateaux avitailleurs peuvent stocker jusqu'à 500 flacons d'échantillons de combustible d'un volume maximal de 500 ml, entreposés dans la zone de cargaison. Le stockage doit être tel que, dans des circonstances normales, les flacons ne puissent pas être endommagés.

12.4 Autres matériaux

12.4.1 Sciure, granulés et blocs absorbants d'huile

Il est préférable de disposer d'un dispositif de récupération prêt à l'emploi, capable de recueillir de petits déversements d'environ 200 litres.

L'utilisation de sciure de bois pour le nettoyage de petits déversements à bord n'est pas recommandée. La sciure de bois et les granulés absorbants imprégnés d'huile doivent être éliminés à terre dès que possible. Les sciures non utilisées doivent être stockées au sec et au frais ; les sciures humides sont susceptibles de s'enflammer spontanément (voir la section 4.9).

Les granulés ou blocs absorbants imprégnés d'huile doivent être entreposés dans des conteneurs prévus à cet effet sur le pont.

12.4.2 Déchets

Les emplacements de stockage pour les déchets doivent être soigneusement choisis pour garantir que les déchets ne présentent pas de danger potentiel pour les espaces adjacents.

Une attention particulière doit être accordée au stockage des déchets qualifiés de « déchets spéciaux », tels que les piles, les capteurs et les tubes fluorescents, pour garantir que seuls des matériaux compatibles soient stockés ensemble.

12.5 Cargaisons conditionnées

12.5.1 Pétrole et autres liquides inflammables

Les cargaisons de pétrole conditionné sont généralement expédiées dans des fûts en acier d'une capacité d'environ 200 litres. Les produits transportés de cette manière comprennent l'essence, le kérosène, le gasoil et l'huile de graissage.

Outre les mesures générales de sécurité pour la manipulation de pétrole en vrac, les procédures suivantes doivent être observées lors de la manipulation des produits pétroliers conditionnés.

12.5.1.1 Chargement et déchargement

Le pétrole conditionné et les autres liquides inflammables ne doivent pas être manutentionnés pendant le chargement de produits volatils en vrac, sauf avec l'autorisation expresse de la personne responsable et du représentant du terminal. Pendant de la manutention de fûts en acier, le chargement de cargaison en vrac doit être suspendu en raison du risque accru de générer des étincelles.

12.5.1.2 Sans objet

12.5.2 Sans objet

12.5.3 Entrée dans les cales

Avant de pénétrer dans une cale qui contient ou qui a contenu du pétrole conditionné / ou d'autres liquides inflammables, toutes les précautions requises pour pénétrer dans des espaces confinés doivent être prises (voir le chapitre 10).

12.5.4 Sans objet

12.5.5 Sans objet

12.5.6 Sans objet

12.5.7 Sans objet

12.5.8 Matériel arrimé sur le pont

Lorsque des fûts ou autres récipients sont transportés sur le pont, ils doivent être protégés contre les éléments et doivent en principe être entreposés seulement sur un niveau.

12.5.9 Sans objet

13 Facteurs humains

Ce chapitre porte sur les facteurs humains et sur la manière dont ils influencent l'interaction des personnes avec les équipements, processus et autres personnes. Il fournit au personnel des bateaux et des terminaux des recommandations spécifiques concernant la sécurité des opérations, mais il contient également des informations destinées aux sociétés, à la direction et aux concepteurs.

13.1 Généralités

Les facteurs humains sont les caractéristiques qui affectent l'interaction des personnes avec les équipements, processus et autres personnes. Il peut s'agir de facteurs physiques, psychologiques et sociaux. Dans ce chapitre et tout au long du présent Guide est décrite la manière dont les réflexions sur les facteurs humains sont mises à profit pour améliorer la sécurité à travers la conception des tâches et des équipements, le commandement et les SGS. La plupart du temps, les incidents sont imputables aux personnes et, dès lors que des personnes sont impliquées dans la conception, la fabrication ou l'utilisation d'équipements et dans des processus, il y a un risque d'erreur humaine. Cela pourrait laisser penser que les personnes sont à l'origine des incidents, mais tel n'est pas le cas.

Les erreurs, actions et décisions humaines sont souvent le résultat de la manière dont le lieu de travail est aménagé, c'est-à-dire de la manière dont le travail, l'équipement et les protections sont conçus et dont les dirigeants influencent la culture dans une organisation.

Les incidents sont d'abord des erreurs ou des solutions de contournement qui découlent de :

- problèmes liés aux tâches ;
- procédures peu claires ;
- difficultés à utiliser l'équipement ;
- fatigue liée à la charge de travail ;
- manque de moyens ;
- formation de faible qualité ou insuffisante ;
- communication inadéquate ;
- mauvaise perception de la situation.

S'attaquer aux conditions sous-jacentes et aux systèmes difficiles à utiliser qui influent sur les erreurs, les actions et les décisions humaines peut réduire la probabilité d'incidents. Les responsables jouent un rôle important à cet égard (voir la section 13.6), notamment les responsables des bateaux, les superviseurs et les responsables des terminaux.

Les influences du facteur humain sont résumées dans les principes suivants :

- les personnes commettent des erreurs ;
- les actions des personnes sont rarement malveillantes et sont en général logiques pour elles à ce moment-là ;
- les erreurs peuvent être dues à des conditions et des systèmes qui rendent le travail difficile ;
- comprendre les conditions dans lesquelles les erreurs se produisent permet de les prévenir ou de les corriger ;
- ce sont les personnes qui connaissent le mieux leur travail et qui jouent un rôle essentiel dans l'identification des solutions ;
- les installations, équipements et activités peuvent être conçus de manière à réduire le risque d'erreur et à mieux gérer les risques ;
- les responsables d'activités contribuent à créer les conditions qui influencent l'action des autres ;
- la manière dont les responsables réagissent lorsque les choses tournent mal est importante, de même que le fait de profiter de l'occasion pour apprendre.

13.2 Identification et analyse des tâches critiques pour la sécurité

Lorsque les actions ou les décisions humaines constituent la seule protection contre un incident grave, la survenance d'une erreur peut n'être qu'une question de temps.

Une tâche critique pour la sécurité (*Safety Critical Task - SCT*) est une tâche liée aux principaux risques du bateau, pour laquelle une erreur humaine, une action ou une inaction peut provoquer ou ne pas permettre d'éviter un incident grave.

Les bateaux et terminaux doivent :

- identifier les tâches critiques pour la sécurité ;
- pour chaque tâche, identifier les possibilités d'erreur et les conditions qui rendent l'erreur humaine plus probable ou les conséquences plus graves ;
- concevoir les tâches de manière à éliminer ou à réduire les erreurs et les conditions susceptibles de donner lieu à des erreurs ;
- identifier les limitations pour les tâches critiques pour la sécurité, afin de réduire la probabilité ou les conséquences d'une erreur humaine.

Les domaines d'activité suivants peuvent comprendre des tâches lors desquelles une erreur peut entraîner un incident grave :

- opérations d'accostage et d'amarrage ;
- opérations de transfert de cargaison ;
- opérations d'accostage côte à côte ;
- opérations non liées à la cargaison, y compris le nettoyage des citernes, l'avitaillement, le stockage, l'accès au bateau-citerne/terminal, le travail à chaud et les opérations de maintenance.

Après identification des tâches critiques pour la sécurité, les bateaux et les terminaux devraient procéder à une analyse de ces tâches afin d'identifier les erreurs possibles, les circonstances susceptibles d'augmenter la probabilité d'une erreur et les façons de réduire le risque d'erreurs lors de la réalisation de ces tâches.

Les situations générales qui augmentent la probabilité d'une erreur humaine sont les suivantes :

- tâches complexes, difficiles à comprendre ou à exécuter ;
- formation insuffisante ;
- parties d'une tâche dont la réalisation est inefficace ou qui ne peuvent être réalisées faute de temps ;
- tâches ou étapes ennuyeuses, insignifiantes ou répétitives, inhabituelles, peu fréquentes ou donnant lieu à des situations inhabituelles ;
- commandes, vannes, plates-formes, escaliers ou arrêts d'urgence inaccessibles ou difficiles à utiliser et difficultés d'accès, d'utilisation et d'entretien d'équipements dangereux ou en mouvement ;
- interfaces, marquages, commandes ou alarmes complexes de systèmes ou d'équipements ;
- panneaux, signalisation, instructions ou autres informations peu clairs ;
- confiance dans le fait que les communications sont fiables dans les conditions de bruit et d'éclairage du moment ;
- environnement de travail : bruit, chaleur, éclairage, ventilation, facilité d'accès, visibilité, champ visuel ;
- confiance excessive dans la possibilité de reconnaître des dangers émergents, des risques ou des changements dans une situation dynamique ;
- tâches multiples et simultanées ou risque d'interruptions ou de distractions ;
- fatigue, stress et soucis.

Les bateaux et les terminaux devraient identifier les moyens de renoncer à une tâche ou de la concevoir différemment afin de réduire la probabilité d'erreur et d'augmenter la probabilité de détection et de correction.

Lors du choix de moyens permettant d'adapter une tâche afin de réduire les erreurs, il est préférable de recourir aux vérifications les plus fiables au sommet de cette hiérarchie de vérifications (voir la section 9.2.3) :

- suppression (d'un danger ou d'une tâche) ;
- remplacement (par un matériau ou un procédé moins dangereux) ;
- vérifications techniques (tels que la reconfiguration d'un collecteur de tuyauterie complexe) ;
- vérifications administratives (tels que la vérification des procédures de travail, de la signalisation, etc.)
- EPI.

Cette hiérarchie des vérifications repose sur le principe que la suppression totale d'une tâche peut constituer la meilleure protection contre le risque lié à cette tâche, en particulier par rapport à des vérifications moins efficaces portant sur des procédures ou une signalisation supplémentaire.

13.3 Conception

Les bateaux et les terminaux peuvent réduire les risques en réexaminant leur conception ou en tenant compte des possibilités d'apporter des améliorations lors de modifications, mais ces aspects ne relèvent pas du cadre de la présente publication.

Le fait de se placer dans la situation des personnes qui utilisent les équipements et les commandes peut contribuer à les rendre plus intuitifs et à réduire les risques d'erreurs. Une conception centrée sur l'homme garantit que les facteurs humains sont pris en compte à chaque étape de la conception et de la mise en œuvre d'un équipement, y compris la gestion des changements (voir la section 9.2.5). Les aspects de la conception centrée sur l'homme qui peuvent être pris en compte sont les suivants :

- la facilité d'utilisation de l'équipement permanent utilisé à l'interface bateau/terminal ;
- les problèmes d'aménagement et d'équipement résultant de la combinaison des équipements des bateaux-citernes et des terminaux (par exemple, aires de débarquement, emplacement des passerelles, accès aux collecteurs) ;
- la modification de tout équipement ;
- l'introduction de l'automatisation ou de technologie.

Pour faciliter les tâches, les informations appropriées doivent être mises à la disposition des personnes qui utilisent les équipements et prennent des décisions opérationnelles. Les commandes doivent être intuitives, afin de réduire autant que possible les risques de confusion ou d'erreur. Lorsque les concepteurs mettent à jour ou modifient la conception d'un équipement existant, ils devraient consulter les utilisateurs. Lorsque les utilisateurs signalent que l'équipement existant semble donner lieu à des erreurs ou des difficultés, la conception peut inclure des moyens de réduire ou de détecter les erreurs ou d'en limiter les conséquences autant que possible.

Lors de l'introduction de l'automatisation et de technologie, l'impact sur les utilisateurs doit être pris en considération attentivement.

Si l'automatisation peut présenter des avantages considérables pour les exploitants de bateaux-citernes et de terminaux, les effets secondaires de l'introduction de technologie doivent également être pris en compte.

Les personnes peuvent être meilleures que les machines pour plusieurs raisons :

- les personnes peuvent tirer des conclusions et prendre des décisions sur la base de peu de données ou de circonstances inhabituelles ou inattendues ;
- les concepteurs d'équipements ne peuvent pas prévoir toutes les situations et conditions d'utilisation futures de leurs équipements, mais des opérateurs compétents peuvent compléter la conception pour assurer un bon fonctionnement dans la pratique.

L'automatisation et la technologie peuvent avoir des conséquences inattendues, par exemple :

- la simplification ou la suppression d'une tâche peut augmenter le nombre et la complexité d'autres tâches.

- La réduction de la charge de travail peut :
 - réduire le niveau de surveillance d'une situation ou d'un système par l'opérateur ;
 - réduire les compétences manuelles de l'équipage ou sa capacité à gérer efficacement les problèmes ;
 - entraîner de l'ennui et un manque d'engagement dans la tâche ;
 - provoquer une dépendance excessive à l'égard de la nouvelle technologie ou de l'automatisation ;
 - entraîner la perte des opportunités découlant de l'implication humaine, c'est-à-dire de suggestions d'optimisation ou d'amélioration d'une tâche.

13.4 Évaluation des risques

L'évaluation des risques est un élément important de la sécurité des opérations et de la maintenance. Les évaluations des risques liés aux bateaux et aux terminaux doivent tenir compte du fait que même des personnes compétentes et expérimentées peuvent commettre des erreurs susceptibles de nuire à la sécurité des bateaux et des terminaux, à savoir :

- entraîner des dangers ou des situations à risque ;
- réduire l'efficacité d'un contrôle ou d'une mesure de protection sur lesquels repose l'évaluation des risques (utiliser la hiérarchie des contrôles, voir le point 9.2.3).

13.5 Procédures

Les procédures à bord des bateaux et des terminaux sont des instructions qui aident le personnel formé et compétent à effectuer des tâches. Pour améliorer l'efficacité des procédures, les bateaux et les terminaux devraient envisager :

- d'impliquer les personnes qui utiliseront les procédures dans leur élaboration et leur mise à jour. Cela améliorera la précision, l'appropriation, l'acceptation et l'observation des procédures ;
- les procédures bien présentées sont plus efficaces. Une procédure doit aider les utilisateurs, mais ne peut remplacer la formation ou l'expérience ;
- les éléments essentiels du matériel et des étapes de travail d'une opération doivent être couverts, en mettant en évidence les principaux problèmes et dangers ;

Les procédures doivent mettre en évidence les étapes lors desquelles une erreur :

- peut se produire ;
- peut être détectée ;
- peut être corrigée.

Lorsqu'un bateau ou un terminal rencontre des difficultés pour observer et appliquer les procédures, les efforts doivent porter sur les points suivants :

- les tâches critiques pour la sécurité sont-elles couvertes par les procédures ?
- les procédures sont-elles disponibles, accessibles et applicables ?
- existe-t-il des procédures multiples ou contradictoires pour une tâche donnée ?
- les procédures sont-elles claires et compréhensibles ?
- les procédures sont-elles précises/correctes/complètes et utilisables ?
- les procédures sont-elles à jour et valables ?
- les procédures ont-elles été communiquées au personnel ou ont-elles fait l'objet d'une formation ?
- l'obligation de suivre les procédures est-elle claire ?

13.6 Commandement

Le commandement a un impact significatif sur la sécurité des opérations à bord des bateaux et dans les terminaux. Il est prouvé que les incidents de tous types sont réduits lorsque le commandement s'attache à établir un climat de confiance et de respect avec le personnel par les mesures suivantes :

- promouvoir la prise de parole ;
- respecter les préoccupations des jeunes membres de l'équipe et y donner suite ;

- encourager chacun à résoudre les problèmes de sécurité ;
- promouvoir, soutenir et communiquer l'amélioration continue et proactive ;
- encourager l'apprentissage lorsque les choses tournent mal, ne pas réagir en blâmant.

Les responsables doivent être attentifs au fait que les membres moins expérimentés de l'équipage ou de l'équipe n'osent pas s'opposer aux responsables, et au fait que les responsables peuvent ignorer quelles sont les difficultés rencontrées par les membres moins expérimentés. Ceci est dû en particulier aux raisons suivantes :

- il existe une forte tradition de hiérarchie pour les opérations à bord des bateaux et dans les terminaux ;
- différentes cultures se confrontent lorsqu'un bateau-citerne effectue des opérations dans un terminal ;
- les équipages des bateaux sont multinationaux et la propension des personnes à s'exprimer ou à contester est variable.

Toute personne travaillant à bord d'un bateau ou dans un terminal est responsable de sa propre santé et de son bien-être au travail, ainsi que de ceux des collègues. Un mauvais état de santé ou un mal-être peuvent être à l'origine d'incidents et d'accidents.

Les équipages en bonne santé et satisfaits sont plus à même d'identifier les possibilités d'améliorer les opérations par le biais d'une amélioration de la conception des équipements, des contrôles ou des procédures de gestion de la sécurité.

Le commandement à bord de bateaux et dans les terminaux peut traiter ces aspects de la manière suivante :

- se mettre à la disposition de la main-d'œuvre. Cela peut se faire lors de rondes informelles et de discussions au cours desquelles sont précisées les attentes et les normes, mais aussi par l'écoute et l'attention accordée aux difficultés rencontrées ;
- coopérer avec les personnes chargées d'effectuer les tâches et contribuer à résoudre les problèmes qu'elles rencontrent ;
- résister à la tentation de blâmer et identifier plutôt les systèmes et conditions susceptibles de donner lieu à des erreurs (voir la section 13.12 sur l'investigation et l'apprentissage).

13.7 Confiance en soi pour arrêter le travail ou s'exprimer

Les exploitants de bateaux-citernes et de terminaux doivent insister auprès de leur personnel sur le fait que chacun est habilité à suspendre les travaux (*Stop Work Authority - SWA*) (voir le chapitre 9).

Les raisons pour lesquelles des personnes renoncent à s'exprimer ou à interrompre leur travail sont nombreuses :

- elles voient que les autres n'agissent pas et pensent qu'il existe une raison ;
- les personnes plus expérimentées qui les entourent n'interviennent pas ;
- elles pensent avoir mal évalué la situation ;
- elles redoutent de contrarier un collègue en attirant l'attention sur une situation dangereuse ;
- elles estiment qu'elles n'ont pas l'autorité pour agir ;
- elles pensent que si elles se trompent, elles risquent d'avoir des ennuis ;
- elles pensent qu'elles pourraient aggraver la situation.

Les responsables des bateaux et des terminaux devraient renforcer la confiance en soi de leurs collaborateurs afin qu'ils osent intervenir, notamment par le biais des mesures suivantes :

- prendre eux-mêmes des mesures pour prendre du recul, ralentir, suspendre ou arrêter une opération ;
- encourager les personnes à solliciter de l'aide et à travailler en équipe pour résoudre les problèmes ;
- soutenir par principe toute décision de prendre du recul, de ralentir, de suspendre ou d'arrêter une opération ;
- remercier et valoriser le personnel, même s'il s'avère qu'il n'y avait pas de problème.

13.8 Fatigue

Les personnes fatiguées sont davantage susceptibles de commettre des erreurs en raison de leur état mental et physique. La fatigue peut être due à un manque de sommeil, à un sommeil de mauvaise qualité ou à une période d'éveil trop longue. Elle peut s'accumuler au fil du temps en raison d'horaires de travail ou de quarts de travail atypiques. La fatigue peut être causée par un manque de personnel, un mauvais respect des périodes de travail et de repos et par des opérations prolongées (par exemple en cas de durée excessive et à des heures inhabituelles d'un trajet sur une voie d'eau, de l'approche d'un port, des opérations de chargement ou des opérations au terminal).

La charge de travail peut augmenter en raison d'opérations portuaires prolongées, d'un travail mal planifié et/ou d'un équipement ou d'outils difficiles à utiliser. Les températures trop élevées ou trop basses, un mauvais éclairage ou l'exposition au bruit et aux intempéries peuvent également contribuer à réduire les performances. En outre, une personne fatiguée peut ne plus être en mesure de juger de son propre niveau de fatigue ou d'incapacité.

Les bateaux et terminaux doivent :

- déterminer la charge de travail opérationnelle et les compétences requises et y faire correspondre les niveaux d'effectifs et les ressources de soutien ;
- gérer la charge de travail, les heures de travail et de repos ;
- comprendre et assurer le bon déroulement des tâches pour lesquelles la fatigue pourrait augmenter le risque d'erreurs ;
- envisager de programmer les tâches critiques pour la sécurité en évitant les moments où les personnes peuvent être moins alertes en raison de la fatigue ;
- former le personnel aux causes et aux effets de la fatigue ;
- veiller à ce que la planification du travail offre suffisamment de possibilités de se reposer ;
- maintenir un environnement sain en matière d'exercice physique, d'alimentation et de sensibilisation au stress ;
- surveiller les signes de fatigue ;
- examiner les causes d'accidents et d'incidents liés à la fatigue ;
- envisager de suspendre les opérations complexes ou prolongées pour garantir que les personnes, en particulier celles qui sont le plus impliquées, puissent se reposer suffisamment.

La Convention internationale sur les normes de formation des gens de mer, de délivrance des brevets et de veille de 1979 (STCW) et la Convention du travail maritime (MLC) exigent que les équipages des navires disposent d'un nombre suffisant d'heures de repos pour être aptes au travail et pouvoir s'acquitter de leurs tâches en toute sécurité. Les navires sont également tenus de tenir des registres individuels des heures de travail et de repos de toutes les personnes à bord.

Les *Directives sur la fatigue* de l'OMI contiennent des conseils détaillés sur la manière d'atténuer et de gérer la fatigue.

Les terminaux ne sont pas soumis à une réglementation mondiale sur les heures de travail et de repos, mais la réglementation locale garantit souvent que le personnel soit reposé et apte au travail.

13.9 Niveaux d'effectifs

Un nombre insuffisant de personnes à bord ou au terminal peut entraîner des accidents ou des incidents. Les réglementations maritimes exigent :

- que les États du pavillon délivrent aux navires un document portant sur les effectifs minimum prescrits ;
- que les navires soient dotés d'équipages suffisants pour assurer les opérations à bord en toute sécurité.

Les terminaux ne sont pas soumis à une réglementation mondiale en matière d'effectifs, mais la réglementation locale exige souvent qu'un niveau minimum d'effectifs de sécurité soit maintenu à tout moment (voir le document *Manning at Conventional Marine Terminals* de l'OCIMF).

Le bateau et le terminal doivent déterminer le nombre de personnes nécessaires pour les opérations habituelles et les situations d'urgence.

13.10 Formation, expérience et compétence individuelles

Dans le cas des opérations bateau/terminal, la compétence de l'autre partie est susceptible de ne pas être connue. La démonstration de la compétence recouvre quatre éléments :

- formation et familiarisation pour acquérir les connaissances ;
- pratiquer pour acquérir les compétences ;
- accumuler de l'expérience ;
- démontrer la capacité à appliquer ces éléments dans la pratique.

Le bateau et le terminal doivent tenir compte des éventuelles insuffisances de l'autre partie pendant les opérations. Même les personnes compétentes sont susceptibles de commettre des erreurs. Le fait de devoir veiller à pouvoir détecter les erreurs des autres et à les réparer constitue un aspect important pour la sécurité.

Pour les bateaux, les conventions internationales établissent des standards de formation et de compétence pour les membres d'équipage. La Convention *STCW*, chapitre V, ou des réglementations locales équivalentes, fixent des exigences spécifiques pour le personnel intervenant à bord des bateaux-citernes et de bateaux transportant des produits chimiques ou du gaz, qui précisent la formation et l'expérience requises pour les officiers, les matelots et le personnel participant à la manutention de la cargaison, y compris en ce qui concerne la familiarisation avec le bateau-citerne.

Les terminaux ne sont pas soumis à une réglementation mondiale en matière de formation et de compétence, mais la réglementation locale exige souvent un niveau minimum de formation et de compétence.

Il est recommandé que les exploitants de bateaux et de terminaux disposent d'un système de gestion des compétences. Pour les exploitants de terminaux, il s'agit du Guide de compétence et de formation des exploitants de terminaux maritimes (*Marine Terminal Operator Competence and Training Guide - MTOCT*) (voir le chapitre 15). Pour les exploitants de bateaux, il s'agit de la Convention *STCW*. Ces systèmes comprennent les éléments suivants pour développer et garantir la compétence :

- connaissance sous-jacente des tâches (par exemple, connaissance et familiarisation avec les opérations) ;
- compétences techniques liées à la tâche et permettant d'accomplir les tâches de manière appropriée. Celles-ci sont généralement spécifiques à un emploi ou à une profession et l'objectif est de satisfaire à des normes minimales de performance (cela peut couvrir par exemple les différents équipements spécifiques à un bateau ou à une entreprise). Les systèmes de gestion de la sécurité peuvent y contribuer ;
- compétences non techniques, qui sont des aptitudes permettant d'exercer la fonction. Les exemples incluent la capacité à planifier efficacement, à travailler en bonne intelligence avec les autres membres de l'équipe, à encadrer ou à motiver les autres et à communiquer efficacement.

13.11 Pratiquer le travail en équipe

Dans le secteur de la navigation, bien que les réglementations et les orientations fixent un cadre important, les équipages des bateaux et les équipes des terminaux sont souvent confrontés à des situations dynamiques, en fonction des conditions météorologiques, de l'état de la mer et des modifications apportées aux équipements et processus.

Les équipes doivent acquérir et mettre en pratique les compétences qui les aident à travailler efficacement en tant qu'équipe :

- communication ;
- compréhension et prise de décision ;
- résolution de problèmes en équipe ;
- équilibre entre l'autorité officielle et l'affirmation de soi - confiance en soi pour faire valoir ses points de vue et s'exprimer.

Le développement de ces aptitudes passe par la mise en œuvre de scénarios dynamiques et réalistes en équipe et par la maîtrise et le recours à des outils et techniques qui contribuent à améliorer les performances de l'équipe. Les moyens utilisés à cette fin peuvent aller d'exercices de bureau, de discussions sur des scénarios hypothétiques, jusqu'à des exercices ou simulations très réalistes.

Les bateaux-citernes de navigation intérieure et les terminaux devraient régulièrement effectuer de tels exercices avec leurs équipes afin de mettre en pratique les aptitudes décrites ci-dessus.

13.12 Facteurs humains lors de l'enquête et enseignements

Les facteurs humains peuvent être à l'origine d'un incident ou d'un accident, mais l'enquête qui s'en suit néglige parfois cet aspect en se concentrant seulement sur ce qui s'est passé et sur la manière dont cela s'est passé.

Pour connaître les véritables raisons, l'enquête doit permettre comprendre les conditions dans lesquelles intervenaient les personnes impliquées. La personne qui mène cette enquête doit comprendre le contexte des actions des personnes. Pour atteindre un tel niveau de compréhension sont nécessaires à la fois :

- des enquêteurs bien formés et ayant une bonne compréhension des facteurs humains ;
- une culture d'entreprise dans laquelle les personnes impliquées dans un incident ont le sentiment de pouvoir coopérer pleinement à une enquête.

Il est important que des enquêtes soient menées après un incident et qu'elles soient suffisamment approfondies pour comprendre les facteurs humains qui ont contribué à la survenance de l'événement. Cependant :

- la plupart des rapports d'enquête décrivent le « quoi » - ce qui s'est passé, ce qui s'est cassé, quelles ont été les conséquences ;
- certaines enquêtes révèlent le « comment » - telle règle a été enfreinte, telle procédure n'a pas été suivie, telle personne a appuyé sur le mauvais bouton (l'erreur humaine est en cause) ;
- très peu d'enquêtes s'intéressent au « pourquoi » - pourquoi la personne en charge a-t-elle appuyé sur le mauvais bouton de la console, pourquoi l'équipage a-t-il estimé ne pas pouvoir suivre la procédure, pourquoi une erreur s'est-elle produite ?

Les techniques d'analyse des tâches critiques pour la sécurité constituent également un moyen d'identifier les erreurs susceptibles d'être commises et les solutions de contournement qui conduisent finalement à des incidents, et constituent de ce fait un moyen efficace d'anticiper les incidents.

Le rapport 621 de l'IOPG - *Demystifying Human Factors : Building Confidence in Human Factors Investigation* (Démystifier les facteurs humains : renforcer la confiance dans les enquêtes concernant les facteurs humains) contient des conseils pour l'amélioration de la prise en compte des facteurs humains dans les enquêtes.

D'autres conseils sur les enseignements pouvant être acquis après des incidents sont disponibles dans le rapport 552 de l'IOPG - *Components of Organizational Learning from Events* (Composantes de l'apprentissage organisationnel à partir d'événements).

14 Types particuliers de bateaux

Sans objet

PARTIE 3 : INFORMATIONS RELATIVES AU TERMINAL

15 Gestion et information au terminal

Ce chapitre décrit les systèmes fondés sur les risques et les processus qui doivent être mis en place pour assurer le fonctionnement sûr et efficace du terminal. Il couvre la nécessité d'une documentation d'appui exhaustive, par exemple des manuels d'exploitation, des croquis et des dossiers de maintenance de l'installation et de ses équipements, des copies de la réglementation pertinente, et des codes de pratique. Il traite également de la nécessité d'une détermination claire et documentée des besoins pour assurer la compatibilité du bateau-citerne de navigation intérieure et du poste d'accostage.

Ce chapitre aborde aussi la dotation du terminal en personnel nécessaire pour assurer une surveillance efficace des opérations et des activités à l'interface bateau-citerne de navigation intérieure / terre.

15.1 Système d'information des terminaux maritimes

Les terminaux doivent se conformer à toutes les réglementations internationales, nationales et locales ainsi qu'à leurs propres politiques et procédures. Si un régime d'autorégulation est établi, les terminaux doivent respecter l'esprit et l'intention des codes applicables ainsi que les lignes directrices pour leur mise en œuvre.

L'OCIMF a développé le MTIS (*Marine Terminal Information System*), conçu pour normaliser l'interface maritime bateau-citerne/terminal et pour combler les lacunes qui subsistent dans les normes internationales pour les terminaux maritimes, en établissant un format approuvé de collecte et de partage d'informations. Le MTIS tient également lieu de guide des meilleures pratiques pour aider les terminaux à fonctionner de manière plus sûre et plus efficace. La base de données MTIS constitue un système de sécurité consolidé, fournissant aux exploitants des terminaux et des bateaux, ainsi qu'aux affréteurs et aux services associés, dans un format cohérent, une compilation unique et centralisée des spécificités des terminaux. Par le biais du MTIS, une série de documents relatifs à la gestion des terminaux devrait être utilisée pour aider l'exploitant du terminal dans ses efforts continus d'évaluation et d'amélioration. Ces outils comprennent :

- le *Marine Terminal Particulars Questionnaire* – (MTPQ) est un outil en ligne qui contient toutes les informations pertinentes sur les terminaux, ce qui permet aux planificateurs des bateaux, aux programmeurs et aux opérateurs de terminaux de partager plus facilement des informations et d'évaluer l'adéquation de l'interface entre le bateau-citerne et le terminal ;
- le *Marine Terminal Management and Self Assessment* (MTMSA) est un guide de bonnes pratiques destiné à aider les exploitants de terminaux maritimes à évaluer et à améliorer en permanence leur sécurité, leur fiabilité, leur efficacité et leurs performances environnementales ;
- le *Marine Terminal Operator Competence and Training* (MTOCT) est un guide destiné à aider les gestionnaires de terminaux maritimes à évaluer les compétences, à identifier les lacunes et à mettre en place des formations pour les opérateurs dans les terminaux.

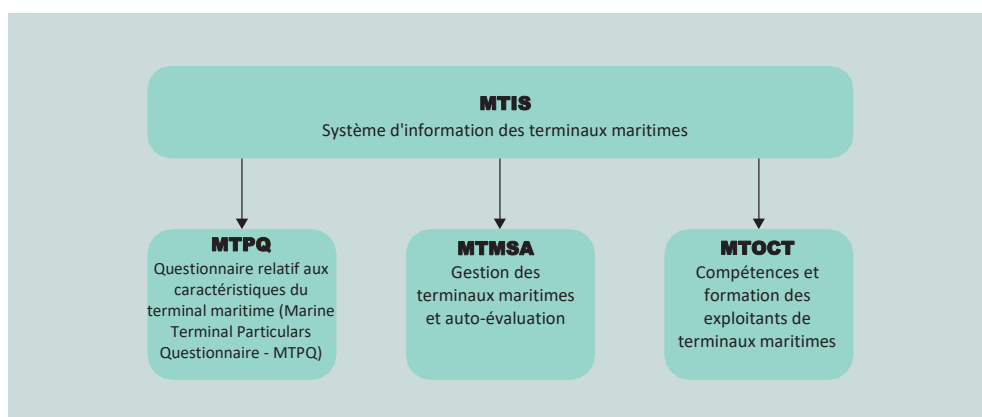


Figure 15.1 : Schéma de la documentation MTIS disponible

15.1.1 Questionnaire relatif aux caractéristiques du terminal maritime (*Marine Terminal Particulars Questionnaire - MTPQ*)

Le MTPQ est utilisé pour collecter des informations sur les terminaux dans un format commun et en utilisant des unités de mesure uniformes. Ce recueil d'informations exhaustives sur les terminaux maritimes est essentiel pour :

- prévenir des incidents susceptibles de nuire aux personnes ou à l'environnement ;
- assurer la compatibilité des bateaux-citernes et des terminaux ;
- améliorer l'efficacité et la fiabilité des opérations ;

Les informations contenues dans la base de données du MTPQ sont mises à la disposition des exploitants de terminaux dans un format permettant de les relayer. Afin de contribuer à la collecte de ces informations de compatibilité, des informations clés seront ajoutées à la base de données MTPQ, ce qui facilitera la prise de décision entre les bateaux-citernes et les terminaux. Les caractéristiques pour chaque poste d'amarrage comprennent au minimum :

- le nom du poste d'amarrage ;
- le type de poste d'amarrage - par exemple, jetée, mur de quai, île marine ou amarrage à point unique (*Single Point Mooring - SPM*) ;
- la hauteur d'eau - la hauteur d'eau minimum contrôlée le long du poste d'amarrage par rapport au niveau zéro des cartes ;
- le dégagement statique minimum sous la quille au poste d'amarrage (*Minimum static Under Keel Clearance- UKC*) - L'UKC au poste d'amarrage est représenté par une limite exprimée en mètres, en pourcentage du tirant d'eau ou en pourcentage de la largeur.
- autres critères UKC ;
- longueur hors tout (*Length Overall- LOA*) minimale ou maximale ;
- déplacement latéral - Les valeurs du déplacement doivent être indiquées pour déterminer les dimensions maximales du bateau-citerne autorisées au poste d'amarrage.
- Une valeur peut également être indiquée pour le déplacement maximal pour les opérations d'accostage, en cas de restrictions sur l'énergie d'accostage ou de limites de charge sur les systèmes de défenses ;
- port en lourd d'été - Nota : il n'est pas recommandé d'utiliser le port en lourd comme paramètre pour fixer des limites de dimensions pour les bateaux-citernes, étant donné qu'il ne constitue pas en soi une valeur reflétant les dimensions et la masse totale du bateau pour le calcul des énergies d'accostage ;
- largeur maximum : ceci est nécessaire pour gérer les restrictions imposées par une écluse, un quai ou le passage par une rivière ;
- distance entre la proue et le centre du collecteur (*Bow to Centre of Manifold- BCM*) - Cette valeur est utilisée pour garantir l'alignement entre les points de raccordement des collecteurs du bateau-citerne et du terminal ;
- hauteur du collecteur par rapport à l'eau - maximum et minimum - Cette valeur est utilisée pour garantir que le bateau-citerne peut maintenir le raccordement du système de transbordement de cargaison (bras/tuyaux) pendant toute la durée du chargement ou du déchargement et quelles que soient les conditions de marée. Sur certains sites soumis à la marée, il peut être nécessaire de déconnecter les bras de chargement (*Marine Loading Arms - MLA*) lorsque sont atteintes les valeurs extrêmes du marnage ;
- distance entre la poupe et le centre du collecteur (*Stern to Centre of Manifold- SCM*)
- bride de présentation du collecteur face au côté du bateau ;
- longueur minimale parallèle (*Minimum Parallel Body Length- PBL*) - Cette longueur permet de vérifier si le bateau-citerne chargé ou ballasté s'appuiera sur les défenses lorsqu'il sera en position et que le raccordement pour le transbordement de cargaison aura été effectué ;
- PBL *minimum* en avant de l'axe du collecteur ;
- PBL minimum en arrière de l'axe du collecteur ;
- procédures de sécurité.

Pour la documentation de ces critères, il convient de déterminer des données de référence qui les sous-tendent afin de s'assurer de leur compatibilité. En outre, les terminaux doivent spécifier clairement les unités de mesure utilisées.

D'autres critères peuvent être pris en compte en fonction de la configuration rencontrée et des opérations à réaliser.

Pour de plus amples informations sur les postes d'amarrage à bouée unique (*Single Point Mooring-SPM*), l'amarrage aux bouées la proue et à la poupe (*All Buoy Mooring - ABM*) ou l'amarrage conventionnel avec ancres à la proue et bouées à la poupe (*Conventional Buoy Mooring- CBM*), veuillez consulter le *Single Point Mooring Maintenance and Operations Guide* (Guide d'entretien et d'exploitation des postes d'amarrage à point unique) et les *Guidelines for the Design, Operation and Maintenance of Multi Buoy Moorings* (Lignes directrices pour la conception, l'exploitation et l'entretien des postes d'amarrage à bouées multiples) de l'OCIMF.

15.1.2 Gestion des terminaux maritimes et auto-évaluation

Les terminaux doivent disposer d'un système de gestion documenté, afin de démontrer la conformité aux exigences réglementaires ainsi qu'aux politiques et procédures du terminal. Les responsables du terminal doivent désigner une personne chargée de veiller à l'observation des règlements ainsi que de la politique et des procédures de l'entreprise.

Les responsables du terminal doivent offrir un environnement de travail sain et sûr et doivent s'assurer que toutes les opérations sont effectuées avec le moins de conséquences possible pour l'environnement, tout en respectant le système de réglementation en vigueur et les codes de pratique appliqués par l'industrie. Il convient de se référer aux indications figurant dans le guide de bonnes pratiques *Marine Terminal Management and Self Assessment* (MTMSA) de l'OCIMF. Le Système d'information des terminaux maritimes (MTIS) comprend une ligne directrice pour l'auto-évaluation de sites (*Site Verification Guideline - SVG*) destinée à aider les évaluateurs à vérifier la correspondance entre les données enregistrées dans le guide MTMSA et celles du terminal. Il est recommandé aux exploitants de terminaux de conserver une SVG dûment renseignée comme preuve documentée de leur auto-évaluation.

Le processus d'auto-évaluation couvre les principaux domaines des pratiques de gestion, ainsi que des éléments supplémentaires concernant les postes d'amarrage des bouées et les opérations en présence de glace ou lorsque les températures sont inférieures à zéro :

- élément 1 Gestion, commandement et responsabilité ;
- élément 2 Gestion du personnel ;
- élément 3 Ports et opérations portuaires ;
- élément 4 Configuration du terminal ;
- élément 5 Interface bateau/terre ;
- élément 6 Opérations de manutention ;
- élément 7 Gestion de la maintenance ;
- élément 8 Gestion du changement ;
- élément 9 Enquête et analyse des incidents ;
- élément 10 Gestion de la sécurité, de la santé au travail et de la sûreté ;
- élément 11 Protection de l'environnement ;
- élément 12 Préparation aux situations d'urgence ;
- élément 13 Vérification du système de gestion.

Éléments supplémentaires :

- élément 14 Opérations aux bouées d'amarrage ;
- élément 15 Terminaux affectés par la présence de glace ou par des températures inférieures à zéro.

15.1.3 Compétences et formation des opérateurs de terminaux maritimes

Les responsables du terminal doivent veiller à ce que le personnel chargé des opérations entre les bateaux-citernes et le terminal soit formé et compétent dans l'exercice de ses fonctions. Le personnel doit avoir connaissance des réglementations nationales et locales ainsi que des exigences de l'autorité portuaire qui concernent les opérations au terminal et la manière dont elles sont effectuées localement.

Le Guide de compétence et de formation des exploitants de terminaux maritimes (*Marine Terminal Operator Competence and Training Guide - MTOCT*) de l'OCIMF aide les responsables de terminaux maritimes à s'assurer que le personnel possède les compétences et l'expérience nécessaires. Le personnel doit être familiarisé avec les sections du présent Guide qui portent sur leur lieu de travail et leurs tâches.

Le Guide de compétence et de formation des exploitants de terminaux maritimes (*Marine Terminal Operator Competence and Training Guide - MTOCT*) aide à identifier les compétences et connaissances requises pour les différentes tâches, y compris les processus de vérification, ce qui permet aux exploitants de terminaux d'évaluer chaque membre du personnel par rapport aux meilleures pratiques, d'identifier les lacunes et d'élaborer des programmes de formation ciblés pour les opérateurs. Le MTOCT comprend des recommandations relatives aux dossiers de formation et à la vérification de la réalisation des objectifs fixés dans le cadre du programme de formation.

15.2 Identification des dangers et gestion des risques

Les terminaux doivent avoir établi des processus formels de gestion des risques qui indiquent comment les dangers sont identifiés et quantifiés et comment le risque associé est évalué et géré. Les processus d'évaluation des risques sont détaillés à la section 9.2 Gestion des risques.

La gestion des risques doit inclure des évaluations formelles des risques, qui couvrent tous les changements survenant dans la conception, l'équipage ou l'exploitation et doit succéder à l'évaluation des risques et à la justification de la conception de l'installation. Les évaluations des risques doivent être structurées de manière à identifier les dangers potentiels, à évaluer la probabilité d'occurrence et à déterminer les conséquences potentielles d'un événement. Le résultat de l'évaluation des risques doit aboutir à des recommandations sur la prévention, l'atténuation et la récupération. Les évaluations des risques doivent être entreprises dans le cadre du processus appliqué lorsque des modifications de l'équipement ou des installations du terminal sont proposées. Elles doivent également être menées dans le cadre du processus de gestion de la sécurité qui est mis en œuvre pour assurer la conduite des opérations qui ne sont pas couvertes par les procédures opérationnelles applicables.

Les terminaux doivent procéder à des contrôles de leurs installations et de leurs activités, en général annuellement, afin d'identifier les dangers potentiels et les risques associés, ces contrôles pouvant démontrer la nécessité d'évaluations ou de révisions supplémentaires des risques. Les contrôles doivent également être effectués lorsque des modifications sont apportées aux installations du terminal ou à ses opérations, par exemple en cas de changement de l'équipement, de l'organisation, des produits manipulés, ou du type des bateaux-citernes de navigation intérieure qui se rendent au terminal.

Les procédures d'exploitation du terminal doivent comporter une documentation et des processus destinés à assurer l'efficacité de la gestion et du contrôle des risques identifiés.

L'efficacité du système de gestion des risques doit être réexaminée conformément aux orientations de l'élément 10 du *MTMSA*, et toutes les vérifications et évaluations doivent être consignées.

15.3 Manuel d'exploitation

Les terminaux doivent disposer d'un manuel d'exploitation du terminal imprimé, exhaustif et actualisé.

Le manuel d'exploitation du terminal est un document de travail qui doit comporter des procédures, pratiques et croquis correspondant au terminal concerné. Le manuel doit être disponible pour tout le personnel concerné et dans la langue de travail retenue.

Le manuel d'exploitation du terminal doit définir les rôles et les responsabilités du personnel intervenant aux quais ainsi que les procédures associées aux situations d'urgence telles qu'un incendie, un déversement de produit ou un problème médical. Un manuel distinct d'intervention d'urgence doit être disponible pour couvrir des sujets tels que les procédures d'appel d'urgence et l'interaction avec les autorités locales, les organisations municipales d'intervention d'urgence ou d'autres organismes et organisations (Le chapitre 20 comporte des indications plus détaillées sur la planification et l'intervention d'urgence.)

Les terminaux doivent également disposer d'un processus de gestion du changement pour le traitement des écarts temporaires et afin d'apporter des modifications permanentes aux procédures fixées par le manuel d'exploitation. Ce processus doit définir le niveau d'approbation requis pour de tels écarts et modifications par rapport à une procédure définie.

L'efficacité du processus de gestion du changement doit être réexaminée conformément aux orientations de l'élément 8 du *MTMSA*, et toutes les vérifications et évaluations doivent être consignées.

15.4 Information du terminal et réglementation portuaire

Les terminaux doivent établir des procédures pour gérer l'échange d'informations entre le bateau-citerne de navigation intérieure et le terminal, avant l'accostage et/ou à l'arrivée. Ceci permet de garantir que le bateau-citerne arrivera au quai en toute sécurité et en temps opportun et que les deux parties seront prêtes à commencer les opérations.

Des informations détaillées sur les communications à l'interface bateau-citerne / terre figurent au chapitre 22. Voir aussi le chapitre 6 qui comporte des informations sur la sécurité à l'interface bateau-citerne / terre.

Le format des informations sur le terminal devrait être conforme à la brochure d'information sur les terminaux maritimes de l'OCIMF (*OCIMF Marine Terminal Information Booklet : Guidelines and Recommendations - TIB*). Ce guide fournit aux exploitants de terminaux un modèle de présentation des informations importantes relatives aux terminaux et aux ports dans une brochure, afin que le personnel des bateaux, les propriétaires de bateaux, les exploitants, les affréteurs et d'autres personnes puissent s'y référer facilement et de manière cohérente.

Le TIB peut être conservé en tant que pièce jointe au MTPQ afin de faciliter l'accès des parties prenantes et de garantir que la dernière version du TIB est toujours disponible.

15.5 Surveillance et contrôle

15.5.1 Niveaux d'effectifs

Le personnel doit être formé aux opérations qu'il est chargé d'effectuer et doit avoir connaissance de toutes les procédures de sécurité et fonctions d'urgence qui sont spécifiques au site.

Les terminaux doivent disposer d'une main-d'œuvre suffisante pour garantir que toutes les situations d'exploitation et d'urgence puissent être traitées de façon sûre, en tenant compte des aspects suivants :

- surveillance efficace des opérations ;
- dimensions de l'installation ;
- volume et type de produits manipulés ;
- nombre et dimensions des quais ;
- nombre, type et dimensions des bateaux-citernes de navigation intérieure reçus au terminal ;
- degré de mécanisation ;
- degré d'automatisation ;
- tâches de suivi du stockage par le personnel ;
- tâches de lutte contre l'incendie ;
- liaison avec les autorités portuaires et les opérateurs de terminaux avoisinants ;
- besoins en personnel pour les opérations portuaires, y compris la manipulation d'amarres et de tuyaux et bras de chargement ;

- fluctuations de la disponibilité de main-d'œuvre en raison de congés, de maladie et de formation ;
- participation du personnel en cas d'urgence et de lutte contre la pollution ;
- participation du terminal aux plans d'intervention du port, y compris l'assistance mutuelle ;
- sûreté ;
- liaison avec les autorités portuaires et les opérateurs de terminaux maritimes adjacents ou avoisinants ;
- besoins en personnel pour les opérations portuaires, y compris le pilotage, les canots d'amarrage, la manipulation d'amarres et de tuyaux.

Lors de la vérification du suivi efficace de l'interface bateau-citerne / terre, une surveillance permanente doit permettre d'éviter la survenance de situations dangereuses.

Lors de la fixation des effectifs requis, il convient de prendre en compte toutes les exigences de la réglementation locale ou nationale. Il convient aussi d'éviter une fatigue pouvant résulter de la prolongation des heures de travail ou de périodes insuffisantes de repos ou de temps libre entre les quarts.

De plus amples informations sont disponibles dans le document *Manning at Conventional Marine Terminals* de l'OCIMF.

15.5.2 Réduction des effectifs aux quais lors de la manutention de cargaison

Les exploitants de terminaux peuvent souhaiter réduire ou supprimer les effectifs aux quais durant les opérations de transfert de cargaison. Si tel est le cas, ceci ne doit pas entraîner une réduction du niveau de sécurité des normes opérationnelles, de la surveillance opérationnelle ou de la capacité d'intervention d'urgence. Le bateau-citerne doit toujours être informé avant le départ du personnel de quai et la méthode de contact doit être confirmée et acceptée.

Les connexions entre le bateau-citerne de navigation intérieure et la terre doivent être surveillées en permanence. Cela peut se faire à distance - par ex. par télévision en circuit fermé - mais suffisamment de personnel doit toujours être disponible pour prendre des mesures correctives en cas de situation dangereuse.

La supervision par des systèmes intégrant la télévision en circuit fermé doit seulement être utilisée à condition que le système soit toujours surveillé par du personnel et qu'il offre un contrôle efficace des opérations de cargaison. Ces systèmes ne pouvant pas prendre eux-mêmes des mesures correctives, ils ne doivent pas être considérés comme un substitut pour une supervision humaine à l'interface bateau-citerne de navigation intérieure / terre.

15.5.3 Contrôle des quantités durant la manutention de cargaison

Le représentant du terminal doit vérifier régulièrement la pression dans les conduites et tuyaux ou bras de chargement et comparer la quantité estimée des cargaisons chargées ou déchargées au résultat de l'estimation faite par le bateau-citerne de navigation intérieure. Une chute de pression inattendue ou de tout écart notable entre les estimations faites par le bateau-citerne de navigation intérieure et celles du terminal pourraient indiquer des fuites sur une conduite ou un tuyau et nécessiter une interruption des opérations de cargaison jusqu'à ce que des vérifications aient été faites.

15.5.4 Formation

Les terminaux doivent s'assurer que le personnel engagé dans des activités liées à l'interface bateau-citerne de navigation intérieure / terre soit formé et compétent. Le personnel doit être parfaitement familiarisé avec les sections du présent Guide qui portent sur leur lieu de travail et leurs tâches.

Le personnel doit avoir connaissance des réglementations locales, nationales et internationales ainsi que des exigences de l'autorité portuaire qui concernent les opérations au terminal et la manière dont elles sont effectuées localement.

Le MTOCT aide les gestionnaires de terminaux maritimes à s'assurer que le personnel possède les compétences nécessaires. Voir 15.1.3.

15.6 Documentation

Les terminaux doivent tenir à jour un ensemble de documents pour garantir la conformité aux règlements, procédures et bonnes pratiques. Il s'agit de disposer d'une information exhaustive sur les installations et les équipements en liaison avec la gestion de l'interface bateau-citerne de navigation intérieure / terre.

La documentation doit contenir des informations actuelles sur des points tels que :

- la réglementation ; y compris les exigences opérationnelles nationales et locales ainsi que la réglementation relative à la santé et la sécurité.
- les lignes directrices de l'industrie ; les politiques des entreprises ; la politique concernant la santé et la sécurité.
- les manuels d'exploitation ; procédures d'entretien et d'inspection ainsi que les plans et croquis du site.
- les comptes rendus des audits internes et externes ; les inspections gouvernementales ; les réunions concernant la santé et la sécurité ainsi que les autorisations de travail et les procédures locales.
- les certificats délivrés pour les équipements et les processus.

La documentation disponible sur le site doit inclure un ensemble complet de « plans tel que construit » et les spécifications des quais et des installations du terminal, y compris le rayon d'action opérationnel des bras de chargement mécaniques (*marine loading arms - MLA*) ou des tuyaux et toutes les modifications apportées depuis leur première mise en service. Cette documentation doit tenir lieu de base pour toute étude structurelle, concernant la profondeur de l'eau ou autre, menée pour inspecter la configuration des installations.

Il convient de tenir à jour un registre des équipements et des structures importants pour la sécurité d'exploitation du terminal. Cela inclut les spécifications, les bons de commande et les données de contrôle et de maintenance. Voici quelques exemples d'éléments importants :

- quai et structures d'approche sur chevalets ;
- défenses et matériel d'amarrage ;
- accès sécurisé, y compris les passerelles et tours d'accès, échelles, catwalks et mains courantes ;
- équipement de transfert de cargaison, y compris les bras et tuyaux de chargement, systèmes hydrauliques, systèmes de contrôle des émissions de vapeur (*Vapour Emission Control Systems - VECS*), systèmes de surveillance et d'alerte, systèmes d'arrêt d'urgence, grandes vannes, pompes et compteurs.

16 Opérations au terminal

Ce chapitre fournit des informations sur des procédures opérationnelles du terminal et des activités qui ont une incidence sur l'accueil et le traitement sûr des bateaux-citernes de navigation intérieure. Il s'agit notamment de l'évaluation de critères environnementaux restrictifs pour des opérations sûres et de questions concernant les moyens d'accès sûrs entre le bateau-citerne de navigation intérieure et la terre.

Les opérations soumises à des procédures spéciales sont décrites, y compris l'amarrage à couple de bateaux-citernes de navigation intérieure et le chargement et le déchargement de la cargaison en utilisant l'augmentation de la profondeur de l'eau due à la marée, appelés aussi « manutention durant la marée ».

Le chapitre comprend également une brève explication concernant les sautes de pression dans les conduites et la manière de les contrôler.

La section consacrée aux taux de débit des conduites comporte des indications sur les précautions à prendre pour contrôler la génération d'électricité statique dans les citernes de réception à bord ou à terre.

16.1 Communications avant l'arrivée

Les terminaux doivent fournir aux bateaux-citernes de navigation intérieure qu'ils accueillent à leurs quais des informations sur toutes les réglementations locales pertinentes et sur les exigences de sécurité du terminal.

Des informations détaillées sur les communications à l'interface bateau-citerne de navigation intérieure / terre figurent au chapitre 22.

16.2 Amarrage

L'équipement d'amarrage doit être adapté aux dimensions des bateaux-citernes de navigation intérieure qui viennent à quai. Le matériel fourni doit permettre à l'amarrage du bateau-citerne de maintenir le bateau le long du quai en toute sécurité dans les conditions météorologiques et de marée prévues au quai (voir le chapitre 23).

16.2.1 Équipement d'amarrage

Le terminal doit fournir des bollards d'amarrage, bites ou crochets d'amarrage aux emplacements et dimensions appropriés pour le bateau-citerne de navigation intérieure qui accoste. Lorsque l'accès à ces dispositifs d'amarrage est nécessaire depuis le bateau-citerne de navigation intérieure, il doit être conforme aux indications figurant aux sections 16.4 et 22.3.

La charge maximale d'utilisation de chaque point ou câble d'amarrage doit être connue du personnel en service au quai ou apposée sur chaque point d'amarrage.

Lorsque les câbles d'amarrage sont mis à disposition au quai, le terminal doit posséder des certificats d'essai pour ces câbles et le personnel en service au quai doit connaître leur charge maximale d'utilisation (voir le chapitre 23 relatif aux dispositifs d'amarrage du bateau-citerne).

16.3 Conditions limites d'exploitation

Pour chaque quai, les terminaux doivent établir des limites d'exploitation météorologiques définissant des seuils pour l'arrêt du transbordement de cargaison, pour la déconnexion des raccords de tuyaux à cargaison (et d'avitaillement) et pour éloigner les bateaux-citernes de navigation intérieure du quai. Cela, en tenant compte de la charge maximale d'utilisation des éléments du système d'amarrage et, le cas échéant, du rayon d'action opérationnel du bras de chargement.

Les limites d'exploitation sont normalement fondées sur les conditions environnementales ambiantes, telles que :

- la vitesse du vent et sa direction ;
- la hauteur des vagues et leur périodicité ;
- la vitesse et la direction du courant ;
- les conditions de houle qui pourraient affecter les opérations à quai ;
- les orages électriques ;
- les phénomènes environnementaux, par exemple les mascarets ou les mouvements des glaces ;
- les températures extrêmes qui pourraient affecter le chargement ou le déchargement.

Les restrictions environnementales doivent définir les limites pour :

- les manœuvres lors de l'arrivée et de l'accostage ;
- l'arrêt du chargement ou du déchargement ;
- la déconnexion des tuyaux de cargaison ou des bras de chargement ;
- le recours à un remorqueur ;
- le retrait du bateau-citerne de navigation intérieure du poste d'amarrage ;
- les manœuvres lors de l'appareillage et du départ.

Les informations relatives aux restrictions environnementales doivent être communiquées au bateau-citerne de navigation intérieure lors de la réunion précédant le transbordement de la cargaison et, le cas échéant, être officiellement enregistrées dans la liste de contrôle de sécurité (voir la section 26.3). Les prévisions météorologiques locales de routine reçues par le terminal doivent être transmises au bateau-citerne de navigation intérieure et vice versa.

Dans la mesure du possible, le terminal doit posséder son propre anémomètre installé sur son site pour mesurer la vitesse du vent. D'autres moyens peuvent être utilisés, par exemple les messages relatifs au vent diffusés par une source locale fiable telle qu'un aéroport voisin ou un autre bateau-citerne de navigation intérieure.

Des équipements pour la mesure d'autres facteurs environnementaux doivent être envisagés.

16.4 Accès bateau-citerne de navigation intérieure / terre

16.4.1 Généralités

Les moyens d'accès entre le bateau-citerne de navigation intérieure et la terre sont soumis à la réglementation nationale et/ou locale. Tous les moyens d'accès doivent satisfaire à ces normes et doivent être correctement installés par le bateau-citerne de navigation intérieure ou par le terminal, selon le cas.

Le personnel doit uniquement utiliser les moyens spécifiés pour les déplacements entre le bateau-citerne de navigation intérieure et la terre.

16.4.2 Disponibilité de l'accès bateau-citerne de navigation intérieure / terre

La responsabilité de la mise à disposition d'un accès sûr entre le bateau-citerne de navigation intérieure et la terre est partagée entre le bateau-citerne et le terminal.

Aux endroits qui accueillent fréquemment des bateaux-citernes de navigation intérieure qui sont dans l'incapacité d'utiliser leur passerelle en raison des contraintes physiques du quai ou de la nature de leur activité, le terminal doit fournir une passerelle à terre ou prendre d'autres dispositions pour garantir la sécurité de l'accès des bateaux-citernes à la terre. De manière générale, le moyen privilégié d'accès entre les bateaux-citernes de navigation intérieure et la terre est une passerelle fournie par le terminal.

Lorsque le terminal ne peut fournir les installations d'accès et que la passerelle d'un bateau-citerne de navigation intérieure est utilisée, le quai doit présenter une surface suffisante pour assurer un passage dégagé et préserver un accès sûr et pratique au bateau-citerne, quelles que soient les conditions de marée et les variations du franc-bord.

Qu'elle soit fournie par le terminal ou le bateau-citerne de navigation intérieure, la passerelle doit être soumise à des inspections dans le cadre des contrôles de sécurité bateau-citerne / terre, qui sont effectuées à intervalles réguliers tout au long du séjour du bateau à quai (voir la section 26.3).

Toutes les passerelles du bateau-citerne de navigation intérieure et du terminal doivent satisfaire aux exigences suivantes :

- passage dégagé ;
- main courante continue des deux côtés ;
- isolation électrique pour empêcher la continuité entre le bateau-citerne de navigation intérieure et la terre ;
- éclairage adéquat ;
- une inclinaison d'utilisation maximale permettant une utilisation sûre (pour les passerelles dépourvues de marches autonivelantes) ;
- des bouées de sauvetage avec une lumière et un filin, à la fois à bord du bateau-citerne de navigation intérieure et à terre.

Toutes les passerelles du terminal doivent également satisfaire aux exigences supplémentaires suivantes, le cas échéant :

- rester déportées par rapport à la ligne de quai lorsqu'elles sont en position de stockage ;
- être équipées d'un blocage pour empêcher leur déplacement en position de stockage ;
- permettre de circuler librement après le positionnement à bord du bateau-citerne de navigation intérieure ;
- posséder une alimentation de secours ou pouvoir être actionnées manuellement en cas de panne de l'alimentation électrique principale ;
- être conçues pour des conditions d'utilisation précises connues du personnel intervenant sur le quai.

16.4.3 Équipement d'accès

16.4.3.1 Passerelle du terminal

Lorsque la passerelle est fournie par le terminal, elle doit permettre de circuler en toute sécurité entre le quai et le bateau-citerne de navigation intérieure. Elle peut être similaire à celle d'un bateau-citerne de navigation intérieure.

Sur certains quais, il peut s'avérer nécessaire de prévoir un accès aux petits bateaux-citernes de navigation intérieure par un escalier intérieur situé sous le niveau de travail du quai.

16.4.3.2 Passerelle d'un bateau-citerne de navigation intérieure

La passerelle d'un bateau-citerne de navigation intérieure se compose d'une structure de franchissement droite et légère, équipée de montants et de mains courantes. La surface de marche doit être antidérapante ou des barres transversales doivent bloquer le pied lorsque la passerelle est inclinée. Elle est normalement installée perpendiculairement au côté du bateau-citerne de navigation intérieure et s'étend entre la lisse du bateau-citerne et le quai.

16.4.3.3 Échelle de coupée du bateau-citerne de navigation intérieure

Compte tenu de leur taille limitée, la plupart des bateaux-citernes de la navigation intérieure ne sont pas équipés d'échelles de coupée.

Une échelle de coupée se compose d'une structure droite et légère équipée de montants et de mains courantes, principalement destinée à l'accès à des bateaux depuis le pont principal. Les marches sont autonivelantes ou présentent une grande profondeur et sont antidérapantes. L'échelle est généralement installée parallèlement au côté du bateau-citerne de navigation intérieure sur une plate-forme rétractable fixée sur le pont du bateau-citerne. L'usage de cette échelle est restreint s'il s'agit d'accéder à la rive, parce qu'elle est fixée à son emplacement et ne peut être utilisée si le pont du bateau-citerne de navigation intérieure est situé plus bas que le quai.

16.4.4 Emplacement de la passerelle

Les moyens d'accès doivent être placés aussi près que possible des zones de logement de l'équipage et aussi loin que possible du collecteur.

Il convient de garder à l'esprit que les moyens d'accès constituent également un moyen d'évacuation. L'emplacement de chaque passerelle mobile doit faire l'objet d'une attention particulière afin de s'assurer que la passerelle offre un accès sûr à toute voie de repli depuis le quai (voir le chapitre 21).

La sécurité de l'accès doit faire l'objet d'une attention particulière lorsque la différence de niveau entre le pont du bateau-citerne et le quai est importante. Des installations spéciales doivent être disponibles sur les quais lorsque le niveau du pont du bateau-citerne de navigation intérieure peut descendre plus bas que celui du quai.

16.4.5 Filets de sécurité

Les filets de sécurité ne sont pas requis si la passerelle est fixée à la rive et comporte un système permanent de mains courantes constituées de membrures métalliques. Pour les autres types de passerelles et ceux équipés de mains courantes constituées de cordages ou de chaînes ou de montants amovibles, des filets de sécurité correctement fixés sont recommandés.

16.4.6 Maintenance de routine

Toutes les passerelles et les équipements connexes doivent être régulièrement inspectés et testés. Cette exigence doit être incluse dans le programme de maintenance planifiée du terminal. Le bon fonctionnement des passerelles à déploiement mécanique doit également être testé. Les passerelles à ajustement automatique doivent être équipées d'alarmes régulièrement testées.

16.4.7 Personnes non autorisées

L'accès au bateau-citerne de navigation intérieure doit être interdit à toute personne étrangère aux opérations à bord ou qui ne possède pas d'autorisation du conducteur du bateau-citerne. Le terminal doit limiter l'accès à la jetée ou au quai en accord avec le conducteur du bateau-citerne.

Le personnel de sécurité du terminal doit disposer d'une liste des membres d'équipage ainsi que d'une liste des visiteurs autorisés à accéder au bateau-citerne de navigation intérieure (voir aussi la section 6.4).

16.4.8 Tabagisme et alcoolémie

Le personnel en service sur un quai ou une jetée ou de quart à bord d'un bateau-citerne de navigation intérieure doit veiller à ce que personne ne s'approche de la jetée ou du quai ni ne monte à bord en fumant. Les personnes apparemment en état d'ébriété ne doivent pas être autorisées à pénétrer dans la zone du terminal ou à monter bord d'un bateau-citerne, à moins qu'elles puissent être correctement surveillées.

16.5 Amarrage à couple

L'amarrage à couple est utilisé lorsque deux ou plusieurs bateaux-citernes de navigation intérieure doivent être amarrés au même quai, la présence ou les opérations de l'un des bateaux-citernes constituant une contrainte physique pour l'autre. L'amarrage à couple est parfois utilisé pour effectuer simultanément de multiples transferts entre la rive et plusieurs bateaux-citernes au même quai. Le bateau-citerne le plus éloigné du quai peut être amarré au bateau-citerne situé le long du quai ou sur la rive et les tuyaux sont posés depuis le quai jusqu'au bateau-citerne le plus éloigné en traversant le bateau-citerne qui se trouve le long du quai. Ceci occasionne des complications considérables en termes de gestion de l'interface bateau-citerne / terre.

L'amarrage à couple à un quai doit être évité pour les opérations de cargaison, sauf si une étude technique formelle et une évaluation des risques ont été réalisées et qu'une procédure formelle et un plan de sécurité ont été établis. Avant de convenir de telles activités, toutes les parties concernées doivent au minimum s'être concertées et être parvenues à un accord sur des procédures sûres d'arrivée et de départ, la solidité de la construction du quai, les dispositifs et modalités d'amarrage, l'accès du personnel, la gestion de la sécurité opérationnelle, la responsabilité, la lutte contre l'incendie et l'appareillage d'urgence.

16.6 Opérations de cargaison utilisant la marée

Cette procédure utilise les variations de la profondeur de l'eau dues à la marée, soit pour le chargement d'un bateau-citerne de navigation intérieure jusqu'à son tirant d'eau maximal au fur et à mesure que la profondeur d'eau augmente à l'approche de la marée haute, ou pour décharger de la cargaison afin d'alléger le bateau-citerne avant que ne soit atteinte une faible hauteur d'eau due à la marée basse.

Les terminaux soumis à des restrictions de tirant d'eau et à d'importantes variations sous l'effet de la marée doivent avoir établi de procédures s'ils autorisent des opérations de déchargement ou de chargement durant la marée. Ces procédures doivent être acceptées par toutes les parties concernées avant l'arrivée du bateau-citerne de navigation intérieure.

Des procédures pour le contrôle des opérations durant la marée doivent être élaborées sur la base d'un processus exhaustif d'évaluation des risques, afin de garantir que le bateau-citerne reste à flot en toute sécurité, en tenant compte du dégagement requis sous la quille et des mesures d'urgence à prendre.

Le terminal doit obtenir l'assurance que l'équipement du bateau-citerne de navigation intérieure qui est essentiel pour l'opération, par exemple les pompes de cargaison et les moteurs principaux, sont opérationnels avant l'accostage et le demeurent lorsque le bateau-citerne est à quai durant la phase critique.

16.6.1 Déchargement utilisant la marée

Lorsqu'un bateau-citerne de navigation intérieure est tenu d'utiliser un quai alors que, en raison de son volume de cargaison, son tirant d'eau sera supérieur au tirant d'eau maximum autorisé pour ce quai, il est envisageable que le bateau-citerne accoste et décharge suffisamment de cargaison avant la prochaine marée basse, ce qui lui permettra de rester à flot. Cette procédure peut être retenue à condition que toutes les parties acceptent les risques encourus et conviennent d'appliquer des procédures d'atténuation pour s'assurer que le bateau-citerne pourra être déchargé à temps afin rester à flot ou pourra quitter le quai pour se rendre dans un endroit où il pourra rester à flot.

16.6.2 Chargement utilisant la marée

Le chargement peut être envisagé bien que le bateau-citerne de navigation intérieure ne puisse pas rester à flot durant les étapes finales de chargement au cours de la période de marée basse. Dans ce cas, le bateau-citerne doit interrompre l'opération de chargement lorsqu'il atteint le tirant d'eau maximal lui permettant de rester à flot et doit achever le chargement lorsque la marée commence à monter. Le chargement ne doit reprendre qu'à la condition que soit opérationnel l'équipement nécessaire pour que le bateau-citerne puisse quitter le quai, par ex. les machines principales. Le débit de chargement doit permettre d'achever le chargement du bateau-citerne et de disposer du temps requis pour le mesurage de la cargaison, la prise d'échantillons, les formalités administratives et l'appareillage, tout en maintenant le dégagement nécessaire sous la quille.

16.7 Opérations durant lesquelles le bateau-citerne de navigation intérieure ne reste pas à flot

De rares ports qui subissent d'importantes amplitudes de marées autorisent les bateaux-citernes de navigation intérieure à effectuer des opérations, bien que ces derniers ne soient pas en mesure de rester à flot le long du quai de manutention de cargaison. Ce type d'opération est considéré comme exceptionnel et ne doit être autorisé qu'après une évaluation globale des risques et avec la mise en œuvre de tous les mécanismes de prévention pour assurer le déroulement sûr des opérations.

Le type d'opérations pouvant être entreprises varie d'un bateau-citerne touchant le fond sur une courte période durant son séjour au quai, jusqu'au bateau-citerne qui est complètement hors de l'eau. Dans les deux cas, les points suivants, notamment, doivent être pris en compte :

- le fond de l'eau doit être plat, sans protubérances, car des points surélevés pourraient provoquer des contraintes locales ou générales sur la coque ;
- la pente du fond ne doit pas entraîner de soulèvement excessif de la structure du bateau-citerne ni provoquer une perte de stabilité lorsque le bateau-citerne touche le fond ;
- la résistance de la coque du bateau-citerne doit être suffisante pour que le bateau reste échoué sans contrainte excessive sur la structure. Ceci peut nécessiter que la conception et la structure du bateau-citerne soient améliorées afin de lui permettre de toucher le fond ou de s'échouer ;
- l'opération ne doit entraîner pour le bateau-citerne aucune perte de ses services essentiels, tels que l'apport d'eau de refroidissement pour les machines, ni de ses capacités de lutte contre l'incendie. Ceci peut nécessiter une conception particulière du bateau-citerne ;
- compte tenu de l'impossibilité de déplacer le bateau-citerne en cas d'urgence, les opérations portuaires doivent prévoir des procédures d'urgence spécifiques et la disponibilité du matériel anti-incendie approprié ;
- les plans d'urgence doivent prendre en compte le risque d'une défaillance de la structure du bateau-citerne ainsi que la nature et l'étendue de toute pollution susceptible d'en résulter.

16.8 Génération de sautes de pression dans les conduites

16.8.1 Introduction

Une saute de pression est générée dans un système de conduite en cas de modification brusque de la vitesse d'écoulement du liquide dans la conduite. Lors des opérations de chargement des bateaux-citernes de navigation intérieure, ceci peut notamment se produire dans les cas suivants :

- fermeture d'une vanne d'arrêt automatique ;
- fermeture brusque d'un clapet anti-retour sur la berge ;
- fermeture brusque d'une vanne de type papillon ;
- fermeture rapide d'une vanne actionnée électriquement.

Si la saute de pression dans la conduite provoque des tensions ou déplacements de pression qui sont supérieurs à la résistance de la conduite ou de l'un de ses composants, il est possible que se produise une rupture suivie d'un déversement important d'hydrocarbures.

16.8.2 Génération d'une saute de pression

Lorsqu'une pompe est utilisée pour déplacer un liquide d'une citerne d'alimentation à travers une conduite et une vanne jusqu'à une citerne de réception, la pression en un point quelconque du système pendant l'écoulement du liquide se caractérise par trois composantes :

- la pression sur la surface du liquide dans la citerne d'alimentation. Dans une citerne dont le creux est ouvert à l'atmosphère, cette pression est celle de l'atmosphère ;
- la pression hydrostatique du moment dans le système concerné ;
- la pression générée par la pompe. Celle-ci est la plus élevée à la sortie de la pompe et diminue en raison de la friction dans la conduite en aval de la pompe et à travers la vanne jusqu'à la citerne de réception.

De ces trois composantes, les deux premières peuvent être considérées comme étant constantes au cours de la saute de pression et il n'y a pas lieu de les prendre en compte dans la description ci-après, bien qu'elles soient toujours présentes et qu'elles contribuent à la pression totale.

La fermeture rapide de la vanne ajoute une pression transitoire sur les trois composantes, en raison de la soudaine conversion de l'énergie cinétique du liquide en mouvement en énergie de déformation, par la compression du fluide et la distension de la paroi de la conduite. Pour illustrer la séquence des événements, l'hypothèse la plus simple est présentée, à savoir la fermeture instantanée de la vanne et l'absence de distension de la conduite, la dissipation due à la friction entre le fluide et la paroi de la conduite étant ignorée. Ce cas provoque la pression la plus élevée dans le système.

Lorsque la vanne est fermée, le liquide immédiatement en amont de la vanne est arrêté instantanément.

Cela provoque une hausse de sa pression d'une valeur P . Dans tout ensemble cohérent d'unités :

$$P = \rho a v$$

où : ρ est la masse volumique du liquide.

a est la vitesse du son dans le liquide.

v est la variation de la vitesse linéaire du liquide, c'est-à-dire par rapport à son débit linéaire avant la fermeture.

L'arrêt de l'écoulement du liquide se propage en remontant dans la conduite à la vitesse du son dans le liquide et lorsque chaque partie du liquide atteint un état stationnaire, sa pression est augmentée du montant P . Par conséquent, un front de forte pression de la valeur P remonte dans la conduite à la vitesse du son et ce phénomène est appelé saute de pression.

En amont de la poussée, le liquide se déplace toujours vers l'avant et présente toujours la répartition de pression fournie par la pompe. Derrière elle, le liquide ne se déplace plus et sa pression a été augmentée en tous points de la valeur constante P . Il existe toujours un gradient de pression en aval de la poussée, mais une série continue d'ajustements de la pression dans cette partie de la conduite permet finalement d'obtenir une pression uniforme dans tout le liquide stationnaire. Ces ajustements de pression se transmettent aussi à travers le liquide à la vitesse du son.

Lorsque la poussée atteint la pompe, la pression à la sortie de la pompe (en ignorant les composantes atmosphériques et hydrostatiques) est la somme de la surpression P et de la pression de sortie de la pompe au débit zéro (en supposant l'absence d'inversion du flux), puisque que le débit à travers la pompe a cessé. Le processus d'équilibrage de la pression se poursuit en aval de la pompe.

Dans cet exemple qui est le pire possible, si la pression n'est pas abaissée d'une manière ou d'une autre, le résultat est une onde de pression qui oscille à travers toute la longueur de la conduite. La magnitude maximale de l'onde de pression est la somme de P et de la pression de sortie de la pompe au débit zéro. Le dernier réglage de la pression pour atteindre cet état quitte la pompe dès que la poussée initiale atteint la pompe et descend jusqu'à la vanne à la vitesse du son. Un cycle d'onde de pression prend donc un temps $2L/a$ à partir de l'instant de la fermeture de la vanne, où L est la longueur de la conduite et a est la vitesse du son dans le liquide. Cet intervalle de temps est appelé la période de la conduite.

Dans cette description simplifiée, le liquide subit en tout point de la conduite une brusque augmentation de la pression d'un montant P suivie d'une nouvelle augmentation plus lente mais néanmoins rapide, jusqu'à ce que la pression atteigne la somme de P et de la pression de sortie de la pompe à débit zéro.

Dans des circonstances réelles, la fermeture de la vanne n'est pas instantanée et la surpression peut quelque peu s'atténuer en traversant la vanne pendant que celle-ci se ferme. Il en résulte que l'ampleur de l'augmentation de la pression est moindre que dans l'exemple susmentionné et que le front de la pression est moins fort.

À l'extrémité amont de la conduite, une légère baisse de pression peut se produire à travers la pompe, ce qui permet également de diminuer la pression maximale atteinte. Si le délai réel de fermeture de la vanne est plusieurs fois supérieur à la période de la conduite, la baisse de pression à travers la vanne et la pompe est importante et il est improbable que survienne une situation dangereuse.

En aval de la vanne, un processus analogue est déclenché lorsque la vanne est fermée, mais, comme le liquide est mis dans un état stationnaire, il se produit une chute de pression qui se déplace vers l'aval à la vitesse du son. Toutefois, la chute de pression est souvent atténuée par la génération de gaz par le liquide, de sorte qu'en principe des effets graves ne surviennent pas immédiatement, bien que l'éclatement des bulles de gaz puisse générer des ondes de choc semblables à celles en amont de la vanne.

16.9 Évaluation des sautes de pression

16.9.1 Délai réel de fermeture de la vanne

Afin de déterminer si une saute de pression importante est susceptible de se produire dans un système de conduites, la première étape consiste à comparer le temps nécessaire à la vanne pour se fermer au temps nécessaire pour la période de la conduite.

Le délai réel de fermeture, c'est-à-dire la période durant laquelle le débit est diminué rapidement, est généralement nettement inférieur au temps total de déplacement de la tige de vanne. Il est fonction de la conception de la vanne, qui détermine la relation entre l'orifice de passage de la vanne et la position de la tige. Une réduction significative du débit est généralement obtenue uniquement lors de l'obturation du dernier quart ou moins de l'orifice de passage de la vanne.

Si le délai de fermeture réel de la vanne est inférieur ou égal à la période de la conduite, le système est susceptible de subir d'importantes sautes de pression. Des sautes d'une ampleur moindre mais toujours significative sont possibles lorsque le délai réel de fermeture de la vanne est supérieur à la période de la conduite, mais ils deviennent négligeables lorsque le délai réel de fermeture de la vanne est plusieurs fois supérieur à la période de la conduite.

16.9.2 Calcul de la pression totale dans le système

Dans un système ordinaire de manutention d'hydrocarbures liquides entre le bateau-citerne de navigation intérieure et la terre, où la citerne à terre est ouverte à l'atmosphère, la pression maximale subie par la paroi de la conduite en tout point au cours d'une saute de pression correspond à la somme de la pression hydrostatique, de la pression de débit de la pompe au débit zéro et de la saute de pression. Les deux premières de ces pressions sont généralement connues.

Si le délai réel de fermeture de la vanne est inférieur ou égal à la période de la conduite, la valeur de la surpression dans la détermination de la pression totale au cours de la poussée doit être P , calculée comme indiqué ci-dessus à la section 16.8.2. S'il est un peu supérieur à la période de la conduite, une valeur plus petite peut être utilisée à la place de P et, comme déjà indiqué, la surpression devient négligeable si le délai de fermeture réel de la vanne est plusieurs fois supérieur à la période de la conduite.

16.9.3 Conception globale du système

Dans la pratique, il peut être nécessaire de prendre en compte un système conçu de manière plus complexe. Dans cette section, le cas simple d'une seule conduite a été considéré. Ainsi, il peut être nécessaire de prendre en compte les effets combinés des vannes en parallèle ou en série. Dans certains cas, l'effet de saute de pression peut s'en trouver augmenté. Ceci peut se produire avec deux conduites en parallèle si la fermeture de la vanne sur une conduite augmente le débit dans l'autre conduite avant cette dernière ne soit fermée à son tour. Toutefois, le maniement correct des vannes en série sur une conduite peut limiter les sautes de pression.

Les pressions transitoires produisent des forces dans le système de conduites qui peuvent entraîner d'importants déplacements de conduites, ruptures de conduite, dommages aux supports et dommages aux machines et autres équipements connectés. Cela signifie que la conception doit prendre en compte la réponse structurelle du système de tuyauterie aux charges induites par les liquides résultant de la pression et de l'élan des liquides. En outre, des restrictions sont généralement nécessaires pour éviter des dommages résultant de mouvements importants de la conduite elle-même. Un facteur important lors du choix des systèmes de fixation est que la conduite est souvent constituée de longues sections de tuyaux droits qui vont se dilater considérablement sous les charges thermiques. Les restrictions doivent tenir compte de cette dilatation thermique et absorber les forces des sautes de pression sans exercer une force excessive sur la conduite.

16.10 Réduction du risque de saute de pression

16.10.1 Précautions générales

Si, à la suite des calculs résumés dans la section 16.9, la pression potentielle totale dépasse ou est proche de la résistance de chaque élément du système de conduites, il est recommandé d'obtenir des conseils d'experts. Lorsque des vannes manuelles sont utilisées, les procédures d'exploitation appropriées permettent en principe d'éviter les problèmes de sautes de pression. Il est important qu'une vanne située à l'extrémité d'une longue conduite ne soit pas fermée brusquement à contre-courant et que toutes les modifications des réglages des vannes soient effectuées lentement.

Lorsque des vannes motorisées sont installées, plusieurs mesures peuvent être prises pour atténuer le problème :

- réduire le débit linéaire, c'est-à-dire le taux de transfert de la cargaison, à une valeur qui rendra acceptable une probable saute de pression ;
- augmenter le délai réel de fermeture des vannes. De manière générale, le délai de fermeture totale doit être d'environ 30 secondes et de préférence davantage. La vitesse de fermeture de la vanne doit être régulière et reproductible, même si ceci peut s'avérer difficile si des vannes à retour par ressort ou à actionneur sont nécessaires pour garantir que les vannes reviennent en position de sécurité fermée. Une réduction plus uniforme du débit peut être obtenue en accordant une attention particulière à la conception de l'orifice de passage de la vanne ou par l'utilisation d'un actionneur de vanne qui permet une vitesse de fermeture très lente pour l'obturation des environ 15 % restants de l'orifice de passage ;
- utiliser un système de protection contre la surpression, un réservoir d'équilibrage ou des dispositifs similaires qui absorbent rapidement les effets de la saute de pression.

16.10.2 Limitation du débit pour éviter le risque d'une saute de pression provoquant des dommages

Dans le contexte opérationnel, la longueur de la conduite et, très souvent, les délais de fermeture de la vanne sont fixes, de sorte que la seule précaution concrète contre les conséquences d'une fermeture trop rapide effectuée par inadvertance est le bon fonctionnement des vannes et/ou la limitation du débit linéaire des hydrocarbures à une valeur maximale fixée en fonction de la surpression maximale admissible.

16.11 Contrôle du débit des conduites en tant que précaution statique

16.11.1 Généralités

Les procédures de sécurité pour le transfert de cargaisons accumulatrices de charges électrostatiques exigent que les débits linéaires de la cargaison dans les conduites soient gérés, à la fois à terre et à bord, de manière à éviter la génération de charges électrostatiques lors du transfert de la cargaison (voir le chapitre 3).

16.11.2 Exigences relatives au contrôle du débit

La génération d'électricité statique est maîtrisée en limitant à 1 m/sec le débit à l'entrée de la citerne au début du chargement. Des débits de transfert correspondant à des débits de 1 m/sec en utilisant des conduites de différents diamètres peuvent être déterminés d'après le Tableau 11.1. (voir aussi la section 11.1.7.3.)

Une fois que la cargaison a recouvert l'orifice d'entrée de la citerne, le débit de transfert peut être augmenté pour atteindre le taux maximum admissible de débit linéaire tel que déterminé par le diamètre de la conduite la plus étroite dans le système de tuyauterie du bateau-citerne de navigation intérieure ou à terre, en retenant le taux le plus faible (voir la section 11.1.7.8).

16.11.3 Contrôle des débits de chargement

Étant donné que les différents bateaux-citernes de navigation intérieure nécessitent des débits de chargement variables pour répondre à leurs besoins en termes de débit maximum, les terminaux doivent être en mesure de contrôler efficacement le taux de pompage des bateaux-citernes qui viennent charger à leurs quais.

De même, si les terminaux souhaitent que le bateau-citerne de navigation intérieure décharge sa cargaison dans des citernes vides à terre, il peut s'avérer nécessaire d'utiliser du matériel de contrôle ou de mesurage du débit afin de s'assurer que les débits dans les conduites à terre et aux entrées de la citerne ne soient pas dépassés, en particulier durant la phase initiale de remplissage d'une citerne.

16.11.4 Déchargement dans les installations à terre

Lors du déchargement d'hydrocarbures accumulateurs de charge électrostatique dans des citernes à terre, le débit initial doit être limité à 1 m/sec, au moins jusqu'à ce que l'entrée de la citerne à terre soit couverte de manière suffisante pour limiter les turbulences.

Sur une entrée latérale (entrée horizontale), l'entrée est considérée comme étant suffisamment couverte si la distance entre le haut de l'entrée et la surface libre est supérieure à 60 cm. Une entrée pointant vers le bas est considérée comme suffisamment couverte si la distance entre l'extrémité inférieure du tuyau et la surface libre est supérieure au double du diamètre d'entrée. Une entrée pointant vers le haut peut nécessiter une distance beaucoup plus grande pour limiter les turbulences. Dans les citernes à toit flottant, le faible débit initial doit être maintenu jusqu'à ce que le toit soit flottant. Les mêmes exigences s'appliquent aux citernes à toit fixe munies de flotteurs intérieurs.

17 Systèmes et équipements du terminal

Ce chapitre décrit l'équipement qui est fourni par le terminal à l'interface bateau-citerne de navigation intérieure / terre, y compris les équipements de défenses, de levage, d'éclairage, de métallisation et de mise à la masse.

La nécessité pour le bateau-citerne de navigation intérieure et la terre de demeurer électriquement isolés et les moyens de réaliser cet isolement sont particulièrement soulignés.

17.1 Matériel électrique

La classification des zones de danger pour l'installation ou l'utilisation de matériel électrique dans un terminal est décrite à la section 4.4.2.

Les terminaux doivent veiller à ce que tout équipement électrique soit fourni conformément à un croquis de classification électrique propre au site, faisant apparaître les zones de danger du quai en plan et en élévation.

Les terminaux doivent identifier les zones et déterminer le type d'équipement pouvant être installé dans chaque zone. La réglementation nationale, les normes internationales et les directives spécifiques de l'entreprise, le cas échéant, doivent toutes être respectées. Un système d'entretien planifié doit porter sur l'intégrité continue des équipements installés et garantir qu'il est conforme aux exigences de la zone.

Le personnel qui effectue l'entretien d'équipements situés dans les zones de danger doit être formé et certifié comme étant compétent pour effectuer ces travaux. La certification peut être obtenue par voie interne ou conformément aux exigences des organismes de réglementation. Toute la maintenance électrique doit être effectuée sous le contrôle d'un système d'autorisation de travail (voir la section 19.1.3).

17.2 Défenses

Les systèmes de défenses de chaque quai doivent être adaptés à la gamme de dimensions et de types des bateaux-citernes de navigation intérieure qui utilisent le quai et doivent résister aux charges prévues sans occasionner de dommages aux bateaux-citernes. Leur conception doit tenir compte de la manière dont le quai est utilisé. Il convient d'éviter le contact de métal à métal. Lorsque le terminal ne fournit pas de défenses, l'équipage doit être autorisé à utiliser les défenses du bateau.

Lors du calcul de l'énergie d'accostage qui doit être absorbée par le système de défenses, la vitesse à laquelle un bateau-citerne de navigation intérieure s'approche du quai est le facteur le plus important. Cette énergie est calculée en fonction de la masse et du carré de la vitesse ($E = \frac{1}{2} mv^2$) (voir la section 15.6.2.).

L'écartement des défenses doit permettre au bateau-citerne de navigation intérieure d'accoster au quai avec les défenses sur les côtés parallèles du bateau-citerne et ceci quels que soient le franc-bord et la hauteur de la marée.

Le terminal doit aviser les conducteurs des bateaux-citernes de navigation intérieure et le personnel intervenant sur le quai de la vitesse maximale d'approche autorisée pour chaque quai, sachant que celle-ci est souvent difficile à estimer.

17.3 Équipement de levage

17.3.1 Inspection et entretien

Tous les équipements utilisés pour le levage des équipements de manutention de cargaison et/ou des moyens d'accès doivent être examinés au moins une fois par an et soumis à un essai de charge au moins tous les cinq ans, voire plus fréquemment si la réglementation locale ou de la société l'exige.

Les équipements devant être testés et contrôlés comprennent :

- grues de manutention des tuyaux de cargaison, mâts de charge, bossoirs et portiques ;
- passerelles et les grues et bossoirs connexes ;
- grues de bras de chargement de cargaison ;
- grues et bossoirs de stockage ;
- élingues, chaînes de levage, delta plates, platines à œil et manilles ;
- palans à chaîne, treuils manuels et autres dispositifs mécaniques ;
- ascenseurs pour le personnel et monte-charges.

Les tests doivent être effectués par un technicien ou une autorité qualifiés et l'équipement doit être clairement marqué de leur charge maximale d'utilisation, de leur numéro d'identification et de la date du test.

Les terminaux doivent veiller à ce que l'entretien soit intégralement effectué conformément aux instructions du fabricant et à ce qu'il fasse partie du système planifié de maintenance du terminal.

Si un équipement certifié est modifié ou réparé, il doit de nouveau être testé et certifié avant d'être remis en service.

Tout équipement défectueux doit être immédiatement retiré du service et seulement remis en place après sa réparation, son test et, le cas échéant, sa nouvelle certification.

17.3.2 Formation à l'utilisation de matériel de levage

Tout le personnel utilisant le matériel de levage doit être officiellement formé à son utilisation. De plus amples informations sont disponibles dans le *Marine Terminal Operator Competence and Training Guide (MTOCT)* de l'OCIMF.

17.4 Éclairage

Les terminaux doivent disposer d'un niveau d'éclairage garantissant que toutes les activités à l'interface bateau-citerne de navigation intérieure / terre puissent être menées à bien en toute sécurité dans l'obscurité.

Les zones de travail désignées pour le chargement et le déchargement de cargaison doivent disposer d'un niveau d'éclairage de 50 lux au minimum, ou être conformes aux réglementations locales ou nationales. La norme européenne 12464-2 et le *Code of Safe Working Practices for Merchant Seafarers (COSWOP)* de la *Maritime and Coastguard Agency (MCA)* du Royaume-Uni contiennent de plus amples informations à ce sujet.

Afin de garantir la sécurité des opérations, les autres zones de travail à l'extérieur de la zone du collecteur doivent disposer d'un niveau d'éclairage adéquat qui répond au minimum aux réglementations locales et nationales. Une attention particulière doit être accordée à l'éclairage des zones suivantes :

- les zones de travail du quai ou les musoirs de jetées ;
- les voies d'accès ;
- l'accès aux bateaux-citernes et aux terminaux ;
- les périmètres de quai ou de jetée ;
- les débarcadères ;
- les ducs d'Albe d'amarrages et les passerelles ;
- les escaliers de portiques montés ;
- les voies d'évacuation d'urgence.
- l'éclairage de l'eau à proximité du quai pour détecter des fuites et d'éventuelles embarcations non-autorisées.

L'éclairage doit être inclus dans le plan d'inspection et d'entretien du terminal.

17.5 Isolation électrique bateau-citerne de navigation intérieure / terre

17.5.1 Généralités

Les différences éventuelles de potentiel électrique entre le bateau-citerne de navigation intérieure et le quai impliquent un risque d'arc électrique au niveau du collecteur durant le branchement et le débranchement du tuyau ou du bras de chargement à terre. Pour se protéger contre ce risque, le bateau-citerne de navigation intérieure doit disposer d'un moyen d'isolement électrique à l'interface bateau-citerne / terre. Ce moyen doit être fourni par le terminal.

Il convient de souligner que la problématique des courants électriques entre le bateau-citerne et la terre n'est pas identique à celle de l'électricité statique, traitée au chapitre 3.

17.5.2 Courants électriques du bateau-citerne à la terre

De forts courants peuvent circuler dans les conduites et systèmes de tuyaux flexibles conducteurs d'électricité entre le bateau-citerne de navigation intérieure et la terre. Les sources de ces courants sont :

- la protection cathodique du quai ou de la coque du bateau-citerne assurée soit par un système de protection cathodique à courant imposé ou par des anodes sacrificielles ;
- des courants vagabonds dus aux différences de potentiel galvanique entre le bateau-citerne et la terre ou de fuites sur des sources d'énergie électrique.

Un bras de chargement ou de déchargement entièrement métallique constitue une liaison à très faible résistance entre le bateau-citerne et la terre et il existe un réel danger de formation d'un arc incendiaire lorsqu'un fort courant qui en résulte est soudainement interrompu lors de la connexion ou déconnexion du bras au collecteur du bateau-citerne de navigation intérieure.

Des arcs similaires peuvent se produire avec des tuyaux flexibles comportant des connexions métalliques entre les brides de chaque longueur de tuyau.

Pour éviter tout flux électrique entre un bateau-citerne et un quai lors de la connexion ou déconnexion du tuyau ou du bras de chargement à terre, l'exploitant du terminal doit s'assurer que les sections de tuyaux à cargaison et les bras métalliques soient équipés d'une bride isolante. Une solution alternative pour les tuyaux flexibles est d'inclure dans chaque section une longueur d'un seul tenant de tuyau non conducteur sans métallisation interne.

Cette résistance bloque complètement la circulation de courant vagabond à travers le bras de chargement ou les sections de tuyau. En outre, l'ensemble du système reste mis à la masse, soit au bateau-citerne ou à la rive.

Tout élément métallique sur le côté eau par rapport à la section d'isolement doit posséder une continuité électrique avec le bateau-citerne ; tout élément métallique sur le côté terre doit posséder une continuité électrique avec le système de mise à la masse du quai. Ceci assure la discontinuité électrique entre le bateau-citerne et la terre. Ceci évite aussi la formation d'un arc électrique lors de la connexion et déconnexion.

La bride isolante ou la longueur d'un seul tenant de tuyau non conducteur ne doivent pas être court-circuités par contact avec un élément métallique externe. Par exemple, une bride métallique située sur le côté eau par rapport à la bride isolante ou au tuyau d'un seul tenant ne doit pas entrer en contact avec la structure du quai, ni directement ni par l'intermédiaire de l'équipement de manutention du tuyau.

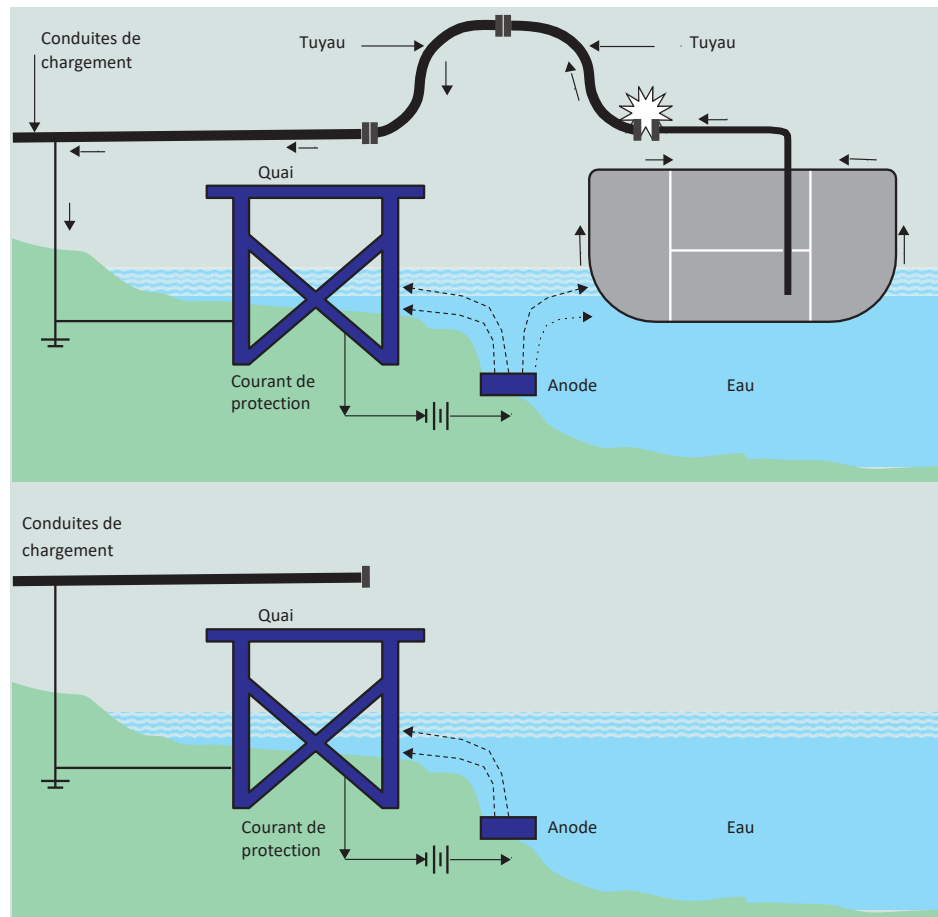


Figure 17.1 : Courants vagabonds dus à la protection cathodique

Il est à noter que les exigences concernant l'utilisation de brides isolantes ou d'une longueur de tuyau assurant une discontinuité électrique s'appliquent également à la connexion pour la récupération des vapeurs.

Dans le passé, il était habituel de relier les systèmes du bateau-citerne de navigation intérieure et de la terre au moyen d'un fil de métallisation via un commutateur ignifuge, avant que ne soit effectuée la connexion pour la cargaison. Ce fil de métallisation était maintenu en place jusqu'à la déconnexion des dispositifs de transfert de cargaison. L'utilisation de ce fil de métallisation ne concernait pas les charges électrostatiques. Il s'agissait d'une tentative de court-circuiter les systèmes de protection cathodique / électrolytique entre le bateau-citerne et la terre et de réduire suffisamment la tension entre le bateau-citerne et la terre pour que les courants dans les tuyaux ou les bras métalliques soient négligeables. Toutefois, en raison de la présence de forts courants et de la difficulté pour assurer une résistance électrique suffisamment faible dans le fil de métallisation entre le bateau-citerne et la terre, cette méthode a été jugée inefficace pour l'objectif visé et a elle-même créé un risque de sécurité. L'utilisation de fils de métallisation entre le bateau-citerne et la terre n'est pas recommandée (voir la section 17.5.4.).

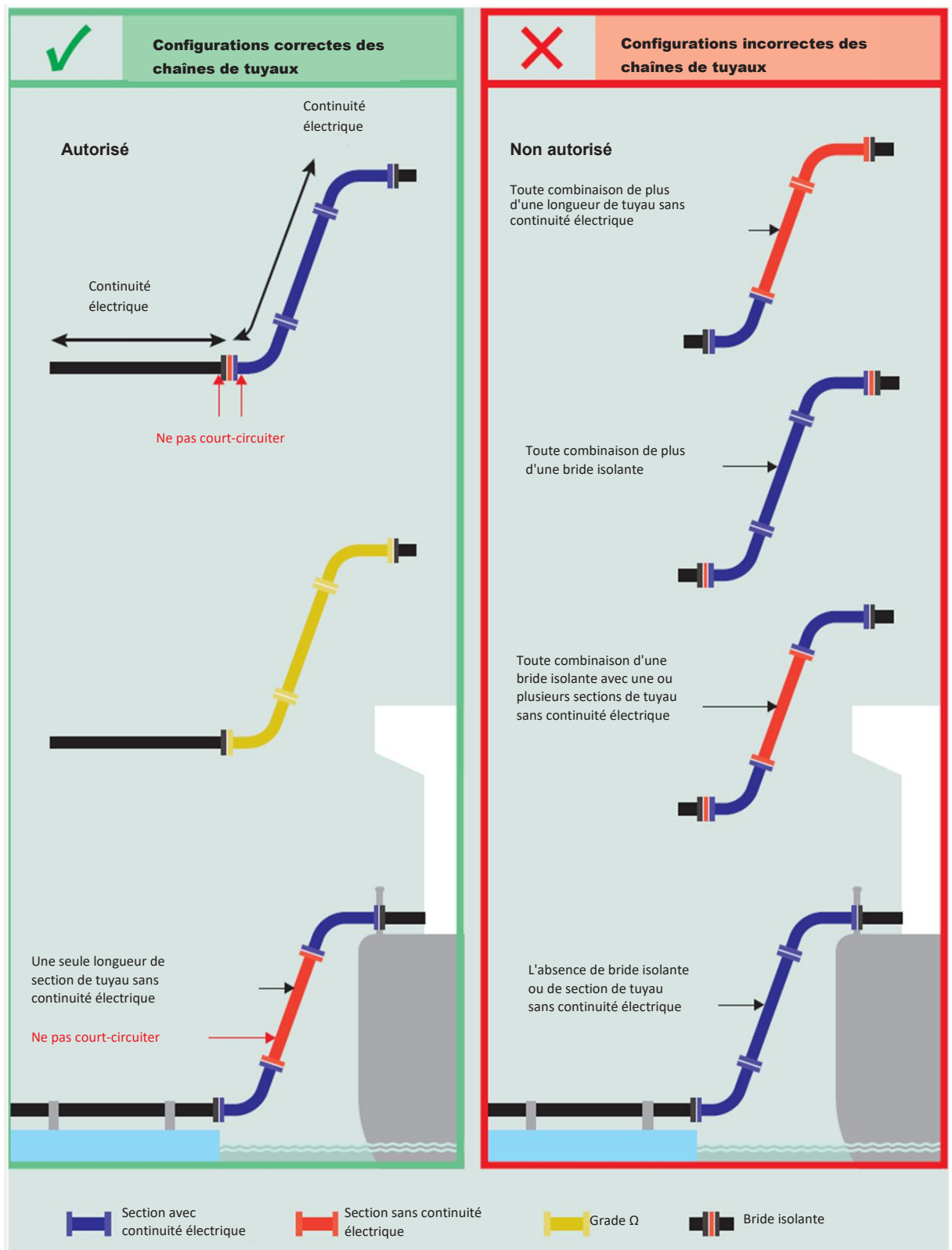


Figure 17.2 : Configuration des tuyaux pour l'isolation électrique

Un flux de courant peut également passer par tout autre chemin électriquement conducteur entre le bateau-citerne et la terre, par exemple des câbles d'amarrage, une échelle métallique ou une passerelle. Ces connexions peuvent être isolées pour éviter d'épuiser le système de protection cathodique du quai par la charge supplémentaire de la coque du bateau-citerne. Toutefois, il est très peu probable qu'une atmosphère inflammable soit présente à ces endroits pendant que le contact électrique est établi ou interrompu.

L'arrêt des systèmes de protection cathodique de type courant imposé (exigés par certaines réglementations nationales et locales), soit à terre ou à bord du bateau-citerne, n'est pas considéré comme une méthode appropriée pour réduire les courants entre les bateaux-citernes et la terre en l'absence d'une bride isolante ou d'un tuyau isolant. Un quai qui assure la manutention d'une succession de bateaux-citernes de navigation intérieure nécessiterait d'arrêter cette protection cathodique presque continuellement et perdrait sa résistance à la corrosion. En outre, si le système du quai reste en fonctionnement, il est probable que la différence de potentiel entre les bateaux-citernes et la terre sera moindre si le bateau-citerne conserve également sous tension son système de protection cathodique. En tout état de cause, la polarisation dans un système de courant imposé nécessite de nombreuses heures pour s'amenuiser après l'arrêt du système, de sorte que le bateau-citerne serait privé de sa pleine protection, non seulement à l'approche du quai, mais déjà sur une longue période précédant l'arrivée au quai.

17.5.3 Sans objet

17.5.4 Câbles de métallisation bateau-citerne de navigation intérieure / terre

Un câble de métallisation entre le bateau-citerne de navigation intérieure et la terre ne remplace pas la nécessité d'une bride isolante ou d'un tuyau isolant tels que décrits ci avant. L'utilisation d'un câble de métallisation entre le bateau-citerne et la terre pouvant être dangereuse, les aspects suivants doivent être pris en considération.

Bien que les dangers potentiels de l'utilisation d'un câble de métallisation entre le bateau-citerne de navigation intérieure et la terre soient largement reconnus, certaines réglementations nationales et locales sont encore susceptibles d'exiger le raccordement d'un câble de métallisation. Il est à noter que la version révisée des « Recommandations relatives au transport des cargaisons dangereuses et des activités connexes dans les zones portuaires » de l'OMI invite les autorités portuaires à décourager l'utilisation de fils de métallisation entre les bateaux-citernes et la terre et à appliquer la recommandation concernant l'utilisation d'une bride isolante, tel que décrit à la section 17.5.2 ci-avant.

Si un câble de métallisation est exigé, il doit être préalablement inspecté afin de s'assurer qu'il est en bon état à la fois sur le plan mécanique et électrique. Le point de connexion du câble doit être suffisamment éloigné de la zone du collecteur. Un commutateur, monté en série avec le câble de métallisation et d'un type approprié pour une utilisation en zone de danger 1 doit toujours être disponible sur le quai. Il est important de veiller à ce que le commutateur soit toujours en position « arrêt » avant le branchement ou débranchement du câble.

Le commutateur ne doit être fermé qu'une fois que le câble est correctement fixé et en contact avec le bateau-citerne de navigation intérieure. Le câble doit être fixé avant que ne soient connectés les tuyaux de cargaison et ne doit être retiré qu'après la déconnexion de tous les tuyaux.

17.5.5 Bride isolante

Une bride isolante est conçue pour éviter un arc électrique provoqué en présence d'une faible tension, mais de circuits de fort courant (généralement inférieurs à un volt, mais pouvant atteindre environ cinq volts avec des courants susceptibles d'atteindre plusieurs centaines d'ampères) qui existent entre les bateaux-citernes et la terre en raison des courants vagabonds, de la protection cathodique et de cellules galvaniques. Deux types de brides isolantes sont généralement utilisés dans les terminaux maritimes : la bride isolante traditionnelle (voir la Figure 17.3) et la bride isolante en nylon coulé (voir la Figure 17.4), aucune des deux n'étant destinée à protéger contre la haute tension, mais seulement contre les éventuelles étincelles de faible intensité.

Par conséquent, même si la résistance de la bride descend au-dessous des 1000 ohms mentionnés à la section 17.4.5.2, par exemple en raison de la présence de glace, de dépôts de sel ou de résidus de produit, tout flux de courant sera toujours limité à quelques milliampères, car la différence de potentiel à travers la bride sera bien inférieure à celle requise pour générer un arc lors de la connexion ou déconnexion du bras ou du tuyau de chargement. À l'inverse, il est difficile de mettre à la terre un circuit à basse tension et à courant élevé avec un câble de métallisation, même si le câble utilisé présente une résistance très faible. Les résistances totales des connexions du circuit de câble et d'un dispositif de commutation, combinées à la présence d'un très fort courant, vont empêcher que la différence de potentiel entre le bateau-citerne et la terre ne devienne nulle et vont rendre ce circuit inefficace en tant que moyen d'éliminer des courants dans le bras et tuyaux de chargement du bateau-citerne ou du terminal. Dans le contexte de l'isolation électrique, le terme bride isolante est utilisé par analogie à d'autres guides du secteur maritime, mais le terme bride d'isolation peut également être utilisé.

17.5.5.1 Précautions

Il est recommandé que la bride isolante soit mise à disposition par le terminal (côté terre) plutôt que par le bateau-citerne et, lors de l'installation de la bride isolante, il convient de prendre en considération les aspects suivants :

- lorsque la connexion entre le bateau-citerne et le terminal est entièrement flexible, tel est le cas avec un tuyau, la bride isolante devrait idéalement être placée à l'extrémité du quai, où elle ne risque pas d'être touchée. Les tuyaux flexibles doivent toujours être suspendus ou soutenus par des matériaux non conducteurs afin de garantir que les raccords de tuyau à tuyau ne reposent pas sur le quai ni sur autre structure susceptible de rendre inefficace la bride isolante ;
- au lieu d'une bride isolante traditionnelle, un joint de bride isolante en nylon moulé peut être utilisé ou boulonné entre deux longueurs de tuyau et/ou de brides conductrices d'électricité. L'avantage du joint à bride isolante en nylon moulé par rapport à une bride isolante est le large espace entre les conducteurs, qui le rend moins susceptible d'une défaillance en raison de la présence de saleté, de l'accumulation de sel ou de l'humidité. L'élément de raccordement non conducteur est également facile à installer ou à remplacer ;
- lorsque la connexion comporte à la fois une partie flexible et un bras métallique, la bride isolante doit être reliée au bras métallique ;
- pour tous les bras métalliques, il convient de veiller à ce que la bride ne soit pas court-circuitée par des haubans ;
- l'emplacement de la bride isolante doit être clairement indiqué.

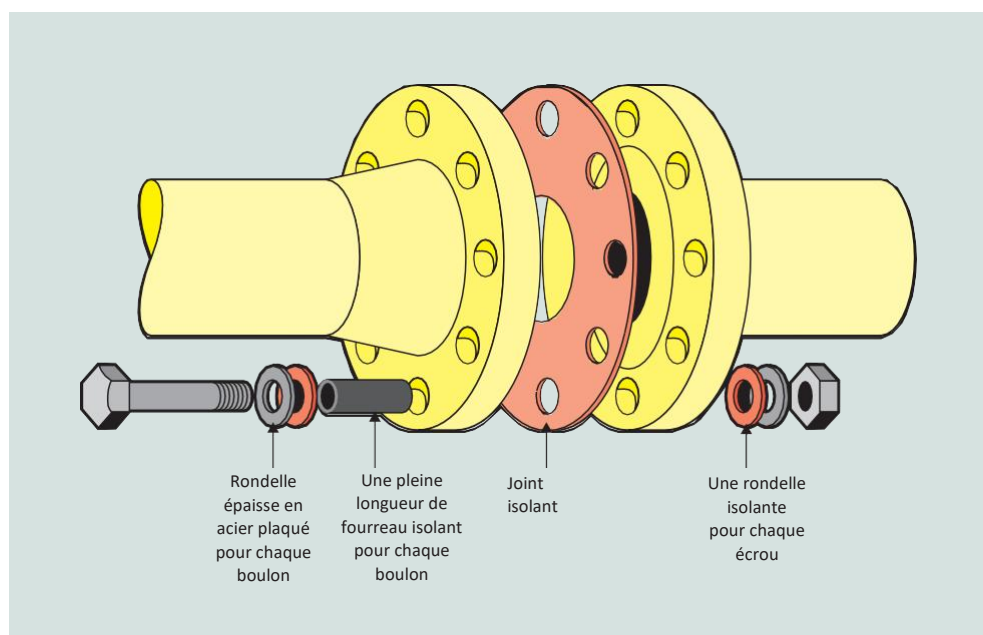


Figure 17.3 : joint de bride isolante commun

Bien que les deux types de brides isolantes soient efficaces et que leur utilisation soit une pratique acceptée dans l'industrie pour le transfert en toute sécurité de la cargaison du bateau à la terre, la bride isolante en nylon coulé présente un avantage par rapport à la bride isolante traditionnelle, car elle offre un espace supplémentaire entre les deux brides de raccordement. Cela présente un avantage en cas de défaillance, cette dernière se produisant généralement lorsque de la saleté ou de l'humidité s'accumule entre les deux brides conductrices, contournant ainsi le joint plus fin d'une bride isolante traditionnelle.

Toutefois, le joint à bride isolante en nylon moulé présente l'inconvénient d'être plus lourd que la bride isolante traditionnelle, ce qui ajoute du poids au niveau du joint et peut contribuer à un rayon de courbure plus serré du tuyau au niveau du joint d'interface en raison d'une perte de flexibilité. Cela ne contribue pas nécessairement à provoquer plus rapidement une défaillance du tuyau, mais l'exploitant du terminal doit en être conscient et le prévoir dans le programme d'inspection et d'entretien lorsque sont manipulés des tuyaux munis de ce joint.

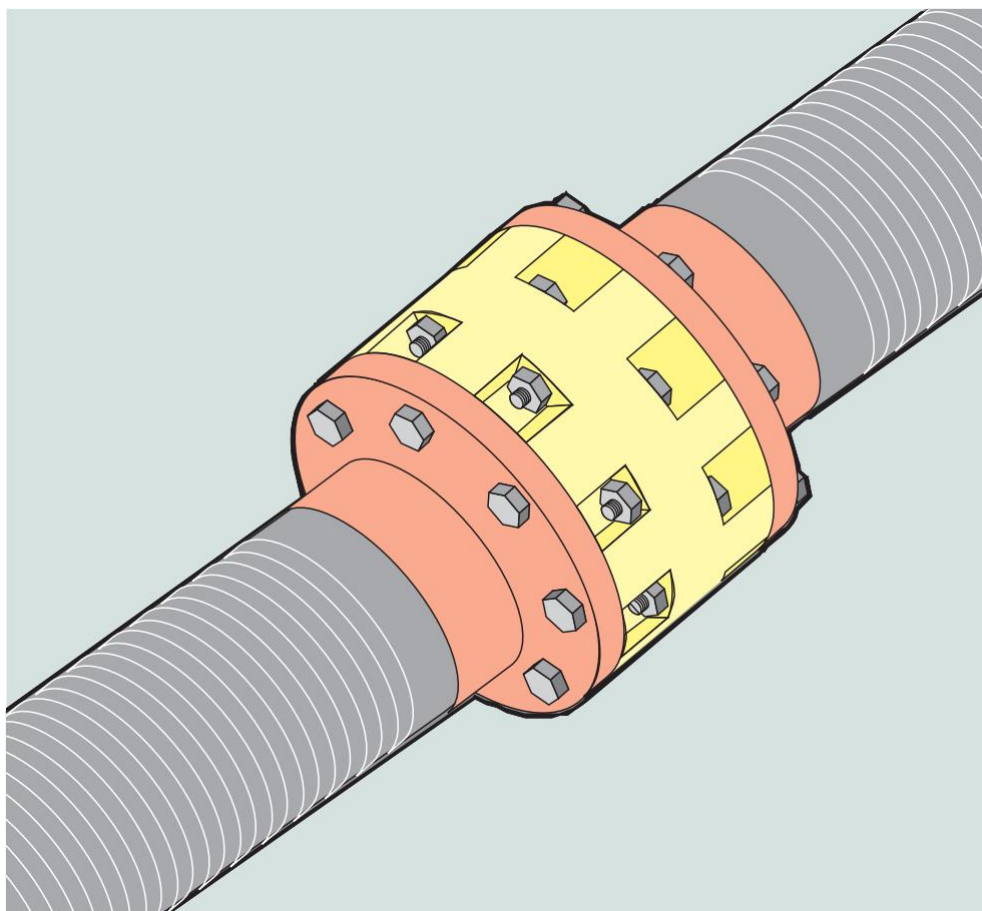


Figure 17.4 : Joint de bride isolante en nylon coulé

17.5.5.2 Essai des brides isolantes

Une bride isolante est conçue pour empêcher la formation d'arcs électriques provoqués par la tension qui peut exister entre le bateau-citerne et le terminal en raison de courants vagabonds et d'autres phénomènes électriques. Ces tensions sont généralement inférieures à un volt, mais peuvent aller jusqu'à cinq volts. En l'absence d'une bride isolante (ou d'un autre élément limitant le passage du courant, tel qu'un tuyau discontinu), cette tension peut donner lieu à un courant important entre le bateau-citerne et le terminal. Ce flux de courant peut provoquer la formation d'arcs électriques, créant un risque d'explosion en cas de présence d'hydrocarbures.

Même si la résistance de la bride diminue en raison de la présence de glace, de dépôts de sel ou de résidus de produit, tout flux de courant doit toujours être limité à quelques milliampères, ce qui est considéré comme suffisamment faible pour éviter la formation d'arcs électriques lors de la connexion ou de la déconnexion du bras ou du tuyau de chargement :

- les brides isolantes doivent être inspectées et testées au moins une fois par an, mais des tests plus fréquents devraient être effectués en fonction des résultats d'une évaluation des risques (voir le chapitre 4). Les facteurs à prendre en considération lors de la détermination de la fréquence des tests doivent inclure le risque de détérioration due à leur exposition à l'environnement, à leur usure et aux dommages subis lors de leur manipulation ;
- avant le test, la sécurité de l'atmosphère doit être confirmée par des mesurages de l'atmosphère ;
- la bride isolante doit être propre et exempte de peinture ;
- des mesurages doivent être effectués entre le tuyau métallique situé côté terre de la bride isolante et l'extrémité du tuyau ou bras métallique suspendus librement. La valeur mesurée après le test doit être supérieure à 1000 ohms. Une résistance plus faible peut indiquer des dommages ou une détérioration de l'isolant ;
- le terminal doit consigner tous les tests effectués sur toutes les brides isolantes.

Historiquement, aucune valeur maximale de résistance n'a été spécifiée. Toutefois, pour éviter l'accumulation d'électricité statique, un maximum de 1 000 000 ohms, conformément à la « Pratique recommandée 2003 » de l'American Petroleum Institute (API), peut être approprié si la bride doit être utilisée avec un produit à faible conductivité (accumulateur d'électricité statique).

Les testeurs d'isolation classiques sont dotés d'une tension d'essai sélectionnable par l'utilisateur, par exemple 1 000/500/250 volts CC. La tension d'essai est normalement choisie en fonction de la tension nominale de l'équipement testé. Étant donné que cela ne s'applique pas aux brides isolantes et que la résistance acceptable peut être aussi faible que 1 000 ohms, ces instruments ne conviennent pas pour les tests de routine dans les terminaux. Cependant, ils peuvent être utilisés pour des essais de type dans un environnement propre, par ex. dans l'atelier du fabricant, où il n'y aura pas de contamination de la bride et où les résultats des relevés pour l'isolation seront beaucoup plus élevés. Les tests de routine doivent être effectués à une tension plus faible, mieux adaptée à la valeur de résistance attendue.

Lorsqu'un tuyau ou bras de chargement est en service, il n'est pas recommandé d'utiliser un testeur d'isolation dont la tension d'alimentation est supérieure à 50 volts CC (nominal). Des tensions d'essai plus élevées peuvent donner lieu à des résultats trompeurs à de faibles résistances, en raison des fuites capacitatives. Toutefois, pour garantir la précision et la répétabilité, il est recommandé d'utiliser des testeurs d'isolation conçus pour les tests de routine, plutôt que des multimètres portatifs. Des testeurs d'isolation fonctionnant à 50 volts CC sont disponibles dans le commerce, mais ils ne doivent être utilisés qu'après s'être assuré de l'absence d'hydrocarbures. Si des hydrocarbures sont détectés, que ce soit à l'extérieur ou à l'intérieur du tuyau, une évaluation des risques doit être effectuée avant de réaliser le test.

Il n'est pas recommandé d'utiliser des multimètres portatifs pour les tests de routine de la résistance des brides d'isolation, étant donné que la tension appliquée lors de la mesure de la résistance est similaire à celle généralement présente à l'interface bateau-citerne/terminal. Cela ne peut être considéré comme un véritable test du niveau d'isolation et il existe un risque que les dommages et la détérioration ne soient pas identifiés, puisque la résistance mesurée pourrait potentiellement être supérieure à celle qui serait obtenue en utilisant un testeur d'isolation spécialement conçu à cet effet. Dans tous les cas, la tension d'essai appliquée ne doit pas être inférieure à cinq volts CC (nominal).

17.5.5.3 Sécurité

Les tests doivent être effectués avec des instruments et méthodes choisies pour leur compatibilité avec toute zone de danger à l'emplacement de la bride. Lorsque le test d'une bride isolante est effectué dans une zone de danger avec un équipement d'essai qui n'est pas certifié pour une utilisation dans une telle zone, le test doit être effectué sous le contrôle d'une autorisation de travail (voir le chapitre 4).

17.6 Mise à la terre et métallisation au terminal

La mise à la terre et la métallisation limitent les dangers liés :

- aux défauts entre des conducteurs sous tension et des éléments métalliques qui ne sont pas sous tension ;
- aux décharges atmosphériques (foudre) ;
- à l'accumulation de charges électrostatiques.

La mise à la terre est réalisée par la création d'un chemin continu de faible résistance électrique entre un corps conducteur et la masse de la terre. La mise à la terre peut se produire directement grâce à un contact avec la terre ou l'eau, ou elle peut être effectuée délibérément par une connexion électrique entre l'objet et la terre.

La métallisation se produit lorsqu'un chemin de continuité électrique est créé entre les objets conducteurs. La métallisation peut être effectuée entre deux ou plusieurs objets sans mise à la terre, mais le plus souvent la mise à la terre assure la métallisation, la masse de la terre agissant en tant que connexion électrique. La métallisation peut aussi être assurée en boulonnant entre eux des corps métalliques afin d'établir la continuité électrique, ou par la pose d'un conducteur de métallisation supplémentaire entre ces corps.

La plupart des dispositifs de mise à la terre et de métallisation destinés à protéger contre les défaillances électriques ou la foudre sont installés en permanence sur des pièces de l'équipement qu'ils protègent et leurs caractéristiques doivent être conformes aux normes nationales de l'État concerné ou à des règles établies par les sociétés de classification, selon le cas.

La résistance acceptable dans le système de mise à la terre dépend du type de risque qu'il est nécessaire d'éviter. Pour protéger les systèmes et équipements électriques, la valeur de résistance est choisie de manière à assurer le bon fonctionnement du dispositif de protection (par exemple, un coupe-circuit ou un fusible) dans le circuit électrique. Pour la protection contre la foudre, la valeur dépend de la réglementation nationale et elle est généralement dans la gamme de 5 à 25 ohms.

17.7 Contrôle de vigilance (disjoncteur de sécurité)

Le disjoncteur de sécurité est un disjoncteur qui est actionné automatiquement lorsqu'un opérateur n'assure plus sa fonction. Dans certains terminaux, ce disjoncteur est installé pour protéger les opérations de chargement ou de déchargement. En principe, si le disjoncteur de sécurité n'est pas réinitialisé à intervalles réguliers, une alarme est activée. Si cette alarme n'est pas prise en compte après le délai prévu, les opérations de cargaison sont automatiquement arrêtées.

Si un système de contrôle de vigilance est installé, il est recommandé :

- que le disjoncteur puisse être commandé à distance ;
- que, si le contrôle à distance n'est pas possible, le bouton « continuer » soit placé dans une boîte portative à bord du bateau-citerne, de manière à être facilement accessible, mais éloigné de l'interface bateau/terre ;
- que le bouton « continuer » soit clairement marqué pour éviter toute confusion avec d'autres boutons ou commutateurs du terminal ;
- que l'alarme de vigilance ne puisse pas déclencher la fermeture automatique de la vanne du terminal au cours du déchargement du bateau-citerne, en raison de la saute de pression qui pourrait en résulter ;
- que, pour les bateaux certifiés pour une surveillance depuis de la timonerie ou une salle de contrôle, le contrôle de vigilance soit si possible placé à cet endroit.

18 Équipement de manutention de la cargaison

Ce chapitre décrit les bras de chargements et tuyaux flexibles utilisés pour établir la connexion entre le bateau-citerne de navigation intérieure et la terre. Il décrit les équipements et comporte des recommandations concernant leur fonctionnement, entretien, inspection et essai. S'ils ne sont pas correctement conçus et entretenus, ces équipements constituent un maillon faible susceptible de compromettre l'intégrité du système de cargaison.

18.1 Bras de chargement mécaniques

18.1.1 Rayon d'action opérationnel

Tous les bras de chargement mécaniques possèdent un rayon d'action opérationnel, qui prend en compte les éléments suivants :

- fourchette de niveau d'eau au quai ;
- franc-bord maximum et minimum du plus grand et plus petit des bateaux-citernes de navigation intérieure pour lesquels le quai a été conçu ;
- retrait maximum et minimum des collecteurs par rapport au bord du pont ;
- limites des modifications de la position horizontale dues à la dérive et de distance ;
- espacement minimum et maximum en cas d'opérations effectuées avec d'autres bras sur le quai.

Les limites de ce rayon d'action opérationnel doivent être bien comprises par les opérateurs du quai. Les systèmes de bras métalliques doivent comporter une indication visuelle du rayon d'action opérationnel et/ou être équipés d'alarmes signalant une distance ou dérive excessive.

La personne en charge des opérations sur le quai doit s'assurer que les collecteurs du bateau-citerne soient maintenus en conformité avec le rayon d'action opérationnel à tous les stades du chargement et du déchargement. À cet effet, le ballastage ou déballastage du bateau-citerne peut être nécessaire (voir aussi la section 11.6).

18.1.2 Forces sur les collecteurs

La plupart des bras de chargement mécaniques sont contrebalancés, de sorte qu'aucun poids autre que celui du liquide contenu dans le bras ne soit appuyé sur le collecteur. Étant donné que le poids de l'hydrocarbure contenu dans le bras peut être considérable (en particulier pour les bras de grand diamètre), il peut être utile de prévoir pour ce poids un support ou un vérin fourni par le terminal.

Quelques bras sont équipés de vérins intégrés qui sont utilisés pour éviter une surcharge du collecteur du bateau-citerne due au poids du bras ou à d'autres forces extérieures, telles que le vent.

Les terminaux doivent disposer d'informations détaillées concernant les forces exercées sur le collecteur du bateau-citerne par chaque bras de chargement. En cas de doute, ces informations doivent être facilement accessibles sur le quai.

La formation de l'opérateur du quai doit inclure la bonne fixation et le fonctionnement des bras de chargement. Les opérateurs doivent être conscients des conséquences d'une utilisation inappropriée susceptible de générer des forces excessives sur le collecteur du bateau-citerne.

Lorsque des supports ou vérins sont utilisés, ils doivent être installés de sorte qu'ils s'appuient directement sur le pont ou un autre support solide. Ils ne doivent jamais être placés sur des appareils ou équipements qui ne sont pas suffisamment résistants ou qui ne sont pas destinés à supporter la charge.

Certains bras contrebalancés sont légèrement alourdis à l'arrière pour compenser l'adhérence d'hydrocarbures et pour faciliter le retour du bras à la position d'arrêt sans utiliser de force lorsqu'ils sont libérés du collecteur du bateau-citerne. En outre, dans certaines positions, le bras peut exercer une force ascendante sur le collecteur. Pour ces deux raisons, les collecteurs doivent être protégés contre les forces ascendantes.

18.1.3 Restrictions concernant le collecteur du bateau-citerne de navigation intérieure

Le matériau, le support et la longueur en porte-à-faux du collecteur d'un bateau-citerne, ainsi que l'écartement des sorties adjacentes, doivent être vérifiés pour s'assurer de leur compatibilité avec les bras. La meilleure pratique consiste à faire en sorte que les brides du collecteur soient placées verticalement et parallèlement au côté du bateau-citerne. Le nombre de bras pouvant être connectés dépend parfois de l'espacement des sorties du collecteur, les interférences entre les bras voisins devant être évitées. Dans la plupart des cas, les collecteurs en fonte seront soumis à une force excessive, à moins que des vérins ne soient utilisés. Il convient de ne pas utiliser de réducteurs ni de bobines en fonte (voir la section 24.6.3). Dans certains cas, des réducteurs et/ou des éléments de bobine en fonte sont installés de façon permanente sur les conduites du bateau-citerne. Si tel est le cas, les supports ou vérins doivent être placés directement sur le pont ou sur un autre support solide. Une connexion directe sur une vanne en fonte doit toujours être évitée.

18.1.4 Remplissage involontaire de bras stationnés

Les bras de chargement sont généralement vides lorsqu'ils sont stationnés et bloqués, mais un remplissage par inadvertance peut se produire. Le blocage de stationnement ne doit être retiré qu'après la vérification du bras pour s'assurer qu'il est vide, afin d'éviter le risque de faire chuter un bras de chargement rempli sur le pont du bateau-citerne.

18.1.5 Formation de glace

La formation de glace a une incidence sur l'équilibre du bras. La glace doit être retirée du bras avant le retrait du blocage de stationnement.

18.1.6 Coupleurs mécaniques

Pour assurer une bonne étanchéité, la plupart des coupleurs mécaniques nécessitent que la bride du collecteur du bateau-citerne soit lisse et exempte de rouille. Des précautions doivent être prises lors de la connexion d'un coupleur mécanique pour s'assurer qu'il soit bien centré sur la bride du collecteur et que toutes les griffes ou cales tirent sur la bride. Si des joints toriques sont utilisés au lieu de joints, ceux-ci doivent être renouvelés pour chaque opération.

18.1.7 Forces du vent

La charge du vent sur le bras de chargement métallique peut exercer une force excessive sur les bras et les collecteurs du bateau-citerne. Le terminal doit fixer des limites de vent appropriées pour l'exploitation. Dans les terminaux dans lesquels le vent peut atteindre une force critique, une surveillance étroite de la force et de la direction du vent doit être assurée en permanence. Si les limites de vent sont approchées, les opérations doivent être suspendues et les bras doivent être drainés et déconnectés.

18.1.8 Précautions lors de la connexion et déconnexion des bras

En raison du risque de mouvements imprévus des bras lors de la connexion et de la déconnexion, qu'ils soient sous tension ou non, les opérateurs doivent veiller à ce que tout le personnel se tienne bien à l'écart des bras en mouvement et ne se place pas entre un bras en mouvement et la structure du bateau. Lors de la connexion manuelle du bras de chargement, il est recommandé d'y fixer deux cordes pour contrôler le mouvement de l'extrémité de connexion.

18.1.9 Précautions pendant que les bras sont connectés

Les précautions suivantes doivent être prises pendant que les bras de chargement sont connectés :

- l'amarrage doit être contrôlé fréquemment par le personnel du bateau-citerne et du quai et doit être retendu si nécessaire, afin de garantir qu'aucun mouvement du bateau-citerne ne dépasse la limite du rayon d'action opérationnel du bras métallique ;
- si des alarmes de dérive ou d'écartement se déclenchent, toutes les opérations de transfert doivent être arrêtées et des mesures correctives doivent être prises ;

- les bras doivent pouvoir suivre les mouvements du bateau-citerne. Des précautions doivent être prises pour s'assurer que les blocages hydrauliques ou mécaniques ne peuvent pas être verrouillés par inadvertance ;
- les bras ne doivent pas s'entraver mutuellement ;
- les vibrations excessives doivent être évitées.

18.1.10 Coupleur mécanique de déverrouillage de secours

Un coupleur mécanique de déverrouillage de secours (*powered emergency-release coupling- PERC*) est un dispositif hydraulique qui assure la déconnexion rapide d'un bras de chargement mécanique en cas d'urgence ou lorsque le rayon d'action opérationnel d'un bras de chargement est dépassé. Une vanne de chaque côté du point de déconnexion permet de limiter les déversements. Lors de la déconnexion, depuis la terre, la partie inférieure du couplage et sa vanne restent fixées au collecteur du bateau-citerne de navigation intérieure, tandis que la partie supérieure et sa vanne restent fixées au bras de chargement, qui peut alors librement s'éloigner du bateau-citerne.

Le système de déverrouillage de secours est déclenché comme suit :

- automatiquement, lorsque le bras atteint la limite spécifiée. Des alarmes se déclenchent généralement ;
- manuellement, à partir du tableau de commande central à terre ;
- manuellement, en utilisant des vannes hydrauliques en cas de perte de l'alimentation électrique à terre.

Les vannes du système de déverrouillage de secours situées au-dessus et en dessous du coupleur de déverrouillage de secours sont hydrauliquement ou mécaniquement verrouillées afin de s'assurer qu'elles se ferment entièrement avant le déclenchement du coupleur de déverrouillage de secours.

Une fois que la déconnexion d'urgence a été déclenchée, les vannes situées à côté du coupleur de déverrouillage de secours actionné se ferment rapidement (généralement en moins de cinq secondes) et par conséquent des précautions doivent être prises pour éviter une saute de pression (voir la section 16.8). Les terminaux mettent généralement à disposition des dispositifs de contrôle de pression à cet effet, mais si tel n'est pas le cas, des procédures d'exploitation spéciales peuvent s'avérer nécessaires.

Une attention particulière doit être accordée aux boulons de transport ou à d'autres moyens d'immobilisation du PERC pendant le balancement vers/depuis le bateau. Seul le personnel qualifié du terminal doit contrôler ces dispositifs.

18.2 Tuyaux de cargaison

18.2.1 Généralités

Les tuyaux de transfert de cargaison peuvent être de plusieurs types, par exemple en caoutchouc, en composite et en métal, et peuvent être utilisés pour différentes opérations (à quai, de bateau à bateau, flottant) et pour le transfert de différents produits pétroliers. Cette section comprend des recommandations spécifiques pour les tuyaux de cargaisons de produits pétroliers, mais les utilisateurs doivent toujours consulter les normes de fabrication des tuyaux qui sont applicables et les indications du fabricant.

Les tuyaux à cargaison pour les produits pétroliers doivent être conformes aux spécifications de standards reconnus ou doivent être recommandés par l'OCIMF ou par des fabricants reconnus de tuyaux. Les tuyaux doivent être d'une classe et d'un type approprié pour les conditions d'utilisation et de fonctionnement envisagées.

Des tuyaux spéciaux sont nécessaires pour les cargaisons à haute et basse température. Les recommandations des fabricants figurent dans la norme BS 13482 : Tuyaux et flexibles en caoutchouc pour asphalte et bitume et dans la norme BS 4089 : Spécification pour les tuyaux métalliques pour les gaz de pétrole liquéfiés et les gaz naturels liquéfiés.

Les informations relatives aux tuyaux de cargaison qui figurent dans les sections ci-après résument la teneur des normes BS EN 1765 Flexibles en caoutchouc pour chargement et déchargement des produits pétroliers et BS EN 13765 Tuyaux et flexibles thermoplastique multicouches (non vulcanisés) pour le dépotage d'hydrocarbures, solvants et produits chimiques. Ces informations donnent des indications générales concernant les tuyaux pouvant être fournis pour les opérations normales de manutention de cargaisons.

18.2.2 Types et utilisations

Pour un usage normal, il existe quatre principaux types de tuyaux en caoutchouc, en composé de caoutchouc ou en composite :

Intérieur rugueux (R)	Lourd et robuste, avec une doublure intérieure soutenue par une spirale en fil d'acier. Il est utilisé pour la manutention de la cargaison aux quais des terminaux. Un tuyau similaire est conçu pour un usage sous-marin et flottant. Tous les tuyaux de type R sont conducteurs électriquement.
Intérieur rugueux et armé (A)	En plus d'une spirale interne en fil d'acier zingué, il doit comporter une spirale externe d'un matériau similaire. Les tuyaux de type A sont conducteurs électriquement et peuvent être plus légers et plus flexibles que les tuyaux de type R.
Intérieur lisse (S)	Utilisé pour les opérations sur les quais, où la flexibilité et la légèreté sont importantes
Léger (L)	Utilisé pour le déchargement, les transferts de bateau à bateau et l'avitaillement, où la flexibilité et la légèreté sont des facteurs importants.

Les tuyaux de type S et L peuvent être conducteurs d'électricité ou non. Les tuyaux de type S et L, conducteurs électriquement, sont subdivisés en deux grades, le grade M et le grade Ω .

Les tuyaux de grade M sont connectés électriquement, avec une résistance maximale de 100 ohms entre les raccords des extrémités. Les tuyaux de grade Ω sont conducteurs d'électricité et la résistance entre les raccords des extrémités peut atteindre un million d'ohms. Les tuyaux de grade Ω sont parfois décrits comme semi-continus en raison de leur résistance volontairement plus élevée. Il convient toutefois de noter que la norme BS EN1765:2016 ne prévoit aucune exigence de résistance minimale pour le grade Ω .

Il existe plusieurs types de tuyaux spéciaux dont la structure de base est identique, mais qui sont modifiés pour des usages ou des services spécifiques. Il s'agit notamment de tuyaux sous-marins ou de tuyaux destinés à être utilisés dans des chaînes de tuyaux flottants.

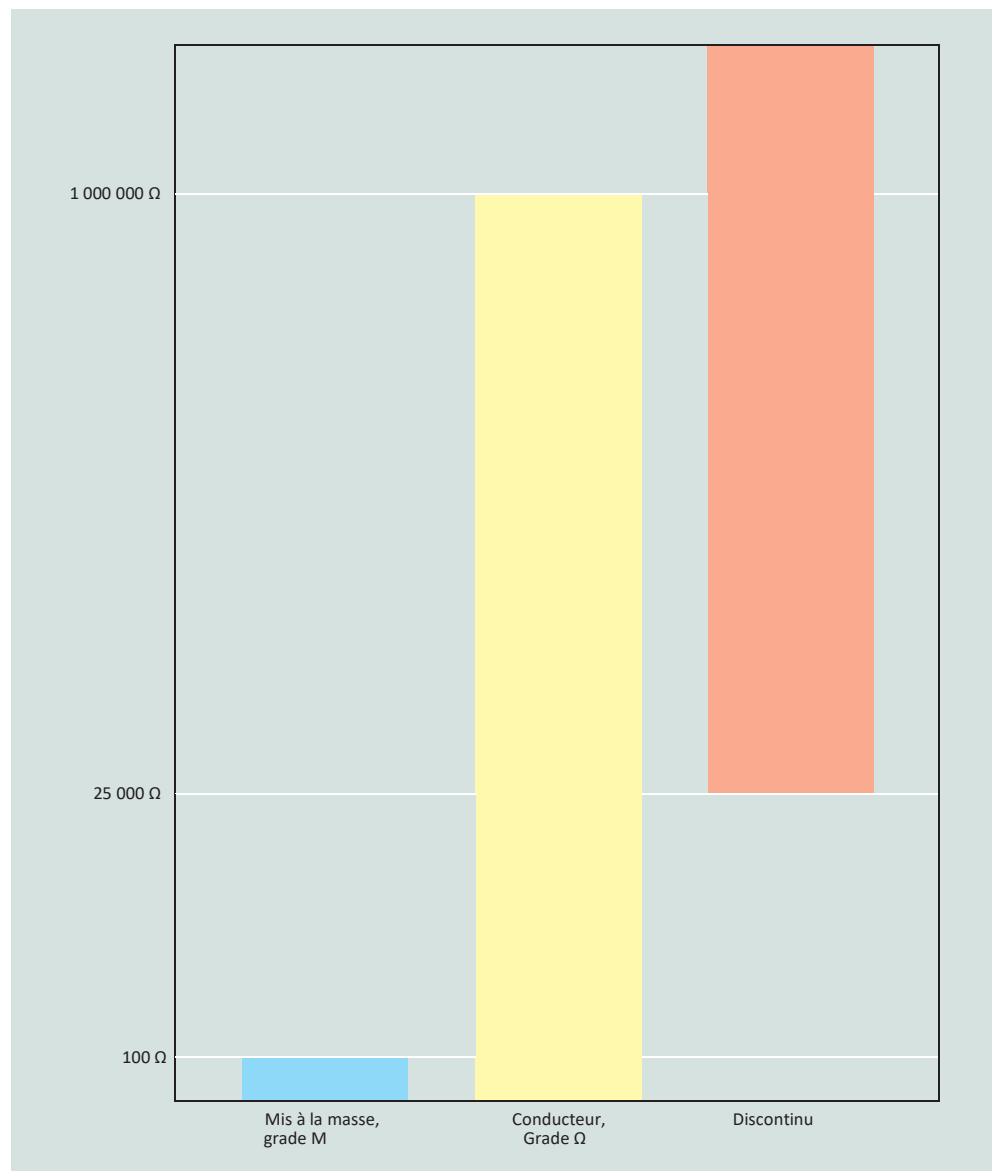


Figure 18.1 : Différences de résistance entre les tuyaux de grade M, de grade Ω et les tuyaux discontinus

Tuyaux en matériau composite

Les types spécifiques de tuyaux en matériau composite sont généralement choisis en fonction des propriétés de la cargaison pour laquelle ils seront utilisés. Les utilisateurs doivent consulter le fabricant pour obtenir des indications concernant la compatibilité du tuyau et de la cargaison.

Les tuyaux en matériau composite peuvent être utilisés pour le transfert de certaines cargaisons d'hydrocarbures, mais ils sont susceptibles de ne pas convenir pour les cargaisons à haute viscosité. Ils sont généralement plus souples et plus légers que les tuyaux en caoutchouc. Les tuyaux en matériau composite sont fabriqués avec des matériaux tels que :

- hélices en fil de fer galvanisé, à revêtement ou en acier inoxydable ;
- revêtement en polypropylène (PP), polytétrafluoroéthylène (PTFE) ou polyéthylène téréphtalate ;
- revêtement en polyester enduit de PVC résistant aux UV et aux produits chimiques ;
- hélices extérieures galvanisées ou en acier inoxydable.

Les utilisateurs de ces tuyaux doivent s'assurer qu'ils comprennent ces différences.

18.2.3 Performances

Les tuyaux en caoutchouc, en composé de caoutchouc ou en matériau composite sont généralement fabriqués pour des produits ayant une température minimale de -20 °C et maximale de +82 °C, et une teneur en hydrocarbures aromatiques ne dépassant pas 50 %. Ces tuyaux peuvent normalement être exposés au soleil et à des températures ambiantes allant de -29 °C à +52 °C.

18.2.4 Marquage

18.2.4.1 Tuyaux en caoutchouc

Chaque longueur de tuyau doit être marquée par le fabricant, conformément à la norme BS EN1765 :

- nom ou la marque du fabricant, par exemple XXX ;
- identification avec la spécification du standard et de sa date pour la fabrication, par exemple EN 1765 : 2016 ;
- type et désignation, par exemple A15 ;
- rugosité nominale, par ex. 75 ;
- pression de service maximale, par ex. 15 bar ;
- symbole d'identification de la conductivité électrique, par exemple M et Ω respectivement (pour les types S et L uniquement) ;
- trimestre et année de fabrication, par exemple 2T-2015 ;
- numéro de série du fabricant, par exemple 005.

Exemple : XXX/EN1765:2016/A15/75/15bar/ Ω /2Q2017/005

Les assemblages électriquement discontinus doivent également porter la mention « électriquement discontinu ». Ces marquages doivent être permanents et durables.

Après l'essai, la valeur de l'allongement temporaire doit être peinte lisiblement à chaque extrémité du tuyau à des emplacements diamétralement opposés.

18.2.4.2 Tuyaux en matériau composite

Chaque tuyau doit porter un marquage permanent à un intervalle d'un mètre au maximum, avec des lettres d'une hauteur minimale de 10 mm, fournissant au moins les informations suivantes :

- nom ou la marque d'identification du fabricant, par exemple XXX ;
- numéro et année de la norme, par exemple EN 13765:2018 ;
- identification du type de tuyau, par exemple type 2 ;
- diamètre interne, par exemple 40 mm ;
- pression de service maximale, par ex. 10 bar ;
- plage de température d'utilisation, par exemple de -30 °C à 80 °C ;
- matériau de la couche interne de la barrière étanche aux liquides, comme indiqué dans la norme EN ISO 1043-1, par exemple PP (polypropylène) ;
- trimestre et année de fabrication, par exemple 2T-2015.

Exemple XXX/EN13765:2016/type 2/40/10bar/-30 °C à 80 °C/PP/4Q2017

En outre, chaque tuyau en matériau composite doit porter à une extrémité un marquage permanent sur la virole avec :

- nom ou marque d'identification du fabricant ;
- numéro de série du tuyau ;
- pression de service maximale autorisée (PSMA) du tuyau ;
- date d'essai du tuyau ;
- trimestre et année de fabrication du tuyau.

18.2.5 Débit d'écoulement

Le débit d'écoulement maximal admissible pour un tuyau est limité par la fabrication du tuyau et son diamètre. Les recommandations et la certification du fabricant du tuyau comportent des précisions.

Les vitesses d'écoulement acceptables pour les tuyaux en caoutchouc sont généralement comprises entre 15 et 21 m/s. La vitesse d'écoulement autorisée pour un tuyau à haute vitesse peut atteindre 25 m/sec.

Les vitesses d'écoulement recommandées pour les tuyaux en matériau composite sont plus faibles en raison de la présence à l'intérieur d'une spirale en fil de fer soutenant la structure du tuyau, ce qui entraîne des pertes de vitesse par frottement beaucoup plus importantes. Avec ce type de tuyau, des vitesses plus élevées risquent de déloger le fil de fer interne. Les vitesses typiques sont de 7 à 9 m/s.

La vitesse maximale d'écoulement est souvent déterminée par la tuyauterie interne du bateau-citerne ou du terminal et dépend de la nature du produit (voir les sections 11.1.7 et 7.3.3.2).

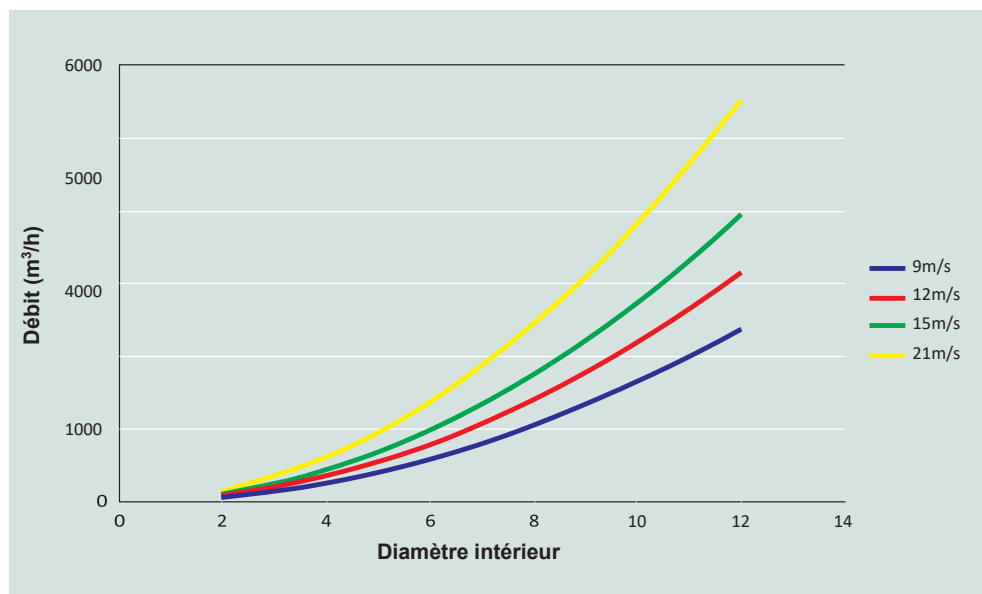


Figure 18.2 : Débit maximal pour une vitesse d'écoulement et un diamètre intérieur donnés

18.2.6 Exigences relatives à l'inspection, aux essais et à l'entretien des tuyaux à cargaison

18.2.6.1 Généralités

Les tuyaux en service doivent faire l'objet d'un contrôle documenté au moins annuellement, afin de confirmer que leur état permet de continuer à les utiliser.

Les tuyaux doivent être retirés du service en fonction de critères définis (voir la section 18.2.6.5).

Tous les tuyaux doivent être certifiés, adaptés à l'usage prévu, en bon état physique et avoir été soumis à un essai de pression. Un registre de tous les certificats de tuyaux doit être conservé et mis à la disposition des parties concernées qui en font la demande.

18.2.6.2 Examen visuel

Un examen visuel doit être effectué avant chaque utilisation et consiste à examiner les éléments suivants :

- examen du tuyau pour détecter des irrégularités du diamètre extérieur, par exemple, un vrillage ;
- examen de l'enveloppe du tuyau pour détecter des renforcements endommagés ou apparents ou une déformation permanente ;
- examen des raccords aux extrémités pour détecter des signes de dommages, un desserrage ou un mauvais alignement ;
- examen du revêtement intérieur, le cas échéant ;
- examen du revêtement extérieur pour vérifier si des coupures, entailles ou abrasions ont pénétré jusqu'à une barrière étanche aux liquides ;
- recherche de zones écrasées ou pliées, de fissures longitudinales ou de renflements.

En outre, pour les tuyaux en matériau composite

- angle d'inclinaison et espacement entre les enroulements de la spirale extérieure en fil de fer, corrosion excessive, rouille ou écaillage sur les fils.

Un tuyau présentant l'un des défauts énumérés ci-dessus doit être retiré du service pour un contrôle plus détaillé, afin de déterminer si son utilisation peut se poursuivre. Lorsqu'un tuyau est retiré du service suite à un contrôle visuel, la raison et la date du retrait doivent être consignées.

18.2.6.3 Essai de pression hydrostatique

Les tuyaux doivent subir un test hydrostatique pour vérifier leur intégrité. Les intervalles entre les essais doivent être fixés suivant l'intensité de l'utilisation, mais ne doivent jamais être supérieurs à douze mois. Les intervalles de test doivent être raccourcis pour les tuyaux utilisés pour la manutention de produits particulièrement agressifs ou de produits présentant des températures élevées, ainsi que pour les tuyaux relativement anciens.

Si la pression nominale d'un tuyau a été dépassée, il doit être retiré et testé à nouveau avant sa prochaine utilisation.

Les utilisations de chaque tuyau doivent être consignées. La méthode recommandée pour les essais est la suivante :

Tuyaux en caoutchouc

1. Disposez le tuyau en ligne droite sur un support plat qui permet au tuyau de bouger librement lorsque la pression d'épreuve est appliquée. Effectuez un essai de continuité électrique.
2. Obturez le tuyau en boulonnant des plaques d'obturation aux deux extrémités, une plaque étant équipée d'une connexion à la pompe à eau et l'autre étant équipée d'une vanne manuelle pour relâcher l'air à travers un évent. Remplissez le tuyau avec de l'eau supplémentaire jusqu'à ce qu'un flux constant d'eau s'écoule par l'évent.
3. Raccordez la pompe d'essai à une extrémité et appliquez une pression de 0,7 bar. Mesurez et consignez la longueur totale du tuyau entre les points de mesure.
4. Augmentez lentement la pression jusqu'à la pression de service maximale. Maintenez cette pression pendant dix minutes.
5. Mesurez à nouveau la longueur du tuyau sur la même surface que précédemment.
6. Déterminez l'allongement temporaire et consignez l'augmentation en pourcentage par rapport la longueur au départ.
7. Relâchez la pression jusqu'à zéro bar.
8. Laissez l'ensemble détendu pendant 15 minutes, puis augmentez la pression à 0,7 bar.
9. Mesurez à nouveau la longueur du tuyau sur la même surface que précédemment.
10. Augmentez lentement la pression jusqu'à 1,5 fois la pression de service maximale et maintenez cette pression pendant cinq minutes.
11. Examinez le tuyau et recherchez des fuites ou des signes de déformation ou de torsion. Effectuez un essai de continuité électrique pendant que le tuyau est à la pression d'épreuve.
12. Ramenez la pression à zéro et vidangez le tuyau. Testez une nouvelle fois la continuité électrique.

Tuyaux en matériau composite

1. Disposez le tuyau en ligne droite sur un support plat qui permet au tuyau de bouger librement lorsque la pression d'épreuve est appliquée. Effectuez un essai de continuité électrique.
2. Obturez le tuyau en boulonnant des plaques d'obturation aux deux extrémités, une plaque étant équipée d'une connexion à la pompe à eau et l'autre étant équipée d'une vanne manuelle pour relâcher l'air à travers un évent. Remplissez le tuyau avec de l'eau supplémentaire jusqu'à ce qu'un flux constant d'eau s'écoule par l'évent.

3. Raccordez la pompe d'essai à une extrémité et appliquez une pression de 0,7 bar. Mesurez et consignez la longueur totale du tuyau entre les points de mesure.
4. Augmentez lentement la pression jusqu'à 1,5x la pression de service maximale. Maintenez cette pression pendant dix minutes.
5. Mesurez à nouveau la longueur du tuyau sur la même surface que précédemment.
6. Déterminez l'allongement temporaire et consignez l'augmentation en pourcentage par rapport la longueur au départ.
7. Abaissez lentement la pression jusqu'à 0,7 bar et stabilisez la pression.
8. Mesurez à nouveau la longueur du tuyau sur la même surface que précédemment.
9. Ramenez la pression à zéro et vidangez le tuyau. Testez une nouvelle fois la continuité électrique.

S'il n'y a aucun signe de fuites ni de mouvements de l'assemblage pendant que le tuyau est utilisé à la pression d'épreuve, mais que le tuyau présente d'importantes distorsions ou un allongement excessif, le tuyau doit être mis au rebut et ne doit pas être réutilisé.

En cas de doute sur l'intégrité du revêtement des tuyaux en caoutchouc dont l'intérieur est lisse, le tuyau doit en outre être soumis à un essai sous vide comme suit :

1. Retirez les brides d'obturation utilisées pour l'essai de pression et fixez des plaques de plexiglas appropriées aux extrémités du tuyau.
2. Appliquez un vide d'au moins 510 mb sur manomètre pendant une période de dix minutes.
3. Vérifiez l'intérieur du tuyau afin de vous assurer de l'absence de boursoflures, de renflements ou de séparation du revêtement de la structure externe. Toute détérioration du revêtement doit entraîner la mise hors service du tuyau.
4. Relâchez le vide.
5. Refaites le test de continuité ou de discontinuité électrique, selon le cas.

Il convient de noter que les tuyaux légers, les tuyaux en matériau composite et les tuyaux à gros diamètre ne doivent pas être soumis à un essai sous vide.

18.2.6.4 Essai de continuité et de discontinuité électrique

Les propriétés électriques d'un tuyau sont déterminées lors des essais de type de la conception du tuyau et vérifiées par des essais de routine par la suite, conformément à la norme ISO 8031, telle que mentionnée dans la norme BS EN 1765:2016.

Étant donné que la continuité électrique peut être affectée par tout test physique effectué sur le tuyau, un contrôle de la résistance électrique doit être effectué avant, durant et après les essais de pression.

Un tuyau électriquement discontinu doit présenter au minimum une résistance de 25 000 ohms, mesurée d'une bride d'extrémité à l'autre.

Les tuyaux à continuité électrique (Type R, Type S Grade M, ou Type L Grade M) ne doivent pas avoir une résistance supérieure à 100 ohms, mesurée d'une bride d'extrémité à l'autre.

Les tuyaux à continuité électrique (Type S Grade Ω , ou Type L Grade Ω) ne doivent pas avoir une résistance supérieure à 1 000 000 ohms, mesurée d'une bride d'extrémité à l'autre.

Les tuyaux électriquement semi-continus ont une résistance comprise entre 1 000 et 1 000 000 ohms, mesurée entre les embouts (bride d'extrémité à bride d'extrémité).

Les tuyaux en matériau composite qui sont électriquement continus doivent avoir une résistance inférieure à 100 ohms, mesurée de bride à bride.

18.2.6.5 Mise au rebut

En concertation avec le fabricant du tuyau, la durée d'utilisation doit être définie pour chaque type de tuyau afin de déterminer le moment de sa mise au rebut, indépendamment de sa conformité aux critères lors des contrôles et essais.

Un registre de mise au rebut des tuyaux doit être tenu, indiquant la date et la ou les raisons de la mise au rebut d'un tuyau.

Le registre de mise au rebut doit être mis à la disposition des parties concernées qui en font la demande.

L'âge d'un tuyau à sa mise au rebut doit être fixé sur la base d'une évaluation des risques prenant en compte au minimum les éléments suivants :

- instructions du fabricant ;
- type de cargaison ;
- conditions de stockage ;
- manipulation des tuyaux et fréquence d'utilisation ;
- toute défaillance constatée antérieurement ;
- toute exigence réglementaire locale.

18.2.6.6 Précisions relatives aux pressions supportées par les tuyaux

La Figure 18.3 illustre la relation entre plusieurs valeurs de pression d'usage courant. Les différents termes sont brièvement définis ci-après :

Pression de service maximale

La pression de service maximale est la résistance maximale du tuyau à la pression. Cette pression de service qui tient normalement compte des surpressions dynamiques est utilisée dans les normes BS et EN pour la conception des tuyaux.

Pression de service nominale

La pression de service nominale (PSN) ne tient pas compte des surpressions dynamiques et ne doit pas être confondue avec la pression de service maximale (PSM). Il s'agit de la pression de service attendue dans des conditions de travail normales.

Pression d'épreuve en usine

Celle-ci est mentionnée dans la norme BS EN 1765, où elle est définie comme étant égale à la pression maximale de service.

Pression de service maximale admissible

La pression de service maximale admissible est utilisée comme référence par les garde-côtes américains (*United States Coast Guard - USCG*) et est couramment utilisé par les terminaux pour définir les limites de l'équipement de leur système.

Pression d'épreuve hydrostatique

Il s'agit de la pression à laquelle le tuyau est testé au moins une fois par an.

Pression d'épreuve

Il s'agit d'une pression ponctuelle appliquée aux tuyaux de production pour garantir leur intégrité après la fabrication et qui est égale à 1,5 fois la pression de service maximale.

Pression d'épreuve d'éclatement

Il s'agit d'un contrôle exigé pour un tuyau prototype afin de confirmer la bonne conception et fabrication de chaque type spécifique de tuyau. La pression est égale au minimum à quatre fois la pression d'épreuve en usine et doit être appliquées d'une manière spécifique puis maintenue durant 15 minutes sans provoquer de problème sur le tuyau.

Pression d'éclatement

Il s'agit de la pression réelle à laquelle un tuyau prototype éclate. Pour un prototype de tuyau réussi, la pression d'éclatement est supérieure à la pression d'épreuve d'éclatement.

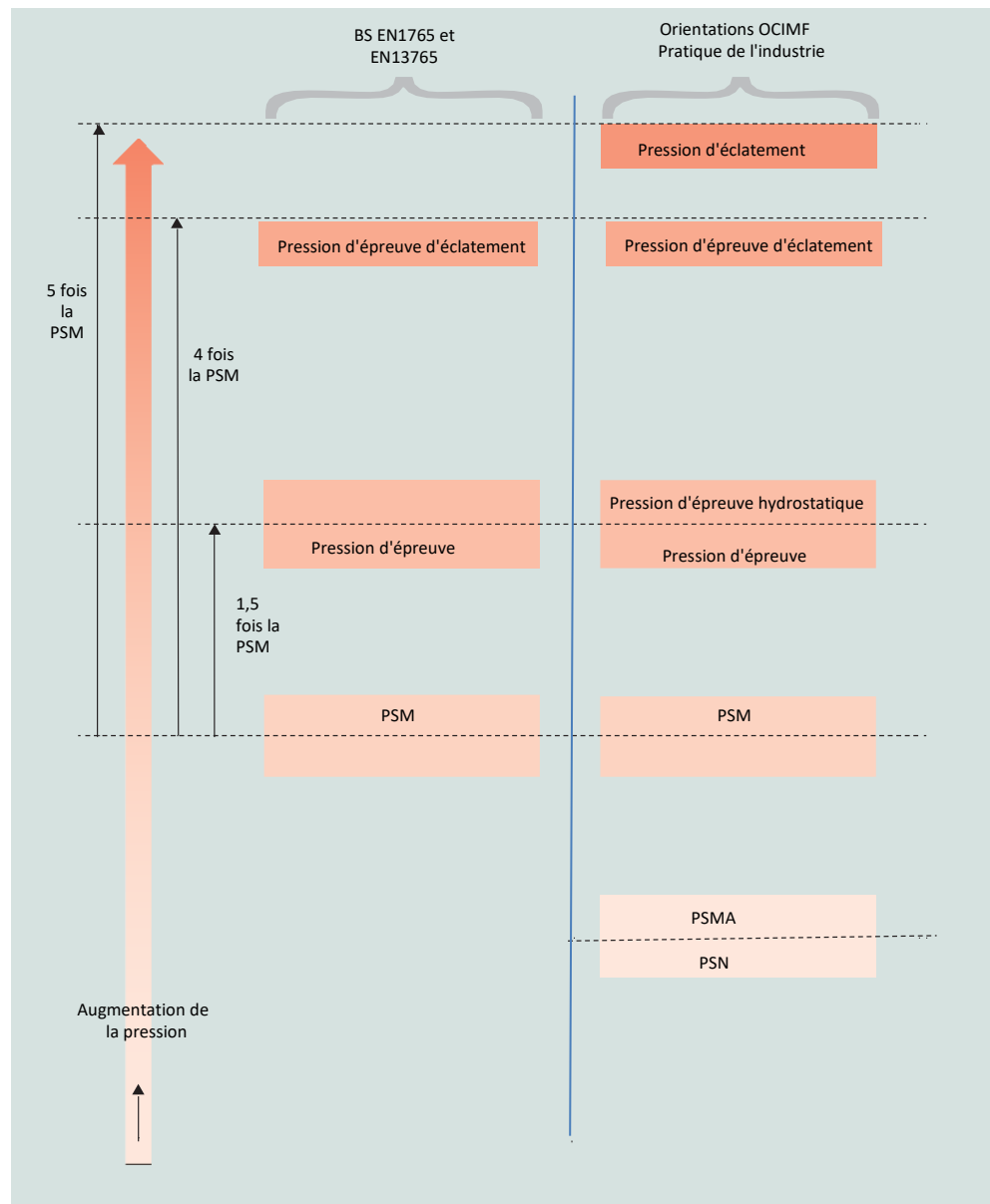


Figure 18.3 : Illustration de la terminologie utilisée pour définir les pressions de tuyaux

18.2.7 Normes pour les brides de tuyaux

Les dimensions et les trous des brides doivent être conformes à la norme commune locale (par exemple DIN / ISO / EN / ASA / ANSI, de préférence PN 10) pour les brides sur les conduites à terre et les connexions au collecteur du bateau-citerne de navigation intérieure.

18.2.8 Conditions d'utilisation

Les tuyaux doivent être choisis en fonction des conditions de conception du système dans lequel ils seront utilisés. À chaque fois que les conditions de fonctionnement sont susceptibles de changer, par exemple la spécification du produit ou la température, le débit ou la pression, la compatibilité des tuyaux à utiliser doit être vérifiée.

18.2.9 Stockage prolongé

Les nouveaux tuyaux stockés avant leur utilisation ou les tuyaux retirés du service pour une période de deux mois ou plus doivent autant que possible être conservés dans un endroit frais, sombre et sec, dans lesquels l'air peut circuler librement. Ils doivent être vidés et lavés à l'eau claire et disposés horizontalement sur des supports solides, dimensionnés de façon à maintenir le tuyau droit. Il doit être évité que des hydrocarbures entrent en contact avec l'extérieur du tuyau.

Des obturateurs de protection (en bois) munis de trous de respiration doivent être installés pour éviter que des animaux ou d'autres corps étrangers ne pénètrent dans les tuyaux.

Si le tuyau est entreposé à l'extérieur, il doit être bien protégé des rayons ultraviolets du soleil. Voir la norme BS 1435 *Flexibles en caoutchouc pour chargement et déchargement des produits pétroliers*.

18.2.10 Manutention, levage et suspension

Les tuyaux doivent toujours être manipulés avec soin et ne doivent pas être traînés sur une surface ni roulés d'une manière qui pourrait tordre le corps du tuyau. Les tuyaux ne doivent pas pouvoir entrer en contact avec une surface chaude, par exemple avec un tuyau de vapeur. Une protection doit être prévue à chaque point où une abrasion ou un frottement peut se produire.

Des harnais et selles de levage doivent être disponibles. L'utilisation de câbles d'acier en contact direct avec l'enveloppe du tuyau ne doit pas être autorisée. Des harnais de levage certifiés doivent être utilisés. Ils doivent être positionnés de sorte que le tuyau ne se replie pas sur lui-même (il convient d'éviter les coudes brusques dans le tuyau). L'équipement de levage utilisé doit présenter des dimensions suffisantes pour supporter le poids du tuyau lorsqu'il est rempli de produit.

Les harnais doivent être placés judicieusement pour permettre à la bride de s'aligner horizontalement. Cela améliorera l'efficacité du raccordement des tuyaux.

Il convient d'éviter un poids excessif sur le collecteur du bateau. En cas de porte-à-faux excessif ou si la vanne du bateau est placée au-delà du support, un support supplémentaire doit être mis en place pour le collecteur. Une plaque ou une section de conduite courbe doit être placée horizontalement sur le côté du bateau pour protéger le tuyau des bords tranchants et des obstacles. Un soutien adéquat doit être prévu pour le tuyau lorsqu'il est relié au collecteur. Si le soutien est assuré par un seul point de levage, tel qu'un treuil de levage, l'ensemble de tuyaux doit être soutenu par des harnais ou des sangles. Certains tuyaux sont spécialement conçus pour ne pas nécessiter de support.

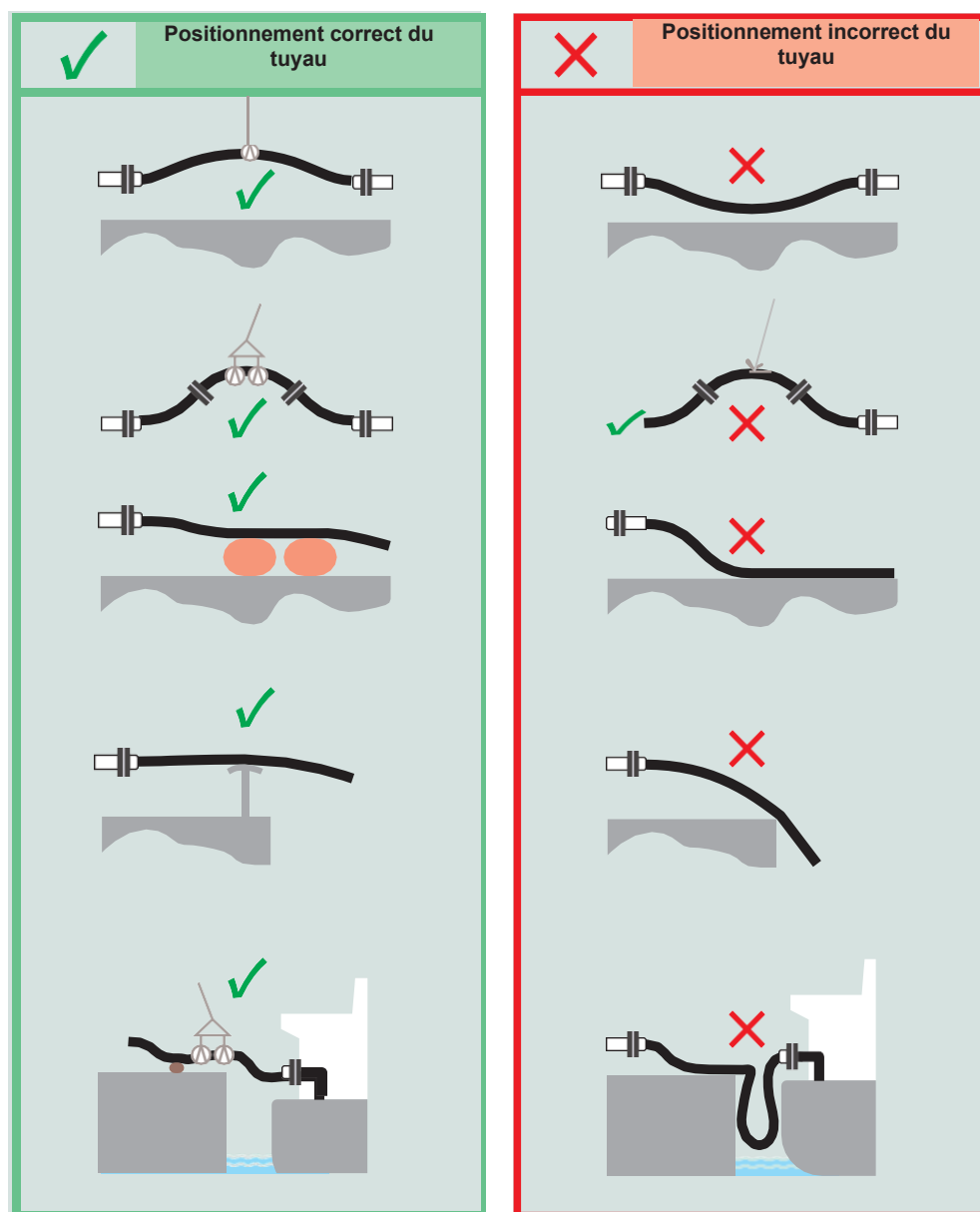


Figure 18.4 : positionnement du tuyau

18.2.11 Ajustement pendant la manutention de cargaison

Lorsque le bateau-citerne monte ou descend en raison de la marée ou des opérations de chargement, les tuyaux doivent être ajustés afin d'éviter toute contrainte excessive sur les tuyaux, les raccords et le collecteur du bateau, et afin de s'assurer que le rayon de courbure du tuyau reste dans les limites recommandées par le fabricant. La longueur minimale du tuyau devrait être suffisante pour toutes les situations marée ainsi que pour le franc-bord et les mouvements du bateau-citerne.

18.2.12 Tuyaux sous-marins et flottants

Sans objet

18.2.13 Tuyaux utilisés pour le transbordement de bateau à bateau

Les tuyaux pour les opérations de transbordement de bateau à bateau peuvent être fournis sous forme de chaînes préassemblées ou de sections individuelles. Les deux méthodes présentent des avantages et des inconvénients. Les bateaux-citernes de navigation intérieure qui chargent régulièrement des cargaisons à partir d'autres bateaux (y compris les transferts de barge à barge) disposent souvent de leurs propres chaînes de tuyaux, qui sont parfois louées auprès de fournisseurs tiers. Ces tuyaux doivent être inspectés, testés et entretenus.

Avantages des chaînes de tuyaux préassemblées :

- les tuyaux sont testés en tant que chaîne continue, ce qui garantit l'intégrité de l'étanchéité à chaque bride de connexion intermédiaire. Cette garantie n'est valable qu'au moment de l'essai ;
- le temps nécessaire pour raccorder les tuyaux entre deux bateaux peut être réduit ;
- l'utilisation de sections de tuyaux continues et discontinues offre une garantie supplémentaire que les chaînes sont assemblées correctement.

Inconvénients des chaînes de tuyaux préassemblées :

- les tuyaux sont susceptibles d'être pliés lorsqu'ils sont soulevés à bord du bateau ;
- les fixations peuvent se desserrer lorsque les tuyaux sont manipulés de manière répétée et utilisés pour des opérations multiples ;

Avantages des sections de tuyaux fournies individuellement :

- le revêtement intérieur de chaque tuyau peut être inspecté lorsque les extrémités sont ouvertes ;
- les tuyaux sont moins susceptibles d'être pliés au-delà de leur rayon de courbure minimal (*Minimum Bend Radius - MBR*) lorsqu'ils sont soulevés à bord ;
- des barres d'écartement peuvent être utilisées pour soutenir les tuyaux pendant le levage.

Inconvénients des sections de tuyaux fournies individuellement :

- connecter les sections de tuyaux à bord nécessite de l'espace ;
- il peut s'avérer difficile d'atteindre et de serrer les fixations situées sous le tuyau et l'intégrité des brides de raccordement n'est généralement pas vérifiée par des tests.

Lorsque des tuyaux composites sont utilisés pour les transferts de bateau à bateau, ces tuyaux sont généralement fabriqués à la longueur requise et il n'y a pas de brides intermédiaires. Leur rayon de courbure plus important permet d'enrouler les tuyaux.

Le rayon de courbure maximal pour le stockage et l'utilisation doit être confirmé avec le fabricant et respecté lors du levage ou de la manipulation du tuyau. Certains tuyaux sont conçus pour être temporairement pliés, mais doivent être remis en position droite dès que possible. Les tuyaux en matériau composite utilisés pour les transferts de bateau à bateau doivent être bien soutenus afin d'éviter toute flexion excessive, en particulier à proximité des raccords d'extrémité.

Il convient de procéder à un contrôle visuel de chaque élément de la chaîne de tuyaux avant le raccordement au collecteur du bateau-citerne, afin de déterminer si des dommages ont été causés par la manutention à bord ou par le contact avec les structures des embarcations de soutien. Si un tuyau a été endommagé, il ne doit pas être utilisé et doit être remplacé.

Lors de la connexion des tuyaux aux collecteurs des bateaux-citernes, les tuyaux ne doivent pas se tordre entre les deux collecteurs, car cela peut limiter le flux de cargaison. Certains fabricants de tuyaux intègrent une bande dans la gaine extérieure du tuyau pour faciliter l'alignement.

Les tuyaux doivent être correctement soutenus par des harnais et des cordes de soutien. Les harnais doivent être placés de manière stratégique afin de permettre l'alignement horizontal de la bride de connexion. Les cordes de support des tuyaux évitent les contraintes inutiles sur le collecteur et garantissent que les tuyaux conservent des rayons de courbure appropriés lorsqu'ils traversent le bastingage. Les cordes doivent être dimensionnées de manière à pouvoir supporter le poids du tuyau et de permettre aux opérateurs d'enrouler le tuyau autour d'un élément cruciforme au niveau du collecteur.

18.2.14 Isolement électrique

En raison d'éventuelles différences de potentiel électrique entre deux bateaux ayant l'intention de transférer de la cargaison ou d'avitailleur au moyen d'un système de transfert, par exemple des tuyaux de cargaison, il existe un risque d'arc électrique au niveau du collecteur lors de la connexion et de la déconnexion du système de transfert.

Pour éviter ce risque, un dispositif assurant la discontinuité électrique doit être présent à l'interface de connexion, généralement constitué d'une bride isolante. La méthode d'isolation doit être convenue entre les deux bateaux avant la connexion (voir la section 11.9.5).

18.3 Systèmes de contrôle des émissions de vapeur

Certains terminaux sont équipés de systèmes de contrôle des émissions de vapeur pour recevoir et traiter les vapeurs déplacées à partir d'un bateau-citerne de navigation intérieure durant les opérations de chargement. Le manuel d'exploitation du terminal doit inclure une description complète du système et les exigences assurant leur utilisation en toute sécurité. La brochure d'information du terminal doit également comporter des indications concernant le système de récupération des vapeurs pour assurer l'information des bateaux-citernes qui se rendent au terminal.

Tout le personnel à terre qui intervient pour des opérations de transfert de cargaison doit avoir suivi un programme de formation structuré portant le système spécifique de contrôle des émissions de vapeur installé dans le terminal. Cette formation doit aussi porter sur l'équipement habituellement rencontré bord de bateaux-citernes de navigation intérieure et sur les procédures opérationnelles connexes.

Lors de la concertation préalable au transfert, le personnel du bateau-citerne et à terre doit s'accorder sur les restrictions liées à l'exploitation du système de contrôle des émissions de vapeurs. Il doit être confirmé que ces informations ont été échangées et approuvées et ce point doit figurer sur la liste de contrôle de sécurité (voir la section 26.3).

Voir la section 11.1.13 qui comporte des indications sur les questions fondamentales de sécurité concernant les opérations de transfert de cargaison avec utilisation d'un système de récupération des vapeurs.

19 Sécurité et protection contre l'incendie

Ce chapitre comporte des recommandations générales sur la gestion de la sécurité aux terminaux et des recommandations spécifiques sur la conception et le fonctionnement des systèmes de détection et de protection contre l'incendie.

Les indications relatives à l'équipement de lutte contre l'incendie dans le présent chapitre doivent être considérées en association avec le chapitre 5, qui traite de la théorie en matière de lutte contre l'incendie.

19.1 Sécurité

19.1.1 Considérations relatives à la conception

La configuration et les installations d'un terminal seront déterminées par plusieurs facteurs, notamment :

- la topographie locale et la profondeur de l'eau ;
- l'accès au(x) quai(s) - mer, fleuve, canal ou entrée ;
- les types de cargaison manutentionnés ;
- les quantités de cargaison manutentionnées ;
- les installations et infrastructures locales ;
- les conditions et restrictions environnementales locales ;
- les courants et marées ;
- les réglementations locales et internationales (par exemple pour les voies d'évacuation, l'arrêt d'urgence).

La plupart des décisions concernant la configuration auront été prises lors de la planification et de la conception initiale du terminal. Toutefois, de nombreux terminaux créés au fil du temps sont susceptibles de traiter une plus grande variété de produits, de plus grandes quantités de cargaisons et de plus grands bateaux-citernes de navigation intérieure que ce qui était prévu lors de la conception du terminal. Les terminaux peuvent aussi subir une baisse d'activité, une modification des conditions environnementales ou être soumis à de nouvelles normes et/ou réglementations.

Tous les terminaux doivent faire l'objet d'un contrôle régulier afin de garantir que les installations mises à disposition demeurent adaptées à l'usage prévu dans le cadre des opérations en cours et conformes à la réglementation en vigueur. Ces contrôles doivent porter sur les points énumérés dans les sections ci-après, afin que le terminal maintienne le niveau de sécurité nécessaire.

19.1.2 Gestion de la sécurité

Chaque terminal doit avoir établi un programme de sécurité exhaustif pour assurer un niveau approprié en termes de performances de sécurité. Le programme de sécurité doit prendre en compte les points suivants :

- gestion des urgences ;
- réaction en cas d'accident et évacuation des blessés ;
- exercices périodiques d'incendie et de déversement d'hydrocarbures ; Ces exercices doivent porter sur tous les aspects et lieux d'incidents potentiels ; ils doivent aussi inclure les bateaux-citernes de navigation intérieure à quai ;
- enseignements tirés des exercices d'urgence ;
- identification des dangers et évaluation des risques ;
- systèmes d'autorisation de travail ;
- rapports d'enquêtes et conclusions concernant les incidents ;
- rapports d'enquêtes et conclusions concernant les accidents évités de peu ;

- inspections de sécurité du site ;
- pratiques de travail sûres et normes d'entretien ;
- EPI. Le matériel fourni et les exigences pour son utilisation doivent prendre en compte les tiers associés, tels que par ex. les équipages de remorqueurs d'embarcations d'amarrage, les personnels chargés de l'amarrage et les contrôleurs de cargaison ;
- réunions de sécurité pour tous les postes du terminal et englobant l'ensemble du personnel ;
- séances d'information des équipes de travail sur la sécurité ;
- concertations sur la sécurité avant de commencer un travail ;
- gestion de la sécurité des visiteurs, entrepreneurs et membres d'équipage du bateau-citerne de navigation intérieure ;
- formation et familiarisation sur site.

19.1.3 Systèmes d'autorisation de travail : considérations générales

Les systèmes d'autorisation de travail sont largement utilisés dans l'industrie. L'autorisation est essentiellement un document qui décrit les travaux à effectuer ainsi que les précautions à prendre durant leur réalisation et qui définit toutes les procédures de sécurité ainsi que les équipements nécessaires (Les systèmes d'autorisation de travail sont décrits de manière détaillée à la section 9.3.).

Pour des opérations dans des zones de danger, les autorisations doivent normalement être utilisées pour des tâches telles que :

- le travail à chaud ;
- le travail avec un risque d'étincelles ;
- le travail sur des équipements électriques ;
- les opérations de plongée ;
- le levage de charges lourdes ;
- l'entrée dans des espaces confinés (voir le chapitre 10) ;
- le travail en hauteur et en bordure du plan d'eau ;
- l'ouverture de systèmes de citernes et de conduites.

L'autorisation doit indiquer clairement l'équipement ou la zone spécifique concernés, l'étendue des travaux autorisés, les conditions à remplir et les précautions à prendre, ainsi que l'heure et la durée de validité. Cette dernière ne doit normalement pas dépasser une journée de travail. Au moins deux exemplaires de l'autorisation doivent être rédigés, l'un pour l'émetteur et l'autre pour la personne intervenant sur le chantier.

L'autorisation doit comporter une liste de contrôle fournissant à la fois à l'émetteur et à l'intervenant une procédure méthodique qui permet de s'assurer que le travail peut commencer en toute sécurité et de préciser toutes les conditions nécessaires. Si l'une des conditions ne peut pas être respectée, l'autorisation ne doit pas être délivrée avant que des mesures correctives n'aient été prises.

Il est recommandé de disposer de systèmes d'autorisation de travail distincts pour les différents dangers. Le nombre des autorisations requises variera en fonction de la complexité de l'activité envisagée. Il est important de veiller à ne pas délivrer d'autorisation pour des travaux ultérieurs qui serait en contradiction avec les conditions de sécurité fixées par une autorisation délivrée plus tôt. À titre d'exemple, une autorisation ne doit pas être délivrée pour briser une bride située à proximité d'une zone dans laquelle une autorisation de travail à chaud est en cours de validité.

Avant de délivrer une autorisation et durant sa validité, le représentant du terminal doit être certain que les conditions sur le site ou celles de l'équipement devant faire l'objet de travaux sont sûres pour la tâche à effectuer, en tenant compte de la présence de tout bateau-citerne de navigation intérieure qui sera à quai durant la réalisation des travaux.

Pour certains types de travaux, une autorisation doit également être demandée aux autorités portuaires.

19.2 Protection du terminal contre l'incendie

19.2.1 Généralités

La sécurité incendie dans les terminaux est assurée par des niveaux de protection qui se recoupent, comme suit :

- la prévention et l'isolement ;
- la détection et des installations d'alarme ;
- la protection des équipements ;
- les voies d'évacuation d'urgence
- la planification d'urgence ;
- les procédures d'évacuation.

La sécurité incendie dans les terminaux nécessite un équilibre approprié entre les caractéristiques, une bonne conception, des procédures opérationnelles sûres et une bonne planification des urgences.

La protection contre l'incendie n'est pas suffisante à elle seule pour assurer un niveau acceptable de sécurité. Les mesures de protection contre l'incendie ne doivent pas empêcher l'amarrage ni d'autres opérations.

Les mesures de protection contre l'incendie ne sont pas efficaces pour limiter la fréquence et l'étendue de déversements ou pour limiter les sources d'inflammation.

La détection automatique d'incendie et le matériel de lutte contre l'incendie vont limiter la propagation du feu et le danger pour la vie et les biens dans des lieux non occupés par du personnel ou dans lesquels se trouve du personnel en nombre limité.

Les installations de protection contre l'incendie doivent être conçues pour contenir et maîtriser les incendies dans des zones définies et prévoir du temps pour l'évacuation d'urgence.

Des moyens d'évacuation d'urgence sont nécessaires pour assurer l'évacuation en toute sécurité de tout le personnel se trouvant dans la zone affectée.

19.2.2 Prévention et isolement des incendies

La sécurité dans les terminaux exige la présence d'installations de prévention des incendies conçues pour le site et intégrées au site. Les équipements de lutte contre l'incendie des terminaux sont généralement répartis autour du site et sont en grande partie exposés aux intempéries. Pour garantir qu'ils sont aptes à être utilisés, il est essentiel que tous les équipements de lutte contre l'incendie soient régulièrement contrôlés, maintenus en permanence en état de fonctionner et testés périodiquement afin de vérifier la fiabilité de leur fonctionnement. Les terminaux doivent veiller à ce que tous les équipements anti-incendie soient gérés sous le contrôle d'un système d'entretien planifié. La conception soignée d'un terminal n'est pas une garantie de sécurité. La formation et la compétence du personnel sont d'une importance cruciale. Des exercices périodiques de simulation d'urgences, à la fois annoncés et inopinés, sont recommandés pour garantir l'interopérabilité des équipements, la compétence des opérateurs pour l'utilisation des équipements et leur connaissance des procédures d'urgence.

19.2.3 Détection d'incendie et systèmes d'alarme

Le choix et l'installation de systèmes de détection d'incendies et d'alarmes dans un terminal dépend de l'exposition aux risques liés aux produits manipulés, des dimensions des bateaux-citernes de navigation intérieure et de l'intensité de l'activité au terminal. Ce point est abordé de manière plus détaillée à la section 19.4.1.

L'emplacement de tous les détecteurs doit tenir compte des effets de la ventilation mécanique et naturelle, la chaleur étant transportée et stratifiée par les courants de convection. D'autres aspects, tels que la capacité des détecteurs de flammes à « voir » les flammes, doivent être pris en compte. Il convient de consulter les fabricants et les experts en sécurité incendie et de vérifier la conformité aux réglementations locales avant de procéder à l'installation.

De manière générale, les systèmes automatiques de détection et d'alarme ont pour but de prévenir le personnel et de déclencher un système de réponse destiné à limiter les pertes humaines et matérielles dues aux incendies ou à d'autres situations dangereuses. Ces systèmes peuvent présenter un ou plusieurs circuits auxquels sont connectés des détecteurs automatiques d'incendie, des points de déclenchement manuel, des dispositifs d'alarme pour le débit d'eau, des installations de détection de gaz combustible et d'autres dispositifs de déclenchement. Ils peuvent également être équipés d'un ou de plusieurs circuits de dispositifs indicateurs auxquels sont reliés des signaux d'alarmes tels que des indicateurs et voyants sur le panneau de contrôle, des gyrophares extérieurs clignotants, des cloches et des sirènes.

19.2.4 Systèmes automatiques de détection

Les systèmes automatiques de détection sont composés de dispositifs mécaniques, électriques ou électroniques qui détectent les changements de l'environnement provoqués par le feu ou par la présence de gaz toxiques ou inflammables. Les détecteurs d'incendie fonctionnent selon l'un de trois principes qui sont la sensibilité à la chaleur, la réaction à la fumée ou à des produits de combustion gazeux, ou la sensibilité au rayonnement des flammes. Des exemples sont donnés ci-dessous, mais la technologie évolue rapidement :

- les détecteurs d'incendie thermosensibles se répartissent en deux catégories générales, les appareils à température fixe et les appareils à limite d'augmentation de la chaleur. Certains appareils combinent les deux principes (détecteurs thermostatiques).
De manière générale, les détecteurs de chaleur conviennent davantage pour la détection d'incendies dans des espaces confinés soumis à la génération rapide d'une chaleur élevée, directement aux emplacements où des incendies avec flammes et forte chaleur sont susceptibles de se déclencher, ou lorsque la vitesse de détection n'est pas un critère primordial ;
- les alarmes incendie à détection de fumée sont conçues pour détecter la fumée produite lors de la combustion. Elles fonctionnent selon plusieurs principes, notamment l'ionisation des particules de fumée, l'obscurcissement photo-électriques ou la diffusion de la lumière, les variations de résistance électrique dans une chambre remplie d'air et le balayage optique d'une chambre à brouillard ;
- les alarmes incendie à détection de gaz sont conçues pour détecter et réagir à un ou plusieurs des gaz produits lors de la combustion de substances qui se consomment. Ces détecteurs sont rarement une option privilégiée, des essais au feu ayant montré que des niveaux détectables de gaz sont atteints plus tardivement que les niveaux détectables de fumée ;
- les alarmes incendie à détection de flamme sont des appareils de détection optiques qui réagissent à l'énergie radiante optique émise par le feu. Il existe des détecteurs de flamme sensibles aux rayons infrarouges ou aux rayons ultraviolets, mais les détecteurs sensibles aux rayons ultraviolets sont généralement préférés.

19.2.5 Choix des détecteurs d'incendie

Lors de la planification d'un système de détection d'incendie, les détecteurs doivent être choisis en fonction des types de feux contre lesquels ils doivent protéger. Le type et la quantité de combustibles, les sources possibles d'inflammation, les gammes de conditions ambiantes et la valeur des biens à protéger doivent tous être pris en considération.

En général, les détecteurs de chaleur sont les moins onéreux et offrent le plus faible taux de fausses alarmes, mais ils sont les plus lents à réagir. Étant donné que la chaleur produite par de petits incendies a tendance à se dissiper assez rapidement, les détecteurs de chaleur sont plutôt placés directement au-dessus des endroits présentant un risque de flammes. Pour éviter les fausses alarmes, la température de déclenchement d'un détecteur de chaleur doit être d'au moins 13 °C au-dessus de la température ambiante maximale prévue dans la zone protégée.

Les détecteurs de fumée réagissent plus rapidement aux feux que les détecteurs de chaleur. Les détecteurs de fumée sont les mieux adaptés pour protéger les espaces confinés et doivent être installés soit en fonction des flux d'air ou en quadrillage.

Les détecteurs de fumée photoélectriques conviennent le mieux dans des endroits où des feux couvants ou des incendies impliquant une pyrolyse à basse température sont susceptibles de se déclencher. Les détecteurs de fumée à ionisation sont utiles dans les endroits où des incendies avec flammes sont possibles.

Les détecteurs de flamme assurent une réaction extrêmement rapide, mais se déclencheront en présence de toute source de rayonnement dans leur plage de sensibilité. Le taux de fausses alarmes peut être élevé si des détecteurs de ce type sont mal utilisés. Leur sensibilité est fonction de la taille de la flamme et de la distance du détecteur. Ils sont généralement disponibles dans des boîtiers antidéflagrants et peuvent par conséquent être utilisés pour protéger les zones dans lesquelles peuvent être présentes des vapeurs explosives ou inflammables.

19.2.6 Emplacement et espacement des détecteurs d'incendie

La détection d'incendie dans les terminaux est généralement assurée à distance, sans personnel et sur des installations à haut risque, telles que les stations de pompage, les salles de contrôle, et les chambres de commutateurs électriques. Les détecteurs peuvent également être montés sur des soupapes de collecteurs, des bras de chargement, dans des cabines destinées aux opérateurs et sur d'autres équipements ou dans d'autres zones sensibles à des fuites et déversements d'hydrocarbures ou comportant des sources d'inflammation.

Pour fonctionner efficacement, les dispositifs de détection d'incendie doivent être correctement positionnés. Les exigences détaillées pour leur emplacement sont disponibles dans les codes d'incendie appropriés.

Les détecteurs de chaleur, de fumée et de gaz de combustion doivent être installés en quadrillage en fonction de l'espacement recommandé, ou avec un espacement réduit pour une réaction plus rapide. Chaque système doit être conçu pour la zone spécifique à protéger, en tenant dûment compte des caractéristiques de la ventilation.

Les systèmes de détection qui commandent des systèmes d'extinction d'incendie doivent être disposés en créant une zone de double détection. Dans une zone de double détection, deux détecteurs adjacents à ionisation ne doivent pas être placés dans la même zone de circuit de détection. Le premier détecteur déclenché doit activer le système d'alarme incendie, tandis que le déclenchement d'un détecteur sur un circuit voisin doit activer le système d'extinction incendie.

19.2.7 Installations fixes de détection de gaz inflammables et toxiques

Ces installations de détection de gaz sont conçues pour détecter la présence de gaz inflammables ou toxiques et déclencher une alerte précoce. Elles assurent une surveillance continue de zones potentiellement dangereuses pour prévenir les incendies et les explosions et pour protéger le personnel contre des fuites de gaz toxiques.

Les principes de fonctionnement des installations de détection de gaz inflammables et toxiques sont similaires à ceux des détecteurs d'incendie réagissant aux gaz de combustion. Voir aussi les sections 2.3 et 2.4.

Les terminaux qui traitent du pétrole brut ou de produits contenant des composants toxiques doivent envisager d'installer des détecteurs de gaz et systèmes d'alarme fixes dans les zones dans lesquelles le personnel est susceptible d'y être exposé.

Il convient d'envisager de placer des capteurs dans des endroits où peuvent se produire des fuites ou déversements, tels que les bras de chargement, les collecteurs de soupape et pompes de transbordement, ou dans les endroits où des gaz peuvent s'accumuler en raison d'une ventilation inadéquate. Les installations de détection de gaz toxiques peuvent également être installées dans les entrées d'air des salles de contrôle pressurisées et à l'intérieur des salles de contrôle non-pressurisées.

19.2.8 Emplacement d'installations fixes de détection de gaz inflammables et toxiques

Les aspects à prendre en compte pour choisir l'emplacement de installations de détection de gaz inflammables et toxiques sont les suivants :

- l'élévation en fonction de la densité relative de l'air et des fuites potentielles de gaz ;
- la direction possible des flux de fuite de gaz ;
- la proximité de dangers potentiels ;
- l'accessibilité des détecteurs pour l'étalonnage et la maintenance ;
- les sources de dommages, telles que l'eau et les vibrations ;
- les recommandations du fabricant des capteurs reliés aux analyseurs.

19.2.9 Analyseurs fixes de gaz inflammables et toxiques

Les analyseurs à fonctionnement continu sont des appareils généralement installés de façon permanente et fonctionnant à l'électricité, qui analysent en continu des échantillons d'air pour détecter des gaz inflammables et toxiques, souvent avec plusieurs capteurs.

Les analyseurs peuvent être d'un type assurant la détection à distance, les capteurs individuels étant reliés à des analyseurs par un câble électrique. Dans ce cas, l'équipement central peut être installé soit dans des endroits non dangereux, tels que les salles de contrôle pressurisées, soit dans des boîtiers protégés contre les explosions en cas d'installation dans des zones de danger.

Étant donné que les analyseurs qui utilisent des détecteurs à distance assurent une réponse rapide et offrent une bonne fiabilité, ils sont le plus fréquemment retenus.

En guise d'alternative, des analyseurs en continu peuvent également utiliser une unité de détection centralisée, une pompe d'aspiration prélevant des échantillons dans les zones de danger pour les acheminer par des tuyaux jusqu'à l'emplacement central. Les unités de détection centralisées qui utilisent des tuyaux d'échantillonnage se caractérisent par un temps de réponse relativement long. En outre, la présence de particules doit être prise en compte et les tuyaux doivent être chauffés pour éviter la condensation. Par conséquent, les unités de détection centralisées ne sont généralement pas recommandées.

Les analyseurs de gaz doivent enregistrer les données en continu, disposer de fonctions d'affichage et d'alarme et doivent généralement présenter les caractéristiques suivantes :

- a. Des canaux pour la connexion aux différents capteurs de détection, de sorte que chaque circuit d'échantillonnage puisse analyser des échantillons en continu. Ainsi, lorsqu'une alarme se déclenche, l'analyseur envoie un signal au capteur enregistrant l'alarme et l'alarme restera actionnée jusqu'à une réinitialisation manuelle.
- b. L'analyseur de gaz combustible est calibré en pourcentage de la limite inférieure d'inflammabilité (LII) et doit être équipé d'un sélecteur de canaux, de voyants indicateurs pour les échantillons en cours d'analyse et d'une sonde.
Des alarmes visuelles et sonores doivent être prévues pour deux niveaux de détection. Le système doit comporter deux points d'alarme pour signaler un niveau élevé et un niveau très élevé, sur la base d'une évaluation des risques, des normes internationales et des exigences nationales. Le niveau élevé le plus fréquemment utilisé est de 10 % de la LII. Le deuxième niveau ou niveau supérieur de détection est généralement de 20 % de la LII. L'arrêt de l'alarme sonore ne doit pas éteindre l'alarme visuelle jusqu'à ce que la concentration de gaz détectée tombe sous le niveau de déclenchement de l'alarme. Des contacts sont prévus pour les deux niveaux de détection afin de permettre le fonctionnement automatique d'un système de purge ou de prévention des incendies.
- c. Les niveaux d'alarme doivent être réglables et les alarmes peuvent être actionnées par des sondes de niveau, des interrupteurs de fin de course d'enregistreurs, des détecteurs de niveau de solides, ou des relais de mesure optiques. Les alarmes multi-niveaux peuvent comporter un dispositif pour actionner l'équipement de ventilation, pour arrêter la pompe de transbordement ou pour actionner les systèmes d'extinction d'incendie.
- d. Un moyen pour déconnecter en toute sécurité les détecteurs du circuit de commande. La déconnexion est nécessaire pour permettre un calibrage de routine correct et pour les activités de maintenance. La présence d'un interrupteur à clé avec alarme de surveillance est recommandée.
- e. Sur les systèmes complexes ou étendus, la visualisation des alarmes sur un affichage graphique tel que le plan d'une installation, est recommandé.
- f. Les analyseurs de gaz toxiques doivent être réglés pour déclencher les alarmes à l'endroit surveillé et dans la salle de contrôle lorsque le gaz atteint le niveau préalablement défini, par exemple lorsque la concentration de H_2S atteint 5 ppm. Les alarmes doivent généralement être à la fois sonores et visuelles.
- g. Le boîtier comportant la tête du détecteur de gaz doit convenir pour la classification électrique de la zone de danger et, s'il est installé à l'extérieur, il doit être étanche et résistant à la corrosion.

- h. L'unité de détection logée dans la tête doit être suffisamment sensible et stable, quelles que soient les conditions, pour reproduire tout résultat dans une fourchette de $\pm 2\%$ de l'échelle de mesure complète.

19.2.10 Compatibilité avec les systèmes d'extinction d'incendie

Lorsqu'un système de détection fait partie d'un système automatique d'extinction d'incendie fixé à demeure, une parfaite compatibilité entre les systèmes est essentielle. Les systèmes et dispositifs de détection qui sont très sensibles aux fausses alarmes doivent être évités, surtout s'ils sont connectés à des systèmes fixes d'extinction pour en assurer l'activation automatique (voir la section 19.3.5).

19.3 Systèmes d'alarme et d'avertisseurs

Un système d'alarme et d'avertisseurs doit assurer quatre fonctions importantes. Il doit :

- transmettre rapidement une alarme ou un signal pour indiquer la détection d'un incendie avant que les dommages ne soient importants ;
- déclencher une série d'événements pour évacuer le personnel de la zone de l'incendie ;
- transmettre une alarme ou un signal pour informer les parties responsables ou déclencher un système d'extinction automatique ;
- posséder une fonction automatique d'autotest et avertir en cas de mauvais fonctionnement.

19.3.1 Types de systèmes d'alarme

Les systèmes d'alarme sont utilisés pour indiquer une situation d'urgence et demander de l'aide.

Il existe de nombreux types de systèmes d'alarme, du système local qui déclenche un signal d'alerte à l'endroit protégé à celui qui déclenche une alerte dans une station distante occupée 24h/24 par du personnel qualifié, par exemple une caserne de pompiers, un poste de police ou un service externe d'intervention.

Le type de système à installer dans un endroit particulier doit être choisi sur la base d'une évaluation approfondie des risques avec la participation de personnel compétent dans le domaine de la protection contre l'incendie et en tenant dûment compte des réglementations locales en vigueur.

19.3.2 Types de signaux

Les systèmes d'alarme incendie déclenchent plusieurs types distincts de signaux, qui peuvent être sonores, visuels ou les deux. Ceux-ci comprennent : des signaux avertissant d'incidents relativement mineurs, tels que les coupures de courant électrique ; des signaux de contrôle, par exemple lorsqu'un équipement essentiel se trouve dans un état anormal ; des signaux d'alarme codés ou non codés, qui retentissent en continu ou selon un mode prescrit lorsque l'alarme d'incendie est activée.

19.3.3 Conception des systèmes d'alarmes et d'avertisseurs

Toutes les variantes ou combinaisons des types de systèmes d'alarme et d'avertisseurs décrits précédemment peuvent être utilisées en fonction des circonstances locales.

Dans un grand terminal ou lorsque le terminal fait partie d'une grande usine ou installation de traitement, un système de signaux codés est généralement utilisé. L'installation doit être subdivisée suivant un système de quadrillage, chaque zone du quadrillage étant identifiée suivant un code de numérotation. Le système de signaux codés doit comprendre un transmetteur de code qui déclenche une alerte à un endroit précis et qui peut également activer l'alarme générale.

La notification d'une d'urgence peut aussi être effectuée en utilisant un système dédié de téléphone de secours. Des points de déclenchement manuel de l'alarme incendie peuvent être installés en remplacement ou en complément du système de notification d'urgence par téléphone.

Si un système téléphonique dédié est utilisé, un téléphone spécial doit être installé dans la salle de contrôle ou au poste de surveillance pour recevoir les appels d'urgence. Le téléphone doit uniquement pouvoir recevoir les appels entrants. Des extensions doivent être prévues à d'autres postes ayant une responsabilité prioritaire en cas d'urgence.

Le système d'alarme générale doit se composer au minimum d'une ou de plusieurs sirènes pneumatiques ou électriques ou de sifflets à vapeur situés à des emplacements stratégiques pour assurer une couverture maximale du terminal. L'alarme doit être claire, audible et distincte des signaux utilisés à d'autres fins. Elle doit être audible dans toutes les zones du terminal, quel que soit le bruit environnant.

Des dispositifs d'alarme auxiliaires doivent être prévus pour l'intérieur ou les zones éloignées où l'alarme générale ne peut pas être entendue. Ces alarmes peuvent être des cloches ou des sirènes pneumatiques ou électriques. Quels que soient les dispositifs prévus, ils doivent être identiques dans l'intégralité du site et doivent se distinguer de tout autre signal.

19.3.4 Configurations alternatives de systèmes d'alarme et d'avertisseurs

Bien qu'un système d'alarme codé soit généralement préférable pour les grands terminaux, un système non-codé de type annonce peut être utilisé. Chaque système peut être constitué de téléphones ou de points d'alerte incendie à commande manuelle situés dans des endroits stratégiques. Les avertisseurs d'incendie manuels codés peuvent être reliés à l'alarme générale pour émettre un signal sonore codé sans intervention manuelle. Les avertisseurs non codés peuvent être conçus pour indiquer l'emplacement de l'incendie sur un indicateur d'alarme incendie dans la salle de contrôle centrale ou dans un poste de surveillance, de sorte que le responsable puisse déclencher le transmetteur de code. À la fois les systèmes d'alarme codés et non codés doivent être contrôlés depuis un panneau de commande central de l'alarme incendie.

19.3.5 Interface entre les systèmes de détection et d'alarme ou d'extinction d'incendie - Configuration des circuits

Les relais de déclenchement, le cas échéant entre les détecteurs et l'alarme ou les systèmes d'extinction, doivent être constitués de boucles fermées qui sont normalement hors tension et qui nécessitent un apport d'énergie électrique suffisant pour déclencher l'alarme ou le système d'extinction. Cette configuration permet d'éviter l'activation erronée d'une alarme ou du système d'extinction en cas de panne de l'alimentation électrique. Elle permet aussi le déclenchement d'un signal d'alerte distinct avertissant d'une défaillance de l'alimentation électrique.

19.3.6 Sources d'énergie électrique

L'énergie électrique doit être fournie par deux sources très fiables. La configuration habituelle consiste en un circuit de courant alternatif (CA) pour l'alimentation principale, complété d'un chargeur à régime lent alimentant un système de batterie de secours pour une alimentation secondaire. Dans certains endroits, les autorités peuvent exiger un générateur à moteur en tant que source d'alimentation secondaire au cas où l'alimentation principale serait défaillante.

La capacité de l'alimentation électrique secondaire varie selon les types de systèmes d'alarme et selon les exigences des autorités locales. Pour les systèmes d'alarme locaux ou propres au site, où les signaux sont destinés uniquement au terminal ou à la salle de contrôle centrale ou au poste de surveillance, la capacité des batteries permet généralement de fournir de l'énergie pendant au moins huit heures, voire pendant au moins 12 heures si l'alimentation électrique par le réseau n'est pas suffisamment fiable.

La capacité du système d'alimentation en courant électrique de secours varie en fonction du type de système d'alarme et des exigences des autorités locales. Pour les systèmes d'alarme locaux ou propres au site, où les signaux sont destinés uniquement au terminal ou à la salle de contrôle centrale ou au poste de surveillance, le système d'alimentation en courant électrique de secours permet généralement de remplacer le système d'alimentation principal pendant au moins 24 heures dans des conditions de charge normales, plus une alimentation durant 15 minutes au moins dans des situations d'urgence telles que le déclenchement d'une alarme.

Si le système d'alimentation en courant électrique de secours est lui-même doté d'un système de batteries de secours, il offre une marge de sécurité supplémentaire de 20 % par rapport à la capacité en ampères-heures calculée pour le fonctionnement des alarmes pendant l'évacuation.

Le câblage du système d'alimentation électrique de secours ne doit pas cheminer dans les mêmes gaines ou en suivant le même trajet que celui de l'alimentation principale, afin d'éviter que le feu n'endommage à la fois le câblage de l'alimentation principale et celui du système d'alimentation électrique de secours et coupe ainsi l'alimentation des équipements essentiels.

Dans les systèmes comportant des stations auxiliaires éloignées, où les signaux d'alerte de perte de l'alimentation électrique peuvent ne pas être transmis à la station principale, une alimentation de secours de 60 heures est généralement exigée afin qu'elle puisse faire fonctionner l'intégralité du système si l'alimentation est coupée durant un week-end.

19.4 Systèmes de détection et d'alarme aux terminaux de manutention de pétrole brut, hydrocarbures et produits chimiques

19.4.1 Généralités

Le cahier des charges pour la détection et les systèmes d'alarme dans les terminaux de manutention de pétrole brut et de liquides inflammables dépend d'un certain nombre de facteurs, notamment :

- des marchandises ou produits manutentionnés ;
- des dimensions et du nombre des bateaux-citernes de navigation intérieure qui y accostent sur une année ;
- des débits de pompage ;
- de la proximité d'équipements dangereux par rapport à d'autres équipements ou dangers, par ex. l'espacement des équipements et la classification des secteurs électriques ;
- de la proximité des bateaux-citernes de navigation intérieure par rapport au terminal et à l'équipement dangereux du terminal ;
- de la proximité du terminal par rapport à des zones résidentielles ou commerciales, à d'autres sites industriels ou à des zones sensibles sur le plan environnemental ;
- de l'installation de vannes d'isolement d'urgence ;
- du nombre et de la nature des systèmes fixes d'extinction d'incendie qui sont connectés aux systèmes de détection et d'alarme ;
- de la présence permanente ou non de personnel ;
- de la capacité de l'unité d'intervention d'urgence dans le terminal ou dans le cadre de l'organisation du terminal à réagir rapidement et efficacement ;
- de la proximité de toutes les unités d'intervention d'urgence externes et de leur capacité, disponibilité et délai d'intervention ;
- des exigences fixées par les organes locaux de réglementation ;
- du niveau de protection au-delà des exigences réglementaires ;
- du niveau de protection concret assuré par le système de détection et d'alarme d'un fabricant spécifique.

Le système d'alarme doit être en mesure de déclencher les alarmes visuelles et sonores locales et, le cas échéant, une alarme générale si du personnel est présent au terminal et en fonction du contexte local. Il doit signaler l'alarme sur un panneau de contrôle incendie surveillé en permanence par du personnel et indiquer l'emplacement de l'incendie détecté ainsi que celui du système d'extinction d'incendie. Lorsque des installations fixes de détection de gaz sont installées ou si le système de détection couvre plus d'une zone de détection, le panneau doit indiquer l'emplacement du détecteur de gaz activé.

Le recours à des équipements de détection d'incendie conçus pour activer automatiquement l'équipement anti-incendie fixe peut être utile si un terminal s'étend sur une zone éloignée de la berge au point que la lutte manuelle contre l'incendie est difficile, dangereuse ou inefficace. Ces équipements sont aussi recommandés pour la lutte contre l'incendie si des bateaux destinés à la lutte contre l'incendie ne sont pas disponibles et que l'accessibilité est limitée pour les véhicules anti-incendie, ou dans des endroits où du personnel formé à la lutte contre l'incendie n'est présent qu'en nombre limité et/ou n'est pas toujours en mesure de réagir rapidement.

Dans la plupart des cas, un système de protection contre l'incendie géré manuellement est préférable. Au déclenchement d'un détecteur, le système de détection doit déclencher une alarme sonore locale et envoyer un signal à un panneau de contrôle surveillé en permanence. Si la situation le justifie, le système de protection contre l'incendie peut être activé manuellement par un opérateur, par les pompiers, ou par du personnel chargé de surveiller l'alarme.

Les équipements et les zones du terminal qui sont parfois surveillés par un système automatique de détection d'incendie ou de gaz comprennent les pompes de transbordement, les collecteurs de vannes, les zones des bras de chargement, les salles de contrôle, les locaux comportant des dispositifs de commutation électrique, les locaux des opérateurs, les zones sous le pont, ainsi que d'autres équipements et zones dans lesquelles peuvent survenir des fuites et des déversements d'hydrocarbures ou qui comportent des sources d'inflammation.

19.4.2 Salles et bâtiments de contrôle

Lors de la détermination des équipements de détection et d'alarme nécessaires pour les locaux de contrôle, le premier critère doit toujours être la conformité à la réglementation locale. Une fois la réglementation observée, l'installation de dispositifs supplémentaires de détection de gaz et d'incendie associés à un système d'alarme dépend de facteurs spécifiques au site, tels que la pressurisation et la surveillance de la salle de contrôle.

Les installations générales suivantes de détection et d'alarme sont recommandées pour tous les bâtiments et locaux de contrôle :

- des stations d'alarme incendie manuelles doivent être disponibles à toutes les issues. La mise en service d'une installation manuelle de lutte contre l'incendie doit déclencher une alarme sonore locale et doit déclencher une alarme sur le panneau principal de contrôle d'incendie, si celui-ci existe ;
- un système de détection d'incendie doit être installé dans chaque zone d'un bâtiment de contrôle qui est habituellement laissée sans surveillance. Chaque détecteur doit déclencher une alarme locale dans les zones de la salle de contrôle qui sont normalement occupées et doit déclencher une alarme sur le panneau principal de contrôle d'incendie situé en un endroit occupé en permanence ;
- des installations de détection de gaz combustibles doivent être installées dans les événements de prise d'air des salles de commande pressurisées ainsi qu'à l'intérieur des salles de contrôle non-pressurisées. Chaque détecteur de gaz doit déclencher une alarme sonore locale et doit signaler une alarme sur un panneau principal de contrôle d'incendie situé dans un endroit occupé en permanence.

Les salles de contrôle qui ne sont pas constamment surveillées peuvent parfois être équipées d'installations supplémentaires. Si le terminal traite des liquides volatils, un système fixe d'extinction d'incendie se déclenchant automatiquement en cas de détection de gaz combustible ou d'un incendie peut être installé. Le système de détection de gaz ou d'incendie doit alors être conçu pour couvrir une zone à double détection (voir la section 19.2.6).

19.5 Équipement de lutte contre l'incendie

Les systèmes de lutte contre l'incendie sont nécessaires pour protéger les équipements susceptibles d'être exposés, afin d'éviter que l'incendie ne s'étende et de minimiser les dommages dus à l'incendie. Idéalement, la plupart des incendies doivent être circonscrits et éteints en premier lieu en isolant la source de combustible puis, si cela est nécessaire et possible, en utilisant des agents extincteurs appropriés.

Lorsque les terminaux possèdent des connexions par la terre avec des raffineries ou des installations connexes, le système anti-incendie du terminal fait habituellement partie du système de lutte contre l'incendie de l'ensemble du complexe.

Les systèmes de lutte contre l'incendie fixes doivent pouvoir être utilisés dans leur intégralité par le personnel disponible sur place et dans les cinq premières minutes de l'incendie.

19.5.1 Équipement de lutte contre l'incendie dans le terminal

Dans les ports comportant de nombreux terminaux ou les sites industriels denses, l'autorité locale ou l'autorité portuaire est susceptible de mettre à disposition la capacité principale de lutte contre l'incendie. Le type et la quantité de matériel anti-incendie doivent être proportionnels à l'étendue et à l'emplacement du terminal, à la fréquence d'utilisation du terminal, et aux aspects supplémentaires mentionnés à la section 19.1. D'autres aspects importants sont notamment les éventuels accords de réciprocité et la configuration du terminal.

En raison de ces nombreuses variables, il est impossible de formuler des recommandations spécifiques concernant les équipements de lutte contre l'incendie. Chaque terminal doit être étudié individuellement lors du choix du type, de l'emplacement et de l'utilisation faite de l'équipement.

Outre les exigences réglementaires nationales, la capacité doit être fondée sur les orientations générales contenues dans le présent chapitre ainsi que sur les résultats d'une évaluation formelle des risques. L'évaluation des risques doit prendre en compte les critères suivants pour chaque quai :

- les dimensions des bateaux-citernes de navigation intérieure pouvant être accueillis au quai ;
- l'emplacement du terminal et du quai ;
- la nature des cargaisons manutentionnées ;
- l'impact potentiel de déversements d'hydrocarbures ;
- les zones à protéger ;
- la capacité régionale d'intervention en cas d'incendie ;
- le niveau de formation et l'expérience des services locaux d'intervention d'urgence.

19.5.2 Extincteurs d'incendie et canons portatifs et mobiles

Les extincteurs d'incendie portatifs et mobiles doivent être disponibles sur chaque quai du terminal en fonction des dimensions, de l'emplacement et de la fréquence d'utilisation du quai (voir le Tableau 19.1).

Les extincteurs d'incendie portatifs doivent être installés de sorte que l'extincteur puisse être atteint sans nécessiter un déplacement de plus de 15 mètres. Les extincteurs sur roues doivent normalement être situés en des endroits accessibles à chaque extrémité des portiques de bras de chargement ou aux points d'accès au quai.

Les emplacements des extincteurs d'incendie doivent être permanents et clairement identifiables par une peinture de fond luminescente ou par des boîtes et armoires de protection d'une couleur appropriée. Le haut ou la poignée destinée à soulever l'extincteur ne doit normalement pas être situé à une hauteur de plus d'un mètre.

Les extincteurs à dioxyde de carbone ne sont guère utiles aux postes d'amarrage ou sur les quais, sauf en des points où des incendies mineurs d'origine électrique peuvent se déclencher. Toutefois, les sous-stations électriques ou locaux de commande clos situés dans les terminaux doivent être équipés d'un nombre suffisant d'extincteurs à dioxyde de carbone ou doivent être équipés d'un système fixe fonctionnant au dioxyde de carbone.

Les extincteurs à mousse d'une capacité d'environ 100 litres de solution moussante pré-mélangée peuvent être utilisés sur les quais. Ils peuvent produire environ 1000 litres de mousse et la longueur habituelle de leur jet est d'environ 12 mètres.

Dans la plupart des cas, les petits extincteurs à mousse d'une capacité d'environ dix litres sont insuffisants pour lutter efficacement contre un incendie dans un terminal.

Lorsque des canons portables à eau ou à mousse sont recommandés dans le Tableau 19.1, ils peuvent être portables ou à roues, mais doivent assurer un débit d'au moins 115 mètres cubes par heure (m³/h) de mousse et d'eau en solution.

Au moins deux canons portables à eau ou à mousse doivent être disponibles sur chaque quai ou poste d'accostage, assortis de tuyaux pour la mousse et l'eau d'une longueur suffisante pour faciliter le déploiement à leur portée maximale.

19.5.3 Équipements fixes de lutte contre les incendies dans le terminal

19.5.3.1 Approvisionnement en eau pour l'extinction

Dans les terminaux, l'eau d'extinction est souvent prélevée du fleuve, canal ou bassin et elle est disponible en quantité illimitée.

Lorsque l'approvisionnement en eau d'extinction est assuré par un stockage fixe, tel qu'une citerne ou un réservoir, la quantité d'eau disponible pour la lutte contre l'incendie doit être équivalente au moins à quatre heures d'utilisation continue à la capacité maximale du système de lutte contre l'incendie. La réserve d'eau pour la lutte contre l'incendie doit normalement s'ajouter à celle requise pour toute autre activité pour laquelle de l'eau est prélevée du même point de stockage fixe. Les tuyauteries de ces installations de stockage doivent être conçues pour empêcher l'utilisation de la réserve d'eau à d'autres fins que la lutte contre l'incendie et l'intégrité de l'approvisionnement de la réserve en eau d'appoint doit être garantie.

Les débits et les pressions de l'eau d'extinction doivent être suffisants pour couvrir les besoins en eau à la fois pour l'extinction et pour le refroidissement de tout incendie susceptible de se produire. Les débits habituels sont indiqués dans le Tableau 19.1.

19.5.3.2 Pompes à incendie

Dans la mesure du possible, les pompes à incendie installées de façon permanente doivent être disponibles en nombre suffisant pour assurer une capacité de réserve suffisante en cas d'imprévu, tels que la maintenance, la réparation ou une panne de pompe à incendie durant une urgence.

Les pompes à moteur électrique, moteur diesel et turbine à vapeur sont acceptables. Toutefois, le choix des turbines à vapeur et motorisations électriques doit tenir compte de la fiabilité de l'alimentation en vapeur et en électricité de chaque installation. En règle générale, une combinaison de pompes à moteur électrique et à moteur diesel est préférable.

Lorsque les pompes d'incendie sont situées sur un quai ou une jetée, il est essentiel de choisir un endroit sûr et protégé pour garantir que les pompes d'incendie ne seront pas immobilisées lors d'un incendie au terminal ou ne comportent pas elles-mêmes une source d'inflammation potentielle. Lors du choix d'un emplacement pour les pompes à incendie, il convient de prendre en compte le portique de chargement et le bateau-citerne de navigation intérieure ou la barge les plus proches à quai.

Pour réduire le risque d'un incendie affectant les pompes à incendie, les réservoirs de carburant doivent être éloignés du moteur de la pompe à incendie. Des systèmes de détection et de lutte contre l'incendie doivent être installés sur le réservoir.

Lorsque cela est possible, les installations de pompes à incendie doivent être protégées contre un feu à la surface de l'eau susceptible d'atteindre la partie inférieure ou de se répandre sous l'installation. La protection peut être assurée par des barrières solides, des barrages flottants ou des systèmes de pulvérisation d'eau. Dans ce cas, la pompe d'incendie doit être installée sur une plate-forme solide. Si des pompes à moteur électrique sont installées, il convient de veiller à ce que le cheminement des câbles d'alimentation soit sûr et protégé contre l'incendie.

Installation	Équipement minimum recommandé
Quais ou jetées accueillant des bateaux-citernes pour la manutention de liquides avec un point d'éclair égal ou inférieur à 60 °C, y compris les matériaux conditionnés en fûts et tout produit chauffé au-dessus de son point d'éclair OU Quais ou jetées accueillant des bateaux-citernes dont le port en lourd est inférieur à 20 000 tonnes et accueillant moins d'un bateau-citerne par semaine.	Collecteur d'incendie équipé de vannes d'isolement et de prises d'eau pressurisées avec un débit d'eau d'au moins 115 m³/h. Deux canons à eau/mousse fixes ou portatifs, un de chaque côté du collecteur à terre, capables d'atteindre le collecteur extérieur du bateau-citerne. Réservoirs ou bacs à mousse permettant d'assurer la projection de mousse durant moins 15 minutes avec deux canons. 2 extincteurs à poudre portatifs de 9 kg 2 extincteurs à poudre sur roues de 50 kg 1 raccord incendie international de jonction avec la terre

Installation	Équipement minimum recommandé
Quais ou jetées accueillant des bateaux-citernes dont le port en lourd est inférieur à 50 000 tonnes OU Quais ou jetées accueillant des bateaux-citernes dont le port en lourd est inférieur à 20 000 tonnes et accueillant plus d'un bateau-citerne par semaine.	Collecteur d'incendie équipé de vannes d'isolement et de prises d'eau pressurisées avec un débit d'eau d'au moins 350 m ³ /h. Deux canons à eau/mousse fixes ou portatifs, un de chaque côté du collecteur à terre, capables d'atteindre le collecteur extérieur du bateau-citerne. Réservoirs ou bacs à mousse fixes sur le quai, permettant d'assurer la projection de mousse durant moins 30 minutes avec deux canons. 4 extincteurs à poudre portatifs de 9 kg 2 extincteurs à poudre sur roues de 50 kg 1 raccord incendie international de jonction avec la terre
Quais ou jetées accueillant des bateaux-citernes avec un port en lourd de 50 000 tonnes ou plus	Collecteur d'incendie équipé de vannes d'isolement et de prises d'eau pressurisées avec un débit d'eau d'au moins 700 m ³ /h. Deux canons à eau/mousse fixes et surélevés, un de chaque côté du collecteur à terre. Réservoirs ou bacs à mousse fixes sur le quai, permettant d'assurer la projection de mousse durant moins 30 minutes avec deux canons. 6 extincteurs à poudre portatifs de 9 kg appropriés pour les feux de liquides inflammables 2 extincteurs à poudre sur roues de 50 kg appropriés pour les feux de liquides inflammables 1 raccord incendie international de jonction avec la terre
Île en mer	Installations de protection contre l'incendie comme indiqué ci-dessus, en fonction de l'utilisation et des dimensions de l'équipement portatif du bateau-citerne : 6 extincteurs à poudre portatifs de 9 kg 6 extincteurs à poudre sur roues de 50 kg 1 raccord incendie international de jonction avec la terre

Tableau 19.1 : Équipement minimum recommandé ou équipement équivalent

19.5.3.3 Conduites et collecteurs d'incendie

Les collecteurs fixes d'eau d'extinction et/ou de solution de mousse et d'eau doivent être installés dans les terminaux et le long des voies d'accès aux quais. Les collecteurs doivent s'étendre aussi près que possible de l'extrémité du terminal et doivent être pourvus d'un certain nombre de prises d'eau accessibles (bouches d'incendie).

Les points de prise d'eau sont généralement constitués de collecteurs équipés de sorties à vannes individuelles munies d'un raccord de tuyau d'incendie correspondant au type de raccord de tuyau d'incendie utilisé sur les lieux. Les vannes d'isolement doivent être conçues de manière à éviter la perte de tous les systèmes de lutte contre l'incendie en raison d'une rupture unique ou d'un blocage du collecteur d'extinction principal. Les vannes d'isolement doivent être placées de sorte qu'en cas de défaillance du collecteur d'incendie principal dans la zone du quai, un approvisionnement demeure assuré à proximité du quai. Lorsque le collecteur d'incendie principal est raccordé à installation à terre, une vanne d'isolement doit être disponible à l'extrémité côté terre du quai ou de la jetée. Des prises d'eau supplémentaires doivent par conséquent être prévues en amont d'une vanne d'isolement.

Les matériaux dont sont constitués les collecteurs doivent être compatibles avec l'approvisionnement en eau.

Les capacités et pressions minimum des conduites d'eau d'extinction varient selon que le système doit être utilisé pour le refroidissement ou pour la production de mousse et en fonction de la longueur du jet nécessaire.

En période de gel, les collecteurs d'incendie qui ne sont pas vidés doivent être protégés du gel. En outre, lorsque l'approvisionnement en eau d'extinction est assuré à travers une grille à terre, toute la section humide de la grille doit être enterrée en dessous de la ligne de gel ou être protégée contre le gel d'une autre manière. Les collecteurs d'incendie enfouis doivent être convenablement isolés et enrobés pour éviter la corrosion.

Une protection cathodique peut également être nécessaire.

Les vannes de vidange sur le collecteur d'incendie doivent être situées en des points pratiques et appropriés et des points d'évacuation doivent être prévus aux extrémités de la grille du collecteur d'incendie.

19.5.3.4 Prises d'eau

L'emplacement et l'espacement des prises d'eau dans les terminaux sont généralement déterminés par le caractère des installations à protéger. Sur les quais ou dans les zones des bras de chargement, il est souvent difficile d'assurer un espacement uniforme des prises d'eau, alors que cela est généralement possible le long des voies d'accès. À titre indicatif, les prises d'eau doivent être espacées à des intervalles de 45 mètres au maximum sur les quais ou dans les zones des bras de chargement et de 90 mètres au maximum le long des voies d'accès.

Les raccords de tuyaux doivent être compatibles avec ceux des services locaux ou nationaux de lutte contre l'incendie.

Les prises d'eau doivent être facilement accessibles depuis les routes ou voies d'accès et doivent être situées ou protégées de manière à ne pas subir de dommages physiques.

19.5.3.5 Raccord incendie international de jonction avec la terre

Tous les bateaux-citernes et terminaux doivent être en mesure d'interconnecter les collecteurs d'incendie à bord et à terre de sorte qu'une alimentation en eau externe puisse être raccordée à n'importe quelle prise d'eau du collecteur d'incendie du bateau. Le raccord incendie international de jonction avec la terre est un dispositif standard pour la connexion de deux systèmes qui, sinon, ne seraient pas compatibles entre eux. Ce raccord doit être prêt pour une utilisation immédiate (voir la section 19.4.3.1 et le chapitre 25).

Les brides sur le raccord doivent présenter les dimensions indiquées dans la Figure 19.1. Le raccord international doit comporter une surface plane d'un côté et, de l'autre côté, un raccord correspondant à la prise d'eau ou au tuyau à bord du bateau-citerne ou à terre.

S'il est fixé à bord d'un bateau, le raccord doit être accessible depuis les deux côtés du bateau et son emplacement doit être clairement signalé.

Pour interconnecter les deux collecteurs d'incendie, un tuyau d'incendie possédant un raccord pour la terre est posé jusqu'au dispositif homologue et les joints à brides sont reliés par boulonnage.

Le raccord doit être protégé contre les intempéries et situé de façon à pouvoir être utilisé immédiatement. L'ensemble du personnel concerné doit être informé de l'emplacement et de l'usage prévu de ce raccord. Ce point doit être abordé lors de la réalisation conjointe de la liste de contrôle de sécurité bateau/terre (*Ship/Shore Safety Checklist - SSSCL*). Les terminaux devraient inclure l'utilisation du raccord incendie international de jonction avec la terre dans leurs programmes de formation.

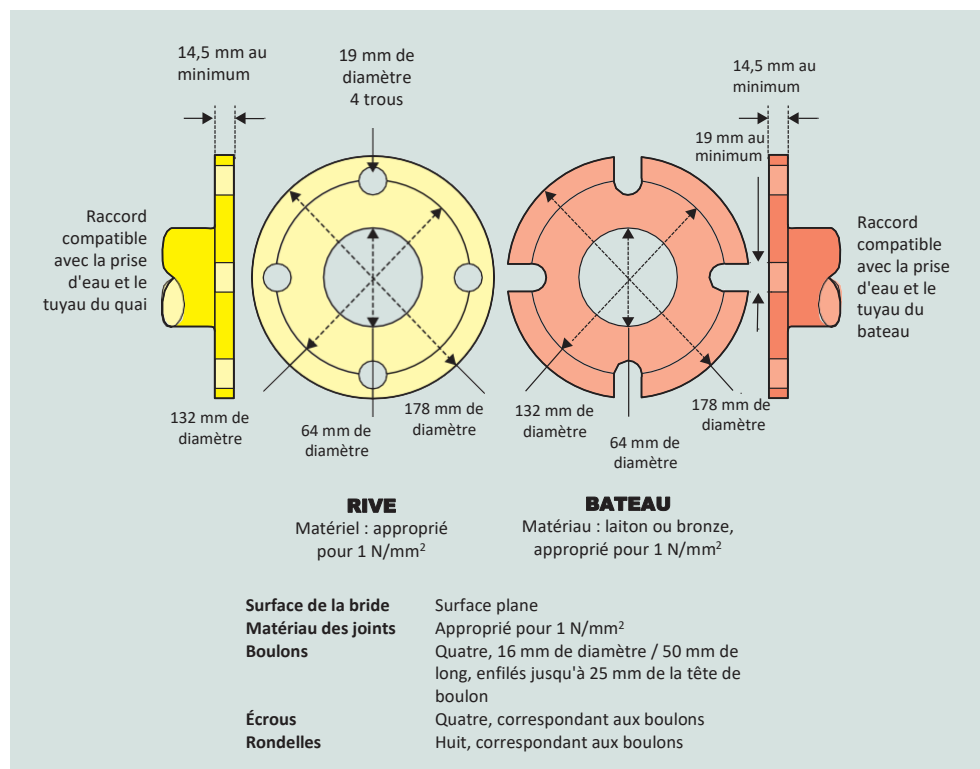


Figure 19.1 : Détails du raccord incendie international de jonction avec la terre

19.5.3.6 Points d'entrée de pompage pour les bateaux de lutte contre l'incendie

Si des remorqueurs ou des bateaux anti-incendie sont disponibles, ils sont susceptibles d'être équipés de pompes à eau destinées à approvisionner le collecteur d'incendie principal du terminal.

Des points d'entrée de pompage doivent être disponibles en des endroits appropriés et accessibles à proximité des extrémités des conduites d'incendie et de préférence aux endroits où les remorqueurs ou bateaux de lutte contre l'incendie peuvent être solidement amarrés. En cas d'extrême urgence, un bateau de lutte contre l'incendie / remorqueur peut ensuite être utilisé pour augmenter l'approvisionnement en eau du collecteur d'incendie principal à terre.

Les points d'entrée de pompage doivent comporter au moins 4 entrées de tuyau de 63 mm ou l'équivalent. Les entrées des tuyaux doivent être équipées de vannes à fermeture à vis et/ou être équipées de clapets antiretour et être installées de façon à minimiser la possibilité de vrillage des tuyaux.

L'emplacement de ces entrées doit être clairement mis en évidence.

19.5.3.7 Systèmes à mousse

Le concentré de mousse doit être bien proportionné et mélangé avec de l'eau à un point situé en aval des pompes d'eau d'extinction et en amont de l'équipement de production de mousse et des buses de diffusion.

Les conduites fixes pour la mousse expansée (cellulaire) ne sont pas recommandées, la mousse pleinement développée ne pouvant pas être projetée de manière efficace à travers de tels systèmes en raison de la perte d'énergie cinétique et de l'importance des pertes par frottement.

Le type de concentré de mousse choisi, à savoir des protéines, fluoro-protéines, mousse formant une pellicule aqueuse ou un concentré alcool/polaire d'un type résistant aux solvants (concentré de type tensioactif d'hydrocarbures), dépendra du type de combustible et de sa formulation, de la disponibilité d'équipements d'aspiration ou autres et de la facilité de réapprovisionnement.

Plusieurs systèmes peuvent être employés pour alimenter en concentré de mousse l'équipement de production de mousse du quai. Certains des principaux systèmes sont brièvement décrits ci-après.

Tube plongeur alimenté à partir de citernes atmosphériques

Cette méthode comprend une amenée directe de la mousse au moyen d'un tube flexible d'aspiration reliant un canon à une citerne adjacente de stockage de mousse à la pression atmosphérique, un camion-citerne, une remorque ou un réservoir mobile. Une citerne de stockage peut être utilisée pour alimenter plus d'un canon fixe. Ces canons sont à placer près du sol ou du pont.

Appareil à mousse à régulation volumétrique utilisant des appareils à pression

Cet appareil peut comporter un concentré de mousse dans une grande citerne sous pression, pouvant avoir une capacité de 4,5 mètres cubes, ou deux petits réservoirs sous pression de 2,3 mètres cubes. L'unité de dosage de la mousse est placée entre les pompes à incendie et le matériel servant à fabriquer la mousse, placé en aval. Le système utilise de l'eau d'extinction en dérivation du collecteur principal pour pressuriser le récipient de stockage et déplacer le concentré de mousse de la citerne de stockage vers une conduite à mousse.

Des prises d'eau suffisantes doivent être disponibles sur la conduite à mousse, à partir desquels les dispositifs de production de mousse peuvent être mis en service.

Système dédié de conduite à concentré de mousse utilisant des citernes de mousse à la pression atmosphérique

Ce système comprend trois composantes principales :

1. Stockage en vrac de concentré de mousse dans des citernes ou d'autres bateaux.
2. Pompes à mousse délivrant le concentré de mousse dans le réseau de conduites de mousse. Les pompes peuvent fonctionner avec un moteur électrique ou une turbine hydraulique utilisant une dérivation de la conduite d'eau d'extinction.
3. Réseau de conduites dont le diamètre peut être de 75 mm de diamètre, traversant l'approche du quai et le quai et possédant de nombreux points de connexion pour la fixation de tuyaux de distribution de mousse destinés au raccordement d'un équipement mobile ou fixe.

La conduite acheminant le concentré de mousse jusqu'aux points de prélèvement doit comporter un doseur permettant de fournir la quantité exacte de concentré de mousse au point de prélèvement. La pression du concentré de mousse à cet endroit doit être supérieure à la pression du collecteur d'incendie (généralement 1 bar au-dessus de la pression du collecteur d'incendie).

Lorsque des conduites pour les solutions ou concentrés de mousse sont disponibles, elles doivent posséder un certain nombre d'accès aux points de prélèvement (bouches) devant être espacés au maximum de deux ou trois longueurs de tuyau standard. Des vannes d'isolement doivent être montées de manière à permettre l'utilisation de la conduite en cas de rupture. Des vannes de vidange appropriées des conduites et des installations de rinçage doivent être disponibles. Une conduite de solution de mousse de ce type doit être conçue pour un débit minimum de la solution 115 m³/h.

Un système de tuyauterie de diamètre inférieur peut également être utilisé pour acheminer le concentré de mousse jusqu'aux citernes alimentant les doseurs des appareils à mousse fixes ou mobiles.

Injection à débit variable intégrant une citerne atmosphérique de mousse et des pompes à mousse

Ce système consiste à pomper le concentré de mousse dans une conduite de mousse via un dispositif de mesure ou un injecteur à débit variable. La pompe à mousse est en général entraînée par un moteur électrique pour l'aspiration depuis une citerne atmosphérique de mousse.

La réserve de concentré de mousse en vrac associée à tout système fixe de canons à mousse ou système fixe d'aspersion d'eau et de mousse doit être suffisante pour assurer l'alimentation en mousse en continu jusqu'à l'arrivée de moyens appropriés supplémentaires de lutte contre l'incendie, soit par l'eau ou depuis la terre. Dans tous les cas, la réserve de concentré de mousse en vrac doit être suffisante pour assurer une diffusion continue de mousse dans des conditions normales de débit.

19.5.3.8 Canons (ou lances)

Les canons peuvent être utilisés pour la mousse et l'eau, bien que des modèles spécifiques puissent être conçus uniquement pour la mousse. Les canons de grande capacité sont en principe installés sur un dispositif fixe ou sur une unité portable. La mise à disposition de canons fixes devrait être envisagée aux quais pouvant accueillir des bateaux-citernes d'un port en lourd supérieur à 20 000 tonnes. Leur nombre et capacité doivent être adaptés pour les dimensions, l'emplacement et la fréquence d'utilisation de chaque quai (voir le Tableau 19.1).

Le nombre et la capacité des canons à mousse nécessaires dépendent des circonstances et conditions locales, notamment de la capacité du système d'approvisionnement en eau pour la lutte contre l'incendie. Les installations existantes peuvent disposer d'un seul canon à mousse surélevé pour la lutte contre les incendies sur le quai et à bord du bateau-citerne. Le débit d'un canon unique ne doit pas être inférieur à 115 m³/h et doit répondre aux exigences de capacité détaillées dans le Tableau 19.1.

Les canons doivent être alimentés par le collecteur principal d'incendie du quai et être activés manuellement à chaque canon ou, selon la conception, à distance depuis une vanne d'isolement manuelle ou motorisée contrôlant une série de canons. Les canons à commande manuelle doivent être pré-positionnés avant les opérations de transfert.

Les canons peuvent être situés au niveau du poste d'accostage ou du quai, par exemple dans les petits terminaux, ou peuvent être installés sur des tours fixes. La hauteur effective du flux de liquide requis d'un canon dépend de l'utilisation spécifique envisagée. Des canons fixes doivent être placés sur des tours ou au sommet des tours d'accès à la passerelle, afin de garantir que le flux de mousse couvre entièrement les équipements embarqués de manutention de cargaison et le collecteur du bateau-citerne, quelles que soient les conditions de chargement et de ballastage.

Les canons peuvent être commandés manuellement ou à distance, soit depuis la base de la tour ou depuis un point éloigné. Les commandes à la base de la tour peuvent nécessiter une protection spéciale. La visibilité réduite due à la fumée peut limiter l'efficacité des tours fixes à commande manuelle. La commande à distance peut être assurée par des moyens électroniques, hydrauliques, ou par une liaison mécanique. Le poste de commande à distance pour les canons élevés doit être situé en un endroit sûr. Toutefois, le choix d'un lieu sûr dépendra de la nature et des dimensions du quai concerné. Dans la mesure du possible, le poste de commande du canon doit être situé au moins à 15 m de l'emplacement probable de l'incendie.

Les canons à eau doivent être placés au niveau du quai ou de la jetée et doivent être équipés de buses réglables permettant une projection en jet ou en aspersion. Ils doivent pouvoir refroidir la structure du quai ainsi que la coque d'un bateau-citerne à quai. Dans certains cas, il peut être nécessaire de disposer de canons à eau élevés en remplacement ou en complément de canons installés sur le quai afin de pouvoir déverser l'eau au-dessus de la hauteur maximum de franc-bord.

19.5.3.9 Systèmes de protection fixes sous l'appontement

Des systèmes de protection fixes sont installés sous l'appontement lorsque le terminal s'étend sur l'eau et loin du rivage au point que la lutte contre l'incendie serait difficile, voire dangereuse, ou lorsque des bateaux anti-incendie ne sont pas disponibles. Dans ces situations, ce type de système peut constituer une base sûre pour les opérations lors d'un incendie à bord d'un bateau-citerne et il est particulièrement utile s'il existe un risque de feu de nappe important sur l'eau, sous l'appontement.

Lorsque des bateaux anti-incendie sont disponibles pour une intervention rapide, un système fixe de pulvérisation d'eau peut être installé sous l'appontement pour assurer le refroidissement de supports non protégés et non résistants au feu et de structures exposées en cas de feu localisé à la surface de l'eau. Le débit d'un tel système doit être fondé sur une évaluation des risques en prenant en considération les aspects tels que le type d'opérations et la configuration de l'appontement.

Lorsque les bateaux anti-incendie ne sont pas disponibles ou ne peuvent pas intervenir rapidement en cas d'incendie, un système fixe d'aspersion de mousse / eau peut être installé sous l'appontement pour le refroidissement et la protection de la structure de soutien construite en matériaux non-résistant au feu et non protégés. Le débit de ce système doit être d'au moins 10,2 litres par minute et par mètre carré.

Dans ces circonstances, un tel système permet de contrôler et d'éteindre rapidement l'incendie sous l'appontement. Le débit de ce système doit être d'au moins 6,5 litres par minute et par mètre carré.

Lorsque les piles et les poutres de soutien sont construites avec des matériaux résistants au feu, par exemple en béton, un système fixe d'aspersion de mousse / d'eau à débit réduit peut être jugé acceptable au terme de l'évaluation des risques.

19.6 Équipement de lutte contre les incendies depuis l'eau

Les équipements de lutte contre l'incendie depuis l'eau sont généralement des bateaux de lutte contre l'incendie ou des bateaux-pompes, qui peuvent être très efficaces, en particulier lorsqu'il leur est possible de se placer au vent par rapport à l'incendie.

Lorsque les bateaux de lutte contre l'incendie sont bien équipés, disponibles en permanence et capables d'intervenir très rapidement après l'alerte, par exemple en 15 - 20 minutes, l'ampleur du matériel anti-incendie disponible sur le quai peut être fixée en tenant compte de la qualité des équipements locaux de lutte contre l'incendie depuis l'eau.

La capacité de lutte contre l'incendie depuis l'eau est généralement plus optimale lorsqu'il s'agit de remorqueurs ou de bateaux de travail équipés de matériel anti-incendie, y compris des équipements à mousse, capables de s'attaquer à un incendie survenu sur le pont du plus grand bateau-citerne de navigation intérieure susceptible d'utiliser le port.

Lorsque la capacité de lutte contre l'incendie des remorqueurs fait partie de la réponse planifiée d'un terminal en cas d'incendie à bord d'un bateau-citerne ou dans le terminal lui-même, ceux-ci doivent être disponibles dès que nécessaire afin que leur intervention soit efficace. Si ces remorqueurs sont utilisés pour assister un bateau-citerne lors de l'accostage ou de l'appareillage au terminal ou dans tout autre secteur du port au moment où survient un incendie, des dispositions doivent être prises pour qu'ils puissent être disponibles dans les plus brefs délais afin de participer à la lutte contre l'incendie. Lorsque ces remorqueurs sont inutilisés entre des tâches de routine, ils doivent être amarrés à proximité, de manière à pouvoir être libérés rapidement et, si possible, avec une vue directe sur le terminal. Ils doivent aussi assurer une surveillance radio et visuelle continue du terminal. Lorsque l'intervention de ces remorqueurs ne peut être assurée dans un délai raisonnable pour la lutte contre un incendie, ils ne doivent pas être pris en compte dans l'évaluation des besoins en équipements de lutte contre les incendies dans le terminal.

Dans des circonstances particulières, par exemple dans des terminaux accueillant un grand nombre de bateaux-citernes ou dans des ports possédant plusieurs terminaux, il est envisageable de prévoir la disponibilité d'un bateau spécialement équipé pour la lutte contre l'incendie.

La décision d'utiliser des remorqueurs pour aider à combattre un incendie à bord d'un bateau-citerne ou dans le terminal ou de les utiliser pour aider à éloigner d'autres bateaux-citernes menacés par l'incendie doit être prise par la personne responsable de la lutte contre l'incendie et en concertation avec l'administration portuaire. Les remorqueurs de lutte contre l'incendie doivent être équipés d'une radio UHF/VHF avec des canaux distincts pour le remorquage et pour la lutte contre l'incendie et, s'ils sont utilisés pour combattre un incendie, ils doivent être sous le contrôle de la personne responsable de la lutte contre l'incendie et en contact direct avec elle.

Les remorqueurs de lutte contre l'incendie doivent être inspectés régulièrement pour s'assurer que leur matériel et leur stock de concentré de mousse sont en bon état. Des tests de la pompe à incendie et des canons doivent être effectués hebdomadairement. Les points de remplissage pour la mousse à bord des remorqueurs doivent demeurer dégagés de manière à être immédiatement prêts à l'emploi.

Dans le cadre du plan d'urgence du terminal, il convient de décider si des pompiers formés doivent se trouver à bord du remorqueur ou si la lutte contre un incendie est confiée à l'équipage. La décision doit être complétée par une formation appropriée des intervenants désignés pour la lutte contre l'incendie.

19.7 Vêtements de protection

Tous les vêtements de protection contre l'incendie assurent une certaine protection contre la chaleur rayonnante et contre les brûlures. Les vestes anti-incendie conventionnelles lourdes sont très efficaces à cet effet.

Toutefois, la pratique moderne est de fournir des vêtements de protection contre l'incendie qui sont fabriqués en tissus léger, ignifuge et comprenant une couche d'aluminium, parfois appelés vêtement d'approche du feu. Ce type de vêtement n'est pas adapté pour une exposition directe au feu. Des vêtements plus lourds, appelés tenues de pénétration anti-feu, permettent au personnel portant un appareil respiratoire disposant d'une autonomie suffisante pour le sauvetage et l'appoint de résister à l'exposition directe aux flammes durant une période limitée.

En fonction des dispositions locales en matière de lutte contre l'incendie, la disponibilité dans le terminal d'un minimum d'un ou de deux jeux complets de vêtements d'approche du feu et de tenues de pénétration anti-feu est recommandée, y compris les casques, gants et bottes.

Tous les vêtements de protection doivent être prêts à être utilisés et secs. Ils doivent être fermés et ajustés correctement lorsqu'ils sont portés.

19.8 Accès pour les services de lutte contre l'incendie

Des aires de stationnement doivent être prévues pour les véhicules anti-incendie à proximité des voies d'accès au terminal. La disponibilité d'une aire de stationnement ou d'une voie de passage sur les structures à l'approche du quai doit également être envisagée. Il convient également de tenir compte de toute restriction concernant le poids maximal par essieu pour les véhicules accédant aux structures du quai.

20 Préparation aux situations d'urgence

Un plan complet et dûment testé est essentiel pour qu'un terminal puisse réagir aux urgences d'une manière ordonnée et efficace. Ce chapitre porte sur la préparation des plans d'intervention d'urgence du terminal ainsi que sur la mise à disposition des ressources et formations nécessaires pour les appliquer.

Les mesures à prendre par le terminal et le bateau-citerne de navigation intérieure dans le cas d'une urgence à l'interface bateau-citerne / terre sont détaillées dans la section 26.5.

Des informations complémentaires sur la protection contre les incendies dans les terminaux figurent au chapitre 19.

20.1 Vue d'ensemble

Tous les terminaux doivent disposer de procédures pouvant être mises en œuvre immédiatement en cas d'urgence. Ces procédures doivent couvrir tous les types d'urgence pouvant être envisagés dans le cadre des activités au terminal, par exemple un important déversement d'hydrocarbures, une fuite de gaz ayant constitué un nuage de vapeur en milieu non confiné, un incendie, une explosion ou des personnes malades ou blessées. Si toutes les procédures d'urgence incluent en principe le déploiement d'équipements de lutte contre l'incendie, elles doivent cependant couvrir aussi les équipements tels que les appareils respiratoires, le matériel de réanimation, les brancards et les moyens d'évacuation ou de sortie.

Le personnel doit être familiarisé avec les procédures d'urgence, doit être convenablement formé et doit comprendre clairement les mesures qu'il devra prendre dans une situation d'urgence. Ceci doit inclure le déclenchement d'alarmes, l'établissement d'un centre de contrôle et l'organisation du personnel lors d'une situation d'urgence.

Des informations sur les risques associés aux produits traités dans le terminal doivent être immédiatement disponibles. Il est recommandé que les FDS soient disponibles pour fournir au personnel de manutention et au personnel d'urgence les procédures pour la manipulation et la gestion de chacun des produits. La FDS doit inclure les détails des caractéristiques physiques (point de fusion, point d'ébullition, point d'éclair, etc.), la toxicité, les effets sur la santé, les premiers soins, la réactivité, le stockage, l'élimination et les EPI à utiliser.

Une main-d'œuvre suffisante est nécessaire pour mettre en œuvre et assurer avec succès le déroulement d'un plan d'intervention. Il convient par conséquent de réaliser une étude détaillée afin de déterminer le besoin total en main-d'œuvre sur toute la durée de chaque situation d'urgence. Le cas échéant, une assistance peut être fournie par des organismes d'urgence locaux, des aéroports, des installations industrielles ou des installations militaires situés à proximité. Il convient toutefois de veiller à ce que la main-d'œuvre au terminal soit suffisante pour assurer une première intervention face à toute situation d'urgence.

Outre la réaction aux incidents susceptibles de se produire durant les heures de fonctionnement, les plans d'urgence du terminal doivent également porter sur les incidents susceptibles de se produire en dehors des heures normales de travail, lorsque des opérations se poursuivent sur le site avec une main-d'œuvre réduite.

Les éléments les plus importants et critiques de chaque plan d'urgence concernent son organisation et les ressources pour sa mise en œuvre. Un plan ne sera efficace que si ces éléments ont fait l'objet de vérifications durant sa préparation, afin qu'il réponde pleinement aux exigences du terminal concerné.

Lors de l'élaboration du plan, toutes les parties susceptibles d'être impliquées doivent être consultées. Il sera nécessaire :

- d'analyser les scénarios d'urgence probables et d'identifier les problèmes potentiels ;
- de s'accorder sur la meilleure approche concrète pour réagir aux scénarios et pour résoudre les problèmes identifiés ;
- de s'accorder sur une organisation des ressources nécessaires pour mettre en œuvre le plan de manière efficace ;
- de documenter les programmes de formation et d'entraînement.

Le plan doit être revu et mis à jour régulièrement afin de s'assurer qu'il prenne en compte tout changement intervenu dans le terminal, les meilleures pratiques actuelles et les principales leçons tirées des exercices d'urgence ou de situations d'urgence survenues antérieurement.

20.2 Planification d'urgence au terminal - Composantes et procédures du plan d'urgence

20.2.1 Préparation

Tous les terminaux doivent élaborer un plan d'urgence, lequel doit couvrir tous les aspects des interventions nécessaires en cas d'urgence. Le plan doit être élaboré en concertation avec l'autorité portuaire, les pompiers, la police, etc. et doit s'intégrer aux autres plans pertinents, tels que le plan d'urgence portuaire. Le plan doit inclure :

- les interventions spécifiques des personnes à l'emplacement de l'urgence pour donner l'alarme ;
- les mesures initiales visant à contenir et maîtriser l'incident ;
- les procédures à suivre pour mobiliser les ressources du terminal en fonction de la nature de l'incident ;
- les procédures d'évacuation ;
- les points de rassemblement ;
- l'organisation des secours, notamment les rôles et responsabilités spécifiques ;
- les systèmes de communication ;
- les centres de contrôle d'urgence ;
- l'inventaire et la localisation des équipements d'urgence.

Chaque terminal doit disposer d'une équipe d'urgence dont les fonctions comprennent la planification, l'application, la révision ainsi que la mise en œuvre des procédures d'urgence. Une fois établi, un plan d'urgence doit être dûment consigné dans un « Manuel des procédures d'urgence » mis à la disposition de l'intégralité du personnel dont les tâches sont liées à celles du terminal.

Les principaux éléments constituant la réponse initiale à une situation d'urgence, tels que la diffusion de l'information et les mesures de maîtrise et de contrôle, ainsi que l'emplacement des équipements de secours, doivent être affichés bien en évidence dans tous les endroits stratégiques du terminal.

Les bateaux-citernes qui accostent au terminal doivent être informés du plan d'urgence du terminal pour les aspects qui les concernent ; en particulier les signaux d'alarme, les voies d'évacuation d'urgence et la procédure à suivre lorsqu'un bateau-citerne sollicite une assistance en cas d'urgence à bord.

Le plan d'urgence du terminal doit être harmonisé et, le cas échéant, être associé :

- aux autres parties de l'organisation et des équipements de l'entreprise ;
- aux organisations externes (autres sociétés, organismes publics, etc.)

Les organismes externes susceptibles d'intervenir lors d'une situation d'urgence doivent se familiariser avec toutes les parties correspondantes du plan d'urgence du terminal et doivent participer à des exercices et entraînements conjoints.

Les éléments essentiels d'un plan d'urgence du terminal sont résumés à la section 20.4.

20.2.2 Contrôle

Le plan d'urgence du terminal doit clairement désigner par ordre de priorité la ou les personnes qui ont la responsabilité globale pour la réaction à une situation d'urgence. Il doit également établir clairement qui, au sein de l'organisation du terminal, est responsable des mesures à prendre pour contenir et maîtriser la situation d'urgence.

Si les responsabilités ne sont pas clairement définies, ceci peut provoquer de la confusion ainsi que la perte de temps précieux.

S'il n'existe pas de centre de contrôle spécifique, un bureau doit être pré-désigné à cet effet et doit toujours être prêt pour une utilisation en cas d'urgence. L'emplacement du centre de contrôle ainsi qu'une liste des membres du personnel qui lui est affecté doivent être clairement précisés dans le plan. Le centre de contrôle doit être situé en un point central qui n'est pas voisin de zones potentiellement dangereuses et éventuellement dans les locaux du terminal principal.

En cas d'urgence, le centre de contrôle doit rassembler les principaux représentants du terminal et, le cas échéant, ceux de l'autorité portuaire, des pompiers, d'une société de remorquage, de la police ou de toute autre autorité compétente civile. Si l'urgence concerne ou est susceptible de concerner un bateau-citerne de navigation intérieure, il peut également être souhaitable qu'un membre d'équipage responsable du bateau-citerne concerné soit présent au centre de contrôle pour donner des conseils. Un agent d'information doit être désigné pour relayer l'information au public, aux autres usagers du port et à toutes les parties concernées.

En cas d'urgence, il est important que le personnel clé soit facilement identifiable sur le terrain, par exemple par le port de casques de sécurité de couleurs différentes. Le plan d'urgence doit inclure ce type de détails.

Le plan doit également indiquer quelles sont les personnes habilitées à déclarer qu'une situation d'urgence est terminée. Voir l'élément 12 du *MTMSA* de l'OCIMF.

20.2.3 Communications et alarmes

20.2.3.1 Alarmes

Toutes les installations doivent être équipées d'un système d'alarme d'urgence.

Les protocoles d'alarme peuvent varier d'un terminal à l'autre. Ainsi, une alarme unique et commune peut convenir pour un petit terminal, tandis qu'un complexe de type terminal et raffinerie peut nécessiter un système d'alarme différencié pour établir une hiérarchie des urgences possibles.

Il peut être avantageux de prévoir la possibilité d'une alarme silencieuse, sans aucun signal sonore, un petit nombre de membres clés du personnel étant informé et alerté par téléphone ou par radio portative. Les utilisations habituelles d'un tel système sont par exemple la réaction à une alerte à la bombe et d'autres formes de sabotage.

20.2.3.2 Listes de contact

Le plan d'urgence du terminal doit inclure les coordonnées complètes, à la fois durant et en dehors des heures de travail, des personnes internes et externes à l'organisation qui doivent être contactées en cas d'urgence.

Il doit également inclure les noms des suppléants qui seront disponibles dans le cas où la personne désignée serait absente ou indisponible. Ces suppléants doivent être pleinement conscients de leurs responsabilités et doivent être formés à la bonne exécution de leurs fonctions.

La liste des contacts doit être suffisamment complète pour éviter de devoir se référer à d'autres documents tels que les annuaires téléphoniques.

20.2.3.3 Exigences relatives au système de communication

Des communications fiables sont essentielles pour faire face efficacement à une situation d'urgence. Une alimentation électrique de secours doit être prévue pour le cas où le système principal tomberait en panne.

Le système doit être capable de gérer trois éléments fondamentaux :

- l'alarme d'urgence du terminal ;
- la demande d'assistance ;
- la coordination et le contrôle de toutes les activités d'urgence, y compris les mouvements des bateaux-citernes de navigation intérieure.

Le système de communication doit pouvoir couvrir les opérations sur le quai, à bord d'un bateau-citerne de navigation intérieure, dans les eaux adjacentes ou en d'autres endroits du terminal.

Les petits terminaux doivent au minimum être en mesure de déclencher un signal d'évacuation clairement identifiable comme tel. Toutefois, la radio et les communications téléphoniques demeurent une priorité dans la plupart des plans d'urgence.

Les grands terminaux doivent être équipés d'une gamme complète de systèmes de communication pouvant inclure la radio VHF/UHF et des haut-parleurs. Le personnel clé doit toujours être muni d'un équipement de radiocommunication portatif. Un centre de communication doit être établi dans le centre de contrôle d'urgence.

En l'absence de lignes téléphoniques dédiées, le système de communications d'urgence doit être capable d'empêcher les autres appels sur la même ligne.

Le centre de contrôle d'urgence doit faciliter l'orientation, la coordination et le contrôle de toutes les activités d'urgence, y compris la fourniture de conseils et d'informations aux autres usagers du port. À cet effet, un système de communication adéquat doit être disponible pour joindre tous les contacts nécessaires, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur du terminal.

20.2.3.4 Discipline de communication

Le plan d'urgence doit inclure un ensemble de disciplines de communication, qui peut comprendre des mots clés pour désigner les différents types d'urgence. Ces disciplines devraient également inclure l'utilisation des plateformes de médias sociaux personnels pendant les interventions d'urgence. Les équipes d'intervention chargées des médias doivent disposer de l'équipement nécessaire pour surveiller activement toutes les plateformes médiatiques, y compris les médias numériques et sociaux, afin de s'assurer que tous les rapports sont gérés efficacement pendant l'intervention d'urgence.

Tout le personnel doit comprendre la nécessité de respecter strictement les règles établies pour la communication en cas d'urgence et doit recevoir une formation à l'utilisation des équipements et à l'application des procédures de communication.

Une fois mobilisé, le personnel clé impliqué dans la gestion de l'urgence doit limiter ses communications à ce qui est nécessaire pour l'intervention d'urgence. La communication avec la presse et les médias doit être gérée par l'équipe chargée des relations avec les médias.

Les médias jouent un rôle important pour satisfaire les attentes du public en termes d'information. La réponse à ces attentes constitue un défi, car la technologie et notamment les médias sociaux permettent de rendre compte instantanément des événements. La gestion des médias, en particulier lors d'événements majeurs suscitant non seulement l'intérêt des médias locaux, mais aussi celui des médias nationaux, voire internationaux, est susceptible de déconcentrer l'équipe d'intervention d'urgence. La situation doit par conséquent être gérée efficacement pour ne pas entraver l'intervention d'urgence.

Lorsque survient une situation d'urgence, l'objectif premier de la communication est de fournir au public des informations précises, claires et rapides, afin de démontrer que l'incident est bien géré.

Du personnel formé aux relations avec les médias doit être désigné dans le plan d'urgence. La communication avec les médias doit suivre des protocoles documentés de réponse aux médias et être placée sous le contrôle de l'organisation centrale de commandement.

Les médias numériques et sociaux sont largement utilisés pour fournir des informations au public. Il est cependant important de comprendre que les informations peuvent provenir de sources officielles et non officielles, ces dernières étant souvent moins factuelles et plus spéculatives que les sources officielles. Cela doit être pris en compte lors de l'élaboration d'une stratégie de communication avec les médias.

Un registre des événements doit être tenu au centre de contrôle et un registre, écrit ou enregistré, doit être tenu pour les communications radio et téléphoniques.

20.2.4 Plans et cartes du site

Des plans comportant le matériel anti-incendie, les installations et l'accès routier doivent être tenus à jour et doivent être immédiatement disponibles pour leur utilisation en cas d'urgence, des exemplaires devant être conservés au centre de contrôle.

Les emplacements et les détails de l'équipement anti-incendie et d'autres équipements d'urgence sur ou à proximité d'un quai doivent également être indiqués sur le quai.

20.2.5 Accès au matériel

Tous les équipements d'urgence doivent être facilement accessibles et doivent en permanence être maintenus exempts de tout obstacle.

20.2.6 Mouvements et contrôle de la circulation routière

Les routes d'accès au terminal et les zones des voies d'accès aux quais doivent toujours être libres de tout obstacle. Les véhicules doivent être stationnés dans des zones désignées et les clés de contact doivent être laissées en place.

En cas d'urgence, l'accès routier au terminal ou aux quais doit être strictement limité aux véhicules et personnes nécessaires pour faire face à la situation d'urgence ou pour prêter assistance. Si des véhicules d'urgence sont autorisés à accéder à la zone de quais, il est nécessaire de prendre en compte le poids de ces véhicules par rapport aux limitations.

20.2.7 Services externes

Le plan d'urgence du terminal doit faire le meilleur usage possible des services externes. Le succès des mesures à prendre face à une situation d'urgence peut dépendre du degré de coopération de tiers et cette coopération dépend souvent de la familiarisation de ces tiers avec le terminal et ses procédures d'intervention. Il est important que les intervenants de services externes soient associés dans le cadre de formations conjointes.

Des entraînements communs incluant des remorqueurs, des bateaux-citernes de navigation intérieure et les services d'urgence à terre, le cas échéant, doivent être effectués au moins annuellement.

Si le terminal est situé dans une zone comportant d'autres activités industrielles, il peut être utile de mettre en place un plan d'assistance mutuelle.

20.2.7.1 Administrations portuaires, Centres de contrôle du trafic fluvial, Services de police et d'incendie

Le plan d'urgence du terminal doit comporter des dispositions afin que l'administration portuaire locale et le centre de contrôle du trafic fluvial, le cas échéant, soient pleinement informés de toute urgence concernant le terminal ou des bateaux-citernes de navigation intérieure à quai ou amarrés au terminal, notamment :

- la nature et l'ampleur de l'urgence ;
- le bateau-citerne maritime ou bateau-citerne de navigation intérieure concerné, avec les emplacements et détails concernant la cargaison ;
- l'assistance requise.

Ces informations permettront à l'autorité portuaire et au centre de contrôle du trafic des bateaux de décider de restreindre ou non la navigation dans la zone portuaire ou de fermer le port.

Le plan d'urgence doit également garantir que toute situation d'urgence qui nécessite ou pourrait nécessiter une assistance au-delà des ressources du terminal soit immédiatement signalée aux services d'incendie locaux ou à la police locale.

20.2.7.2 Pilotes

S'il est décidé d'évacuer partiellement ou totalement les quais pendant une situation d'urgence, l'organisation locale de pilotes peut être appelée afin qu'elle mette à disposition sans délai plusieurs pilotes fournissant une assistance pour l'éloignement des bateaux-citernes qui ne sont pas directement impliqués dans l'incident. Le plan d'urgence doit comporter des dispositions à cet effet.

20.2.7.3 Canots de sauvetage

Un ou des canots de sauvetage, le cas échéant, doivent être inclus dans le plan pour faciliter :

- le sauvetage de personnel se trouvant dans l'eau ;
- l'évacuation du personnel pris au piège à bord d'un bateau-citerne ou sur un quai.

Les canots de sauvetage prévus pour ces tâches doivent posséder l'équipement et les fournitures suivantes :

- un moyen de communication pouvant être intégré dans le système de communication du centre de contrôle ;
- des projecteurs fixes ou mobiles pour les opérations dans l'obscurité ou lorsque la visibilité est réduite ;
- des couvertures thermiques, le personnel sorti de l'eau étant susceptibles de souffrir du froid et d'avoir subi un choc ;
- un équipement facilitant l'accès au canot, le personnel dans l'eau étant susceptible de ne plus avoir suffisamment d'énergie pour monter dans le canot sans assistance ;
- un équipement de réanimation ou de sauvetage ;
- des trousse de premiers secours ;
- des gilets de sauvetage pour le personnel à récupérer dans l'eau.

Les équipages des canots doivent bénéficier d'une formation au sauvetage de personnes ayant séjourné dans l'eau, en gardant à l'esprit que les victimes sont susceptibles d'être grièvement blessées ou de souffrir de brûlures étendues ou d'hypothermie. Les équipages doivent également recevoir des instructions sur la manière d'utiliser les équipements d'assistance respiratoire, y compris les respirateurs artificiels. Ils doivent être conscients du fait que le délai de survie dans l'eau peut être court et qu'une intervention rapide peut sauver des vies.

20.2.7.4 Services médicaux

En fonction de la nature de l'urgence, il peut être nécessaire d'alerter les services médicaux à l'intérieur et à l'extérieur du terminal. Le plan d'urgence doit comporter des dispositions à cet effet.

Tous les services médicaux susceptibles d'être sollicités devront être informés :

- de la nature et du lieu de l'urgence ;
- du nombre probable de victimes ;
- du fait que du personnel médical est requis ou non sur le lieu de l'urgence ;
- des détails concernant les victimes, y compris leurs noms, dès que ceux-ci sont connus.

20.2.8 Formation aux situations d'urgence

Une formation doit être dispensée pour les activités d'urgence suivantes, selon les cas :

- lutte contre l'incendie à l'aide de l'équipement disponible en cas d'urgence ;
- éloignement de matières dangereuses situées à proximité du site de l'incendie ;
- moyens de circonscrire un incendie ;
- utilisation d'EPI ;
- relations avec les médias et relations publiques ;
- coordination des opérations avec des organismes extérieurs ;
- sauvetage, y compris une formation dispensée à certains personnels pour le sauvetage de personnes se trouvant dans l'eau ;
- confinement des déversements et nettoyage ;
- exercices d'évacuation ;
- menaces pour la sécurité et attaques terroristes.

Des exercices inopinés doivent avoir lieu dans différentes parties du terminal, suivis de discussions visant à mettre en évidence les lacunes constatées. Les exercices d'évacuation constituent une partie essentielle de la formation et contribuent à éviter la panique dans une situation d'urgence réelle.

Les procédures opérationnelles locales pour les situations d'urgence doivent être mises à la disposition de toutes les parties concernées et une formation approfondie à leur application doit être dispensée. Le plan d'urgence du terminal doit faire l'objet d'exercices réguliers.

Les lacunes constatées et les enseignements tirés doivent être consignés et les dispositions appropriées doivent être prises.

20.3 Définition et hiérarchie des urgences

20.3.1 Généralités

Le fait qu'un événement constitue une situation d'urgence ou un incident opérationnel nécessitant une intervention rapide dépend des circonstances locales. Ainsi, un grand terminal possédant un équipement et du personnel adéquat peut le cas échéant faire face à un feu localisé ou à un événement similaire sans que l'intégralité du plan d'urgence du terminal ne soit mise en œuvre. Le même incident dans un petit terminal peut le cas échéant nécessiter la mise en œuvre du plan d'urgence.

Les lignes directrices ci-après ne revêtent aucun caractère obligatoire, mais visent à établir un cadre ou point de départ pouvant faire l'objet d'adaptations pour répondre aux besoins d'un terminal en particulier. Pour les terminaux qui possèdent déjà des plans d'urgence, ces lignes directrices proposent une liste de contrôle sur la base de laquelle les plans existants peuvent être évalués. Il convient de noter que ces lignes directrices ne constituent qu'une base minimum pour le développement et l'entretien d'un plan d'urgence efficace pour le terminal.

20.3.2 Hiérarchie des urgences

Avant d'établir un plan d'urgence pour le terminal, il convient d'étudier le terminal, les ressources disponibles (durant et en dehors des heures normales de travail) et les urgences potentielles sur le site. Sur la base de cette étude sera établie une hiérarchie des urgences, par exemple :

- urgence locale ;
- urgence au terminal ;
- urgence majeure.

20.3.2.1 Urgence locale

Une situation d'urgence locale a des conséquences mineures pour la vie et les biens et peut être traitée par le personnel disponible localement, par exemple sur le quai ou à bord d'un bateau-citerne de navigation intérieure, avec ou sans assistance. Une telle urgence n'a normalement pas d'incidence sur les opérations dans d'autres parties du terminal ou du port.

20.3.2.2 Urgence au terminal

Une situation d'urgence au terminal est une urgence plus complexe ou plus étendue qui nécessite la mise en œuvre d'un plan d'urgence. Elle a ou est susceptible d'avoir une incidence sur les opérations dans l'ensemble du terminal, peut affecter plus d'un bateau-citerne de navigation intérieure et peut avoir des conséquences sur l'environnement portuaire.

20.3.2.3 Urgence majeure

Une situation d'urgence majeure est semblable à une situation d'urgence au terminal, mais avec une étendue et des conséquences suffisamment graves pour la vie et les biens pour impliquer et/ou fortement menacer l'intégralité du terminal et de l'environnement portuaire voisin.

20.3.2.4 Aggravation

Tous les incidents de fonctionnement ne doivent pas être traités comme une urgence. Toutefois, un incident peut évoluer et se transformer en situation d'urgence et le plan d'urgence doit décrire clairement les procédures pour passer le niveau de réponse à un niveau supérieur.

20.3.3 Évaluation des risques

Dans l'évaluation de l'éventail des situations d'urgence auxquelles un terminal peut être confronté, il convient d'envisager les incidents dans le terminal lui-même et ceux dans l'environnement portuaire, qui sont susceptibles de menacer le terminal ou de nécessiter une assistance importante de la part du terminal.

L'approche proposée est d'inventorier les risques de manière large, puis de les hiérarchiser en évaluant leur impact potentiel sur l'exploitation du terminal si ce risque devait se concrétiser, en tenant compte du degré de probabilité de sa survenance. Un examen des incidents survenus dans un passé récent peut fournir des orientations.

20.3.3.1 Liste de contrôle des incidents

Les incidents qui doivent normalement être couverts dans le cadre de l'évaluation des risques dans les terminaux incluent :

- un incendie ou une explosion dans le terminal et à bord ou à proximité d'un bateau-citerne de navigation intérieure amarré ;
- une fuite importante de gaz, de vapeurs, d'hydrocarbures ou de produits chimiques inflammables et/ou toxiques ;
- une collision, à la fois en configuration bateau-terre et bateau-bateau ;
- un bateau-citerne de navigation intérieure dérivant et s'éloignant du quai en traînant l'ancre ou s'échouant ;
- les accidents majeurs dans le port impliquant des bateaux-citernes de navigation intérieure, des remorqueurs, des bateaux d'amarrage, des ferries, etc. ;
- les risques météorologiques tels que les inondations, les ouragans, les forts orages ;
- une attaque, un sabotage et une menace contre les bateaux-citernes de navigation intérieure ou le terminal.

20.3.3.2 Situations spéciales

Le plan d'urgence du terminal doit s'appliquer à un environnement opérationnel par ailleurs normal. Les situations spéciales, par exemples les actes de guerre, nécessitent des réponses différentes.

20.4 Plan d'urgence du terminal

20.4.1 Format

Le format du plan d'urgence du terminal dépendra des circonstances locales, du champ d'application du plan et de ses liens avec d'autres documents.

Le personnel qui utilise le plan doit être capable d'en lire et d'en comprendre le contenu. Si le plan existe en plus d'une langue, une version, généralement la version rédigée dans la langue locale, doit être désignée comme étant la version originale. Si une autre langue est requise et si l'urgence peut concerner un bateau-citerne, la langue par défaut recommandée est l'anglais.

- Il convient d'utiliser des organigrammes et diagrammes de décision avec des symboles en plusieurs couleurs afin de limiter le texte écrit.
- Les plans sous forme numérique devraient être :
 - accessibles à l'ensemble du personnel ;
 - verrouillés par des mots de passe et protégés par un antivirus ;
 - enregistrés sur un ordinateur équipé d'une alimentation de secours.

Tous les terminaux doivent élaborer un plan d'urgence couvrant tous les aspects des interventions nécessaires en cas d'urgence.

Le plan doit inclure :

- les méthodes pour déclencher l'alarme ;
- les premières mesures pour maîtriser l'incident ;
- les procédures de mobilisation et de démobilisation ;

- les procédures d'évacuation ;
- les points de rassemblement ;
- l'organisation des secours, notamment les rôles et responsabilités ;
- les systèmes de communication ;
- les relations avec les médias et les relations publiques ;
- les centres de contrôle d'urgence ;
- la liste et l'emplacement des équipements d'urgence ;
- des plans pour les imprévus ;
- la procédure de retour à la normale.

Chaque terminal doit disposer d'une équipe d'intervention d'urgence dont les tâches comprennent la planification, la mise en œuvre, les exercices et entraînements et la révision des procédures d'urgence.

Les principaux éléments constituant la réponse initiale à une situation d'urgence, tels que la diffusion de l'information, les mesures à prendre et l'emplacement des équipements de secours doivent être affichés dans tous les endroits importants du terminal.

Les bateaux-citernes à quai doivent être informés des aspects du plan d'urgence du terminal qui concernent leurs activités, y compris les signaux d'alarme et les voies d'évacuation, ainsi que de la manière dont le bateau-citerne peut demander de l'aide en cas d'urgence.

Le plan d'urgence du terminal doit pouvoir s'appliquer avec :

- les autres parties de l'organisation et des équipements de l'entreprise ;
- les organisations externes, y compris d'autres sociétés et organismes publics.

Les organismes externes susceptibles d'intervenir lors d'une situation d'urgence doivent être familiarisés avec toutes les parties pertinentes du plan d'urgence du terminal et doivent participer à des exercices d'intervention conjoints.

20.4.2 Préparation

Lors de l'élaboration d'un plan d'urgence pour le terminal, il est important que soient impliquées les fonctions concernées, telles que les opérations, l'ingénierie, la navigation et la sécurité. Ceci est assuré le mieux par une force opérationnelle à temps partiel sous une direction appropriée. Toutefois, un membre de la force opérationnelle doit y être affecté à plein temps si possible, jusqu'à l'achèvement du plan. Cette personne devra également assurer la liaison nécessaire avec les parties extérieures qui sont associées dans le cadre du plan.

L'un des plus grands inconvénients d'un plan d'urgence de terminal est qu'il peut être rapidement obsolète. Au fur et à mesure que les membres du personnel et les organisations changent, le plan doit être mis à jour pour tenir compte de ces modifications. Il est recommandé qu'un membre du personnel désigné assure la mise à jour du plan, en utilisant une seule version originale. Seul le membre du personnel désigné doit être autorisé à apporter des modifications au plan d'urgence.

Lorsque le plan est disponible sur papier, il doit :

- se présenter sous forme de feuilles mobiles afin d'en faciliter les modifications ;
- être relié dans un classeur d'une couleur permettant son identification ;
- être imprimé sur du papier de bonne qualité et d'une texture solide ;
- comporter sur chaque page la date et le numéro de page ;
- comporter le moins possible de renvois à d'autres parties du plan.

Chaque membre du personnel ayant un rôle précis dans le cadre du plan d'urgence doit posséder sa propre copie du plan. Un ou plusieurs exemplaires doivent être disponibles et toujours accessibles dans les salles de contrôle pertinentes. Les copies en circulation et chaque révision doivent être consignées (noms, lieux, coordonnées de contact, etc.), la réception du plan devant être confirmée par écrit.

Lorsque les plans sont mis à la disposition de tous les personnels concernés sous forme électronique, par exemple via un serveur local, la copie électronique est normalement considérée comme étant la copie faisant foi et toutes les versions imprimées ne sont pas contrôlées.

À moins que d'autres dispositions n'aient été prises, il est recommandé que la personne responsable du plan soit également désignée comme étant responsable de la salle pour le centre de contrôle d'urgence. Son rôle sera notamment de s'assurer que le centre dispose de stocks d'équipements d'urgence, de documents à jour ainsi que d'autres matériaux et qu'il est maintenu propre et prêt pour une utilisation immédiate.

20.4.3 Aspects organisationnels divers

Les indications supplémentaires ci-après visent à assister les terminaux pour le développement de leurs plans d'urgence. En général, un plan d'urgence :

- doit être propre au terminal et doit porter uniquement sur les situations d'urgence susceptibles d'y survenir ;
- ne doit pas inclure d'indications concernant des événements peu probables, des produits non manutentionnés et des ressources non disponibles ;
- doit être aussi complet que possible, mais aussi le plus concis possible ; Les instructions doivent être précises, mais pas détaillées au point d'empêcher une réponse rapide ;
- doit être organisé selon la structure suivante : la priorité absolue est accordée aux « objectifs » (par exemple, la sécurité des personnes, la réduction de l'impact sur l'environnement, les échanges réguliers et précis avec les parties prenantes, etc.) Une fois que le commandement de l'équipe d'intervention a défini les objectifs de l'intervention, l'équipe ou les équipes d'intervention doivent élaborer des « stratégies » pour atteindre ces objectifs, puis des « tactiques » qui soutiennent les stratégies. Les tactiques sont susceptibles de devoir être développées par des équipes d'intervention plus petites, des sous-groupes ou des sous-traitants ;
- ne doit pas inclure, en principe, des instructions sur la façon de lutter physiquement contre un danger, par ex. pour la lutte contre un incendie ou une pollution, etc. Il doit se limiter aux personnes, à l'équipement, à l'organisation et aux communications. Des situations d'urgence plus « prévisibles », telles que les ouragans et/ou les avertissements d'inondations peuvent être une exception à cette règle. Dans ces cas, le plan d'urgence peut préciser les précautions à prendre. Ceci vaut également pour l'évacuation pré-planifiée des effectifs et pour d'autres activités similaires ;
- doit permettre aux autres opérations et autres activités non directement touchées par l'urgence de se poursuivre de façon ordonnée et sûre. De la main d'œuvre et une supervision suffisante ainsi que des ressources matérielles doivent demeurer disponibles pour ces tâches. Si ceci n'est pas possible, le plan doit prévoir des procédures pour un arrêt en toute sécurité ;
- doit être intégré à ou au moins être compatible avec d'autres plans d'urgence de l'industrie ou des ports. Toutefois, pour les principales activités couvertes par le plan, il est recommandé de s'appuyer sur le personnel et les ressources internes et non sur ceux de l'extérieur ;
- doit éviter toute réaction excessive dans n'importe quelle partie de l'organisation ;
- doit comporter un diagramme du personnel clé chargé d'intervenir et de ses actions et communications immédiates. L'étendue et le nombre de détails dans ce diagramme doivent être limités aux actions standards ;
- doit détailler les actions dans le bon ordre. Ainsi, les actions prioritaires pour la protection de la vie, puis celles pour la protection de la propriété et en dernier lieu les dispositions pour mettre fin à la situation d'urgence, ne doivent pas être contrariées par des communications avec les parties secondaires telles que la police, les autorités portuaires, etc. ;
- doit indiquer les modalités de contact et la responsabilité de chaque personne clé mentionnée, à la fois pendant et en dehors des heures de travail. Pour chaque personne, le plan doit comporter une courte liste de contrôle des actions et communications importantes ;
- doit garantir que les tâches affectées au personnel clé soient surmontables et que ce personnel puisse être libéré pour faire face à une situation d'urgence sur une base à temps plein si cela est nécessaire. Le cas échéant, du personnel de remplacement doit être sollicité pour reprendre les opérations du terminal qui ne sont pas directement concernées ou influencées par la situation d'urgence. Pour toutes les fonctions dans le plan qui exigent des capacités ou des compétences spéciales, pour l'utilisation de véhicules de lutte contre l'incendie, pour les bateliers et pour les opérations spéciales de radiocommunication, il convient de prévoir du personnel de remplacement ;

- doit préciser que tous les employés et entrepreneurs non affectés à des fonctions dans le cadre du plan doivent retourner à leur lieu de travail normal et y rester à disposition. À défaut, certains membres du personnel devraient se réunir en des endroits centraux et prédéfinis.

Les dispositions anticipatives qu'il convient de fixer dans le cadre du plan sont les suivantes :

- remorqueurs et bateaux de lutte contre les incendies, soit en veille ou prêt à intervenir dans un court délai ;
- embarcations d'assistance pour l'évacuation du personnel, y compris les points d'accostage pour l'équipage ;
- pilotes qui sont d'astreinte pour aider à éloigner des bateaux-citernes de navigation intérieure des quais ;
- voitures, autobus, etc. dirigés vers les points de rassemblement pour l'évacuation, y compris les aires d'accostage ;
- équipage de désamarrage et de transport qui est d'astreinte ;
- réglementation du trafic en cas d'urgence ;
- points d'accueil avec suffisamment de personnel pour accueillir les équipages des bateaux-citernes de navigation intérieure, ainsi que le personnel du terminal et/ou les membres de leurs familles, les représentants de la presse, etc.

Il doit être possible de tester l'efficacité du plan sans perturber de manière excessive les opérations habituelles.

Aucun plan d'urgence ne peut prendre en compte tous les facteurs. Les utilisateurs doivent être sensibilisés au fait que le contexte particulier d'une situation d'urgence peut les contraindre, eux ou d'autres personnes, à s'écarter du plan.

Il est important que le personnel soit formé à la mise en œuvre du plan, à tous les niveaux de l'organisation et en fonction de son niveau de responsabilité.

20.5 Intervention en cas de déversement

Chaque terminal doit disposer d'un plan d'intervention approuvé, applicable en cas de déversement. Le plan doit au moins inclure :

- nom du propriétaire du plan ;
- section de contrôle des documents qui identifie les détenteurs du plan et les mises à jour ;
- détails concernant les opérations, les polluants et une carte de la zone ;
- rôles et responsabilités ;
- identification de l'organisation de lutte contre les déversements d'hydrocarbures (*Oil Spill Response Organisation - OSRO*) ;
- section d'évaluation des risques de déversement énumérant tous les scénarios de déversement plausibles ;
- définitions des déversements de niveau 1, 2 et 3. Les définitions peuvent être une combinaison de l'ampleur, des types de polluants, des conséquences et des dommages, permettant de faciliter la classification des déversements ;
- description des plans d'intervention pour le niveau 1, décrivant les polluants ;
- listes de contrôle pour les membres des équipes d'intervention en cas de déversement ;
- recommandations en matière de santé et de sécurité, y compris les FDS ;
- guide pour l'évaluation de l'ampleur des déversements ;
- procédures de notification exigées par l'entreprise et les autorités ;
- relations avec les médias et relations publiques ;
- gestion des contractants et passation des marchés ;

- section pour la notification, comprenant les coordonnées de contact ;
- inventaire des ressources de nettoyage pour les déversements de niveau 1 ;
- emplacement des ressources pour les déversements de niveau 2 et de niveau 3 ;
- références aux emplacements des cartes hydrographiques et des cartes des zones sensibles pour le plan.

Une compréhension claire des attentes que le gouvernement national ou une autre autorité compétente peuvent avoir vis-à-vis du terminal en termes de réponse en cas de déversements survenant à l'extérieur du terminal (par exemple pour le trafic de passage) et délimitation de la juridiction du terminal.

20.5.1 Intervention en fonction du niveau

L'intervention en fonction du niveau est un concept couramment utilisé dans les scénarios de préparation à des déversements d'hydrocarbures, d'incidents de déversement d'hydrocarbures et de réponse en termes d'échelle et de capacités de réponse, d'expertise et de ressources nécessaires.

Niveau 1

Incidents de déversement d'hydrocarbures qui affectent une zone localisée, lors desquels interviennent des capacités d'intervention, d'expertise et de ressources souvent pré-positionnées à proximité et gérées par le terminal.

Niveau 2

Incidents de déversement d'hydrocarbures avec davantage de conséquences et impliquant davantage de parties prenantes. Les capacités d'intervention, l'expertise et les ressources pour le niveau 2 sont disponibles au niveau régional et sont généralement fournies par des sous-traitants ou dans le cadre d'accords mutuels entre les exploitants et/ou d'autres organisations.

Niveau 3

Déversements d'hydrocarbures susceptibles d'avoir un impact considérable, d'affecter de nombreuses personnes et de dépasser les capacités des ressources locales, régionales, voire nationales. Les déversements d'hydrocarbures de niveau 3 nécessitent de mobiliser d'importantes capacités en termes d'intervention (OSRO), d'expertise et de ressources, éventuellement au-delà des frontières internationales, et leur intégration dans une réponse coordonnée.

La *International Petroleum Industry Environmental Conservation Association* (IPIECA) fournit de plus amples informations, notamment le volume 14 de la série de rapports : *Guide to Tiered Preparedness and Response* (Guide de préparation et d'intervention à plusieurs niveaux).

20.5.2 Disponibilité des ressources

Il peut s'avérer nécessaire de planifier la mobilisation des ressources, tels que les matériaux, l'équipement et la main-d'œuvre, qui sont complémentaires à celles disponibles immédiatement en un endroit donné. Si tel est le cas, le plan doit contenir des instructions concernant l'accessibilité et la disponibilité de ces ressources, tant pour celles qui appartiennent à l'organisation du terminal que pour celles disponibles à l'extérieur.

Le plan doit inclure des indications concernant les personnes autorisées à faire appel à des ressources et informations supplémentaires, par exemple les personnes qui détiennent les clés pour l'accès aux ressources en dehors des heures de service. Les ressources supplémentaires et les déchets nécessiteront immédiatement une zone de transit qui devrait être déterminée à l'avance et qui doit pouvoir être sécurisée rapidement. Les ressources peuvent notamment inclure les éléments suivants :

- bateaux d'assistance, de sauvetage et d'évacuation ;
- transport routier, y compris les autobus et les camions ;
- engins de terrassement ;
- aéronefs pour le suivi et la surveillance des déversements de pétrole ;
- projecteurs pour les activités nocturnes ;

- confinement des déversements, contrôle de la pollution et équipement de nettoyage
- sable, dispersants, tuyaux d'incendie et équipements de production de mousse, extincteurs et stocks supplémentaires de concentré de mousse pour la lutte contre l'incendie ;
- appareils respiratoires ;
- tenues de feu ; casques et autres vêtements de protection contre l'incendie ;
- dispositifs de sauvetage tels que des désincarcérateurs hydrauliques et vérins, lignes de sauvetage, bouées de sauvetage, échelles et brancards ;
- douches d'urgence et postes de lavage des yeux ;
- ressources médicales et systèmes de survie portatifs ;
- aliments et boissons ;
- ressources humaines - par ex. conducteurs, électriciens, mécaniciens et main-d'œuvre générale pour assurer le déploiement des ressources matérielles nécessaires.

Pour chaque groupe de ressources, le plan doit indiquer :

- la disponibilité, quantités et nombres ;
- les principales caractéristiques et performances ;
- l'accessibilité 24 heures sur 24 ;
- les adresses des personnes et l'emplacement des magasins, téléphones, radios, etc., selon le cas ;
- les délais pour la mise à disposition et la mobilisation.

20.6 Éloignement d'urgence des bateaux-citernes de navigation intérieure du quai

Lorsqu'une situation d'urgence survient à bord d'un bateau-citerne de navigation intérieure, il est recommandé dans l'intérêt du bateau-citerne, de la sécurité de l'installation à terre et souvent de celle de l'ensemble du port, que ce bateau-citerne soit maintenu à quai dans la mesure du possible. Ceci permet de mieux recourir au personnel en service et aux équipements à terre pour lutter contre une situation d'urgence à bord.

Toutefois, si un incendie à bord d'un bateau-citerne ou sur un quai ne peut pas être contrôlé, il peut s'avérer nécessaire d'éloigner le bateau-citerne du quai. La planification d'un tel événement peut nécessiter une concertation entre un représentant de l'autorité portuaire ou chef de port, le représentant du terminal, le conducteur du bateau-citerne et le chef du service d'incendie de l'autorité locale.

Si un incident s'aggrave, le plan peut prévoir l'éloignement d'autres bateaux-citernes pas encore concernés qui sont situés à proximité ou sous le vent.

Le plan doit souligner la nécessité d'éviter toute action précipitée qui pourrait augmenter au lieu de diminuer le danger pour le bateau-citerne, le terminal, d'autres bateaux-citernes ou barges à quai à proximité ainsi que d'autres installations voisines.

21 Évacuation d'urgence

La priorité dans le cas d'un incendie, d'une explosion ou d'une autre situation d'urgence dans un terminal est la sécurité du personnel. Par conséquent, les moyens par lesquels le personnel peut être évacué en toute sécurité sont d'une grande importance.

Le présent chapitre décrit les aspects qui doivent être prévus dans le plan d'évacuation d'un terminal et formule des recommandations concernant des options permettant de garantir que des méthodes sûres et efficaces d'évacuation d'urgence seront disponibles.

21.1 Généralités

Afin de garantir l'évacuation efficace du personnel, tous les terminaux doivent disposer de moyens d'évacuation adéquats et d'un plan d'évacuation documenté. Le plan doit être remis aux bateaux-citernes qui se rendent au terminal et doit figurer dans le livret d'information du terminal (*Terminal Information Booklet - TIB*).

Les plans d'évacuation varient d'un terminal à l'autre et dépendent de la conception, de l'emplacement et de la disponibilité des équipements. Toutefois, de manière générale, la conception du terminal doit prévoir des voies de repli qui ne risquent pas d'être touchées simultanément par un incendie.

Jetées en T et appontements

Les installations du terminal qui ont un accès à la terre, telles que les jetées en T et les appontements, présentent l'avantage de fournir un moyen d'évacuation par transport routier. Certaines installations sont conçues avec des conduites de pétrole ou de gaz cheminant sous le quai. Pour ce type d'installations, une évacuation par l'eau peut être nécessaire, sauf si une deuxième voie de repli par la terre est disponible.

L'évacuation éventuelle du personnel d'un bateau-citerne de navigation intérieure doit être envisagée. De par leur nature, les activités pétrolières et gazières ne nécessitent pas un grand nombre de personnels d'exploitation dans les terminaux et il est probable que les membres d'équipage d'un bateau-citerne seront plus nombreux que le personnel à terre. Il est également possible que le nombre des personnels d'entretien soit occasionnellement supérieur à celui du personnel d'exploitation et le plan d'évacuation doit prendre en compte cela.

21.1.1 Évacuation d'un bateau-citerne de navigation intérieure

Un plan d'évacuation doit prévoir un accord entre le bateau-citerne de navigation intérieure et le terminal et il est important que les conducteurs de tous les bateaux-citernes de navigation intérieure qui utilisent l'installation soient informés des modalités d'évacuation d'urgence. Un tel arrangement doit être discuté lors de la réunion consacrée à la sécurité de la manutention de la cargaison et vérifié dans le cadre de la liste de contrôle de sécurité bateau-terre (*Ship/Shore Safety Checklist - SSSCL*). Dans certains cas, le moyen d'évacuation le plus sûr et le plus efficace, surtout si le bateau-citerne de navigation intérieure n'est pas impliqué dans la situation d'urgence, est d'éloigner le bateau-citerne du terminal (voir la section 20.5).

21.1.2 Personnel non indispensable

S'il apparaît qu'une situation d'urgence peut évoluer vers un incident de grande envergure, tout le personnel qui n'est pas directement impliqué dans les opérations de réparation ou de lutte contre l'incendie doit être évacué.

La décision d'évacuer le personnel non indispensable, y compris l'équipage du bateau-citerne, ou de faire appareiller le bateau-citerne, doit toujours être prise à un stade précoce de toute situation d'urgence, après concertation entre le bateau-citerne, le terminal, l'autorité portuaire et les pompiers. Cette évacuation précoce permettra toujours de réduire la responsabilité globale pour la sécurité du personnel, la personne responsable pouvant alors se concentrer sur l'urgence et se consacrer aux personnes en danger immédiat.

Les éléments les plus importants et critiques de tout plan d'évacuation d'urgence sont le contrôle de l'organisation, les communications et les ressources nécessaires pour les assurer. Des recommandations concernant ces éléments essentiels figurent au chapitre 20.

21.2 Évacuation et voies d'évacuation pour le personnel

21.2.1 Voies d'évacuation primaires et secondaire

Les installations du terminal doivent posséder au moins deux voies d'évacuation distinctes à partir de tous les secteurs occupés ou zones de travail, ainsi qu'à partir des bateaux-citernes de navigation intérieure amarrés. Les voies d'évacuation doivent être situées de telle sorte qu'en cas d'incendie au moins une voie permette l'évacuation en toute sécurité et soit suffisamment loin de la source d'incendie probable pour que le personnel soit protégé durant l'évacuation. Les voies d'évacuation et les voies d'évacuation secondaires doivent être clairement signalées et de préférence numérotées, afin que des instructions précises puissent être données au personnel pour qu'il emprunte une voie désignée et/ou un emplacement de débarquement.

Si les voies d'évacuation ne peuvent pas suivre un itinéraire éloigné des sources potentielles d'incendie, la voie doit être protégée dans la mesure du possible par des murs ou cloisons pare-feu ou des boucliers thermiques et doit permettre de protéger le personnel contre l'exposition à des hydrocarbures se consumant sur l'eau, sur le dessus des installations de chargement et de déchargement ou sur le rivage.

Les voies d'évacuation doivent être conçues et maintenues sans obstacles afin d'éliminer la nécessité pour le personnel de se jeter à l'eau pour atteindre une zone sûre.

Il peut s'avérer difficile de s'échapper de quais ou de jetées en cas d'incendie ou dans d'autres situations d'urgence. Une réflexion approfondie doit par conséquent être menée sur la conception de voies d'évacuation. Les moyens pour accéder ou quitter des postes d'amarrage ou estacades coupés du rivage requièrent une attention particulière et le personnel ne doit jamais être laissé sans surveillance sur les estacades isolées. En outre, des escaliers ou des échelles en acier sont généralement nécessaires entre les quais et le niveau de l'eau.

21.2.2 Accès aux bateaux

Tous les terminaux doivent être conçus ou modifiés afin de fournir au personnel des moyens d'évacuation d'urgence adéquats. Une attention particulière doit être accordée aux postes de débarquement qui doivent être sûrs et situés en des emplacements convenablement protégés. Les jetées en T et les appontements doivent être équipés de moyens fixes permettant au personnel d'embarquer dans des remorqueurs, bateaux et autres embarcations de sauvetage dans le cas où l'évacuation par la terre serait impossible.

21.2.3 Disponibilité d'embarcations de sauvetage

Lorsque l'évacuation doit être assurée au moyen d'embarcations de sauvetage, ce moyen de transport doit être alerté à un stade précoce de la situation d'urgence et doit être maintenu en un endroit aussi proche que possible du point d'évacuation afin qu'il puisse se rendre sur les lieux rapidement et si possible en 15 minutes au maximum à compter de l'alerte initiale. La mobilisation de toutes les embarcations de sauvetage disponibles dans le terminal ou le port doit aussi faire partie de tout plan d'urgence.

Les bateaux et remorqueurs du port qui ne sont pas sous le contrôle du terminal mais qui sont disponibles pour une utilisation durant des opérations de sauvetage doivent être identifiés pour une utilisation en cas d'urgence. L'alerte doit être donnée rapidement pour rassembler toutes les embarcations utilisées pour l'évacuation, lesquelles seront ensuite sous le contrôle de la personne chargée des mesures mise en œuvre face à l'incident.

21.2.4 Matériel de sauvetage

Chaque terminal doit disposer de matériel de sauvetage pouvant être utilisé pour l'évacuation et le sauvetage, tel que des bouées de sauvetage, des gilets de sauvetage individuels pour chaque personne se trouvant sur le site et, le cas échéant, des radeaux ou des canots de sauvetage. Les gilets de sauvetage individuels doivent être entreposés dans des endroits bien visibles et accessibles.

Les bouées de sauvetage et des radeaux de sauvetage ne sont pas adaptés pour une utilisation durant l'évacuation en cas d'incendie sur l'eau. Ces matériels sont généralement utilisés pour les secours d'urgence dans l'eau lorsqu'une personne est tombée par-dessus bord. Toutefois, ces équipements de sauvetage peuvent être exigés par la réglementation locale.

21.3 Sans objet

21.4 Formation et exercices

Une formation doit être dispensée pour les activités d'urgence suivantes :

- lutte contre l'incendie à l'aide de l'équipement disponible au terminal ;
- éloignement de matières dangereuses situées à proximité du site de l'incendie ;
- moyens de circonscrire un incendie ;
- utilisation d'EPI ;
- relations avec les médias et relations publiques ;
- coordination des opérations avec des organismes extérieurs ;
- sauvetage, y compris une formation dispensée à certains personnels pour le sauvetage de personnes se trouvant dans l'eau ;
- confinement des déversements et nettoyage ;
- exercices d'évacuation ;
- menaces pour la sécurité et attaques terroristes.

L'efficacité des plans d'évacuation dépend de la formation et de la familiarisation du personnel à l'utilisation de ces plans, de préférence avec l'engagement de l'équipage du bateau.

Des exercices d'évacuation doivent être effectués fréquemment, au moins trimestriellement si la périodicité n'est pas fixée par la réglementation, et tout le personnel clé ainsi que le personnel responsable sur le site doit posséder une connaissance approfondie des plans d'évacuation. Les plans d'évacuation doivent être révisés périodiquement en tenant compte notamment des enseignements tirés durant les entraînements et exercices de routine.

PARTIE 4 : GESTION DE L'INTERFACE BATEAU- CITERNE DE NAVIGATION INTÉRIEURE / TERMINAL

22 Communications

Le présent chapitre traite des communications nécessaires entre le bateau-citerne de navigation intérieure et la terre, y compris les communications précédant l'arrivée, entre le bateau-citerne et les autorités locales et entre le bateau-citerne et le terminal. Il porte sur les échanges de communications entre le bateau-citerne de navigation intérieure et le terminal avant l'accostage ainsi qu'avant et durant les opérations de manutention de cargaison, de ballastage ou d'avitaillement, y compris les procédures de communication d'urgence.

22.1 Procédures et précautions

22.1.1 Équipement de communication

Les téléphones et appareils VHF/UHF portatifs ainsi que les systèmes de radiotéléphonie doivent être conformes aux exigences de sécurité appropriées.

La mise à disposition de moyens de communication adéquats, y compris un système de secours entre le bateau-citerne de navigation intérieure et la terre incombe au terminal.

La communication entre la personne responsable à bord du bateau-citerne et le représentant du terminal doit être établie et maintenue par le moyen le plus efficace.

Lorsque des téléphones sont utilisés, ils doivent être maintenus en permanence sous la surveillance du personnel à bord et à terre, qui peut communiquer immédiatement avec leur supérieur. En outre, il doit être possible au supérieur de prendre priorité sur tous les appels.

Lorsque des systèmes VHF/UHF sont utilisés, les unités doivent de préférence être portatives et portées par la personne responsable en service et le représentant du terminal, ou par des personnes qui sont immédiatement en mesure de communiquer avec leurs supérieurs respectifs. Lorsque des systèmes fixes sont utilisés, ils doivent être surveillés en permanence.

Le système de communication choisi ainsi que les informations nécessaires concernant les numéros de téléphone et/ou les canaux à utiliser doivent être consignés sur un formulaire approprié. Ce formulaire doit être signé par le représentant du bateau-citerne de navigation intérieure et le représentant du site à terre.

22.1.2 Procédures de communication

Afin d'assurer en permanence un contrôle sûr des opérations, il incombe aux deux parties d'établir, de consigner par écrit et de maintenir en service un système de communication fiable.

Le système doit être testé avant que ne débute le chargement ou le déchargement. Un système de communication de secours doit également être établi, testé et approuvé. Il convient de prendre en compte le temps nécessaire pour entreprendre une action en réponse à des signaux.

Les signaux suivants doivent être convenus lors de la réunion de pré-transfert et avant le début du transfert de la cargaison :

- les signaux d'urgence, y compris l'arrêt d'urgence ;
- l'identification du bateau-citerne de navigation intérieure, du quai et de la cargaison.
- l'attente ;
- le début du chargement ou du déchargement ;
- le ralentissement des opérations ;
- l'arrêt du chargement ou du déchargement.

Tous les autres signaux nécessaires doivent avoir fait l'objet d'une concertation et doivent être compris.

Lorsque des produits différents ou de différents grades doivent être manutentionnés, leurs noms et descriptions doivent être clairement compris par le personnel en service à bord du bateau-citerne et à terre durant les opérations de manutention.

L'utilisation d'une même voie VHF/UHF pour plus d'une liaison bateau-citerne / terre doit être évitée.

En cas de difficultés de communication verbale, celles-ci peuvent être surmontées par la désignation d'une personne ayant des connaissances techniques et opérationnelles adéquates ainsi qu'une maîtrise suffisante d'une langue comprise par le personnel du bateau-citerne et par le personnel de terre. Lorsqu'une langue non commune est identifiée, l'anglais doit être la langue utilisée par défaut.

22.1.3 Conformité aux règles du terminal et locales

Les terminaux doivent avoir établi des règles de sécurité, de sûreté et de prévention de la pollution qui doivent être respectées par le personnel des bateaux-citernes de navigation intérieure et par celui des terminaux. Les terminaux doivent informer tous les bateaux-citernes de ces règles en leur transmettant le livret d'information du terminal bien à l'avance, en même temps que toute autre réglementation relative à la sécurité de la navigation que l'autorité portuaire compétente pourrait publier.

Le Système d'information des terminaux maritimes (Marine Terminal information System - MTIS) de l'OCIMF fournit aux exploitants des terminaux et des bateaux, ainsi qu'aux affréteurs et aux services associés, dans un format cohérent, une compilation unique et centralisée des spécificités des terminaux (voir le chapitre 15).

22.2 Échange d'informations avant l'arrivée

Un échange d'informations doit avoir lieu avant que le bateau-citerne de navigation intérieure n'arrive au terminal et doit notamment porter sur les points suivants :

22.2.1 Échange d'informations de sécurité

Des protocoles de sécurité doivent être convenus entre le bateau-citerne de navigation intérieure et le port ou l'agent de sécurité du terminal, le cas échéant. Les communications précédant l'arrivée doivent permettre de préciser qui effectuera cette tâche et de quelle manière.

22.2.2 Du bateau-citerne de navigation intérieure à l'autorité compétente

Le bateau-citerne de navigation intérieure doit fournir les informations exigées par les réglementations et recommandations internationales, nationales, régionales et locales.

22.2.3 Du bateau-citerne de navigation intérieure au terminal

Dans la mesure du possible, les informations suivantes doivent être fournies avant l'arrivée :

- nom et ENI du bateau-citerne de navigation intérieure ;
- pays d'enregistrement ;
- longueur et largeur hors tout du bateau-citerne et tirant d'eau à l'arrivée ;
- heure estimée d'arrivée au point d'arrivée désigné ;
- si le bateau-citerne est chargé, une liste de toutes les cargaisons se trouvant à bord à l'arrivée (désignation officielle et/ou numéro ONU), y compris toute propriété toxique ;
- tirant d'eau maximum prévu durant et après la manutention de la cargaison ;
- défauts sur la coque et dysfonctionnements de machines ou d'équipements qui pourraient nuire à la sécurité des opérations ou retarder le début de la manutention ;
- si des citernes doivent être inertées, confirmation qu'elles sont dans un état inerte et, si le bateau-citerne est équipé d'un système de gaz inerte, confirmation que le système est pleinement opérationnel ;
- si un système de combustible de substitution est utilisé, par exemple le gaz naturel liquéfié (GNL), confirmation que les systèmes de contrôle sont opérationnels ;
- toute exigence concernant le nettoyage et/ou le dégazage de citernes ;
- indications relatives au collecteur du bateau-citerne, y compris le type, les dimensions, le nombre, la distance entre les points de connexions ;
- information préalable sur les opérations de manutention de cargaison prévues, y compris les grades, l'ordre, les quantités et toute restriction de débit ;

- le cas échéant, informations sur la quantité et la nature des résidus et sur la dernière cargaison (désignation officielle et/ou numéro ONU) que contenaient les citernes vides, si celles-ci n'ont pas été dégazées. Identification de tous les composants toxiques, tels que l'hydrogène sulfuré (H₂S) et le benzène ;
- Le cas échéant, les quantités et spécifications des avitaillements nécessaires.

22.2.4 Du terminal au bateau-citerne de navigation intérieure

Le terminal doit s'assurer que les informations pertinentes relatives au port soient fournies au bateau-citerne de navigation intérieure dès que possible par le biais du TIB. Les informations qui doivent figurer dans le TIB figurent dans la dernière édition du « *Marine Terminal Information Booklet : Guidelines and Recommendations* » de l'OCIMF, et doivent comprendre au moins les éléments suivants :

- hauteur d'eau au zéro des cartes et salinité prévues au quai (le tirant d'eau augmente en passant de l'eau salée à l'eau douce) ;
- tirant d'eau maximal admissible et tirant d'air maximal admissible ;
- disponibilité de remorqueurs et de bateaux d'amarrage, ainsi que toutes les exigences du terminal concernant leur utilisation ;
- description des postes d'amarrage à terre qui seront disponibles ;
- côté du bateau à amarrer le long du quai ;
- nombre et dimensions des raccords de tuyaux et de collecteurs ;
- le cas échéant, le rayon d'action de tout bras de chargement mécanique utilisé ;
- utilisation ou non d'un système de contrôle des émissions de vapeurs ;
- exigences concernant le gaz inerte ;
- exigences concernant les mesurages des cargaisons ;
- exigences concernant le chargement fermé ;
- pour l'accostage aux jetées, aménagement d'un deuxième accès/espace pour la passerelle ou disponibilité d'un équipement pour l'accès au terminal ;
- informations préalables sur la spécification des cargaisons, les opérations de manutention ou des modifications des procédures fixées pour les opérations de cargaison. Ces informations doivent inclure l'identification de tous les composants toxiques, tels que l'hydrogène sulfuré et le benzène ;
- toute restriction applicable concernant le nettoyage et le dégazage ;
- recommandations concernant les contraintes environnementales et de charge applicable sur le quai ;
- installations pour la réception de slops et de déchets ;
- niveaux de sécurité en vigueur dans le port.

22.3 Échange d'informations avant l'accostage

22.3.1 Du bateau-citerne de navigation intérieure au terminal et/ou au pilote

À l'arrivée au port, le conducteur du bateau-citerne de navigation intérieure doit établir des communications directes avec le terminal et/ou avec la station de pilotage. Le conducteur doit aviser le terminal de tout dysfonctionnement et de toute incompatibilité des équipements du bateau-citerne qui sont susceptibles d'affecter la sécurité de l'amarrage.

22.3.2 Du terminal au bateau-citerne de navigation intérieure

Avant l'accostage, le terminal doit fournir au conducteur du bateau-citerne de navigation intérieure les détails du plan d'amarrage. La procédure pour l'amarrage du bateau-citerne doit être spécifiée et doit être examinée par le conducteur et convenue avec le terminal.

Ces informations doivent comprendre :

Pour tous les types de quais

- le plan pour approcher le quai, y compris les points de virage, les restrictions environnantes et les vitesses maximales ;
- toutes les conditions particulières, par exemple les conditions météorologiques, la profondeur de l'eau, les courants de marée et le trafic maritime, auxquelles on peut s'attendre lors du passage ;
- les dispositions concernant l'amarrage du bateau-citerne ;
- les dispositions concernant la sécurité d'accès.

Pour les jetées :

- le nombre minimum d'amarrages du bateau-citerne de navigation intérieure ;
- le nombre et l'emplacement des bollards ou crochets à ouverture rapide ;
- le nombre et l'emplacement des connexions de collecteurs ou de bras de chargements au quai ;
- les limites du système de défenses, le déplacement et la vitesse maximale et l'angle d'approche pour lesquels le quai et le système de défenses ont été conçus ;
- toute particularité du quai dont il est jugé important que le conducteur du bateau-citerne soit informé au préalable ;
- les restrictions concernant l'utilisation de piquets d'ancrage.

Toute modification par rapport au plan d'amarrage convenu qui est devenue nécessaire en raison de l'évolution des conditions météorologiques doit être communiquée au conducteur du bateau-citerne de navigation intérieure le plus tôt possible.

22.4 Échange d'information avant la manutention

L'achèvement efficace et sûr des opérations de cargaison, de ballastage et d'avitaillement dépend de l'efficacité de la coopération et de la coordination entre toutes les parties concernées. Cette section présente les informations qui doivent être échangées avant de commencer ces opérations.

22.4.1 Du bateau-citerne de navigation intérieure au terminal

Avant de commencer ses opérations de transfert, la personne responsable doit informer le terminal de la disposition générale des citernes à cargaison, de ballastage et d'avitaillement et doit disposer des informations ci-dessous :

22.4.1.1 Informations en vue du chargement de cargaison et de l'avitaillement

- indications concernant la dernière cargaison transportée, la méthode de nettoyage des citernes (le cas échéant) et l'état des citernes à cargaison et des tuyauteries ;
- si une cargaison partielle se trouve encore à bord du bateau-citerne de navigation intérieure à l'arrivée, le grade, le volume et l'emplacement des citernes ;
- débit maximal de chargement acceptable et débit de remplissage progressif en fin de chargement ;
- pression maximale acceptable à la connexion bateau-citerne / terre durant le chargement ;
- quantités de cargaison acceptables selon les indications du terminal ;
- proposition de répartition des cargaisons demandées et ordre souhaité de chargement ;
- test des dispositifs anti-débordement et d'urgence ;
- température maximale acceptable de la cargaison (le cas échéant) ;
- pression de vapeur vraie (PVV) maximale acceptable (le cas échéant) ;
- méthode proposée pour le contrôle des émissions de vapeur ;
- quantités et spécifications des avitaillements nécessaires ;
- répartition et quantités de ballast et, le cas échéant, temps nécessaire pour le déchargement et franc-bord maximal à l'état lège ;
- quantité, qualité et répartition des résidus ;
- qualité de gaz inerte (le cas échéant) ;
- système de communication pour le contrôle du chargement, y compris le signal d'arrêt d'urgence.

22.4.1.2 Informations en vue du déchargement de cargaison

- spécifications de la cargaison ;
- présence de composants toxiques dans la cargaison, par ex. sulfure d'hydrogène, benzène, additifs de plomb ou mercaptans ;
- toute autre caractéristique de la cargaison exigeant une attention particulière, par exemple une PVV élevée ;
- méthode proposée pour le contrôle des émissions de vapeur ;
- point d'éclair des produits (le cas échéant) et leurs températures à l'arrivée, en particulier lorsque la cargaison est non-volatile ;
- répartition de la cargaison à bord, par grade et quantité ;
- quantité et répartition des résidus ;
- toute modification inexplicable des creux dans les citernes du bateau-citerne depuis le chargement ;
- eau dans les citernes à cargaison (le cas échéant) ;
- ordre de déchargement souhaité ;
- débits et pressions maximum de déchargement ;
- nécessité ou non de nettoyer la citerne ;
- heure approximative de début et durée du ballastage dans les citernes de ballastage dédiées ;
- test du système de secours de la pompe ;
- test de l'équipement anti-débordement et de l'équipement d'urgence.

22.4.2 Du terminal au bateau-citerne de navigation intérieure

Les renseignements suivants doivent être mis à la disposition de la personne responsable.

22.4.2.1 Informations en vue du chargement de cargaison et de l'avitaillement

- spécifications de la cargaison et de l'ordre souhaité de chargement ;
- présence de composants toxiques dans la cargaison, par ex ; sulfure d'hydrogène, benzène, additifs de plomb ou mercaptans ;
- méthode proposée pour le contrôle des émissions de vapeur ;
- toute autre caractéristique de la cargaison exigeant de l'attention, par ex. une PVV élevée ;
- point d'éclair des produits (le cas échéant) et leurs températures à l'arrivée, en particulier lorsque la cargaison est non-volatile ;
- spécifications de l'avitaillement y compris la teneur en sulfure d'hydrogène ;
- débit prévu pour l'avitaillement ;
- quantités de cargaison à charger ;
- débit de chargement maximum à terre ;
- délai normal pour l'arrêt de la pompe ;
- pression maximale disponible à la connexion bateau-citerne / terre pour la cargaison ;
- nombre et dimensions des tuyaux ou des bras disponibles et connexions de collecteur requises pour chaque produit ou classe de cargaison et le cas échéant, systèmes de contrôle des émissions de vapeur ;
- restrictions concernant les mouvements des tuyaux ou des bras ;
- système de communication pour le contrôle du chargement, y compris le signal d'arrêt d'urgence ;
- FDS ou documents similaires pour chaque produit à traiter ;
- test de l'équipement anti-débordement et de l'équipement d'urgence.

22.4.2.2 Informations en vue du déchargement de cargaison

- ordre de déchargement de la cargaison accepté par le terminal ;
- quantités de cargaison à décharger ;
- débit de déchargement maximal admissible ;

- pression maximale admissible à la connexion bateau-citerne / terre pour la cargaison ;
- toute pompe de surpression pouvant être mise en service ;
- nombre et dimensions des tuyaux ou des bras disponibles et connexions de collecteur requises pour chaque produit ou classe de cargaison, et si oui ou non ces bras sont communs ;
- restrictions concernant les mouvements des tuyaux ou des bras ;
- toute autre restriction au terminal ;
- système de communication pour le contrôle du déchargement, y compris le signal d'arrêt d'urgence ;
- test de l'équipement anti-débordement et de l'équipement d'urgence ;
- indication des mesures à prendre en cas de déclenchement de l'alarme de remplissage excessif ;
- assèchement et déchargement des derniers restes de cargaison.

22.5 Plan de chargement concerté

Sur la base des informations échangées, un accord sur les opérations et une liste de contrôle de sécurité bateau-citerne de navigation intérieure/terre doivent être fixés par écrit entre la personne responsable et le représentant du terminal et doivent couvrir les éléments suivants, selon le cas :

- nom du bateau-citerne, quai, date et heure ;
- noms des représentants du bateau-citerne et du terminal ;
- répartition de la cargaison à l'arrivée et au départ ;
- informations suivantes pour chaque produit :
 - quantité ;
 - citerne(s) du bateau-citerne à charger ;
 - citerne(s) à terre à décharger ;
 - tuyauteries à utiliser bateau-citerne / terre ;
 - débit de transfert de la cargaison ;
 - pression de service ;
 - pression maximale admissible ;
 - limites de température ;
 - système de ventilation ;
 - procédures d'échantillonnage ;
- restrictions nécessaires en raison de :
 - propriétés électrostatiques ;
 - utilisation de vannes d'arrêt automatiques.

Cet accord doit inclure un plan de chargement indiquant les horaires prévus et couvrant les points suivants :

- ordre dans lequel les citernes à cargaison du bateau-citerne de navigation intérieure doivent être chargées, en tenant compte des opérations suivantes :
 - opérations de déballastage ;
 - changements de citernes à bord et à terre ;
 - prévention de la contamination de la cargaison ;
 - vidange des conduites pour le chargement (line-up) ;
 - autres mouvements ou opérations susceptibles d'affecter les débits ;
 - assiette et tirant d'eau du bateau-citerne ;
 - nécessité de veiller à ne pas dépasser les tensions autorisées ;

- débit de chargement initial et maximal, débits de remplissage progressif en fin de chargement, délais d'arrêt, en tenant compte des points suivants :
 - nature de la cargaison et/ou densité de la vapeur à charger
 - disposition et capacité des tuyauteries de cargaison et du système de ventilation des gaz du bateau-citerne ;
 - pression maximale admissible et débit des tuyaux ou bras entre le bateau-citerne et le terminal ;
 - précautions pour éviter l'accumulation d'électricité statique ;
 - toute autre restriction concernant le contrôle de débit ;
 - déplacement des câbles d'amarrage après le chargement ;
- la méthode de contrôle des émissions de vapeur pour éviter ou réduire les émissions de gaz au niveau du pont, en tenant compte des points suivants :
 - la PVV de la cargaison à charger ;
 - débit de chargement ;
 - conditions atmosphériques ;
- toute opération d'avitaillement ou de stockage ;
- procédure d'arrêt d'urgence.

Une fois que le plan de chargement a été fixé conjointement, il doit être signé par la personne responsable et le représentant du terminal.

22.6 Plan de déchargement concerté

Sur la base des informations échangées, un accord sur les opérations et une liste de contrôle de sécurité bateau-citerne de navigation intérieure/terre doivent être fixés par écrit entre la personne responsable et le représentant du terminal et doivent couvrir les éléments suivants, selon le cas :

- nom du bateau-citerne de navigation intérieure, quai, date et heure ;
- noms des représentants du bateau-citerne et du terminal ;
- répartition de la cargaison à l'arrivée et au départ ;
- informations suivantes pour chaque produit :
 - quantité ;
 - citerne(s) à charger à terre ;
 - citerne(s) du bateau-citerne à décharger ;
 - tuyauteries à utiliser bateau-citerne / terre ;
 - débit de transfert de la cargaison ;
 - pression de service ;
 - pression maximale admissible ;
 - limites de température ;
 - systèmes de ventilation
 - procédures d'échantillonnage ;
 - assèchement et déchargement des derniers restes de cargaison ;
- restrictions nécessaires en raison de :
 - propriétés électrostatiques ;
 - l'utilisation de vannes d'arrêt automatiques.

Le plan de déchargement doit comprendre des indications et les horaires prévus et couvrant les points suivants :

- ordre dans lequel les citernes à cargaison du bateau-citerne de navigation intérieure doivent être déchargées, en tenant compte des opérations suivantes :
 - changements de citernes à bord et à terre ;
 - prévention de la contamination de la cargaison ;
 - vidange des conduites pour le déchargement ;

- nettoyage des citernes ;
- autres mouvements ou opérations susceptibles d'affecter les débits ;
- assiette et tirant d'eau du bateau-citerne ;
- nécessité de veiller à ne pas dépasser les tensions autorisées ;
- opérations de ballastage ;
- assèchement et déchargement des derniers restes de cargaison ;
- Débit de déchargement initial et maximal, en tenant compte des points suivants :
 - spécification de la cargaison à décharger ;
 - disposition et capacité des tuyauteries de cargaison du bateau-citerne et du terminal ;
 - pression maximale admissible et débit des tuyaux ou bras entre le bateau-citerne et le terminal ;
 - précautions pour éviter l'accumulation d'électricité statique ;
 - toute autre restriction ;
- toute opération d'avitaillement ou de stockage ;
- procédure d'arrêt d'urgence et de fermeture.

Une fois que le plan de déchargement a été fixé conjointement, il doit être signé par la personne responsable et le représentant du terminal.

22.7 Accord pour effectuer des réparations

22.7.1 Réparations à bord du bateau-citerne de navigation intérieure

Lorsque des réparations ou travaux d'entretien doivent être effectués à bord d'un bateau-citerne de navigation intérieure amarré à un quai, la personne responsable doit en informer le représentant du terminal et l'autorité compétente, s'il y a lieu. Un accord doit être conclu sur les précautions de sécurité à prendre en fonction de la nature des travaux. En cas de non-respect de l'accord, le représentant du terminal doit être habilité à retirer l'approbation et à interrompre les travaux jusqu'à ce que des conditions sûres soient rétablies.

22.7.1.1 Immobilisation du bateau-citerne de navigation intérieure

Pendant qu'un bateau-citerne de navigation intérieure est à quai dans un terminal, tous ses équipements essentiels pour manœuvrer doivent normalement être maintenus dans un état permettant d'éloigner le bateau-citerne du quai en cas d'urgence.

Les réparations et autres travaux susceptibles d'immobiliser le bateau-citerne ne doivent pas être effectués à quai sans l'accord préalable et écrit du terminal et de l'autorité compétente, le cas échéant.

Toute situation non planifiée qui entraîne une perte de capacité opérationnelle, en particulier si elle concerne un système de sécurité, doit être immédiatement signalée au terminal.

22.7.1.2 Travail à chaud à bord du bateau-citerne de navigation intérieure

Tout travail à chaud à bord du bateau-citerne de navigation intérieure doit être interdit jusqu'à ce que toutes les réglementations et exigences de sécurité applicables soient respectées et qu'une autorisation de travail ait été accordée (voir la section 9.3). Ceci peut impliquer la participation du conducteur du bateau-citerne, de la société, du chimiste, de l'entrepreneur à terre, du représentant du terminal et de l'autorité compétente, le cas échéant.

Durant le séjour au terminal, aucun travail à chaud ne doit être autorisé jusqu'à ce que le représentant du terminal et, le cas échéant, l'autorité compétente, aient été consultés et que l'approbation ait été obtenue.

Une autorisation de travail à chaud ne doit être délivrée qu'après l'obtention d'un certificat de dégazage délivré par un chimiste agréé.

22.7.2 Réparations au terminal

Aucune construction, ni réparation, travail d'entretien, démontage ou modification des installations ne doivent être effectués sur un quai en présence d'un bateau-citerne de navigation intérieure sans l'autorisation du représentant du terminal. Si un bateau-citerne est amarré au quai, le représentant du terminal doit également obtenir l'accord du conducteur.

22.7.3 Utilisation d'outils lorsqu'un bateau-citerne de navigation intérieure est à quai au terminal

Aucun martelage, burinage ni grenaillage ne doit être effectué et aucun outil motorisé ne doit être utilisé à l'extérieur de la salle des machines ou des locaux d'habitation à bord du bateau-citerne de navigation intérieure ou au terminal où se trouve un bateau-citerne à quai, sans accord entre le représentant du terminal et la personne responsable, et à moins qu'une autorisation de travail ait été délivrée.

Dans tous les cas, le représentant du terminal et la personne responsable doivent s'assurer que la zone est exempte de gaz et le demeure tant que des outils seront en cours d'utilisation. Les précautions mentionnées à la section 4.5 doivent être respectées.

23 Amarrage

Le présent chapitre traite de la préparation et des procédures nécessaires pour établir et maintenir un dispositif d'amarrage efficace pendant que le bateau-citerne de navigation intérieure est à quai. Les échanges d'informations entre le bateau-citerne et le terminal sur les questions relatives aux dispositifs d'amarrage sont traités au chapitre 22.

L'utilisation de matériel d'amarrage est décrite de manière détaillée dans les publications et règlements nationaux et internationaux en vigueur. Il est fortement recommandé aux opérateurs des bateaux-citernes et des postes d'amarrage de fournir à leurs effectifs respectifs les informations appropriées afin de garantir que les opérations d'amarrage puissent être effectuées en toute sécurité.

23.1 Sécurité de l'amarrage

L'amarrage, le largage des amarres et le maintien de l'efficacité des dispositifs d'amarrage font partie des opérations les plus courantes et les plus critiques effectuées par le personnel des bateaux-citernes et des terminaux. Il s'agit de certaines des activités les plus risquées pour le personnel.

Pendant l'amarrage et le largage des amarres, le personnel des bateaux-citernes et des terminaux est exposé à un risque accru. Les câbles sous tension, les treuils en fonctionnement, les câbles de remorquage et les câbles manipulés par les bateaux d'amarrage et les remorqueurs sont autant de dangers potentiels.

Lorsque le bateau-citerne est à quai et effectue des opérations de transfert, les risques sont différents, mais le risque pour le personnel demeure. Il est essentiel de veiller à ce que le bateau-citerne reste amarré au quai de manière sûre. L'amarrage doit être effectué avec diligence par du personnel compétent afin de garantir sa sécurité. La sécurité du bateau-citerne, des opérations de transfert et des équipements ne doit pas être compromise.

Il est impératif d'assurer une interface efficace entre les bateaux-citernes et les terminaux afin de garantir que chaque opération d'amarrage reste sûre, quelle qu'en soit la fréquence. Cela implique une communication efficace avant l'arrivée, une planification rigoureuse, de bonnes procédures, un équipement bien entretenu et un personnel formé et compétent, pleinement conscient des dangers et des risques. Une défaillance dans ce domaine peut causer des dommages au personnel du bateau-citerne et du terminal, ainsi que des dommages au bateau-citerne, à l'équipement du terminal et à l'environnement.

23.1.1 Effet « snap-back »

Il existe de multiples sources de risque pour le personnel qui intervient sur le système d'amarrage ou à proximité de ce dernier. L'une des causes directes des blessures subies par de nombreux membres du personnel des bateaux-citernes et des terminaux est la rupture d'un câble d'amarrage et le phénomène de rétractation dit « snap-back ».

Ce sujet est traité de manière plus détaillée dans les documents de l'OCIMF intitulés « *Mooring Equipment Guidelines* » et « *Effective Mooring* ». La défaillance d'un câble pouvant survenir à tout moment, les points suivants doivent être pris en compte.

Lorsqu'un câble est sous tension, il s'étire et emmagasine de l'énergie. Le snap-back est la tendance des extrémités rompues d'un câble tendu à se rétracter rapidement au moment de la rupture en raison du relâchement de la tension.

Le snap-back peut se produire avec tout type de câbles, mais il est plus fort avec certains câbles synthétiques, qui ont plus d'élasticité inhérente et sont moins rigides que d'autres. Les câbles métalliques et les câbles en fibres synthétiques à haut module (*High Modulus Synthetic Fibre - HMSF*), qui ont une faible capacité d'étirement, peuvent également donner lieu à un snap-back, mais de manière moins prononcée. Les câbles métalliques et les câbles HMSF sont davantage susceptibles de donner lieu à un snap-back lorsqu'ils sont reliés à des extensions qui ont une élasticité inhérente et une énergie stockée plus élevées.

La force du snap-back est proportionnelle à l'énergie emmagasinée dans le câble lorsqu'il se rompt. Cela implique un risque élevé pour l'ensemble du personnel travaillant dans la zone d'amarrage d'un bateau-citerne, d'un remorqueur ou d'un quai. Des mesures doivent être mises en place pour éviter ces risques ou pour empêcher le personnel d'y être exposé. Cela est possible par le biais de la conception des bateaux et de bonnes procédures et pratiques d'exploitation.

La formation, une supervision adéquate et une bonne communication sont les premiers moyens de défense. Les autres mesures à envisager sont les suivantes :

- assurer un accès sûr aux commandes du treuil ;
- positionner les superviseurs et le personnel des bateaux-citernes et des terminaux de manière à ce qu'ils aient une vue dégagée sur les opérations en cours ;
- prévoir des procédures opérationnelles et de gestion du personnel ;
- assurer un champ de vision adéquat sur l'intégralité de la zone de travail aux points d'amarrage ;
- utiliser les cheminements les plus directs possibles des câbles entre le treuil et le chaumard latéral du bateau-citerne ;
- éviter autant que possible que les câbles traversent la zone de pont ;
- éviter autant que possible l'utilisation de tambours d'enroulement sur support ;
- éviter les cheminements à angle aigu ;
- recourir à du personnel formé aux opérations d'amarrage ;
- informer le personnel du bateau-citerne et du terminal sur l'opération d'amarrage prévue, y compris :
 - la configuration de l'amarrage prévu ;
 - les treuils et câbles qui seront utilisés ;
 - les crochets d'amarrage et les bollards qui seront utilisés.

En raison de l'exigüité du pont d'amarrage, du nombre de personnes impliquées dans l'amarrage et le largage des amarres et de leur proximité avec les câbles sous tension, le phénomène de rétraction dit « snap-back » est généralement considéré comme présentant un risque plus élevé pour le personnel à bord des bateaux-citernes. Cependant, le personnel à terre peut également être exposé à des risques en cas de défaillance des câbles. Les mesures susmentionnées doivent être prises en compte lors de la conception et de l'utilisation des installations du quai.

Certains bateaux-citernes et terminaux délimitent les zones de danger dans lesquelles le snap-back peut constituer un risque. Cette pratique n'est pas recommandée en raison de l'impossibilité de déterminer avec précision l'ensemble des zones dans lesquelles le snap-back peut constituer un risque. En outre, le fait de délimiter des zones de danger peut donner lieu à un faux sentiment de sécurité en dehors de ces zones.

Le pont d'amarrage du bateau et la zone d'amarrage sur le quai doivent intégralement être considéré comme des zones à haut risque. Une signalisation doit être utilisée pour avertir le personnel qu'il pénètre dans une zone à risque.

23.2 Sécurité des amarrages

Tout mouvement excessif ou la dérive d'un bateau-citerne de navigation intérieure dus à un amarrage inadéquat peuvent occasionner des blessures aux personnes ainsi que des dommages aux installations du quai et au bateau-citerne.

Bien que la responsabilité pour l'amarrage adéquat d'un bateau-citerne incombe au conducteur, il est dans l'intérêt du terminal de s'assurer que les bateaux-citernes soient solidement amarrés. Les tuyaux ou les bras à cargaison ne doivent pas être connectés avant que le représentant du terminal et le conducteur du bateau-citerne aient constaté que le bateau-citerne est amarré de manière sûre.

23.3 Préparatifs pour l'arrivée

23.3.1 Dispositifs d'amarrage du bateau-citerne

Tous les équipements d'amarrage nécessaires doivent être prêts à l'emploi avant l'arrivée d'un bateau-citerne dans un port ou à un quai. Si nécessaire, les ancres doivent être prêtes à l'emploi, à moins que l'ancrage ne soit interdit. Des membres d'équipage en nombre suffisant doivent toujours être disponibles pour s'occuper de l'amarrage.

23.3.2 Sans objet

23.3.3 Sans objet

23.4 Amarrage au quai

La gestion efficace de l'amarrage d'un bateau-citerne de navigation intérieure exige une bonne connaissance des principes d'amarrage, des informations relatives à l'équipement d'amarrage disponible à bord du bateau-citerne, un bon entretien de cet équipement ainsi qu'un entretien régulier des câbles d'amarrage. L'ensemble du personnel doit utiliser le guide de l'OCIMF *Effective Mooring* (amarrage efficace) pour acquérir une compréhension de base des considérations opérationnelles et de sécurité liées à l'amarrage.

Il est également recommandé aux exploitants et aux conducteurs de bateaux-citernes de navigation intérieure de consulter le guide plus exhaustif *Mooring Equipment Guidelines* (lignes directrices concernant l'équipement d'amarrage) de l'OCIMF. Ce guide a été élaboré pour les bateaux-citernes maritimes, mais il contient des informations détaillées et importantes applicables à tous les types de bateaux (par exemple, l'utilisation de cordages de type High Modulus Synthetic Fibre (HMSF) qui permettent de comprendre au mieux les considérations techniques, opérationnelles et de sécurité. *Effective Mooring* est un guide complémentaire aux *Mooring Equipment Guidelines*, qui aide à la préparation des plans d'amarrage et des procédures de sécurité.

La sécurité du bateau-citerne, y compris son amarrage adéquat relèvent de la responsabilité de son conducteur. Toutefois, le terminal possède une connaissance locale de l'environnement d'exploitation sur le site ainsi que des capacités des équipements à terre. Il devrait par conséquent pouvoir conseiller le conducteur du bateau-citerne pour l'emplacement des amarres et les restrictions d'utilisation.

23.4.1 Type et qualité des câbles d'amarrage

Dans la mesure du possible, les amarres doivent toutes être réalisées dans le même matériau et doivent être de même conception. Des cordes de faible élasticité sont recommandées pour tous les bateaux-citernes de navigation intérieure, car elles limitent les mouvements du bateau-citerne à quai.

Les amarrages entièrement composés de cordes à haute élasticité ne sont pas recommandés, car ils peuvent permettre un mouvement excessif en présence de vents violents ou de forts courants, ou lors du passage d'autres bateaux-citernes. Dans une configuration d'amarrage donnée, des cordes d'élasticité différente ne doivent jamais être utilisées ensemble dans la même direction.

Les conditions et les réglementations pour l'amarrage peuvent différer d'un port à l'autre.

Les cordages standards en fibres synthétiques se détériorent plus rapidement que les câbles en acier ou les câbles synthétiques à module élevé. Toutes les cordes et tous les câbles doivent être inspectés régulièrement et remplacés s'ils présentent des signes de dommages.

23.4.2 Gestion des amarrages à quai

23.4.2.1 Entretien des amarres

L'équipage du bateau-citerne est responsable de la surveillance fréquente et de l'entretien approprié des amarres, mais le personnel à terre dûment qualifié devrait vérifier périodiquement les amarres pour s'assurer qu'elles sont correctement entretenues.

Lorsque sont tendues des amarres assouplies ou trop raides, un examen général du système d'amarrage doit être effectué afin que le resserrement ou le relâchement d'amarres individuelles ne permette pas au bateau-citerne de se déplacer ou ne provoque pas un transfert de charge excessif sur d'autres amarres. Le bateau-citerne doit rester en contact avec les défenses et les amarres ne doivent pas être lâches si le bateau-citerne s'éloigne des défenses.

Une fois que les amarres sont fixées à terre, l'engrenage du treuil d'amarrage doit être dégagé afin de permettre le largage des amarres en cas d'urgence, par exemple, si un incendie rend inopérants les systèmes électriques.

23.4.2.2 Sans objet

23.4.2.3 Treuils d'amarrage à enroulement automatique

De nombreux bateaux-citernes de navigation intérieure sont désormais équipés de treuils d'amarrage à enroulement automatique, en particulier lorsque sont utilisés des câbles métalliques ou des cordages HMSF. Les tambours des treuils d'amarrage à enroulement automatique se répartissent en deux catégories : les tambours non divisés (un même tambour stocke et retient l'amarre) et les tambours divisés (comprenant un tambour de tension ou de travail et un tambour de stockage). Certaines fonctionnalités de ces treuils doivent être bien comprises par l'équipage du bateau-citerne afin d'éviter que le bateau-citerne ne dérive du quai suite au glissement des freins du treuil.

L'état de l'engrenage et des garnitures ou blocs des semelles de freinage du treuil a un effet déterminant sur la capacité de rétention du frein durant l'utilisation. Les freins de treuil d'amarrage doivent être testés à intervalles réguliers et au moins tous les 12 mois. Un dossier dans lequel sont consignés l'entretien régulier, les inspections et les essais, doit être conservé à bord du bateau-citerne. Des informations plus détaillées sur les exigences en matière d'essai des freins de treuil et sur les kits d'essai figurent dans le guide *Mooring Equipment Guidelines* de l'OCIMF.

En cas de détérioration importante, les garnitures ou blocs doivent être renouvelés.

La capacité de rétention des freins du treuil est susceptible d'être fortement réduite durant certaines procédures opérationnelles si certains facteurs ne sont pas correctement pris en compte. Il s'agit notamment des facteurs suivants :

Le nombre de couches de câble sur le tambour

La capacité de rétention standard du frein du treuil est généralement calculée pour la première couche. La capacité de rétention diminue à chaque couche supplémentaire. Cette diminution peut être considérable, la capacité de rétention nominale étant réduite à 89 % à la deuxième couche et continuant à diminuer à chaque couche supplémentaire, jusqu'à atteindre 69 % à la cinquième couche.

Le sens d'enroulement sur le tambour du treuil

À la fois sur les treuils à tambour unique et à tambour cloisonné, la capacité de rétention des freins est réduite considérablement si le câble d'amarrage est enroulé dans la mauvaise direction. Avant l'arrivée au quai, il est important de confirmer que le sens de traction du câble d'amarrage correspond aux recommandations du fabricant.

En règle générale, ce sera vers l'extrémité fixe de la bande de freinage, plutôt que vers l'extrémité goupillée. L'enroulement dans le mauvais sens peut fortement réduire la capacité de rétention du frein et ceci jusqu'à 50 % dans certains cas. Le bon sens d'enroulement doit être indiqué de façon permanente sur le tambour. L'enroulement doit être effectué conformément aux guides de l'OCIMF (*Mooring Equipment Guidelines* ou *Effective Mooring*).

Les treuils équipés de freins à disque ne sont pas soumis à cette restriction.

L'état des garnitures de freinage et du tambour

L'huile, l'humidité ou une importante quantité de rouille sur les garnitures de freinage ou sur le tambour peuvent fortement réduire la capacité de rétention du frein. L'humidité peut être retirée en faisant fonctionner le treuil en appliquant légèrement le frein, mais il convient de veiller à ne pas provoquer une usure excessive. L'huile ne peut pas être enlevée, de sorte que les garnitures de freinage devront être renouvelées.

L'application du frein

Les freins doivent être suffisamment serrés pour atteindre la capacité de rétention nécessaire. Si les freins sont appliqués à la main, ils doivent être bien serrés.

23.4.2.4 Amarrages depuis la terre

Dans certains terminaux, des amarrages depuis la terre sont utilisés pour compléter l'amarrage du bateau-citerne de navigation intérieure. Lorsque le personnel à terre manipule les amarrages à terre, il doit être pleinement conscient des dangers inhérents à cette opération et doit adopter des pratiques sûres de travail.

23.4.2.5 Ancres

En cas d'amarrage le long du quai, les ancres qui ne sont pas utilisées doivent être bien fixées par le frein et la guillotine, mais doivent demeurer disponibles pour une utilisation immédiate.

23.5 Sans objet

24 Précautions à bord du bateau-citerne et au terminal pendant la manutention de cargaison

Ce chapitre comporte des recommandations sur les précautions à prendre à la fois à bord du bateau-citerne de navigation intérieure et à terre lors de la manutention de cargaison, lors des opérations de ballastage, d'avitaillement, de nettoyage des citernes, de dégazage et de purge devant être effectuées au port. Il est primordial d'éliminer les risques d'incendie et d'explosion. Les dangers associés au tabagisme, aux cuisines, aux équipements électriques et aux autres sources potentielles d'inflammation sont traités au chapitre 4.

Des informations détaillées sur le matériel et les opérations qui concernent principalement le bateau-citerne de navigation intérieure ou le terminal figurent dans les parties 2 et 3 du présent guide.

24.1 Ouvertures sur l'extérieur des logements et des salles des machines

Les locaux d'hébergement et les salles des machines d'un bateau-citerne de navigation intérieure comportent des équipements qui ne sont pas adaptés pour une utilisation dans des atmosphères inflammables. Il est important que les vapeurs de cargaison ne puissent pas pénétrer dans ces locaux.

Pendant les opérations de chargement, de déchargement, de dégazage, de nettoyage des citernes et de purge, toutes les portes, fenêtres et autres ouvertures similaires donnant sur l'extérieur du bateau-citerne doivent être fermées.

Une contre-porte ne peut pas remplacer de manière sûre une porte extérieure. Des portes et fenêtres supplémentaires sont susceptibles de devoir être fermées dans des circonstances particulières ou en raison de particularités structurelles du bateau-citerne.

Si les portes extérieures doivent être ouvertes pour l'accès, elles doivent être refermées immédiatement après utilisation. Lorsque ceci est possible, une porte unique doit être utilisée au port pour l'accès aux postes de travail. Les portes qui doivent être maintenues fermées doivent être clairement signalées comme telles.

En principe, les portes ne doivent pas être verrouillées durant le séjour au port. Toutefois, s'il existe des problèmes de sécurité, des mesures doivent être prises pour empêcher l'accès non autorisé tout en garantissant la disponibilité d'une voie d'évacuation pour l'équipage se trouvant à l'intérieur. Malgré l'inconfort dont est susceptible de souffrir l'équipage dans un logement entièrement fermé en cas de températures et de taux d'humidité élevés, ce désagrément doit être accepté dans l'intérêt de la sécurité.

24.2 Systèmes de climatisation et de ventilation

À bord des bateaux-citernes de navigation intérieure équipés d'unités pour le conditionnement de l'air, il est essentiel que les logements soient maintenus sous pression positive pour empêcher la pénétration de vapeurs de cargaison. Les arrivées d'air des appareils à air conditionné sont généralement placées dans une zone de sécurité, de sorte que les vapeurs ne soient pas entraînées dans le logement dans des conditions normales. Une pression positive ne sera maintenue qu'à condition que le système de climatisation soit en marche, que ses arrivées d'air soient ouvertes et que toutes les portes d'accès soient fermées, sauf pour entrer ou sortir ponctuellement. Le système ne doit pas être utilisé avec les arrivées d'air entièrement fermées, c'est-à-dire en mode de recirculation à 100 %, parce que le fonctionnement des ventilateurs d'extraction dans la cuisine et les locaux sanitaires réduira la pression atmosphérique dans le logement à une valeur inférieure à celle de la pression ambiante à l'extérieur.

Il est utile d'installer un système de détection de gaz et/ou un système d'alarme aux arrivées d'air du système de climatisation. Dans le cas où des vapeurs d'hydrocarbures sont présentes aux entrées, le système de ventilation doit être arrêté et le transfert de la cargaison doit être suspendu jusqu'à ce que l'atmosphère ambiante soit exempte de vapeurs d'hydrocarbures.

Les mêmes principes de pression positive et de détection de gaz s'appliquent aux bateaux-citernes équipés d'autres systèmes de climatisation ou lorsque des unités supplémentaires ont été installées. Le point primordial, dans tous les cas, est que les vapeurs d'hydrocarbures ne doivent pas pouvoir pénétrer dans les logements.

Les unités de climatisation installées à l'extérieur ne doivent pas être utilisées durant l'une des opérations énumérées à la section 24.1, à moins qu'elles soient situées dans les zones de sécurité ou qu'elles soient certifiées comme étant sûres pour une utilisation en présence de vapeurs inflammables.

À bord des bateaux-citernes qui dépendent de la ventilation naturelle, les ventilateurs doivent être orientés de manière à empêcher l'entrée des vapeurs. Si les ventilateurs sont installés de telle sorte que les vapeurs sont susceptibles de pénétrer quelle que soit la direction dans laquelle ils sont orientés, ils doivent être couverts, obturés ou fermés.

24.3 Orifices dans les citernes à cargaison

24.3.1 Couvercles des citernes à cargaison⁵

Lors de la manutention de produits volatils et du chargement de produits non-volatils dans des citernes contenant des vapeurs d'hydrocarbures ou des vapeurs chimiques, tous les couvercles des citernes à cargaison doivent être fermés et verrouillés.

Les couvercles des citernes à cargaison ou hiloires doivent être clairement identifiés avec le nombre et l'emplacement (bâbord, centre ou tribord) de la citerne correspondante.

24.3.2 Trappes de visée et de jaugeage⁵

Pendant toutes les opérations de manutention de cargaison et de ballast visées à la section 24.1, les trappes de visée et de jaugeage doivent rester fermées, sauf si elles doivent être ouvertes pour effectuer des mesures ou prendre des échantillons et après concertation entre le bateau-citerne de navigation intérieure et le terminal.

Si, en raison de la conception du système, les trappes de visée ou de jaugeage doivent être ouvertes pour les besoins de la ventilation, les orifices doivent être protégés par un écran pare-flammes / pare-étincelles qui peut être retiré ou ouvert durant une courte période pour effectuer le jaugeage par le creux, un contrôle visuel, un sondage ou une prise d'échantillons. Ces dispositifs doivent être bien ajustés et doivent être maintenus propres et en bon état.

24.3.3 Orifices de ventilation des citernes à cargaison⁵

Le système de ventilation des citernes à cargaison doit être réglé pour l'opération concernée. Les événements à grande vitesse doivent être réglés dans la position assurant une vitesse de sortie élevée des gaz.

Lorsque de la cargaison volatile est chargée dans des citernes reliées à un système de ventilation qui sert également pour des citernes contenant de la cargaison non-volatile, il est important d'éviter que des vapeurs inflammables ne pénètrent dans les citernes contenant la cargaison non-volatile. Une attention particulière doit être accordée au bon fonctionnement des vannes de pression / dépression et au système de ventilation associé et aux vannes d'isolation de la conduite de vapeur, ainsi qu'à tout système de GI (le cas échéant).

Lorsque les citernes sont isolées pour empêcher la contamination croisée, la possibilité d'une pénétration d'oxygène dans la citerne en raison des variations de pression lors du passage doit être prise en considération. Il peut être nécessaire d'établir des plans pour rétablir l'état inerte avant la décharge.

⁵ Il convient de prêter attention à la réglementation nationale ou internationale relative aux marchandises dangereuses, qui contient des exigences spécifiques à cet égard.

24.3.4 Ouvertures pour le lavage des citernes⁵

Pendant le nettoyage de la citerne ou les opérations de dégazage, les plaques de recouvrement des orifices de lavage doivent seulement être retirées des citernes dans lesquelles ces opérations sont en cours et doivent être remises en place immédiatement après l'achèvement de l'opération. Toutes les ouvertures sur le pont doivent être couvertes par des grilles. D'autres couvercles d'orifices de lavage peuvent être desserrés en préparation, mais ils doivent être laissés en position entièrement fermée.

24.4 Inspection des citernes à cargaison des bateaux-citernes de navigation intérieure avant le chargement⁶

L'inspection des citernes à cargaison qui précède le chargement doit normalement être effectuée sans pénétrer dans les citernes.

Il peut parfois s'avérer nécessaire de retirer des plaques de recouvrement des orifices de lavage pour inspecter des zones de la citerne qui ne sont pas visibles depuis les trappes de visée ou de jaugeage. Les couvercles doivent être remis en place et verrouillés immédiatement après l'inspection. La personne qui procède à l'inspection doit veiller à ne pas inhaler des vapeurs ou du gaz inerte lors de l'inspection des citernes qui n'ont pas été dégazées.

Si la cargaison à charger est soumise à un cahier des charges restrictif et qu'il est nécessaire de pénétrer dans une citerne pour effectuer une inspection, toutes les précautions mentionnées à la section 10.5 doivent être observées.

Les atmosphères des citernes à cargaison qui sont ou ont été inertées doivent être gérées avec précaution en raison du risque lié à la faible teneur en oxygène. Les citernes à cargaison inertées doivent être marquées au moyen d'une signalétique appropriée.

Avant de pénétrer dans une citerne qui était inertée, celle-ci doit avoir été dégazée. À moins que toutes les citernes aient été dégazées et que le système de gaz inerte soit complètement isolé, chaque citerne doit être individuellement isolée du système de gaz inerte avant d'y pénétrer pour l'inspection (Voir la section 10.5).

24.5 Couvercles des citernes de ballastage dédiées

Avant l'évacuation des eaux de ballastage, les couvercles de citernes de ballastage dédiées peuvent être ouverts pour permettre une inspection de la surface du ballast et détecter par ex. une contamination. Toutefois, les couvercles de citernes de ballastage dédiées doivent normalement rester fermés lorsque de la cargaison ou du ballast sont manutentionnés, car des vapeurs d'hydrocarbures ou de produits chimiques pourraient y être aspirées.

Les couvercles de citernes de ballastage dédiées doivent porter un marquage clair identifiant la citerne correspondante.

24.6 Connexions de cargaison entre le bateau-citerne de navigation intérieure et la terre

24.6.1 Brides de raccordement

Les brides pour les connexions entre le bateau-citerne de navigation intérieure et la terre à l'extrémité des conduites du terminal et sur le collecteur du bateau-citerne doivent être conformes à la réglementation nationale ou internationale.

Les faces, joints d'étanchéité et raccords évasés des brides doivent être propres et en bon état. Durant leur stockage, les brides doivent être convenablement protégées contre la corrosion.

⁶ Il convient de prêter attention à la réglementation nationale ou internationale relative aux marchandises dangereuses, qui contient des exigences spécifiques à cet égard.

Lorsque la connexion est boulonnée, tous les trous d'écussage doivent être utilisés. Des précautions doivent être prises lors du serrage des boulons, un serrage irrégulier ou excessif des boulons pouvant provoquer une fuite ou une rupture. Les connexions improvisées à l'aide de colliers en G ou de dispositifs similaires ne doivent pas être utilisées pour les brides de raccordement.

24.6.2 Retrait de brides d'obturation

Chaque bride du collecteur du terminal et du bateau-citerne de navigation intérieure doit être équipée d'une bride d'obturation amovible qui est réalisée en acier ou en un autre matériau approuvé, par exemple en résine phénolique, et si possible munie de poignées.

Des précautions doivent être prises pour s'assurer, avant le retrait des brides d'obturation posées sur les conduites du bateau-citerne et du terminal, que la section comprise entre la dernière vanne et la bride d'obturation ne contienne pas de produit sous pression. Des précautions doivent également être prises pour empêcher tout déversement.

Les brides d'obturation doivent pouvoir résister à la pression de travail de la conduite ou du système sur lesquels elles sont posées. La bride d'obturation doit normalement présenter une épaisseur égale à celle de la bride d'extrémité sur laquelle elle est fixée.

24.6.3 Réducteurs et bobines

Les réducteurs et les bobines doivent être réalisés en acier et être munis de brides conformes à la norme ANSI B16.5, Classe 150 ou équivalent. La fonte ordinaire ne doit pas être utilisée.

Un échange d'informations entre le bateau-citerne de navigation intérieure et le terminal doit être assuré lorsque les réducteurs ou bobines de collecteurs sont réalisés en un matériau autre que l'acier, étant donné qu'une attention particulière est nécessaire lors de leur fabrication pour obtenir une résistance équivalente à celle de l'acier et éviter ainsi les risques de rupture.

Les manomètres des collecteurs doivent être fixés sur les bobines sur le côté extérieur des vannes de collecteur.

24.6.4 Éclairage

Dans l'obscurité, un éclairage adéquat doit couvrir la zone de la connexion entre le bateau-citerne de navigation intérieure et la terre pour le transfert de cargaison ainsi que tous les équipements de manutention de tuyaux, de sorte qu'un ajustement nécessaire puisse être identifié à temps et que toute fuite ou tout déversement de produit puissent être détectés rapidement.

24.6.5 Déconnexion d'urgence

Un dispositif de déconnexion spécial peut être utilisé pour la déconnexion d'urgence des tuyaux ou bras de cargaison.

Dans la mesure du possible, les tuyaux ou les bras doivent être vidés, purgés ou isolés, selon le cas, avant la déconnexion d'urgence, afin que le déversement soit réduit au minimum (voir la section 11.1.15.1).

Des vérifications régulières doivent être effectuées pour garantir que tous les dispositifs de sécurité soient opérationnels. (Voir aussi la section 18.1.10).

24.7 Déversement accidentel et fuite de produit

24.7.1 Généralités

Le personnel du bateau-citerne de navigation intérieure et à terre doit maintenir une surveillance étroite pour le cas où surviendrait une fuite de produit au début et durant les opérations de transfert de la cargaison. Il convient notamment de s'assurer que les vannes des conduites, y compris les vannes de descente, demeurent fermées lorsqu'elles ne sont pas utilisées.

Les creux des citernes à cargaison ou d'avitaillement qui ont fait l'objet d'un remplissage progressif en fin de chargement doivent être contrôlés de temps en temps durant le chargement afin de s'assurer qu'aucun débordement ne se produise en raison de fuites sur des vannes ou d'opérations erronées.

À bord des bateaux-citernes à double coque, il convient de veiller à la stabilité au cours des opérations de ballastage et de cargaison. Il faut veiller à ne pas réduire la hauteur métacentrique transversale (GM) au point qu'elle puisse induire un angle de gîte ou de bande lors du déballastage de citernes à double-fond après que des citernes à cargaison aient fait l'objet d'un remplissage progressif final, car ceci pourrait provoquer un débordement de la cargaison (Voir la section 11.2).

En cas de fuite sur une conduite, une vanne, un tuyau ou un bras métallique, les opérations utilisant cet élément doivent être interrompues jusqu'à ce que la cause ait été identifiée et que le défaut ait été corrigé. Si une conduite, un tuyau ou un bras éclate ou si survient un débordement ou tout autre déversement accidentel, toutes les opérations de cargaison doivent être interrompues immédiatement et ne doivent pas reprendre avant que le défaut ait été corrigé et que tous les dangers liés aux hydrocarbures ou produits chimiques libérés aient été éliminés. Des mesures préventives appropriées doivent être prises rapidement s'il existe un risque de pénétration d'hydrocarbures ou de produits chimiques ou de leurs vapeurs dans une salle des machines ou dans le système de ventilation des locaux d'habitation.

Des moyens doivent être prévus pour l'enlèvement rapide de tout déversement sur le pont. Tout déversement d'hydrocarbures doit être signalé au terminal et aux autorités compétentes et le plan d'urgence de pollution par des hydrocarbures du terminal ou du bateau-citerne doit être activé.

Les autorités compétentes ainsi que les bateaux et installations à terre situés à proximité doivent être avertis de tout danger potentiel lié au déversement survenu.

24.7.2 Sans objet

24.7.3 Obturation des dalots

Avant le début de la manutention de cargaison, tous les dalots du pont⁷ et, le cas échéant, les puisards ouverts sur le quai, doivent être obturés de manière efficace pour empêcher les produits déversés de s'échapper dans l'eau autour du bateau-citerne ou du terminal. Les accumulations d'eau doivent être drainées régulièrement et les obturations des dalots doivent être remises en place dès que l'eau a été évacuée.

L'eau contaminée par le produit doit être transférée dans une citerne à résidus ou d'autres récipients appropriés. La pression de la citerne doit être réduite pour faciliter la vidange, le cas échéant.

24.7.4 Confinement des déversements

Un bac de récupération installé de façon permanente et possédant des moyens de purge adéquats doit être installé sous tous les raccordements de collecteurs à bord du bateau-citerne de navigation intérieure et à terre. Si aucun bac n'est installé de façon permanente, des bacs de récupération portatifs doivent être placés sous chaque connexion en service afin de retenir toute fuite. L'utilisation de matière plastique doit être évitée, à moins que des dispositions aient été prises pour la métallisation.

24.7.5 Conduites inutilisées des bateaux-citernes de navigation intérieure et à terre pour la cargaison et l'avitaillement

Il convient de ne pas se fier à l'étanchéité des vannes pour empêcher une fuite ou un suintement de produit. Toutes les conduites à terre, les bras de chargement mécaniques et les tuyaux qui ne sont pas utilisés sur un quai doivent être solidement obturés.

Toutes les conduites de cargaison et de ballast de bateaux-citernes de navigation intérieure qui ne sont pas utilisées doivent être solidement obturées au collecteur. Le cas échéant, les conduites de cargaison vers les collecteurs de poupe ou d'étrave doivent être vidées de leur cargaison et isolées du système principal de conduites du bateau-citerne.

⁷ Il convient de prêter attention à toute réglementation locale, nationale ou internationale qui contient des exigences spécifiques à cet égard

24.8 Équipement de lutte contre l'incendie

Lorsqu'un bateau-citerne de navigation intérieure est amarré le long d'un quai, un équipement anti-incendie doit être prêt pour une utilisation immédiate.

À bord du bateau-citerne, il s'agit normalement de manches/canons d'incendie avec des buses à jet/aspersion prêts à l'emploi. Des extincteurs à poudre chimique dans la zone de cargaison fournissent une protection supplémentaire contre les petits feux résultant d'une inflammation instantanée.

Sur le quai, un équipement de lutte contre l'incendie doit être prêt pour une utilisation immédiate. Bien que ceci n'implique pas la mise en place de manches d'incendie, les préparatifs pour une utilisation d'urgence de l'équipement de lutte contre l'incendie doivent être bien visibles et le bateau-citerne doit en être informé. Il peut être envisagé de placer des extincteurs portatifs prêts à l'emploi à proximité de la zone des collecteurs du quai.

24.9 Proximité d'autres bâtiments

24.9.1 Bateaux-citernes de navigation intérieure aux postes d'amarrage voisins

Des concentrations de vapeurs inflammables et/ou toxiques peuvent être présentes si un autre bateau-citerne de navigation intérieure amarré à un poste voisin effectue des opérations de cargaison, de ballastage, de purge, de nettoyage des citernes ou de dégazage. Dans de telles circonstances, des précautions appropriées doivent être prises, comme indiqué à la section 24.1.

24.9.2 Bateaux transportant des cargaisons ordinaires aux postes d'amarrage voisins

Il est peu probable que les bateaux transportant des cargaisons ordinaires soient en mesure de respecter autant que les bateaux-citernes de navigation intérieure les exigences de sécurité concernant les sources possibles d'inflammation, tels que le fait de fumer, les flammes nues, la cuisine et le matériel électrique.

Par conséquent, lorsqu'un bateau-citerne transportant des cargaisons ordinaires est à quai à proximité d'un bateau-citerne de navigation intérieure qui charge ou décharge des hydrocarbures volatils, qui charge des produits non-volatils dans les citernes contenant des vapeurs d'hydrocarbures ou qui effectue des opérations de purge ou de dégazage après le déchargement de produits volatils, il peut être nécessaire que le terminal évalue les risques en conséquence et prenne des précautions supplémentaires à celles prévues dans le présent chapitre. Ces précautions doivent inclure l'inspection des bateaux transportant des cargaisons ordinaires et la fixation claire des précautions à prendre à bord du bateau-citerne.

24.9.3 Opérations de bateaux-citernes de navigation intérieure aux postes de chargement de cargaisons ordinaires

Lorsqu'un bateau-citerne de navigation intérieure effectue des opérations à un poste de chargement de cargaisons ordinaires, il est peu probable que le personnel présent à ce poste soit familiarisé avec les exigences de sécurité concernant les sources possibles d'inflammation ou que les grues ou autres équipements soient conformes aux exigences concernant la conception et l'installation d'équipements électriques dans les zones de danger.

Par conséquent, le terminal devra prendre des précautions supplémentaires à celles énoncées dans le présent chapitre. Ces précautions doivent inclure la restriction de l'accès des véhicules, des barrières amovibles pour contrôler l'accès au quai, des équipements anti-incendie supplémentaires et le contrôle des sources d'inflammation, ainsi que des restrictions applicables aux mouvements de biens et équipements et au levage de charges.

24.9.4 Remorqueurs et autres embarcations le long du bateau-citerne

Le nombre de bateaux qui viennent se placer à côté du bateau-citerne de navigation intérieure et la durée de leur séjour doivent être limités autant que possible ou leur présence doit être interdite. Sous réserve des règlements de l'autorité portuaire, seulement les bateaux autorisés et ayant obtenu l'autorisation du conducteur du bateau-citerne et, le cas échéant, du représentant du terminal, doivent pouvoir venir ou séjourner à côté d'un bateau-citerne pendant que ce dernier manipule des produits volatils ou procède au ballastage de citernes contenant de la vapeur de produit. Le conducteur doit informer l'équipage du fait qu'il est interdit de fumer et d'utiliser des flammes nues à bord de ces bateaux. Si la réglementation n'est pas observée, les opérations doivent être interrompues.

Les terminaux doivent communiquer des instructions appropriées aux conducteurs d'embarcations autorisées concernant l'utilisation de moteurs et d'autres appareils et équipements afin d'éviter toute source d'inflammation lors du passage à côté d'un bateau-citerne ou d'un quai. Si nécessaire, ces instructions doivent inclure des dispositions concernant la présence de pare-étincelles à l'échappement du moteur, ainsi que des instructions pour la mise en place des défenses appropriées. Le terminal doit également demander que des instructions soient affichées bien en vue sur l'embarcation pour informer l'équipage et les passagers des précautions de sécurité à observer.

Si un bateau non autorisé s'approche ou s'arrête à côté du bateau-citerne dans une position susceptible de constituer un danger pour les opérations, l'autorité compétente et/ou le représentant du terminal doivent en être informés. Si nécessaire, les opérations doivent être interrompues.

24.10 Panneaux

24.10.1 Panneaux à bord du bateau-citerne de navigation intérieure

À chaque fois qu'un bateau-citerne de navigation intérieure s'arrête au terminal, des panneaux doivent être affichés sur le pont, visible des deux côtés, ou sur la/les passerelle(s), conformément à la réglementation internationale (pour les marchandises dangereuses) :



Figure 24.1 : Panneaux à bord du bateau-citerne de navigation intérieure

24.10.2 Panneaux au terminal

Des panneaux et avis permanents indiquant qu'il est interdit de fumer et d'utiliser des flammes nues doivent être affichés bien en évidence sur le quai dans les langues appropriées. Des panneaux et avis permanents similaires doivent être affichés à l'entrée de la zone du terminal ou sur la rive aux abords du quai.



Figure 24.2 : Panneaux au terminal

Dans les constructions et autres lieux à terre où il est permis de fumer, des panneaux correspondants doivent être affichés bien en évidence pour indiquer cette possibilité.

Les voies d'évacuation d'urgence du quai vers les zones sûres à terre doivent être clairement indiquées.

24.11 Exigences en matière d'effectifs

Du personnel doit être présent en nombre suffisant pour garantir que toutes les opérations à l'interface entre le bateau-citerne de navigation intérieure et le terminal soient effectuées en toute sécurité. Tant que le bateau-citerne séjourne au terminal, ce personnel doit aussi pouvoir faire face à toute situation d'urgence.

Les détails concernant les effectifs à bord du bateau-citerne et au terminal doivent être discutés lors de la réunion préalable au transfert afin de garantir que toutes les parties intervenant à l'interface bateau-citerne/terminal soient pleinement informées de la disponibilité de personnel pour faire face aux situations opérationnelles et d'urgence. Ceci est particulièrement important si le personnel n'est pas présent sur le quai en permanence.

Le personnel qui participe aux opérations doit être familiarisé avec les risques associés à la manipulation des produits et doit être formé pour faire face à une situation d'urgence.

24.12 Contrôle des flammes nues et autres sources d'inflammation potentielles

Les dangers associés au fait de fumer, aux cuisines, aux équipements électriques et aux autres sources potentielles d'inflammation sont traités au chapitre 4.

24.13 Contrôle des véhicules et autres équipements

L'utilisation de véhicules et de matériel doit être contrôlée, en particulier dans les zones de danger. Les itinéraires vers et depuis les lieux de travail et les parkings doivent être clairement indiqués. Si nécessaire, des barrières ou clôtures doivent être prévues pour empêcher tout accès non autorisé.

24.14 Sans objet

25 Opérations d'avitaillement

Les déversements et les fuites lors des opérations d'avitaillement sont la principale source de pollution par les hydrocarbures. L'expérience a montré que la plupart des débordements de citernes d'avitaillement ainsi que les déversements qui se produisent résultent d'une erreur humaine.

Les préoccupations croissantes concernant l'impact du transport par bateaux de navigation intérieure sur l'environnement ont amené le secteur à s'orienter vers des sources d'énergie alternatives pour la propulsion, notamment l'hydrogène, le méthanol, l'électricité et le GNL.

Dans l'attente de recommandations de meilleures pratiques dans ce chapitre pour le GNL et d'autres combustibles de substitution, les utilisateurs sont invités à consulter la « *Society for Gas as a Marine Fuel - SGMF* ». Un premier guide peut être téléchargé à l'adresse suivante : <https://sgmf.info>.

Ce chapitre comporte des recommandations sur la planification et l'exécution des opérations d'avitaillement et inclut un exemple de liste de contrôle de sécurité pré-transfert.

25.1 Généralités

Toutes les opérations d'avitaillement doivent être soigneusement planifiées et exécutées conformément à la réglementation en vigueur.

L'équipage impliqué dans l'opération d'avitaillement à bord ne doit pas être affecté à d'autres tâches et doit rester à son poste de travail au cours du remplissage progressif final. En général, l'avitaillement durant les opérations de cargaison n'est pas considéré comme étant la meilleure pratique en raison de la nécessité d'éviter que le personnel chargé des opérations soit soumis à des conflits d'intérêt. Les déversements se produisent souvent lorsque les membres d'équipage sont distraits par une autre tâche.

Il convient de consulter la section 11.9.2 si l'avitaillement est assuré par une barge.

25.2 Procédures d'avitaillement

Les exploitants doivent exiger que toutes les opérations d'avitaillement soient contrôlées suivant des procédures intégrées dans un SGS.

Ces procédures doivent garantir que les risques associés à l'opération aient été évalués et que les contrôles soient en place pour limiter ces risques. Les procédures doivent également porter sur des dispositions d'urgence en cas de déversement. L'exploitant doit notamment tenir compte des points suivants lors de la préparation des procédures :

- déterminer si l'espace disponible est suffisant pour le volume à avitailler ;
- déterminer le volume de chargement maximal pour toutes les citernes ;
- contrôler la configuration des vannes du système d'avitaillement ;
- déterminer les débits de chargement pour le début du chargement, le chargement à plein débit et le remplissage progressif final ;
- prendre des précautions spéciales lors du chargement dans des citernes à double-fond ;
- prendre des dispositions pour la ventilation de la citerne d'avitaillement ;
- prendre des dispositions pour éviter le débordement ;
- vérifier le fonctionnement et la précision du système de jaugeage ;
- régler l'alarme sur les dispositifs d'alarme de débordement ;
- prendre des précautions contre le débordement des citernes d'avitaillement. (en général, le dispositif de protection contre le débordement est uniquement un dispositif d'arrêt d'urgence ; il ne doit pas être utilisé en tant que méthode standard pour l'arrêt de l'avitaillement) ;
- assurer la communication entre le fournisseur et le destinataire avant que ne débute l'avitaillement, y compris les procédures de communication pour l'opération d'avitaillement et pour l'arrêt d'urgence ;

- se conformer aux exigences concernant le personnel requis pour exécuter l'opération en toute sécurité (par ex ; une vigie à la passerelle) ;
- surveiller l'opération d'avitaillement et contrôler sa conformité à la procédure convenue ;
- prendre les dispositions pour le changement des citernes durant l'avitaillement ;
- prendre des dispositions pour le confinement et pour l'équipement de nettoyage devant être disponible ;
- fixer les limites dues aux conditions météorologiques.

Une fois que la procédure est définie, elle doit être mise en œuvre au moyen d'une liste de contrôle dont un exemple figure en annexe 5.

25.3 Opération d'avitaillement

Porter l'EPI approprié, conformément au SGS du bateau et à la FDS du produit.

Avant de commencer l'opération, tous les contrôles préalables au chargement doivent être effectués et le bon fonctionnement des systèmes de communication doit être vérifié.

Le débit de chargement doit être contrôlé régulièrement.

Lors du passage d'une citerne à l'autre, des précautions doivent être prises pour éviter que le tuyau ou les tuyauteries de chargement ne soient soumis à une pression excessive.

Lors du remplissage final des citernes, le débit de chargement de la citerne doit être réduit afin de diminuer le risque de formation de poches d'air pouvant transporter un brouillard vers les événements et pour éviter le risque que le fournisseur n'arrête pas le chargement assez rapidement.

À la fin de l'avitaillement et avant que les tuyaux ne soient déconnectés, tous les tuyaux doivent être drainés vers la citerne ou, le cas échéant, vers celle du fournisseur d'avitaillement. Le fait d'insuffler de l'air dans les tuyaux vers la citerne d'avitaillement comporte un risque élevé de provoquer un déversement, à moins que la citerne ne soit que partiellement remplie et qu'il reste une marge de remplissage suffisante à la fin du chargement.

25.4 Liste de contrôle de sécurité pour l'avitaillement de bateaux de la navigation intérieure

25.4.1 Généralités

La responsabilité et l'obligation de rendre compte pour la conduite sûre des opérations d'avitaillement sont partagées entre le destinataire et le fournisseur. Avant le début des opérations d'avitaillement, le personnel responsable doit :

- convenir par écrit des procédures de manutention, y compris les débits de transfert maximum ;
- convenir par écrit des mesures à prendre en cas d'urgence durant les opérations de transfert ;
- remplir et signer la liste de contrôle de sécurité pour l'avitaillement de bateaux de la navigation intérieure.

Un exemple de liste de contrôle est présenté en annexe 5. La liste de contrôle est principalement conçue pour l'avitaillement à partir d'une barge ou d'une jetée, ou pour le chargement d'huile de graissage en vrac ou de gazole à partir d'un camion-citerne.

25.4.2 Directives pour l'utilisation

Les directives suivantes ont été produites afin d'aider le personnel du destinataire et du fournisseur dans leur utilisation conjointe de la liste de contrôle de sécurité pour l'avitaillement.

La liste de contrôle contient des déclarations attribuant les responsabilités et obligations. Le fait de cocher ou de parapher la case appropriée puis de signer la déclaration confirme l'acceptation des obligations. Une fois signée, elle fournit la base minimum pour la sécurité des opérations, tel que convenu par un échange mutuel d'informations essentielles.

Les personnes chargées de compléter la liste de contrôle doivent être les personnes qui effectuent les opérations d'avitaillement.

Le personnel responsable du destinataire doit vérifier tous les points relevant de la responsabilité du destinataire. De même, le personnel responsable du fournisseur doit vérifier tous les points qui relèvent de la responsabilité du fournisseur. Pour s'acquitter de leurs responsabilités, les personnes responsables doivent s'assurer que les normes de sécurité des deux parties prenantes soient pleinement acceptables. Ceci peut être réalisé par des moyens tels que :

- confirmer qu'une personne compétente a complété la liste de contrôle de manière satisfaisante ;
- consulter les dossiers appropriés ;
- procéder conjointement à une inspection, lorsque ceci est approprié.

Pour leur sécurité mutuelle, avant le début des opérations et de temps en temps par la suite, les deux parties concernées doivent vérifier que leurs obligations définies dans la liste de contrôle sont gérées de manière efficace.

La liste de contrôle de sécurité pour l'avitaillement comporte les éléments suivants :

1. Avitaillement à effectuer
 - Un accord conjoint sur la quantité et la qualité de l'avitaillement à effectuer, avec le débit de transfert convenu.
2. Citernes d'avitaillement à remplir
 - Identification des citernes à remplir afin de s'assurer de la disponibilité d'espace suffisant pour stocker en toute sécurité l'avitaillement convenu. Un emplacement est prévu pour consigner la capacité de remplissage maximale et le volume disponible de chaque citerne.
3. Contrôles de sécurité par les deux parties avant l'avitaillement
 - La sécurité des opérations exige que toutes les déclarations pertinentes soient examinées et que la responsabilité et l'obligation de rendre compte de la conformité soient acceptées.
 - La déclaration commune ne doit pas être signée avant que toutes les parties aient vérifié et accepté les responsabilités et obligations de rendre compte qui leur sont attribuées.

25.4.3 Liste de contrôle de sécurité pour l'avitaillement de bateaux de la navigation intérieure

Voir l'annexe 5.

26 Gestion de la sécurité

Ce chapitre contient une synthèse des informations pour assister le bateau-citerne de navigation intérieure et le terminal dans la gestion conjointe du personnel et de la sécurité opérationnelle. La réaction à l'évolution des conditions météorologiques durant la manutention de cargaison est aussi traitée. L'utilisation correcte des équipements de protection individuelle pour le personnel du bateau-citerne de navigation intérieure et à terre est aussi abordée.

Le fait de compléter conjointement et consciencieusement les listes de contrôle de sécurité appropriées constitue le fondement d'une opération de transfert sûre. Plusieurs listes de contrôle sont décrites dans le présent chapitre et figurent dans les annexes, assorties d'indications sur la manière de les compléter.

Ce chapitre comprend également des indications concernant l'interface entre les procédures d'urgence du bateau-citerne de navigation intérieure et du terminal.

26.1 Conditions climatiques

26.1.1 Recommandations du terminal en cas de conditions météorologiques défavorables

Le terminal doit établir des paramètres restrictifs pour contrôler ou arrêter les opérations de cargaison en fonction de la conception du quai et de son équipement. Les paramètres peuvent être déterminés par des conditions environnementales, telles que la vitesse du vent, les conditions de glace, les courants de marée et la houle, ou par les limites physiques du quai, telles que les charges des défenses ou la résistance des points d'amarrage. Chaque restriction doit faire l'objet d'une concertation avec le bateau-citerne de navigation intérieure avant de commencer les opérations et doit être consignée dans les listes de contrôle de sécurité.

Les exploitants du bateau-citerne de navigation intérieure et du terminal doivent évaluer et déterminer les opérations qui doivent être immédiatement interrompues en cas de conditions météorologiques défavorables, y compris les orages électriques qui dépassent les paramètres limites, et disposer d'instructions claires à ce sujet.

Le bateau-citerne de navigation intérieure et le terminal doivent prendre en compte les éléments suivants, sans toutefois s'y limiter :

- exposition du personnel dans le cadre d'une opération et d'un environnement spécifiques ;
- vulnérabilité des personnes et des biens ;
- disponibilité et fiabilité des systèmes de protection ;
- risques liés à l'arrêt d'une activité ou d'une opération.

Le représentant du terminal doit avertir le bateau-citerne de toute prévision de conditions météorologiques défavorables pouvant nécessiter l'arrêt des opérations ou la réduction du débit de chargement ou de déchargement. Dans certains cas, les informations nécessaires peuvent être fournies par des tiers situés dans le voisinage immédiat ou par le bateau-citerne.

Lorsque les conditions météorologiques sont déterminantes pour l'utilisation du quai, le terminal doit envisager de mettre à disposition des instruments de mesure appropriés fournissant des informations qui aideront à gérer le risque.

26.1.2 Régime des vents

Si le vent est très faible, le gaz de produit peut stagner sur le pont en de fortes concentrations. En présence de vent, des tourbillons peuvent être créés sur le côté situé sous le vent de la structure des logements ou du pont d'un bateau-citerne de navigation intérieure et le gaz qui s'échappe des événements peut être ramené vers la structure. Chacun de ces effets peut entraîner de fortes concentrations locales de gaz de produit et il peut être nécessaire d'étendre les précautions énoncées à la section 24.1 ou d'interrompre le chargement, le ballastage de citernes non dégazées, la purge, le nettoyage des citernes ou le dégazage tant que ces conditions persistent. Toutes les opérations doivent aussi être arrêtées si le régime des vents provoque la chute d'étincelles de la cheminée sur le pont.

26.1.3 Orages électriques (foudre)

Lorsqu'un orage est prévu dans le voisinage du bateau-citerne de navigation intérieure ou du terminal, les opérations suivantes doivent être arrêtées, que les citernes à cargaison du bateau-citerne soient inertées ou non :

- manutention de produits volatils ;
- manutention de produits non-volatils dans des citernes contenant des vapeurs inflammables ;
- ballastage de citernes contenant des vapeurs inflammables ;
- purge, nettoyage des citernes ou dégazage après le déchargement de produits volatils.

Toutes les ouvertures et soupapes de ventilation des citernes doivent être fermées, y compris les soupapes de dérivation montées sur le système de ventilation de la citerne.

26.2 Sécurité du personnel

26.2.1 Équipement de protection individuelle

Des vêtements et équipements de protection doivent être portés par tout le personnel engagé dans des opérations à bord et à terre. Il est recommandé que cet équipement comporte un bleu de travail (ou des vêtements similaires offrant une couverture complète, antistatique et retardatrice de flamme), des bottes ou chaussures de sécurité, des lunettes de sécurité et un casque de sécurité, le cas échéant. Tout le personnel doit aussi porter des gilets de sauvetage ou d'autres dispositifs de flottaison similaires s'il existe un risque de chute dans l'eau.

Les lieux de stockage des EPI, y compris les appareils respiratoires, doivent être protégés des intempéries et doivent être clairement signalés. Le personnel doit utiliser les équipements et vêtements à chaque fois que la situation l'exige.

Les personnes susceptibles de devoir intervenir en utilisant un appareil respiratoire doivent y être formées pour assurer une utilisation sûre.

Les bateaux-citernes de navigation intérieure doivent définir les exigences concernant les EPI pour les visiteurs, y compris le port de vêtements appropriés, de chaussures de sécurité, de lunettes de protection, de gilets de sauvetage et de casques de sécurité. De même, les terminaux doivent définir des exigences pour toutes les personnes transitant par le terminal. Un itinéraire sûr et clairement signalé et/ou un transport sûr à travers le terminal doivent être assurés.

26.2.2 Risques de glisser et de tomber

En raison des nombreux cas dans lesquels des personnes ont glissé ou ont fait une chute à bord de bateaux-citernes de navigation intérieure, les propriétaires, les exploitants et les membres d'équipage doivent accorder une attention particulière aux conditions à bord et aux conditions susceptibles de contribuer à ces accidents.

Une attention particulière doit être accordée à la mise en place de revêtements antidérapants ou de caillebotis dans les zones de travail et les voies de circulation sur le pont. Il est suggéré que ces zones soient clairement identifiées afin que le personnel connaisse leur existence et leur étendue. Les zones à prendre en considération sont les suivantes :

- les zones de mouillage ;
- le périmètre des collecteurs ;
- le périmètre de jaugeage et d'échantillonnage ;
- les passerelles d'accès ;
- les points de franchissement de conduites.

Quelles que soient les dispositions prévues pour éviter les glissades et les chutes, il est essentiel que le personnel utilise les passerelles prévues et les maintienne dans un état dégagé et exempt de tout déversement. Le personnel à terre et les visiteurs doivent également utiliser les zones prescrites.

Le risque de trébucher et de glisser est nettement plus élevé lors de l'utilisation d'échelles d'accès, des échelles sur les mâts de charge et les capots de descente. La passerelle du bateau doit être le moyen d'embarquement privilégié.

Une bonne conception et construction contribuent à prévenir les accidents de ce type. Les points susceptibles de faire trébucher, tels que l'arête de la plaque au sommet des échelles et des échelons espacés de manière irrégulière, doivent être évités. Lorsque la conception ne peut être modifiée, les points susceptibles de faire trébucher doivent être clairement signalés ou mis en évidence par de la peinture contrastante.

26.2.3 Hygiène personnelle

Compte tenu du danger pour la santé pouvant résulter du contact prolongé avec des produits, l'hygiène personnelle est particulièrement importante. Dans la mesure du possible, le contact direct de la peau avec le produit ou avec des vêtements contaminés doit être évité.

26.2.4 Vêtements en matériaux synthétiques

La tendance des matières synthétiques à fondre et se rétracter lorsqu'elles sont exposées à des températures élevées se traduit par une source de chaleur concentrée qui peut provoquer de graves brûlures corporelles. Les vêtements faits de ces matériaux ne sont pas considérés comme étant appropriés pour les personnes susceptibles d'être exposées à une flamme ou à des surfaces chaudes durant leur travail.

Les personnes qui sont isolées par leurs chaussures de la terre ou de la surface sur laquelle ils se tiennent peuvent se charger en électricité statique, ce qui peut provoquer une étincelle. Les vêtements peuvent générer davantage de charges électrostatiques par frottement et augmenter le risque de formation d'étincelles. Le personnel doit éviter de mettre ou d'enlever des vêtements lorsqu'il se trouve dans des zones de danger.

Plusieurs équipements fabriqués à partir de matériaux synthétiques sont disponibles pour une utilisation à bord des bateaux-citernes de navigation intérieure et dans les terminaux, tels que des combinaisons et des gants (en plus des cordes, bouteilles, bacs de récupération portatifs, tuyaux, etc.)

Pour éviter les risques électrostatiques dans les zones dans lesquelles des atmosphères inflammables peuvent être présentes, il doit être confirmé avant leur utilisation que ces équipements conviennent pour l'usage prévu.

Cette adéquation doit aussi être prise en compte lors de la commande, de l'achat et de la réception de ces équipements à bord.

26.3 Listes de contrôles de sécurité

26.3.1 Généralités

La responsabilité et l'obligation de rendre compte pour la sécurité des opérations pendant qu'un bateau-citerne de navigation intérieure se trouve au terminal sont partagées conjointement entre le conducteur du bateau-citerne (par les deux conducteurs en cas d'opération de transbordement de bateau à bateau) et le représentant du terminal. Avant que ne débutent les opérations de cargaison ou de ballastage, le(s) conducteur(s), ou leur représentant, et/ou le représentant du terminal doivent :

- convenir par écrit des procédures de transfert, y compris le débit maximum de chargement ou de déchargement ;
- convenir par écrit des mesures à prendre en cas d'urgence durant les opérations de manutention de cargaison ou de ballast ;
- remplir et signer la/les liste(s) de contrôle de sécurité appropriée(s).

Les terminaux peuvent remettre une lettre explicative aux conducteurs des bateaux-citernes qui s'y rendent, les informant des attentes du terminal ce qui concerne la responsabilité conjointe pour la sécurité des opérations et demandant la coopération et la compréhension de l'équipage du bateau-citerne. Un exemple du texte d'une telle lettre est proposé à la section 26.3.3.

Bien que la liste de contrôle de sécurité soit basée sur les opérations de manutention de cargaison, il est recommandé d'adopter la même pratique lorsqu'un bateau-citerne se présente à un poste d'amarrage pour le nettoyage de citernes.

26.3.1.1 Vue d'ensemble des listes de contrôles figurant dans les annexes

Le tableau ci-après présente les listes de contrôle qui figurent dans les annexes :

Liste de contrôle de sécurité Bateau-citerne de navigation intérieure - Terminal	Transfert de cargaison	Voir ISGINTT Annexe 1
Liste de contrôle de sécurité Bateau-citerne maritime ou de navigation intérieure / Bateau-citerne de navigation intérieure	Transfert de cargaison	Voir ISGINTT Annexe 2
Liste de contrôle de sécurité pour l'élimination de déchets dangereux	Élimination de déchets dangereux	Voir ISGINTT Annexe 3
Liste de contrôle de sécurité pour l'élimination de déchets non dangereux	Élimination de déchets non dangereux	Voir ISGINTT Annexe 4
Liste de contrôle de sécurité pour l'avitaillement en combustible de bateaux de navigation intérieure*	Avitaillement	Voir ISGINTT Annexe 5
Liste de contrôle de sécurité pour l'avitaillement en combustible de navires de mer*	Avitaillement	Voir ISGINTT Annexe 6

* Dans cette édition de l'ISGINTT, les listes de contrôle pour l'avitaillement ne couvrent pas la fourniture de combustibles de substitution tels que le GNL. Certains exploitants de terminaux ou certaines autorités portuaires peuvent exiger des listes de contrôle plus spécifiques pour l'avitaillement de ce type de combustibles. Il peut s'agir, par exemple, de celles fournies dans la 6^{ème} édition de l'ISGOTT.

26.3.2 Directives pour l'utilisation

Des indications pour compléter les listes de contrôle et faciliter la réponse à chaque déclaration individuelle sont fournies à l'annexe 7. Elles ont été préparées pour aider les opérateurs du quai et les conducteurs de bateaux-citernes de navigation intérieure lors de l'utilisation conjointe des listes de contrôle de sécurité.

Les conducteurs et tous leurs subordonnés doivent se conformer strictement à ces exigences tout au long du séjour du bateau-citerne à quai. Tel est le cas aussi pour le représentant du terminal et tout le personnel à terre. Chaque partie est tenue de coopérer pleinement dans l'intérêt mutuel d'une réalisation sûre et efficace des opérations.

La responsabilité et l'obligation de rendre compte pour les déclarations faites dans le cadre de la liste de contrôle de sécurité sont définies dans les documents. L'acceptation de la responsabilité est confirmée en cochant ou paraphant la case appropriée, puis par la signature de la déclaration au bas des listes de contrôle. Une fois signées, les listes de contrôle reflètent les conditions minimales pour la sécurité des opérations qui ont été fixées par l'échange mutuel d'informations déterminantes.

Certaines des déclarations figurant dans la liste de contrôle concernent des aspects dont le bateau-citerne est le seul responsable, d'autres concernent des aspects dont le terminal est le seul responsable, tandis que pour d'autres points la responsabilité est conjointe.

Les cases ombrées sont utilisées pour identifier les déclarations qui sont généralement applicables à une seule des parties, bien que le bateau-citerne ou le terminal puissent cocher ou parapher ces rubriques s'ils le souhaitent. Les personnes responsables de chaque partie doivent cocher ou remplir les cases vides situées dans la colonne appropriée, à côté des indications correspondantes.

L'attribution de la responsabilité et de l'obligation de rendre compte ne signifie pas que l'autre partie ne puisse pas procéder à des vérifications et s'assurer de la conformité. La fixation des responsabilités est destinée à assurer une identification claire de la partie responsable de la conformité initiale et de son maintien durant tout le séjour du bateau-citerne au terminal ou à côté de l'autre bateau.

La personne responsable doit vérifier personnellement tous les aspects relevant de la responsabilité du bateau-citerne. De même, le représentant du terminal doit vérifier personnellement tous les aspects qui relèvent du terminal. Dans l'exercice de ces responsabilités, les représentants doivent s'assurer que les niveaux de sécurité des deux parties prenantes à l'opération soient pleinement acceptables. Ceci peut être réalisé par des moyens tels que :

- confirmer qu'une personne compétente a complété les listes de contrôle de manière satisfaisante ;
- consulter les dossiers appropriés ;
- procéder conjointement à une inspection, lorsque ceci est approprié.

Pour la sécurité mutuelle, avant le début des opérations et de temps en temps par la suite, un représentant du terminal et, le cas échéant, une personne responsable, doivent procéder à une inspection du bateau-citerne pour s'assurer qu'il se conforme effectivement aux obligations acceptées dans les listes de contrôle de sécurité. Des vérifications similaires doivent être effectuées à terre. Si les exigences de sécurité fondamentales sont jugées insuffisantes, chacune des parties peut exiger que les opérations de cargaison et de ballastage soient arrêtées jusqu'à ce que des mesures correctives aient été mises en œuvre de façon satisfaisante.

26.3.2.1 Contenu des listes de contrôle de sécurité

Les listes de contrôle de sécurité qui figurent dans les annexes 1 et 2 se composent de quatre parties, les deux premières concernant le transfert de liquides en vrac. Celles-ci sont applicables à toutes les opérations. La partie A porte sur les contrôles physiques requis et la partie B porte sur les éléments qui sont vérifiés verbalement.

La partie C porte sur d'autres aspects relatifs au transfert de produits chimiques liquides en vrac et la partie D porte sur les gaz liquéfiés en vrac.

La sécurité des opérations nécessite que toutes les déclarations pertinentes soient examinées et que la responsabilité pour l'exactitude des indications soit acceptée, soit conjointement ou individuellement. Si l'une des parties refuse d'assumer une responsabilité qui lui incombe, un commentaire doit être porté dans la colonne « Remarques » et une attention particulière doit être accordée à l'évaluation de la possibilité de poursuivre les opérations.

Si un point particulier est considéré comme n'étant pas applicable au bateau-citerne de navigation intérieure, au terminal ou pour l'opération prévue, un commentaire concernant ce point doit être inscrit dans la colonne « Observations ».

26.3.2.2 Codage des points

La présence des lettres A, P ou R dans la colonne intitulée « Code » signifie :

A. (Accord).	Ceci indique un accord ou une procédure qui doivent être précisés dans la colonne « Observations » de la liste de contrôle ou consignés sous une autre forme acceptable.
P. (Permission).	Dans le cas d'une réponse négative aux points codés P, les opérations ne doivent pas être effectuées sans l'autorisation écrite de l'autorité compétente.
R. (Re-vérification).	Ceci indique des éléments devant être vérifiés à des intervalles appropriés, comme convenu entre les deux parties, à des moments précisés dans la déclaration.

La déclaration commune ne doit pas être signée avant que les deux parties aient vérifié et accepté les responsabilités et obligations de rendre compte qui leur sont assignées.

Les numéros et les lettres dans la première colonne signifient :

Numéro.	Ce numéro indique que la disposition correspondante est basée sur les recommandations de ISGOTT / ISGINTT. Le numéro correspond au point correspondant dans la liste ISGOTT.

- B et numéro.** Ce numéro accompagnant la lettre B indique que la disposition correspondante est basée sur les exigences de l'ADN (Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par voies de navigation intérieures) qui porte sur le transfert de la cargaison du bateau à la terre. Le numéro accompagnant la lettre B correspond au point concerné dans la liste de contrôle ADN.
- L (Législation).** Ceci indique que les dispositions correspondantes sont liées à la réglementation régionale ou à des exigences régionales.

26.3.3 Exemple de lettre de sécurité

	Société
	Terminal
	Date.....
	Le conducteur
	Port
Monsieur,	
La responsabilité pour la sécurité des opérations pendant que votre bateau-citerne de navigation intérieure séjourne dans ce terminal repose conjointement sur vous, en votre qualité de conducteur du bateau-citerne, et sur le représentant responsable du terminal. Avant que les opérations ne débutent, nous souhaitons par conséquent solliciter votre pleine coopération et compréhension pour les exigences de sécurité énoncées dans la liste de contrôle de sécurité bateau-citerne / terre ; ces exigences sont fondées sur des pratiques sûres et sont largement acceptées par l'industrie pétrolière et le secteur de la navigation-citerne. Nous attendons de vous et de toute personne placée sous votre commandement une observation stricte de ces exigences tout au long du séjour de votre bateau-citerne de navigation intérieure au terminal. Nous veillerons pour notre part à ce que notre personnel observe également ces exigences et coopère pleinement avec vous dans l'intérêt mutuel d'un déroulement sûr et efficace des opérations. Avant le début des opérations et ponctuellement par la suite, un membre du personnel du terminal, accompagné le cas échéant par un membre responsable de votre équipage, procédera pour notre sécurité mutuelle à une inspection de routine de votre bateau-citerne de navigation intérieure afin de garantir que les points mentionnés dans la liste de contrôle de sécurité Bateau-citerne / terre soient appliqués d'une manière acceptable. Si des mesures correctives s'avèrent nécessaires, nous n'accepterons pas que les opérations débutent ou, si elles ont déjà débuté, nous demanderons leur interruption. De même, si vous considérez que la sécurité est menacée par toute action de la part de notre personnel ou par tout équipement sous notre contrôle, nous vous recommandons d'exiger l'arrêt immédiat des opérations. La sécurité ne tolère aucun compromis. Nous vous prions d'accuser réception de la présente lettre en la contresignant et de nous retourner la copie ci-jointe.	
	Signé : Représentant du terminal
	Le représentant désigné du terminal est :
	Fonction ou titre :
	Coordonnées de contact :
	Signé : Conducteur
	Nom du bateau-citerne de navigation intérieure
	Date / heure :

26.4 Instructions pour compléter la liste de contrôle de sécurité bateau-citerne/terre

Voir l'annexe 7.

26.5 Actions d'urgence

Les mesures à prendre en cas d'urgence au terminal doivent être définies dans le plan d'urgence du terminal (Voir le chapitre 20). Dans de nombreux cas, lorsqu'une situation d'urgence survient à bord d'un bateau-citerne de navigation intérieure, il est recommandé de laisser le bateau-citerne à quai pour permettre au personnel et à l'équipement basés à terre de soutenir l'intervention d'urgence à bord. Une attention particulière doit être accordée aux facteurs à prendre en considération au moment de décider de la nécessité ou non d'éloigner un bateau-citerne de navigation intérieure du quai en cas d'urgence (Voir aussi la section 20.5).

26.5.1 Incendie ou explosion sur un quai

Mesures à prendre par les bateaux-citernes de navigation intérieure :

Si un incendie ou une explosion se produit sur un quai, le ou les bateaux-citernes à quai doivent immédiatement signaler l'incident à la salle de contrôle du terminal par la méthode la plus rapide (VHF / UHF, contact téléphonique, sirène, etc.) Toutes les opérations de cargaison, d'avitaillement, de déballastage et de nettoyage des citernes doivent être arrêtées et tous les bras ou tuyaux de chargement doivent être vidés en vue de leur déconnexion.

Les conduites de lutte contre l'incendie du bateau-citerne doivent être mises sous pression et un brouillard d'eau doit être diffusé aux endroits stratégiques. Les moteurs du bateau-citerne, l'appareil à gouverner et l'équipement de désamarrage doivent être préparés pour une utilisation immédiate. Une échelle de pilote ou un dispositif équivalent doit être disponible pour leur mise en place sur le côté opposé au quai. En fonction des circonstances locales, les autorités compétentes peuvent prescrire des exigences concernant la disponibilité des moyens d'évacuation (Voir aussi la section 16.4).

Mesures à prendre par les bateaux-citernes de navigation intérieure amarrés à d'autres quais

Lorsqu'il perçoit l'alarme déclenchée par le terminal ou s'il est informé d'une autre manière d'un incendie au terminal, un bateau-citerne de navigation intérieure amarré à un quai qui n'est pas directement impliqué dans l'incendie doit arrêter toutes les opérations de cargaison, d'avitaillement et de ballastage. Ses systèmes de lutte contre l'incendie doivent être préparés pour une utilisation immédiate. Les moteurs, l'appareil à gouverner et l'équipement d'amarrage doivent aussi être préparés pour une utilisation immédiate.

26.5.2 Incendie à bord du bateau-citerne de navigation intérieure, au terminal ou à bord d'un autre bateau-citerne de navigation intérieure

Mesures à prendre par l'équipage du bateau-citerne de navigation intérieure

Si un incendie se déclare à bord d'un bateau-citerne durant son séjour au terminal ou pendant qu'il est placé le long d'un autre bateau-citerne, le bateau-citerne doit donner l'alerte en déclenchant le signal d'alarme reconnu, consistant en une série de sons prolongés au sifflet du bateau-citerne. Chaque son doit durer au moins dix secondes, à moins que le terminal ou l'autre bateau-citerne ait demandé au bateau-citerne qui subit l'incendie d'utiliser un autre signal d'alarme reconnu localement. Toutes les opérations de cargaison, d'avitaillement ou de ballastage doivent être arrêtées et les moteurs principaux ainsi que les appareils à gouverner doivent être mis en état de veille.

Action en cas d'incendie - Bateau	
Incendie à bord de votre bateau • Déclencher l'alarme • Lutter contre l'incendie pour éviter sa propagation • Informer le terminal • Arrêter toute opération de cargaison ou de ballastage et fermer toutes les vannes • Se préparer à déconnecter les bras ou tuyaux • Préparer les moteurs	Incendie à bord d'un autre bateau ou sur le quai • Déclencher l'alarme Se préparer et, lorsque l'instruction est donnée : • Arrêter toute opération de cargaison ou de ballastage et fermer toutes les vannes • Déconnecter les bras ou tuyaux • Préparer les moteurs et l'équipage pour appareiller
Action en cas d'incendie à terre	
Incendie à bord d'un bateau • Déclencher l'alarme • Contacter le bateau • Arrêter toute opération de cargaison ou de ballastage et fermer toutes les vannes • Se préparer à déconnecter les bras ou tuyaux • Se préparer à participer à la lutte contre l'incendie • Informer tous les bateaux • Appliquer le plan d'urgence du terminal	Incendie à terre • Déclencher l'alarme • Arrêter toute opération de cargaison ou de ballastage et fermer toutes les vannes • Lutter contre l'incendie pour éviter sa propagation • Si l'instruction en est donnée, se préparer à déconnecter les bras ou tuyaux • Informer tous les bateaux • Appliquer le plan d'urgence du terminal
En cas d'incendie, n'hésitez pas à déclencher l'alarme	
Alarme incendie au terminal Dans ce terminal, le signal d'alarme est :	
En cas d'incendie : 1. Émettez un ou plusieurs sons avec le sifflet du bateau, chaque son doit durer au moins dix secondes, suivi du déclenchement continu du système d'alarme général 2. Contactez le terminal.	
Téléphone	Voie UHF/VHF
En cas d'incendie, du personnel dirigera les mouvements des véhicules à terre	

Figure 26.1: Exemple de consignes d'incendie

Une fois que l'alarme a été déclenchée, la responsabilité de la lutte contre l'incendie à bord du/des bateau-citerne(s) de navigation intérieure incombe au conducteur ou à toute autre personne responsable assistée par l'équipage du bateau-citerne. L'organisation d'urgence doit être la même que lorsque le bateau-citerne est à l'ancre ou en cours de voyage (Voir la section 9.9.2.2), avec un groupe supplémentaire sous le commandement de la personne responsable, qui est chargé de préparer dans la mesure du possible la déconnexion des bras ou des tuyaux du collecteur.

Lorsque sont mobilisés les effectifs et le matériel de lutte contre l'incendie du terminal et, le cas échéant, des services de pompiers externes, le conducteur ou une personne responsable doivent joindre leurs efforts à ceux des services professionnels de lutte contre l'incendie pour contrôler le feu.

Mesures à prendre par le personnel du terminal

Après avoir entendu qu'un bateau-citerne de navigation intérieure a déclenché son alarme incendie, la personne en charge d'un poste d'amarrage doit en aviser immédiatement la personne en charge des opérations de manutention du terminal. Cette personne doit déclencher l'alarme incendie du terminal, informer l'autorité compétente et initier l'arrêt de toute opération de chargement, de déchargement, d'avitaillement de ballastage ou de déballastage en cours.

Le plan de lutte contre l'incendie du terminal doit être activé. Cela peut impliquer l'arrêt des opérations de cargaison, d'avitaillement et de ballastage de bateaux-citernes amarrés à des quais voisins. Tous les autres bateaux-citernes au terminal doivent être informés de l'urgence et, s'ils le jugent nécessaire, se préparer à déconnecter les bras ou les tuyaux de chargement et préparer leurs moteurs et appareil à gouverner en vue de leur utilisation.

Si sont disponibles des remorqueurs de lutte contre l'incendie, la personne en charge des opérations de manutention du terminal leur demandera de venir prêter assistance pour combattre le feu jusqu'à ce que la personne qui supervise les opérations anti-incendie décide de les utiliser ou non pour aider à l'évacuation de bateaux-citernes non directement concernés (Voir la section 20.5).

La personne responsable des opérations de manutention du terminal doit être chargée de faire appel à une aide extérieure, par exemple les services externes de pompiers, canots de sauvetage, l'aide médicale et les ambulances, la police, l'autorité portuaire et les pilotes.

Ces procédures d'urgence peuvent être résumées dans un document comportant des instructions à suivre en cas d'incendie pour en informer les bateaux-citernes qui se rendent au terminal, un exemple d'un tel document d'information est présenté à la Figure 26.1.

Mesures à prendre par les autres bateaux-citernes de navigation intérieure

Si un incendie ou une explosion se produit à bord d'un bateau-citerne placé le long d'un autre bateau-citerne de navigation intérieure, les mesures suivantes doivent être prises :

- arrêter le transfert ;
- déclencher signal d'urgence ;
- informer les équipages des deux bateaux-citernes de la nature de l'urgence ;
- pourvoir en personnel les postes d'urgence ;
- mettre en œuvre les procédures d'urgence ;
- vider et déconnecter les tuyaux à cargaison ;
- envoyer aux postes du personnel chargé de l'amarrage ;
- confirmer que la machine principale est prête pour une utilisation immédiate ;
- informer le bateau voisin de la situation et des besoins ;
- les conducteurs doivent décider conjointement, en particulier en cas d'incendie, s'il est préférable pour les deux parties que les bateaux-citernes restent côte à côte.

Ces mesures fondamentales doivent être incluses dans les plans d'urgence individuels Bateau à Bateau et doivent être cohérentes avec le SGS des bateaux.

26.5.3 Raccord incendie international de jonction avec la terre (si nécessaire)

Comme indiqué à la section 19.5.3.5, tous les terminaux qui gèrent des bateaux-citernes de navigation intérieure internationaux doivent posséder des moyens permettant de connecter entre eux les réseaux de bord et les réseaux à terre de lutte contre l'incendie. Le raccord incendie international de jonction avec la terre est un dispositif standard permettant de raccorder deux systèmes dont les embouts de raccordement sont susceptibles de ne pas être compatibles entre eux.

Les brides sur le dispositif de connexion doivent présenter les dimensions indiquées dans la Figure 26.2. La connexion doit présenter une surface plane d'un côté, tandis que l'autre côté comporte un raccord pouvant s'adapter à la prise d'eau ou au tuyau à bord du bateau-citerne ou à terre, le cas échéant.

Si elle est fixée à bord d'un bateau-citerne, la connexion doit être accessible des deux côtés du bateau-citerne et son emplacement doit être clairement signalé.

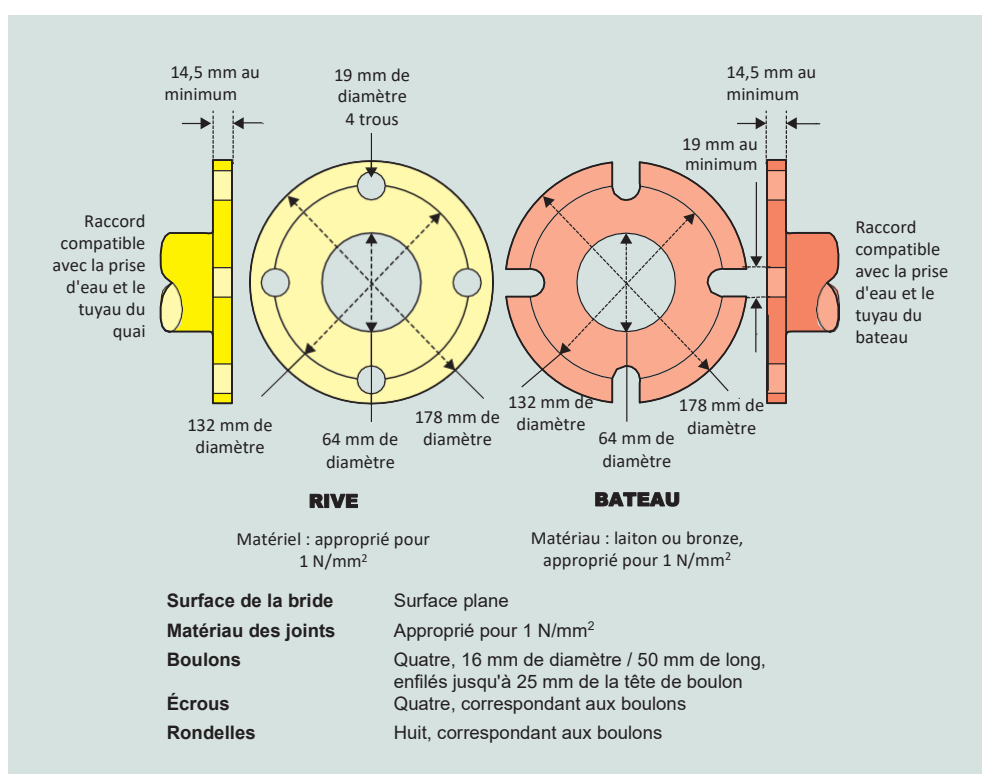


Figure 26.2 : Détails du raccord incendie international de jonction avec la terre

Pour interconnecter les deux collecteurs d'incendie, un tuyau d'incendie possédant un raccord de jonction avec la terre à son extrémité est posé jusqu'au dispositif homologue et les assemblages à brides sont reliés par boulonnage.

Le raccord à terre doit être prêt à être utilisé à chaque fois que le bateau-citerne de navigation intérieure séjourne dans un port.

26.5.4 Procédures de déconnexion d'urgence

Des moyens doivent être prévus pour permettre la libération rapide et sûre du bateau-citerne de navigation intérieure en cas d'urgence. La méthode utilisée pour l'opération de libération d'urgence doit faire l'objet d'une concertation et d'un accord en tenant compte des risques éventuels.

26.5.5 Câbles de remorquage d'urgence

Sauf exigence expresse de la réglementation, les câbles de remorquage d'urgence ne sont pas recommandés pour les bateaux de navigation intérieure.

PARTIE 5 : GAZ

27 Propriétés de base des gaz liquéfiés

Le présent chapitre donne un aperçu des gaz liquéfiés transportés sur les voies de navigation intérieure.

Il traite également de la physique fondamentale et de la chimie des gaz liquéfiés. Le texte aborde ensuite la théorie des gaz parfaits, puis décrit son utilisation à bord de bateaux-citernes. Certaines sections portent sur des problèmes particuliers pouvant être rencontrés, tels que la formation d'hydrates, la polymérisation et la fissuration par corrosion. Beaucoup de ces points sont traités de manière plus détaillée dans d'autres publications qu'il est recommandé de consulter pour de plus amples informations.

27.1 Gaz liquéfiés

Un gaz liquéfié est la forme liquide d'une substance qui, à température ambiante et à pression atmosphérique, serait un gaz.

La plupart des gaz liquéfiés sont des hydrocarbures. La propriété clé qui fait des hydrocarbures la principale source d'énergie mondiale - la combustibilité - les rend aussi intrinsèquement dangereux. Parce que ces gaz sont manutentionnés en grandes quantités, il est impératif que toutes les mesures possibles soient prises pour éviter les fuites et toute source d'inflammation.

En ce qui concerne le pompage et le stockage d'un gaz liquéfié, la propriété la plus importante est sa pression de vapeur saturante. Il s'agit de la pression absolue (Voir la section 27.17) exercée à une température donnée lorsque le liquide est en équilibre avec sa propre vapeur.

Une autre manière de décrire un gaz liquéfié est d'indiquer la température à laquelle la pression de vapeur saturante est égale à la pression atmosphérique - en d'autres termes le point d'ébullition atmosphérique du liquide.

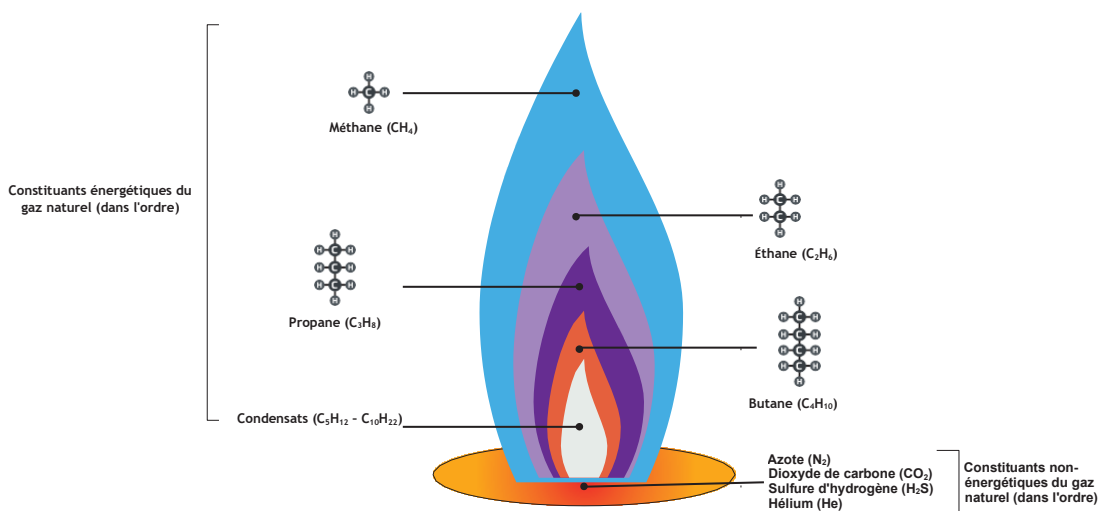


Figure 27.1 : Constituants de gaz naturel

27.2 Production de gaz liquéfié

La présente section aborde la production de gaz liquéfié et décrit les principales cargaisons de gaz transportées à bord de bateaux. Tout d'abord, il est nécessaire de distinguer certaines des matières premières et de leurs constituants. Les relations entre le gaz naturel, les liquides de gaz naturel (LGN) et les gaz de pétrole liquéfiés (GPL) sont présentées dans la Figure 27.1

27.2.1 Production de gaz naturel liquéfié

Le gaz naturel peut être trouvé :

- dans des puits souterrains, qui sont principalement des couches gazéifères (gaz non associé) ;
- dans les citernes de condensat (pentanes et hydrocarbures lourds) ;
- dans les champs pétrolifères de grandes dimensions (gaz associé).

Dans le cas des puits de pétrole, le gaz naturel peut être soit dissous dans le pétrole brut ou former une calotte de gaz au-dessus.

Le gaz naturel contient de petites quantités d'hydrocarbures plus lourds (collectivement appelés LGN). À ceci s'ajoutent des quantités variables d'eau, de dioxyde de carbone, d'azote et d'autres substances non-hydrocarbures. Ces relations sont présentées dans la Figure 27.1

Quelle que soit l'origine, le gaz naturel nécessite un traitement pour éliminer les hydrocarbures plus lourds et les constituants non-hydrocarbures. Ceci garantit que le produit se trouve dans un état acceptable pour sa liquéfaction ou pour son utilisation en tant que combustible gazeux.

La Figure 27.2 présente un schéma d'une usine de liquéfaction typique qui produit du gaz naturel liquéfié (GNL). Le gaz brut est d'abord débarrassé des condensats. Ensuite sont éliminés les gaz acides. Pour l'élimination des gaz acides, le flux gazeux est saturé en vapeur d'eau, qui est ensuite éliminée par l'unité de déshydratation.

Le gaz passe ensuite dans une unité de fractionnement où les LGN sont retirés et séparés en propane et en butane. Enfin, le flux de gaz principal, désormais essentiellement constitué de méthane, est liquéfié pour devenir le produit final, à savoir le GNL.

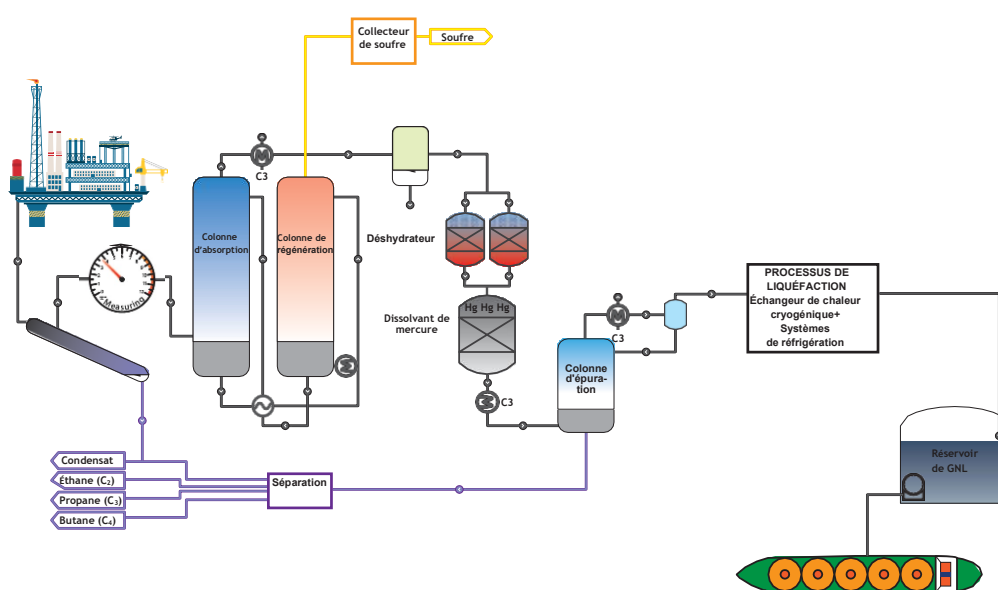


Figure 27.2 : Schéma typique pour la liquéfaction de GNL

Pour abaisser la température du méthane à environ -162°C (son point d'ébullition atmosphérique), trois procédés de liquéfaction sont couramment utilisés.

- cascade de réfrigérant pur ;
- réfrigérant mélangé ;
- réfrigérant mixte pré-refroidi.

27.2.2 Production de gaz de pétrole liquéfié

Gaz de pétrole liquéfié (GPL) est la désignation générale pour le propane, le butane et les mélanges des deux. Ces produits peuvent être obtenus par le raffinage de pétrole brut. Lorsqu'ils sont produits de cette manière, ils sont généralement fabriqués sous une forme pressurisée.

Le GPL est principalement produit dans les pays producteurs de pétrole. Dans ces pays, le GPL est extrait des flux de gaz naturel ou de pétrole brut provenant de réservoirs souterrains.

Néanmoins, comme le montre la Figure 27.2, il est habituel dans ce processus de produire des LGN et du GPL peut être extrait en tant que sous-produit.

La Figure 27.3 présente un schéma qui illustre la production de propane et de butane à partir de réservoirs de pétrole et de gaz. Après fractionnement et réfrigération, le GPL est pompé vers des citernes de stockage du terminal en vue de son transport pour l'exportation.

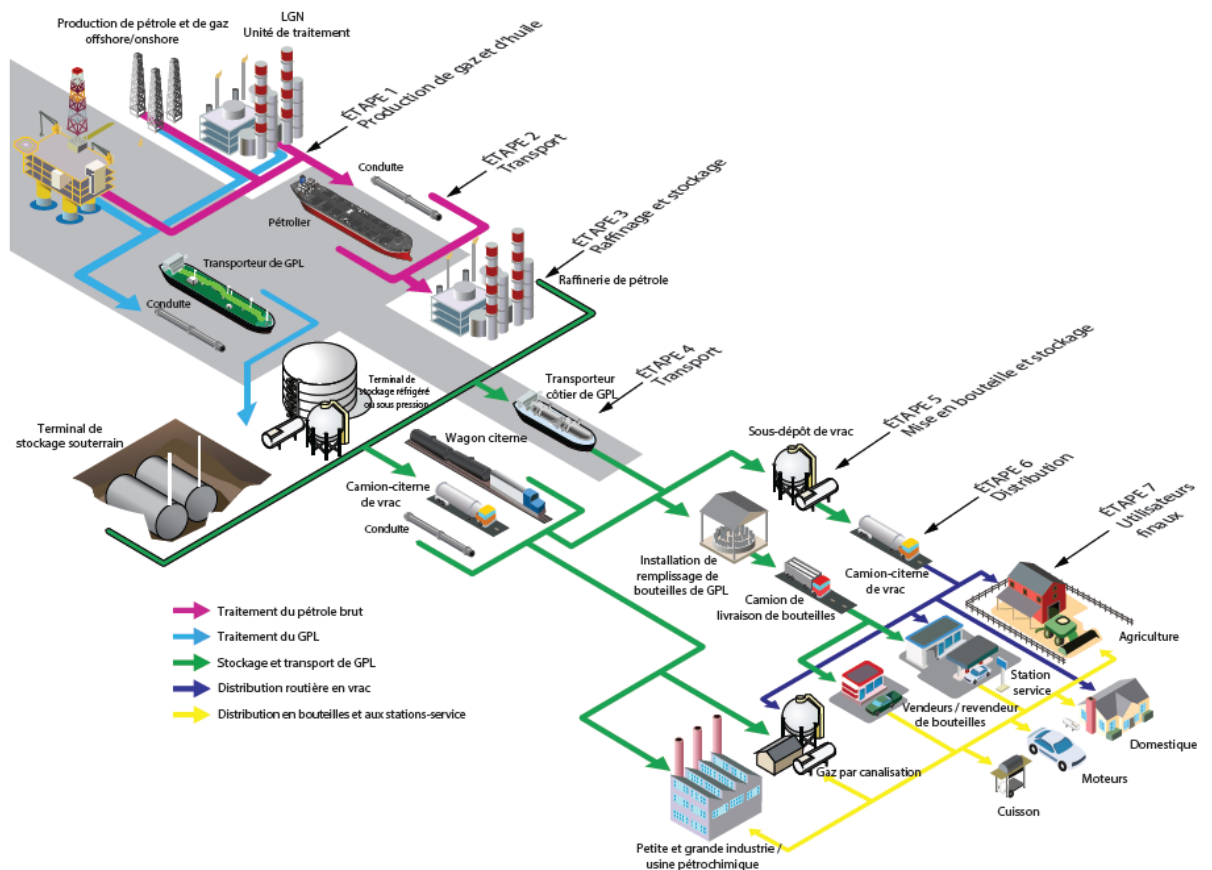


Figure 27.3 : La production, le transport et l'utilisation de GPL

27.2.3 Production de gaz chimiques

La Figure 27.4 présente un schéma simplifié de la production des gaz chimiques, chlorure de vinyle monomère (CVM), éthylène et ammoniac. Ces trois gaz chimiques peuvent être produits indirectement à partir de propane.

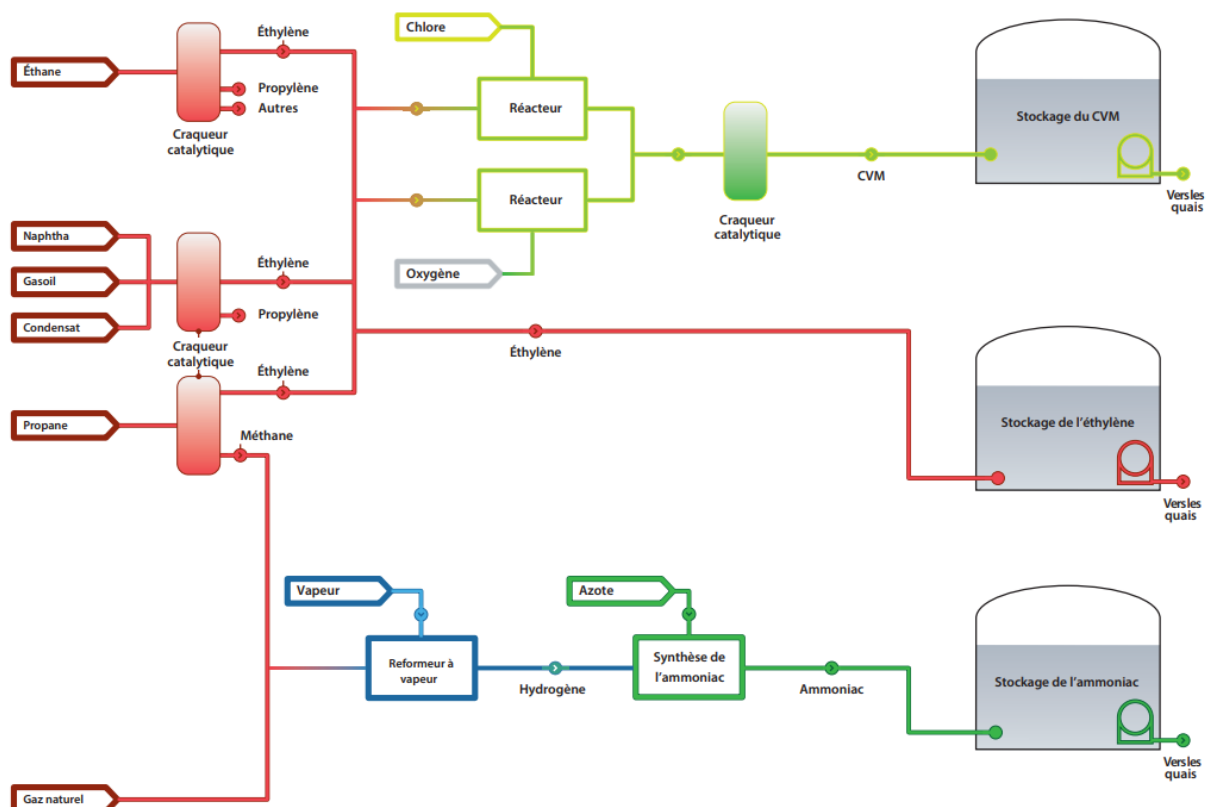


Figure 27.4 : Production typique de gaz chimiques (simplifié)

27.2.4 Les principaux produits

Alors que les gaz d'hydrocarbures que sont le méthane, l'éthane, le propane et le butane peuvent être considérés principalement comme des combustibles, les GPL sont également importants en tant que matière première dans la production des gaz chimiques.

Gaz naturel liquéfié

Le gaz naturel est transporté soit par pipeline sous forme gazeuse, soit par voie maritime dans sa forme liquéfiée en tant que GNL.

Le gaz naturel provient de gisements souterrains. Sa composition varie selon les gisements, mais le méthane est de loin le constituant prédominant, atteignant entre 70 % et 99 %. Le gaz naturel est désormais un produit majeur sur le marché énergétique mondial.

Liquides de gaz naturel (LGN)

Il s'agit d'un gaz associé au pétrole brut. Il s'agit essentiellement de méthane et de LGN. Comme le montre la Figure 27.1, les LGN sont constitués d'éthane, de GPL et d'essence. Un petit nombre de terminaux, dont plusieurs installations en Europe, ont la capacité de séparer le méthane du flux de gaz et de charger des LGN bruts à bord de bateaux-citernes transportant du gaz semi-pressurisé. Ces LGN sont transportés à -80 °C à pression atmosphérique ou à -45 °C à une pression de vapeur de 5 bar.

Gaz de pétrole liquéfiés

Les GPL comprennent le propane, le butane et les mélanges des deux. Stockés dans des bouteilles et connus sous le nom de gaz en bouteille, ils sont largement utilisés en tant que combustible pour le chauffage et la cuisson dans des endroits éloignés. Le propane est également utilisé en tant que gaz en bouteille, en particulier dans les climats froids (auxquels sa pression de vapeur est plus adaptée). Toutefois, le GPL est principalement utilisé pour la production d'électricité, à des fins industrielles telles que la découpe de métal et en tant que matière première pétrochimique. Le GPL est aussi largement utilisé pour augmenter l'indice d'octane de l'essence et il est une matière première pétrochimique importante.

Ammoniac

Avec la pression accrue sur les ressources alimentaires du monde, la demande en engrais azotés qui sont produits à partir d'ammoniac a connu une forte progression au cours des années '70 et '80. Des usines d'ammoniac continuent d'être construites à grande échelle sur des sites riches en gaz naturel, ce dernier étant la matière première la plus couramment utilisée pour fabriquer ce produit. L'ammoniac est aussi utilisé en tant que réfrigérant industriel à terre, dans la fabrication d'explosifs et pour de nombreux produits chimiques industriels tels que l'urée.

Éthylène

L'éthylène est l'un des principaux produits de l'industrie pétrochimique. Il est utilisé dans la fabrication de matières plastiques en polyéthylène, pour la production d'alcool éthylique, de polychlorure de vinyle (PVC), d'antigel, de polystyrène et de fibres polyester. Il est obtenu par craquage de naphta, d'éthane ou de GPL.

Propylène

Le propylène est un produit pétrochimique intermédiaire utilisé pour produire des matières plastiques de polypropylène et de polyuréthane, des fibres acryliques et des solvants industriels.

Butadiène

Le butadiène est un produit pétrochimique intermédiaire très réactif. Il est utilisé pour produire du styrène, de l'acrylonitrile et des caoutchoucs synthétiques en polybutadiène. Le butadiène est également utilisé dans les peintures et liants pour non-tissés et, en tant qu'intermédiaire, dans la production de plastique et de nylon. Le butadiène est principalement produit lors du craquage de naphta pour la production d'éthylène.

Chlorure de vinyle

Le chlorure de vinyle est un gaz facilement liquéfiable et chloré qui est utilisé dans la fabrication de PVC et qui, en termes de production, est le deuxième thermoplastique le plus important dans le monde. Le chlorure de vinyle a non seulement un point d'ébullition relativement élevé, à -14 °C, mais il est aussi beaucoup plus dense que les autres cargaisons gazeuses habituelles, avec une densité de 0,90.

Dioxyde de carbone

Le dioxyde de carbone est un gaz incolore et inodore. Lorsqu'il est inhalé à des concentrations nettement plus élevées que les niveaux atmosphériques habituels, il peut produire un goût acide dans la bouche et une sensation de brûlure dans le nez et la gorge. Ces effets résultent de la dissolution du gaz dans les muqueuses et la salive, formant ainsi une solution faiblement concentrée d'acide carbonique. Les concentrations supérieures à 5,000 ppm sont considérées comme étant très mauvaises pour la santé et celles supérieures à environ 50,000 ppm (équivalent à 5 % en volume) sont considérées comme dangereuses pour la vie animale.

Le dioxyde de carbone solide est généralement appelé « glace sèche ». La glace sèche est couramment utilisée en tant qu'agent de refroidissement et elle est relativement peu coûteuse. Une propriété pratique dans le processus est que le dioxyde de carbone solide se sublime directement en phase gazeuse sans laisser aucun liquide. Il est souvent rencontré dans les épiceries et les laboratoires et il est utilisé aussi dans l'industrie maritime.

27.3 Structure chimique des gaz

Des composés chimiques possédant la même structure chimique sont souvent connus sous des noms différents. Un autre nom donné à un même composé est appelé un synonyme. Le Tableau 27.1 donne une liste des synonymes des principaux gaz liquéfiés par rapport à leur nom commun et indique sa formule simple. Les composés plus complexes ont tendance à avoir un plus grand nombre de synonymes que les composés simples.

Les hydrocarbures sont des substances dont les molécules contiennent de l'hydrogène et des atomes de carbone. Les molécules peuvent présenter différentes structures et les produits peuvent être des gaz, des liquides ou des solides à température ambiante et pression ambiante, en fonction du nombre d'atomes de carbone dans la structure moléculaire. En règle générale, les hydrocarbures qui ont un maximum de quatre atomes de carbone sont gazeux à des conditions ambiantes.

Les hydrocarbures avec un nombre d'atomes de carbone compris entre 5 et environ 20 sont liquides à température ambiante et ceux qui ont davantage d'atomes de carbone sont solides.

L'atome de carbone possède quatre liaisons qui peuvent s'unir avec d'autres atomes de carbone ou avec des atomes d'autres éléments. Toutefois, un atome d'hydrogène a une seule liaison et peut s'unir avec un seul autre atome.

Hydrocarbures saturés

Lorsque le nombre relatif d'atomes de carbone et d'hydrogène dans une molécule d'hydrocarbure permet aux atomes de carbone d'utiliser leurs liaisons seulement avec d'autres atomes de carbone, la molécule est dite saturée. La Figure 27.5 illustre la structure moléculaire saturée de l'isobutane (i-butane) et du butane normal (n-butane). L'examen de ces exemples montre que, pour les hydrocarbures saturés, la proportion de carbone et des atomes d'hydrogène dans la molécule correspond à la formule C_nH_{2n+2} . Ainsi, le méthane (CH_4), l'éthane (C_2H_6), et le propane (C_3H_8) sont tous des hydrocarbures saturés.

Ces hydrocarbures saturés, le méthane, l'éthane, le propane et le butane sont tous des liquides incolores et inodores. Ils sont tous des gaz inflammables et brûlent en présence d'air ou d'oxygène en produisant du dioxyde de carbone et de la vapeur d'eau. Ils n'entraînent pas de problèmes de compatibilité chimique lorsqu'ils entrent en contact avec les matériaux de construction utilisés lors de la manipulation de gaz. Cependant, en présence d'eau, les hydrocarbures saturés peuvent former des hydrates (Voir la section 27.9).

Hydrocarbures non saturés

En présence d'un nombre inférieur d'atomes d'hydrogène par rapport à la structure complète correspondant à la formule susmentionnée, plusieurs atomes de carbone sont liés entre eux par des liaisons doubles ou triples. C'est pourquoi ils sont appelés non saturés. Ces liaisons doubles ou triples entre les atomes de carbone sont plus faibles que les liaisons simples, de sorte que ces composés sont chimiquement plus réactifs que les composés à liaison simple.

Les hydrocarbures non saturés, l'éthylène, le propylène, le butylène, le butadiène, l'isoprène, sont des liquides incolores avec une légère odeur douceâtre. Comme les hydrocarbures saturés, ils sont tous inflammables dans l'air ou l'oxygène et produisent du dioxyde de carbone et de la vapeur d'eau lors de leur combustion. D'un point de vue chimique, ils sont plus réactifs que les hydrocarbures saturés et peuvent réagir dangereusement avec le chlore.

L'éthylène, le propylène et le butylène ne présentent pas de problèmes de compatibilité chimique avec les matériaux de construction. Le butadiène et l'isoprène, qui ont chacun deux paires de doubles liaisons, sont de loin les plus réactifs au sein de cette famille. Ils peuvent réagir avec l'air pour former des peroxydes instables qui tendent à induire une polymérisation (voir la section 27.8). Le butadiène est incompatible au sens chimique avec le cuivre, l'argent, le mercure, le magnésium, l'aluminium et l'alliage Monel. Durant la production, les flux de butadiène contiennent souvent des traces d'acétylène, qui peut réagir avec le laiton et le cuivre et former des acétylures explosifs.

L'eau est soluble dans le butadiène, en particulier à des températures élevées. La solubilité de l'eau diminue lorsque la température baisse. Si le refroidissement se poursuit en dessous de 0 °C, cette couche d'eau augmente et gèle. De nos jours, le butadiène est toujours transporté anhydre, c'est-à-dire avec une teneur en eau de seulement quelques ppm.

Nom commun	Formule simple	Synonymes
Méthane	CH ₄	Gaz des marais ; gaz naturel ; LNG
Éthane	C ₂ H ₆	Biméthyl ; diméthyle ; méthyl méthane
Propane	C ₃ H ₈	–
n-Butane	C ₄ H ₁₀	Butane normal-
i-Butane	C ₄ H ₁₀	Isobutane ; 2-méthylpropane
Éthylène	C ₂ H ₄	Ethène
Propylène	C ₃ H ₆	Propène
α-Butylène	C ₄ H ₈	But-1-ene ; éthylène éthylique
β-Butylène	C ₄ H ₈	But-2-ene ; diméthyl éthylène ; pseudo butylènes
γ-Butylène	C ₄ H ₈	Isobutène ; 2-méthylprop-2-ene
Butadiène	C ₄ H ₆	b.d. ; bivinyl ; 1,3 butadiène ; butadiène 1-3 ; divinyl ; biéthylène ; érythrène ; vinyle éthylène
Isoprène	C ₅ H ₈	3-méthyl - 1,3 butadiène ; 2-méthyl - 1,3 butadiène ; 2-méthylbutadiène - 1,3
Chlorure de vinyle	C ₂ H ₃ Cl	Chloroéthène ; chloroéthylène ; CVM ; chlorure de vinyle monomère
Oxyde d'éthylène	C ₂ H ₄ O	Oxyde de diméthylène ; EO ; 1,2 époxyéthane ; oxirane
Oxyde de propylène	C ₃ H ₆ O	1,2 époxy propane ; méthyl oxirane ; oxyde de propène
Ammoniac	NH ₃	Ammoniac anhydre ; gaz ammoniac ; ammoniac liquéfié ; ammoniac liquide

Tableau 27.1 : Synonymes pour les principaux gaz liquéfiés

Nota : le propane commercial contient un peu de butane. De même, le butane commercial contient un peu de propane. Les deux peuvent contenir des impuretés telles que l'éthane et le pentane, en fonction de ce qu'autorise leur cahier des charges commercial. Quelques indications supplémentaires sur les mélanges figurent dans les sections 27.19 et 27.20.

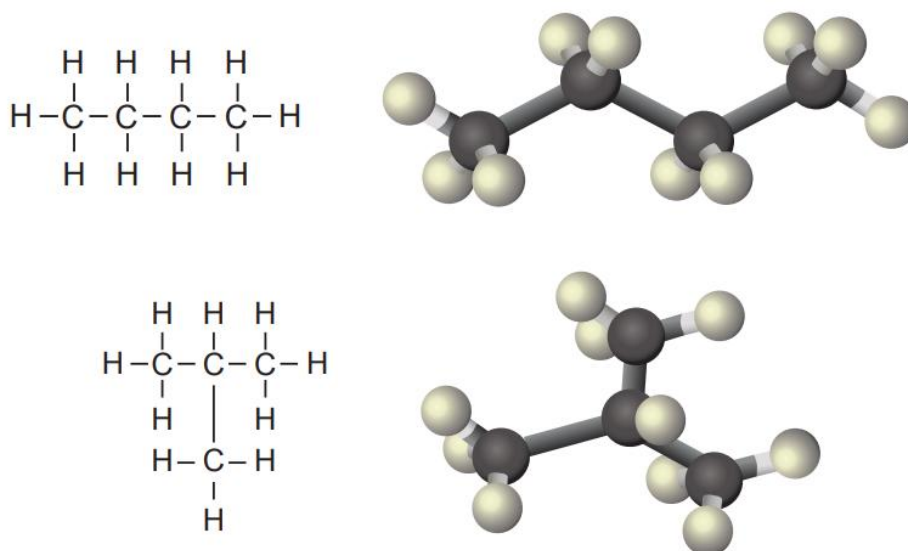
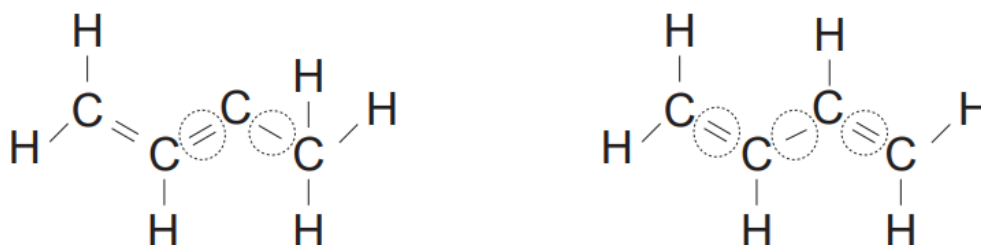


Figure 27.5 : Structure moléculaire de certains hydrocarbures saturés (liaisons simples)



1,2 butadiène

1,3 butadiène

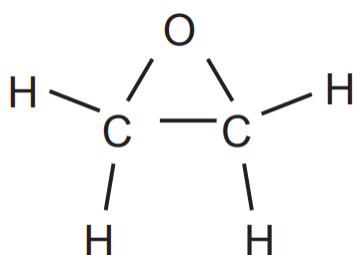
Figure 27.6 : Structure moléculaire de certains hydrocarbures insaturés (doubles liaisons)

La Figure 27.6 illustre la structure moléculaire de deux hydrocarbures insaturés, le butadiène 1,2 (doubles liaisons adjacentes) et le butadiène 1,3 (doubles liaisons séparées). Le propylène (C_3H_6) et l'éthylène (C_2H_4) sont d'autres exemples d'hydrocarbures insaturés.

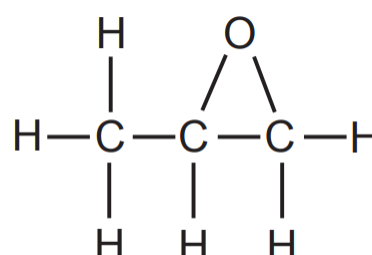
Non-hydrocarbures (gaz chimiques)

Le troisième groupe de gaz liquéfiés est constitué des gaz chimiques. Ils sont caractérisés par des atomes supplémentaires autres que le carbone et l'hydrogène. La Figure 27.7 présente la structure moléculaire de trois de ces composés, l'oxyde d'éthylène (C_2H_4O), l'oxyde de propylène (C_3H_6O) et le chlorure de vinyle (C_2H_3Cl). La plupart des composés de ce groupe sont chimiquement réactifs.

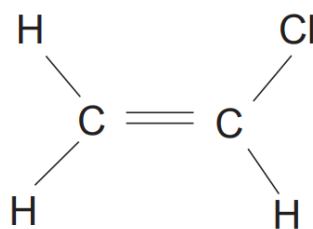
Les gaz chimiques couramment rencontrés à bord de bateaux-citernes transportant du gaz liquéfié sont l'ammoniac, le chlorure de vinyle, l'oxyde d'éthylène et l'oxyde de propylène. À l'exception des deux derniers, étant donné que ces gaz n'appartiennent pas à une famille en particulier, leurs propriétés chimiques varient considérablement. En mer, l'oxyde de propylène est transporté à bord de chimiquiers. Il appartient à la classe 3 des liquides, mais en raison de la pression de vapeur élevée, il est transporté à bord de bateaux-citernes gaziers (en Europe).



Oxyde d'éthylène (C_2H_4O)



Oxyde de propylène (C_3H_6O)

Chlorure de vinyle (C_2H_3Cl)**Figure 27.7 :** Structure moléculaire de certains gaz chimiques

L'ammoniac est un liquide alcalin incolore qui présente une odeur piquante. Les vapeurs d'ammoniac sont inflammables et brûlent avec une flamme jaune, produisant de la vapeur d'eau et de l'azote. Toutefois, la vapeur d'ammoniac dans l'air nécessite une concentration élevée (de 14 à 28 %) pour être inflammable, nécessite une énergie d'ignition élevée (600 fois plus élevée que pour le propane) et se consume avec une faible énergie de combustion. Néanmoins, l'ammoniac doit toujours être considéré comme une cargaison inflammable.

L'ammoniac est toxique et très réactif. Il peut former des mélanges explosifs avec le mercure, le chlore, l'iode, le brome, le calcium, l'oxyde d'argent et l'hypochlorite d'argent. La vapeur d'ammoniac est très soluble dans l'eau et sera absorbée de manière rapide et exothermique pour produire une solution alcaline concentrée d'hydroxyde d'ammonium. Un volume d'eau absorbe environ 200 volumes de vapeur d'ammoniac. C'est pourquoi il est dangereux d'introduire de l'eau dans une citerne contenant de la vapeur d'ammoniac, ceci pouvant entraîner le développement rapide d'un vide dans la citerne (voir aussi la section 32.9.5). Lorsque de l'eau est introduite dans une citerne à cargaison contenant de la vapeur d'ammoniac à des fins de nettoyage, la citerne doit d'abord être pressurisée avec de l'azote.

Étant donné que l'ammoniac est alcalin, les mélanges vapeurs d'ammoniac / air peuvent provoquer une corrosion sous contrainte des parois des citernes à cargaison. Les facteurs qui contribuent à la fissuration par corrosion sous contrainte sont le matériau de construction, les contraintes résiduelles dans les structures (de la fabrication de la citerne) et la nature de la cargaison (y compris sa température, sa pression et les impuretés). La fissuration par corrosion sous contrainte est le résultat d'une réaction chimique et survient par conséquent plus rapidement à des températures élevées. La fissuration par corrosion sous contrainte désigne la fissuration dans une enceinte de confinement où (généralement) de fines fissures peuvent se former dans de nombreuses directions. Les fissures causées par la corrosion sous contrainte sont généralement fines et fragiles.

Le risque que se produise une fissuration par corrosion sous contrainte peut être réduit par l'observation des mesures suivantes :

- stockage réfrigéré à une température inférieure à $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- pendant la construction, utilisation d'aciers ayant une faible limite d'élasticité ;
- pendant la construction, élimination par des méthodes thermiques des contraintes sur les soudures de la citerne ;
- adjonction de 0,2 % d'eau à l'ammoniac.

En raison du caractère hautement réactif de l'ammoniac, les alliages de cuivre, les alliages d'aluminium, les surfaces galvanisées, les résines phénoliques, le polychlorure de vinyle, les polyesters et les caoutchoucs Viton ne conviennent pas pour la manutention d'ammoniac. L'acier doux, l'acier inoxydable, le caoutchouc néoprène et le polyéthylène peuvent être utilisés.

Le chlorure de vinyle est un liquide incolore présentant une odeur sucrée caractéristique. Il est très réactif, mais pas avec de l'eau, et peut polymériser en présence d'oxygène, de chaleur et de lumière. Ses vapeurs sont très toxiques et inflammables. Les alliages d'aluminium, le cuivre, l'argent, le mercure et le magnésium ne conviennent pas pour la manutention de chlorure de vinyle. Les aciers sont chimiquement compatibles.

L'oxyde d'éthylène et l'oxyde de propylène sont des liquides incolores présentant une odeur d'éther. Ils sont inflammables, toxiques et très réactifs. Les deux polymérisent, l'oxyde d'éthylène plus facilement que l'oxyde de propylène, en particulier en présence d'air ou d'impuretés. Les deux gaz peuvent réagir dangereusement avec de l'ammoniac. La fonte, le mercure, les alliages d'aluminium, le cuivre et ses alliages, l'argent et ses alliages, le magnésium et certains aciers inoxydables ne conviennent pas pour la manutention de l'oxyde d'éthylène. L'acier doux et certains autres aciers inoxydables conviennent en tant que matériau de construction des parois de citerne, à la fois pour l'oxyde d'éthylène et l'oxyde de propylène.

Nota : en vertu de la réglementation, l'oxyde de propylène est un liquide de classe 3, mais en raison de sa pression de vapeur élevée, il est généralement transporté à bord de bateaux-citernes gaziers.

Le chlore est une cargaison beaucoup moins fréquemment transportée et réservée aux bateaux-citernes spéciaux. Il s'agit d'un liquide jaune qui produit une vapeur verte. Il a une odeur âcre et irritante et il est hautement toxique. Il est non-inflammable, mais il peut favoriser la combustion d'autres matières inflammables à l'instar de l'oxygène. Il est soluble dans l'eau et forme une solution acide très corrosive et peut réagir dangereusement avec tous les autres gaz liquéfiés. Il est difficile à contenir à l'état humide en raison de sa corrosivité. Le chlore sec est compatible avec l'acier doux, l'acier inoxydable, l'alliage Monel et le cuivre. Le chlore est très soluble dans une solution de soude caustique, qui peut être utilisée pour absorber les vapeurs de chlore.

27.4 Propriétés chimiques

Les propriétés chimiques et les compatibilités de nombreux gaz liquéfiés sont présentées dans les Tableaux 27.2, 27.3 (a) et 27.3 (b).

	Méthane	Éthane	Propane	Butane	Éthylène	Propylène	Butylène	Butadiène	Isoprène	Ammoniac	Chlorure de vinyle	Oxyde d'éthylène	Oxyde de propylène	Chlore
Inflammable	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Toxique								X		X	X	X	X	X
Polymérisable								X	X		X	X		

RÉACTIF AVEC

Magnésium								X	X			X	X	
Mercure								X	X	X		X	X	X
Zinc										X				X
Cuivre								X	X	X		X	X	
Aluminium								X	X	X	X	X	X	X
Acier doux	X3				X1									
Acier inoxydable												X2		
Fer												X	X	
PTFE*										X				
PVC†										X				
Polyéthylène	X3	X	X	X			X							
Éthanol														X
Méthanol														X

Tableau 27.2 : Propriétés chimiques des gaz liquéfiés

Nota : les fiches de données du Code IGC peuvent être consultées pour plus de précisions sur la réactivité chimique.

1. L'acier inoxydable contenant 9 % de nickel est le matériau de confinement habituellement utilisé pour l'éthylène.

2. Voir le Code IGC - Section 17.16.3

3. Non approprié pour le méthane liquide en raison de fissures cassantes.

* PTFE : polytétrafluoroéthylène (produit de jointement)

† PVC : chlorure de polyvinyle (isolation de câbles électriques)

Dioxyde de carbone										X							
Oxygène ou air								X	X		X	X					
Vapeur d'eau								X	X					X			
Chlore	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				X		
Oxyde de propylène										X							
Oxyde d'éthylène										X						X	
Chlorure de vinyle														X		X	
Ammoniac												X	X	X			X
Isoprène														X	X	X	
Butadiène														X	X	X	
Butylène														X			
Propylène														X			
Éthylène														X			
Butane														X			
Propane														X			
Éthane														X			
Méthane														X			
	Méthane	Éthane	Propane	Butane	Éthylène	Propylène	Butylène	Butadiène	Isoprène	Ammoniac	Chlorure de vinyle	Oxyde d'éthylène	Oxyde de propylène	Chlore	Vapeur d'eau	Oxygène ou air	Dioxyde de carbone

Tableau 27.3 (a) : Compatibilité chimique des gaz liquéfiés, X = incompatible

Tableau pour le nettoyage des citernes											
Cargaison suivante											
	Butane	Butadiène	Butylène	C4-Raff*	Éthylène	Propane	Propylène	Oxyde de propylène	Mélange de propane et de propylène	Chlorure de vinyle	C4-Crude*
Teneur en O₂	< 0,5 %	< 0,2 %	< 0,3 %	< 0,3 %	< 0,3 %	< 0,5 %	< 0,3 %	< 0,1 %	< 0,3 %	< 0,1 %	< 0,3 %
Point de rosée	< -10 °C	< -10 °C	< -10 °C	< -10 °C	< -50 °C	< -40 °C	< -25 °C	< -40 °C	< -40 °C	< -20 °C	< -10 °C
Cargaison précédente											
Ammoniac	Le chargement de cargaisons contenant de l'ammoniac est souvent soumis à des exigences spécifiques du terminal.										
Butane		N ₂ < 5 %	N ₂ I < 5 %	ET	VN ₂	S	VN ₂	VN ₂	ET	VN ₂	ET
Butadiène	ET		N ₂ I < 25 %	N ₂ I < 25 %	VN ₂	ET	VN ₂	VN ₂	VN ₂	VN ₂	ET
Butylène	ET	N ₂ < 5 %		ET	VN ₂	ET	VN ₂	VN ₂	VN ₂	VN ₂	ET
C4-Raff*	ET	N ₂ < 5 %	N ₂ I < 25 %		VN ₂	ET	VN ₂	VN ₂	VN ₂	VN ₂	ET
Éthylène	S Chaleur	N ₂ < 5 %	N ₂ I < 5 %	S		S < 3000 ppm	N ₂ < 5 %	VN ₂	ET Chaleur	N ₂ < 1000 ppm	S Chaleur
Propane	ET	N ₂ < 5 %	N ₂ I < 5 %	ET	N ₂ < 1000 ppm		N ₂ < 5 %	VN ₂	ET	N ₂ < 1000 ppm	S
Propylène	ET	N ₂ < 5 %	N ₂ I < 9 %	ET	N ₂ < 1000 ppm	ET		VN ₂	ET	N ₂ < 1000 ppm	S
Oxyde de propylène	WVN ₂ I	WVN ₂	WVN ₂ I	WVN ₂ I	WVN ₂	WVN ₂ I	WVN ₂		WVN ₂	WVN ₂	WVN ₂
Mélange de propane et de propylène	ET	N ₂ < 5 %	N ₂ I < 9 %	ET	VN ₂	S	N ₂ < 25 %	VN ₂		N ₂ < 1000 ppm	S
Chlorure de vinyle	VN ₂ I	VN ₂	VN ₂ I	VN ₂ I	VN ₂	VN ₂ I	VN ₂	VN ₂	VN ₂		VN ₂
Butane et Propane humide	S	N ₂ < 5 %	N ₂ I < 9 %	ET	VN ₂	ET	VN ₂	VN ₂	S	VN ₂	
C3/C4*	ET	N ₂	N ₂ I	ET	VN ₂	S	VN ₂	VN ₂	VN ₂	VN ₂	

* Ces cargaisons sont des mélanges de différents gaz liquéfiés et ne sont pas énumérées dans le code IGC.

Il s'agit là d'une procédure générale. Toutefois, l'état de propreté final des citernes à cargaison doit faire l'objet d'une concertation avec le destinataire concerné.

Tableau 27.3 (b) : Compatibilités des gaz liquéfiés avec la cargaison précédente

Code	Description
W	Lavage à l'eau
V	Inspection visuelle
N ₂	Inertage à l'azote uniquement
N ₂ I	Inertage à l'azote ou au gaz inerte
ET	Citerne vide : signifie « aussi loin que peut aller la pompe »
S	Exigences standard : les citernes et tuyaux à cargaison doivent être exempts de liquide et avoir une surpression de 0,5 bar (en fonction du type de bateau) avant le chargement, mais en tenant compte des recommandations du terminal ou du contrôleur indépendant de la cargaison.

Nota : avant tout inertage, la température au fond de la citerne doit être chauffée à environ 0 °C

Nota : une citerne à cargaison ne doit pas être ouverte pour inspection avant que la température de la citerne soit proche des conditions ambiantes.

27.5 Gaz inerte et azote

Le gaz inerte est utilisé pour le transport en citernes à cargaison inertées et à bord de certains types de bateaux-citernes pour maintenir la pression positive dans la cale et les espaces inter-barrières (voir les sections 31.7, 32.2.3, 32.9.3). L'objectif est de prévenir la formation de mélanges inflammables. Pour les citernes à cargaison, l'inertage est un préalable nécessaire avant l'aération pour inspection ou mise en cale sèche, mais il peut s'avérer fastidieux. L'inertage est également nécessaire avant de passer d'un état exempt de gaz à l'état chargé. En ce qui concerne les niveaux d'inertage, avant l'apport de vapeur de produit, la citerne doit présenter une **teneur en oxygène** inférieure à 5 %, mais une valeur inférieure est généralement requise par les terminaux de chargement. Avant l'aération, le processus d'inertage doit avoir permis d'atteindre une **teneur en hydrocarbures** inférieure à 2 %.

Outre l'oxygène, un autre facteur essentiel pour la qualité du gaz inerte est sa sécheresse. L'humidité contenue dans le gaz peut se condenser et produire de l'eau libre en raison des températures froides de la cargaison. Afin d'éviter la formation d'hydrates dans les produits chargés et pour éviter un degré élevé de condensation et de corrosion dans les citernes et les espaces de cale, le gaz inerte est parfaitement séché à la sortie du générateur.

Chaque type de gaz inerte (utilisation de combustibles, production d'azote à bord du bateau ou d'azote pur provenant de la terre) a son propre usage particulier. Il est à noter que, pour des raisons qualitatives, le générateur de gaz inerte est rarement utilisé pour les gaz chimiques.

Composant	Gaz inerte par combustion	Procédé de séparation membranaire à l'azote
Azote	85 à 89 %	Jusqu'à 99,5 %
Dioxyde de carbone	14 %	–
Monoxyde de carbone	0,1 % (max)	–
Oxygène	1 à 3 %	> 0,5 %
Oxydes de soufre	0,1 %	–
Oxydes d'azote	Traces	–
Point de rosée	-45 °C	-65 °C
Cendres et suie	Présents	–
Densité (air = 1,00)	1,035	0,9672

Tableau 27.4 : Gaz inerte

Seul l'azote très pur est entièrement compatible, au sens chimique, avec tous les gaz liquéfiés. De nombreux composants du gaz inerte générés par combustion peuvent altérer les gaz chimiques liquéfiés par rapport à leurs spécifications. En liaison avec la sécurité personnelle et la réactivité chimique, il convient notamment de prendre en compte les points suivants en ce qui concerne les composants du gaz inerte concerné :

Les particules de carbone sous forme de cendres et de suie peuvent altérer la qualité de nombreux gaz chimiques.

Le dioxyde de carbone gèle à des températures inférieures à -55 °C, contaminant ainsi la cargaison si les températures de transport sont particulièrement basses, comme dans le cas de l'éthylène. Le dioxyde de carbone contamine également les cargaisons d'ammoniac par réaction en produisant des carbamates (uréthane). À la fois le dioxyde de carbone solide et la formation de carbamate peuvent occasionner une contamination de la cargaison et des difficultés opérationnelles telles que l'obstruction de pompes, de filtres et de vannes. Le dioxyde de carbone peut aussi agir en tant que catalyseur dans des réactions chimiques complexes avec des composés de soufre présents dans certaines cargaisons de GPL.

Le monoxyde de carbone, s'il est généré en quantité suffisante, peut causer des difficultés lors de toute opération ultérieure d'aération. Lorsque l'aération est jugée terminée, les niveaux de monoxyde de carbone toxique peuvent encore être excessifs du point de vue de la sécurité des personnes. (Il convient de noter que le monoxyde de carbone a une valeur VLE-MPT de 50 ppm).

L'humidité dans le gaz inerte peut se condenser et des hydrates peuvent alors se former dans des cargaisons, provoquant une corrosion sévère des espaces inertés. Lorsqu'une cargaison froide doit être chargée, il est important que le gaz inerte dans les citernes à cargaison présente un point de rosée suffisamment bas pour éviter le gel de vapeur d'eau ainsi que d'autres difficultés opérationnelles. En outre, l'humidité peut créer des difficultés, notamment avec les cargaisons de butadiène, d'isoprène, d'ammoniac et de chlore.

L'oxygène, même avec les faibles pourcentages présents dans le gaz inerte produit à bord des bateaux, est incompatible avec le butadiène, l'isoprène, le chlorure de vinyle et l'oxyde d'éthylène. En contact avec l'oxygène, ces cargaisons peuvent se combiner pour former des peroxydes et des polymères.

Pour ces raisons, seul l'azote pur chargé depuis la terre peut être considéré comme pleinement inerte, au sens chimique, pour tous les gaz liquéfiés. Néanmoins, pour l'inertage des espaces de cales et des citernes à cargaison de bateaux-citernes transportant des cargaisons de GPL à des températures abaissées jusqu'à environ -48 °C, la production de gaz inerte par la combustion bien contrôlée de carburant de bonne qualité ou par le procédé de séparation d'air peut permettre d'obtenir un gaz inerte de qualité acceptable.

27.6 Polymérisation

Si beaucoup de gaz liquéfiés sont polymérisables (comme indiqué par une double liaison dans leur structure moléculaire), les difficultés liées à la polymérisation de cargaison ne se présentent dans la pratique que pour le butadiène, l'isoprène, l'oxyde d'éthylène et le chlorure de vinyle. La polymérisation peut être dangereuse dans certaines circonstances, mais elle peut être retardée ou contrôlée par l'addition d'inhibiteurs.

La polymérisation survient lorsqu'une seule molécule (monomère) réagit avec une autre molécule de la même substance pour former un dimère. Ce processus peut se poursuivre jusqu'à constituer une molécule à longue chaîne avec plusieurs milliers de molécules individuelles (un polymère). Ce processus est illustré à la Figure 27.8 pour le chlorure de vinyle, aussi connu sous la désignation « CVM ». Le processus peut être très rapide et implique la génération d'une forte chaleur. Il peut se produire spontanément, être catalysé par la présence d'oxygène (ou d'autres impuretés) ou par transfert de chaleur durant les opérations de cargaison (voir aussi la section 32.6). Au cours de la polymérisation, la viscosité de la cargaison augmente jusqu'à former un polymère solide et non pompable.

La polymérisation peut être empêchée ou le taux de polymérisation peut au moins être réduit par l'ajout à la cargaison d'un inhibiteur approprié. Toutefois, si la polymérisation commence, l'inhibiteur sera progressivement consommé jusqu'à ce que soit atteint un point où la polymérisation se poursuivra librement. Dans le cas du butadiène, du 4-tert-butylcatéchol est ajouté avant tout en tant qu'antioxydant, mais en l'absence d'oxygène il peut également agir dans une moindre mesure en tant qu'inhibiteur.

La différence entre la pression de vapeur d'un inhibiteur et celle de sa cargaison a une incidence importante sur l'efficacité de l'inhibiteur. Généralement, les inhibiteurs ont une pression de vapeur inférieure à celle de la cargaison à laquelle ils sont ajoutés. En conséquence, le meilleur degré de protection est obtenu dans le liquide. Les gaz dans le volume de phase gazeuse sont donc relativement peu protégés. Il en résulte un risque accru de polymérisation dans l'espace de vapeur.

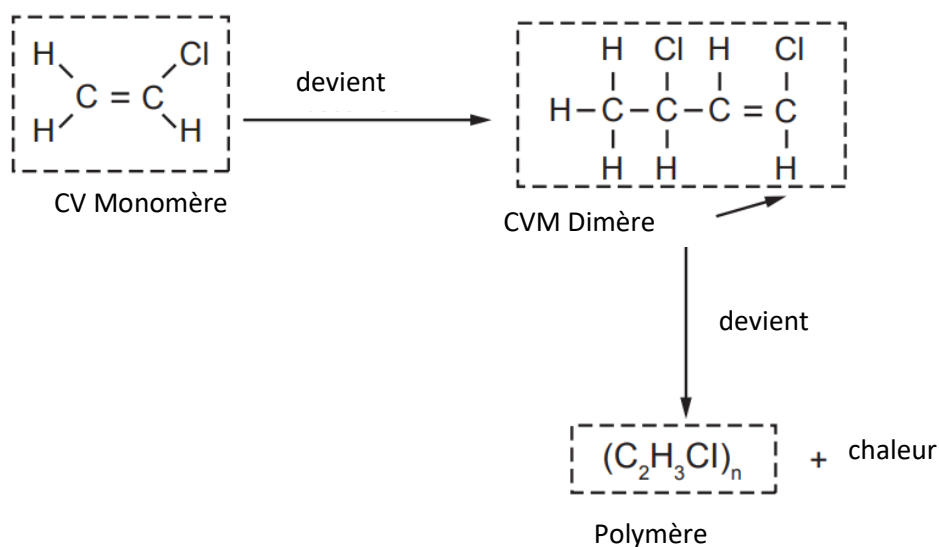


Figure 27.8 : La polymérisation du chlorure de vinyle/CVM

Les inhibiteurs peuvent être toxiques. Les inhibiteurs les plus couramment utilisés sont l'hydroquinone et le 4-tert-butylcatéchol. Les données de sécurité et de santé pour ces produits figurent à la section 28.1. Comme indiqué, des précautions doivent être prises lors de la manutention d'inhibiteurs et de cargaisons contenant des inhibiteurs.

L'équipage du bateau-citerne doit veiller à ce qu'un formulaire d'information sur l'inhibiteur soit obtenu de l'expéditeur de la cargaison avant d'appareiller. Ce certificat doit comporter les informations présentées dans la figure ci-après :

Formulaire d'information sur l'inhibiteur de gaz liquéfié

À compléter avant le chargement d'une cargaison inhibée

Bateau Date

Port et quai Heure

1. Désignation technique exacte de la cargaison
2. Désignation technique exacte de l'inhibiteur.....
3. Quantité d'inhibiteur ajoutée.....
4. Date de l'ajout.....
5. Durée d'efficacité prévue de l'inhibiteur
6. Restrictions de température
concernant l'inhibiteur
7. Mesures à prendre si le voyage dépasse
la durée d'efficacité de l'inhibiteur

**Si les informations ci-dessus ne sont pas fournies, la cargaison devrait être refusée
(Code IGC, section 18.4.3).**

Pour le bateau Pour le quai

(signé) (signé)

Figure 27.9 : *Formulaire d'information sur l'inhibiteur*

En outre, la quantité d'inhibiteur nécessaire pour assurer l'efficacité de l'inhibition ainsi que les propriétés toxiques de l'inhibiteur devraient être indiquées.

Une réaction similaire, mais plus difficile à contrôler, est connue sous le nom de dimérisation. Celle-ci ne peut pas être arrêtée par des inhibiteurs ni par aucun autre moyen. La seule manière d'éviter ou de ralentir la dimérisation est de maintenir la cargaison aussi froide que possible et une telle réfrigération est recommandée, notamment lors des voyages relativement longs.

27.7 Formation d'hydrates

En présence d'eau libre, le propane et le butane peuvent former des hydrates dans certaines conditions de température et de pression. Cette eau peut être présente en tant qu'impureté dans le GPL ou peut être extraite de cloisons des citernes à cargaison si de la rouille est présente. La rouille qui a ainsi été déshydratée par le GPL perd de son pouvoir d'adhérence sur les surfaces de la citerne et peut se déposer au fond de la citerne sous forme de poudre fine.

Les hydrates de GPL sont des solides cristallins blancs qui peuvent obstruer les filtres et les soupapes de régulation de reliqufaction. Ils peuvent aussi endommager les pompes à cargaison.

Des inhibiteurs d'hydrates tels que le méthanol ou l'éthanol peuvent être ajoutés en des points appropriés du système, mais rien ne doit être ajouté sans le consentement de l'expéditeur et de l'exploitant du bateau. Il convient de noter que l'utilisation de méthanol est interdite dans certains pays. Certains gaz chimiques peuvent être altérés par l'ajout de méthanol. Des précautions doivent être prises si un inhibiteur d'hydrate est ajouté à une cargaison polymérisable, étant donné que le mécanisme d'inhibition de polymère peut être empêché.

En outre, le méthanol est toxique et des précautions doivent être prises lors de sa manipulation.

27.8 Lubrification

La propriété d'un fluide qui empêche une couche de fluide de passer au-dessus d'une couche adjacente est appelée viscosité. La viscosité est importante pour déterminer les propriétés lubrifiantes du liquide. La majorité des gaz liquéfiés ont de faibles propriétés lubrifiantes par rapport aux huiles de graissage ou même à l'eau, comme indiqué dans le Tableau 27.4 (a).

Liquide (température)	Huile lub (à +70 °C)	Eau (à +100 °C)	Propane (à -45 °C)
Viscosité (centipoise)	28,2	0,282	0,216
Chaleur spécifique (kcal/kg °C)	0,7	1,0	0,5
Chaleur latente de vaporisation (kcal/kg)	35	539	101

Tableau 27.4 (a) : Facteurs influant sur la lubrification

Les gaz d'hydrocarbures liquéfiés peuvent se dissoudre dans l'huile de graissage et, pour certaines applications, le mélange peut se traduire par un manque de lubrification des joints de pompe et des compresseurs. L'action dissolvante des gaz liquéfiés sur la graisse peut causer le dégraissage des pièces mécaniques, avec une perte de lubrification similaire dans les dispositifs tels que des vannes.

En plus de sa faible viscosité, le gaz liquéfié a des propriétés de refroidissement relativement faibles et les liquides ne peuvent pas évacuer la chaleur loin du palier d'arbre de manière très efficace. Toute chaleur excessive entraîne une augmentation relativement rapide de la température du palier (la chaleur spécifique du propane correspond environ à la moitié de celle de l'eau). Dans ces conditions, le liquide se vaporise lorsque sa pression de vapeur dépasse la pression du produit dans le palier. La vapeur va expulser du liquide du palier et provoquer une défaillance du palier due à la surchauffe.

Il convient également de noter que l'huile lubrifiante utilisée dans un compresseur doit être compatible avec le grade de la cargaison transportée (voir la section 32.6.1).

27.9 Propriétés physiques

Les propriétés physiques d'un gaz liquéfié dépendent de sa structure moléculaire. Certains composés ont la même formule moléculaire, mais la façon dont les atomes sont disposés à l'intérieur de la molécule peut être différente. Ces différents composés de la même substance de base sont appelés des isomères. Ils ont la même masse moléculaire, mais des propriétés physiques et chimiques différentes. Des exemples sont le n-butane et l'isobutane, présentés à la Figure 27.5. Les principales propriétés physiques des principaux gaz liquéfiés sont énumérées dans le Tableau 27.5. Il convient de noter, sur la base de ces données, les différentes propriétés physiques des isomères du butane et du butylène.

La propriété physique la plus importante d'un gaz liquéfié est la relation entre sa pression de vapeur saturante et sa température. Cette propriété, qui sera abordée de manière plus détaillée ci-après, détermine la conception du système de confinement de la citerne le mieux adapté à chaque cargaison et a une forte incidence sur les considérations économiques.

27.10 États de la matière

27.10.1 Solides, liquides et gaz

La plupart des substances peuvent exister soit à l'état de solide, de liquide ou de vapeur. Pour passer de l'état solide à l'état liquide (fusion) ou de l'état liquide à l'état de vapeur (vaporisation), la substance doit subir un réchauffement. De même, pour passer de l'état de vapeur à l'état liquide (condensation) ou de l'état liquide à l'état solide (solidification), la substance doit subir un refroidissement. La chaleur apportée ou retirée pour que la substance change d'état est appelée chaleur latente. Pour une masse donnée de la substance, les chaleurs latentes pour la fusion et la solidification sont identiques. De même, les chaleurs latentes de vaporisation et de condensation sont identiques, bien que les valeurs de la chaleur latente soient différentes pour la fusion et la solidification.

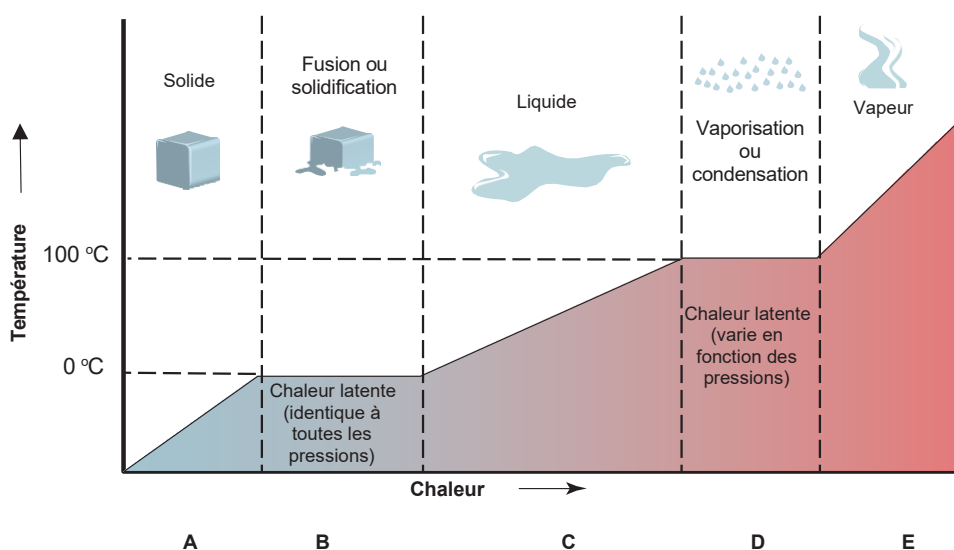


Figure 27.10 : Schéma de température/chaleur pour les différents états de la matière

La fusion ou la solidification surviennent à une température spécifique à chaque substance et cette température est pratiquement indépendante de la pression. Toutefois, la vaporisation ou la condensation d'une substance pure se produisent à une température qui varie fortement en fonction de la pression exercée. Il convient également de noter que la chaleur latente de vaporisation varie avec la pression. La Figure 27.10 illustre ces relations température/chaleur au fur et à mesure qu'une substance est chauffée ou refroidie à travers ses trois états : y sont indiquées les températures de fusion ou de solidification et de vaporisation ou de condensation.

Pour les gaz liquéfiés, l'état solide n'est pas une préoccupation, car il ne peut se produire qu'à des températures bien inférieures à celles auxquelles de tels gaz sont transportés. Toutefois, les températures, les pressions et les chaleurs latentes de vaporisation sont d'une importance fondamentale.

Gaz	Point d'ébullition atmosphérique (°C)	Température critique (°C)	Pression critique (bars, absolue)	Taux de condensation dm ³ liquide 1 m ³ gaz	Densité relative du liquide au point d'ébullition atmosphérique (Eau = 1)	Densité relative de la vapeur (Air = 1)
Méthane	-161,5	-82,5	44,7	0,804	0,427	0,554
Éthane	-88,6	32,1	48,9	2,453	0,540	1,048
Propane	-42,3	96,8	42,6	3,380	0,583	1,55
n-Butane	-0,5	153	38,1	4,32	0,600	2,09
i-Butane	-11,7	133,7	38,2	4,36	0,596	2,07
Éthylène	-103,9	9,9	50,5	2,20	0,570	0,975
Propylène	-47,7	92,1	45,6	3,08	0,613	1,48
α-Butylène	-6,1	146,4	38,9	4,01	0,624	1,94
γ-Butylène	-6,9	144,7	38,7	4,00	0,627	1,94
Butadiène	-5,0	161,8	43,2	3,81	0,653	1,88
Isoprène	34	211,0	38,5		0,67	2,3
Chlorure de vinyle	-13,8	158,4	52,9	2,87	0,965	2,15
Oxyde d'éthylène	10,7	195,7	74,4	2,13	0,896	1,52
Oxyde de propylène	34,2	209,1	47,7		0,830	2,00
Ammoniac	-33,4	132,4	113,0	1,12	0,683	0,597
Chlore	-34	144	77,1	2,03	1,56	2,49

Tableau 27.5 : Propriétés physiques des gaz

27.10.2 Déversements de gaz liquéfiés

Compte tenu de ce qui précède, il y a lieu d'évoquer ici ce qui se produit en cas de déversement d'un gaz liquéfié. Tout d'abord, en cas de fuite d'un liquide entièrement réfrigéré. Dans ce cas, le liquide est déjà à la pression atmosphérique ou à une pression proche, mais, lorsqu'il s'échappe, il entre immédiatement en contact avec le sol ou de l'eau à température ambiante. La différence de température entre le liquide froid et la matière avec laquelle il entre en contact permet un transfert de chaleur immédiat dans le liquide et il en résulte une vaporisation rapide. Si le déversement est à terre et forme une flaque sur le sol, l'évacuation de la chaleur de la terre sous le liquide réduit la différence de température. Finalement, la différence de température se stabilise et l'évaporation se poursuit à un taux inférieur. Dans ces conditions, le liquide va continuer de bouillir jusqu'à évaporation complète. En cas de déversement sur la surface de l'eau, les forts courants de convection dans l'eau peuvent maintenir la différence de température initiale et l'évaporation se poursuivra alors probablement au taux initial le plus élevé. Dans ce cas, les grandes quantités de vapeur froide émanant du liquide se diffusent dans l'atmosphère et provoquent la condensation de la vapeur d'eau dans l'air. Par ce processus se forme un nuage de vapeur de couleur blanche.

Un déversement initial de gaz liquéfié à partir d'un récipient sous pression se comporte différemment de ce qui est décrit ci-dessus. Dans ce cas, le liquide qui s'échappe est à une température proche de la température ambiante. Toutefois, la pression élevée au moment de la libération chute rapidement jusqu'à la pression ambiante et ceci entraîne une vaporisation très rapide, la chaleur nécessaire provenant principalement du liquide lui-même. On appelle cela une évaporation éclair et, en fonction de la variation de pression, une grande partie du liquide peut ainsi s'évaporer rapidement. Par ce processus, le liquide restant est refroidi rapidement pour atteindre sa température de réfrigération (et même plus bas) à la pression atmosphérique. Lorsque des liquides à haute pression s'échappent de cette manière, une grande partie se vaporise dans l'atmosphère sous forme de petites gouttelettes. Ces gouttelettes prélèvent de la chaleur de l'atmosphère et condensent la vapeur d'eau dans l'air pour former un nuage blanc visible. Les gouttelettes de liquide se transforment rapidement en gaz et provoquent un refroidissement supplémentaire permettant au nuage blanc de se maintenir. Ensuite, les flaques de liquide restantes atteignent une température d'équilibre et s'évaporent comme décrit dans la section précédente, jusqu'à ce qu'elles soient entièrement vaporisées.

Selon la nature du liquide répandu, l'étendue du déversement et sa localisation au sol ou dans l'eau, le taux de vaporisation ainsi que la température et la densité du nuage de vapeur qui en résulte peuvent varier. Le nuage sera certainement peu élevé (seul le méthane, lorsque la température est supérieure à -100 °C, l'éthylène et l'ammoniac sont plus légers que l'air - voir le Tableau 27.5).

Le risque inhérent au dégagement de vapeurs dans l'atmosphère est qu'elles deviennent inflammables lorsqu'elles se mélangent avec l'air. Le nuage blanc de vapeur peut indiquer l'existence d'une situation dangereuse, mais l'étendue inflammable du nuage de gaz ne coïncide pas nécessairement avec celle du nuage visible. Initialement, le nuage sera froid et sera déplacé par le vent. En général, il s'agit d'un nuage blanc résultant de la condensation de vapeur d'eau atmosphérique. Les caractéristiques d'inflammabilité de ce nuage et sa teneur en oxygène sont abordées aux sections 27.22 et 28.2.2.

En plus des risques liés aux mélanges de vapeur dans l'air, le liquide froid peut provoquer des engelures sur les tissus humains et peut fragiliser les métaux. En outre, lorsqu'il est exposé à l'air, il est probable que le gaz liquéfié soit sous-refroidi à une température inférieure à son point d'ébullition atmosphérique.

Le gaz liquéfié déversé sur un pont du bateau-citerne qui n'est pas conçu pour les basses températures peut refroidir l'acier jusqu'à des températures auxquelles le pont devient cassant. La tension déjà présente dans l'acier et celle résultant de la contraction différentielle peuvent provoquer des fissures dans les zones refroidies. Ces fissures sont peu susceptibles de se propager au-delà des zones refroidies. De tels déversements peuvent cependant avoir des conséquences graves et des bateaux-citernes ont été mis hors service durant de longues périodes pour cette raison. Des précautions doivent être prises et des gattes appropriées doivent être disponibles pour protéger contre les fuites à bord des bateaux-citernes transportant des liquides particulièrement froids, tels que l'éthylène.

27.11 Principes de la réfrigération

Les principes du transfert de chaleur, l'évaporation et la condensation, sont utilisés dans la réfrigération. Un liquide frigorigène est vaporisé dans un évaporateur et, étant plus froid que son environnement, récupère la chaleur pour fournir la chaleur latente de vaporisation. La vapeur froide est retirée par un compresseur qui élève à la fois la pression et la température de la vapeur et passe dans le condenseur. Ici, la vapeur se condense en un liquide à haute pression et la chaleur sensible de désurchauffe, avec la chaleur latente de condensation, est retirée au moyen du liquide de refroidissement du condenseur, lequel est réchauffé dans le processus. Le liquide à haute pression traverse ensuite une vanne de détente sur le côté basse pression du système de réfrigération et, ce faisant, subit une évaporation éclair en un mélange de deux phases de liquide froid et de vapeur. Ce mélange traverse ensuite l'évaporateur (citerne à cargaison) pour compléter le cycle.

La Figure 27.11 présente un cycle simplifié de réfrigération en cascade pour le GNL. Il consiste en trois étapes, chacune utilisant un réfrigérant pur différent. Pour des raisons de simplicité, une seule étape est représentée pour chaque cycle de réfrigération, mais des étapes supplémentaires peuvent être prévues pour augmenter l'efficacité générale.

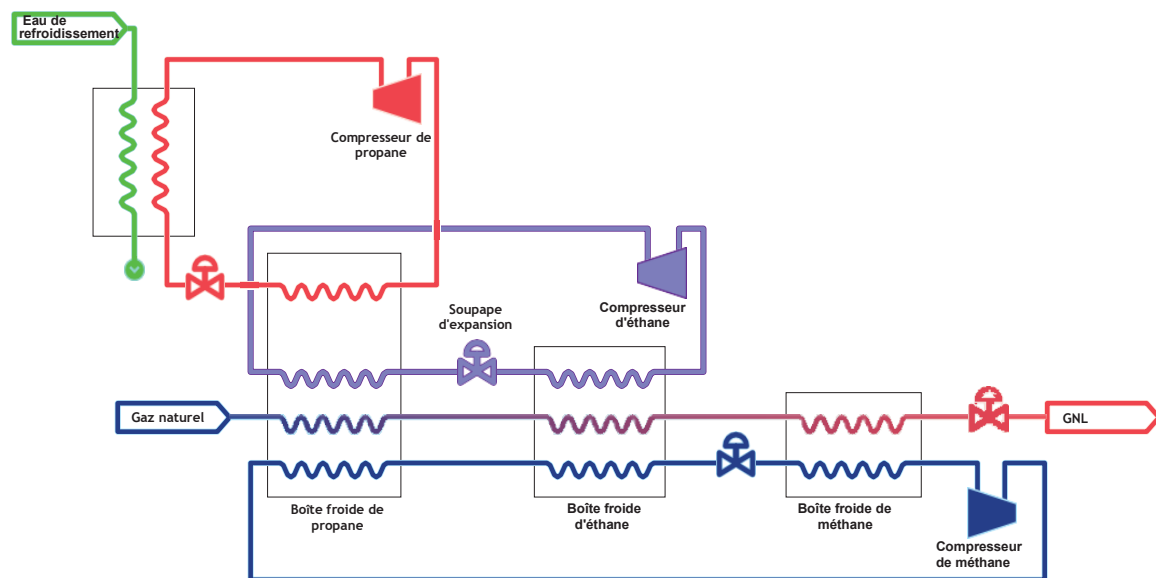


Figure 27.11 : Cycle simplifié de réfrigération en cascade pour le GNL

27.12 Températures et pressions critiques

La température critique d'un gaz est la température au-dessus de laquelle il ne peut pas être liquéfié, quelle que soit l'importance de la pression. La pression critique d'un gaz est la pression nécessaire pour le comprimer à l'état liquide à sa température critique. Les températures et pressions critiques des principaux gaz sont présentées dans le Tableau 27.5. Comme indiqué ci-après, tous les gaz, à l'exception du méthane (et parfois aussi de l'éthane et de l'éthylène), peuvent être liquéfiés par la seule pression à des températures dans la plage ambiante normale. Un processus de reliquéfaction est par conséquent nécessaire pour le transport ou le stockage à l'état liquide de l'éthane ou de l'éthylène.

27.13 Rapports de volume liquide / vapeur

À titre d'indication pour le dimensionnement de l'équipement requis pour la manutention d'une vapeur par rapport à l'équipement requis pour son condensat liquide, il est utile de consulter le taux de condensation des différents gaz liquéfiés. Ce taux indique la quantité de liquide (en dm^3) à son point d'ébullition atmosphérique qui va se condenser à partir d'un mètre cube de ses vapeurs dans les conditions standard d'un bar absolu et à 0°C . Si, à 0°C , le gaz est à une température supérieure à sa température critique (comme pour le méthane), le taux est donné pour la vapeur au point d'ébullition atmosphérique du liquide. Les taux de condensation sont présentés dans le Tableau 27.5.

27.14 Lois des gaz parfaits

Les lois des gaz parfaits sont appropriées seulement pour les vapeurs et plus particulièrement pour les vapeurs non saturées. Les mélanges liquide / vapeur et les liquides possèdent des caractéristiques qui diffèrent de celles décrites ci-dessous. Si on considère ce qui suit par rapport aux principes de la réfrigération (décrits dans la section 27.13), la partie du cycle impliquant la compression de vapeur est la plus importante.

Un gaz parfait est un gaz qui obéit aux lois des gaz parce que ses molécules sont si éloignées qu'elles n'exercent aucune force l'une sur l'autre. En fait, un tel gaz n'existe pas, mais à température ambiante et à des pressions modérées, de nombreux gaz non-saturés s'approchent de ce concept. Les lois des gaz parfaits régissent les relations entre la pression absolue, le volume et la température absolue pour une masse donnée de gaz. La relation entre deux de ces variables est généralement recherchée en gardant la troisième variable constante.

Pour qu'un gaz se comporte conformément à ces principes, il doit être dans sa forme non saturée et sa teneur en liquide doit être retirée.

La loi de Boyle stipule que, à température constante, le volume d'une masse fixe de gaz est inversement proportionnel à la pression absolue. Cette relation est illustrée à la Figure 27.12 (a) et peut être écrite comme suit :

$$PV = \text{constante, ou } P_1 V_1 = P_2 V_2$$

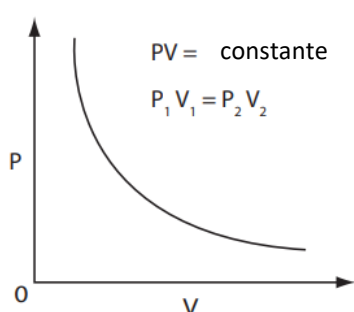


Figure 27.12(a) :
Loi de Boyle pour les gaz
(température constante)

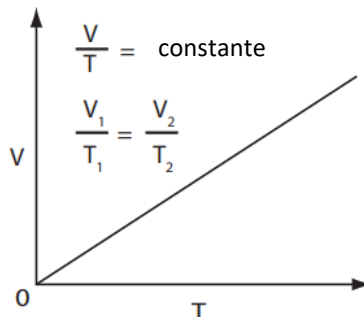


Figure 27.12(b) :
Loi de Charles pour les gaz
(pression constante)

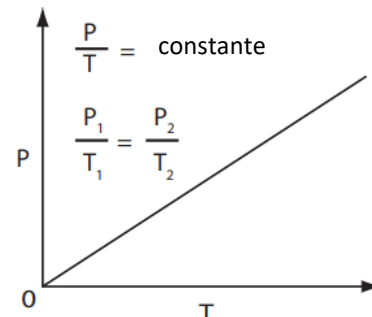


Figure 27.12(c) :
Loi de pression pour les gaz
(volume constant)

La loi de Charles stipule que, à pression constante, le volume d'une masse fixe de gaz augmente de 1/273 de son volume à 0 °C pour chaque élévation de la température d'un degré Celsius. Une autre définition est que le volume d'une masse fixe de gaz à pression constante varie directement en fonction de sa température absolue. Cette loi est illustrée à la Figure 27.12 (b) et peut être écrite comme suit :

$$\frac{V}{T} = \text{constante, ou}$$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

La loi de pression stipule que, à volume constant, la pression d'une masse fixe de gaz augmente de 1/273 de sa pression à 0 °C pour chaque élévation de la température d'un degré Celsius. Alternativement, on peut affirmer que la pression d'une masse donnée de gaz à volume constant varie directement en fonction de sa température absolue. La loi de pression peut être écrite comme suit :

$$\frac{P}{T} = \text{constante, ou}$$

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

Ces trois lois peuvent être combinées en :

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} = \text{constante,}$$

Ou, plus généralement, pour un gaz parfait, en utilisant la constante universelle des gaz parfaits :

$$\frac{PV}{T} = \frac{M}{m} = R$$

Où toutes les quantités sont exprimées en unités cohérentes, par exemple,

- où P est la pression absolue en Pascal (N/m²), V est en mètres cubes,
- T est en Kelvin
- M est la masse de gaz en kilogrammes
- m est la masse moléculaire (adimensionnelle), et
- R est la constante universelle des gaz = 8,314 kJ / kg mol.K.

La Figure 27.12 présente les trois lois de base des gaz. Elles couvrent les modifications à température constante (isotherme), les modifications à pression constante (isobare) et les modifications à volume constant (isovolumétrique).

Toutefois, un quatrième processus impliquant le gaz idéal revêt également une importance en liaison avec la réfrigération. Celui-ci est appelé la compression adiabatique et peut être réversible ou irréversible. Un processus réversible implique une entropie constante. Les changements de pression impliquant une entropie constante (isentropique) sont présentés sur le diagramme de Mollier à la Figure 27.17.

Une expansion réversible adiabatique (ou isentropique) est une expansion où le flux de chaleur vers ou depuis une source externe est nul. Dans le compresseur d'une installation de réfrigération, le gaz qui passe dans le compresseur subit une action, mais aucune chaleur n'est supposée être transmise vers ou depuis l'extérieur. Cette action est convertie en énergie interne et, par conséquent, la température du gaz augmente. De ce fait, les températures à la sortie du compresseur sont augmentées (a) par une pression accrue et (b) par l'augmentation de l'énergie interne.

Dans la pratique, pour s'approcher d'une compression adiabatique, l'action sur le gaz doit intervenir très rapidement. Ainsi, peu de temps est laissé à la chaleur pour s'échapper du système. La courbe adiabatique est représentée par la courbe A/B de la Figure 27.13. D'autre part, à titre de comparaison, une compression isotherme telle que représentée par la courbe A/C doit intervenir très lentement, sinon les changements de température seront significatifs.

Il en découle que les modifications effectives qui interviennent par exemple dans un compresseur (en termes de pression, de volume et de température), suivent une courbe située entre la courbe adiabatique et la courbe isotherme. Celle-ci peut s'approcher de la courbe A/D de la Figure 27.13.

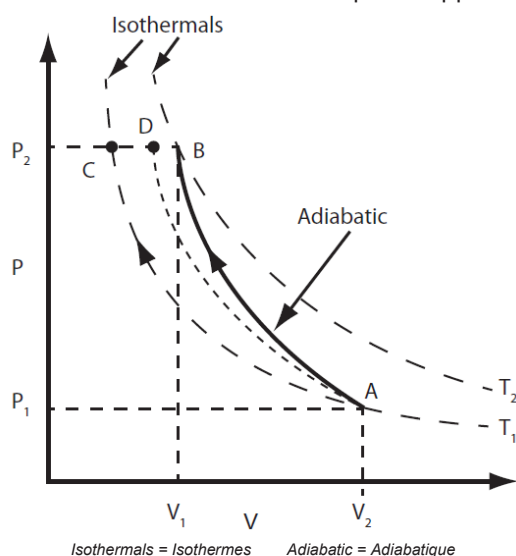


Figure 27.13 : Relations entre la compression adiabatique et la compression isotherme

La Figure 27.13 est présentée sur des axes similaires à la Figure 27.12 (a). Toutefois, la Figure 27.13 comporte deux lignes isothermes - un pour la basse température (T_1) et une pour une température plus élevée (T_2). Pour un compresseur, les modifications se situant plus près de la ligne adiabatique que de la ligne isotherme, il est habituel de supposer une modification adiabatique dans de tels cas.

Comme indiqué au début de cette section en liaison avec la loi de Boyle, l'équation d'une compression isotherme est :

$$PV = \text{constante}$$

Il peut être intéressant de noter que l'équation pour la compression adiabatique est :

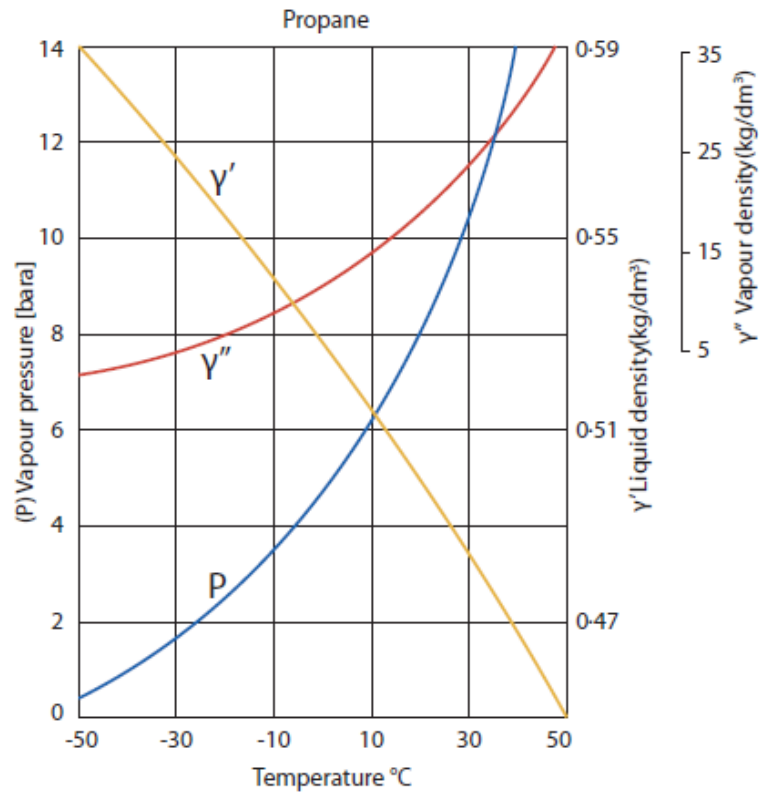
$$PV_k = \text{constante}$$

où « k » est le coefficient de la chaleur spécifique principale pour la substance. Il s'agit du coefficient de la chaleur spécifique du liquide, divisé par la chaleur spécifique de la vapeur.

27.15 Pression de vapeur saturante

La section 27.16 porte sur les gaz purs isolés de leurs liquides. Dans cette section, sont abordés les gaz en contact avec leurs propres liquides. Dans ce contexte, la notion de pression de vapeur saturante (PVS) devient importante.

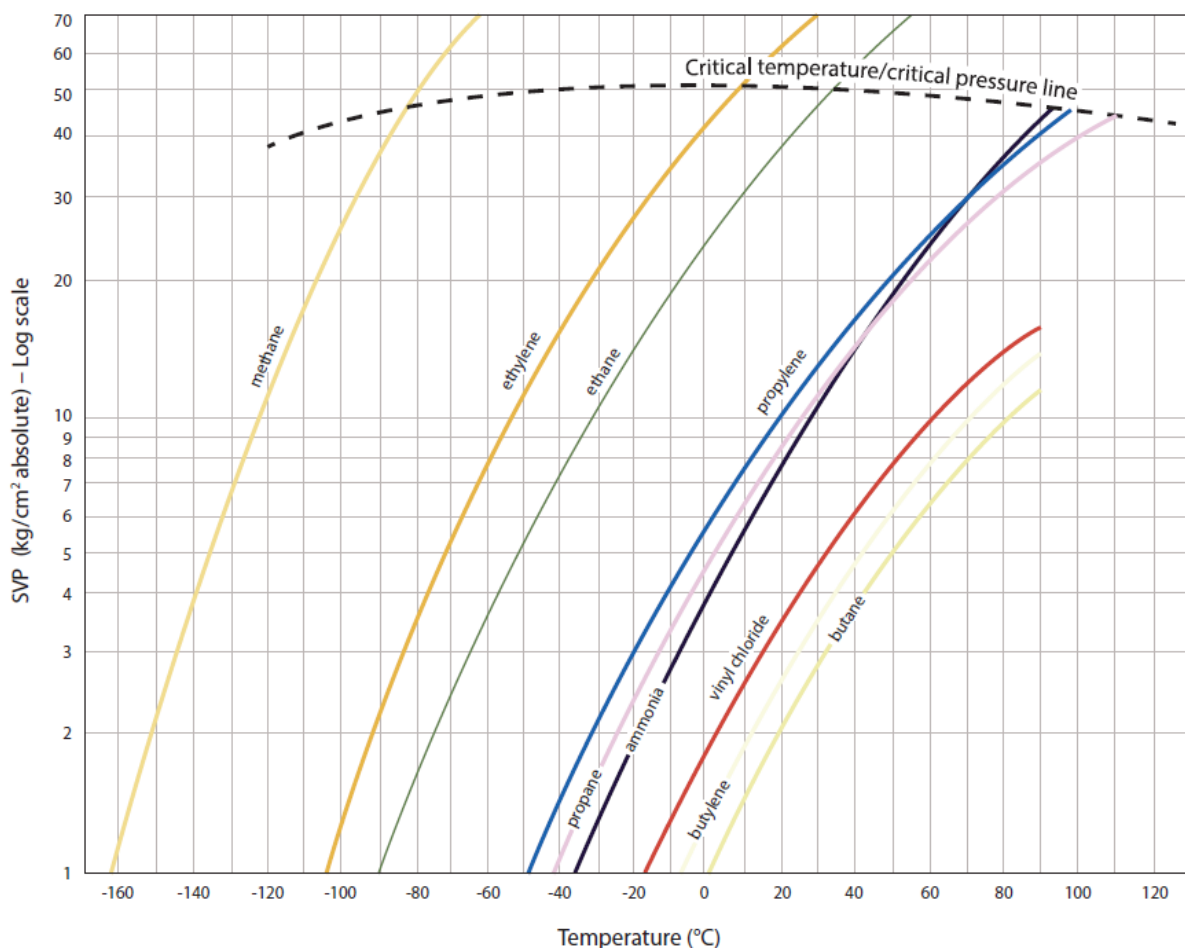
La vapeur dans l'espace au-dessus d'un liquide est constamment en mouvement. Des molécules à la surface du liquide le quittent continuellement pour pénétrer dans la phase vapeur et des molécules dans la vapeur retournent dans la phase liquide. Le volume de la phase gazeuse est dit non saturé s'il peut accepter davantage de vapeur provenant du liquide à sa température actuelle. Une vapeur saturée est une vapeur en équilibre avec son liquide à cette température. Dans cet état, le volume de phase gazeuse ne peut pas accepter davantage de vapeur provenant du liquide sans que n'intervienne un échange continu de molécules entre la vapeur et le liquide.



γ'' Vapour density (kg/dm³) = γ'' Densité de vapeur (kg/dm³)
(P) Vapour pressure [bara] = (P) Pression de vapeur [bara]

γ' Liquid density (kg/dm³) = γ' Densité du liquide (kg/dm³)
Temperature °C = Température °C

Figure 27.14 : Caractéristiques du propane



SVP (kg/cm² absolute) – Log scale = PVS (kg/cm² absolu) – Échelle logarithmique

ethylene = éthylène

propylene = propylène

ammonia = ammoniac

butylene = butylène

Temperature (°C) = Température (°C)

methane = méthane

ethane = éthane

propane = propane

vinyl chloride = chlorure de vinyle

butane = butane

Critical temperature/critical pressure line = température critique / ligne de pression critique

Figure 27.15 : Relation pression / température pour les gaz liquéfiés

La pression exercée par une vapeur saturante à une température donnée est appelée pression de vapeur saturante de cette substance à cette température. Il existe plusieurs méthodes pour mesurer des pressions de vapeur saturante. L'évaporation est un phénomène lors duquel les molécules qui se déplacent le plus rapidement s'échappent de la surface d'un liquide. Toutefois, au stade de l'ébullition, elle a lieu dans le corps du liquide. Ceci se produit lorsque la pression de vapeur externe est égale à la pression du liquide. En faisant varier la pression au-dessus du liquide, le liquide bout à des températures différentes. En diminuant la pression au-dessus du liquide, on abaisse le point d'ébullition, tandis qu'en augmentant la pression, on augmente le point d'ébullition. La courbe « P » de la Figure 27.14 illustre la variation de la pression de vapeur saturante par rapport à la température pour le propane. On constate que l'augmentation de la température du liquide provoque une augmentation non linéaire de la pression de vapeur saturante. La forme non-linéaire de la courbe montre aussi que le comportement du gaz saturé n'est pas tout à fait conforme aux lois des gaz (voir aussi la Figure 27.12 (c)). La Figure 27.14 présente aussi les variations de la densité du propane liquéfié (γ') et la densité de vapeur saturante (γ'') selon la température.

Différents gaz liquéfiés exercent différentes pressions de vapeur. Ceci peut être constaté sur la Figure 27.15. L'axe vertical indique la pression de vapeur saturante sur une échelle logarithmique. (L'utilisation de l'échelle logarithmique modifie la forme des courbes par rapport à celle de « P » dans la Figure 27.14). Le graphique montre que les petites molécules exercent des pressions de vapeur plus importantes que les grandes molécules. De manière générale, les gaz chimiques exercent des pressions de vapeur saturante beaucoup plus faibles que les petites molécules d'hydrocarbures telles que le méthane. Le point d'intersection de ces courbes avec l'axe horizontal indique le point d'ébullition atmosphérique du liquide (la température à laquelle la pression de vapeur saturante est égale à la pression atmosphérique). Il s'agit de la température à laquelle ces cargaisons seraient transportées dans des systèmes de confinement entièrement réfrigérés ou totalement isolés.

Bien que le bar soit désormais l'unité de mesure de la pression la plus fréquemment utilisée dans l'industrie gazière, d'autres unités telles que la kgf/cm² (kilogrammes-force par centimètre carré), des atmosphères ou des millimètres de mercure sont souvent rencontrés. Toutefois, les seules unités légales sont les unités SI (système international d'unités) avec le kilopascal en tant qu'unité habituelle pour la pression. Les facteurs de conversion de ces unités de pression sont présentés dans le Tableau 27.6.

	kPa	bar	std atm	kg.f/cm ²	lb.f/inch ² (p.s.i.)	lb.ft/ ft ² (p.s.i.)	mm (Mercure)	Pouces (Mercure)	Pouces (eau)	ft (eau)	m (eau)
kPa	1	0,01	0,0099	0,0102	0,1450	20,88	7,50	0,2953	4,015	0,3346	0,1020
bar	100	1	0,9869	1,020	14,50	2,089	750,1	29,53	402,2	33,52	10,22
std atm	101,325	1,013	1	1,033	14,70	2,116	760	29,92	407,5	33,96	10,35
kg.f/cm ²	98,039	0,9807	0,9678	1	14,22	2,048	735,6	28,96	394,4	32,87	10,02
lb.f/inch ² (p.s.i.)	6,8966	0,06895	0,06805	0,07031	1	144	51,72	2,036	27,73	2,311	0,7044
lb.f/ft ²	0,0479	4,788x10 ⁻⁴	4,725x10 ⁻⁴	4,882x10 ⁻⁴	0,006944	1	0,3591	0,01414	0,1926	0,01605	0,004891
mm Hg	0,1333	0,001330	0,001316	0,001360	0,01934	2,785	1	0,03937	0,5362	0,04469	0,01362
inch Hg	3,3864	0,03386	0,03342	0,03453	0,4912	70,73	25,4	1	13,62	1,135	0,3459
inch H ₂ O	0,2491	0,002486	0,002454	0,002535	0,03606	5,193	1,865	0,07342	1	0,0833	0,02540
ft H ₂ O	2,9886	0,02984	0,02944	0,03042	0,4327	62,31	22,38	0,8810	12	1	0,3048
m H ₂ O	9,8039	0,09789	0,09660	0,0998	1,420	204,4	73,42	2,891	39,37	3,281	1

Tableau 27.6 : Facteurs de conversion des unités de pression

Tous les manomètres utilisés pour mesurer la pression mesurent la différence de pression. La pression manométrique est donc la différence de pression entre la pression à laquelle le manomètre est connecté et la pression autour du manomètre (pression atmosphérique). La pression absolue est obtenue en additionnant la pression extérieure (par exemple la pression atmosphérique) à la pression manométrique.

Les pressions de vapeur, bien qu'elles puissent être déterminées au moyen d'un manomètre, sont une caractéristique fondamentale d'un produit. En conséquence, il s'agit essentiellement des pressions absolues. Cependant, les pressions de conception des citernes et des réglages des soupapes de dégagement sont basées sur la différence physique entre les pressions internes et externes et sont donc des pressions manométriques. Par souci de cohérence tout au long du présent guide, la plupart des pressions sont données en bar, mais, pour éviter toute confusion, l'unité est indiquée par Barg lorsqu'il s'agit d'une pression manométrique.

Il est d'usage qu'un gaz liquéfié soit défini en Europe par rapport à sa pression de vapeur en tant que substance présentant à 50 °C une pression de vapeur égale ou supérieure à 300 kPa en valeur absolue.

27.16 Densités de vapeur et de liquide

27.16.1 Densité de liquide

La densité d'un liquide est définie comme étant sa masse par unité de volume et elle est généralement exprimée en kilogrammes par mètre cube (kg/m^3). À défaut, la densité du liquide peut aussi être exprimée en kg/litre ou en kg/dm^3 . La variation avec la température de la densité du liquide d'un gaz liquéfié (en équilibre avec sa vapeur) est indiquée pour le propane par la courbe y' de la Figure 27.14. Il apparaît que la densité du liquide diminue au fur et à mesure que la température augmente. Les importantes modifications observées sont dues au coefficient de dilatation relativement élevé du gaz liquéfié. Les valeurs pour la densité du liquide (par rapport à l'eau) de gaz liquéfiés à leur point d'ébullition atmosphérique sont indiquées dans le Tableau 27.5. Tous les gaz liquéfiés, à l'exception du chlore et du dioxyde de carbone présentent une densité relative du liquide qui est inférieure à un. Cela signifie qu'en cas de déversement sur l'eau, ces liquides flottent avant leur évaporation.

Basculement de couches (Roll-Over)

Un danger lié à la densité de la cargaison est le phénomène de basculement. Les conditions pour un basculement sont réunies lorsque le contenu d'une citerne de liquide se stratifie de manière à former une couche plus lourde au-dessus d'une couche inférieure moins dense. Le basculement est un phénomène de mélange spontané qui survient pour corriger cette instabilité.

Le basculement, dans une citerne de bateau ou à terre, peut entraîner des taux d'évaporation dix fois supérieur à la normale, provoquant une surpression, l'ouverture des soupapes de dégagement et la libération dans l'atmosphère de quantités considérables de vapeurs ou même de mélanges à deux phases.

Lorsque des liquides de densité différente sont chargés – sans les mélanger – dans la même citerne, il existe un risque que se forment des couches. Ceci peut être dû au fait que la cargaison ne se mélange pas (voir ci-dessous). Une instabilité est générée entre les couches si la couche inférieure devient moins dense que la couche supérieure.

Le phénomène est essentiellement limité aux grandes citernes, bien qu'il se soit déjà produit à bord de grands transporteurs de GNL et de GPL. En outre sont connus des incidents de basculement dans des installations de stockage d'ammoniac à terre. Pour la plupart des autres gaz liquéfiés, comme il s'agit de produits purs, le risque de basculement est moins important. Toutefois, si deux cargaisons différentes telles que le butane et le propane sont chargées dans la même citerne, la formation de couches peut être importante. Le chargement d'une citerne de bateau de cette manière n'est pas recommandé, à moins qu'une analyse thermodynamique détaillée du processus soit effectuée et que le chargement soit effectué dans des conditions strictement contrôlées.

Les mesures ci-après peuvent contribuer à éviter le basculement :

- stocker les liquides de densité différente dans les citernes différentes à terre ;
- remplir les citernes à terre au moyen de buses ou de jets pour favoriser le mélange ;
- utiliser la tuyauterie de remplissage à un niveau approprié dans la citerne à terre ;
- éviter les interruptions prolongées pendant le chargement de bateaux-citernes ;
- surveiller l'état de la cargaison et les taux d'évaporation pour détecter des valeurs inhabituelles ;
- transférer de la cargaison dans d'autres citernes ou la recirculer dans la citerne à terre concernée.

27.16.2 Densité de la vapeur

La relation densité / température de la vapeur saturante de propane est donnée par la courbe y' de la Figure 27.14. La densité de vapeur est souvent exprimée en kg/m³. La densité de la vapeur saturante augmente lorsque la température augmente. Ceci est dû au fait que la vapeur est en contact avec son liquide et, lorsque la température s'élève, davantage de liquide passe en phase vapeur pour atteindre la pression de vapeur plus élevée. Il en résulte une augmentation considérable de la masse par unité de volume de phase vapeur. Les densités de différentes vapeurs (par rapport à l'air) à température et pression normales sont indiquées dans le Tableau 27.5. La plupart des gaz liquéfiés produisent des vapeurs qui sont plus lourdes que l'air. Les exceptions sont le méthane (à des températures supérieures à -113 °C), l'éthylène et l'ammoniac. Les vapeurs libérées dans l'atmosphère, qui sont plus denses que l'air, ont tendance à descendre et ne se dispersent pas facilement.

27.17 Propriétés physiques des mélanges de gaz

Si les composants d'un mélange de gaz sont connus, il est possible d'effectuer une variété de calculs en utilisant les relations suivantes.

Masse moléculaire

La masse moléculaire du mélange de gaz = $M_i V_i / 100$

où : M_i = la masse moléculaire du composant

V_i = le pourcentage de volume du composant

Pourcentage massique

Le pourcentage massique du composant = $V_i M_i / M_{\text{mix}}$,

où : M_{mix} = la masse moléculaire du mélange de gaz

Densité de vapeur relative

La densité de vapeur relative du mélange de gaz ((à 0 °C et 1 bar) = M_{mix} / M_a

où : M_a = la masse moléculaire de l'air = 29

À titre d'exemple, sur la base du pourcentage en volume des composants dans un mélange de gaz, le Tableau 27.7 montre comment peut être déterminée la masse moléculaire du mélange.

L'exemple porte sur la composition d'un gaz naturel typique.

Élément gazeux	Pourcentage en volume (V_i)	Composante moléculaire (M_i)	$M_i V_i / 100$	Pourcentage par masse
Méthane	83,2	16,04	13,35	67,6
Éthane	8,5	30,07	2,56	13,0
Propane	4,4	44,09	1,94	9,8
Butane	2,7	58,12	1,57	7,9
Azote	1,2	28,02	0,34	1,7
	100,00	$M_{\text{mix}} = 19,76$	19,76	100,00

Densité relative du mélange $\frac{19,76}{29} = 0,681$

Tableau 27.7 : Calcul de la masse moléculaire d'un mélange de gaz

Pression de vapeur des mélanges liquides

La loi de Dalton de la pression partielle stipule que lorsque plusieurs gaz occupent un espace commun, chacun se comporte comme s'il occupait l'espace seul. La pression exercée par chaque gaz est appelée pression partielle et la pression totale exercée à l'intérieur de l'espace équivaut à la somme des pressions partielles des composants.

En utilisant la loi de Dalton, il est possible de calculer la pression de vapeur saturante d'un mélange de liquides à une température donnée. La pression partielle exercée par la vapeur d'un composant liquide est égale au produit de la pression de vapeur saturante de ce composant s'il était le seul présent à cette température, multiplié par la fraction molaire du composant dans le mélange liquide. Le total de la pression de vapeur saturante du mélange sera équivalent à la somme des pressions partielles de chaque composant.

Ainsi, $P_{mt} = \sum (P_{nt} \times F_n)$

où P_{mt} est la pression de vapeur saturante du mélange liquide (m) à la température (t)

P_{nt} est la pression de vapeur saturante du composant (n) à la température (t)

F_n est la fraction molaire du composant (n) dans le mélange liquide. Il s'agit de la masse de ce composant, divisée par la masse de l'ensemble du mélange. Par exemple, dans le Tableau 27.7, la fraction molaire du mélange de gaz est donnée par :

$$\frac{M_i V_i}{M_{mix} \times 100}$$

À titre d'exemple, pour un GPL de la composition suivante à -40 °C :

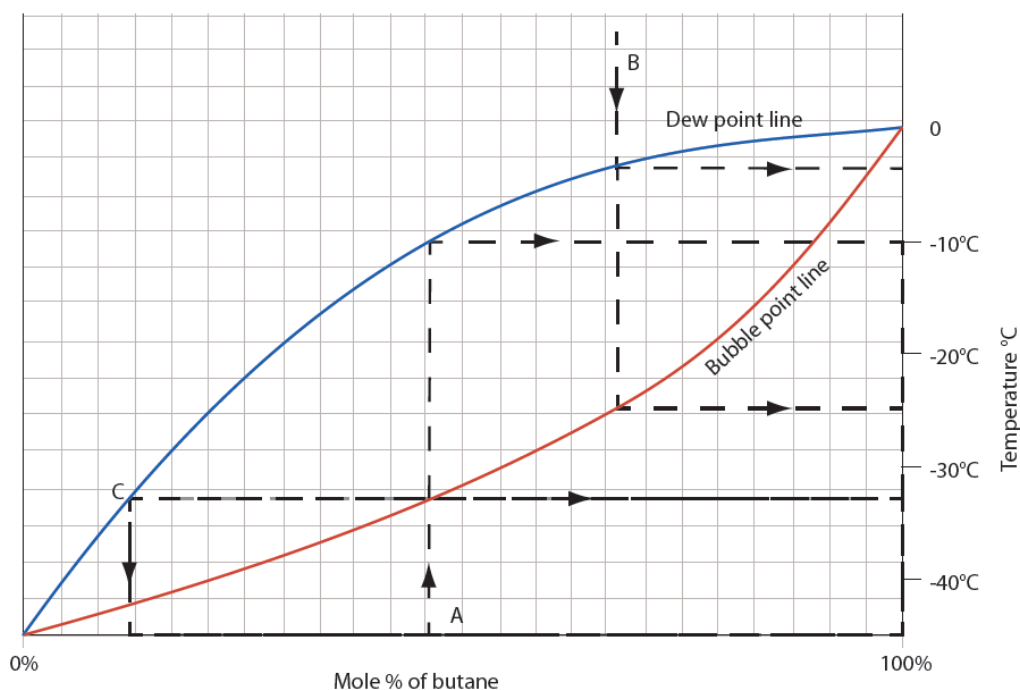
Composant (n)	Fraction molaire dans le mélange (F_n)	PVS du composant à -40 °C (P_{nt}) (bar)	Pression partielle du composant à -40 °C ($P_{nt} \times F_n$)	Composition de la vapeur (Pression partielle/PVS du mélange x 100) (5 en volume)
Éthane Propane n-Butane i-Butane	0,002	7,748	0,0155	1,4
	0,956	1,13	1,0803	97,8
	0,030	0,17	0,0051	0,5
	0,012	0,284	0,0034	0,3
	1,000		1,1043	100,0
Pression de vapeur saturante du mélange = 1,1043				

Il apparaît clairement dans l'exemple ci-dessus que la présence d'une petite quantité d'un élément très volatil dans le mélange liquide peut accroître considérablement la pression de vapeur. Parce que les composants du mélange liquide sont en solution, un composant dont le point d'ébullition est bas, tel que l'éthane dans l'exemple ci-dessus, peut rester en phase liquide à des températures bien au-dessus du point d'ébullition de la substance pure. Toutefois, la phase vapeur contiendra une proportion plus élevée de ce composant à bas point d'ébullition que le mélange liquide.

27.18 Points de bulle et points de rosée de mélanges

Comme indiqué dans la section 27.12 et illustré par la Figure 27.10, un liquide pur commence à bouillir à une température donnée en fonction de la pression au-dessus du liquide. Le liquide va continuer à bouillir à cette température si la pression demeure constante. Lors du refroidissement de la vapeur surchauffée à cette même pression, la vapeur sera saturée à la même température fixe et se condensera en liquide à cette température. Toutefois, en raison des volatilités différentes de ces composants, un mélange de gaz liquéfié se comportera différemment. Le point de bulle, c'est-à-dire la pression de vapeur réelle d'un mélange liquide à une pression donnée, est défini comme la température à laquelle le liquide commence à bouillir lorsque la température augmente.

Le point de rosée d'un mélange de vapeur, à une pression donnée est défini comme la température à laquelle la vapeur commence à se condenser lorsque la température diminue. Pour un mélange liquide en équilibre avec sa vapeur, le point de bulle et le point de rosée interviennent à des températures différentes.



Dew point line = Ligne du point de rosée
Temperature °C = Température °C

Bubble point line = ligne de points de bulle
Mole % of butane = % molaire du butane

Figure 27.16 : Schéma d'équilibre pour les mélanges propane / butane

Ce comportement peut être représenté sur un schéma d'équilibre. Un exemple typique de mélange propane / butane est présenté à la Figure 27.16. Le schéma indique ici les valeurs d'équilibre vapeur / liquide pour les mélanges en fonction du pourcentage molaire dans le liquide de la composante moins volatile (butane). La valeur d'équilibre doit être liée à une pression unique et dans cet exemple la valeur est donnée par rapport à la pression atmosphérique.

Les deux courbes de la Figure 27.16 montrent les points de bulle et les points de rosée du mélange sur une plage allant du propane pur (0 % de butane) au butane pur (100 %). Il est à noter qu'aux deux extrêmes, c'est-à-dire le butane pur ou le propane pur, les points de bulle et les points de rosée coïncident. En interprétant ce schéma, il peut être constaté qu'un mélange liquide de composition (A) va commencer à bouillir à son point de bulle de -32,5 °C, mais ne pourra complètement se vaporiser en équilibre avec sa vapeur qu'à condition que la température monte à -10 °C.

De même, un mélange de vapeur de composition (B) va commencer à se condenser à son point de rosée de -3 °C, mais ne pourra entièrement se condenser qu'à condition que la température chute à -25 °C.

De tels diagrammes peuvent aussi être utilisés pour estimer les différentes proportions des composants d'un mélange liquide et dans son mélange de vapeur d'équilibre. Reprenant un liquide de composition (A), et supposant qu'il est transporté à bord d'un bateau-citerne entièrement réfrigéré à son point de bulle initial de -32,5 °C, à cette température, la composition de la vapeur qui sera en équilibre avec le liquide sera donnée par (C).

27.19 Reliquéfaction et enthalpie

27.19.1 Enthalpie

L'enthalpie de la masse d'une substance est une mesure de sa teneur en chaleur thermodynamique (ou énergie), que la substance soit sous forme liquide, de vapeur, ou d'une combinaison des deux. Dans le système SI, elle est mesurée en kilojoules par kilogramme.

L'enthalpie (H) est définie comme :

$$H = U + \frac{PV}{M}$$

où : H = enthalpie (kJ/kg)

U = énergie interne (kJ/kg)

P = pression absolue (kN/m²)

V = volume total du système -- liquide plus vapeur (m³)

et M = masse dans le système (kg)

[Note : Newtons = kg m/sec² ; Joules = kg m²/sec²]

L'énergie totale interne d'un fluide est l'énergie thermodynamique attribuable à son état physique. Elle inclut la chaleur sensible, la chaleur latente, l'énergie cinétique et l'énergie potentielle. L'indication PV dans la formule ci-avant désigne l'énergie présente dans un liquide en raison de la pression et du volume.

Les valeurs absolues de l'enthalpie ne sont généralement d'aucune utilité concrète, ce sont les changements d'enthalpie qui sont importants dans l'analyse thermodynamique d'un processus. En conséquence, l'enthalpie d'un système est généralement exprimée par un zéro arbitrairement choisi. Étant donné qu'un changement d'enthalpie exprime la variation totale d'énergie dans un fluide qui subit un processus thermodynamique quelconque, il s'agit d'une valeur utile pour l'analyse de l'évolution de l'énergie. Ceci est particulièrement vrai dans les processus cycliques impliquant la compression, l'expansion, l'évaporation ou la condensation, tels que ceux rencontrés dans la reliquéfaction des vapeurs d'évaporation. Dans ces processus, les variations de l'énergie cinétique et de l'énergie potentielle sont négligeables et donc les changements d'enthalpie peuvent être calculés à partir de données thermodynamiques sûres. Des présentations sous forme de tableaux des variations d'enthalpie existent pour certains gaz liquéfiés mais, pour de nombreuses applications, la présentation la plus couramment utilisée est celle trouvée dans les diagrammes de Mollier. Sur un graphique complet, le diagramme de Mollier présente de nombreux facteurs différents par rapport à la pression absolue (échelle logarithmique) et l'enthalpie (échelle linéaire). Les diagrammes de Mollier sont disponibles pour un large éventail de fluides, y compris tous les gaz liquéfiés.

27.19.2 Réfrigération

La Figure 27.17 présente les principales caractéristiques du diagramme de Mollier pour le propane. Dans ce diagramme, l'unité de chaleur utilisée est le kilojoule. (L'échelle d'enthalpie est basée sur l'hypothèse de 419 kJ/kg à 0 °C dans la phase liquide.) L'élément prépondérant de la Figure est la forme arrondie conique de la zone de mélange liquide / vapeur. Celle-ci est délimitée par la ligne du liquide saturé et la ligne de vapeur saturante qui se rencontrent au sommet, qui est le point critique. Comme indiqué ci-après, le schéma comporte également des lignes de température constante, de volume constant, d'entropie constante et la fraction sèche.

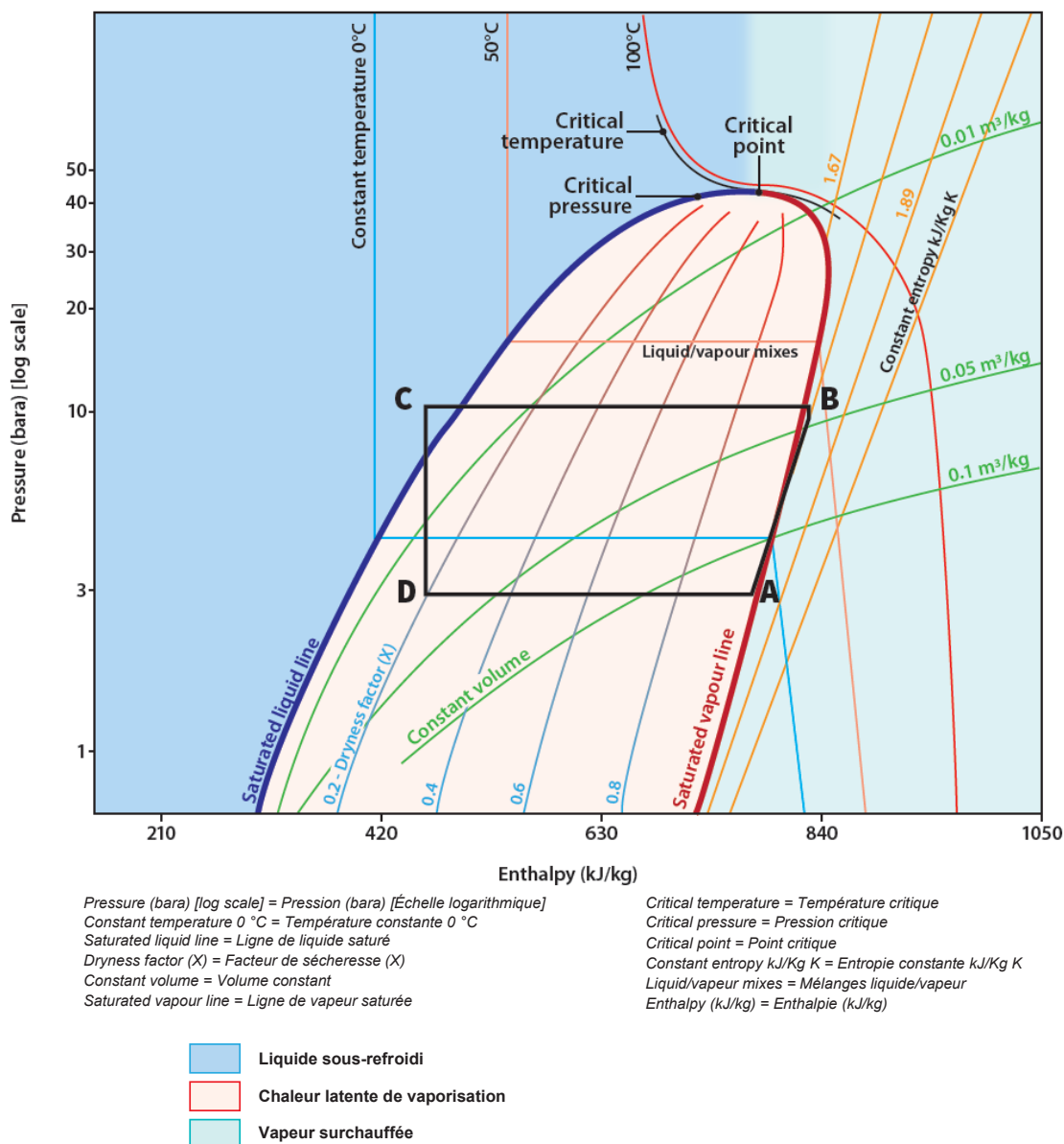


Figure 27.17 : Diagramme de Mollier pour le propane

Reliquéfaction

Superposé au diagramme de Mollier est présenté un exemple des changements de pression et d'enthalpie survenant lors d'un cycle de reliquéfaction simple à bord. Celui-ci porte sur l'évaporation d'une cargaison semi-pressurisée de propane transportée à 3 bars et -14 °C (Par rapport à cet exemple, voir aussi la section 27.13 et la Figure 27.11.). Au point A sur le diagramme, la vapeur d'évaporation est retirée de la citerne à cargaison et elle est comprimée à 10 bars au point B. Il est admis ici que la compression est adiabatique, c'est-à-dire sans perte de chaleur par la vapeur lors de la compression (voir aussi la section 27.16). Pour un tel processus adiabatique idéal, la variation d'entropie est nulle et la ligne AB suit une ligne d'entropie constante. La différence d'enthalpie entre B et A (environ 840 – 790 = 50 kJ/kg) représente l'action du compresseur sur la vapeur. Il est à noter aussi que la ligne AB traverse des lignes de volume constant, ce qui indique une diminution du volume due à la compression.

De B à C, la vapeur perd de la chaleur et se condense en liquide. L'emplacement de C dans cet exemple montre que le condenseur a provoqué un relatif sous-refroidissement du liquide. Le changement d'enthalpie de B à C (environ 840 - 470 = 370 kJ/kg) représente la chaleur retirée par le condenseur.

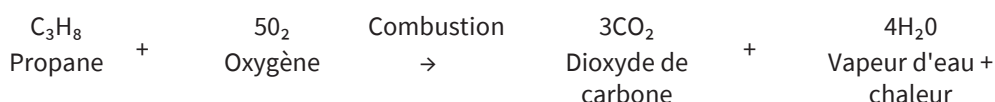
Le condensat liquide est ensuite détendu grâce à une vanne de régulation (détendeur), puis il est renvoyé dans la citerne du bateau à une pression de 3 bars. Durant cette procédure, le condensat ne perd ni ne reçoit de la chaleur et par conséquent il n'y a pas de variation d'enthalpie. Durant le processus d'expansion, la variation de la chaleur sensible (refroidissement) correspond exactement à la pénétration de la chaleur latente nécessaire à l'évaporation éclair. La ligne CD est par conséquent verticale et la position de D indique une fraction sèche de 0,2 pour le condensat renvoyé : soit 20 % de masse vapeur et 80 % de masse liquide.

L'effet total de réfrigération du cycle est indiqué par la différence d'enthalpie de la vapeur envoyée dans le compresseur en A et celle du retour du condensat en D (environ $790 - 470 = 320$ kJ/kg).

27.20 Inflammabilité

Combustion

La combustion est une réaction chimique, initiée par une source d'inflammation, où des vapeurs inflammables se combinent avec l'oxygène pour produire du dioxyde de carbone, de la vapeur d'eau et de la chaleur. Dans des conditions idéales, la réaction pour le propane peut être écrite comme suit :



Dans certaines circonstances, par exemple lorsque l'apport en oxygène au combustible est limité, du monoxyde de carbone ou du carbone peuvent également être produits.

Les trois éléments nécessaires pour que la combustion puisse avoir lieu sont le combustible, l'oxygène et l'inflammation. En outre, pour que l'inflammation puisse se produire, les proportions de la vapeur par rapport à l'oxygène (ou à l'air) doivent se situer dans les limites d'inflammabilité du produit.

Les gaz produits par la combustion sont chauffés par la réaction. Dans des espaces ouverts, l'expansion des gaz est libre et la combustion peut se poursuivre sans que ne se développent des surpressions excessives. Si l'expansion des gaz chauds est entravée d'une manière ou d'une autre, la pression va augmenter, de même que la vitesse de propagation des flammes. Ceci dépend du type de confinement. La vitesse accrue de la propagation des flammes provoque une augmentation plus rapide de la pression et des dommages dus aux surpressions peuvent en résulter. Même à l'air libre, si le confinement résultant de la présence de tuyauteries, d'installations ou de bâtiments est suffisant, la combustion peut s'apparenter à une explosion. Dans des conditions de confinement important, par exemple dans un immeuble ou une citerne de bateau où les gaz en expansion ne peuvent s'échapper, la pression interne et son taux d'augmentation peuvent être suffisants pour faire éclater le confinement. Dans ce cas, l'explosion n'est pas due à des taux de combustion élevés ni à la vitesse de propagation des flammes : elle résulte davantage du dégagement de la haute pression lors de la rupture de confinement.

La détente explosive des vapeurs d'un liquide en ébullition

Une BLEVE (*Boiling-Liquid/Expanding-Vapour Explosion* / détente explosive des vapeurs d'un liquide en ébullition) est une explosion résultant de la défaillance catastrophique d'une citerne contenant un liquide nettement au-dessus de son point d'ébullition à la pression atmosphérique normale. La citerne peut céder pour l'une des raisons suivantes : dommages mécaniques, corrosion, pression interne excessive, choc de la flamme ou défaillance du métal.

La cause la plus fréquente d'une BLEVE est probablement celle d'un incendie qui augmente la pression interne du contenu de la citerne et de l'effet des flammes diminuant la résistance mécanique des parois, particulièrement dans la partie du bateau qui n'est pas refroidie par le liquide interne. Il en résulte que la citerne s'éventre soudainement et des morceaux de l'enveloppe peuvent être projetés à des distances considérables, les éléments concaves tels que les bouchons d'obturation étant propulsés comme des fusées s'ils contiennent du liquide. Lors de la rupture, la décompression soudaine produit une explosion et la pression chute immédiatement. À ce moment, la température du liquide est bien au-dessus de son point d'ébullition atmosphérique et, par conséquent, il s'évapore instantanément en produisant de grandes quantités de vapeur propulsées vers le haut avec des gouttelettes de liquide.

Lorsque le mélange gaz/air est dans ses limites d'inflammabilité, il s'enflammera à partir du métal qui se déchire ou de l'incendie environnant pour former une boule de feu atteignant des proportions gigantesques, la libération soudaine de gaz fournissant du combustible supplémentaire pour la boule de feu qui s'élève. La vapeur en expansion rapide produit un souffle supplémentaire et un rayonnement de chaleur intense.

De tels incidents de BLEVE se sont produits avec des wagons-citernes, des véhicules routiers et lors de plusieurs incidents dans des terminaux. Aucun cas de ce genre n'est connu avec un bateau transportant du gaz liquéfié. Conformément à la réglementation pertinente, les soupapes de surpression sont dimensionnées pour faire face à un incendie environnant, ce qui contribue à limiter ce risque, comme pour les citernes à terre. Il est à noter que la probabilité d'un incendie survenant dans l'espace confiné situé sous une citerne à cargaison à bord d'un bateau est nettement inférieure qu'avec une citerne similaire installée à terre. Ceci réduit le risque d'un incendie environnant survenant à bord d'un bateau-citerne et exclut quasiment la possibilité d'une BLEVE à bord d'un bateau transportant du gaz.

Plage d'inflammabilité

Le concept de plage d'inflammabilité donne une mesure de la proportion de vapeurs inflammables par rapport à l'air pour que la combustion soit possible. La plage d'inflammabilité correspond à l'intervalle entre les concentrations minimale et maximale de la vapeur (% en volume) dans l'air, qui forme un mélange inflammable. Les limites inférieure et supérieure sont généralement abrégées LII et LSI. Ce concept est illustré pour le butane, l'éthylène et le méthane dans la Figure 27.18.

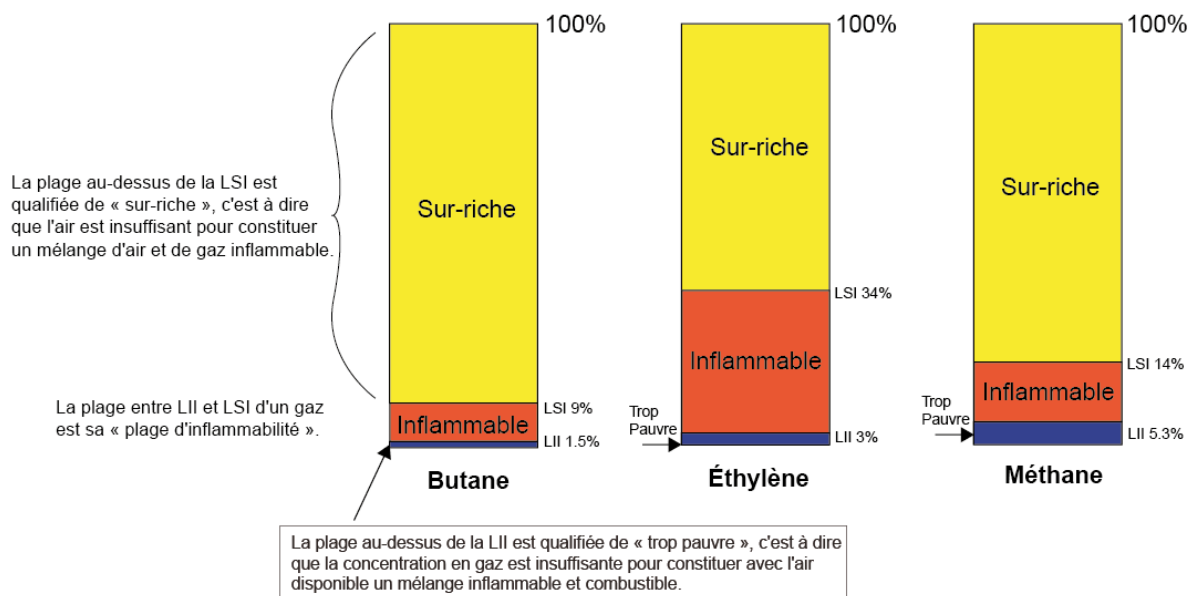


Figure 27.18 : Plage d'inflammabilité du butane, de l'éthylène et du méthane (pourcentage dans l'air)

Tous les gaz liquéfiés, à l'exception du chlore et du dioxyde de carbone, sont inflammables, mais les limites de la plage d'inflammabilité varient en fonction de la vapeur concernée. Ces limites sont présentées dans le Tableau 27.8. La plage d'inflammabilité d'une vapeur est élargie en présence d'un taux d'oxygène supérieur à celui de l'air. Dans ce cas, la LII est peu modifiée, mais la LSI est considérablement augmentée. Le Tableau 27.9 présente une comparaison des plages d'inflammabilité du propane, du butane et du chlorure de vinyle dans l'air et dans l'oxygène. Toutes les vapeurs inflammables présentent cette propriété et, par conséquent, de l'oxygène ne doit normalement pas être introduit dans une atmosphère contenant des vapeurs inflammables.

Gaz liquéfié	Point d'éclair (°C)	Plage d'inflammabilité (% en vol. dans l'air)	Température d'inflammation spontanée (°C)
Méthane	-175	5,3-14	595
Éthane	-125	3,0-12,5	510
Propane	-105	2,1-9,5	468
n-Butane	-60	1,5-9,0	365
i-Butane	-76	1,5-9,0	500
Éthylène	-150	3,0-34,0	453
Propylène	-108	2,0-11,1	453
α-Butylène	-80	1,6-10	440
β-Butylène	-72	1,6-10	465
Butadiène	-60	1,1-12,5	418
Isoprène	-50	1,1-9,7	220
Chlorure de vinyle	-78	4,0-33,0	472
Oxyde d'éthylène	-18	3,0-100	429
Oxyde de propylène	-57	14-28	465
Ammoniac	-57	14-28	615
Chlore	Non inflammable		
Dioxyde de carbone (CO ₂)	Non inflammable		

Tableau 27.8 : Inflammabilité des gaz liquéfiés

	Plage d'inflammabilité (% en vol.)	
	(dans l'air)	(dans l'oxygène)
Propane	2,1-9,5	2,1-55,0
n-Butane	1,5-9,0	1,8-49,0
Chlorure de vinyle	4,0-33,0	4,0-70,0

Tableau 27.9 : Plage d'inflammabilité dans l'air et l'oxygène de certains gaz liquéfiés

Point d'éclair

Le point d'éclair d'un liquide est la température minimale à laquelle ce liquide produit suffisamment de vapeur pour former un mélange inflammable avec l'air. Les liquides à pression de vapeur élevée tels que les gaz liquéfiés ont des points d'éclair extrêmement bas, comme indiqué dans le Tableau 27.8. Toutefois, bien que les gaz liquéfiés ne soient jamais transportés à des températures inférieures à leur point d'éclair, les espaces de vapeur au-dessus de ces cargaisons sont non-inflammables, car ils sont entièrement remplis de vapeur de cargaison et sont par conséquent bien au-dessus de la LSI.

Température d'inflammation spontanée

La température d'inflammation spontanée d'une substance est la température à laquelle son mélange de vapeur dans l'air doit être chauffé pour s'enflammer spontanément. La température d'inflammation spontanée n'est pas liée à la pression de vapeur ni au point d'éclair de la substance et, étant donné que les sources d'inflammation les plus probables sont des flammes ou des étincelles externes, c'est le point d'éclair plutôt que la température d'inflammation spontanée qui est utilisé pour la classification d'inflammabilité des matériaux dangereux. Néanmoins, lorsque des fuites de vapeur sont considérées en liaison avec des tuyaux de vapeur ou d'autres surfaces chaudes à proximité, la température d'inflammation spontanée mérite d'être mentionnée. C'est pourquoi ces températures sont indiquées dans le Tableau 27.8.

Énergie nécessaire pour l'inflammation

Les sources d'inflammation accidentelle de vapeurs inflammables peuvent être des flammes, des étincelles thermiques (dus à l'impact de métal sur du métal) et des arcs électriques ou des étincelles (courts-circuits ou décharges électrostatiques). L'énergie minimale nécessaire pour enflammer des vapeurs d'hydrocarbures est très faible, en particulier lorsque la concentration de vapeur est au milieu de la plage d'inflammabilité. Les énergies minimales pour l'inflammation de vapeurs inflammables dans l'air sont généralement de moins d'un milli-joule. Ce niveau d'énergie est largement dépassé par toute flamme visible, par la plupart des étincelles de circuit électrique ou par les décharges électrostatiques au niveau le plus bas qui soit détectable par le contact humain. La présence d'oxygène au-delà du taux normal dans l'air diminue encore l'énergie minimale nécessaire pour l'inflammation.

Seuls les mélanges inflammables de l'ammoniac ont des énergies minimales d'inflammation inférieures à cette plage typique. L'ammoniac nécessite des énergies 600 fois plus importantes que les autres gaz pour son inflammation. Néanmoins, la possibilité d'inflammation de vapeurs d'ammoniac ne peut être complètement écartée.

Inflammabilité dans les nuages de vapeur

Si un gaz liquéfié est déversé à l'air libre, le liquide s'évapore rapidement pour produire un nuage de vapeur (voir aussi la section 27.12.2) qui va progressivement être dispersé par le vent. Le nuage ou panache de vapeur est inflammable seulement sur une partie de sa superficie. La situation est illustrée par la Figure 27.19.

La zone (B) immédiatement voisine de la zone de déversement (A) est non-inflammable, car elle est trop riche. Elle contient un trop faible pourcentage d'oxygène pour être inflammable. La zone (D) est également non-inflammable, car la concentration est trop faible et contient trop peu de vapeur pour être inflammable. La zone inflammable se trouve entre ces deux zones, indiquée par (C).

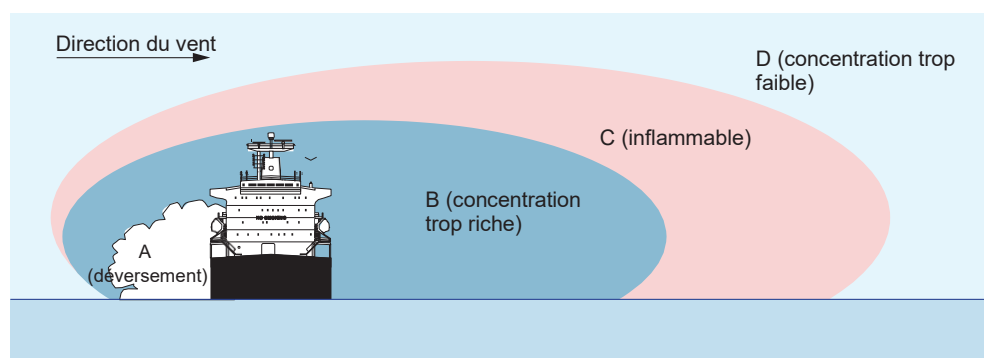


Figure 27.19 : Zones de vapeurs inflammables - un déversement de gaz liquéfié

27.21 Suppression de l'inflammabilité par un gaz inerte

Si l'augmentation du taux d'oxygène dans un mélange inflammable provoque un élargissement de la plage d'inflammabilité et un abaissement de l'énergie nécessaire pour l'inflammation, la diminution du taux d'oxygène réduit la plage d'inflammabilité et augmente l'énergie minimale requise pour l'inflammation. Si la disponibilité d'oxygène est suffisamment réduite, le mélange devient non-inflammable, quelle que soit la teneur en vapeur inflammable. La Figure 27.20 illustre ce concept pour des mélanges caractéristiques de gaz d'hydrocarbures avec de l'air et de l'azote. Les mélanges sont représentés sur l'axe horizontal par le pourcentage d'oxygène dans le mélange total. Le diagramme fournit beaucoup d'informations utiles. Le rétrécissement de la plage d'inflammabilité lorsque la teneur en oxygène est réduite est visible par la forme de la zone portant la mention « inflammable ». Il apparaît clairement aussi que la teneur en oxygène inférieure à celle de l'extrémité gauche de la plage inflammable rend le mélange non-inflammable. Pour la plupart des vapeurs d'hydrocarbures, cette valeur est d'environ 10 à 12 % en volume. Toutefois, une teneur en oxygène inférieure à 5 % (parfois 2 %) est nécessaire pour que l'atmosphère soit suffisamment ininflammable.

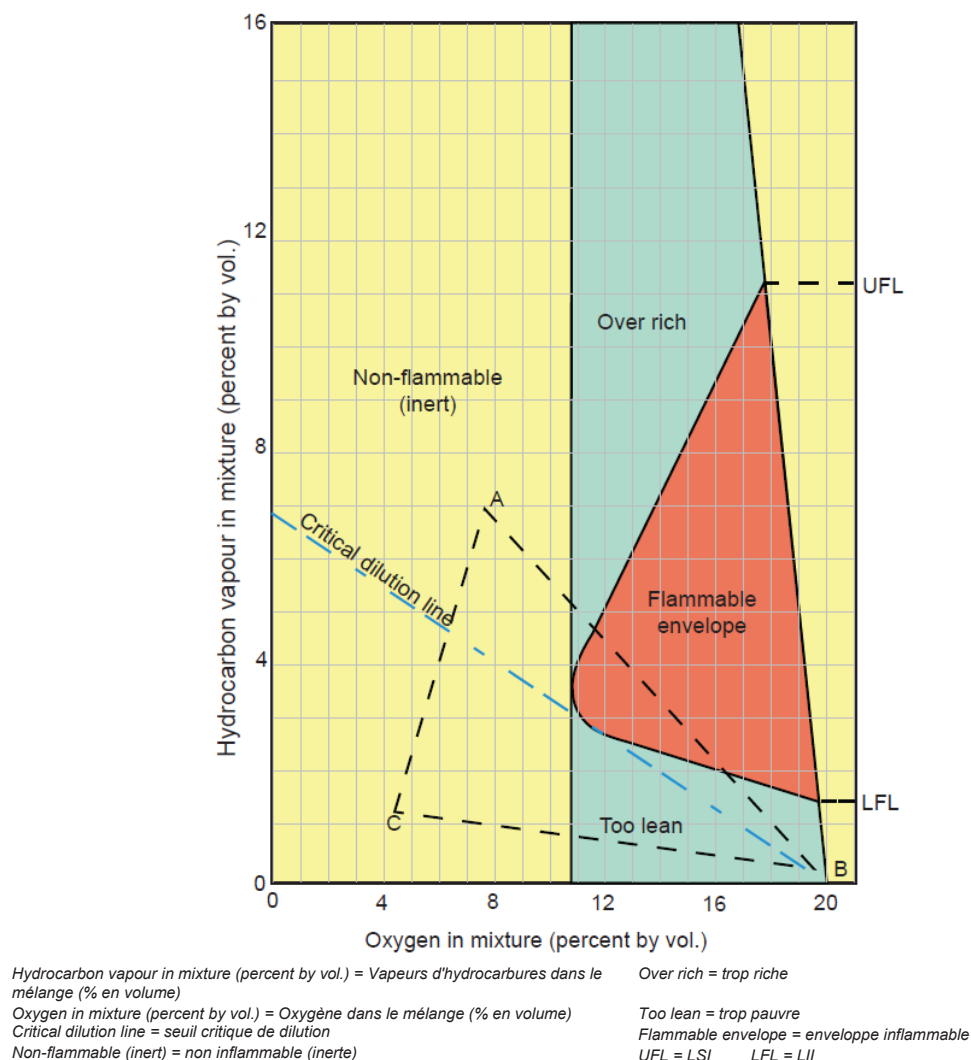


Figure 27.20 : Limites d'inflammabilité des mélanges de gaz dans l'air et l'azote

Le schéma est également utile pour illustrer les procédures d'inertage et de dégazage appropriées. Supposons à titre d'exemple que l'atmosphère des citernes est représentée par le point A. Si la citerne est ensuite dégazée directement avec de l'air, la composition de l'atmosphère de la citerne se déplacera le long de la ligne AB pour atteindre l'état totalement exempt de gaz au point B. Durant le processus, l'atmosphère passe par la plage inflammable. Ceci peut être évité par l'inertage préalable de la citerne, par exemple le long de la ligne AC jusqu'à un point inférieur au seuil critique de dilution. L'aération au point B peut alors être entreprise sans que l'atmosphère de la citerne ne passe par la plage inflammable. Ce résultat ne peut être obtenu en toute sécurité que si des mesures sont effectuées régulièrement en utilisant des instruments bien calibrés pour évaluer l'atmosphère dans l'intégralité de la citerne lors des différentes étapes. Durant ce processus, il est important d'appliquer des marges de sécurité raisonnables, étant donné que la forme de la plage inflammable est mal définie pour les mélanges et que tout défaut d'homogénéité de l'atmosphère de la citerne doit être envisagé. En outre, la gamme des limites d'inflammabilité qui varie pour les différents gaz doit être prise en compte (voir le Tableau 27.8).

27.22 Sources d'inflammation

Voir la section 4.2 qui comporte des indications sur le contrôle des sources d'inflammation potentielles.

28 Dangers liés aux gaz

Ce chapitre porte principalement sur la qualité de l'atmosphère à laquelle le personnel peut être exposé. Outre le risque que le personnel soit confronté à des vapeurs d'hydrocarbures de nature toxique, la carence en oxygène est également abordée. Des méthodes de contrôle des atmosphères sont décrites.

28.1 Risques liés à la cargaison

Tous les bateaux-citernes transportant du gaz sont conçus de sorte que, en fonctionnement normal, le personnel ne soit jamais exposé aux dangers liés aux produits transportés. Ceci suppose que le bateau-citerne et ses équipements soient bien entretenus et que les procédures soient observées.

Lors d'une fuite accidentelle, d'une inspection d'urgence ou de tâches de maintenance, le personnel peut être exposé à des produits liquides ou gazeux. Le présent chapitre porte sur les risques pour la santé et la sécurité liés à ces situations et décrit les moyens de les éviter.

L'approche globale de la prévention des risques pour le personnel doit toujours être, par ordre de préférence :

- la suppression du risque ;
- la maîtrise du risque ;
- la protection personnelle.

Cette liste suggère que l'utilisation de protection personnelle doit être réservée aux cas dans lesquels la suppression et la maîtrise du risque est impossible.

La formation approfondie de l'ensemble du personnel constitue une exigence essentielle. Un contrôle efficace de toutes les tâches susceptibles de présenter des risques est également essentiel. La formation doit aller au-delà d'instructions de base sur l'utilisation de l'équipement ou l'exécution des procédures et doit porter aussi sur la nature des risques, y compris ceux qui ne sont pas toujours d'une évidence immédiate.

De manière générale, les dangers liés aux gaz liquéfiés ou à leurs vapeurs sont au nombre de cinq. Ces dangers sont abordés de manière plus détaillée ci-après. Les composantes essentielles sont les suivantes :

- inflammabilité – voir la section 28.2 ;
- toxicité (empoisonnement) - voir la section 28.3.1 ;
- asphyxie (étouffement) - voir la section 28.3.2 ;
- basse température (gelure) - voir la section 28.4 ;
- brûlures chimiques – voir la section 28.5.

Le chapitre 27 décrit les propriétés de cargaisons de gaz liquéfié habituellement transportées. Les fiches de données de sécurité (FDS) de la cargaison comportent des indications détaillées relatives à la santé et la sécurité pour ces produits. Les risques d'inflammabilité, de basse température et d'asphyxie sont présents avec presque toutes les cargaisons de gaz liquéfié. Toutefois, le risque de toxicité et de brûlures chimiques ne concerne que certaines d'entre elles.

Le Tableau 28.1 présente la liste des principaux gaz liquéfiés ainsi que les dangers liés à leur inflammabilité et toxicité. Le cas échéant, le risque d'asphyxie est également mentionné dans la colonne « VLE ». Toutefois, tel est seulement le cas lorsque le gaz présente un risque d'asphyxie et n'est pas mentionné comme étant toxique ou si sa toxicité est limitée.

Le tableau est subdivisé horizontalement par une ligne double. Les produits au-dessus de cette ligne sont principalement des hydrocarbures liquéfiés et ceux en dessous de la ligne sont principalement des gaz chimiques. Il convient de noter que les gaz chimiques tendent à être plus toxiques.

Vapeur de cargaison dans l'air				Effet toxique de la vapeur ou du liquide	
Substance	Inflammable	Toxique	VLE-MPT typique (ppm)	Corrosif / Irritant	Effets sur le système nerveux
Méthane	Oui	–	A	Non	–
Propane	Oui	–	A	Non	Oui
Butane	Oui	–	600	Non	Oui
Propylène	Oui	–	500	Non	Oui
Butylène	Oui	–	800	Non	Oui
Isoprène	Oui	–	Pas de données	Non	Oui
Butadiène	Oui	Oui	10	Oui	Oui
Ammoniac	Limité	Oui	25	Important	–
Chlorure de vinyle	Oui	Oui	5	Oui	Oui
Oxyde d'éthylène	Oui	Oui	10	Important	Oui
Oxyde de propylène	Oui	Oui	3	Important	Oui
Les gaz présentant un « A » dans la colonne « VLE » n'ont pas de VLE enregistrée. Ces gaz sont globalement non toxiques. Il s'agit de gaz asphyxiants pouvant tuer si leur concentration dans l'air est suffisante pour déplacer l'oxygène nécessaire à la vie (voir la section 28.3.2)					

Tableau 28.1 : Données relatives à la santé - vapeur de cargaison

Les deux dernières colonnes du tableau montrent comment un gaz liquéfié peut affecter une personne. Globalement, les premiers effets toxiques sur le corps humain peuvent être de nature corrosive ou narcotique (effets sur le système nerveux). Dans certains cas, les deux peuvent s'appliquer. Dans le cas d'un composé corrosif, selon l'exposition et la toxicité, les effets peuvent être mineurs ou importants. Dans le cas d'effets mineurs, une irritation de la peau, des yeux ou des muqueuses peut être ressentie. À titre d'exemple, un effet affectant les poumons est un cas plus grave. En cas d'exposition à un gaz narcotique, le principal effet initial est subi par le système nerveux de l'organisme. Dans un tel cas, une désorientation et une confusion mentale grave peuvent en résulter. Les symptômes corrosifs et stupéfiants méritent d'être examinés. Ils peuvent contribuer à identifier le gaz auquel une personne a été exposée et contribuer au choix du traitement médical approprié (voir la section 28.3.3).

Inhibiteurs de cargaison				Effets toxiques	
Substances	Inflammable	Toxique	VLE-MPT typique (ppm)	Corrosif / Irritant	Effets sur le système nerveux
Hydroquinone	Moyennement	Oui	1	Fortement	Oui
Tertio-butyl-catéchol	Moyennement	Oui	–	Fortement	–

Tableau 28.1 (a) : Données relatives à la santé - Inhibiteurs de cargaison

Le Tableau 28.1 (a) fournit des informations similaires à celles qui figurent dans le Tableau 28.1, mais porte sur les dangers potentiels des inhibiteurs de cargaison. Des Informations sur le type d'inhibiteur utilisé dans des cargaisons particulières figurent à la section 27.6.

Substances	Engelures	Brûlure chimique
Méthane	Oui	–
Propane	Oui	–
Butane	Oui	–
Propylène	Oui	–
Butylène	Oui	–
Isoprène	Oui	–
Butadiène	Oui	–
Ammoniac	Oui	Oui
Chlorure de vinyle	Oui	–
Oxyde d'éthylène	Oui	Oui
Oxyde de propylène	Oui	Oui

Tableau 28.2 : Autres données relatives à la santé -
Cargaison liquide (effets sur le corps humain) Inhibiteurs de cargaison

Ces informations sont détaillées aux sections 28.4 et 28.5.

28.2 Inflammabilité

28.2.1 Aspects opérationnels

L'aspect le plus dangereux des gaz liquéfiés est la nature inflammable de leurs vapeurs. Des efforts considérables sont faits lors de la conception des bateaux-citernes pour assurer le confinement efficace de la cargaison et éviter que des vapeurs ne s'échappent dans l'atmosphère. En outre, les bateaux-citernes et les terminaux sont soumis à des spécifications de conception pour les équipements électriques, de sorte que ces sources d'inflammation soient exclues dans des zones d'exploitation bien définies. Dans les environnements de travail du terminal et du bateau-citerne, des procédures opérationnelles doivent aussi être mises en œuvre pour que d'autres sources possibles d'inflammation, telles que celles décrites à la section 27.22, soient limitées à des zones situées à l'extérieur des zones de sécurité délimitées (voir aussi la section 28.2.2).

Tous les gaz liquéfiés transportés en vrac par voie navigable sont inflammables, à l'exception du dioxyde de carbone. Les vapeurs d'autres gaz liquéfiés sont facilement inflammables. L'ammoniac constitue une exception, car il requiert une énergie d'inflammation beaucoup plus élevée que les autres vapeurs inflammables. En conséquence, les incendies résultant d'une fuite d'ammoniac sont moins probables qu'avec les autres cargaisons. Toutefois, dans la pratique, il est habituel d'envisager la possibilité d'une inflammation d'ammoniac.

28.2.2 Aspects d'urgence

En raison de la vaporisation rapide du gaz liquéfié déversé, la propagation des vapeurs inflammables sera beaucoup plus étendue que dans le cas d'un déversement similaire d'hydrocarbures. Les risques d'inflammation suite à un déversement de gaz liquéfié sont beaucoup plus importants. Pour cette raison, de nombreux terminaux établissent des zones exemptes de risques d'inflammation autour des quais. L'étendue de ces zones est basée sur une analyse des risques, en tenant compte des conditions locales et des dimensions du nuage de gaz susceptible de se former. Pour déterminer les dimensions d'un tel nuage, il est d'abord nécessaire d'estimer l'ampleur maximale possible d'une fuite potentielle. Cette estimation peut être effectuée de diverses manières et de nombreuses méthodes sont disponibles. Une méthode simplifiée figure dans les lignes directrices pour la publication SIGTTO *Guidelines for Hazard Analysis*. Les résultats de ces estimations sur les quais font souvent apparaître la nécessité de distances de sécurité atteignant plusieurs centaines de mètres.

Les risques encourus par le personnel lors de la lutte contre des feux de cargaison d'hydrocarbures sont bien connus et sont globalement identiques en présence de feux de gaz liquéfié. Il convient de souligner quelques différences (voir les sections 27.20, 27.21 et 27.22). En raison de la rapidité de la production de vapeur, le rayonnement des incendies de gaz liquéfiés peut être intense et la lutte contre l'incendie ne doit être entreprise que si le personnel porte des vêtements de protection adaptés.

28.3 Déficit en air

28.3.1 Toxicité

Généralités

La toxicité est la capacité d'une substance à causer des dommages aux tissus vivants, notamment des troubles du système nerveux. Un malaise, voire la mort dans les cas extrêmes, peuvent survenir lorsqu'un gaz ou un liquide dangereux est inhalé, ingéré ou absorbé par la peau (en général, les termes « toxique » et « poison » peuvent être considérés comme étant des synonymes).

Certains gaz liquéfiés présentent des risques de toxicité principalement si les vapeurs sont inhalées. L'ammoniac, l'oxyde d'éthylène et l'oxyde de propylène sont également très corrosifs pour la peau. Le chlorure de vinyle est connu pour causer des cancers et le butadiène est soupçonné d'avoir les mêmes effets néfastes.

La combustion incomplète de vapeurs d'hydrocarbures peut produire du monoxyde de carbone, un gaz toxique rencontré dans le gaz inerte dans des quantités qui peuvent varier selon la qualité de la combustion dans le générateur. La combustion du chlorure de vinyle peut produire du chlorure de carbonyle, également toxique (aussi appelé phosgène).

Les substances toxiques sont souvent classées selon un système de degrés de toxicité. Une telle échelle est présentée ci-dessous :

Inconnu, pour les produits pour lesquels les données de toxicité disponibles sont insuffisantes ;

Aucune toxicité, pour les produits ne causant aucun dommage (dans des conditions normales d'utilisation) ou pour ceux qui produisent des effets toxiques seulement à des dosages considérables ;

Toxicité faible, pour les produits ayant des effets légers sur la peau ou les muqueuses ou sur d'autres organes du corps ;

Toxicité modérée, pour les produits ayant des effets modérés sur la peau ou les muqueuses ou sur d'autres organes du corps, soit par exposition aiguë ou chronique ;

Toxicité importante, pour les produits qui constituent une menace pour la vie ou qui occasionnent une atteinte physique permanente par une exposition aiguë ou chronique.

En résumé, les substances toxiques peuvent provoquer un ou plusieurs des effets suivants :

- 1. Dommages physiques permanents.** De tels effets graves peuvent se produire avec quelques produits chimiques. Le chlorure de vinyle est un cancérogène avéré chez l'homme et le butadiène est soupçonné d'avoir des effets similaires.
- 2. Narcotiques.** Une personne souffrant d'une exposition à un produit narcotique est susceptible de rester indifférente aux dangers qui l'entourent. Les narcotiques ont un effet néfaste sur le système nerveux. Les sensations sont amoindries, des mouvements maladroits du corps sont perceptibles et le raisonnement est altéré. Une exposition prolongée à un narcotique peut entraîner une perte de conscience.
- 3. Corrosion / irritation** de la peau, des poumons, de la gorge et des yeux.

Valeurs limites d'exposition

Les recherches sur la toxicité prennent en compte des facteurs tels que :

- la durée de l'exposition ;
- le type de contact, par inhalation, ingestion ou à travers la peau ;
- le stress subi par la personne ;
- la toxicité du produit.

En tant que guide pour les concentrations de vapeur admissibles dans l'air susceptibles de se présenter lors d'opérations au terminal, différentes autorités gouvernementales publient des systèmes de valeurs limites d'exposition (*VLE / Threshold Limit Values - TLV*). Ces systèmes couvrent de nombreuses substances toxiques manipulées par l'industrie gazière. Les VLE, telles qu'elles sont publiées, sont généralement exprimées en ppm (parties par million de vapeur dans l'air en volume), mais elles peuvent aussi être exprimées en mg/m³ (milligrammes de substance par mètre cube d'air).

Les VLE-MPT pour les principaux gaz liquéfiés sont présentées dans le Tableau 28.1. Celles-ci sont fournies à des fins d'illustration et pour aider à identifier la toxicité relative de vapeurs. Toutefois, l'application d'une VLE spécifique sur un lieu de travail incombe aux spécialistes. Il ne s'agit pas seulement de connaître le niveau de sécurité, mais aussi l'effet sur le corps.

Le système de VLE le plus fréquemment cité est celui de l'*American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH)*. Les systèmes de VLE utilisés par les organes consultatifs dans d'autres pays sont généralement similaires du point de vue de leur structure. Les VLE dans la plupart des systèmes sont rééditées chaque année et mises à jour à la lumière de nouveaux enseignements. La dernière version de ces valeurs doit être portée à la connaissance du personnel d'exploitation par sa hiérarchie.

Le système ACGIH contient les trois catégories suivantes de VLE, qui décrivent la concentration dans l'air à laquelle il est considéré que le personnel peut être exposé dans certaines circonstances spécifiques sans effets indésirables :

1. VLE-MPT. C'est la concentration de vapeur dans l'air qui peut être subie sur une journée de 8 heures ou 40 heures par semaine tout au long de la vie professionnelle d'une personne. Elle est généralement appelée VLE. Elle représente la concentration la plus faible (par rapport aux points 2) et 3) ci-dessous) et ses valeurs figurent dans le Tableau 28.1.
2. VLE-LECT. Il s'agit de la valeur limite d'exposition à court terme. C'est la concentration maximale de vapeur dans l'air admissible sur une période maximale de 15 minutes, sous réserve d'un maximum de 4 expositions par jour et d'un intervalle d'au moins une heure entre chaque exposition. Cette valeur est toujours supérieure à celle présentée au point 1), mais elle n'est pas indiquée pour toutes les vapeurs.
3. VLE-M. Il s'agit de la concentration maximale de vapeur dans l'air qui ne doit jamais être dépassée. Seules les substances dont l'action est principalement caractérisée par sa rapidité reçoivent une VLE-M. Parmi les principaux gaz liquéfiés, seuls les produits les plus toxiques tels que l'ammoniac et le chlore ont reçu une telle valeur.

Comme indiqué précédemment, les VLE ne doivent pas être considérées comme des limites absolues entre les conditions sûres et les conditions dangereuses. Il est toujours recommandé de maintenir toutes les concentrations de vapeur à un minimum absolu afin de limiter l'exposition du personnel. Il convient de noter que la réglementation locale de certains pays est différente et celle-ci ne doit pas être ignorée.

28.3.2 Asphyxie (suffocation)

Pour sa survie, le corps humain a besoin d'air présentant un taux normal d'environ 21 % d'oxygène. Toutefois, une atmosphère exempte de gaz et présentant un taux légèrement moindre en oxygène peut être supportée durant un certain temps sans effets néfastes apparents. La sensibilité des personnes à une concentration réduite en oxygène est variable, mais à des taux inférieurs à environ 19 %, une baisse de la mobilité et une confusion mentale peuvent rapidement survenir. Cette confusion mentale est particulièrement dangereuse, car la victime peut se trouver dans l'incapacité de comprendre sa situation. S'échapper d'un endroit dangereux sans assistance peut alors s'avérer impossible. À des taux inférieurs à 16 %, la perte de conscience survient rapidement et, si la victime n'est pas évacuée rapidement, des lésions cérébrales permanentes ou la mort en résulteront.

En général, ce problème est limité aux espaces confinés. Le manque d'oxygène dans un espace confiné peut se produire dans l'une des conditions suivantes :

- lorsque sont présentes de grandes quantités de vapeur de cargaison ;
- lorsque sont présentes de grandes quantités de gaz inerte ou d'azote ;
- lorsque des surfaces internes d'une citerne ont subi une corrosion.

Pour les raisons ci-dessus, il est essentiel d'interdire l'accès à tout espace confiné jusqu'à ce qu'une teneur en oxygène de 20,9 % soit assurée. La vérification peut être effectuée au moyen d'un analyseur d'oxygène et d'une prise d'échantillon de l'atmosphère à partir de plusieurs points. Ceux-ci doivent être situés à différents niveaux et éloignés les uns des autres, et doivent être bien répartis dans l'espace. En fonction de la nature de l'espace dans lequel il est prévu de pénétrer, des tests de gaz d'hydrocarbures et de monoxyde de carbone peuvent également être nécessaire (voir la section 10.3).

Dans le Tableau 28.1, certains gaz sont connus comme étant des gaz asphyxiants. Ces gaz ont peu d'effets secondaires toxiques, mais peuvent être dangereux s'ils sont présents en quantités suffisantes pour exclure l'oxygène. Par conséquent, une victime ayant été exposée à ces produits est susceptible de souffrir d'asphyxie. Une intervention immédiate est nécessaire dans ce cas, comme indiqué dans la section 28.3.3.

S'il est absolument nécessaire de pénétrer dans la citerne et que la condition d'absence de gaz mentionnée ne peut être garantie, le personnel qui pénètre dans l'espace doit être protégé par un appareil respiratoire indépendant et doit suivre les recommandations figurant dans la section 10.7.

28.3.3 Traitement médical

Cette section résume les symptômes et le traitement médical des victimes d'asphyxie ou des effets des substances toxiques.

Le traitement médical de l'exposition au gaz implique d'abord l'évacuation de la victime vers un endroit sûr. Le cas échéant, la respiration artificielle, le massage cardiaque externe et l'administration d'oxygène peuvent être nécessaires. Une intervention médicale professionnelle est toujours requise si des personnes ont perdu leur autonomie suite à l'exposition au gaz.

Des recommandations supplémentaires concernant ces questions figurent sur les fiches de données des produits et, s'il est disponible, dans le Guide de soins médicaux d'urgence (GSMU), publié par l'OMI. Cette publication comporte certain nombre de tableaux de produits chimiques dans lesquels sont classés en catégories les principaux gaz liquéfiés, comme indiqué dans le Tableau 28.3.

Tableau GSMU	310 Hydrocarbures	340 Hydrocarbures chlorés	365 Oxydes aliphatiques	620 Gaz liquéfiés	725 Ammoniac
Produit	Butadiène	Chlorure de vinyle	Oxyde d'éthylène	Méthane	Ammoniac
	Butane		Oxyde de propylène		
	Butylène				
	Éthane				
	Éthylène				
	Propane				
	Propylène				

Tableau 28.3 : Groupes de gaz liquéfiés - pour les premiers secours médicaux

Dans le GSMU, chacune des principales catégories (sur la première ligne du Tableau 28.3) comporte des indications médicales pour les premiers secours correspondants. Ces indications sont subdivisées en des conseils généraux, des indices et symptômes et les soins à apporter. Si une personne est affectée par l'un des gaz énumérés, il convient de consulter les tableaux du GSMU. En ce qui concerne le traitement médical, le GSMU comporte des recommandations pour les cas suivants :

- inhalation ;
- contact avec la peau ;
- contact avec les yeux ;
- ingestion.

Les principaux points qu'il convient de retenir lors du traitement des patients atteints d'intoxication par les gaz ou d'asphyxie sont résumés ci-dessous (les autres points sont traités ci-après).

Traitement en cas d'asphyxie et d'inhalation de fumées toxiques

Retirer immédiatement la victime de l'atmosphère dangereuse. Veiller à ce que les sauveteurs soient équipés d'appareils respiratoires autonomes pour éviter qu'ils ne soient touchés à leur tour.

Pour vérifier que le patient respire, incliner fermement la tête vers l'arrière aussi loin que possible, dégager toute obstruction et écouter la respiration en plaçant l'oreille du sauveteur sur le nez et la bouche du patient.

Le patient ne respire pas :

- pratiquer immédiatement la respiration artificielle ;
- effectuer un massage cardiaque en l'absence de pouls.

Le patient respire, mais il est inconscient :

- placer le patient en position latérale de sécurité ;
- vérifier l'absence d'obstruction dans la bouche ;
- retirer toute prothèse dentaire ;
- insérer un tube respiratoire ; à laisser en place jusqu'à ce que le patient reprenne conscience ;
- donner de l'oxygène (voir la sous-section ci-après) ;
- maintenir le patient au chaud ;
- ne pas donner de nourriture ni de boisson ;
- ne pas donner d'alcool, de morphine, ni de stimulants.

Le patient est conscient mais présente des difficultés respiratoires :

- placer le patient en position assise redressée et le maintenir au chaud ;
- donner de l'oxygène (voir la sous-section ci-après).

Si la respiration ne s'améliore pas en dépit de ces mesures, ceci peut être dû à une asphyxie ou à d'autres problèmes pulmonaires. Dans un tel cas ou si l'état du patient se dégrade rapidement, obtenir un avis médical.

28.3.4 Oxygénothérapie

Réanimateurs à oxygène

Les réanimateurs à oxygène sont utilisés pour assurer une respiration enrichie en oxygène, qui aide les victimes à récupérer si elles ont subi un manque d'oxygène ou ont été exposées à des gaz toxiques. L'équipement peut être emporté dans les espaces confinés pour traiter immédiatement la victime. Un réanimateur à oxygène se compose d'un masque, d'une bouteille d'oxygène sous pression et d'un dispositif automatique de commande destiné à éviter de blesser la victime et qui émet une alerte sonore en cas d'obstruction des voies respiratoires.

Le matériel comporte un tuyau de prolongation standard d'une longueur de huit mètres, de sorte que la mallette de transport (avec la bouteille et les commandes) puisse être placée en lieu sûr avant d'apporter le masque jusqu'à la victime, si celle-ci se trouve dans un espace confiné. Certains bateaux-citernes sont équipés de 15 mètres supplémentaires de tuyau de rallonge. Si le matériel est emporté dans une atmosphère contaminée et qu'il est réglable, il est important de se rappeler qu'il doit être réglé pour fournir uniquement de l'oxygène pur. Des précautions doivent être prises en cas d'utilisation dans une atmosphère inflammable. Si l'appareil est utilisé alors que la victime a été retirée de l'espace contaminé, il est possible de modifier le mélange air / oxygène.

Il convient de noter que les connecteurs sur un réanimateur à oxygène ne doivent pas être graissés.

Attention : il ne doit pas être autorisé de fumer, d'utiliser une flamme nue ou du feu dans le même local durant l'administration d'oxygène, en raison du risque d'incendie.

L'oxygène doit être administré avec prudence, car il peut être dangereux pour les patients qui ont souffert d'affections pulmonaires telles que la bronchite.

Un accident au cours duquel un patient est susceptible avoir besoin d'oxygène peut être subdivisé en deux étapes :

Étape 1. Durant le sauvetage

Le patient doit être relié à l'appareil portatif de réanimation à oxygène et de l'oxygène doit lui être administré jusqu'à ce qu'il ait été déplacé en lieu sûr.

Étape 2. Lorsque le patient est en lieu sûr

Le patient est inconscient

1. S'assurer que les voies aériennes sont dégagées et qu'un *tube respiratoire* est en place.
2. Placer le masque sur le nez et la bouche et administrer 35 % d'oxygène.
3. Connecter le masque au débitmètre le régler à quatre litres par minute.

Le patient est conscient

1. Demander au patient s'il souffre de difficultés respiratoires. Si le patient souffre d'une bronchite sévère, lui administrer seulement 24 % d'oxygène. Dans les autres cas, administrer 35 % d'oxygène.
2. Fixer le masque sur la bouche et le nez du patient.
3. Placer le patient en position assise redressée.
4. Régler le débitmètre d'oxygène à quatre litres par minute.

L'oxygénothérapie doit être poursuivie jusqu'à ce que le patient n'ait plus de difficulté à respirer et que son teint soit normal. Si le patient rencontre des difficultés à respirer ou si son visage, ses mains et ses lèvres restent bleus durant plus de 20 minutes, demander une assistance médicale d'urgence.

Les mesures supplémentaires nécessaires en cas d'exposition à des vapeurs toxiques incluent :

- le retrait des vêtements touchés ;
- le lavage des yeux ;
- le lavage de la peau.

28.4 Engelures

Le froid extrême de certains gaz liquéfié constitue un danger important. Si la peau est exposée au froid intense, les tissus sont gelés. Ce danger est toujours présent dans les terminaux gaziers et à bord des bateaux-citernes transportant des cargaisons entièrement réfrigérées. Pour les gaz entièrement pressurisés, si les systèmes de confinement sont normalement à la température ambiante ou à une température proche, les fuites de liquide atteignent rapidement la température de pleine réfrigération. Ces zones ne doivent jamais être approchées sans vêtements de protection appropriés.

Les symptômes de gelures sont des douleurs extrêmes dans la zone affectée (une fois que la zone n'est plus gelée), la confusion, l'agitation et éventuellement l'évanouissement. Si la zone affectée est grande, un choc violent va survenir.

Les symptômes initiaux

- la peau devient d'abord rouge, mais devient ensuite blanche ;
- la zone touchée est généralement indolore ;
- la zone touchée est dure au toucher ;
- si la zone n'est pas traitée, les tissus vont nécroser et une gangrène est possible.

Traitement

- réchauffer la zone rapidement en la plaçant dans de l'eau à 42 °C jusqu'à ce qu'elle ne soit plus gelée ;*
- maintenir la victime dans une pièce chaude ;
- ne pas masser la zone affectée ;
- de vives douleurs peuvent être ressenties lors du réchauffement de la zone touchée : administrer des antalgiques ou de la morphine dans les cas graves ;
- les ampoules ne doivent jamais être percées et les vêtements ne doivent pas être retirés s'ils adhèrent solidement à la peau ;
- poser de la gaze stérile et sèche sur les zones touchées ;
- si la zone ne retrouve pas sa couleur et des sensations normales, demander une assistance médicale.

* Une action immédiate étant nécessaire, si de l'eau chaude n'est pas disponible immédiatement, la zone affectée du patient peut dans un premier temps être réchauffée avec la chaleur corporelle ou un linge. Si un doigt ou la main sont touchés, la victime doit placer sa main sous son aisselle. La circulation sanguine doit pouvoir se rétablir naturellement. Le cas échéant, la victime doit être encouragée à bouger la partie affectée pendant qu'elle est réchauffée.

28.5 Brûlures chimiques

Comme indiqué dans le Tableau 28.2, des brûlures chimiques peuvent être occasionnées par l'ammoniac, l'oxyde d'éthylène et l'oxyde de propylène. Les symptômes sont semblables à des brûlures par le feu, mais le produit peut être absorbé par la peau, provoquant des effets secondaires toxiques. Les brûlures chimiques sont particulièrement dangereuses pour les yeux.

Symptômes

- une sensation de brûlure avec une rougeur de la peau ;
- une éruption avec des démangeaisons ;
- la formation de boursofflures ou la perte de la peau ;
- l'empoisonnement.

Traitement

- s'occuper en premier lieu des yeux et de la peau ;
- laver soigneusement les yeux durant dix minutes avec de grandes quantités d'eau douce ;
- laver soigneusement la peau durant dix minutes avec de grandes quantités d'eau douce ;
- recouvrir avec un pansement stérile.

Pour le reste, le traitement est identique à celui des brûlures, pour lesquelles des indications figurent dans le *Guide des soins médicaux d'urgence* de l'OMI.

À bord des bateaux-citernes autorisés à transporter ces produits, des douches ainsi que des bains oculaires sont prévus sur le pont pour le rinçage. Leurs emplacements doivent être clairement indiqués.

28.6 Atmosphères dangereuses

28.6.1 Nécessité des tests de gaz

L'atmosphère dans les espaces confinés doit être testée pour l'oxygène ainsi que pour les teneurs explosives et toxiques dans les circonstances suivantes :

- avant que du personnel n'y pénètre (avec ou sans équipement de protection) ;
- pendant le dégazage, l'inertage et les opérations d'apport de vapeur de produit ;
- pour le contrôle de qualité, le nettoyage ou la purge avant le changement de cargaison ;
- pour garantir l'absence de gaz avant la mise en cale sèche de bateau-citerne ou un séjour au chantier naval pour réparations.

L'atmosphère dans une citerne à cargaison n'est que rarement voire jamais homogène. À l'exception de l'ammoniac et du méthane, la plupart des vapeurs de cargaison sont plus denses que l'air à des températures ambiantes. Ceci peut entraîner la formation de couches à l'intérieur de la citerne. Les structures internes peuvent aussi contenir localement des poches de gaz. À chaque fois que possible, des échantillons doivent être pris en plusieurs points dans la citerne.

Nota : il faut toujours commencer ces tests à partir du pont. Pour les petites citernes, comme celles des bateaux de navigation intérieure, il peut être suffisant d'effectuer le test seulement à partir du pont.

Les atmosphères inertes ou pauvres en oxygène ne peuvent pas être vérifiées pour détecter des vapeurs inflammables au moyen d'un indicateur de gaz combustible. Les concentrations d'oxygène doivent être vérifiées en premier lieu, suivies par des contrôles portant sur les substances inflammables puis sur les substances toxiques. Tous les instruments électriques utilisés doivent être agréés comme étant à sécurité intrinsèque.

28.6.2 Analyseurs d'oxygène

Différents types d'analyseurs d'oxygène sont disponibles. Voir les sections 2.4.9 et 2.4.10 pour une description des analyseurs courants qui sont utilisés.

28.6.3 Indicateurs de gaz combustible

Voir la section 2.4 pour une description des différents types d'indicateurs de gaz combustible

28.6.4 Détecteurs de toxicité

Voir la section 2.4.7 pour une description des détecteurs de gaz toxiques.

29 Électricité statique

Ce chapitre décrit les dangers liés à l'électricité statique.

Les risques liés aux décharges d'électricité statique existent lorsqu'une atmosphère inflammable est susceptible d'être présente.

29.1 Électrostatique

Comme avec de nombreux autres hydrocarbures liquides, une charge d'électricité statique peut être générée dans un gaz liquéfié durant son pompage. Il a été constaté que la charge augmente au fur et à mesure que la vitesse de pompage augmente. C'est-à-dire lorsque le débit dans la tuyauterie de la cargaison augmente.

Ce phénomène se produit en raison de la différence de charge (électrostatique) entre les couches dans le liquide. La charge est alors conservée durant un certain temps dans la masse liquide qui n'est pas conductrice.

Le danger de ces charges est qu'elles peuvent créer des étincelles incendiaires. La génération d'un arc électrique est possible, en particulier dans les citernes de cargaison. Il est par conséquent essentiel que la manutention de cargaisons de gaz liquéfiés n'ait lieu que dans des citernes à cargaison dont l'atmosphère est en dehors de la plage d'inflammabilité.

Des risques liés à l'électricité statique sont également possibles au sein des flux de vapeur, mais ceci seulement lorsque le gaz est contaminé par des débris ou des particules de poussière ou si un brouillard de condensation est présent. Dans ce cas, ce sont les débris (ou le brouillard qui se forme à sa sortie vers l'atmosphère) qui se chargent en électricité statique. Les vapeurs qui peuvent ainsi être chargées en électricité statique incluent le dioxyde de carbone (en tant qu'agent extincteur d'incendie) et la vapeur d'eau.

Les hydrocarbures liquides qui sont les plus susceptibles d'accumuler une charge électrostatique sont appelés des accumulateurs statiques. Voir les indications figurant au chapitre 3.

30 Lutte contre l'incendie

Ce chapitre traite des événements qui pourraient résulter d'écoulements de cargaison et des procédures à appliquer pour protéger la vie et les biens dans de telles circonstances.

Il décrit également les types d'incendie susceptibles de se produire à bord d'un bateau-citerne transportant du gaz.

30.1 Les principaux risques

Les produits transportés par des bateaux-citernes utilisés pour le transport de gaz sont inflammables, toxiques, ou les deux.

Les gaz sont transportés à l'état liquéfié. Ils sont par conséquent stockés et manipulés à des températures inférieures à zéro ou sous pression. Lorsque les gaz sont libérés, les principaux dangers sont les vapeurs, l'inflammabilité, la toxicité et les effets des températures négatives sur le personnel et les structures.

30.1.1 Inflammabilité

Comme indiqué à la section 27.20, lorsqu'un gaz est libéré dans l'atmosphère alors qu'il est dans sa plage d'inflammabilité et qu'il est exposé à une source d'inflammation, il brûlera. Selon les conditions dans lesquelles la combustion a lieu, il en résultera un certain degré de surpression en raison de l'expansion rapide du gaz chauffé.

Un déversement de liquide ou un nuage de vapeur qui brûle sur l'eau développera peu de surpression parce que l'environnement est dégagé. Une légère hausse de pression peut se produire, ainsi qu'un important rayonnement de chaleur. À l'inverse, l'inflammation de vapeurs à l'intérieur d'un espace confiné provoquera rapidement une surpression suffisante pour faire céder le confinement. Cela peut entraîner des dommages importants.

Si elle est enflammée, une fuite de liquide ou de vapeur à partir d'une conduite sous pression brûlera en forme de torche tant que l'alimentation en combustible se poursuivra.

Une forme particulièrement destructrice de feu de vapeur liée au stockage de gaz liquéfié dans des récipients sous pression est la BLEVE. Cette forme est décrite à la section 27.20. À ce jour, aucun cas connu de BLEVE n'est survenu à bord d'un bateau.

30.2 Feux de gaz liquéfiés

30.2.1 Généralités

Le présent guide n'aborde pas les mesures visant à lutter contre les incendies susceptibles de se produire dans les bâtiments du terminal, les aires de stockage, les logements ou les salles de machines du bateau-citerne. Les caractéristiques et les méthodes de lutte contre ce type d'incendies sont traitées dans d'autres documents. Tant que le confinement de la cargaison n'est pas rompu et que des systèmes de lutte contre l'incendie adéquats sont présents, il est rare que ces incendies se propagent à la cargaison.

Les incendies liés à la cargaison peuvent être classés comme suit :

- feux en torche, suite à des fuites sur les pompes ou les conduites ;
- feux de nappes confinées de liquide ;
- feux de déversements non confinés ;
- feux dans les espaces confinés ; tels que les chambres de compresseurs ;
- feux de collecteurs.

30.2.2 Feux en torche

Les petites fuites de joints de la pompe, de brides de tuyauterie ou du mat de dégazage laisseront d'abord s'échapper de la vapeur. Cette vapeur ne s'enflammera pas spontanément, mais, si la fuite est importante, il peut exister un risque de propagation du nuage de vapeur vers une source d'inflammation. Tous les orifices d'espaces donnant sur la zone de cargaison ou la zone de danger doivent toujours être fermés. Si nécessaire, ils peuvent être ouverts pendant une courte période, mais doivent être refermés immédiatement après. En outre, le nuage de vapeur doit être dirigé ou dispersé loin de toute source d'inflammation au moyen de jets d'eau fixes ou mobiles (voir la section 30.3.1).

Si une inflammation se produit, ceci provoquera presque certainement un retour de flamme vers la fuite. Les fuites des conduites sont susceptibles d'être sous pression et, si elles s'enflamment, il en résultera un feu en torche. La fermeture d'urgence des systèmes de pompage et des vannes d'arrêt d'urgence devrait déjà avoir eu lieu, mais la pression peut persister dans une conduite fermée jusqu'à ce que le liquide qu'elle contient soit expulsé par la fuite. Dans un tel cas, le mieux est souvent de laisser brûler le feu jusqu'à ce qu'il s'éteigne. L'alternative d'éteindre le feu comporte un risque élevé de production d'autres nuages de vapeur et de retours de flamme provoquant une ré-inflammation. Pendant que le feu brûle jusqu'à son extinction, les environs doivent être protégés avec de l'eau de refroidissement.

En général, seuls les pompiers professionnels parviennent à éteindre les feux d'hydrocarbures avec de l'eau. Compte tenu de l'effet de refroidissement, il est très important d'activer un système de pulvérisation ou d'arrosage pour maîtriser un incendie.

30.2.3 Feux de liquides (nappes)

Des feux de nappe importants ne sont guère susceptibles de se produire sur les ponts de bateaux-citernes, car la quantité de liquide qui peut être déversée dans un tel endroit est limitée. La configuration du pont du bateau-citerne, avec son cintrage et ses dalots ouverts, permet au liquide de s'écouler rapidement et librement sur le côté du bateau-citerne. En cas de fuite de cargaison, les dalots ouverts à bord des bateaux transportant du gaz sont un dispositif important qui permet aux liquides froids de s'échapper rapidement, réduisant ainsi le risque de fragiliser les métaux et le risque de petits feux de nappe sur le pont d'un bateau-citerne. Si le liquide déversé s'écoule par-dessus bord, il peut se répandre à la surface de l'eau et s'enflammer. De ce fait, le feu peut également atteindre les logements, les bateaux voisins ou le quai. Une vigilance accrue est requise en cas de déversement de liquide par-dessus bord.

Le déclenchement rapide des systèmes d'arrêt d'urgence et des installations de lutte contre l'incendie permet de limiter considérablement les effets d'un déversement de cargaison.



Figure 30.1 : Configurations d'un feu de nappe

Un déversement de liquide à terre résultant de la rupture d'une citerne ou d'une conduite peut impliquer une importante quantité de liquide, mais celui-ci doit être contenu dans les zones de rétention ou des ponceaux. Dans un terminal, les réseaux de tuyauteries sont le plus souvent situés le long des routes. Toute inflammation du nuage de vapeur qui s'est formé provoquerait un feu de nappe. La hauteur des flammes d'un tel feu, en l'absence de vent, est illustrée à la Figure 30.1. Celle-ci montre aussi l'effet du vent, qui dévie l'axe des flammes et réduit leur longueur. Le pouvoir émissif d'une surface de flammes augmente en fonction du diamètre de la nappe. Les niveaux de rayonnement de chaleur produits par les feux de nappes de GPL exigent que le personnel non protégé s'éloigne le plus rapidement possible.

Le rayonnement de chaleur d'un feu diminue à peu près proportionnellement à l'inverse du carré de la distance entre l'objet et la flamme. Le corps humain ressentira une douleur extrême sur la peau nue après seulement dix secondes d'exposition au rayonnement incident à 6 kW/m² et des cloques importantes apparaîtront après 10 secondes d'exposition à 10 kW/m². Un rayonnement incident supérieur à 10 kW/m² vaporisera rapidement les câbles en PVC et endommagera sérieusement les canots de sauvetage en fibre de verre. L'estimation des distances de sécurité par rapport à un feu de nappe implique la prise en compte de facteurs complexes, mais pour un grand feu de nappe, cette distance de sécurité peut être de plusieurs dizaines de mètres.

En raison des dommages que peut occasionner le rayonnement sur les citernes et installations avoisinantes, ces installations doivent toujours être protégées (souvent par leur isolation ou par des systèmes d'aspersion d'eau à haut débit actionnés à distance). En outre, les murets de rétention, les ponceaux et les systèmes de tuyauteries où des feux de nappe peuvent se produire sont souvent équipés d'installations à poudre sèche actionnées à distance. En guise d'alternative, ils peuvent être équipés d'un système de mousse à haut foisonnement pour créer rapidement et maintenir une épaisseur de mousse suffisante pour contrôler la vitesse de combustion.

30.2.4 Incendies dans les chambres de compresseurs

Les espaces confinés contenant des installations de cargaison telles que des compresseurs, des échangeurs de chaleur ou des pompes sont normalement équipés d'une installation d'extinction d'incendie fixée à demeure et commandée à distance, utilisant par exemple du dioxyde de carbone, le novoc1230 ou le Fm200. En cas d'incendie, ces systèmes sont opérationnels immédiatement.

30.2.5 Feux de collecteurs

Les feux de collecteurs peuvent être des feux en torche (voir 30.2.2) résultant d'une fuite sur les brides du collecteur ou des feux de nappe depuis un bac d'égouttage (voir 30.2.3), bien que la quantité de liquide dans un bac d'égouttage soit relativement faible. La mise en œuvre rapide des procédures d'arrêt d'urgence contribue à limiter l'alimentation en cargaison liquide et peut empêcher l'extension de l'incident.

30.3 Lutte contre les incendies de gaz liquéfiés

30.3.1 Moyens d'extinction

Il existe un certain nombre de méthodes établies et éprouvées pour faire face aux incendies de gaz, mais, pour être efficace, l'agent extincteur approprié doit être utilisé. À moins que quelqu'un sache comment arrêter l'écoulement, seuls les pompiers professionnels parviennent en général à éteindre un feu de gaz.

Eau

Il ne faut jamais déverser d'eau sur une nappe de gaz liquéfié en feu. Ceci fournirait une source de chaleur pour une vaporisation plus rapide du liquide et augmenterait la vitesse de combustion. L'eau demeure néanmoins un agent extincteur primordial pour la lutte contre un incendie de gaz liquéfié. Disponible en abondance, l'eau est un excellent agent de refroidissement pour les surfaces exposées à des rayonnements ou à des altérations directement occasionnées par les flammes. En outre, l'eau peut être utilisée en aspersion pour former un écran protégeant les pompiers contre le rayonnement. Dans certaines circonstances, l'eau peut être utilisée pour éteindre un jet de gaz enflammé, mais ceci n'est pas toujours souhaitable.

Les systèmes fixes d'aspersion d'eau sont courants pour protéger des surfaces telles que les structures des bateaux-citernes, les citernes et tuyauteries de pont ainsi que les citernes de stockage, installations et appontements à terre. Ces systèmes sont conçus pour former sur les surfaces exposées une couche d'eau ayant un effet de refroidissement utile. Sous réserve qu'une couche d'eau d'une certaine épaisseur puisse être maintenue, la température de surface ne peut pas dépasser 100 °C. Les débits d'application varient en fonction de la distance de la structure à protéger contre la source de chaleur concernée et sont compris entre deux et plus de dix litres d'eau par mètre carré de surface à protéger.

L'eau pulvérisée par les buses fixes ou des lances à main peut assurer au personnel une protection contre le rayonnement pendant qu'il s'approche des vannes d'arrêt. En outre, elle peut assurer une protection à l'approche de feux en torche afin d'assurer une lutte plus efficace au moyen de produits chimiques secs pour éteindre la flamme.

Une utilisation particulière de l'eau pulvérisée au moyen de tuyaux est de dévier un nuage de vapeurs afin de l'éloigner de sources d'inflammation.

Poudres chimiques sèches

Les poudres chimiques sèches telles que le bicarbonate de soude, le bicarbonate de potassium et le complexe de bicarbonate d'urée-potassium peuvent être très efficaces pour éteindre de petits incendies de GPL.

Il est courant aussi de protéger les collecteurs des quais au moyen d'importants systèmes portatifs ou fixes à poudre sèche. Les poudres chimiques sèches sont efficaces dans la lutte contre les feux de gaz sur le pont ou pour l'extinction de feux en torche sur une conduite perforée.

Les poudres chimiques sèches attaquent la flamme en absorbant les radicaux libres dans le processus de combustion, mais ont un effet de refroidissement négligeable. La reprise du feu à partir de surfaces chaudes voisines doit être évitée en procédant à un refroidissement à l'eau de toutes les zones chaudes avant d'éteindre le feu avec de la poudre sèche.

Mousse

La mousse à haut foisonnement, lorsqu'elle est appliquée de manière appropriée à la surface d'une nappe de liquide en feu, supprime le rayonnement de la flamme dans le liquide situé en dessous et réduit le taux de vaporisation. Par conséquent, l'intensité du feu de nappe s'en trouve réduite. Une application continue est nécessaire afin de maintenir une épaisse couche de mousse. La mousse à haut foisonnement offrant taux d'expansion d'environ un pour cinq cent s'avère être la plus efficace à cet effet.

Toutefois, la mousse n'éteindra pas un feu de gaz liquéfié et, afin d'être efficace pour l'utilisation décrite ci-dessus, il est nécessaire de l'appliquer sur une grande épaisseur. Pour les gaz liquéfiés, la mousse ne convient que pour une utilisation dans les zones confinées et ceci explique qu'elle soit utilisée dans les terminaux et non à bord des bateaux-citernes transportant du gaz.

Gaz d'extinction (par exemple le gaz inerte, Novéc1230, Fm200 et dioxyde de carbone)

Le gaz inerte ou l'azote sont couramment utilisés à bord des bateaux-citernes maritimes transportant du gaz et dans les terminaux pour l'inertage permanent des espaces inter-barrières ou pour l'inertage de protection des espaces de cargaison. Ces espaces peuvent inclure les espaces de cales des bateaux-citernes ou les espaces confinés d'installations à terre qui sont normalement remplis d'air, mais dans lesquels des gaz inflammables sont susceptibles d'être détectés.

Pour les bateaux-citernes européens transportant du gaz, aucune réglementation ne rend obligatoire l'inertage des espaces de cale.

Dans les salles des machines, le gaz d'extinction (dioxyde de carbone en bouteille à haute pression, novéc1230 ou Fm200) est injecté par de multiples buses. Avant d'activer l'installation de lutte contre l'incendie, le système de ventilation mécanique et les orifices de ventilation de l'espace doivent être fermés. En outre, un signal visuel et sonore doit être émis et le personnel doit immédiatement quitter la zone avant l'activation de l'installation.

Si les systèmes d'injection de dioxyde de carbone sont efficaces dans des espaces confinés, ils présentent néanmoins deux inconvénients. Leur action extinctrice est obtenue par le déplacement de l'oxygène dans l'espace protégé, mais ils n'ont pas d'effet refroidissant. En outre, l'injection de dioxyde de carbone produit une charge électrostatique, ce qui peut impliquer un risque d'inflammation si du dioxyde de carbone est injecté dans une atmosphère inflammable par inadvertance ou par mesure de précaution.

Une fois que du dioxyde de carbone a été injecté dans un espace confiné, les parois de l'espace doivent être refroidies, généralement à l'eau pulvérisée au moyen d'un tuyau. L'espace doit rester fermé jusqu'à ce qu'il soit établi que le feu est éteint et que l'espace a suffisamment refroidi pour éviter que le feu ne puisse reprendre lors de l'introduction d'oxygène.

30.3.2 Formation

Une connaissance approfondie des capacités de chacun de ces systèmes est essentielle pour en assurer une utilisation efficace. La rapidité est primordiale lors de la lutte contre un incendie, s'il s'agit d'éviter qu'il prenne de l'ampleur et dans l'objectif de sauvegarder des vies et des biens. Cette connaissance ne peut être acquise que par une approche sérieuse de la formation à la fois par le personnel et par l'équipage. La formation du personnel des bateaux et à terre qui est susceptible de devoir assurer le commandement d'une équipe de lutte contre l'incendie doit être acquise dans des centres de formation spécialisés à terre, où les techniques d'extinction d'incendie peuvent faire l'objet de démonstrations et peuvent être et pratiquées. Cette formation doit être consolidée par des exercices fréquents à bord des bateaux-citernes et dans les terminaux. Ces exercices doivent être effectués de manière réaliste.

Le bon entretien du matériel anti-incendie est également important. L'inspection et l'entretien doivent faire partie des programmes de formation à bord et à terre et ces tâches doivent contribuer à familiariser le personnel avec l'équipement et à lui assurer une meilleure compréhension de son fonctionnement. En outre, une grande partie du matériel d'extinction est soumise à des inspections annuelles ou semestrielles. Les rapports d'inspection officiels doivent être disponibles au terminal ou à bord à des fins de contrôle.

30.3.3 Mesures immédiates

Un incendie de gaz liquéfié ne peut se produire qu'après un déversement de gaz liquéfié. La prévention d'un tel déversement est donc une condition préalable. En outre, il est très important de sécuriser les équipements électriques et les autres sources d'inflammation, même s'ils sont conçus comme étant antidéflagrants.

Il est très important de donner l'alerte à bord et à terre. Une aide professionnelle peut alors être mise en place. Il est déconseillé de lutter contre un incendie seulement à l'aide de jets d'eau ou d'autres moyens. À moins qu'il ne s'agisse d'un petit feu, qui peut être éteint avec de la poudre, il est normalement impossible d'éteindre un feu tout seul.

Les mesures immédiates sont les suivantes :

- activer l'arrêt d'urgence ;
- alerter l'équipage ;
- alerter le terminal et les autorités.

L'ordre dans lequel ces mesures sont prises dépend de l'endroit où se trouve le membre d'équipage en service au moment où survient la situation d'urgence. Un temps précieux sera perdu si l'alarme n'est pas déclenchée immédiatement.

Le terminal ou le poste de trafic fluvial doit être alerté au plus vite, de l'aide supplémentaire pouvant alors être apportée.

31 Systèmes de bord

Ce chapitre décrit les principaux systèmes utilisés à bord des bateaux-citernes durant les opérations de cargaison et de ballastage dans les ports.

Il aborde également le matériel de manutention et les instruments connexes utilisés à bord des bateaux-citernes transportant du gaz. Les aspects de la conception des conduites et des vannes ainsi que les pompes de cargaison et les équipements connexes à bord de bateaux-citernes sont aussi abordés. Les équipements de production de gaz inerte sont également traités.

31.1 Conduites et vannes de cargaison

31.1.1 Conduites de cargaison

Les bateaux-citernes transportant du gaz sont équipés de collecteurs pour le liquide et la vapeur. Ceux-ci sont reliés à des conduites pour le liquide et la vapeur - (voir la Figure 31.3) par des embranchements menant à chaque citerne à cargaison. La conduite de chargement de liquide est menée à travers le dôme de la citerne jusqu'au fond de chaque citerne à cargaison. La connexion pour la vapeur est située au sommet de chaque citerne à cargaison.

Les conduites à cargaison ne sont pas autorisées en dessous du niveau du pont des bateaux-citernes transportant du gaz. Tous les raccords de tuyaux vers des citernes doivent passer par les dômes des citernes à cargaison qui traversent le pont principal. Les soupapes de dégazage de vapeur sont également montées sur le dôme de la citerne. Elles sont reliées au mat de dégazage par un tuyau traversant un collecteur. À bord des bateaux-citernes maritimes, les mats de dégazage sont montés à des hauteurs et distances sûres. À bord des bateaux-citernes de navigation intérieure, en raison de leur tirant d'air par rapport aux ponts, ils sont situés à une moindre hauteur au-dessus du pont. Ceci est conforme à la réglementation en vigueur.

La conception et l'installation des conduites de cargaison doivent permettre l'expansion et la contraction thermique. Le meilleur moyen est d'installer des lyres de dilatation ou d'utiliser la géométrie naturelle de la tuyauterie. Dans quelques cas, tels que les conduites de purge des soupapes de sûreté, des soufflets de dilatation peuvent être montés. Dans les systèmes de tuyauterie ordinaires, les soufflets de dilatation ne sont pas souhaitables en raison de leur vulnérabilité. Lorsque des soufflets de dilatation sont installés sur des tuyaux de vapeur, il convient de veiller à ce que leur pression nominale soit au moins conforme aux critères de conception d'une conduite pour les liquides. L'utilisation de soufflets n'est pas recommandée sur les conduites de liquide. Les soufflets de dilatation sont souvent soumis à une usure considérable lors de l'exploitation d'un bateau-citerne - il est notamment très important d'éviter la corrosion due à l'eau de mer, faute de quoi des fuites sont susceptibles de se produire par des piqûres de corrosion.

Il est également important de ne pas modifier ni ajuster les appuis de conduites voisines une fois que des opérations ont débuté à bord du bateau-citerne, car ils font partie intégrante des dispositions mises en œuvre pour la prise en compte de l'expansion.

Il est à noter aussi que certaines parties des réseaux de conduites sont équipées de points d'ancrage forts, conçus pour résister au déplacement dû à des sautes de pression résultant de l'expansion thermique. De même, lors du remplacement de pièces, il convient de veiller à ce que les nouvelles pièces soient réalisées dans un matériau approprié pour cette utilisation.

Des éléments amovibles de raccordement sont placés sur les conduites ou en sont retirés pour relier des sections de conduites en vue d'opérations particulières, telles que l'installation à gaz inerte ou pour garantir la séparation de cargaisons incompatibles. Ces éléments de raccordement ne doivent pas être laissés en place après leur utilisation, mais doivent être retirés et correctement rangés car ils sont susceptibles d'être réutilisés. Les brides ouvertes doivent toujours être fermées par une bride aveugle.

31.1.2 Vannes de cargaison

L'isolement des vannes des citernes à cargaison doit être assuré conformément aux codes de gaz applicables. Les connexions pour le liquide et la vapeur sur le dôme de la citerne (à l'exception des connexions de soupapes de décharge) doivent être munies d'un dispositif à vanne double. Celui-ci doit comprendre une vanne manuelle et une vanne d'isolement commandée à distance montées en série. Des exceptions sont possibles : par exemple une vanne manuelle et un limiteur de débit excessif (les limiteurs de débit excessif se sont que rarement utilisés actuellement). Pour les points d'échantillonnage et de jaugeage de très petites dimensions, il est possible d'utiliser une seule vanne. Dans ce cas, un orifice doit être prévu pour éviter un écoulement excessif. Pour la prise d'échantillons, il est préférable de monter deux petites vannes en série. Lors de la prise d'échantillons, la vanne la plus proche de la citerne est complètement ouverte. La vanne extérieure est utilisée pour contrôler l'opération de prise d'échantillons. Si la vanne extérieure est gelée et ne peut être actionnée, l'autre vanne doit être fermée immédiatement.

Des vannes d'arrêt d'urgence fonctionnant à distance sont installées sur les collecteurs de liquide et de vapeur à bord de tous les bateaux-citernes transportant du gaz. Celles-ci sont reliées au système d'arrêt d'urgence.

La Figure 31.1 présente le système de tuyauterie sur le dôme d'une citerne à cargaison, y compris l'emplacement des vannes. Ce croquis est caractéristique pour un bateau-citerne semi-pressurisé (5-7 bars de pression maximale dans la citerne) et d'un bateau-citerne entièrement pressurisé sans isolation (15-17 bars de pression maximale dans la citerne).

Les types de vanne d'isolement normalement rencontrés à bord des bateaux-citernes transportant du gaz sont des vannes à bille, des robinets droits, des robinets à boisseau ou des vannes papillon. Ces vannes sont habituellement équipées de poussoirs pneumatiques ou hydrauliques. Les vannes à bille destinées à la manutention de gaz liquéfié sont fournies avec un dispositif réduisant la pression interne. Il s'agit généralement d'un trou percé entre la cavité de la bille et le côté aval de la vanne.

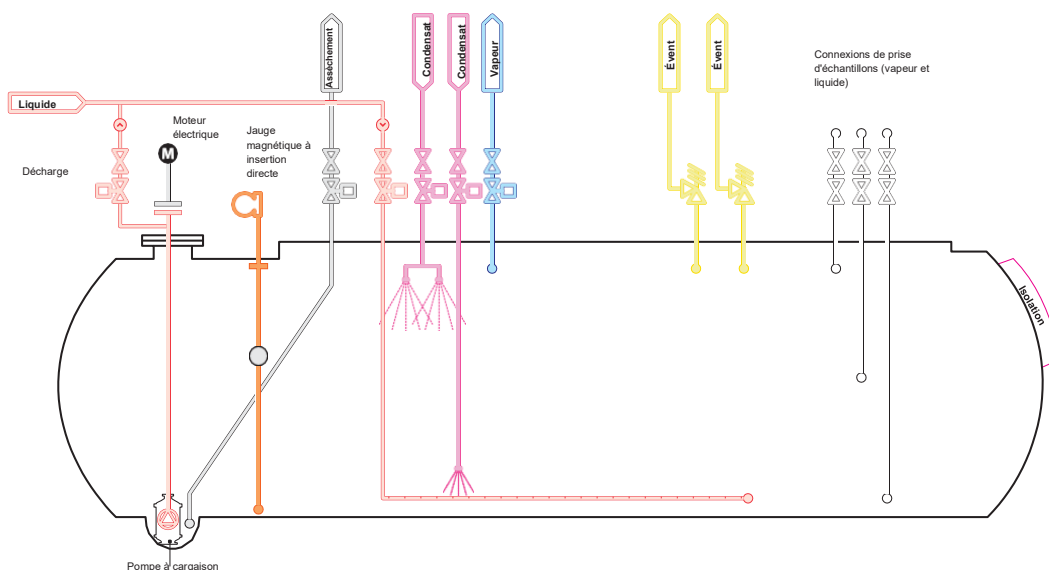


Figure 31.1 : Tuyauteries sur le dôme d'une citerne à cargaison

31.1.3 Systèmes d'arrêt d'urgence

En un certain nombre d'endroits à bord du bateau-citerne (pont, passerelle, salle des compresseurs) sont installés des boutons poussoirs pour activer le système d'arrêt d'urgence. Il s'agit généralement de boutons-poussoirs électriques, qui doivent être clairement identifiés. Lorsqu'ils sont utilisés, ces dispositifs ferment des vannes commandées à distance et arrêtent les pompes de cargaison et les compresseurs (le cas échéant). Ce système d'arrêt d'urgence (*Emergency Shut-Down - ESD*) se déclenche aussi automatiquement en cas de perte de la commande électrique ou de l'actionneur de la vanne. Les différentes vannes de remplissage des citernes doivent se fermer automatiquement après le déclenchement d'un détecteur anti-débordement dans la citerne à laquelle elles sont connectées. Les vannes d'arrêt d'urgence peuvent être à commande pneumatique ou hydraulique, mais dans les deux cas, elles doivent être à sécurité intrinsèque. En d'autres termes, elles doivent se fermer automatiquement en cas de perte de la puissance d'actionnement (électrique ou pneumatique).

En particulier pendant le chargement, une grande attention doit être accordée à la possibilité d'une surpression générée lorsque le système d'arrêt d'urgence du bateau-citerne est actionné. La situation varie d'un terminal à l'autre et dépend de la vitesse de chargement, de la longueur de la conduite du terminal, de la vitesse de fermeture de la vanne et des caractéristiques de la vanne elle-même. Le phénomène de la génération de surpression est complexe et ses conséquences peuvent être extrêmes, par exemple la rupture de tuyaux ou des articulations des bras de chargement. Des précautions sont nécessaires pour éviter les dommages et les quais de chargement sont parfois équipés de citernes de surpression (voir la section 16.10). Les terminaux doivent confirmer les horaires de fermeture de la vanne d'arrêt d'urgence du bateau-citerne et ajuster les débits de chargement en conséquence ou placer à bord un moyen permettant au bateau-citerne d'actionner le système d'arrêt d'urgence du terminal afin d'arrêter ainsi l'écoulement de la cargaison avant que les vannes d'arrêt d'urgence du bateau-citerne ne commencent à se fermer (voir aussi la section 18.1). Une concertation entre le bateau et la terre doit toujours avoir lieu pour déterminer les paramètres importants du point de vue de la génération d'une surpression et pour s'accorder sur un débit de chargement sûr (voir aussi les sections 22.4 et 22.5). Ces paramètres sont enregistrés dans une liste de contrôle de sécurité bateau-terre.

31.1.4 Vannes de décharge des citernes à cargaison et des conduites

La meilleure pratique exige au moins deux vannes de décharge de capacité égale montées sur les citernes à cargaison. Cela inclut un système évitant que les deux vannes ne soient fermées en même temps. Le raccordement de vannes aux soupapes de sûreté n'est pas autorisé (que ce soit du côté de la citerne et du côté du dégazage). Les deux vannes doivent être ouvertes durant les opérations. Les types de vannes normalement installés sont commandés par ressort. Lorsqu'une soupape de sûreté fuit, la soupape à trois voies doit être actionnée de manière à ce que la soupape de sûreté qui fuit soit fermée et que l'autre soupape de sûreté reste opérationnelle. Normalement, les bateaux-citernes sont équipés d'un ensemble fixe de soupapes de sûreté. **Si l'une des soupapes de sûreté fuit, l'opération peut se poursuivre avec une seule soupape de sûreté pendant que la soupape qui fuit est réparée et réinstallée.**

Les vannes de décharge des citernes à cargaison déchargent via le collecteur d'évent. De là, la vapeur est dirigée vers l'atmosphère via un ou plusieurs mats de dégazage. Les mats de dégazage doivent être équipés d'un dispositif de purge. Ces dispositifs de purge doivent être fermés et vérifiés régulièrement afin de garantir l'absence d'une accumulation d'eau de pluie dans le mat de dégazage.

Les vannes de décharge des citernes nécessitent un entretien régulier. Pour plus d'informations sur ce point, il convient de se référer à la documentation du fabricant.

La meilleure pratique recommandée par les codes de gaz prévoit que toutes les conduites qui peuvent être isolées, lorsqu'elles sont remplies de liquide, doivent être munies de vannes de décharge pour permettre l'expansion thermique du liquide. Ces vannes renvoient généralement les vapeurs dans les citernes à cargaison (option la plus sûre).

31.2 Pompes de cargaison

Les pompes de cargaison installées à bord des bateaux-citernes transportant du gaz sont normalement de type centrifuge, par ex. les pompes de fond.

Les pompes volumétriques ne sont pas autorisées. Certains bateaux-citernes peuvent également utiliser une pompe de surpression pour assurer une vitesse de décharge acceptable en cas de contre-pression élevée.

Courbes de performances des pompes

Une bonne compréhension des performances de la pompe est importante lorsque l'on examine le fonctionnement des pompes de cargaison. La Figure 31.2 présente un ensemble caractéristique de courbes de performances d'une pompe de fond à plusieurs étages (voir aussi la Figure 31.5).

La courbe de la charge d'écoulement (courbe A)

La courbe A présente la capacité de la pompe, exprimée en débit (m^3/h), en fonction de l'écoulement assuré par la pompe, exprimé en mètres de colonne de liquide (mcl).

Cette courbe est appelée la courbe de fonctionnement de la pompe. En adoptant les mètres de colonne de liquide et le débit en tant que critère principal, la courbe de fonctionnement de la pompe demeure identique, quel que soit le fluide pompé. Si on considère la courbe A, de la Figure 31.2, la pompe fournira $100 \text{ m}^3/\text{h}$ par rapport à une différence de charge de 115 mcl entre les citernes du bateau et celles à terre. La densité volumique de la cargaison pompée doit être connue pour convertir cette charge en pression.

Par exemple, pour une charge de 105 mcl, l'augmentation de la pression dans la pompe lors du pompage avec une densité volumique de 0,60 serait :

$$105 \times 0,60 = 63 \text{ mwc (eau)} = 63/10,2 = 6,2 \text{ barg.}$$

(Nota : le facteur 10,2 dans l'équation ci-dessus indique la hauteur, en mètres, d'une colonne d'eau maintenue uniquement par la pression atmosphérique - voir le Tableau 27.6.)

La courbe de la charge nette absolue à l'aspiration (courbe B)

La courbe B présente la charge nette absolue à l'aspiration nécessaire à la pompe en fonction du débit. Cette exigence, quel que soit le débit, correspond à la charge absolue de fluide nécessaire à l'aspiration de la pompe, au-delà de la pression de vapeur de la cargaison, afin d'éviter la cavitation à l'impulseur. À titre d'exemple, avec une capacité de $100 \text{ m}^3/\text{h}$, la pompe nécessite une charge nette absolue à l'aspiration de 0,5 mcl. Ceci signifie que pour un débit de $100 \text{ m}^3/\text{h}$ une charge minimum de cargaison équivalant à 0,5 mètre est requise à l'aspiration de la pompe pour éviter la cavitation. Une surpression de 0,035 bar dans la citerne à cargaison équivaut à une charge de 0,5 mètre pour le pompage de butane.

La charge absolue est particulièrement importante lors du pompage de gaz liquéfié, car le liquide pompé est toujours à son point d'ébullition. Il ne faut pas oublier que si la cavitation survient dans une pompe, ceci endommagera non seulement l'impulseur, mais le palier d'arbre ne sera plus alimenté en cargaison. Ceci va ralentir le refroidissement et la lubrification du palier, ce qui occasionnera rapidement des dommages.

La courbe de consommation d'énergie (courbe C)

La courbe C présente la puissance absorbée en fonction de la capacité de la pompe. Cette courbe est normalement indiquée pour une densité spécifique de liquide et peut être convertie pour tout liquide en la multipliant par le ratio des densités volumiques. Parmi les cargaisons normalement transportées à bord de bateaux-citernes transportant du gaz, le chlorure de vinyle présente la plus haute densité. Celle-ci est d'environ 0,97 à son point d'ébullition atmosphérique (Le Tableau 27.5 comporte des indications pour les autres gaz liquéfiés). Dans les cas où les moteurs des pompes de cargaison ont été adaptés pour le GPL et des cargaisons d'ammoniac, il sera nécessaire de réduire le débit de sortie si du chlorure de vinyle est pompé, afin d'éviter une surcharge du moteur. En règle générale, les moteurs électriques sont protégés contre les charges excessives et s'arrêtent automatiquement dans ce cas.

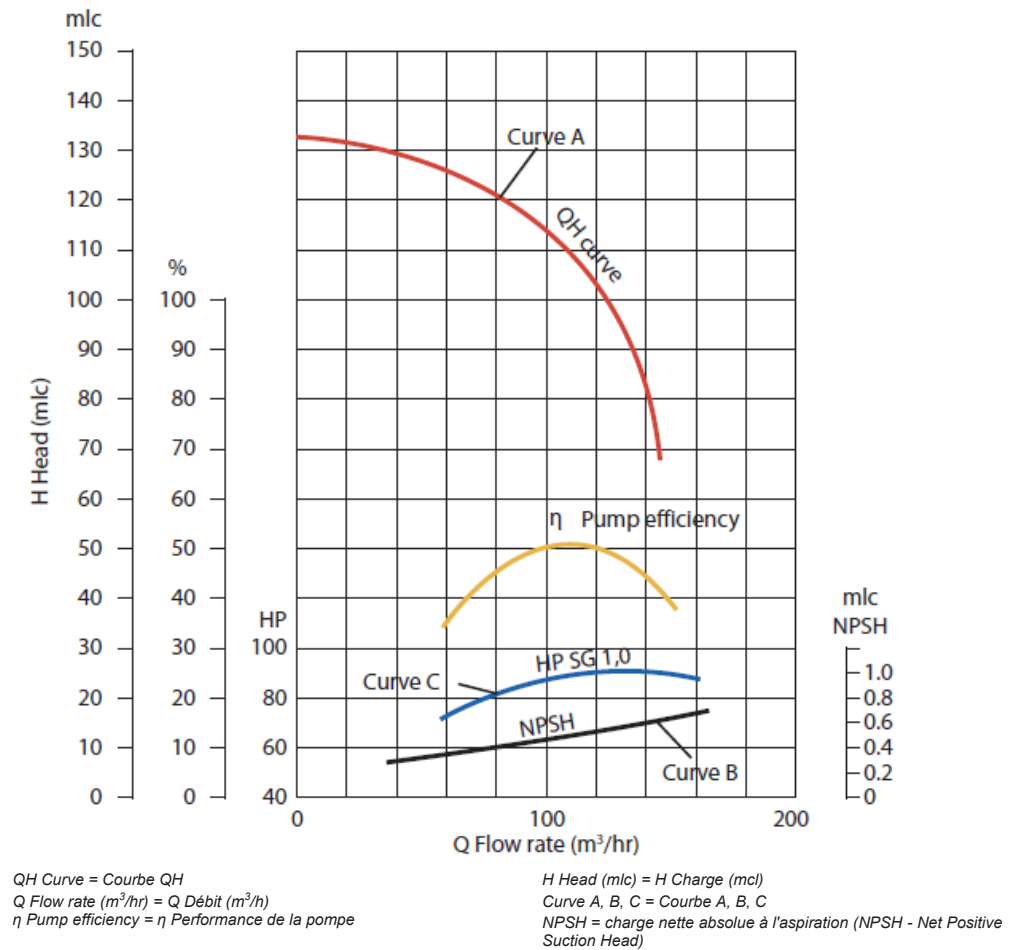


Figure 31.2 : Courbes de performances d'une pompe - Pompe de fond

Utilisation de pompes en parallèle et en série

Pendant le déchargement d'un bateau-citerne transportant du gaz, les pompes de cargaison sont généralement utilisées en parallèle, mais lorsqu'un bateau-citerne réfrigéré décharge vers un point de stockage pressurisé, les pompes des citernes à cargaison sont utilisées en série avec une pompe de surpression, comme indiqué à la section 32.7.3.

Lorsque les pompes fonctionnent en parallèle, leurs courbes de fonctionnement peuvent être combinées pour obtenir par exemple une courbe débit/charge pour deux, trois ou quatre pompes fonctionnant ensemble. Prenant la courbe de fonctionnement de la pompe de la figure 31.2, la courbe débit/charge pour le fonctionnement de deux pompes en parallèle peut être facilement tracée en doublant le débit par rapport à la charge appropriée pour une seule pompe. Cela est illustré par la Figure 31.3. De même, lors de l'utilisation de trois pompes en parallèle, le débit par rapport à la charge appropriée peut être obtenu en multipliant par trois le débit d'une seule pompe par rapport à la même charge. Ainsi, plusieurs courbes peuvent être tracées à partir de la courbe de fonctionnement d'une seule pompe.

Lorsque les pompes fonctionnent en série, les courbes de fonctionnement individuelles de la pompe peuvent être combinées pour obtenir la courbe correspondant à la configuration en série. La Figure 31.4 en présente le principe en utilisant à titre d'exemple deux pompes similaires fonctionnant en série (voir la Figure 31.2) Cette fois, pour chaque valeur de débit, la charge appropriée fournie par une seule pompe est doublée pour obtenir la charge totale.

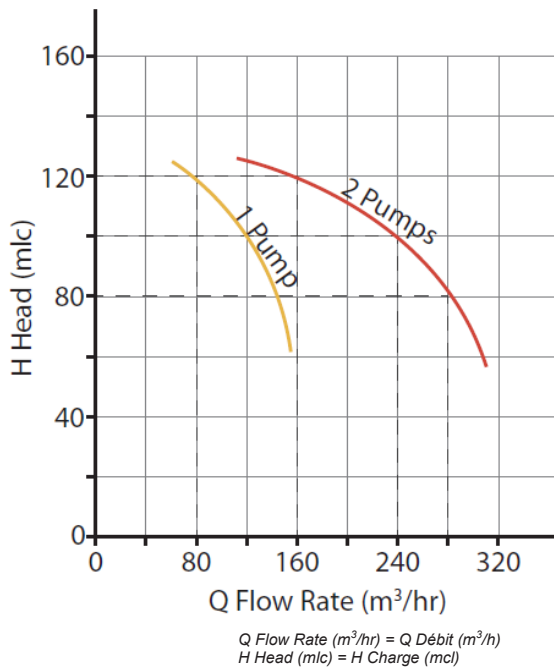


Figure 31.3 : Pompes centrifuges en parallèle - caractéristiques combinées

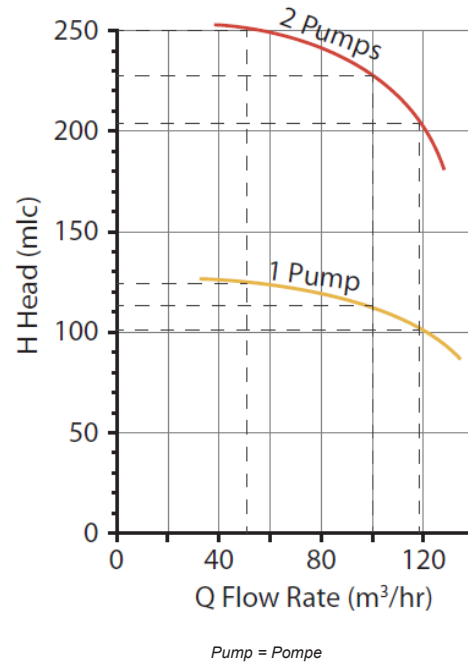


Figure 31.4 : Pompes centrifuges en série - caractéristiques combinées

Ces indications concernent seulement les performances de la pompe. Pour une évaluation complète des performances de décharge d'un bateau-citerne, l'effet de la différence de charge de la citerne à cargaison au collecteur et celui de la résistance de la conduite entre les pompes de cargaison et le collecteur doivent être soustraits des performances de la pompe.

Les débits de cargaison pour n'importe quelle pompe ou combinaison de pompes dépendront de la contre-pression due à la charge statique (différence de niveau de liquide dans la citerne de réception par rapport à la citerne qui est vidée) et de la résistance à l'écoulement dans la conduite.

Il est rappelé que la longueur et le diamètre de la tuyauterie du terminal à terre créent une certaine contre-pression. Cela constitue généralement une restriction considérable, qui limite la capacité de pompage du bateau. Cela a une influence considérable sur le débit réel.

Pour déterminer le débit d'écoulement d'une conduite donnée, les performances de débit de la conduite à terre doivent être additionnées aux performances de pompage du bateau-citerne. Ce point est abordé à la section 32.7, mais il convient de noter que la résistance du système peut être suffisamment importante pour restreindre le débit indiqué dans les figures et 31.3 et 31.4.

Il convient d'utiliser la puissance minimale nécessaire pour le pompage afin de limiter l'apport de chaleur à la cargaison et de limiter l'augmentation de la pression de vapeur saturante de la cargaison (voir la section 32.7.2). Une pompe en rotation transmet toujours de l'énergie à la cargaison, dont la température augmente. Cela peut poser des problèmes avec les cargaisons réfrigérées. Cela est moins important pour les cargaisons sous pression.

Pompes de fond

Les pompes de fond sont les pompes de cargaison les plus courantes à bord des bateaux-citernes transportant du gaz. La Figure 31.5 présente un système caractéristique de pompe de fond. La pompe est entraînée électriquement ou hydrauliquement (avec un système d'étanchéité) par un moteur qui est installé à l'extérieur de la citerne. L'arbre d'entraînement est maintenu par des paliers de carbone à l'intérieur du tube de déchargement de la cargaison. Les paliers sont lubrifiés et refroidis par le flux de cargaison.

L'impulseur centrifuge est monté dans un petit puits au fond de la citerne à cargaison et comprend souvent deux ou trois étages ainsi qu'un premier étage d'induction : ce dernier est utilisé pour réduire autant que possible la charge nette absolue à l'aspiration requise par la pompe. L'étanchéité du dôme des citernes à cargaison est assurée par un double joint mécanique enduit d'huile de graissage. Ceci empêche les fuites de cargaison dans l'atmosphère. L'alignement précis de l'attelage moteur, du palier de butée et du joint mécanique graissé est important.

La longueur de l'arbre d'entraînement peut également constituer un problème, car plus il est long, plus il nécessitera d'être soutenu. C'est pourquoi les bateaux-citernes de plus grandes dimensions sont souvent équipés de pompes immergées.

Pompes à moteur immergé

Les pompes immergées spéciales ne sont utilisées qu'à bord de grands bateaux-citernes. Elles sont actionnées électriquement et sont également installées au fond des citernes de cargaison, ce qui permet d'atteindre des niveaux de pompage très bas. Les pompes immergées ne sont actuellement pas utilisées par la navigation intérieure pour la manutention de gaz en Europe.

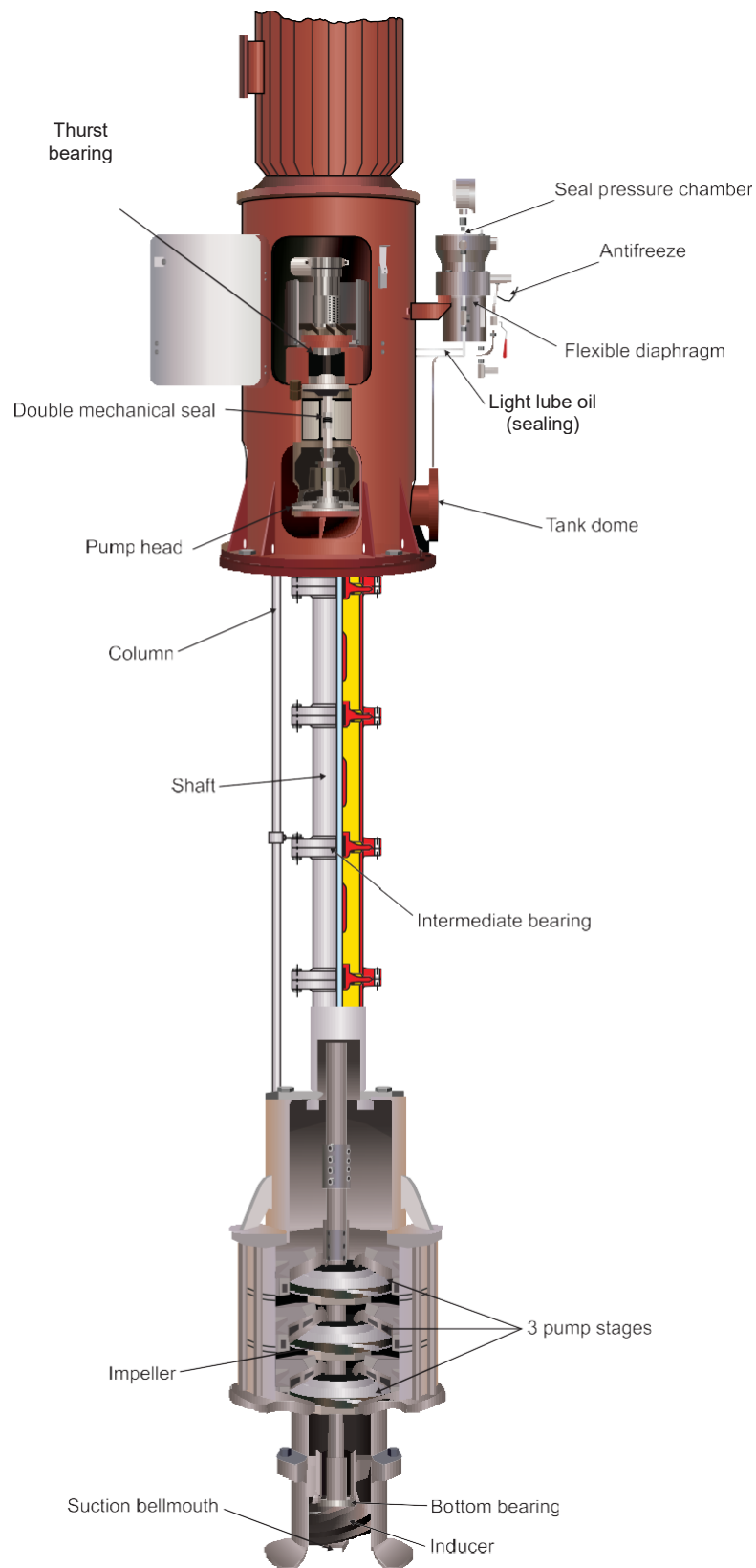
La pompe et le moteur électrique sont intégralement montés sur le même arbre, rendant inutile un joint mécanique ou un raccord. L'alimentation du moteur est assurée par des câbles à gainage spécial. Le câblage électrique traverse une boîte de jonction adaptée aux environnements dangereux dans le dôme de la citerne, puis atteint les bornes du moteur au moyen de câbles flexibles. Les câbles plus anciens à isolant minéral et gainage de cuivre utilisés à l'intérieur des citernes à cargaison ont été remplacés à bord des bateaux-citernes modernes par des câbles d'alimentation flexibles, isolés et à blindage en acier inoxydable.

Les pompes sont refroidies et lubrifiées par le flux de cargaison et sont par conséquent sujettes à des dommages en cas de perte de débit. C'est pourquoi la pompe est protégée contre le fonctionnement à sec par des dispositifs de sécurité tels qu'un relais de sous-tension, un interrupteur de décharge à basse pression, ou un interrupteur de bas niveau de la citerne.

Les pompes immergées doivent être conçues pour les différents types de cargaison figurant sur la liste des substances pouvant être transportées par le bateau. À titre d'exemple, contrairement aux gaz d'hydrocarbures, l'ammoniac est un conducteur électrique et peut également être une cargaison particulièrement corrosive pour certains matériaux tels que les fils de cuivre et l'isolation électrique. Ceci doit être pris en compte lors de la conception de la pompe. Afin de protéger le moteur électrique, le stator électrique des pompes utilisées pour l'ammoniac est chemisé.

Pompes de surpression

Les pompes de surpression sont généralement de type centrifuge. Elles peuvent être montées verticalement ou horizontalement sur le pont dans la conduite de déchargement appropriée. Dans ces positions, elles vont être actionnées par un moteur électrique à sécurité renforcée (Ex e) (voir la section 31.8). Le système de refroidissement des joints doit être bien entretenu pour en préserver la fiabilité. Les pompes de surpression sont rarement installées à bord de bateaux-citernes transportant du gaz.



Thurst bearing = Palier de butée
Double mechanical seal = Double joint mécanique
Pump head = Tête de pompe
Column = Colonne
Shaft = Mèche
Impeller = Turbine
Suction bellmouth = Cloche d'aspiration

Seal pressure chamber = Joint d'étanchéité de la chambre de pression
Antifreeze = Antigel
Flexible diaphragm = Membrane souple
Light lube oil (sealing) = Huile de graissage
Tank dome = Dôme de la citerne
Intermediate bearing = Palier intermédiaire
3 pump stages = 3 niveaux de pompe
Bottom bearing = Palier inférieur
Inducer = Inducteur

Figure 31.5 : Pompe de fond caractéristique

Prévention de la glace sur les pompes de cargaison

La formation de glace ou d'hydrates (voir la section 27.7) est possible à bord des bateaux-citernes transportant du GPL réfrigéré ou semi-pressurisé. En outre, des hydrates peuvent être transférés depuis le terminal durant les opérations de chargement. Les hydrates provenant de l'installation à terre peuvent être retenus par les filtres de cargaison sur les conduites de chargement du terminal.

Les formations d'hydrates peuvent pénétrer dans les pompes de cargaison, obstruer les passages de lubrification et déséquilibrer les turbines et les paliers. Pour prévenir de tels dommages, il est de pratique courante d'injecter dans la pompe de cargaison une petite quantité d'un produit qui abaisse le point de congélation, afin de faciliter son dégivrage.

Les produits généralement utilisés sont le méthanol, l'éthanol ou le propanol. Ils ne sont normalement nécessaires que pour les cargaisons qui sont refroidies en dessous du point de solidification de l'eau.

En raison du risque de contamination de certaines cargaisons de GPL, l'injection de tels produits n'est normalement pas autorisée sans l'accord du destinataire de la cargaison.

Pour éviter le gel pendant le chargement de gaz liquéfiés réfrigérés, il est recommandé de faire tourner manuellement l'arbre de la pompe. Ceci est particulièrement important si la cargaison précédente était une cargaison non réfrigérée ou si les citernes ont été ouvertes pour inspection. Pendant la rotation manuelle, les interrupteurs d'activation des pompes doivent être protégés contre toute utilisation.

31.3 Réchauffage de la cargaison

Lors du chargement de cargaisons réfrigérées depuis des points de stockage à terre, il est généralement nécessaire de chauffer la cargaison afin d'éviter la fragilisation des citernes et des conduites à terre à basse température.

Les réchauffeurs de cargaison sont habituellement du type échangeur horizontal à enveloppe et tubes. Ils sont la plupart du temps montés à l'air libre sur le pont du bateau-citerne. L'eau du port est fréquemment utilisée en tant que source de chaleur, l'eau circulant dans les tubes et la cargaison circulant autour des tubes.

Les réchauffeurs sont généralement conçus pour augmenter la température du propane entièrement réfrigéré de -42 °C à -5 °C pour atteindre 0 °C. Il convient cependant de noter que le débit de cargaison auquel cette élévation de la température peut être obtenue peut s'en trouver considérablement réduit dans les régions où l'eau est froide. En hiver, lorsque la température de l'eau est inférieure à 5 °C, seuls des débits de chargement très peu élevés sont possibles.

Il convient de souligner la nécessité de dispositifs de contrôle de la température et d'alarmes pour éviter le gel. Il s'agit d'un risque très réel contre lequel il faut toujours se prémunir lorsque des cargaisons dont la température est inférieure au point de congélation de l'eau sont traitées au moyen de ce type de réchauffeur de cargaison.

31.4 Vaporisateurs de cargaison

Un moyen de produire de la vapeur de cargaison à partir de l'état liquide est souvent nécessaire à bord des bateaux-citernes transportant du gaz. De la vapeur peut par exemple être nécessaire pour l'apport de vapeur de produit dans les citernes à cargaison ou pour maintenir la pression des citernes à cargaison durant le déchargement. Cette utilisation intervient surtout en l'absence d'une conduite de retour de vapeur depuis la terre. C'est pourquoi un vaporisateur est généralement installé à bord à cet effet. Ils fonctionnent avec de la vapeur d'eau, avec l'eau du port ou avec des éléments électriques tant que source de chaleur.

31.5 Compresseurs de cargaison et dispositifs connexes

Le compresseur est le cœur de l'installation de reliquéfaction. En ce qui concerne les bateaux-citernes GPL, il existe deux principaux types de compresseurs : le compresseur à piston et le compresseur à engrenage.

31.5.1 Compresseurs à piston

Les anciens compresseurs n'étaient pas toujours exempts d'huile. Ceci posait les problèmes évoqués aux sections 27.10 et 32.6.1, de nombreux gaz liquéfiés pouvant affecter la qualité de l'huile de graissage utilisée dans les machines. L'utilisation de ces compresseurs plus anciens nécessite une surveillance attentive. En particulier, ils comportent souvent des systèmes de chauffage à carter d'huile pour évaporer les gaz dissous. En outre, un changement de l'huile de graissage entre les cargaisons est généralement nécessaire. Des indications exhaustives sur le fonctionnement de ces compresseurs doivent figurer dans les notices d'emploi des fabricants.

Ceci explique que la plupart des compresseurs à piston utilisés pour les cargaisons à bord des bateaux-citernes transportant du gaz fonctionnent sans huile.

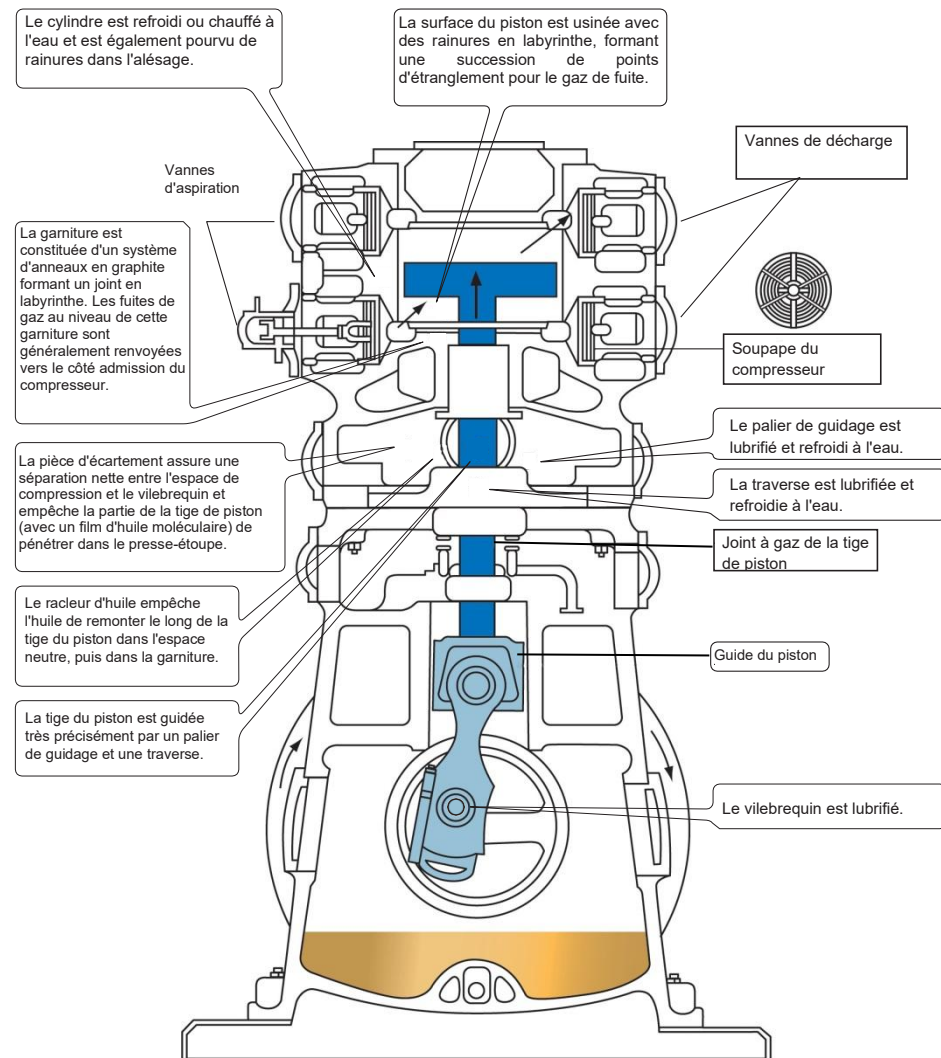


Figure 31.6 : Compresseur sans huile

Avec le compresseur sans huile présenté en Figure 31.6, l'étanchéité entre le piston et la paroi du cylindre et entre la tige de piston et la garniture est assurée par des labyrinthes usinés. Par conséquent, aucune lubrification n'est nécessaire pour les espaces dans le compresseur qui ont fait l'objet d'un apport de vapeur de cargaison. L'absence de tout contact aux joints limite l'usure et la consommation d'huile de lubrification est minimale. Le côté exempt d'huile du compresseur et le carter lubrifié sont séparés par des bagues gratte-huile montées sur la tige du piston. La tige comporte également un anneau qui empêche tout film d'huile résiduelle de monter le long de la tige. La distance entre le carter et la garniture est telle que la partie huileuse de la tige du piston ne peut pas pénétrer dans la garniture exempte d'huile. En cas de fuite de gaz à travers la garniture, le gaz est refoulé vers le côté aspiration. Le carter et l'espace de séparation sont maintenus sous pression d'aspiration. Lorsque le vilebrequin sort du carter, il est équipé d'un joint graissé.

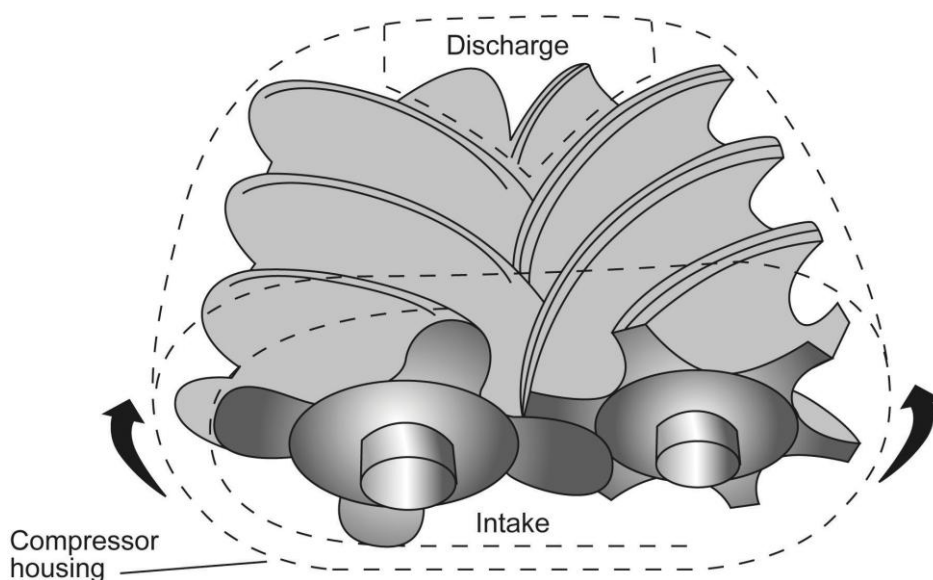
Bien que la chambre de compression du compresseur soit exempte d'huile, il est de pratique courante de remplacer l'huile de lubrification à chaque changement de cargaison. Ceci vise à tenir compte de la compatibilité du grade de l'huile de lubrification avec la cargaison suivante (voir la section 32.6.1).

La capacité du compresseur est contrôlée par le soulèvement des vannes d'aspiration lors de la course de compression. Les lèvres-plaques sont normalement actionnées hydrauliquement, la pressurisation du fluide étant assurée par la pompe à huile de graissage. Lorsque le compresseur est arrêté, la vapeur de la cargaison dans le carter peut se condenser et provoquer des problèmes de lubrification. Pour éviter ceci, il est nécessaire de chauffer le carter lorsque le compresseur est arrêté. Lorsque le compresseur est en fonctionnement, le carter, les crosses et les roulements de guidage doivent être refroidis. Généralement, un système en circuit fermé d'eau glycolée assure le chauffage (lorsque le compresseur est arrêté) ainsi que le refroidissement (lorsque le compresseur est en fonctionnement).

31.5.2 Compresseurs à vis

Les compresseurs à vis utilisés pour des cargaisons de gaz liquéfié peuvent être secs, sans huile ou à injection d'huile. Dans les machines fonctionnant à sec, les rotors n'entrent pas en contact physique mais sont maintenus en prise et sont entraînés par une transmission externe. En raison de fuites dues au jeu entre les rotors, des vitesses élevées sont nécessaires assurer une efficacité satisfaisante (généralement 12 000 tr/min). La Figure 31.7 présente un schéma caractéristique de rotor avec la combinaison habituelle de quatre à six lobes. Les lobes sont en prise et le gaz est comprimé dans les chambres, le volume de ces chambres se réduisant avec la rotation des rotors. Le carter du compresseur comporte les orifices d'aspiration et de refoulement.

Les compresseurs à huile fonctionnent avec l'injection d'huile dans les rotors, rendant inutiles la présence de pignons de distribution. La puissance d'entraînement est transmise d'un rotor à l'autre par l'injection d'huile. Celle-ci agit aussi en tant que lubrifiant et liquide de refroidissement. Les rotors étant isolés par l'huile, les fuites de gaz sont bien moins importantes et ces modèles peuvent par conséquent fonctionner à des vitesses inférieures (3000 tr/min). Un séparateur d'huile situé à l'extrémité de refoulement de la machine sépare l'huile du gaz comprimé.



Discharge = Sortie

Compressor housing = Carter du compresseur

Intake = Entrée

Figure 31.7 : Rotor caractéristique d'un compresseur à vis sans huile

La capacité des compresseurs à vis peut être contrôlée de plusieurs manières. La plus courante est le recours à une vanne qui réduit efficacement la longueur efficace des rotors. Ceci fonctionne mieux que la réduction de l'aspiration. Les compresseurs à vis consomment davantage d'énergie que les compresseurs à piston.

31.5.3 Séparateur de liquide d'aspiration du compresseur

Il est nécessaire de protéger les compresseurs de vapeur de cargaison contre le risque d'aspiration de liquide. Une telle situation pouvant sérieusement endommager les compresseurs, puisque le liquide est incompressible, on installe habituellement un séparateur de liquide sur la conduite d'aspiration du compresseur venant des citernes à cargaison. Le but de ce dispositif est de réduire la vitesse de la vapeur et de permettre ainsi la séparation de tout liquide entraîné par le flux de vapeur. En cas de surremplissage, le séparateur est muni de capteurs de haut-niveau qui déclenchent une alarme et le compresseur.

31.6 Systèmes à gaz inerte et à azote

Comme indiqué dans la section 27.5, les bateaux-citernes transportant du gaz utilisent différents types de gaz inerte, lesquels sont :

- Azote produit par des systèmes de bord ;
- Azote pur chargé depuis la terre (depuis une conduite ou un camion-citerne).

31.6.1 Production d'azote à bord des bateaux-citernes

Le système le plus fréquemment utilisé pour la production d'azote à bord des bateaux-citernes de navigation maritime est un procédé par séparation d'air. Ce système sépare les composants gazeux de l'air en passant de l'air comprimé sur des membranes à fibres creuses. Les membranes séparent l'air en deux flux - l'un étant essentiellement composé d'azote et l'autre contenant de l'oxygène, du dioxyde de carbone, ainsi que quelques gaz à l'état de traces. Ce système peut produire de l'azote présentant un degré de pureté de 95 à 99,8 %. L'efficacité de ces systèmes dépend du nombre de modules de membranes qu'il comporte, de la pression d'entrée de l'air, de la température et du degré de pureté de l'azote qui est requis. La Figure 31.8 présente un tel système.

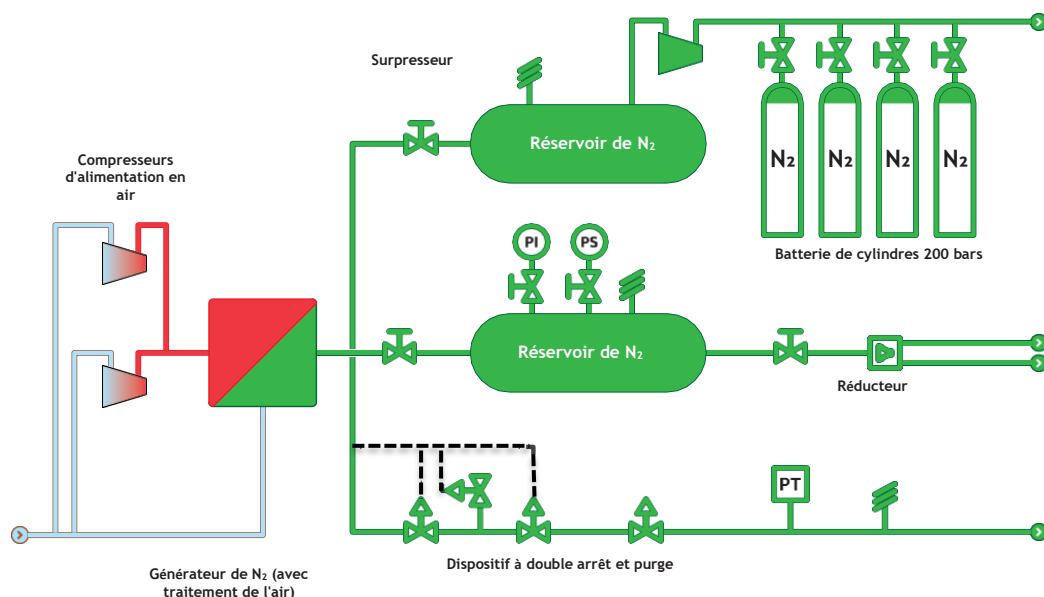


Figure 31.8 : Système à membranes pour la production d'azote

31.6.2 Azote pur chargé depuis la terre

La qualité du gaz inerte produit par les systèmes de bord est généralement insuffisante pour les cargaisons sensibles à la présence d'oxygène - voir les exigences strictes en matière d'oxygène présent dans la citerne dans le Tableau 27.3 (b). Compte tenu des éléments composant le gaz inerte, ceci peut impliquer des restrictions d'utilisation si les citernes ont été préalablement dégazées pour leur inspection, ce qui est souvent nécessaire en cas de changement de grade de cargaison. Dans ce cas, avant le chargement, les conducteurs doivent prendre des dispositions pour inerte les citernes à cargaison à l'azote pur chargé depuis la terre. Cet azote est généralement acheminé par conduite, par camion-citerne ou par barge.

L'azote fourni depuis la terre par le système de tuyauterie et le bras ou le tuyau de chargement est toujours sous forme gazeuse. Lorsque l'azote est fourni par un camion ou une barge, il se présente sous forme liquide. Le camion-citerne et la barge sont équipés d'un évaporateur qui permet de chauffer l'azote liquide à une température supérieure à 0 °C avant de l'introduire dans les réservoirs de cargaison.

Lorsque les citernes à cargaison ont été ouvertes à l'atmosphère pour des inspections visuelles sur un chantier naval, ou à d'autres moments, il est possible que l'humidité de l'air s'accumule dans les différents espaces. Cette vapeur d'eau doit être éliminée de la citerne à cargaison par purge avec de l'azote « sec ». Il est important que la température de l'azote fourni soit toujours bien supérieure à 0 °C. Si la température est inférieure à celle de l'eau, la vapeur se condense ou gèle sur les parois de la citerne. La cargaison suivante peut alors ne plus correspondre aux spécifications (hors spécifications) en raison de sa teneur en eau.

Lorsque la purge doit être effectuée jusqu'à un certain point de rosée, le coût de l'azote utilisé est plus élevé.

31.7 Matériel électrique dans les espaces présentant un risque de gaz

Les définitions courantes des zones de sécurité pour les équipements électriques sont les suivantes :

- **Zone 0** : présence continue d'un mélange inflammable ;
- **Zone 1** : des mélanges inflammables sont probables dans le cadre des opérations normales ;
- **Zone 2** : des mélanges inflammables sont peu probables dans le cadre des opérations normales.

Les installations électriques à bord des bateaux-citernes transportant du gaz sont soumises aux exigences de la société de classification et des réglementations pertinentes. Les zones et espaces à bord des bateaux-citernes sont classés soit comme étant exempts de gaz ou comme présentant un risque de gaz, en fonction du risque lié aux vapeurs de cargaison présentes. À titre d'exemple, les logements et salles de machines sont exempts de gaz, tandis que les chambres de compresseurs, les zones des citernes à cargaison et les cales sont des zones présentant un risque de gaz. Dans les zones présentant un risque de gaz, seuls des équipements électriques approuvés doivent être utilisés. Cela s'applique aux équipements fixes et portatifs. Il existe plusieurs types d'appareils électriques certifiés comme étant sûrs pour une utilisation à bord de bateaux-citernes transportant du gaz et ces appareils sont décrits dans les sections ci-après.

Appareils à sécurité intrinsèque

Les appareils à sécurité intrinsèque peuvent être définis comme étant un circuit électrique dans lequel une étincelle ou un effet thermique (lors du fonctionnement normal ou en cas de dysfonctionnement spécifié) est incapable de provoquer l'inflammation d'un mélange explosif donné.

Le confinement de l'énergie peut être assuré en plaçant une barrière sur l'alimentation électrique. Celle-ci doit être placée en un point sûr. Les barrières Zener sont fréquemment utilisées à cette fin. La tension est limitée par les diodes Zener de sorte que le flux maximal de courant vers la zone de danger soit limité par les résistances. Les utilisations de ces systèmes à sécurité intrinsèque sont normalement limitées aux instruments et aux circuits de commande dans les zones de danger. Étant limités à des niveaux d'énergie très faibles, les systèmes à sécurité intrinsèque ne peuvent pas être utilisés dans les circuits à forte tension, tels que ceux utilisés pour l'actionnement de pompes à cargaison, etc.

Équipement antidéflagrant

Une enveloppe antidéflagrante peut résister à la pression développée lors d'une inflammation interne d'un mélange inflammable. Sa conception est telle que les flammes dans l'enveloppe sont refroidies en dessous de la température d'inflammation avant qu'elles n'atteignent l'atmosphère environnante.

L'interstice prévu pour que les gaz chauds puissent s'échapper est un point sensible et une attention particulière doit être accordée à l'assemblage et à l'entretien du matériel antidéflagrant pour s'assurer que ces interstices soient bien entretenus. Aucun boulon ne doit être omis ou mal serré et l'interstice ne doit pas être réduit par de la peinture, de la corrosion ni par d'autres obstacles.

Équipements pressurisés ou purgés

La pressurisation ou la purge d'équipements est une technique utilisée pour s'assurer qu'une enveloppe demeure exempte de gaz. Dans le cas de la pressurisation, une surpression de 0,5 bar doit être maintenue par rapport à l'atmosphère environnante. Dans le cas d'une enveloppe purgée, un approvisionnement continu de l'enveloppe en gaz de purge doit être assuré. De l'air ou du gaz inerte peuvent être utilisés.

Équipement à sécurité accrue

L'utilisation d'équipement à sécurité accrue est recommandée pour les systèmes d'éclairage et les moteurs à alimentation électrique. Cet équipement possède une séparation plus grande que la normale entre les conducteurs électriques et entre les bornes électriques. Les démarreurs sont conçus pour limiter les arcs sur les contacteurs et pour limiter la température des composants. Des moteurs à sécurité accrue possédant des enveloppes antidéflagrantes sont fréquemment utilisés sur le pont des bateaux-citernes transportant du gaz. Dans ce cas, ils peuvent par exemple actionner des pompes de fond ou des pompes de surpression. En pareil cas, ils doivent être protégés par un revêtement approprié résistant aux intempéries. Voir également la classification des températures dans l'ADN, chapitre 3.2, Tableau C, colonne 15 (classe de température T1 à T6) et section 3.2.4.3, partie G : Détermination de la classe de température.

31.8 Instruments

Les instruments sont un élément important de l'équipement des bateaux-citernes transportant du gaz et sont nécessaires pour :

- mesurer le niveau de la cargaison (en liaison avec l'ordinateur de chargement) ;
- la pression ;
- la température ;
- l'activation des systèmes d'arrêt d'urgence ;
- la détection de gaz.

Les instruments doivent être soigneusement sélectionnés et dûment certifiés. Ils doivent être entretenus conformément aux instructions du fabricant.

31.8.1 Instruments de mesure du niveau de liquide

Les réglementations en vigueur et les règles des sociétés de classification exigent normalement que toutes les citernes à cargaison soient équipées d'au moins un indicateur de niveau de liquide. Des systèmes de jaugeage spécifiques sont nécessaires pour certaines cargaisons.

La classification des systèmes de jaugeage est la suivante :

- systèmes indirects - il peut s'agir de méthodes de pesage ou de débitmètres ;
- appareils fermés qui ne pénètrent pas dans la citerne à cargaison - des appareils à ultrasons ou des sources radio-isotope peuvent être utilisés ;
- appareils fermés qui pénètrent dans les citernes à cargaison - par exemple des jauges à flotteur et des jauges de type radar.

Jauges à flotteur

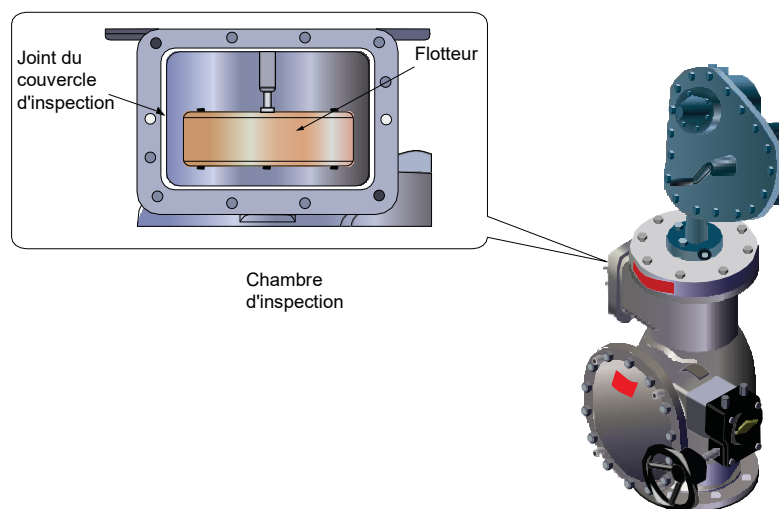


Figure 31.9 : Jauge à flotteur

La jauge à flotteur était largement utilisée à bord des bateaux-citernes transportant du gaz, mais elle est désormais remplacée par des équipements plus récents. Elle se compose d'un flotteur attaché par un ruban de mesure indiquant le niveau, lequel peut être lu sur place et à distance. La Figure 31.9 présente une jauge à flotteur caractéristique placée dans un puits tubulaire. Un câble-guide peut aussi être monté. Les jauges à flotteur sont équipées d'un robinet-vanne afin que le flotteur puisse être réparé dans une atmosphère sûre.

Le flotteur doit être retiré de la surface du liquide lorsqu'il n'est pas utilisé. S'il est laissé à la surface, le ballotement du liquide, surtout dans des conditions de houle importante, peut endommager le dispositif de tension du ruban. Les jauges à flotteur sont normalement placées dans un puisard de citerne ou atteignent une distance proche du fond de la citerne. À bord des bateaux-citernes de navigation intérieure, flotte généralement à la surface du liquide.

Jauge radar

Un autre instrument de jaugeage des citernes est conçu pour fonctionner sur le principe du radar. Cet instrument fonctionne à de très hautes fréquences - environ 11 GHz (11 x 10⁹). Les jauges de niveau de liquide de type radar ont été spécialement mises au point pour les gaz liquéfiés à bord des bateaux-citernes transportant du gaz. Cet instrument fournit des mesures qui répondent aux exigences de l'industrie.

Ces instruments sont considérés comme étant des instruments de type fermé. Cela signifie que, lors de leur utilisation, aucun liquide ni aucune vapeur de cargaison ne sont libérés dans l'atmosphère au cours de la mesure du niveau.

31.8.2 Systèmes d'alarme de niveau et d'arrêt automatique

Chaque citerne doit être équipée d'un capteur de niveau élevé qui est indépendant qui déclenche des alarmes sonores et visuelles. Les capteurs à flotteur, de capacité ou à ultrasons peuvent être utilisés à cette fin. Une alarme de surremplissage - ou un autre capteur indépendant - est nécessaire pour arrêter automatiquement l'écoulement de la cargaison dans la citerne.

Durant le chargement de la cargaison, il existe un risque que soit générée une surpression importante si la vanne d'arrêt se ferme trop vite alors que le débit de chargement est élevé (Voir les sections 31.1.3 et 16.10 à propos de la surpression).

31.8.3 Surveillance de la température et de la pression

Les réglementations en vigueur devraient exiger une surveillance de la pression dans l'intégralité du système de cargaison. Les emplacements appropriés à cet effet comprennent les citernes à cargaison, les conduites d'amenée et de refoulement de la pompe et du compresseur, ainsi que les interconnexions pour les liquides et les vapeurs. Cela également sur les conduites principales de cargaison, le cas échéant. Des manocontacteurs sont montés sur différents systèmes pour protéger le personnel et l'équipement par le déclenchement d'alarmes et de systèmes d'arrêt en cas d'urgence.

Il est recommandé que plus d'un thermomètre soit monté sur les citernes à cargaison pour faciliter la surveillance visant à éviter les contraintes thermiques excessives. Le personnel du bateau-citerne doit connaître les températures les plus basses auxquelles les citernes à cargaison peuvent être exposées et ces valeurs doivent être indiquées sur les jauges de température - en particulier sur celles qui sont installées sur le collecteur de cargaison.

32 Opérations à bord

Ce chapitre décrit un cycle complet des opérations de chargement et de déchargement d'un bateau-citerne depuis un état exempt de gaz jusqu'à la planification d'un changement de cargaison.

Lorsqu'un bateau-citerne transportant du gaz accoste pour la première fois au quai pour y effectuer des opérations de manutention de cargaison, il est essentiel que les procédures préliminaires aient été dûment mises en œuvre. En particulier, les questions figurant dans la liste de contrôle de sécurité doivent systématiquement être prises en compte. Des plans de manutention doivent être élaborés et approuvés conjointement en s'appuyant sur les questions de la liste de contrôle. Des procédures écrites doivent également être établies pour le contrôle des débits de cargaison bateau/terre et pour les procédures générales couvrant les situations d'urgence. La sécurité des opérations dépend de l'observation de ces plans.

32.1 Séquence des opérations

En supposant qu'un bateau-citerne transportant du gaz vienne directement d'un chantier naval ou était en cale sèche, l'ordre habituel des opérations de manutention est le suivant :

1. Inspection des citernes
2. Assèchement
3. Inertage
4. Apport de vapeur de produit
5. Chargement
6. Voyage avec la cargaison
7. Déchargement
8. Voyage avec du ballast
9. Changement de cargaison
10. Préparation pour l'inspection des citernes ou la mise en cale sèche

Nota : l'étape 4 (apport de vapeur de produit) est souvent omise pour certains produits à basse pression, tels que le C4.

32.2 Inspection des citernes, assèchement et inertage

32.2.1 Inspection des citernes

Avant toute opération de cargaison, il est essentiel que les citernes à cargaison soient intégralement inspectées pour s'assurer qu'elles soient propres, que tous les objets mobiles aient été retirés et que tous les équipements aient été correctement fixés. Toute eau doit également être retirée. Une fois cette inspection terminée, la citerne à cargaison doit être fermée de manière sûre et les opérations de séchage de l'air peuvent commencer.

32.2.2 Assèchement

Des exigences supplémentaires concernant la teneur en humidité sont applicables pour divers produits transportés sous pression et à une température supérieure à 0 °C, tels que le butadiène et le propylène.

Quelle que soit la méthode retenue pour l'assèchement, il convient de veiller à atteindre la température correcte de point de rosée - voir le Tableau 27.3 (b). Le mauvais fonctionnement de vannes et de pompes peut souvent se traduire par un assèchement incomplet des citernes à cargaison et des systèmes de tuyauteries. L'assèchement de l'atmosphère des citernes peut être réalisé de plusieurs manières. Celles-ci sont décrites ci-dessous.

Assèchement par gaz inerte produit à terre

L'assèchement peut être effectué dans le cadre de la procédure d'inertage lorsque du gaz inerte (azote) est fourni depuis le quai (voir la section 31.6). Il convient de s'assurer au préalable que toute l'eau libre a été retirée des citernes de cargaison et des systèmes de tuyauteries. Lorsque les parois de la citerne sont humides, il est conseillé de pré-purger avec de l'air sec et de procéder à une nouvelle inspection de la citerne.

L'inertage a deux objectifs. Il s'agit de réduire :

1. La teneur en humidité de l'atmosphère de la citerne jusqu'au point de rosée souhaité.
2. La teneur en oxygène.

Lorsque le point de rosée requis est bas, le temps nécessaire pour atteindre le point de rosée peut être plus long que celui nécessaire pour obtenir la teneur en oxygène requise.

Pour certains gaz, en particulier les gaz chimiques, la teneur en oxygène qui est nécessaire est nettement moins élevée que pour le GPL. Le temps nécessaire pour atteindre le point de rosée peut alors être à peu près égal à celui nécessaire pour atteindre la teneur en oxygène.

Pour toutes les citernes sous pression, un test d'étanchéité doit être effectué avec une certaine surpression avant que le chargement ne puisse commencer.

Assèchement avec du gaz inerte produit à bord du bateau-citerne

L'assèchement et l'inertage peuvent également être effectués à l'aide du générateur d'azote à bord du bateau-citerne, s'il est disponible. Un assèchement satisfaisant dépend des spécifications du système et de son installation. Le générateur doit être d'une capacité appropriée et l'azote gazeux d'une qualité adéquate.

32.3.3 Inertage - avant le chargement

L'inertage (élimination de l'oxygène) des citernes et des conduites à cargaison est principalement effectué pour assurer un état de non-inflammable au cours des opérations ultérieures d'apport de vapeur de cargaison. À cet effet, la concentration en oxygène doit être réduite de 20,9 % à un maximum de 5 % en volume, des valeurs encore inférieures (moins de 0,5 %) étant souvent privilégiées - voir le Tableau 27.3 (b).

L'inertage est aussi effectué parce que, pour une partie des gaz chimiques plus réactifs, tels que le chlorure de vinyle ou le butadiène, une teneur en d'oxygène aussi basse que 0,1 % peut être nécessaire pour éviter une réaction chimique avec l'oxygène disponible dans l'atmosphère de la citerne, ce qui peut entraîner une cargaison non conforme aux spécifications. Ces faibles teneurs en oxygène ne peuvent généralement être obtenues que par inertage avec de l'azote fourni par une installation à terre (voir les sections 27.7 et 31.7.2).

L'inertage des citernes à cargaison peut être effectué selon deux méthodes : le déplacement ou la dilution. Ces procédures sont décrites ci-dessous.

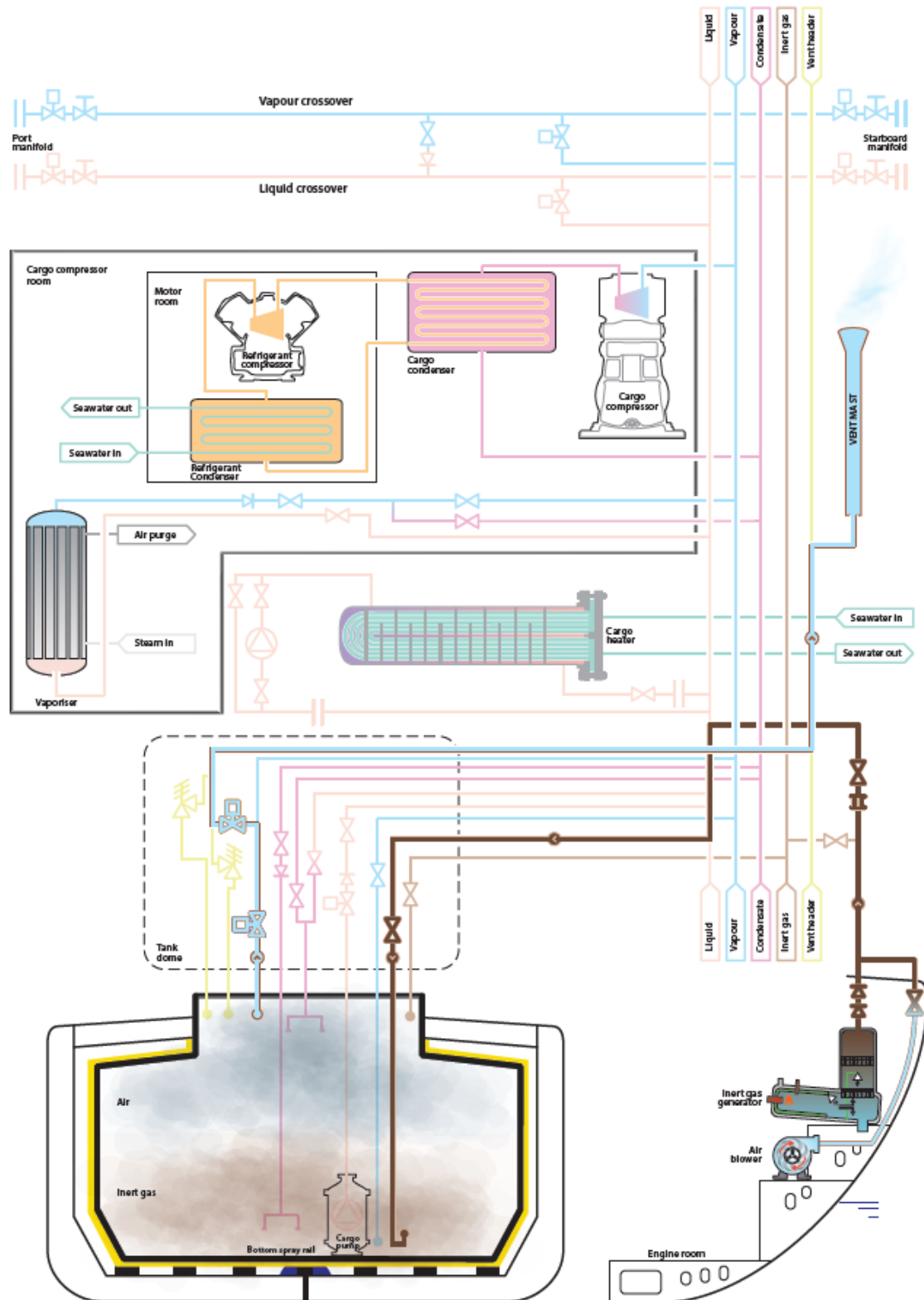


Figure 32.1 : Inertage des citernes à cargaison par la méthode de déplacement

Port manifold = Collecteur bâbord
 Vapour crossover = Embranchement vapeur
 Liquid crossover = Embranchement liquide
 Liquid = Liquide
 Vapour = Vapeur
 Condensate = Condensat
 Inert Gas = Gaz inerte
 Vent header = Collecteur d'évent
 Starboard manifold = Collecteur tribord
 Cargo compressor room = Salle du compresseur de cargaison
 Motor room = Salle des machines
 Seawater out = Sortie eau de mer
 Seawater in = Entrée eau de mer
 Air purge = Purge d'air
 Steam in = Entrée de vapeur

Vaporiser = Vaporisateur
 Refrigerant compressor = Compresseur de réfrigérant
 Refrigerant condenser = Condensateur de réfrigérant
 Cargo condenser = Condensateur de cargaison
 Cargo compressor = Compresseur de cargaison
 Cargo heater = Réchauffeur de cargaison
 Vent Mast = Mât de dégazage
 Tank dome = Dôme de la citerne
 Air = Air
 Inert gas = Gaz inerte
 Bottom spray rail = Rail de pulvérisation bas
 Cargo pump = Pompe à cargaison
 Inert gas generator = Générateur de gaz inerte
 Air blower = Soufflante d'air
 Engine room = Salle des machines

Inertage par déplacement

L'inertage par déplacement repose sur la stratification de l'atmosphère des citernes à cargaison qui résulte des différences de densités entre les vapeurs du gaz entrant dans la citerne et le gaz qui se trouve déjà dans la citerne. Le gaz plus lourd (voir le Tableau 27.5) est introduit sous le gaz plus léger à faible débit afin de limiter les turbulences. Si une bonne stratification peut être obtenue, avec peu de mélange à l'interface, un seul volume de gaz inerte correspondant au volume de la citerne est suffisant pour remplacer l'atmosphère.

Toutefois, dans la pratique, le mélange se produit et il est nécessaire d'utiliser un volume de gaz inerte supérieur au volume de la citerne. Le volume nécessaire est variable et peut atteindre près de quatre fois le volume de la citerne, selon les densités relatives des gaz et la configuration de la citerne et des conduites. Il n'existe guère de différence de densité entre l'air et le gaz inerte (voir le Tableau 27.4), l'azote étant un peu plus léger que l'air. Ces faibles différences de densité rendent difficile l'inertage par déplacement et, en général, le processus comporte une part de déplacement et une part de dilution (voir ci-dessous). En fonction des gaz à retirer, la purge peut également être effectuée par « entrée par le haut » ou par « sortie le bas », par exemple lors de la purge à l'air des citernes de cargaison contenant des vapeurs de GPL.

L'inertage par déplacement nécessite le moins de gaz inerte et nécessite le moins de temps. Toutefois, elle n'est pratique que lorsque le mélange avec la vapeur initiale de la citerne peut être limité. Si la forme de la citerne et la position des entrées de tuyaux conviennent pour le déplacement, les résultats seront améliorés par l'inertage de plus d'une citerne à la fois. Dans ce cas, les citernes doivent être alignées en parallèle. La répartition entre plusieurs citernes du flux de gaz inerte produit par le générateur réduit les vitesses d'entrée du gaz et limite ainsi les mélanges de vapeur à l'interface. Parallèlement, le flux de gaz inerte total augmente en raison de la moindre résistance générale qui lui est opposée. Les citernes inertées de cette manière doivent être surveillées pour assurer une répartition équilibrée du flux de gaz inerte. Avec cette méthode, le débit de gaz inerte doit être faible afin d'éviter tout mélange dans l'atmosphère de la citerne.

Inertage par dilution

Lorsque l'on procède à l'inertage d'une citerne par dilution, le gaz inerte entrant se mélange au gaz déjà présent dans la citerne en raison des turbulences. La méthode la plus utilisée est la pressurisation et la relaxation.

Dilution par pressurisation et relaxation

Dans le cas de citernes sous pression, l'inertage par dilution peut être effectué par un processus de pressurisations répétées. Chaque pressurisation rapproche la concentration en oxygène dans la citerne de celle du gaz inerte. Pour obtenir que le contenu de la citerne atteigne 5 % d'oxygène avec un nombre raisonnable de répétitions, une qualité de gaz inerte contenant moins de 5 % d'oxygène est nécessaire. Lors d'une purge à l'azote pur, c'est en grande partie le cas. En cas de purge avec un gaz inerte ou un générateur d'azote embarqué, cela peut poser un problème.

Il a été constaté que des résultats plus rapides sont obtenus avec davantage de répétitions à basse pression (1 à 2 bars) qu'avec un plus petit nombre de répétitions à pression plus élevée.

La configuration idéale pour l'inertage par dilution varie d'une citerne à l'autre et l'expérience peut jouer un rôle.

Gaz inerte - considérations générales

Le gaz inerte peut être utilisé de différentes manières pour assurer l'inertage de citernes à cargaison, bien qu'aucune méthode ne puisse être désignée comme étant la meilleure, le choix dépendant de la conception du bateau-citerne et des différences de densité des gaz. En règle générale, chaque bateau-citerne doit déterminer individuellement sa procédure en fonction de son système de tuyauteries et sur la base de l'expérience. Comme indiqué précédemment, la méthode par déplacement est la meilleure, mais son efficacité dépend de la bonne stratification du gaz inerte et de l'air ou des vapeurs à évacuer. À moins que la configuration pour la pénétration du gaz inerte et différences de densité des gaz soient présents, il peut s'avérer préférable d'opter pour une méthode par dilution (en sachant que son efficacité requiert une entrée rapide du gaz inerte afin de créer des turbulences).

Quelle que soit la méthode utilisée, il est important de surveiller périodiquement et à partir d'emplacements appropriés la teneur en oxygène dans chaque citerne, en utilisant les connexions disponibles pour la prise d'échantillons de vapeur. Pour s'assurer de mesurer la pression réelle de la citerne au niveau des raccords pour la prise d'échantillons, ces raccords doivent faire l'objet d'un soufflage approprié avant d'effectuer la mesure. Lors de la purge destinée à chasser l'air, il est admis de laisser les raccords de prise d'échantillons souffler lentement et en continu. Il est ainsi possible d'évaluer l'état d'avancement de l'inertage et de s'assurer que les citernes à cargaison et le système de cargaison sont convenablement inertés.

De l'azote peut être nécessaire pour préparer les citernes en vue du transport de gaz chimiques tels que le chlorure de vinyle, l'éthylène ou le butadiène. En raison du coût élevé de l'azote, il est préférable que la méthode d'inertage retenue limite la quantité d'azote nécessaire.

Inertage avant le chargement d'ammoniac

La pratique moderne exige que les citernes du bateau soient inertées à l'azote avant le chargement d'ammoniac, bien que les vapeurs d'ammoniac ne s'enflamment pas facilement.

Le gaz inerte provenant d'un générateur à combustion ne doit jamais être utilisé pour préparer des citernes en vue du transport d'ammoniac, car l'ammoniac réagit avec le dioxyde de carbone du gaz inerte et produit des carbamates. L'azote doit provenir d'installations à terre, car la capacité des générateurs embarqués est insuffisante pour inerte les citernes dans un délai raisonnable.

La nécessité d'un inertage des citernes d'un bateau préalable au chargement d'ammoniac est encore accrue par un risque particulier associé au chargement par pulvérisation. L'ammoniac liquide ne doit jamais être pulvérisé dans une citerne contenant de l'air en raison du risque de créer une charge électrostatique susceptible de provoquer l'inflammation (Les mélanges d'ammoniac dans l'air présentent aussi un risque supplémentaire en raison d'une possible accélération de la corrosion sous contrainte - voir la section 27.5.).

32.3 Apport de vapeur de produit

L'apport de vapeur de produit est effectué à l'aide de cargaison fournie depuis la terre.

Bien avant qu'un bateau-citerne n'arrive au port avec des citernes inertes, les questions suivantes doivent être prises en considération par le conducteur :

- L'apport de vapeur de produit est-il autorisé au terminal ? Si oui, dans quelles conditions ?
- Une installation de retour de vapeur vers une torchère est-elle disponible ?
- Le terminal fournit-il un liquide ou de la vapeur pour le balayage à la vapeur de produit ?
- Une seule-citerne sera-t-elle balayée et refroidie depuis la terre dans un premier temps ?
- Combien de liquide doit être pris à bord pour balayer et refroidir les citernes restantes ?
- Où pourra être effectuée l'intégralité de la procédure de balayage à la vapeur de produit ?

Avant de commencer l'apport de vapeur de produit à quai, le terminal prendra normalement des échantillons de l'atmosphère de la citerne pour s'assurer que le taux d'oxygène soit inférieur à 5 % pour les cargaisons de GPL (certains terminaux exigent un taux inférieur allant jusqu'à 0,5 %) ou à un taux bien inférieur encore s'il s'agit de charger des gaz chimiques tels que le chlorure de vinyle - voir le Tableau 27.3 (b).

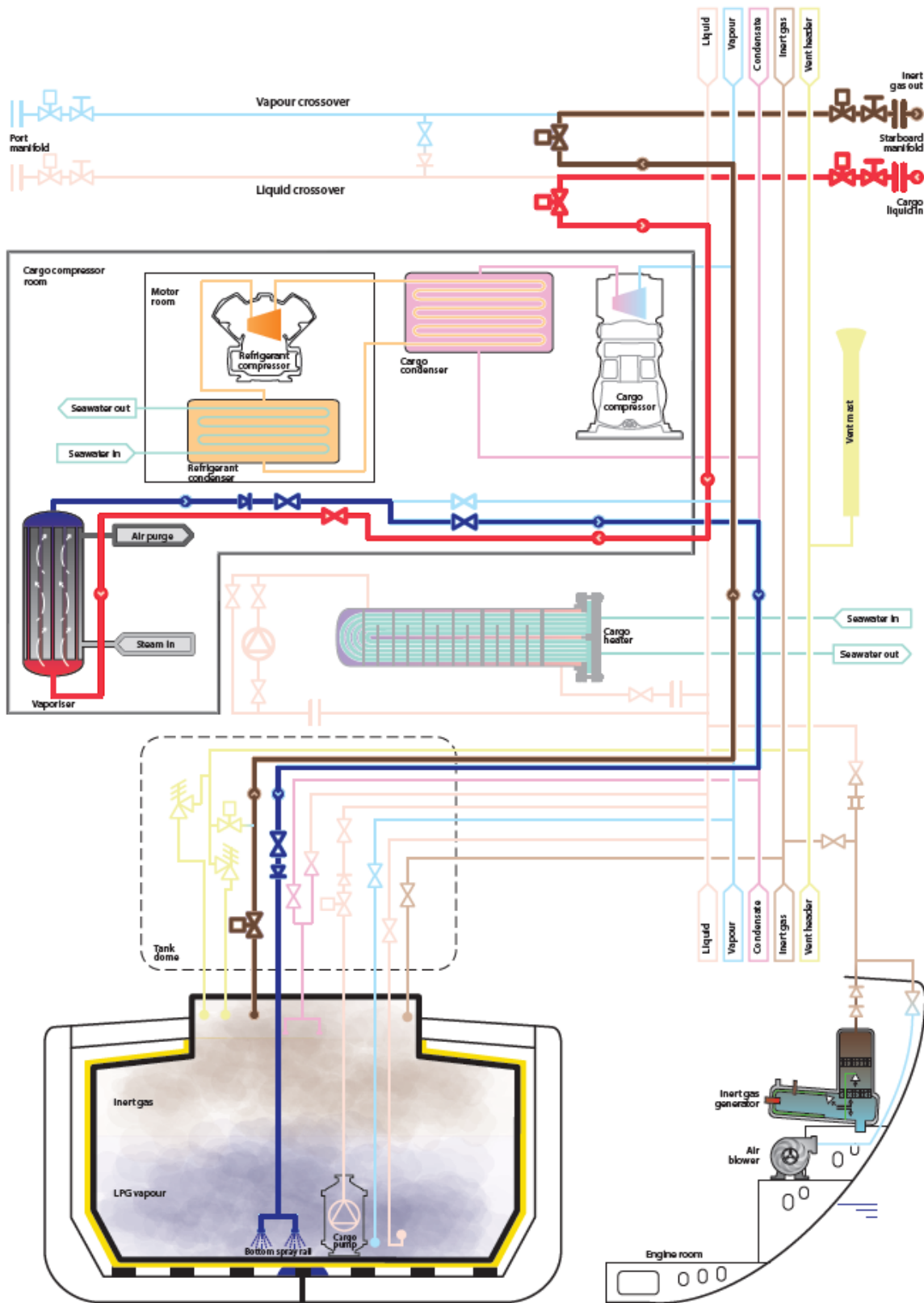


Figure 32.2 : Apport de vapeur de produit au moyen de liquide fourni depuis le quai pour les citernes à cargaison

Port manifold = Collecteur bâbord
 Vapour crossover = Embranchement vapeur
 Liquid crossover = Embranchement liquide
 Liquid = Liquide
 Vapour = Vapeur
 Condensate = Condensat
 Inert Gas = Gaz inerte
 Vent header = Collecteur d'évent
 Inert gas out = Sortie du gaz inerte
 Starboard manifold = Collecteur tribord
 Cargo liquid in = Entrée de la cargaison liquide
 Cargo compressor room = Salle du compresseur de cargaison
 Motor room = Salle des machines
 Seawater out = Sortie eau de mer
 Seawater in = Entrée eau de mer
 Air purge = Purge d'air

Steam in = Entrée de vapeur
 Vaporiser = Vaporisateur
 Refrigerant compressor = Compresseur de réfrigérant
 Refrigerant condenser = Condensateur de réfrigérant
 Cargo condenser = Condensateur de cargaison
 Cargo compressor = Compresseur de cargaison
 Cargo heater = Réchauffeur de cargaison
 Vent Mast = Mât de dégazage
 Tank dome = Dôme de la citerne
 Inert gas = Gaz inerte
 LPG vapour = Vapeur de GPL
 Bottom spray rail = Rail de pulvérisation bas
 Cargo pump = Pompe à cargaison
 Inert gas generator = Générateur de gaz inerte
 Air blower = Soufflante d'air
 Engine room = Salle des machines

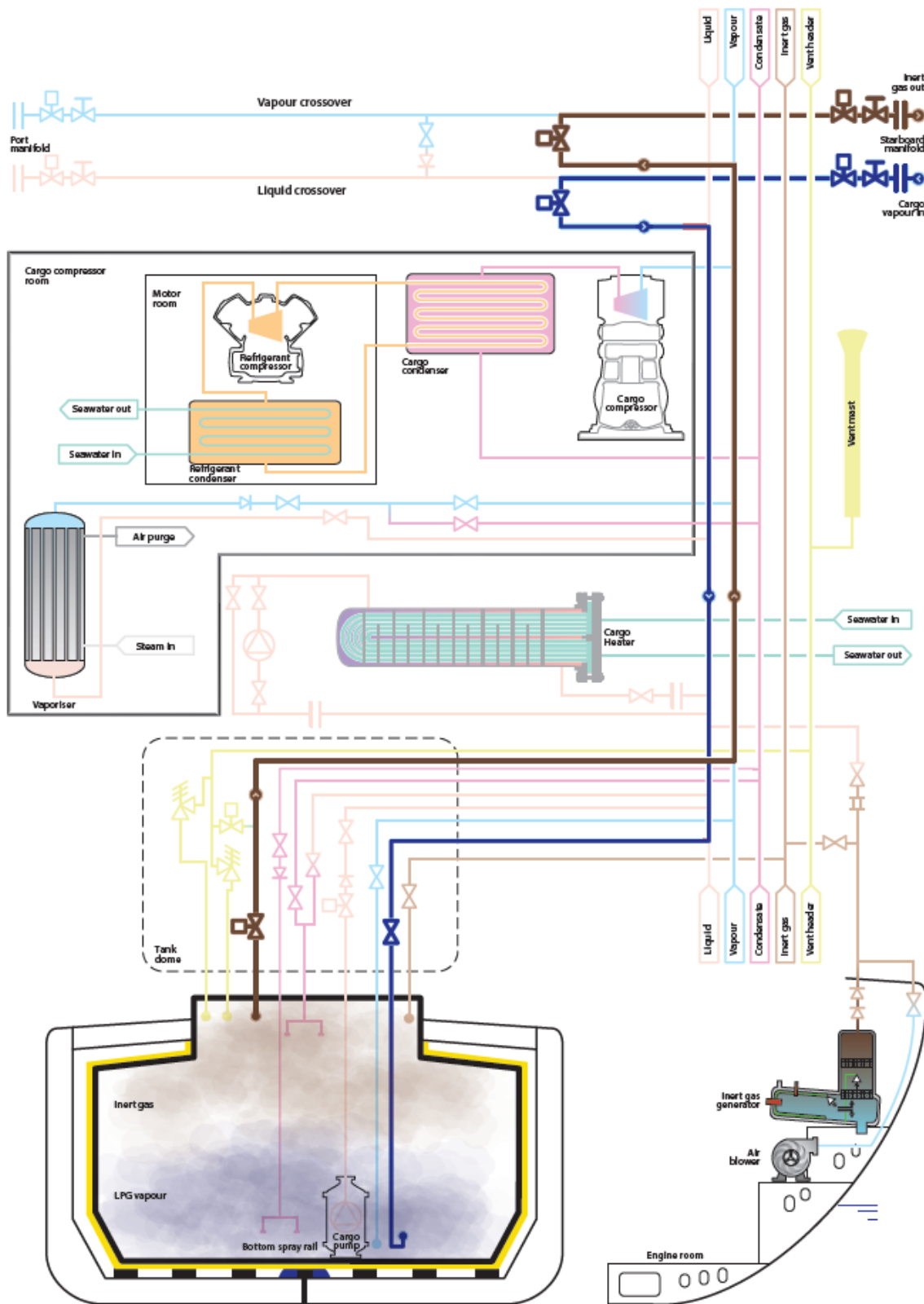


Figure 32.3 : Apport de vapeur de produit fournie depuis le quai pour les citernes à cargaison

Port manifold = Collecteur bâbord
 Vapor crossover = Embranchement vapeur
 Liquid crossover = Embranchement liquide
 Liquid = Liquide
 Vapour = Vapeur
 Condensate = Condensat
 Inert Gas = Gaz inerte
 Vent header = Collecteur d'évent
 Inert gas out = Sortie du gaz inerte
 Starboard manifold = Collecteur tribord
 Cargo liquid in = Entrée de la cargaison liquide
 Cargo compressor room = Salle du compresseur de cargaison
 Motor room = Salle des machines
 Seawater out = Sortie eau de mer
 Seawater in = Entrée eau de mer
 Air purge = Purge d'air

Steam in = Entrée de vapeur
 Vaporiser = Vaporisateur
 Refrigerant compressor = Compresseur de réfrigérant
 Refrigerant condenser = Condensateur de réfrigérant
 Cargo condenser = Condensateur de cargaison
 Cargo compressor = Compresseur de cargaison
 Cargo heater = Réchauffeur de cargaison
 Vent Mast = Mât de dégazage
 Tank dome = Dôme de la citerne
 Inert gas = Gaz inerte
 LPG vapour = Vapeur de GPL
 Bottom spray rail = Rail de pulvérisation bas
 Cargo pump = Pompe à cargaison
 Inert gas generator = Générateur de gaz inerte
 Air blower = Soufflante d'air
 Engine room = Salle des machines

Une installation de retour de la vapeur, par ex. une torchère, doit être fournie et utilisée durant toute l'opération d'apport de vapeur de cargaison. Dans certaines situations, il peut être nécessaire d'utiliser les compresseurs de cargaison du bateau-citerne pour maintenir le système de cargaison et les citernes dans un état sûr. La réglementation des terminaux et des ports interdit le dégagement de vapeurs de cargaison dans l'atmosphère. Le dégagement d'azote dans l'atmosphère est généralement autorisé.

Si un terminal fournit un liquide pour le balayage à la vapeur de produit, celui-ci doit être chargé à un débit soigneusement contrôlé. Il est possible de laisser le liquide se vaporiser dans les citernes du bateau. En fonction du point d'ébullition du produit, le pompage d'un liquide directement dans une citerne à cargaison sous azote peut rapidement donner lieu à des températures très basses. Cela peut soudainement provoquer des contraintes locales de rétrécissement dans la citerne à cargaison. Il peut également en résulter une situation dite d'effet de sous-refroidissement.

La méthode correcte consiste à remplir les citernes de cargaison avec des vapeurs de cargaison provenant du quai ou d'un évaporateur embarqué. Si de la vapeur est fournie, elle peut être introduite dans la citerne par le haut ou le bas, selon la densité de vapeur (voir Tableau 27.5). Les figures 32.2 et 32.3 présentent des opérations caractéristiques d'apport de vapeur de cargaison en utilisant un liquide ou de la vapeur provenant du quai.

En l'absence de retour de vapeur depuis le quai, une autre méthode pour l'apport de vapeur est d'utiliser du propane (C3) ou de l'ammoniac (NH₃). Elle consiste à choisir une citerne et à la charger via la conduite de pulvérisation. Cela permet d'augmenter la pression dans la citerne. Lorsque la pression de service de la citerne est atteinte, elle doit immédiatement être chargée via la conduite principale de liquide et au débit maximum. Le liquide s'évaporerait jusqu'à ce qu'il atteigne sa pression de vapeur partielle, étant donné que le produit introduit en continu dans la citerne réservoir est relativement tiède, ce qui maintient la température dans des valeurs acceptables. Après cela, la pression de vapeur dans la citerne peut être envoyée dans les autres citernes à cargaison, jusqu'à ce que la pression de vapeur dans ces citernes soit également acceptable pour le chargement de liquide.

Ici, le risque est que la température soit trop basse. Une concertation claire avec le quai est nécessaire, afin que le chargement ne soit en aucun cas interrompu.

Cette méthode de travail peut varier d'un bateau à l'autre. La responsabilité pour assurer des procédures et actions de départ appropriées incombe à l'entreprise et au conducteur du bateau.

Lorsqu'un bateau-citerne arrive à quai avec des citernes contenant de la vapeur de cargaison devant être remplacée par de la vapeur d'un grade différent, le terminal mettra normalement à disposition une conduite de retour de vapeur. Les vapeurs dans la citerne à cargaison sont diluées jusqu'à ce que la qualité de vapeur souhaitée soit atteinte dans les citernes.

Pendant l'apport de vapeur de produit et le chargement avec le retour de vapeur, il est très important que tous les gaz inertes soient évacués autant que possible vers le quai. L'azote peut se dissoudre dans la cargaison, en particulier en cas de commutation trop rapide du chargement par le fond au chargement par la conduite de pulvérisation, et cela peut rendre la cargaison non conforme aux spécifications. Plus la température est basse, plus l'azote se dissout facilement.

32.4 Sans objet

32.5 Chargement

32.5.1 Chargement - Procédures préliminaires

Avant de commencer les opérations de chargement, les procédures pré-opérationnelles bateau/terre doivent faire l'objet d'une concertation détaillée et d'une mise en œuvre exhaustive. Un échange d'informations approprié est nécessaire et les points pertinents de la liste de contrôle de sécurité doivent être complétés. Une attention particulière doit être accordée aux points suivants :

- réglage des soupapes de décharge des citernes à cargaison et des alertes de pression élevée ;
- vannes actionnées à distance ;
- compresseurs et dispositifs de reliquéfaction ;
- systèmes de détection de gaz ;
- alarmes et contrôles ;
- débits de chargement maximum.

Tous ces points doivent être pris en compte en fonction des restrictions des systèmes bateau/terre.

Le terminal doit fournir les informations nécessaires concernant la cargaison, y compris les certificats relatifs aux inhibiteurs si des cargaisons inhibées sont chargées (voir la section 27.6). Toutes les autres précautions particulières requises pour des cargaisons spécifiques doivent être portées à la connaissance du personnel du bateau-citerne. Ceci peut inclure les températures de refoulement du compresseur plus basses requises pour certaines cargaisons de gaz chimiques (voir la section 32.6). En présence de soupapes de décharge réglables, d'alarmes de haute pression dans la citerne et de soupapes d'échantillonnage pour la détection de gaz, ces dispositifs doivent être correctement réglés.

Le système de ballastage des bateaux-citernes transportant du gaz étant totalement indépendant du système de cargaison, le déballastage peut avoir lieu en même temps que le chargement si ceci est autorisé par la réglementation locale. La stabilité et les contraintes auxquelles sont soumis les bateaux-citernes sont d'une importance primordiale au cours du chargement. Les procédures concernant ces aspects correspondent aux pratiques opérationnelles normales d'un bateau-citerne. Le ballastage et le déballastage à quai sont interdits dans certains terminaux pour des raisons de stabilité.

Sécurité du bateau-citerne

Assiette, stabilité et contraintes

Le plan de chargement doit permettre une répartition à bord du bateau-citerne afin de garantir que les contraintes structurelles seront acceptables et que soit assurée l'assiette nécessaire pour satisfaire aux exigences de stabilité durant le voyage. À cet effet, la masse de la cargaison contenue dans chaque citerne doit être connue. Dans le domaine de la stabilité des bateaux-citernes, la masse est la véritable masse dans l'air.

La masse dans l'air des gaz liquéfiés, calculée aux fins de la prise en charge de la cargaison, n'est pas exacte étant donné que dans ces calculs la vapeur de cargaison est considérée comme étant un liquide de même masse que la vapeur, de sorte que la flottabilité due à l'air des espaces de vapeur de la cargaison est négligée. Pour des raisons pratiques, ceci peut toutefois être ignoré lors du calcul de stabilité d'un bateau-citerne.

Dans le cadre des exigences réglementaires, on fournit souvent aux bateaux-citernes transportant du gaz des données relatives à la stabilité, y compris des exemples concrets présentant des cargaisons stockées de différentes manières. En conjonction avec les consommables tels que l'eau douce, les pièces de rechange et les avitaillements à bord, ces données de stabilité fournissent à l'équipage du bateau-citerne des lignes directrices pour le stockage de cargaison afin de maintenir le bateau-citerne dans un état sûr et stable. En outre, dans le cadre des exigences pour obtenir un certificat d'agrément, un certificat de navigation et un certificat de classe conformément aux règlements applicables, les conditions de stabilité doivent être telles que le bateau-citerne puisse satisfaire à certaines exigences de flottabilité si surviennent certaines avaries spécifiées. Il est donc essentiel que toutes les recommandations pertinentes concernant le remplissage des citernes à cargaison soient observées.

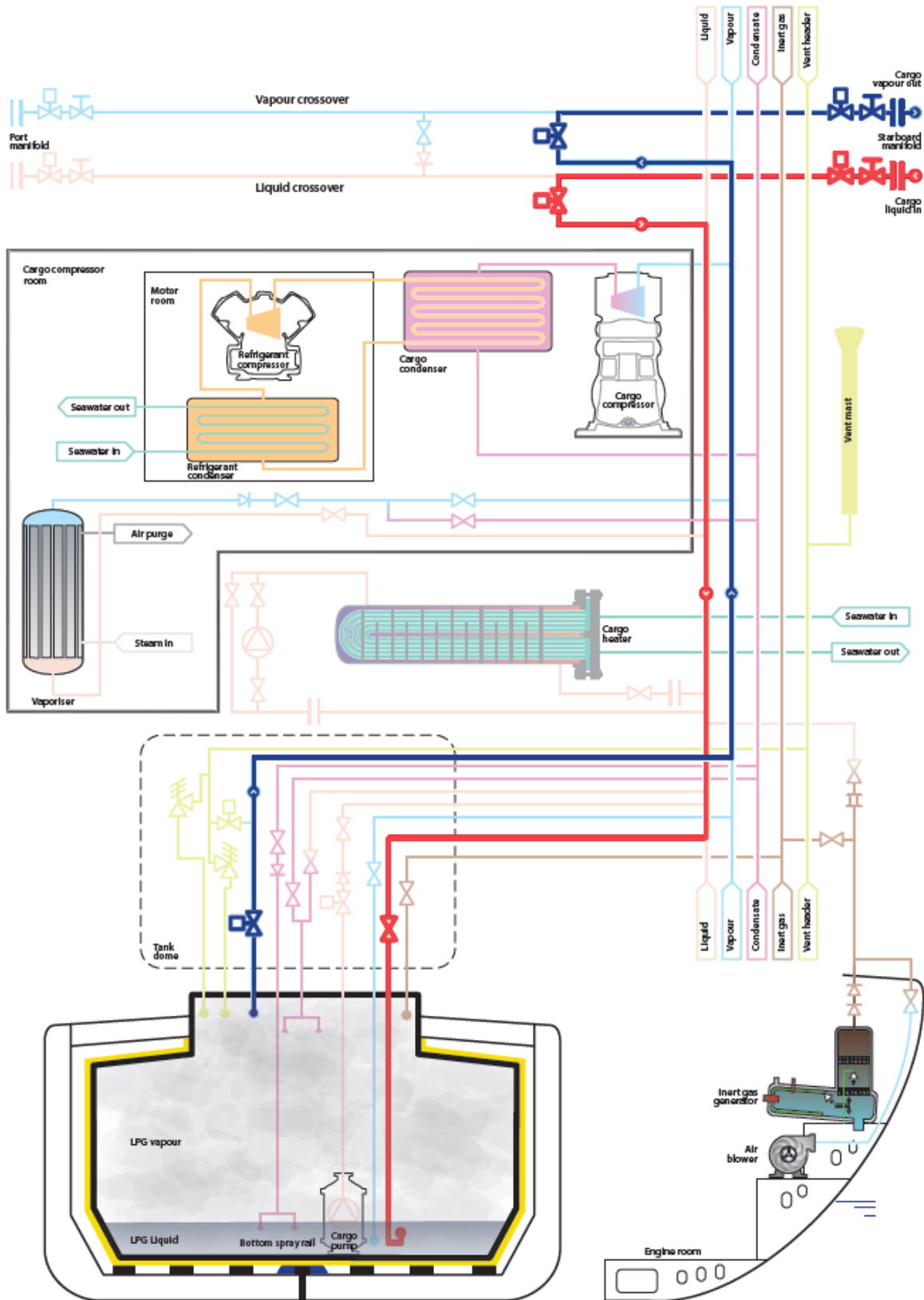


Figure 32.4 : Chargement avec retour de vapeur

Port manifold = Collecteur bâbord
 Vapour crossover = Embranchement vapeur
 Liquid crossover = Embranchement liquide
 Liquid = Liquide
 Vapour = Vapeur
 Condensate = Condensat
 Inert Gas = Gaz inerte
 Vent header = Collecteur d'évent
 Cargo vapour out = Sortie de la vapeur de cargaison
 Starboard manifold = Collecteur tribord
 Cargo liquid in = Entrée de la cargaison liquide
 Cargo compressor room = Salle du compresseur de cargaison
 Motor room = Salle des machines
 Seawater out = Sortie eau de mer
 Seawater in = Entrée eau de mer
 Air purge = Purge d'air

Steam in = Entrée de vapeur
 Vaporiser = Vaporisateur
 Refrigerant compressor = Compresseur de réfrigérant
 Refrigerant condenser = Condensateur de réfrigérant
 Cargo condenser = Condensateur de cargaison
 Cargo compressor = Compresseur de cargaison
 Cargo heater = Réchauffeur de cargaison
 Vent Mast = Mât de dégazage
 Tank dome = Dôme de la citerne
 LPG Liquid = GPL liquide
 LPG vapour = Vapeur de GPL
 Bottom spray rail = Rail de pulvérisation bas
 Cargo pump = Pompe à cargaison
 Inert gas generator = Générateur de gaz inerte
 Air blower = Soufflante d'air
 Engine room = Salle des machines

32.5.2 Contrôle des vapeurs durant le chargement

Les vapeurs de cargaison peuvent être contrôlées pendant le chargement en utilisant une conduite de retour des vapeurs vers le quai.

Lors de l'utilisation d'une conduite de retour de vapeur, le débit de chargement est indépendant de la capacité de chargement maximale.

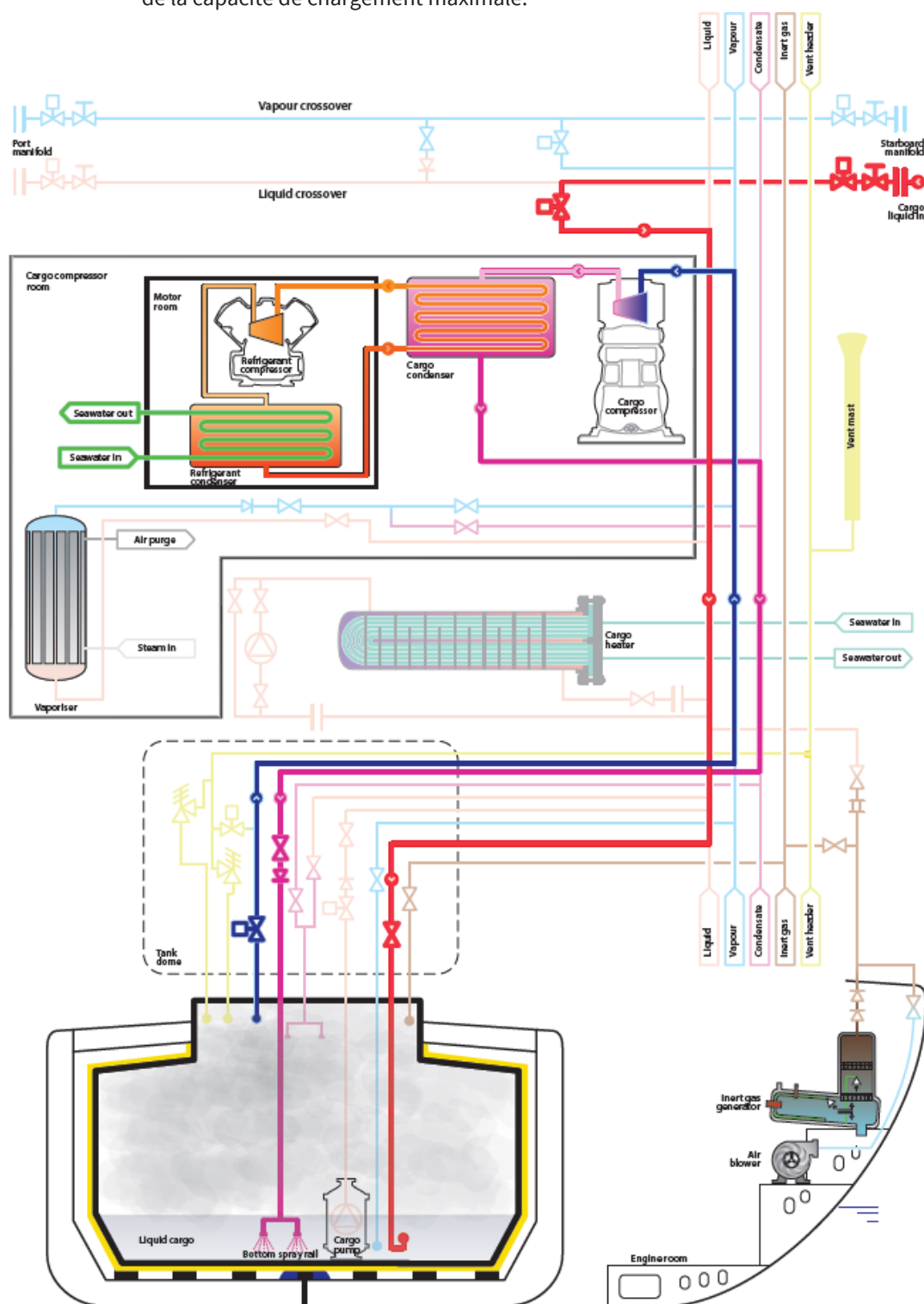


Figure 32.5 : Chargement sans retour de vapeur

Port manifold = Collecteur bâbord
 Vapour crossover = Embranchement vapeur
 Liquid crossover = Embranchement liquide
 Liquid = Liquide
 Vapour = Vapeur
 Condensate = Condensat
 Inert Gas = Gaz inerte
 Vent header = Collecteur d'évent
 Starboard manifold = Collecteur tribord
 Cargo liquid in = Entrée de la cargaison liquide
 Cargo compressor room = Salle du compresseur de cargaison
 Motor room = Salle des machines
 Seawater out = Sortie eau de mer
 Seawater in = Entrée eau de mer
 Air purge = Purge d'air

Steam in = Entrée de vapeur
 Vaporiser = Vaporisateur
 Refrigerant compressor = Compresseur de réfrigérant
 Refrigerant condenser = Condensateur de réfrigérant
 Cargo condenser = Condensateur de cargaison
 Cargo compressor = Compresseur de cargaison
 Cargo heater = Réchauffeur de cargaison
 Vent Mast = Mât de dégazage
 Tank dome = Dôme de la citerne
 Liquid cargo = Cargaison liquide
 Bottom spray rail = Rail de pulvérisation bas
 Cargo pump = Pompe à cargaison
 Inert gas generator = Générateur de gaz inerte
 Air blower = Soufflante d'air
 Engine room = Salle des machines

Pour les bateaux pressurisés, une ligne de retour des vapeurs n'est normalement pas nécessaire, sauf si les réservoirs sont sous azote avant l'opération de chargement. Le chargement est normalement effectué par les pompes du quai, qui fournissent une pression suffisante pour condenser la vapeur (sa pression) en continu dans le liquide. Pour des raisons de sécurité, les conduites de retour de vapeur des bateaux pressurisés sont toutefois souvent connectées au système du quai.

Lors de l'utilisation de retours de vapeur dans le commerce du GPL, les terminaux peuvent être préoccupés par la qualité de la vapeur renvoyée à quai, en particulier au cours des premières étapes du chargement. Le personnel des terminaux peut s'inquiéter de la présence d'azote résiduel qui est incondensable au cours de la reliquéfaction. Il peut également redouter la contamination par les vapeurs des cargaisons précédentes. Il est difficile de tenir compte de la vapeur renvoyée au quai, en particulier si elle est brûlée à la torche. Ceci peut conduire à une surestimation de la quantité de connaissance, à moins qu'un dégrèvement soit accordé pour la vapeur retournée. Il en résulte qu'il est rare que les terminaux de gaz GPL acceptent le retour de vapeur pour des raisons autres que des raisons de sécurité et, si tel est le cas, uniquement pour que les vapeurs soient brûlées à la torche.

32.5.3 Chargement - Premières étapes

Chargement de bateaux-citernes pressurisés

Lorsque les bateaux-citernes pressurisés arrivent au terminal, la pression de vapeur dans leurs citernes à cargaison est celle correspondant à la cargaison précédente, ou la pression de vapeur est plus basse si les compresseurs ont été utilisés pour renvoyer la vapeur vers le quai au cours de la dernière opération de déchargement.

Tout d'abord, le bateau-citerne demande de la vapeur fournie depuis le quai pour retirer des citernes tout l'azote résiduel et les contaminants. Ceci permet également d'équilibrer les pressions des citernes à bord et à quai. Ensuite, la méthode employée est de commencer le chargement d'une citerne à un débit élevé en utilisant la conduite de fond afin d'éviter les basses températures locales.

Dans ce cas, un refroidissement instantané est susceptible de se produire pendant le chargement du liquide et il est important de veiller à ce que les températures de la citerne ou de la conduite ne descendent pas en-dessous des limites de conception.

Chargement de bateaux-citernes pressurisés depuis un stockage réfrigéré

Les citernes à cargaison des bateaux-citernes sous pression sont entièrement réalisées en acier ordinaire, lequel n'est conçu que pour une température minimale comprise entre 0 °C et - 10 °C. Étant donné que les bateaux-citernes entièrement pressurisés sont susceptibles de ne pas disposer à leur bord de dispositifs pour le réchauffage de la cargaison, toute la chaleur doit être fournie par le pompage à travers des dispositifs de réchauffage installés à terre.

À bord d'un bateau-citerne pressurisé, après le chargement d'une cargaison à environ 0 °C, cette cargaison peut continuer de se réchauffer par rayonnement thermique depuis l'extérieur durant le voyage, en fonction des conditions ambiantes. Les réglementations pertinentes n'autorisent le chargement de la cargaison qu'à un niveau tel que la limite de remplissage de la citerne ne soit jamais supérieure à 91 % à la température la plus élevée pouvant être atteinte au cours du voyage. Ceci signifie que, lors des concertations préalables au chargement, le niveau de remplissage final des citernes doit être fixé de sorte à laisser suffisamment d'espace pour la dilatation du liquide dans l'espace vapeur au cours du voyage.

Configuration et utilisation du système de conduites du terminal

Lorsqu'un terminal est susceptible de charger des bateaux-citernes entièrement pressurisés et dépourvus de leurs propres appareils de réchauffage, des équipements reliés aux systèmes de conduites du terminal sont nécessaires. Il s'agit généralement des éléments suivants :

- citerne à terre ;
- pompe à cargaison ;
- pompe à surpression ;
- appareil de réchauffage de la cargaison.

Si l'on considère un terminal réfrigéré chargeant un bateau-citerne entièrement pressurisé, étant donné que les températures de chargement de ces bateaux-citernes sont limitées à environ -10 °C à 0 °C, les chargements peuvent normalement être gérés par pompage à travers les conduites réfrigérées à une pression de 19 bar.

L'utilisation du système prend la forme suivante : premièrement, jusqu'à ce qu'une contre-pression commence à se former dans la citerne, le chargement est uniquement effectué par pompage à travers le réchauffeur de cargaison, puis, à mesure que la pression augmente, la pompe de surpression est mise en service.

Au début du chargement, la pression dans la citerne du bateau doit être d'au moins 2 bar. Cette pression limite la perte par vaporisation et le sous-refroidissement lorsque les premières quantités de liquide pénètrent dans la citerne. À ce stade, les températures de la cargaison dans la citerne doivent être étroitement surveillées. Une surveillance concrète est également utile, la formation de glace sur les conduites avertissant du fait que les températures à bord du bateau-citerne sont en dessous des niveaux sûrs. Dans de tels cas, le taux de chargement doit être réduit et la température à l'extrémité du réchauffeur de cargaison doit être augmentée.

Problèmes affectant les petits bateaux-citernes aux grands quais

Une préoccupation majeure lors du chargement de bateaux-citernes de petites dimensions est que le stockage réfrigéré est généralement conçu pour des opérations bateau/terre de grande envergure. Sur le quai, cela signifie que les installations d'amarrage doivent être bien adaptées pour prendre en compte les modalités d'amarrage très différentes des petits bateaux-citernes et que les bras ou tuyaux de chargement doivent présenter des dimensions adaptées pour l'opération.

Les petits bateaux-citernes peuvent aussi être confrontés à des difficultés en présence de bras de chargement de grandes dimensions. Si le quai est situé dans une zone exposée, un petit bateau-citerne est susceptible de subir roulis et tangages à quai. Le bras de chargement doit suivre le rythme de ces mouvements rapides. Ces contraintes dynamiques sur le bras de chargement ne sont pas toujours prises en compte. Les fabricants s'en remettent aux procédures opérationnelles du terminal. Ces mouvements sont souvent beaucoup plus rapides que les mouvements lents (par exemple dus aux marées), lesquels peuvent être gérés par une installation de conception normale. Ici, l'inertie du bras de chargement doit être prise en compte.

32.5.4 Chargement en vrac

En fonction de l'efficacité de l'opération antérieure de l'apport de vapeur de produit, d'importantes quantités de gaz incondensables sont susceptibles d'être présentes dans l'atmosphère des citernes. Lorsque la pression dans la citerne devient trop élevée, ces incondensables doivent être évacués vers le quai via le retour de vapeur.

Pendant le chargement, les pressions, les températures, les niveaux de liquide et les espaces inter-barrières doivent être étroitement surveillés.

Vers la fin du chargement, le débit de transfert doit être réduit comme convenu précédemment avec le personnel à quai afin d'assurer un remplissage final approprié. Après le chargement, les conduites du bateau-citerne doivent être vidées dans les citernes à cargaison. Les résidus liquides restants peuvent être évacués en insufflant de la vapeur de cargaison ou de l'azote dans les conduites depuis le quai. La meilleure pratique consiste à utiliser de l'azote, afin que les connexions du collecteur soient exemptes de gaz et sûres lors de la déconnexion.

32.5.5 Limites maximales de remplissage des citernes

Les objectifs des limites de remplissage sont les suivants :

- utilisation rentable et sûre de la capacité de la citerne ;
- prévention du surremplissage des citernes (en Europe, un remplissage supérieur à 91 % est considéré comme excessif, mais cela peut varier selon la région ou la réglementation) ;
- prévention d'une défaillance de la citerne en cas d'incendie.

Les citernes doivent être munies de vannes de sécurité doublées, avec une vanne manuelle sous chaque vanne de sécurité. Les deux vannes de sécurité doivent être en position ouverte dans des conditions normales. Il doit être possible d'empêcher que les deux vannes soient fermées en même temps (par exemple avec une vanne à trois voies).

Brève description de la réglementation du code IGC :

Les grands coefficients de dilatation thermique des gaz liquéfiés impliquent la nécessité de limites maximales admissibles de remplissage des citernes à cargaison afin d'éviter leur surremplissage.

Les limites de remplissage sont variables en fonction du produit, des conditions de transport et des régions. Pour certaines régions sont susceptibles d'être prescrites des conditions de remplissage devant être respectées.

Les derniers développements pour la détermination des limites de remplissage sont présentés dans la version actualisée du chapitre 15 du code IGC.

Aux fins du présent chapitre, les définitions suivantes s'appliquent :

1. La température de référence est la température la plus élevée qui peut être atteinte à la fin du chargement, durant le transport ou durant le déchargement, dans les conditions de température de conception ambiantes.
2. La limite de remplissage, exprimée en %, désigne le volume maximal admissible de liquide dans une citerne à cargaison par rapport au volume de cette citerne, lorsque la cargaison liquide a atteint la température de référence.
3. La limite de chargement, exprimée en %, désigne le volume maximal admissible de liquide par rapport au volume de la citerne qui peut être chargé afin d'éviter que le volume de liquide n'excède la limite maximale de remplissage autorisée.

L'administration peut autoriser une limite de remplissage supérieure à la limite de 98 % prévue à la température de référence, en tenant compte de la forme de la citerne, des dispositions des soupapes de surpression, des appareils de mesure de la température et du niveau de la cargaison ainsi que de la différence entre la température de chargement et la température de référence, sous réserve que les conditions spécifiées au chapitre 8.2.17 du Code IGC, soient respectées.

La limite maximale de chargement (*Loading Limit - LL*) à laquelle une citerne à cargaison peut être chargée est déterminée par la formule suivante :

$$LL = FL \frac{\rho_R}{\rho_L}$$

où : FL = limite de remplissage telle que définie,
 ρR = densité relative de la cargaison à la température de référence,
 ρL = densité relative de la cargaison à la température et pression de chargement.

Informations à fournir au conducteur

Une liste fournie par l'administration doit indiquer la limite maximale de chargement (LL) autorisée pour chaque citerne et pour chaque produit qu'elle peut transporter, pour chaque température de chargement applicable et pour la température maximale de référence applicable.

La liste devrait également indiquer la pression qui a été réglée pour les soupapes de surpression. Le conducteur doit conserver en permanence à bord un exemplaire de cette liste.

Pour les bateaux-citernes de navigation intérieure transportant du gaz, l'ADN autorise une limite maximale de remplissage de 91 %.

L'utilisation de la formule ci-dessus nécessite un aménagement particulier du système de ventilation qui est décrit au chapitre 8 du Code IGC.

De bonnes raisons de sécurité plaident en faveur d'une limitation du creux restant au-dessus de la cargaison. Le concept est simple : plus la citerne est remplie, plus sa structure sera en mesure de résister à des conditions d'incendie. Lorsqu'il est exposé à un incendie, le contenu de la citerne bout à une température constante jusqu'à ce que la majeure partie du liquide ait été évacuée par le système de soupape surpression vers le mâât d'évent. Ensuite, les zones supérieures de la citerne seront soumises à une chaleur excessive et finiront par céder. Plus la masse de liquide dans la citerne est importante, plus la citerne pourra résister à des températures externes excessives.

Généralités

Les exigences locales peuvent varier en ce qui concerne les limites maximales de remplissage fixées, mais, en tout état de cause, l'effet de la température sur les gaz liquéfiés ne doit pas être ignoré.

Exemple

Cas 1 (Code IGC modifié)

Un bateau-citerne entièrement pressurisé charge du propane à 5 °C.

$$LL = FL \frac{\rho_R}{\rho_L}$$

Température de référence calculée selon le Code IGC modifié = 20 °C

Densité du propane liquide à 20 °C = 500 kg/m³

Température de chargement = 5 °C

Densité du propane liquide à 5 °C = 522 kg/m³

$$LL = 98 \times \frac{500}{522} = 93,9\%$$

La citerne peut être chargée à 93,9 % du volume de la citerne.

Cas 2 (Code IGC modifié)

Un bateau-citerne entièrement pressurisé charge du propane à -10 °C.

Température de référence calculée selon le Code IGC modifié = 15 °C

Densité du propane liquide à 15 °C = 508 kg/m³

Température de chargement = -10 °C

Densité du propane liquide à -10 °C = 542 kg/m³

$$LL = 98 \times \frac{500}{542} = 91,9\%$$

La citerne peut être chargée à 91,9 % du volume de la citerne.

32.6 Voyage du bâtiment chargé

Prévention de la polymérisation

Lorsque sont transportées des cargaisons de butadiène, la température de refoulement du compresseur ne doit pas dépasser 60 °C et le commutateur approprié de haute température de refoulement doit être sélectionné. De même, dans le cas du chlorure de vinyle, la température de refoulement du compresseur doit être limitée à 90 °C pour éviter la polymérisation (voir aussi la section 27.6)

Contrôle de l'état

Tout au long du voyage du bâtiment chargé, des contrôles réguliers doivent être effectués pour s'assurer que les équipements pour la cargaison ne présentent pas de défauts et qu'il n'y ait aucune fuite sur les conduites d'alimentation en azote ou en air. Lors de ces inspections, il convient d'observer toutes les procédures de sécurité applicables pour la pénétration dans des espaces confinés et de prendre en compte la présence possible d'atmosphères explosives dans des espaces voisins.

32.7 Déchargement

Lorsqu'un bateau-citerne arrive au terminal de déchargement, les pressions et les températures des citernes à cargaison doivent être conformes aux exigences du terminal. Ceci contribuera à atteindre le débit de déchargement maximal.

Avant que ne commencent les opérations de déchargement, les procédures pré-opérationnelles bateau-citerne/terre (liste de contrôle de sécurité) doivent être appliquées à l'instar de celles décrites pour la préparation de l'opération de chargement.

La méthode de déchargement du bateau-citerne dépendra du type de bateau-citerne, de la spécification de la cargaison et de l'installation de stockage du terminal. Deux méthodes générales peuvent être utilisées :

- déchargement par pressurisation du volume de phase gazeuse ;
- déchargement à l'aide de la pompe à cargaison du bateau (méthode habituellement utilisée).

32.7.1 Déchargement par pressurisation du volume de phase gazeuse

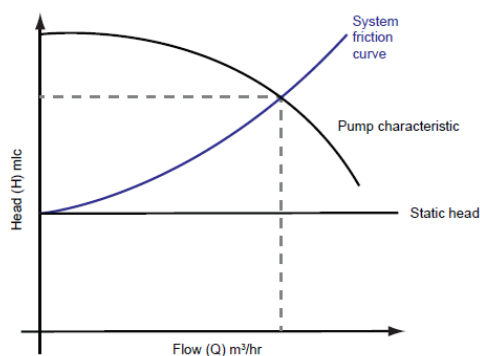
Le déchargement par la pression, en utilisant de la vapeur fournie à terre ou un vaporisateur et un compresseur à bord, est uniquement possible lorsque le bateau est équipé de citernes sous pression. Il s'agit d'une méthode de déchargement lente et inefficace, utilisée seulement pour les petits bateaux-citernes. Avec cette méthode, la pression au-dessus du liquide est augmentée et le liquide est transféré vers le terminal.

32.7.2 Déchargement au moyen des pompes

Mise en service de pompes de cargaison du bateau

Une pompe centrifuge doit toujours être mise en service avec la vanne fermée ou partiellement ouverte afin de réduire la charge de départ. Par la suite, la vanne de décharge doit être progressivement ouverte jusqu'à ce que la charge de la pompe soit conforme aux paramètres de conception sûrs.

Le niveau de liquide, la pression et la température dans les citernes à cargaison doivent être surveillés tout au long de l'opération. Les opérations de déchargement et de ballastage doivent être étroitement surveillées en gardant à l'esprit la stabilité du bateau-citerne et les tensions de la coque.



System friction curve = Courbe de frottement du système
Static head = Pression statique
Head (H) mlc = Pression (H) mlc

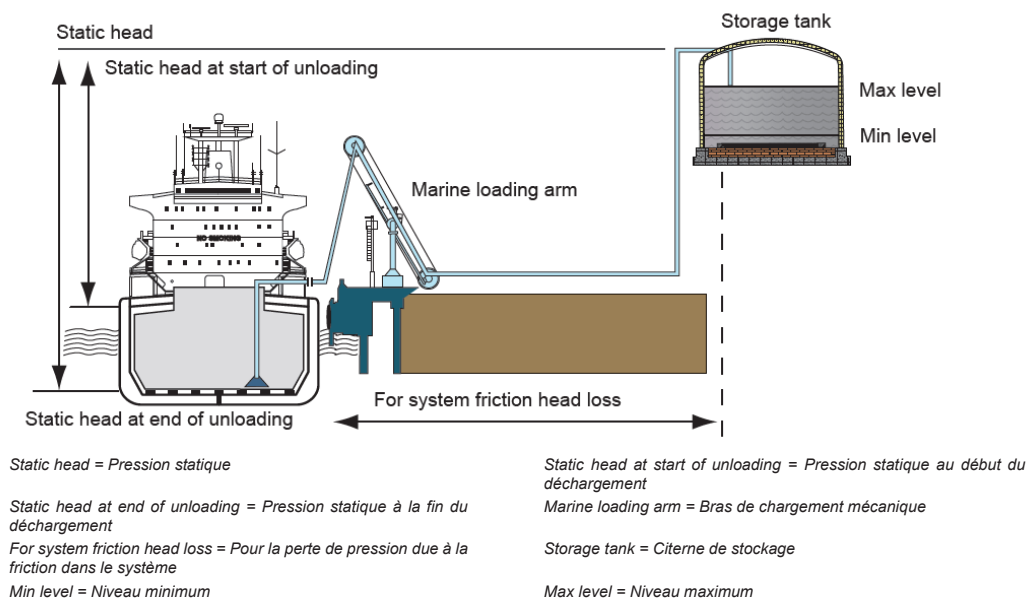
Pump characteristic = Caractéristiques de la pompe
Flow (Q) m³/hr = Débit (Q) m³/h

Figure 32.6 : Caractéristiques combinées du système de pompage de cargaison bateau-citerne et terminal - pompe unique

Le déchargement au moyen de pompes de cargaison centrifuges, seules ou en série avec des pompes de surpression, est la méthode retenue par la plupart des bateaux-citernes et la connaissance des caractéristiques de la pompe centrifuge (telles que décrites à la section 31.2) est essentielle pour assurer un déchargement efficace de la cargaison. La Figure 32.6 présente une courbe Q/H de pompe de cargaison (flux par rapport à la pression) en surimpression sur une courbe de résistance du système (caractéristiques du système). Le graphique présente la pression ou contre-pression en mètres colonne de liquide (mlc) dans le système de conduites du terminal par rapport au débit mesuré en mètres cubes par heure (m³/h).

Le fait d'augmenter le débit augmente la contre-pression. La variation équivaut approximativement au carré du débit, d'où la forme de la courbe caractéristique du système. Le point d'intersection des deux courbes correspond au débit et à la charge auxquels la pompe fonctionnera.

Certains des points ci-dessus sont détaillés à la Figure 32.7. Ce schéma présente un bateau-citerne transportant du gaz, lequel est à quai et décharge vers un point de stockage à terre qui est un peu plus élevé. L'élévation de la citerne introduit la notion de pression statique – qui désigne la contre-pression exercée à la pompe même lorsque les pompes ne fonctionnent pas. On constate que la pression statique change lorsque le bateau-citerne monte et descend avec la marée et que le niveau dans la citerne à terre se modifie. Le schéma montre également que la perte de pression due à la friction dépend dans une large mesure de la longueur du réseau de conduites.



Pour le déchargement du bateau, en supposant des pressions constantes dans les citernes du bateau et dans la citerne de stockage à terre :

- La pression statique ne variera pas de manière significative pendant le déchargement
- la pression statique d'aspiration diminuera au fur et à mesure que la cargaison est déchargée (plus de pression est nécessaire, de sorte que le débit diminue)
- la pression due à la friction augmentera avec l'augmentation de capacité.

Figure 32.7 : Illustration de la pression statique et de la perte de pression due à la friction

Considérons maintenant une situation dans laquelle les pompes fonctionnent en parallèle, ce qui est normalement le cas lors du déchargement d'un bateau-citerne transportant du gaz. La Figure 32.8 présente les caractéristiques de la pompe lorsqu'est utilisée une pompe et lorsque sont utilisées deux, trois ou quatre pompes similaires en parallèle. (Cette famille de courbes est dérivée des principes évoqués à la section 31.2).

En surimpression sur les caractéristiques de la pompe sont présentées un certain nombre de caractéristiques A, B et C. A désigne une conduite à terre de petit diamètre, B désigne une conduite de plus grand diamètre et C une conduite de très grand diamètre avec les citernes à terre situées à proximité. Cette dernière présente le moins de résistance à l'écoulement de la cargaison.

Les caractéristiques du système utilisé dans chaque terminal doivent être connues du personnel à terre, lequel doit disposer de telles courbes. Lors de la préparation de ces graphiques, le personnel doit tenir compte du fait que, comme mentionné ci-dessus, les caractéristiques du système peuvent varier en fonction des dimensions de la conduite utilisée et en fonction de la longueur des conduites depuis le quai lorsque différentes citernes à terre sont utilisées. Ces aspects doivent être abordés lors de la concertation préalable au transfert (voir la section 22.4), et le débit de transfert optimal doit être approuvé par les deux parties.

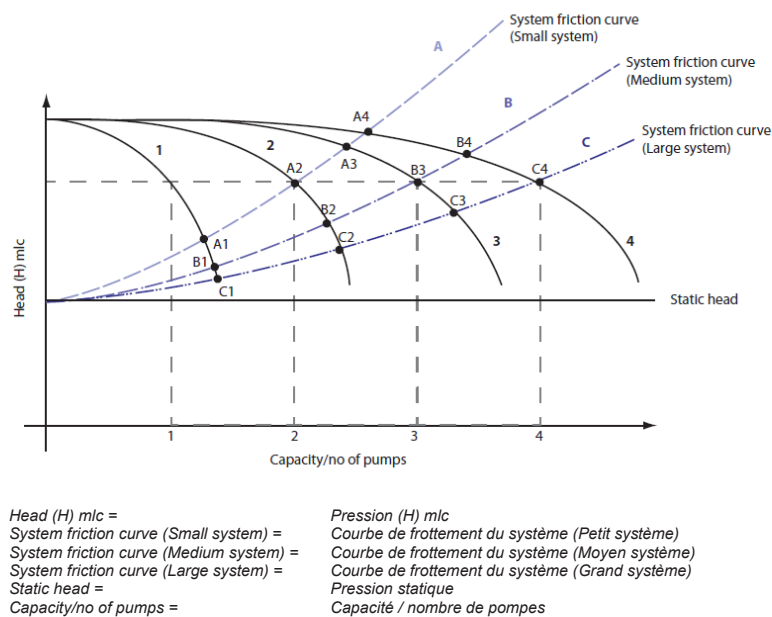


Figure 32.8 : Caractéristiques combinées du système de pompage de cargaison bateau-citerne et terminal - pompes en parallèle

Afin de clarifier certains de ces aspects, deux caractéristiques de système présentées à la Figure 32.8, sont abordées de manière plus détaillée ci-dessous.

Si un bateau-citerne qui présente les caractéristiques de pompage représentées à la Figure 32.8 (numérotées 1, 2, 3 et 4), décharge dans un terminal qui ne présente que des restrictions mineures à l'écoulement, alors les caractéristiques du système à terre peuvent être équivalentes à C. Le point de fonctionnement du système bateau/terminal se déplace des points de C1 à C4 au fur et à mesure que le nombre des pompes de cargaison en fonctionnement passe de un à quatre. Dans ces conditions, le débit total atteint (en utilisant quatre pompes) n'est que légèrement inférieur au débit théorique total (en supposant l'absence de résistance). Avec un tel système de conduites à quai, il est probable que les quatre pompes (et peut-être davantage) puissent être utilisées efficacement.

Dans le cas des caractéristiques de système A, où les restrictions de débit sont importantes, on peut constater que l'augmentation du débit est faible lorsque sont utilisées plus de deux pompes. En utilisant trois pompes, le point de fonctionnement passe de A2 à A3, avec une certaine augmentation de débit. En utilisant quatre pompes, le point de fonctionnement passe de A3 à A4, soit une augmentation presque nulle du débit. Dans de tels cas, une grande partie de l'énergie générée par les pompes supplémentaires est communiquée à la cargaison. Cette énergie est convertie en chaleur, ce qui se traduit par une hausse de la température de la cargaison. Ceci augmente le taux d'évaporation durant le déchargement du liquide vers le lieu de stockage à terre et cet excès doit être géré par les compresseurs à quai, ce qui réduit le débit de déchargement. Si les compresseurs à quai ne peuvent pas traiter ce surplus de vapeurs, le terminal devra réduire le débit pour éviter l'ouverture des vannes de dégagement à terre. Dans certaines circonstances, le résultat final de l'utilisation d'un nombre excessif de pompes pourra être de diminuer plutôt que d'augmenter le débit total.

La surveillance des manomètres au collecteur fournira une bonne indication concernant l'opportunité ou non de faire fonctionner plutôt quatre ou six pompes. Le débit de déchargement ne doit pas être réduit par la fermeture partielle des vannes de cargaison sur le collecteur du bateau-citerne lorsque le système à quai ne peut pas gérer le débit de déchargement. Cette manière de réduire le débit contribue encore au réchauffement de la cargaison. Toutefois, les bateaux-citernes transportant du gaz dont le système ne permet qu'un contrôle limité de la recirculation peuvent devoir utiliser les vannes du collecteur pour réduire le débit de pompage.

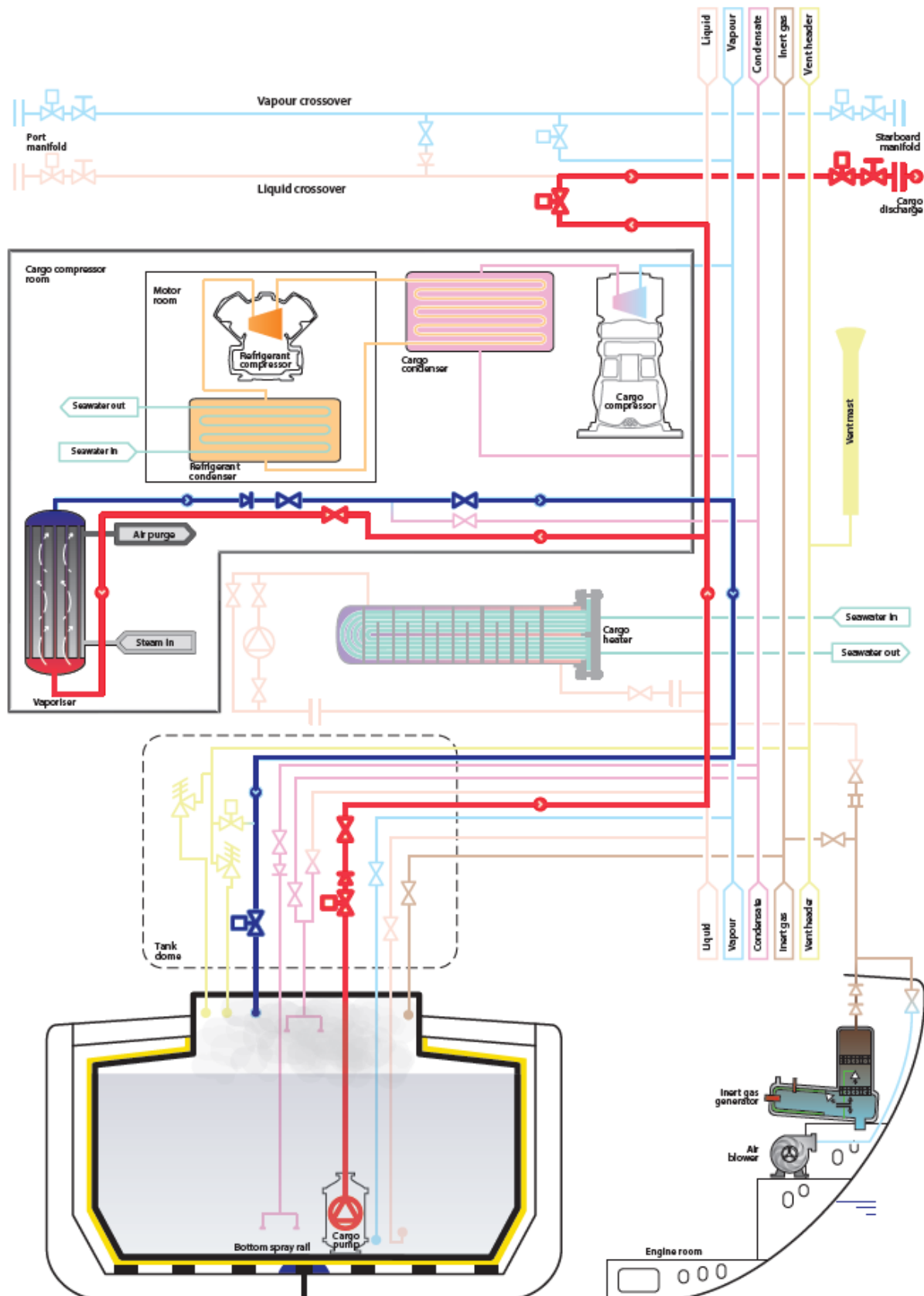


Figure 32.9 : Déchargement sans retour de vapeur

Port manifold = Collecteur bâbord
 Vapour crossover = Embranchement vapeur
 Liquid crossover = Embranchement liquide
 Liquid = Liquide
 Vapour = Vapeur
 Condensate = Condensat
 Inert Gas = Gaz inerte
 Vent header = Collecteur d'évent
 Starboard manifold = Collecteur tribord
 Cargo discharge = Déchargement de la cargaison
 Cargo compressor room = Salle du compresseur de cargaison
 Motor room = Salle des machines
 Seawater out = Sortie eau de mer
 Seawater in = Entrée eau de mer
 Air purge = Purge d'air

Steam in = Entrée de vapeur
 Vaporiser = Vaporisateur
 Refrigerant compressor = Compresseur de réfrigérant
 Refrigerant condenser = Condensateur de réfrigérant
 Cargo condenser = Condensateur de cargaison
 Cargo compressor = Compresseur de cargaison
 Cargo heater = Réchauffeur de cargaison
 Vent Mast = Mât de dégazage
 Tank dome = Dôme de la citerne
 Bottom spray rail = Rail de pulvérisation bas
 Cargo pump = Pompe à cargaison
 Inert gas generator = Générateur de gaz inerte
 Air blower = Soufflante d'air
 Engine room = Salle des machines

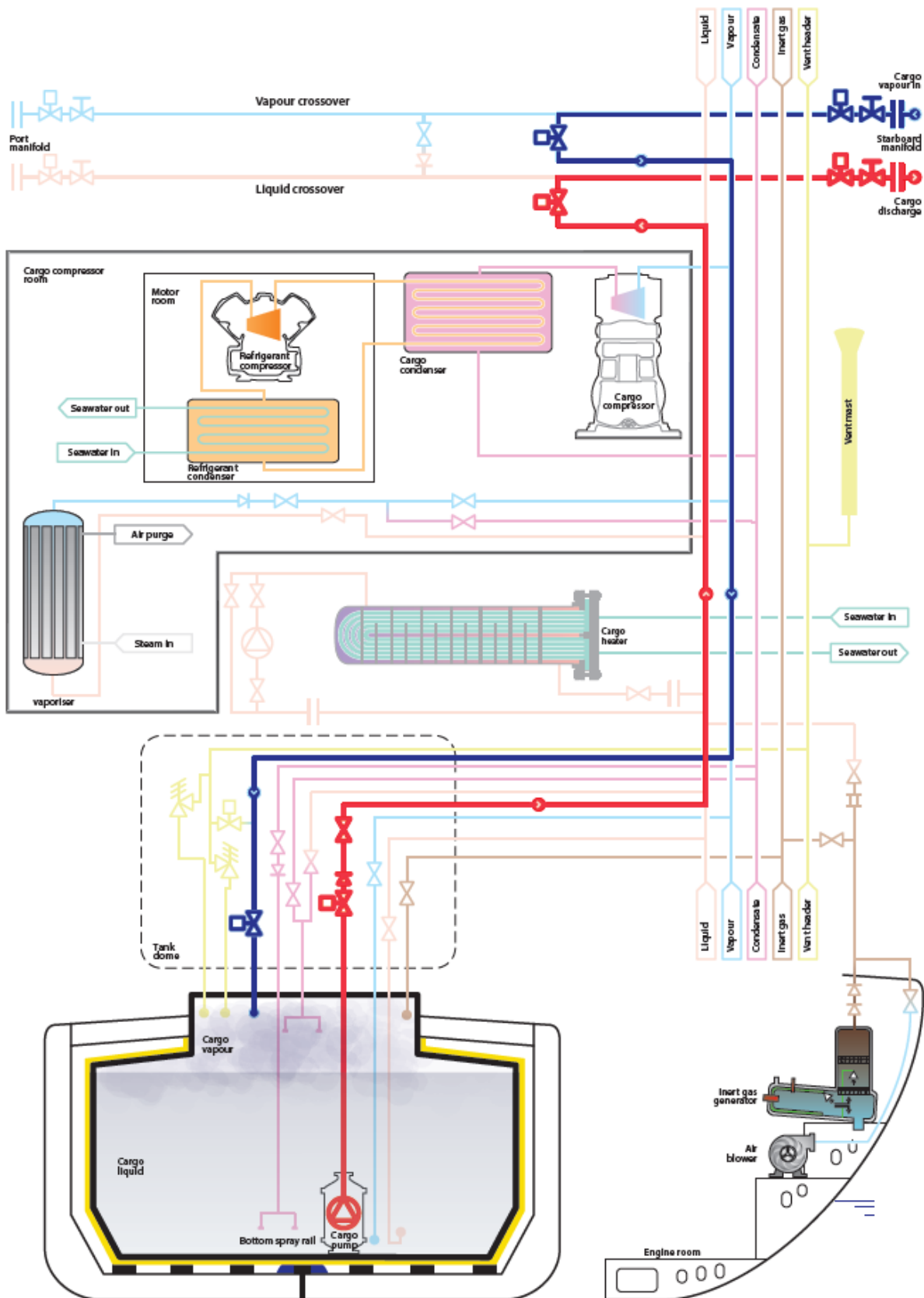


Figure 32.10 : Déchargement avec retour de vapeur

Port manifold = Collecteur bâbord
 Vapour crossover = Embranchement vapeur
 Liquid crossover = Embranchement liquide
 Liquid = Liquide
 Vapour = Vapeur
 Condensate = Condensat
 Inert Gas = Gaz inerte
 Vent header = Collecteur d'évent
 Cargo vapour in = Entrée de la vapeur de cargaison
 Starboard manifold = Collecteur tribord
 Cargo discharge = Déchargement de la cargaison
 Cargo compressor room = Salle du compresseur de cargaison
 Motor room = Salle des machines
 Seawater out = Sortie eau de mer
 Seawater in = Entrée eau de mer
 Air purge = Purge d'air

Steam in = Entrée de vapeur
 Vaporiser = Vaporisateur
 Refrigerant compressor = Compresseur de réfrigérant
 Refrigerant condenser = Condensateur de réfrigérant
 Cargo condenser = Condensateur de cargaison
 Cargo compressor = Compresseur de cargaison
 Cargo heater = Réchauffeur de cargaison
 Vent Mast = Mât de dégazage
 Tank dome = Dôme de la citerne
 Cargo vapour = Vapeur de la cargaison
 Cargo liquid = Cargaison liquide
 Bottom spray rail = Rail de pulvérisation bas
 Cargo pump = Pompe à cargaison
 Inert gas generator = Générateur de gaz inerte
 Air blower = Soufflante d'air
 Engine room = Salle des machines

Au fur et à mesure que le liquide est pompé depuis le bateau-citerne, les pressions dans les citernes ont tendance à diminuer. Une évaporation due aux flux de chaleur qui traverse l'isolant de la citerne se produit de manière continue, générant la vapeur dans la citerne. L'évaporation est généralement insuffisante pour maintenir la pression des citernes à cargaison à des niveaux acceptables, mais ceci dépend du débit, de la température de la cargaison et de la température ambiante. Lorsque les vapeurs générées dans la citerne sont insuffisantes pour compenser le débit de déchargement de liquide, il est nécessaire d'ajouter de la vapeur dans la citerne lorsque le déchargement est poursuivi à un rythme constant.

32.7.3 Vidange des citernes et des conduites

Il a déjà été indiqué dans la section 31.2 et illustré à la Figure 31.2 que, pour éviter la cavitation d'une pompe centrifuge, la pression du liquide à l'aspiration de la pompe doit dépasser la pression de vapeur saturante d'une valeur minimum appelée charge nette absolue à l'aspiration (*Net Positive Suction Head - NPSH*). La charge nette absolue à l'aspiration, exprimée en pression équivalente de liquide au-dessus du point d'aspiration de la pompe, peut varier d'un mètre (à la capacité maximale de la pompe) à 200 millimètres (à débit réduit). Si la pression de l'espace vapeur peut être augmentée au-dessus de la pression de vapeur saturante par l'apport de vapeur supplémentaire au moyen du vaporisateur embarqué, la cavitation survenant au fur et à mesure que le niveau du liquide s'approche du fond de la citerne peut être retardée.

Cette augmentation de la pression de l'espace vapeur est courante à bord des bateaux-citernes entièrement pressurisés et semi-pressurisés et peut également être employée avec précautions pour les cargaisons entièrement réfrigérées, en particulier lorsqu'un déchargement maximal de la cargaison est requis en vue d'un dégazage. Que cette pressurisation par de la vapeur supplémentaire soit pratiquée ou non, le niveau de liquide atteindra un point à partir duquel le fonctionnement de la pompe deviendra erratique. Une réduction progressive du débit à partir de ce moment par la fermeture lente de la vanne de déchargement diminue la charge nette absolue à l'aspiration et permet de poursuivre le déchargement jusqu'à un niveau inférieur. Cependant, une vanne de décharge d'une pompe ne doit pas être utilisée pour contrôler le débit si la pompe fonctionne avec une pompe de surpression, la pompe de surpression pouvant être endommagée par la cavitation (voir la section 32.7.2).

Au terme du déchargement, la cargaison liquide doit être drainée de toutes les conduites de pont, des tuyaux à cargaison ou des bras de chargement. Ce drainage peut être effectué depuis les citernes à terre en utilisant un compresseur de cargaison. À défaut, il peut être effectué depuis la terre vers le bateau-citerne, généralement en renvoyant le liquide dans les citernes du bateau à l'aide d'azote injecté à la base ou au sommet du bras de chargement. La connexion bateau/terre ne doit être enlevée qu'après la dépressurisation de toutes les conduites et la purge à l'azote.

32.8 Le voyage sur lest

En général, la quantité conservée à bord en tant que cargaison restante dépend :

- des accords commerciaux ;
- du type de bateau-citerne qui transporte du gaz ;
- de la durée du voyage sur lest ;
- des exigences du terminal de chargement suivant ;
- du grade de la prochaine cargaison.

Si le bateau-citerne se dirige vers un terminal de chargement pour charger un produit incompatible, aucune partie de la cargaison précédente ne doit être conservée à bord. Ceci permet d'éviter la contamination de la cargaison suivante et de charger la quantité maximale de nouvelle cargaison (voir la section 32.9).

32.9 Changement de cargaison (et préparation pour la mise en cale sèche)

De toutes les opérations effectuées à bord d'un bateau-citerne transportant du gaz, la préparation pour changement de cargaison nécessite le plus de temps. Si la cargaison suivante n'est pas compatible avec la cargaison précédente, il est souvent nécessaire de dégazer les citernes pour permettre une inspection visuelle - voir le Tableau 27.3 (b). Tel est souvent le cas lors du chargement de gaz chimiques comme le chlorure de vinyle, l'éthylène, le butadiène et l'oxyde de propylène.

Lorsqu'un bateau-citerne reçoit une mission de transport, la compatibilité de la cargaison suivante doit faire l'objet d'un contrôle minutieux. (Il est également nécessaire de vérifier les compatibilités et la capacité naturelle du bateau-citerne à assurer la séparation si plus d'une catégorie de cargaison doit être transportée. Dans de tels cas, une attention particulière doit être accordée au système de reliquéfaction du bateau-citerne. Lorsque les cargaisons changent, il peut également être nécessaire de remplacer l'huile de lubrification des compresseurs pour certaines cargaisons - ce point est abordé dans les sections 32.6.1 et 31.6.1.

Les Tableaux 27.2, 27.3 (a) et 27.3 (b) fournissent des indications sur la compatibilité des gaz. Les tableaux portent également sur la compatibilité des cargaisons par rapport aux matériaux de construction couramment utilisés dans les systèmes de manutention de la cargaison.

Afin d'obtenir un état exempt de gaz, le processus complet est celui détaillé ci-dessous. Toutefois, en fonction du changement de grade, il peut ne pas être nécessaire d'inclure toutes ces étapes :

1. S'assurer que la citerne est exempte de liquide.
2. Réchauffer la citerne avec des vapeurs chaudes de cargaison (si nécessaire).
3. Inertiser la citerne.
4. Ventiler avec de l'air ((uniquement si la température dans la citerne et la température des parois de la citerne sont supérieures à la température ambiante).

Ces procédures sont préliminaires à l'entrée dans la citerne pour l'inspection ou en cas de dégazage de la citerne pour mise en cale sèche.

32.9.1 Assèchement du liquide résiduel

Selon la conception des citernes à cargaison, le liquide résiduel peut être éliminé par la pressurisation ou par un assèchement ordinaire.

La première opération à effectuer est de drainer toute cargaison liquide subsistant dans les citernes ou dans toute autre partie du système de cargaison. En raison de l'évaporation accrue dans une atmosphère non-saturée, le liquide résiduel peut subir une surfusion à une température susceptible d'entraîner des fissures cassantes sur la citerne. Cela se produit moins avec les cargaisons C4 mais peut jouer un rôle avec les cargaisons C3.

Une fois que tout le liquide a été retiré des citernes à cargaison, les citernes peuvent être inertées avec un gaz inerte produit à bord du bateau-citerne ou obtenu à terre, en fonction des exigences pour la cargaison suivante. À défaut, un apport de vapeur de produit peut être effectué en utilisant la vapeur de la cargaison suivante – mais ceci est de moins en moins fréquent (voir les sections 32.2.3 et 32.3 pour plus de précisions concernant la procédure).

Assèchement de citernes sous pression

Pour les bateaux-citernes équipés de citernes sous pression, une conduite d'assèchement est souvent prévue (voir la Figure 31.1).

En pressurant les citernes à cargaison de ces bateaux-citernes, (à l'aide du compresseur de cargaison ou d'azote), le liquide résiduel peut être aspiré du puisard des citernes vers la conduite d'assèchement puis jusqu'au pont. Il peut alors être stocké temporairement dans une citerne à cargaison désignée pour le déchargement à terre. Ce drainage doit se poursuivre jusqu'à ce que toute cargaison liquide soit retirée de la citerne à cargaison, ce qui est contrôlé au moyen de la conduite d'échantillonnage du fond (cela n'est possible que s'il reste suffisamment de pression dans les citernes à cargaison). La pression du compresseur nécessaire pour retirer tout le liquide résiduel dépend de la densité de la cargaison et de la profondeur de la citerne (voir la Figure 32.11).

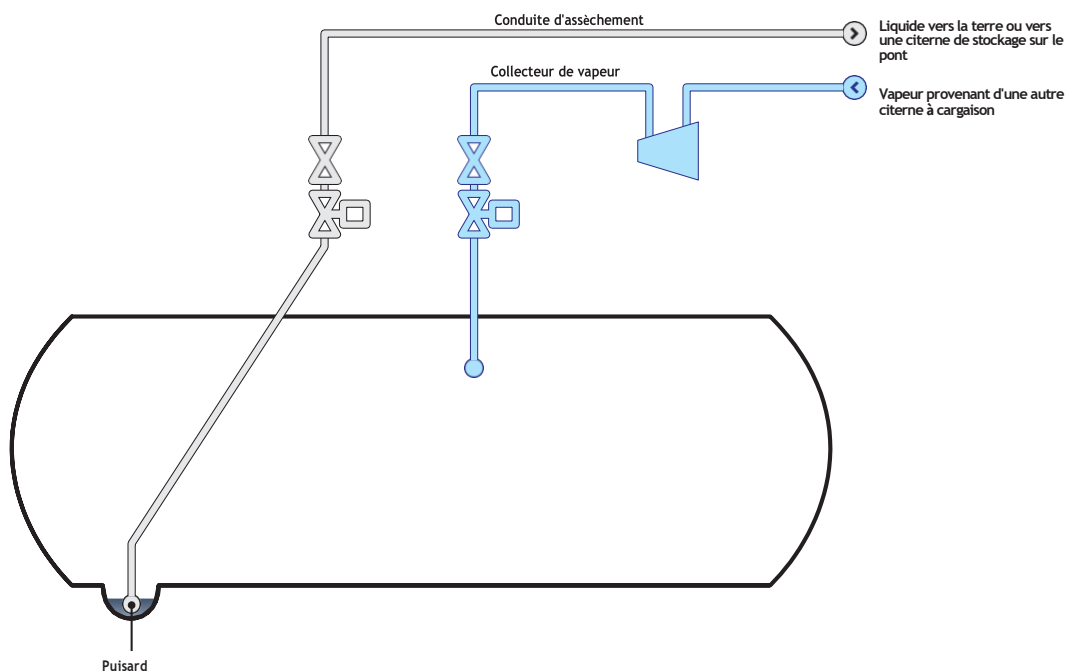


Figure 32.11 : Assèchement de résidus de cargaison liquide par pressurisation

32.9.2 Inertage - après le déchargement

La suppression des vapeurs de cargaison au moyen d'un gaz inerte (azote) est assurée pour réduire les concentrations de gaz jusqu'à un niveau permettant d'aérer la citerne sans que l'atmosphère de la citerne ne passe par la plage d'inflammabilité (voir la Figure 27.20). Le niveau auquel les vapeurs d'hydrocarbures doivent être ramenées varie selon les produits. En général, lorsque l'inertage est effectué de cette manière, il est nécessaire de réduire la teneur en hydrocarbures dans l'atmosphère inerte jusqu'à environ 2 % en volume avant de procéder à la ventilation avec de l'air.

Dans le passé, certaines opérations de changement de grade nécessitaient de remplacer les vapeurs présentes dans la citerne par des vapeurs de la cargaison suivante. Cette procédure est désormais rarement utilisée. Comme indiqué dans le Tableau 27.3 (b), cette méthode ne peut convenir qu'en cas de succession de grades compatibles et s'il n'est pas nécessaire d'introduire de l'air dans la citerne.

Une fois que le système de la cargaison a été asséché et chauffé de manière satisfaisante, l'opération d'inertage peut commencer. Il s'agit de remplacer la phase vapeur par un gaz inerte ou de l'azote. La nécessité d'un tel inertage dépend :

- de la nécessité de pénétrer dans la citerne pour son inspection ;
- de la cargaison précédente ;
- de la cargaison suivante ;
- des conditions fixées par le contrat de l'affrètement par charte-partie ;
- des exigences du terminal de chargement ;
- des exigences du terminal de déchargement ;
- du mélange admissible avec la cargaison ajoutée.

Lorsque les citernes doivent être ouvertes pour une inspection interne, l'inertage est toujours nécessaire. Il s'agit de réduire la teneur en gaz inflammables dans l'atmosphère des citernes jusqu'à un niveau sûr avant la ventilation à l'air frais. Ce niveau sûr correspond à un point inférieur au seuil critique de dilution (voir la Figure 27.20) indiqué sur un graphique relatif au produit en question. La procédure à suivre pour l'inertage après le déchargement de la cargaison est similaire à celle décrite à la section 32.2.3.

32.9.3 Aération

Une fois que les procédures susmentionnées ont été suivies, les citernes à cargaison peuvent être ventilées à l'air. L'air est amené à l'aide de compresseurs ou de soufflantes d'air et de sécheurs d'air dans l'installation à gaz inerte. L'aération doit se poursuivre jusqu'à ce que la teneur en oxygène de l'intégralité de la citerne ait atteint 20,9 % et que les niveaux d'hydrocarbures aient atteint 0 % de la LII. Afin d'assurer l'uniformité de l'atmosphère des citernes, différents niveaux et emplacements dans la citerne doivent être contrôlés avant de pénétrer dans la citerne. La Figure 32.12 présente une conduite mise en place pour l'aération des citernes.

Il convient de noter que la ventilation avec de l'air ne doit intervenir qu'une fois que la température des citernes du bateau a été amenée à la température ambiante. Si la citerne est encore froide lorsque l'air y pénètre, de l'humidité dans l'air se condense sur les surfaces de la citerne. Ceci peut occasionner des difficultés importantes lors de la préparation de la citerne pour les nouvelles cargaisons. Si de la condensation s'est formée, son retrait peut nécessiter des opérations longues et coûteuses.

Ventiler une atmosphère comportant moins de 2 % de vapeurs d'hydrocarbures peut être considérée comme sûr. Il convient néanmoins de toujours se conformer à la réglementation locale. La ventilation ou l'aération en présence de vapeurs de cargaison est de plus en plus restreinte par les réglementations en vigueur.

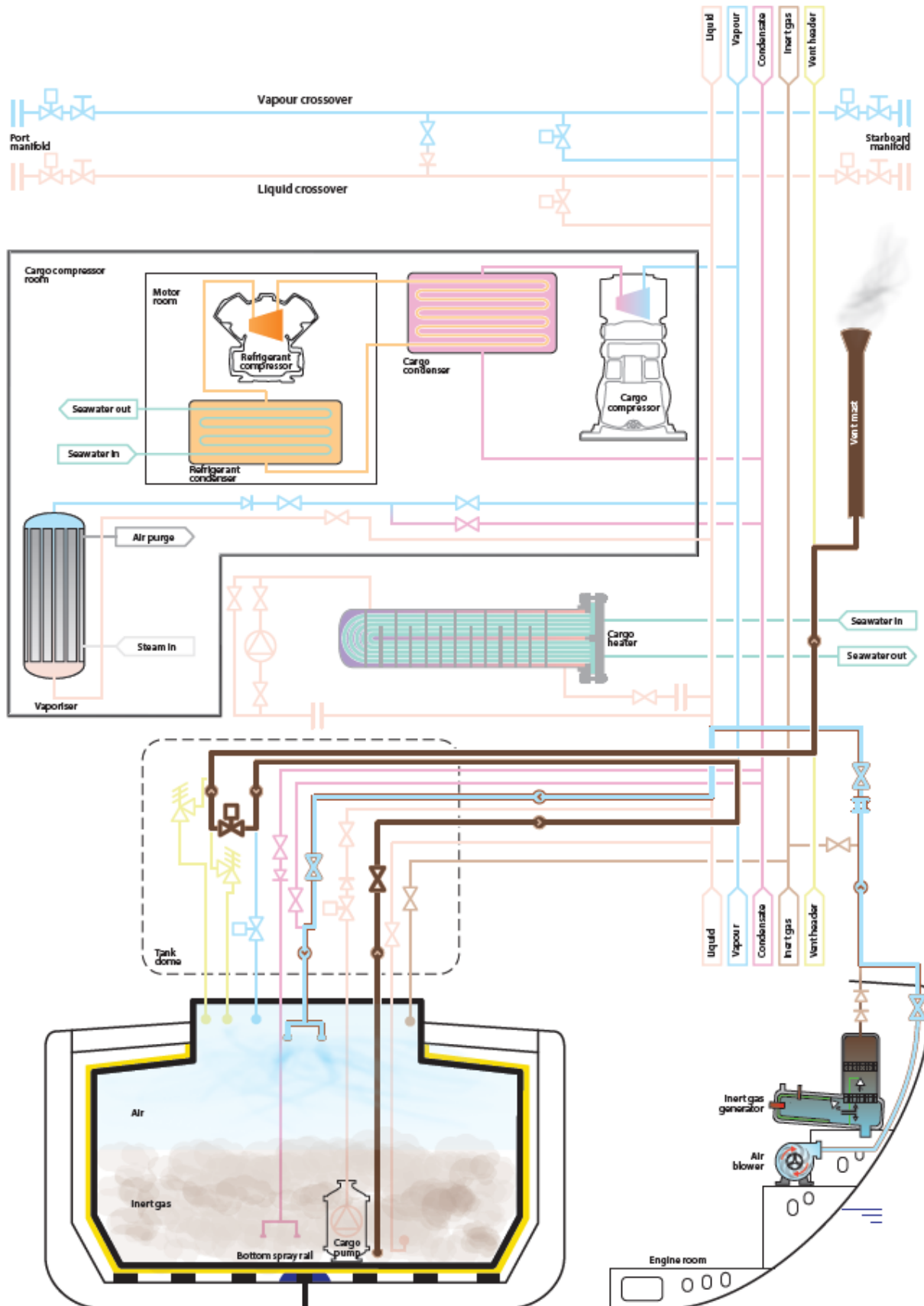


Figure 32.12 : Aération de citernes à cargaison

Port manifold = Collecteur bâbord
 Vapour crossover = Embranchement vapeur
 Liquid crossover = Embranchement liquide
 Liquid = Liquide
 Vapour = Vapeur
 Condensate = Condensat
 Inert Gas = Gaz inerte
 Vent header = Collecteur d'évent
 Starboard manifold = Collecteur tribord
 Cargo compressor room = Salle du compresseur de cargaison
 Motor room = Salle des machines
 Seawater out = Sortie eau de mer
 Seawater in = Entrée eau de mer
 Air purge = Purge d'air
 Steam in = Entrée de vapeur

Vaporiser = Vaporisateur
 Refrigerant compressor = Compresseur de réfrigérant
 Refrigerant condenser = Condensateur de réfrigérant
 Cargo condenser = Condensateur de cargaison
 Cargo compressor = Compresseur de cargaison
 Cargo heater = Réchauffeur de cargaison
 Vent Mast = Mât de dégazage
 Tank dome = Dôme de la citerne
 Air = Air
 Inert gas = Gaz inerte
 Bottom spray rail = Rail de pulvérisation bas
 Cargo pump = Pompe à cargaison
 Inert gas generator = Générateur de gaz inerte
 Air blower = Soufflante d'air
 Engine room = Salle des machines

32.9.4 Ammoniac - procédures spéciales

Certaines cargaisons présentent des difficultés particulières lorsqu'il s'agit d'éliminer toute trace du produit. L'ammoniac est une de ces cargaisons. Si un bateau-citerne doit charger du GPL après avoir transporté de l'ammoniac, la quasi-totalité des traces de vapeurs doit être retirée du système. Avant de charger la cargaison suivante, la concentration admissible de vapeurs d'ammoniac dans l'atmosphère de la citerne qui est généralement citée est de moins de 20 ppm en volume. Ceci implique une opération de longue durée qui est décrite de manière plus détaillée ci-après.

La première opération en cas de passage d'une cargaison d'ammoniac à une autre cargaison est de supprimer tout l'ammoniac liquide encore présent dans le système. Ceci est important, car l'ammoniac qui s'évapore dans l'air peut facilement atteindre un état de surfusion. Si tout le liquide n'a pas été retiré, le liquide restant peut atteindre des températures extrêmement basses pouvant entraîner des ruptures des citernes. Il est possible de s'assurer que tout le liquide a été retiré en surveillant attentivement la température de la citerne au cours de son réchauffage.

Une fois que la température des citernes de cargaison a été augmentée pour atteindre un point nettement supérieur au point de rosée de l'air, les vapeurs d'ammoniac sont généralement dispersées par le soufflage d'air chaud dans le système. (L'installation à gaz inerte ne doit pas être utilisée pour l'ammoniac en raison de la formation de carbamates d'ammoniac lorsque l'ammoniac entre en contact avec du dioxyde de carbone.) L'utilisation continue d'air sec et chaud vise à éviter la condensation de vapeur d'eau, limitant ainsi l'infiltration d'ammoniac dans les surfaces poreuses de la citerne. La ventilation des citernes et du système de cargaison à la température la plus élevée possible présente l'avantage de contribuer au dégagement d'ammoniac subsistant sur les surfaces rouillées (L'ammoniac se dégage dix fois plus rapidement à 45 °C qu'à 0 °C).

Un lavage à l'eau fraîche est parfois effectué pour retirer l'ammoniac. Ceci peut être très efficace, car l'ammoniac est très soluble dans l'eau. Il convient toutefois de noter les points suivants :

- L'efficacité du lavage à l'eau est limitée à certains types de citernes (par ex., cela n'est pas toujours pratique à bord des grands bateaux-citernes entièrement réfrigérés et équipés de citernes prismatiques) ;
- Lors du passage de l'ammoniac au GPL, l'eau peut contenir de l'ammoniac en solution et peut contaminer la cargaison suivante. Par conséquent, le lavage à l'eau est uniquement recommandé pour les citernes à cargaison qui sont parfaitement propres, exemptes de rouille et dont l'intérieur est largement dépourvu de structures, ce qui permet ensuite un drainage complet et efficace ;
- Toute trace d'eau doit être retirée à la fin du lavage pour éviter la formation de glace ou hydrates ;
- La grande solubilité de l'ammoniac dans l'eau (300 : 1) peut provoquer un vide dangereux dans une citerne. Il est par conséquent essentiel de veiller à une alimentation suffisante en azote ou en air durant le processus de lavage à l'eau de la citerne.

Après le lavage à l'eau, il est essentiel de retirer toute l'eau résiduelle en utilisant des pompes fixes ou portables. Les citernes et les conduites doivent ensuite être bien sèches avant que ne se poursuivent les préparatifs pour le chargement de la cargaison. Afin de maintenir un assèchement maximal, il est important de poursuivre la ventilation des citernes à l'air avec un point de rosée inférieur à l'atmosphère de la citerne pour les raisons évoquées ci-dessus.

32.10 Transbordement de bateau à bateau

Ces dernières années, le transbordement de cargaisons de gaz liquéfiés d'un bateau-citerne à un autre est devenu une pratique courante. Des recommandations détaillées pour réaliser de telles opérations en toute sécurité figurent dans le Guide (local) pour le transbordement de bateau à bateau de bateau (gaz liquéfiés). Avant de telles opérations, il est recommandé de consulter cette publication et de mettre en œuvre les procédures qu'elle contient. Plusieurs autorités portuaires exigent une autorisation spéciale pour le transbordement de bateau à bateau.

Il convient de noter que lors du transbordement de bateau à bateau à partir de navires de mer, la cargaison à bord peut être (semi-) réfrigérée. L'un des bateaux chauffera alors la cargaison au moyen d'un échangeur de chaleur pour atteindre une température d'environ 0 °C. Un bon contrôle de la température est nécessaire à bord.

32.11 Conclusion

Ceci achève le cycle des opérations à bord des bateaux-citernes transportant du gaz. Il est important que chaque bateau-citerne définisse clairement et de manière détaillée ses propres procédures opérationnelles. Des opérations possibles à bord d'un bateau-citerne sont susceptibles de ne pas être possibles ou souhaitables à bord d'un autre bateau-citerne. Toutefois, les principes fondamentaux de la manutention de cargaisons de gaz liquéfiés demeurent les mêmes pour tous les bateaux-citernes transportant du gaz. Une opération sûre est toujours une opération efficace. En cas de doute sur la sécurité d'une opération, il est recommandé à l'équipage du bateau-citerne et au personnel du terminal de demander conseil.

33 Types de bateaux-citernes transportant du gaz

Le présent chapitre donne un aperçu des différents types de bateaux-citernes transportant du gaz et de la construction des citernes à cargaison. Il est important de souligner que, en plus des normes écrites, il existe quelques aspects concernant la construction des bateaux-citernes transportant du gaz qui sont couverts par les exigences supplémentaires découlant de l'expérience de propriétaires de bateaux.

33.1 Types de bateaux-citernes transportant du gaz

Généralités

Une caractéristique presque spécifique aux bateaux-citernes transportant du gaz est que la cargaison est maintenue sous pression positive. Tous les raccords et dispositifs doivent être fermés hermétiquement. Cela signifie que seulement de la cargaison liquide et de la vapeur de cargaison sont présentes dans la citerne de cargaison et que des atmosphères inflammables ne peuvent pas s'y développer. Tous les bateaux-citernes transportant du gaz utilisent aussi des systèmes de cargaison fermés lors du chargement ou du déchargement, sans dégagement de vapeur dans l'atmosphère.

Les bateaux-citernes transportant du gaz doivent être conformes aux normes fixées par la réglementation pertinente ou les règles nationales et doivent satisfaire à toutes les exigences concernant sécurité et de prévention de la pollution applicables aussi à d'autres bateaux-citernes. Les caractéristiques de sécurité inhérentes aux exigences de conception ont contribué de manière significative à améliorer la sécurité de ces bâtiments. Les équipements nécessaires à bord des bateaux-citernes transportant du gaz comprennent des appareils de surveillance de la température et de la pression, des détecteurs de gaz et des indicateurs de niveau de liquide dans les citernes de cargaison, ces dispositifs étant tous équipés d'alarmes et d'instruments connexes. Compte tenu de la variété des équipements d'un bateau-citerne transportant du gaz, ces bâtiments peuvent être considérés comme faisant partie des unités les plus sophistiquées et les plus sûres de la flotte actuelle.

Bateaux-citernes de navigation intérieure transportant du gaz

Actuellement, seul du gaz liquéfié sous pression est transporté dans le cadre du commerce intérieur du gaz en Europe. La pression de service maximale la plus courante est de 15,8 bars. Les citernes sous pression à bord ont une capacité de 380 à 550 m³. Les bateaux-citernes destinés au transport de gaz transportent du propane, du butane et des gaz chimiques à température ambiante et sont donc équipés d'un certain nombre de citernes sous pression cylindriques horizontales.

Le transport de gaz liquéfiés par voies navigables est désormais une industrie de haute technologie, avec une flotte composée de nombreux bateaux-citernes, un réseau de terminaux d'exportation et d'importation et un savoir-faire étendu des différentes personnes impliquées.

Bateaux-citernes maritimes (pour information)

Les bateaux-citernes maritimes transportant du gaz peuvent être très différents les uns des autres. Les types de citernes peuvent être les suivants :

- citernes sous pression, dont la pression est similaire à celle utilisée pour les transports intérieurs ;
- Citernes sous pression semi-réfrigérées, avec une pression maximale de 5 à 7 bars. Ces bateaux utilisent généralement un matériau adapté à une température de -50 °C. Ils sont équipés de compresseurs et d'unités de réfrigération permettant de refroidir la cargaison, par exemple le propane ou le propylène. En refroidissant le produit, la pression de vapeur diminue et la construction des citernes à cargaison peut être plus légère. Ces bateaux-citernes sont équipés de citernes cylindriques, sphériques ou bilobées, qui peuvent transporter des cargaisons à des températures allant jusqu'à -50 °C. Les bateaux-citernes semi-réfrigérés peuvent charger et décharger leurs cargaisons dans des terminaux équipés de citernes réfrigérées ou pressurisées ;
- Citernes entièrement réfrigérées. Ces citernes peuvent avoir une surpression allant de 0,40 à 0,5 bar. Les citernes sont presque carrées et supportent donc peu de pression. L'avantage est qu'elles permettent de charger un grand volume. La capacité des citernes de ces bateaux est d'environ 30 000 à 100 000 m³.

Les bateaux-citernes entièrement réfrigérés sont construits pour transporter des gaz liquéfiés à basse température et à la pression atmosphérique entre des terminaux équipés de citernes de stockage entièrement réfrigérées. Les citernes prismatiques permettent d'optimiser la capacité de transport du bâtiment, ce qui rend les bateaux-citernes entièrement réfrigérés très performants pour le transport sur de longues distances de gros volumes de cargaisons telles que le GPL, l'ammoniac et le chlorure de vinyle.

Bâtiments transportant du gaz naturel liquéfié

Le gaz naturel liquéfié est transporté à son point d'ébullition, soit -162 °C. Les systèmes de confinement du gaz naturel liquéfié ont considérablement évolué. Les bâtiments sont équipés de citernes à cargaison indépendantes ou de citernes à membrane.

Le concept du système de confinement à membrane est basé sur une très fine barrière primaire (0,7 à 1,5 mm d'épaisseur), qui est soutenue par l'isolant. Les systèmes de confinement à membrane doivent toujours être équipés d'une barrière secondaire pour assurer l'intégrité de l'ensemble du système en cas de fuite sur la barrière primaire. La particularité de ces bateaux-citernes est qu'ils utilisent la cargaison et les vapeurs de la cargaison (boil off) pour leur propre propulsion.

33.2 Systèmes de confinement de la cargaison

Un système de confinement de la cargaison comprend tous les dispositifs destinés à stocker de la cargaison, y compris le cas échéant :

- une barrière primaire (la citerne à cargaison) ;
- une barrière secondaire (le cas échéant) ;
- une isolation thermique ;
- des espaces inter-barrières.
- des structures adjacentes, si nécessaire, assurant le soutien de ces éléments.

33.2.1 Citernes indépendantes

Les citernes de gaz sont des structures indépendantes et complètement autoportantes. Elles ne font pas partie de la structure de la coque du bateau-citerne et ne contribuent donc pas à la robustesse de la coque d'un bateau-citerne.

33.2.2 Citernes à membrane

Le concept de la citerne à membrane est basé sur une barrière plus mince soutenue par une isolation primaire. Ces citernes ne sont pas autoportantes. Les citernes à membrane ne peuvent être utilisées qu'avec une barrière secondaire. Cette barrière secondaire garantit l'intégrité de l'ensemble du système en cas de fuite de la barrière primaire.

33.2.3 Citernes à semi-membrane

Le concept de semi-membrane est une variante du système de citerne à membrane. La barrière primaire est beaucoup plus épaisse que pour le système à membrane, avec des côtés plats et de grands angles arrondis. La citerne est autoportée lorsqu'elle est vide, mais non lorsqu'elle est remplie. Le système a été adopté pour une utilisation à bord de bateaux-citernes transportant du GPL et plusieurs bateaux de construction japonaise destinés au transport de GPL entièrement réfrigéré utilisent ce système.

33.3 Matériaux de construction et d'isolation

33.3.1 Matériaux de construction

Le choix des matériaux des citernes à cargaison est dicté par la température minimum de service et, dans une moindre mesure, par la compatibilité avec les cargaisons transportées. La propriété la plus importante à prendre en considération lors du choix des matériaux constituant la citerne de cargaison est la résistance à de basses températures. Cet aspect est essentiel, car la plupart des métaux et alliages (sauf l'aluminium) deviennent cassants en-dessous d'une température donnée.

Un traitement des aciers de construction au carbone permet d'obtenir une résistance aux basses températures et les codes de gaz précisent les limites de basses températures pour les différentes qualités d'acier jusqu'à -50 °C. Il convient de consulter les codes de gaz et les règles des sociétés de classification pour plus d'informations sur les différentes qualités d'acier.

Selon les codes de gaz, les bateaux-citernes transportant des cargaisons de GPL entièrement réfrigéré sont susceptibles d'être équipés de citernes capables de résister à des températures jusqu'à -50 °C. Habituellement, la température réelle est fixée par le propriétaire du bateau, selon les cargaisons devant être transportées. Cette température est souvent déterminée par le point d'ébullition du propane liquide à la pression atmosphérique et, par conséquent, les limites de température des citernes à cargaison sont souvent fixées à environ -50 °C. Pour atteindre cette température de service sont utilisés des aciers tels que l'acier entièrement calmé, à grain fin, au carbone-manganèse, parfois alliés avec 0,5 % de nickel.

Si un bateau-citerne a été spécialement conçu pour transporter de l'éthylène entièrement réfrigéré (avec un point d'ébullition à la pression atmosphérique de -104 °C) ou de GNL (avec un point d'ébullition à la pression atmosphérique de -162 °C), des aciers au nickel, des aciers inoxydables (tels que l'invar) ou de l'aluminium doivent être utilisés en tant que matériau de construction des citernes.

33.3.2 Isolation de la citerne

Les citernes à cargaison réfrigérées doivent être pourvues d'une isolation thermique pour :

- limiter les flux de chaleur vers l'intérieur des citernes à cargaison et réduire ainsi l'évaporation ;
- protéger la structure du bateau-citerne contre les effets des basses températures autour des citernes à cargaison.

Les matériaux d'isolation utilisés à bord de bateaux-citernes transportant du gaz doivent avoir les caractéristiques principales suivantes :

- faible conductivité thermique ;
- capacité à supporter les charges ;
- capacité à résister à des dommages mécaniques ;
- légèreté ;
- résistance aux cargaisons liquides et aux vapeurs de cargaison.

L'étanchéité du système d'isolation à la vapeur est importante pour empêcher la pénétration d'eau ou de vapeur d'eau. L'humidité peut non seulement affecter l'efficacité de l'isolation, mais la condensation progressive et le gel peuvent occasionner des dommages importants à l'isolation. Cela signifie que le degré d'humidité doit être maintenu aussi bas que possible dans les espaces de cale. Une méthode pour protéger l'isolation est de mettre en place une pellicule d'aluminium agissant comme un pare-vapeur par rapport au système environnant.

Annexe 1 : Liste de contrôle de sécurité Bateau-citerne de navigation intérieure / Terminal

Législation régionale européenne	Question #	Partie A. Liquides en vrac - Général - Contrôles physiques				
		Liquide en vrac - Général	Bateau-citerne	Terminal	Code	Remarques
	1	Un accès sûr est en place entre le bateau et le quai.			R	
L	1L	Les dispositifs de protection sont jugés satisfaisants. Les câbles des défenses sont en place.				
B 3	2	Le bateau-citerne est amarré de manière sûre, en tenant compte des conditions locales.			R	
B 11	3	Le système de communication bateau/terre convenu est opérationnel.			A R	
L	4	Les câbles de remorquage d'urgence sont correctement fixés et positionnés, si cela est exigé par le terminal.			R	
B 14	5	Les lances à incendie et l'équipement de lutte contre l'incendie du bateau-citerne sont positionnés et prêts pour une utilisation immédiate.			R	
	6	L'équipement de lutte contre l'incendie du terminal est positionné et prêt pour une utilisation immédiate.			R	
B 6.1	7	Les tuyaux de cargaison du bateau-citerne et/ou les bras ou tuyaux du terminal, les conduites et les collecteurs sont en bon état, correctement installés et adaptés pour l'utilisation prévue.			R	
B 6.1	7.1	Tous les réducteurs sont approuvés et compatibles avec les conduites et le type de cargaison.				
B 6.2	7.2	Toutes les brides de raccordement sont équipées des joints appropriés.				
B 6.3	7.3	Tous les boulons des brides sont correctement serrés.				
B 6.4	7.4	Les bras de chargement peuvent être déplacés dans toutes les directions et/ou suffisamment d'espace est disponible pour déplacer facilement les tuyaux.				
B 14	7.5	Toutes les vannes ont été vérifiées et sont réglées dans la bonne position.				
B 5	7.6	La zone de manutention de cargaison et la voie d'évacuation d'urgence sont correctement éclairées.				
	8	Cette ligne est laissée vide intentionnellement.				
L	9	Le système de manutention de cargaison est suffisamment isolé et drainé pour permettre de retirer en toute sécurité les brides d'obturation.				
B 8	10	Les dalots et collecteurs à bord sont correctement obturés et les gattes de récupération sont en place et vides.			R	
L	11	Les obturations de dalots qui sont temporairement retirées seront surveillées en permanence.			R	
	12	Les dispositifs de confinement des déversements et les puisards sont correctement gérés.			R	
B 7	13	Les connexions inutilisées du bateau-citerne pour la cargaison, l'avitaillement et le retour de vapeur sont correctement sécurisées. Toutes les brides raccordées sont équipées des joints appropriés.				

Législation régionale européenne	Question #	Partie A. Liquides en vrac - Général - Contrôles physiques				
		Liquide en vrac - Général	Bateau-citerne	Terminal	Code	Remarques
	14	Les connexions inutilisées du terminal pour la cargaison, l'avitaillement et le retour de vapeur sont correctement sécurisées. Toutes les brides raccordées sont équipées des joints appropriés.				
B 18	15	Tous les orifices de visée, de jaugeage par le creux et d'échantillonnage des citernes à cargaison, des ballasts ou des soutes à combustible ont été fermés ou, si nécessaire, protégés par des pare-flammes en bon état.				
B 9	16	Les vannes de rejet à la mer et par-dessus bord sont fermées et sécurisées de manière visible si elles sont inutilisées. Les parties amovibles entre les conduites de rejet à la mer et par-dessus bord et les conduites de cargaison sont retirées.				
B 14	17.1	L'ensemble des portes, sabords et fenêtres donnant sur l'extérieur des emménagements, des magasins et des locaux des machines est fermé. Les événements de la salle des machines peuvent être ouverts.			R	
B 14	17.2	L'installation domestique de GPL est isolée au niveau de la vanne d'arrêt principale.				
L	18	Les schémas d'emplacement des matériels de lutte contre l'incendie du bateau-citerne sont disponibles.				Emplacement :

		Si le bateau-citerne est ou doit être équipé d'une installation à gaz inerte, les points suivants doivent être vérifiés physiquement :				
		Installation à gaz inerte				
L	19	Les appareils de mesure de la pression de l'installation à gaz inerte et de la teneur en oxygène sont en bon état de marche.			R	
L	20	Les atmosphères sont à pression positive dans toutes les citernes, avec une teneur en oxygène inférieure ou égale à 8 % en volume.			P R	
L	20L	Toutes les citernes inertées sont marquées ou signalées par un panneau d'avertissement.				

Législation régionale européenne	Question #	Partie BA. Liquide en vrac - Général - Vérification verbale				
		Liquide en vrac - Général	Bateau-citerne	Terminal	Code	Remarques
L	21	Le bateau-citerne est prêt à se déplacer par ses propres moyens. Une barge sans moyen de propulsion doit pouvoir être déplacée rapidement par un remorqueur désigné.			P R	
B 10	22	Une vigie est postée sur le pont et les opérations à bord du bateau-citerne et à terre sont correctement supervisées.			R	
L	22L	À bord du bateau-citerne et à terre, une personne compétente a été désignée comme responsable pour les opérations de cargaison prévues.				
L	23	Du personnel en nombre suffisant est disponible à bord et à terre pour traiter les situations d'urgence.			R	
B 15.1	24.1	Les procédures pour les opérations de cargaison, d'avitaillement et de ballastage ont été approuvées.			A R	
B 15.2	24.2	La pression de refoulement de la pompe à cargaison du bateau-citerne est réglée pour tenir compte de la pression de service admissible de l'équipement du terminal.			A R	
	24.3	La pression de refoulement de la pompe à cargaison à terre est réglée pour tenir compte de la pression de service admissible de l'équipement du bateau-citerne.			A R	
B 13	25	L'utilisation du signal d'arrêt d'urgence et les procédures d'arrêt à bord du bateau-citerne et à terre ont été expliquées et comprises.			A	
B 2	26	Les fiches de données de sécurité (FDS) ou des documents équivalents ont été échangés sur demande pour le transfert de la cargaison.			P R	
B1	26L	Le bateau-citerne est homologué pour le transport du produit à charger.				
L	27	Les risques liés aux substances toxiques contenues dans la cargaison manipulée ont été identifiés et compris.				Teneur en sulfure d'hydrogène : Teneur en benzène :
	28	Un raccord international anti-incendie à terre est mis à disposition, si cela est exigé par la réglementation.				
L	29	Le système de ventilation des citernes qui a été convenu sera utilisé.			A R	Méthode :
	30.1	Les exigences relatives aux opérations en circuit fermé ont été approuvées.			R	
B 12.1	30.2	Le raccord de retour des vapeurs du bateau-citerne, s'il est requis, est relié au raccord de retour des vapeurs à terre par une conduite de retour des vapeurs.			R	
B 12.3	30.3	Si une protection contre les explosions est requise, la conduite de retour des vapeurs est équipée d'un pare-flammes et/ou d'une protection contre les détonations.			R	
B 12.2	31	Le fonctionnement du système de sécurité pression/dépression a été vérifié. Le bateau-citerne qui décharge ou le terminal garantissent que la vitesse de pompage ne dépasse pas la pression de service maximale convenue. Vitesse de pompage max. : (m³/h) Pression max. convenue : (kPa)			R	

Législation régionale européenne	Question #	Partie BA. Liquide en vrac - Général - Vérification verbale				
		Liquide en vrac - Général	Bateau-citerne	Terminal	Code	Remarques
L	32	Si une conduite de retour des vapeurs est raccordée, les paramètres de fonctionnement ont été convenus.			A R	
B16+17	33	Des alarmes de niveau haut et/ou des arrêts d'urgence indépendants, le cas échéant, sont en service et ont été testés.			A R	
L	34	Une isolation électrique appropriée est en place au niveau des connexions pour la cargaison entre le bateau-citerne et la terre et, le cas échéant, au niveau des connexions pour le retour des vapeurs. Moyens d'isolation installés à bord ou à terre : (Indiquer l'emplacement)			A R	
	35	Les conduites à terre sont équipées de clapets de non-retour, ou des procédures permettant d'éviter un retour de produit ont été convenues.			P R	
B 14	36	Les règles relatives à l'interdiction ou non de fumer ont été approuvées et sont respectées.			A R	
B 14	37	Les règles relatives aux flammes nues ont été approuvées et sont respectées.			A R	
L	38	Les prescriptions relatives aux appareils électroniques portatifs (par ex. de communication) sont respectées.			A R	
L	39	Les lampes électriques à main (lampes de poche) sont d'un type agréé.				
L	40	Les émetteurs-récepteurs VHF/UHF fixes et le système d'identification automatique (AIS) sont réglés sur la puissance appropriée ou éteints.				
L	41	Les émetteurs-récepteurs UHF / VHF portatifs sont d'un type à sécurité intrinsèque.				
B 14	42	Les antennes de l'émetteur radio principal du bateau-citerne sont mises à la terre et les radars sont déconnectés/éteints.				
B 14	43	Les câbles électriques des équipements électriques portatifs situés dans la zone de danger sont déconnectés du réseau électrique.				
L	44	Les unités de climatisation de type fenêtre sont débranchées, le cas échéant.				
L	45	Une pression positive est maintenue à l'intérieur des logements et/ou de la timonerie, s'il y a lieu.				
L	46	Des mesures ont été prises pour assurer une ventilation mécanique suffisante de la chambre des pompes, s'il y a lieu.			R	
B 4	47	Une issue de secours est prévue.				
L	48	Les critères météorologiques, de vent maximum et de houle ont été convenus pour les opérations. Arrêt des opérations de transfert de cargaison à : Déconnexion à : Largage des amarres à :			A	
L	49	Des protocoles de sécurité ont fait l'objet d'un accord entre les responsables de la sécurité du bateau-citerne et de l'installation portuaire, s'il a lieu.			A	

Législation régionale européenne	Question #	Partie BA. Liquide en vrac - Général - Vérification verbale				
		Liquide en vrac - Général	Bateau-citerne	Terminal	Code	Remarques
L	50	Si nécessaire, des procédures ont été convenues pour la réception d'azote fourni depuis la terre en vue de l'inertage ou de la purge des citernes à cargaison, ou du soufflage des conduites vers le bateau-citerne.			A P	

		Si le bateau-citerne est ou doit être équipé d'une installation à gaz inerte, les points suivants doivent être confirmés :				
		Installation à gaz inerte				
L	51	L'installation à gaz inerte est pleinement opérationnelle et en bon état de marche.			P	
L	52	Les siphons de pont ou les dispositifs équivalents sont en bon état de marche.			R	
L	53	Les niveaux de liquide dans les casse-pression/dépression sont corrects, le cas échéant.			R	
L	54	Les analyseurs d'oxygène fixes et portatifs ont été calibrés et fonctionnent correctement.			R	
L	55	Toutes les vannes de gaz inerte des citernes individuelles (s'il y en a) sont correctement réglées et verrouillées.			R	
L	56	Tout le personnel chargé des opérations de cargaison sait qu'en cas de défaillance de l'installation de gaz inerte, les opérations de déchargement doivent être interrompues et le terminal doit en être informé.				

		Si le bateau-citerne est équipé d'une installation de lavage au pétrole brut et prévoit de l'utiliser, les points suivants doivent être vérifiés :				
		Lavage au pétrole brut				
L	57	s/o				
L	58	s/o				

		S'il est prévu de nettoyer des citernes à quai, les déclarations suivantes doivent être prises en compte :				
		Nettoyage des citernes				
L	59	Des opérations de nettoyage des citernes sont prévues pendant le séjour du bateau-citerne le long de l'installation à terre.	Oui/Non*	Oui/Non*		
L	60	Si « oui », les procédures et approbations pour le nettoyage des citernes ont été convenues.				
L	61	Les opérations de dégazage ont été autorisées par l'autorité compétente.	Oui/Non*	Oui/Non*		

*) Biffer les mentions inutiles

Législation régionale européenne	Question #	Partie C. Produits chimiques en vrac - Vérification verbale				
		Produits chimiques liquides en vrac	Bateau-citerne	Terminal	Code	Remarques
L	1	Les fiches de données de sécurité ou des documents équivalents sont disponibles et contiennent les données nécessaires pour manipuler la cargaison en toute sécurité.				
L	2	Un certificat d'inhibition a été fourni par le fabricant, le cas échéant.			P	
L	3	Des vêtements et équipements de protection suffisants (y compris des appareils respiratoires autonomes) sont prêts à être utilisés immédiatement et ils conviennent pour le produit manipulé.				
L	4	Des contre-mesures ont été convenues en cas de contact accidentel du personnel avec la cargaison.				
L	5	Le débit de manutention de la cargaison est compatible avec le système automatique d'arrêt d'urgence, si ce dernier est en service.			A	
L	6	Les jauges et les alarmes du système de cargaison sont correctement réglées et en bon état.				
L	7	Des instruments portatifs de détection des vapeurs sont disponibles pour les produits manipulés.				
L	8	Les informations concernant le matériel et les procédures de lutte contre l'incendie ont été échangées.				
L	9	Les flexibles de transfert et les joints sont fabriqués dans un matériau approprié, résistant à l'action des produits manutentionnés.				
L	10	La manutention de cargaison est assurée au moyen des conduites fixes.			P	
	11	Si nécessaire, des procédures ont été convenues pour la réception d'azote fourni depuis la terre en vue de l'inertage ou de la purge des citernes à cargaison, ou du soufflage des conduites vers le bateau-citerne.			A P	
L	12	Si nécessaire, le système d'arrosage en pluie du pont est prêt pour une utilisation immédiate.				

Législation régionale européenne	Question #	Partie D. Gaz liquéfiés en vrac - Vérification verbale				
		Gaz liquéfiés en vrac	Bateau-citerne	Terminal	Code	Remarques
L	1	Les fiches de données de sécurité ou des documents équivalents sont disponibles et contiennent les données nécessaires pour manipuler la cargaison en toute sécurité.				
L	2	Un certificat d'inhibition a été fourni par le fabricant, le cas échéant.			P	
L	3	Le système d'aspersion d'eau du pont est prêt pour une utilisation immédiate.				
L	4	Des vêtements et équipements de protection suffisants (y compris des appareils respiratoires autonomes) sont prêts à être utilisés immédiatement et ils conviennent pour les produits manipulés.				
L	5	Les espaces de cales et inter-barrières sont correctement inertés ou remplis avec de l'air sec, selon les besoins.				
L	6	Toutes les vannes commandées à distance fonctionnent correctement.				
L	7	Les pompes et compresseurs nécessaires pour la cargaison sont en bon état de marche, et les pressions maximales de service ont fait l'objet d'un accord entre le bateau-citerne et le terminal.			A	
L	8	Les équipements de reliquéfaction ou de contrôle de l'évaporation de la cargaison sont en bon état de marche.				
L	9	L'équipement de détection de gaz a été correctement réglé pour la cargaison, est étalonné, a été testé et inspecté et est en bon état.				
L	10	Les jauges et les alarmes du système de cargaison sont correctement réglées et en bon état.				
L	11	Les systèmes d'arrêt d'urgence ont été testés et fonctionnent correctement.				
L	12	Le bateau-citerne et le terminal ont échangé les temps de fermeture de leurs vannes d'arrêt d'urgence, vannes automatiques ou dispositifs similaires respectifs.			A	Bateau: Terminal :
L	13	Des informations ont été échangées entre le bateau-citerne et la terre sur les valeurs maximales/minimales de température et de pression de la cargaison à manutentionner.			A	
L	14	Les citernes à cargaison sont protégées à tout moment contre le surremplissage accidentel pendant les opérations de cargaison.				
L	15	La salle des compresseurs est correctement ventilée, la salle des moteurs électriques est correctement pressurisée, et le système d'alarme fonctionne.				
L	16	Les soupapes de sûreté des citernes sont correctement réglées et les réglages effectifs sont affichés de façon claire et visible (inscrire les réglages ci-dessous).				
L	17	Les paramètres de fonctionnement (pression d'ouverture) des soupapes (tarage maximal admissible des soupapes de sûreté) du bateau-citerne ont été pris en compte et ont fait l'objet d'un accord.				

Législation régionale européenne	Question #	Partie D. Gaz liquéfiés en vrac - Vérification verbale				
		Gaz liquéfiés en vrac	Bateau-citerne	Terminal	Code	Remarques
B 19	18	Lors du transport de gaz liquéfiés réfrigérés, le temps de retenue a été déterminé, il est connu et documenté.			A	Uniquement si le bateau doit être chargé.
L	19	Si nécessaire, les autorités (portuaires) ont été informées avant le début des opérations de manutention de la cargaison.			P	

	Remarques
	Réglage de la soupape de sûreté de la citerne à cargaison :

Dispositions opérationnelles

Bateau-citerne de navigation intérieure : Terminal :

Date : Heure : Emplacement :

Les opérations de cargaison ou de ballastage suivantes seront effectuées à l'endroit susmentionné :

Produit	Quantité (m³)	Température réelle (°C)	Heure de début	Heure de fin	Arrêt par :		Bateau-citerne de navigation intérieure					Terminal					
					Bateau-citerne de navigation intérieure 1	Terminal bateau-citerne 2	Citerne	Capacité de la citerne	Raccord collecteur	Vitesse de chargement / déchargement max.	Pression max	Chargement* / déchargement*	Citerne	Capacité de la citerne	Conduite	Vitesse max.	Pression max

* Rayer les mentions inutiles

Responsable du bateau-citerne de navigation intérieure :

Responsable du terminal :

.....

.....

Date :								
Heure :								
Initiales pour le bateau-citerne :								
Initiales pour le terminal :								

Annexe 2 : Liste de contrôle de sécurité Bateau-citerne maritime* ou de navigation intérieure* / Bateau-citerne de navigation intérieure

Nom du bateau-citerne maritime* / de navigation intérieure 1 :

Date d'arrivée : Heure d'arrivée :

Nom du bateau-citerne de navigation intérieure 2 :

Date d'arrivée : Heure d'arrivée :

Emplacement : Port :

* Rayer les mentions inutiles

Législation régionale		Partie A. Liquides en vrac - Général - Contrôles physiques					Remarques
		Liquide en vrac - Général	Bateau-citerne maritime	Bateau-citerne de navigation intérieure 1	Bateau-citerne de navigation intérieure 2	Code	
	1	Un accès sûr est prévu entre le bateau-citerne maritime et le bateau-citerne de navigation intérieure.				R	
L	1L	Les dispositifs de protection sont jugés satisfaisants. Les câbles des défenses sont en place.				R	
B 3	2	Le bateau-citerne est amarré de manière sûre, en tenant compte des conditions locales.				R	
B 11	3	Le système de communication convenu entre les deux bateaux-citernes fonctionne.				A R	Voie VHF : Système de communication : Système de secours :
L	4	Les câbles de remorquage d'urgence sont correctement fixés et positionnés, si cela est exigé par le terminal.				R	
B 14	5	Les lances à incendie et l'équipement de lutte contre l'incendie du bateau-citerne sont positionnés et prêts pour une utilisation immédiate.				R	
B 6.1	7	Les flexibles de cargaison, les conduites de transport et les collecteurs du bateau-citerne sont en bon état, correctement installés et adaptés à l'usage prévu.				R	
B 6.1	7.1	Tous les réducteurs sont approuvés et compatibles avec les conduites et le type de cargaison.					
B 6.2	7.2	Toutes les brides de raccordement sont équipées des joints appropriés.					
B 6.3	7.3	Tous les boulons des brides sont correctement serrés.					
B 6.4	7.4	Les flexibles disposent de suffisamment d'espace pour se déplacer facilement.					
B 14	7.5	Toutes les vannes ont été vérifiées et sont placées dans la bonne position.					
B 5	7.6	La zone de manutention de cargaison et la voie d'évacuation d'urgence sont correctement éclairées.					
	8	Cette ligne est laissée vide intentionnellement.					
L	9	Le système de manutention de cargaison est suffisamment isolé et drainé pour permettre de retirer en toute sécurité les brides d'obturation.					
B 8	10	Les dalots à bord sont efficacement obturés et les gattes sont en place et vides.				R	
L	11	Les obturations de dalots qui sont temporairement retirées seront surveillées en permanence.				R	
	12	Cette ligne est laissée vide intentionnellement.					
B 7	13	Les connexions pour la cargaison, l'avitaillement et le retour de vapeurs du bateau-citerne qui sont inutilisées sont correctement obturées et assujetties.					
	14	Cette ligne est laissée vide intentionnellement.					

Législation régionale		Partie A. Liquides en vrac - Général - Contrôles physiques					
		Liquide en vrac - Général	Bateau-citerne maritime	Bateau-citerne de navigation intérieure 1	Bateau-citerne de navigation intérieure 2	Code	Remarques
B 18	15	Si nécessaire, tous les orifices de visée, de jaugeage par le creux et d'échantillonnage des citernes à cargaison, des ballasts ou des soutes à combustible ont été fermés ou protégés par des pare-flammes en bon état.					
B 9	16	Les vannes de rejet à la mer et par-dessus bord sont fermées et sécurisées de manière visible si elles sont inutilisées. Les parties amovibles entre les conduites de rejet à la mer et par-dessus bord et les conduites de cargaison sont retirées.					
B 14	17.1	L'ensemble des portes, sabords et fenêtres donnant sur l'extérieur des emménagements, des magasins et de la tranche des machines est fermé. Les événements de la salle des machines peuvent être ouverts.				R	
B 14	17.2	L'installation domestique de GPL est isolée au niveau du robinet d'arrêt principal.					
L	18	Les schémas d'emplacement des matériels de lutte contre l'incendie du bateau-citerne sont disponibles.					Emplacements :

		Si le bateau-citerne est ou doit être équipé d'un système de gaz inerte, les points suivants doivent être vérifiés physiquement :					
		Installation à gaz inerte					
L	19	Les enregistreurs des appareils de mesure de la pression et de la teneur en oxygène de l'installation à gaz inerte sont en bon état de marche.				R	
L	20	Les atmosphères sont à pression positive dans toutes les citernes, avec une teneur en oxygène inférieure ou égale à 8 % en volume.				P R	
L	20L	Toutes les citernes inertées sont marquées ou signalées par un panneau d'avertissement.					

Législation régionale		Partie B. Liquide en vrac Général - Vérification verbale					
		Liquide en vrac - Général	Bateau-citerne maritime	Bateau-citerne de navigation intérieure 1	Bateau-citerne de navigation intérieure 2	Code	Remarques
L	21	Les bateaux-citernes sont prêts à se déplacer par leurs propres moyens. Une barge sans moyen de propulsion doit pouvoir être déplacée rapidement par un remorqueur désigné.				P R	
B 10	22	Une vigie est en place sur le pont et une supervision adéquate des opérations est assurée sur les deux bateaux-citernes.				R	
L	22L	Sur chaque bateau-citerne, une personne compétente est nommée responsable de la manutention de cargaison prévue.					
L	23	Il y a suffisamment de personnel à bord des deux bateaux-citernes pour faire face à une situation d'urgence.				R	
B 15.1	24.1	Les procédures pour la manutention de la cargaison, l'avitaillement et le ballastage ont été convenues.				A R	
B 15.2	24.2	La pression de refoulement de la pompe à cargaison du deuxième bateau-citerne est régulée pour tenir compte de la pression de service admissible de l'équipement du premier bateau-citerne.				A R	
B 13	25	Le signal d'alarme et les procédures d'arrêt d'urgence à utiliser à bord des deux bateaux-citernes ont été expliqués et compris.				A	
B 2	26	Les fiches de données de sécurité des produits (FDS) ou des documents équivalents ont été échangés sur demande pour le transfert de la cargaison.				P + R	
B1	26L	Le bateau-citerne est homologué pour le transport du produit à charger.					
L	27	Les risques liés aux substances toxiques contenues dans la cargaison manipulée ont été identifiés et compris.					Teneur en H ₂ S : Teneur en benzène :
	28	Un raccord international à terre pour tuyaux d'incendie est mis à disposition.					
L	29	Le système convenu de ventilation des citernes sera utilisé.				A R	Méthode :
	30.1	Les exigences relatives aux opérations en circuit fermé ont été approuvées.				R	
B 12.1	30.2	Le raccord de retour des vapeurs du bateau-citerne, s'il est requis, est relié au raccord de retour des vapeurs de l'autre bateau-citerne par une conduite de retour des vapeurs.				R	
B 12.3	30.3	Si une protection contre les explosions est requise, la conduite de retour des vapeurs est équipée d'un pare-flammes et/ou d'une protection contre les détonations.				R	
B 12.2	31	Le fonctionnement du système de sécurité pression/dépression a été vérifié. Le bateau-citerne déchargeant garantit que la vitesse de pompage ne dépasse pas la pression de service maximale convenue.				R	Vitesse de pompage max. : (m ³ /h) Pression max. convenue : (kPa)
L	32	Si une conduite de retour des vapeurs est raccordée, les paramètres de fonctionnement ont été convenus.				A R	

Législation régionale		Partie B. Liquide en vrac Général - Vérification verbale					Remarques
		Liquide en vrac - Général	Bateau-citerne maritime	Bateau-citerne de navigation intérieure 1	Bateau-citerne de navigation intérieure 2	Code	
B 16+17	33	Des alarmes de niveau haut et/ou des arrêts d'urgence indépendants, le cas échéant, sont en service et ont été testés.				A R	
L	34	Une isolation électrique appropriée est en place au niveau des connexions pour la cargaison entre les bateaux-citernes et, le cas échéant, au niveau des connexions pour le retour des vapeurs. Des moyens d'isolation sont installés uniquement à bord du..... (nom du bateau-citerne).				A R	
	35	Cette ligne est laissée vide intentionnellement.					
B 14	36	Les règles relatives à l'interdiction ou non de fumer ont été approuvées et sont respectées.				A R	
B 14	37	Les règles relatives aux flammes nues ont été approuvées et sont respectées.				A R	
L	38	Les prescriptions relatives aux appareils électroniques portatifs (par ex. de communication) sont respectées.				A R	
L	39	Les lampes électriques à main (lampes de poche) sont d'un type agréé.					
L	40	Les émetteurs-récepteurs VHF/UHF fixes et le système d'identification automatique (AIS) sont réglés sur la puissance appropriée ou éteints.					
L	41	Les émetteurs-récepteurs UHF / VHF portatifs sont d'un type à sécurité intrinsèque.					
B 14	42	Les antennes des principaux émetteurs/récepteurs radio du bateau-citerne sont mises à la masse et les radars sont éteints.					
B 14	43	Les câbles électriques des équipements électriques portatifs situés dans la zone de danger sont déconnectés du réseau électrique.					
L	44	Les unités de climatisation de type fenêtre sont débranchées, le cas échéant.					
L	45	Une pression positive est maintenue à l'intérieur des logements et/ou de la timonerie, s'il y a lieu.					
L	46	Des mesures ont été prises pour assurer une ventilation mécanique suffisante de la chambre des pompes, s'il y a lieu.				R	
B 4	47	Les dispositifs d'évacuation d'urgence ou d'embarquement d'urgence sont placés de manière à être prêts à l'emploi.					
L	48	Les critères météorologiques, de vent maximum et de houle ont été convenus pour les opérations. Arrêt des opérations de transfert de cargaison à : Déconnexion à : Largage des amarres à :				A	
L	49	Des protocoles de sécurité ont fait l'objet d'un accord entre les personnes/officiers responsables de la sûreté des bateaux-citernes, le cas échéant.				A	

Législation régionale		Partie B. Liquide en vrac Général - Vérification verbale					Remarques
		Liquide en vrac - Général	Bateau-citerne maritime	Bateau-citerne de navigation intérieure 1	Bateau-citerne de navigation intérieure 2	Code	
L	49L	Des protocoles de sécurité ont été convenus pour l'accès de l'équipage d'un bateau-citerne à bord de l'autre bateau-citerne. Emplacement du protocole de sécurité pour l'accès au bateau-citerne :					
L	50	Si nécessaire, des procédures ont été convenues pour la réception d'azote en vue de l'inertage ou de la purge des citernes du bateau-citerne ou du soufflage des conduites.				A P	

		Si le bateau-citerne est ou doit être équipé d'une installation à gaz inerte, les points suivants doivent être confirmés :					
		Installation à gaz inerte					
L	51	L'installation à gaz inerte est pleinement opérationnelle et en bon état de marche, le cas échéant.				P	
L	52	Les siphons de pont ou les dispositifs équivalents sont en bon état de marche, le cas échéant.				R	
L	53	Les niveaux de liquide dans les casse-pression/dépression sont corrects, le cas échéant.				R	
L	54	Les analyseurs d'oxygène fixes et portatifs ont été calibrés et fonctionnent correctement.				R	
L	55	Toutes les vannes d'alimentation en gaz inerte des citernes (si le bateau en est équipé) sont en position correcte et verrouillées.				R	
L	56	Toutes les personnes en charge des opérations de cargaison savent qu'en cas d'avarie de l'installation à gaz inerte, les opérations de déchargement doivent être interrompues et l'autre bateau-citerne doit être prévenu.					

		Si le bateau-citerne est équipé d'une installation de lavage au pétrole brut et prévoit de l'utiliser, les points suivants doivent être vérifiés :					
		Lavage au pétrole brut					
L	57	s/o					
L	58	s/o					

		S'il est prévu de nettoyer des citernes à quai, les déclarations suivantes doivent être prises en compte :					
		Nettoyage des citernes					
L	59	Un lavage de citernes est prévu pendant que le bateau-citerne est stationné le long de l'autre bateau-citerne.	Oui/Non*	Oui/Non*	Oui/Non*		
L	60	Si « oui », les procédures de nettoyage ont fait l'objet d'un accord et les autorisations ont été obtenues.					
L	61	L'autorité compétente a donné son accord pour les opérations de dégazage des citernes.	Oui/Non*	Oui/Non*	Oui/Non*		

* Biffer les mentions inutiles

Législation régionale		Partie C. Produits chimiques en vrac - Vérification verbale					
		Produits chimiques liquides en vrac	Bateau-citerne maritime	Bateau-citerne de navigation intérieure 1	Bateau-citerne de navigation intérieure 2	Code	Remarques
L	1	Les fiches de données de sécurité des produits (FDS) ou des documents équivalents sont disponibles et contiennent les données nécessaires pour manipuler la cargaison en toute sécurité.					
L	2	Un certificat d'inhibition a été fourni par le fabricant, le cas échéant.				P	
L	3	Les tenues et les équipements de protection (y compris les appareils respiratoires autonomes) sont en nombre suffisant, prêts pour une utilisation immédiate, et adaptés au produit manutentionné.					
L	4	Des contre-mesures ont été convenues en cas de contact accidentel du personnel avec la cargaison.					
L	5	Le débit de manutention de la cargaison est compatible avec le système automatique d'arrêt d'urgence, si ce dernier est en service.				A	
L	6	Les jauges et les alarmes du système de cargaison sont correctement réglées et en bon état.					
L	7	Des instruments portatifs de détection des vapeurs sont disponibles pour les produits manipulés.					
L	8	Les informations concernant le matériel et les procédures de lutte contre l'incendie ont été échangées.					
L	9	Les flexibles de transfert et les joints sont fabriqués dans un matériau approprié, résistant à l'action des produits manutentionnés.					
L	10	La manutention de cargaison est assurée au moyen des conduites fixes.				P	
	11	Cette ligne est laissée vide intentionnellement.					
L	12	Si nécessaire, le système d'arrosage en pluie du pont est prêt pour une utilisation immédiate.					

Législation régionale		Partie D. Gaz liquéfiés en vrac - Vérification verbale					Remarques
		Gaz liquéfiés en vrac	Bateau-citerne maritime	Bateau-citerne de navigation intérieure 1	Bateau-citerne de navigation intérieure 2	Code	
L	1	Les fiches de données de sécurité des produits (FDS) ou des documents équivalents sont disponibles et contiennent les données nécessaires pour manipuler la cargaison en toute sécurité.					
L	2	Un certificat d'inhibition a été fourni par le fabricant, le cas échéant.				P	
L	3	Le système d'aspersion d'eau du pont est prêt pour une utilisation immédiate.					
L	4	Les tenues et les équipements de protection (y compris les appareils respiratoires autonomes) sont en nombre suffisant, prêts pour une utilisation immédiate, et adaptés au produit manutentionné, le cas échéant.					
L	5	Les espaces de cales et entre barrières sont correctement inertés ou remplis avec de l'air sec, selon les besoins.					
L	6	Toutes les vannes commandées à distance fonctionnent correctement.					
L	7	Les pompes et compresseurs nécessaires pour la cargaison sont en bon état de marche, et les pressions maximales de service ont fait l'objet d'un accord entre les deux bateaux-citernes.				A	
L	8	Les équipements de reliquéfaction ou de contrôle de l'évaporation de la cargaison sont en bon état de marche, le cas échéant.					
L	9	Le dispositif de détection de gaz a été correctement réglé pour la cargaison, étalonné, testé et inspecté, et est en bon état de marche.					
L	10	Les jauges et les alarmes du système de cargaison sont correctement réglées et en bon état.					
L	11	Les systèmes d'arrêt d'urgence ont été testés et fonctionnent correctement.					
L	12	Les deux bateaux-citernes ont échangé les temps de fermeture de leurs vannes d'arrêt d'urgence, vannes automatiques ou dispositifs similaires respectifs.				A	Bateau-citerne 1 : Bateau-citerne 2 :
L	13	Des informations ont été échangées entre les deux bateaux-citernes sur les valeurs maximales/minimales de température et de pression de la cargaison à manutentionner.				A	
L	14	Les citernes à cargaison sont protégées à tout moment contre le surremplissage accidentel pendant les opérations de cargaison.					
L	15	La salle des compresseurs est correctement ventilée, la salle des moteurs électriques est correctement pressurisée, et le système d'alarme fonctionne, le cas échéant.					
L	16	Les soupapes de sûreté des citernes sont correctement réglées et les réglages effectifs sont affichés de façon claire et visible (inscrire les réglages ci-dessous).					

Législation régionale		Partie D. Gaz liquéfiés en vrac - Vérification verbale					
		Gaz liquéfiés en vrac	Bateau-citerne maritime	Bateau-citerne de navigation intérieure 1	Bateau-citerne de navigation intérieure 2	Code	Remarques
L	17	Les paramètres de fonctionnement (pression d'ouverture) des soupapes (tarage maximal admissible des soupapes de sûreté) des deux bateaux-citernes ont été pris en compte et ont fait l'objet d'un accord.					
B 19	20a	Lors du transport de gaz liquéfiés réfrigérés, le temps de retenue a été déterminé, il est connu et documenté.				A	Uniquement si le bateau doit être chargé
L	18	Si nécessaire, les autorités (portuaires) ont été informées avant le début des opérations de manutention de la cargaison.				P	
L	19	Si les autorités (portuaires) l'exigent, un coordinateur externe a été désigné et se trouve à bord en tant que coordinateur responsable de la manutention planifiée de la cargaison entre les deux bateaux-citernes.				P	Nom du coordinateur externe : Entreprise :

	Remarques
	Réglages des soupapes de sûreté

Dispositions opérationnelles

Bateau-citerne maritime*/de navigation intérieure* 1 :

Bateau-citerne de navigation intérieure 2 :

Date : Heure : Emplacement :

Les opérations de cargaison ou de ballastage suivantes seront effectuées à l'endroit susmentionné :

Produit	Quantité (m ³)	Température réelle (°C)	Heure de début	Heure de fin	Arrêt par :		Bateau-citerne maritime*/de navigation intérieure* 1						Bateau-citerne de navigation intérieure 2				
					Navire de mer* / bateau de navigation intérieure * 1	Bateau-citerne de navigation intérieure 2	Citerne	Capacité de la citerne	Raccord collecteur	Vitesse de chargement / déchargement max.	Pression max	Chargement* / déchargement*	Citerne	Capacité de la citerne	Conduite	Vitesse max.	Pression max

* Rayer les mentions inutiles

Responsable du bateau-citerne maritime*/de navigation intérieure* 1 :

Responsable du bateau-citerne de navigation intérieure 2 :

Déclaration

Nous, soussignés, avons vérifié les éléments ci-dessus dans les parties A et B et, le cas échéant, dans la partie C ou D, conformément aux instructions, et nous nous sommes assurés que les indications que nous avons portées sont correctes.

Nous avons également pris des dispositions pour effectuer des contrôles répétitifs si nécessaire et sommes convenus que les éléments codés R dans la liste de contrôle devraient être revérifiés à des intervalles n'excédant pas heures.

Si nous avons connaissance d'un changement concernant l'un des points, nous en informerons immédiatement l'autre partie.

Pour le bateau-citerne maritime*/de navigation intérieure* 1	Pour le bateau-citerne de navigation intérieure 2
Nom :	Nom :
Fonction :	Fonction :
Signature	Signature
Date :	Date :
Heure :	Heure :

Contrôle des vérifications périodiques :

Date :								
Heure :								
Initiales pour le bateau-citerne maritime*/de navigation intérieure* 1 :								
Initiales pour le bateau-citerne de navigation intérieure 2 :								

* Rayer les mentions inutiles

Annexe 3 : Liste de contrôle de sécurité pour l'élimination de déchets dangereux

Nom du navire de mer :

Nom du bateau-citerne :

Nom du terminal réceptionnant les déchets :

Port : Quai :

Date de déchargement des déchets :

Heure d'arrivée du bateau-citerne :

Déchargement de :	Quantité (m ³)	Numéro ONU	Composants dangereux	Classe	Code des déchets	Remarques
Eau de fond de cale						
Boues de la salle des machines						
Eau de lavage / résidus						
Ballast contaminé						
Autres						

	Dispositions opérationnelles					
Déchets liquides :	Numéro de la citerne du bateau-citerne	Numéro de la citerne du terminal	Capacité disponible des citernes (m ³)	Vitesse de pompage max. (m ³ /h)	Pression max. (kPa)	Remarques
Eau de fond de cale						
Boues de la salle des machines						
Eau de lavage / résidus						
Ballast contaminé						
Autres						

À utiliser conjointement avec l'Annexe 1, « Liste de contrôle de sécurité bateau-citerne/terminal », ou l'Annexe 2, « Liste de contrôle de sécurité bateau-citerne maritime - de navigation intérieure / bateau-citerne de navigation intérieure ».

Annexe 4 : Liste de contrôle de sécurité pour l'élimination de déchets non dangereux

Nom du navire de mer :

Nom du bateau-citerne :

Nom du terminal réceptionnant les déchets :

Port : Quai :

Date de déchargement des déchets : Heure d'arrivée du bateau-citerne :

Déchargement de :	Quantité (m³)	Spécification	Code déchets	Remarques
Eau de fond de cale				
Boues de la salle des machines				
Eau de lavage / résidus				
Ballast contaminé				
Autres				

	Dispositions opérationnelles					
Déchets liquides :	Numéro de la citerne du bateau-citerne	Numéro de la citerne du terminal	Capacité disponible des citernes (m³)	Vitesse de pompage max. (m³/h)	Pression max. (kPa)	Remarques
Eau de fond de cale						
Boues de la salle des machines						
Eau de lavage / résidus						
Ballast contaminé						
Autres						

Réf. ISGINTT		Bateau-citerne	Bateau-citerne chargeant	Terminal	Code	Remarques
1	Un accès sûr est prévu entre les deux bateaux-citernes ou entre le bateau-citerne et la terre.				R	
1L	Les dispositifs de protection sont jugés satisfaisants. Les câbles des défenses sont en place.				R	
2	Le bateau-citerne est amarré de manière sûre, en tenant compte des conditions locales.				R	
3	Le système de communication convenu entre les deux bateaux-citernes ou entre le bateau-citerne et la terre fonctionne.				A + R	
9	Le système de manutention de cargaison est suffisamment isolé et drainé pour permettre de retirer en toute sécurité les brides d'obturation.					
10	Les dalots à bord sont efficacement obturés et les gattes sont en place et vides.				R	
11	Les bouchons de dalot retirés temporairement resteront en permanence sous surveillance.				R	
13	Les connexions pour la cargaison et l'avitaillement du bateau-citerne qui sont inutilisées sont correctement obturées et assujetties. Toutes les brides raccordées sont équipées des joints appropriés.					
14	Les connexions de retour de vapeur du terminal pour la cargaison et l'avitaillement qui sont inutilisées sont correctement obturées et assujetties.					
16	Les vannes de rejet à la mer et par-dessus bord sont fermées et sécurisées de manière visible si elles sont inutilisées. Les parties amovibles entre les conduites de rejet à la mer et par-dessus bord et les conduites de cargaison sont retirées.					
22	Une vigie est postée sur le pont et les opérations à bord du bateau-citerne et à terre sont correctement supervisées.				R	
23	Du personnel en nombre suffisant est disponible à bord et à terre pour traiter les situations d'urgence.				R	
25	Le signal d'alarme et la procédure d'arrêt d'urgence à utiliser sur les deux bateaux-citernes et/ou à terre ont été expliqués et compris.				A	
26L	Le bateau-citerne est homologué pour le transport des effluents liquides à charger.					
33	Des alarmes de niveau haut et/ou des arrêts d'urgence indépendants, le cas échéant, sont en service et ont été testés.				A + R	
36	Les règles relatives à l'interdiction ou non de fumer ont été approuvées et sont respectées. Il est interdit de fumer à bord des bateaux-citernes.				A + R	
48	Les critères météorologiques, de vent maximum et de houle ont été convenus pour les opérations. Arrêt des opérations de cargaison à : Déconnexion à : Largage des amarres à :				A	

Réf. ISGINTT		Bateau-citerne	Bateau-citerne chargeant	Terminal	Code	Remarques
59	Des opérations de nettoyage des citernes sont prévues pendant le séjour du bateau-citerne le long de l'installation à terre.	Oui/Non	Oui/Non	Oui/Non		
60	Si « oui », les procédures de nettoyage des citernes ont été convenues et les autorisations ont été obtenues.					
C 9	Les flexibles de transfert et les joints sont fabriqués dans un matériau approprié résistant aux effluents liquides manutentionnés et correctement disposés.					
R	<i>Les procédures de déchargement des déchets et résidus ont fait l'objet d'un accord et respectent la réglementation locale.</i>					

**Vérifié, complété et signé
pour le navire-citerne/le bateau-citerne**

Nom :

Fonction :

Signature :

Date :

Heure :

**Vérifié, complété et signé
pour le bateau-citerne/le terminal**

Nom :

Fonction :

Signature :

Date :

Heure :

Annexe 5 : Liste de contrôle de sécurité pour l'avitaillement en combustible de bateaux de navigation intérieure

Port/Navigation à (*)			Date		
Heure connexion			Heure début pompage		
Heure déconnexion			Heure fin pompage		

Numéro de soute à combustible	1	2	3	4	5
Qualité					
Capacité de la citerne (à 97 %)	ℓ	ℓ	ℓ	ℓ	ℓ
Combustible déjà présent dans la citerne avant l'avitaillement	- ℓ	- ℓ	- ℓ	- ℓ	- ℓ
Capacité disponible pour l'avitaillement	ℓ	ℓ	ℓ	ℓ	ℓ
Quantité de combustible à avitailler	ℓ	ℓ	ℓ	ℓ	ℓ
Vitesse initiale de pompage en : l/min m³/h t/h (*)					
Vitesse maximale de pompage en : l/min m³/h t/h (*)					
Nom du responsable des opérations sur le bateau avitaillé					
Nom du responsable des opérations sur le bateau avitailleur					
Le contenu des citernes à combustible est vérifié lors des opérations à des intervalles de :				Toutes les minutes	

				avant du bateau-citerne >			
				< arrière du bateau-citerne			

			Oui	Non
1	(*)	Le bateau avitaillé est-il bien amarré et ses défenses sont-elles en place et en nombre suffisant ?		
2	(*)	Le bateau avitailleur est-il bien amarré et ses défenses sont-elles en place et en nombre suffisant ?		
3	(*)	En cas d'avitaillement en cours de navigation, une vitesse de déplacement sûre a-t-elle été convenue ?		
4		Tous les flexibles de combustible sont-ils en bon état et adaptés à l'usage prévu ?		
5		Des communications efficaces ont-elles été établies entre les deux parties ?		
6		Une surveillance efficace est-elle assurée sur les deux bateaux-citernes ?		
7		Un éclairage suffisant est-il en place pour suivre l'avitaillement ?		
8		Les prescriptions relatives à l'interdiction de fumer et aux feux nus sont-elles respectées ?		
9		Une procédure d'arrêt d'urgence a-t-elle été convenue ?		
10	(**)	Un système de protection contre le débordement des soutes sera-t-il utilisé ?		
11	(*)	Le tuyau de remplissage a-t-il été correctement raccordé et son étanchéité a-t-elle été vérifiée ?		
12	(*)	En cas d'utilisation d'un pistolet de distribution qui ne peut pas être entièrement assujéti, le pistolet est-il inséré suffisamment loin dans l'ouverture du tuyau de remplissage, et le flexible est-il solidement fixé au bateau-citerne avitaillé ?		
13		Les flexibles utilisés pour l'avitaillement sont-ils disposés en respectant leurs limites de torsion et de traction, et leur rayon de courbure est-il supérieur à la valeur minimale ?		

14	(*)	Des moyens de rétention des déversements sont-ils en place ? (Gattes, bouchons de dalot, barrages, etc.)		
15		Du matériel de nettoyage est-il disponible ?		
En cochant les cases appropriées ou en y apposant ses initiales et en signant cette liste de contrôle, le responsable confirme qu'il respecte ses obligations.				
Bateau avitaillé	Jetée / Station / Bateau / Camion avitailleur (*)			
Nom du conducteur	Nom du représentant			
Signature	Signature			

(*) = rayer la mention inutile

(**) = obligatoire si disponible

ℓ = litres

En général, l'avitaillement ne peut avoir lieu que si la réponse aux questions 4 à 9, 13 et 15 est « oui ».

Annexe 6 : Liste de contrôle de sécurité pour l'avitaillement en combustible de navires de mer

(Chapitre 25.4.3 ISGOTT)

Port : Date :
 Navire : Barge :
 Conducteur : Conducteur :

1. Avitaillement à effectuer

Qualité	Tonnes	Volume à la température de chargement	Température de chargement	Vitesse de pompage maximale	Pression maximale
Mazout					
Gazole/diesel					
Huile de graissage en vrac					

2. Citernes d'avitaillement à remplir

N° de citerne	Qualité	Capacité de la citerne %	Volume présent dans la citerne avant le chargement	Volume disponible	Volume à charger	Total des volumes par qualité

3. Contrôles effectués par la barge avant l'accostage

	Avitaillement	Navire	Barge	Code	Remarques
1	La barge a obtenu les autorisations nécessaires pour se placer le long du navire à avitailler.				
2	Le bon état des défenses a été vérifié et le contact entre des éléments métalliques est impossible.			R	
3	Des moyens d'isolation électrique appropriés sont en place à l'intérieur de la connexion entre la barge et le navire. (34)				
4	Tous les flexibles utilisés pour l'avitaillement sont en bon état et adaptés à l'usage prévu. (7)				

4. Contrôles avant le transfert

	Avitaillement	Navire	Barge	Code	Remarques
5	La barge est bien amarrée. (2)				
6	Un moyen d'accès sûr est prévu entre le navire et la barge. (1)				
7	Des moyens de communication efficaces sont en place entre les personnes responsables. (3)			A R	(Voie VHF/UHF) Système principal : Système de secours : Signal d'arrêt d'urgence :
8	Une surveillance efficace est assurée à bord de la barge et du navire recevant les combustibles. (22)				
9	Les manches à incendie et le matériel de lutte contre l'incendie de la barge et du navire sont prêts pour une utilisation immédiate. (5)				
10	Tous les dalots sont correctement obturés. Les bouchons de dalot retirés temporairement resteront en permanence sous surveillance. Les gattes sont en place sur les ponts autour des connexions et des prises d'air des soutes à combustible. (10) (11)			R	
11	L'alignement initial a été vérifié et les connexions vers les citernes à combustible inutilisées sont obturées et entièrement boulonnées. (13)				
12	Le flexible de transfert est correctement placé et fixé aux collecteurs sur le navire et la barge. (7)				
13	Les vannes de rejet par-dessus bord reliées au circuit de cargaison, à la cale de la salle des machines et aux conduites des soutes à combustible sont fermées et scellées. (16)				
14	Les couvercles de toutes les citernes à cargaison et soutes à combustible sont fermés. (15)				
15	Le contenu des citernes à combustible sera surveillé à intervalles réguliers.			A R	À des intervalles ne dépassant pas minutes
16	Les produits de nettoyage des déversements d'hydrocarbures sont facilement disponibles pour une utilisation immédiate.				
17	Les antennes des principaux émetteurs radio sont mises à la masse et les radars sont éteints. (42)				
18	Les émetteurs-récepteurs VHF/UHF fixes et le système d'identification automatique (AIS) sont réglés sur la puissance appropriée ou éteints. (40)				
19	Les locaux destinés aux fumeurs ont été identifiés et les interdictions de fumer sont respectées. (36)			A R	Local pour fumeurs Bateau-citerne : Barge :
20	Les prescriptions relatives aux feux nus sont respectées. (37)			R	
21	Toutes les portes et ouvertures des logements qui donnent sur l'extérieur sont fermées. (17)			R	
22	Les fiches de données de sécurité (FDS) ont été échangées sur demande pour le transfert de combustible. (26)			R	
23	Les dangers liés aux substances toxiques dans les avitaillements manipulés ont été identifiés et compris. (27)			R	Teneur en soufre d'hydrogène... Teneur en benzène...
24	L'arrêt d'urgence des opérations d'avitaillement est opérationnel				

Date :								
Heure :								
Initiales pour le navire :								
Initiales pour la barge :								

Annexe 7 : Lignes directrices pour compléter les listes de contrôle de sécurité

Codage des points

Les lettres A, P et R de la colonne « Code » ont les significations suivantes :

- A (Accord) Désigne une procédure ou un accord indiqués dans la colonne « Remarques » de la liste de contrôle ou communiqués sous une autre forme mutuellement acceptable.
- P (Permission) Dans le cas d'une réponse négative aux points codés P, les opérations ne doivent pas être effectuées sans l'autorisation écrite de l'autorité compétente.
- R (Re-vérification) Désigne les points qui doivent faire l'objet d'une vérification régulière à des intervalles appropriés, comme convenu entre les deux parties, durant les périodes précisées dans la déclaration.

La déclaration commune ne doit pas être signée tant que les deux parties n'ont pas vérifié et accepté leurs responsabilités respectives.

Les chiffres et lettres de la première colonne ont les significations suivantes :

Chiffre : indique que la disposition en question est basée sur les recommandations de l'ISGOTT/ISGINTT. Le chiffre correspond à l'élément concerné de la liste de contrôle de l'ISGOTT.

Chiffre accompagnant

la lettre B La lettre B indique que la disposition en question est basée sur les dispositions de l'ADN (Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par voies de navigation intérieures) concernant la manutention de cargaison entre un bateau et la terre. Le chiffre accompagnant la lettre B correspond au point concerné dans la liste de contrôle de l'ADN.

L (Législation). Indique que la disposition en question est soumise à la législation et/ou aux directives régionales.

Listes de contrôle

- 1 Liste de contrôle de sécurité bateau-citerne de navigation intérieure / terre (Annexe 1)
- 2 Liste de contrôle de sécurité bateau-citerne maritime* ou de navigation intérieure* / bateau-citerne de navigation intérieure (Annexe 2)
- 3 Liste de contrôle de sécurité pour l'élimination de déchets dangereux (Annexe 3)
- 4 Liste de contrôle de sécurité pour l'élimination de déchets non dangereux (Annexe 4)

Lignes directrices pour compléter les listes de contrôle de sécurité			Annexe			
		Partie A. Liquides en vrac - Général - Contrôles physiques	1	2	3	4
	1	L'accès entre le(s) bateau(x)-citerne(s) et/ou le quai est sûr. L'accès doit se trouver aussi loin des collecteurs que possible dans la pratique. Le moyen d'accès au bateau-citerne doit être sans danger et peut être constitué par une passerelle ou échelle d'embarquement appropriée, pourvue si possible d'un filet de sécurité correctement fixé. La sécurité de l'accès doit faire l'objet d'une attention particulière lorsque la différence de niveau entre le point d'accès à bord du bateau-citerne et la jetée et/ou le quai est importante ou risque d'augmenter. Lorsque le terminal ne peut fournir les installations d'accès et que la passerelle d'un bateau-citerne est utilisée, le quai doit présenter une surface de débarquement suffisante pour assurer un accès sûr et commode au bateau-citerne dans toutes les conditions de marée et variations du franc-bord du bateau-citerne. Un matériel de sauvetage approprié doit être mis à disposition par le terminal près de l'accès à terre. Une bouée de sauvetage doit être disponible à bord du bateau-citerne, de préférence près de la passerelle ou de l'échelle d'embarquement. L'accès doit disposer d'un éclairage suffisant et sûr pendant les heures d'obscurité. L'accès au bateau-citerne doit être interdit à toute personne étrangère aux opérations à bord ou qui ne possède pas d'autorisation du conducteur. Il incombe au terminal de contrôler l'accès à l'appontement ou au quai, en accord avec le bateau-citerne.	x	x	x	x
	1L	Les dispositifs de protection sont jugés satisfaisants.	x	x	x	x
	2	Le bateau-citerne est amarré de manière sûre, en tenant compte des conditions locales. Les bateaux-citernes doivent rester convenablement amarrés sur leur mouillage. Le long des bateaux-citernes, des môles ou des quais, les mouvements du bateau-citerne doivent être limités en maintenant toutes les aussières d'amarrage bien tendues. Il convient de prêter attention aux mouvements du bateau-citerne causés par le vent, les courants, les marées, le passage d'autres bateaux-citernes et les opérations en cours. Il est recommandé de ne pas utiliser ensemble des câbles métalliques et des câbles textiles dans la même direction (embossures, traversiers, amarres de l'avant et de l'arrière) en raison des différences entre leurs propriétés élastiques. Si des câbles synthétiques sont utilisés, au moins deux câbles en acier doivent être utilisés dans la direction opposée pour éviter que la barge ne parte à la dérive. Une fois amarrés, les bateaux-citernes équipés de treuils à tension automatique ne doivent plus utiliser ces treuils en mode automatique. Des moyens doivent être prévus pour que les amarres puissent être larguées rapidement et en toute sécurité en cas d'urgence. Dans les ports où les ancrs doivent être utilisées, il convient de prêter une attention particulière à cet aspect. Indépendamment de la méthode d'amarrage, l'opération d'appareillage d'urgence doit faire l'objet d'un accord, en tenant compte des éventuels risques associés. Les câbles électriques et les flexibles ne doivent pas être comprimés, pliés ou soumis à des tensions. Les ancrs inutilisées doivent être correctement assujetties.	x	x	x	x
	3	Le système de communication convenu entre les deux bateaux-citernes ou entre le bateau-citerne et la terre fonctionne. Les communications doivent être maintenues de la façon la plus efficace entre le(s) personne(s) responsable(s) présentes à bord du(des) bateau(x)-citerne(s) et/ou le représentant du terminal. Si des téléphones sont utilisés, le téléphone à bord et/ou à terre doit être tenu en permanence par une personne qui peut immédiatement contacter son responsable. Ce responsable doit avoir la possibilité de prendre la priorité sur tous les appels. Si des systèmes de radiocommunication sont utilisés, les appareils doivent de préférence être portatifs et tenus à portée de main par le responsable ou par une personne qui peut contacter immédiatement ce responsable. Si des appareils fixes sont utilisés, les consignes concernant les téléphones doivent être appliquées. Le système de communication principal et le système de secours choisis doivent être inscrits sur la liste de contrôle et les renseignements nécessaires sur les numéros téléphoniques et/ou les canaux à utiliser doivent être échangés et consignés. Les téléphones et les systèmes de radiocommunication portatifs doivent satisfaire aux prescriptions de sécurité applicables en la matière.	x	x	x	x

Lignes directrices pour compléter les listes de contrôle de sécurité			Annexe			
		Partie A. Liquides en vrac - Général - Contrôles physiques	1	2	3	4
	4	Les câbles de remorquage d'urgence sont correctement disposés et se trouvent à l'emplacement approprié. Sauf indication contraire, les câbles de remorquage d'urgence peuvent être placés à la fois sur la proue du côté du large et sur la hanche du bateau-citerne. Différentes méthodes de mise en place des câbles de remorquage d'urgence sont actuellement utilisées. Certains terminaux peuvent exiger une méthode particulière, et le bateau-citerne doit alors en être informé en conséquence.	x	x	x	
	5	Les lances à incendie et l'équipement de lutte contre l'incendie du bateau-citerne sont positionnés et prêts pour une utilisation immédiate. Voir la question 6 ci-dessous.	x	x	x	
	6	L'équipement de lutte contre l'incendie du terminal est positionné et prêt pour une utilisation immédiate. Le matériel de lutte contre l'incendie à bord et à terre doit être disposé correctement et prêt pour utilisation immédiate. Les éléments appropriés du matériel fixe ou portatif doivent être disposés de manière à couvrir le pont de cargaison du bateau-citerne et la zone d'appontement, en prêtant une attention particulière à la présence de citernes du bateau-citerne ou situées à proximité à terre. Les collecteurs d'incendie du terminal et du bateau-citerne doivent être sous pression ou pouvoir être mis sous pression sans délai. Le bateau-citerne et la terre doivent s'assurer que leurs collecteurs d'incendie pourront être raccordés rapidement et facilement, si nécessaire au moyen du raccord international anti-incendie à terre (voir la question 28).	x		x	
	7	Les tuyaux de cargaison du bateau-citerne et/ou les bras ou tuyaux du terminal, les conduites et les collecteurs sont en bon état, correctement installés et adaptés pour l'utilisation prévue.	x	x	x	
	7.1	Tous les réducteurs sont approuvés et compatibles avec les conduites et le type de cargaison.	x	x	x	
	7.2	Toutes les brides de raccordement sont équipées des joints appropriés.	x	x	x	
	7.3	Tous les boulons des brides sont correctement serrés.	x	x	x	
	7.4	Les bras de chargement peuvent être déplacés dans toutes les directions et/ou suffisamment d'espace est disponible pour déplacer facilement les tuyaux.	x	x	x	
	7.5	Toutes les vannes ont été vérifiées et sont placées dans la bonne position.	x	x	x	
	7.6	La zone de manutention de cargaison et la voie d'évacuation d'urgence sont correctement éclairées. Les flexibles doivent être en bon état et correctement installés et disposés, de manière à éviter les contraintes et tractions dépassant les limites admissibles. Tous les raccords à bride et toutes les réductions doivent être correctement boulonnés et équipés des bons joints. Tous les autres types de raccords doivent être correctement assujettis. Les matériaux utilisés pour les flexibles, conduites et bras métalliques doivent être adaptés au produit à manutentionner, compte tenu de sa température et de la pression maximale de service. Les flexibles à cargaison doivent comporter un marquage indélébile permettant l'identification des produits pour lesquels ils sont adaptés, et indiquant la pression maximale de service, la pression d'épreuve et la date du dernier essai à cette pression. S'ils doivent être utilisés dans des conditions différentes des conditions ambiantes, les températures de service maximale et minimale doivent être indiquées.	x	x	x	
	8	S/O - Couvert par la question 7.				
	9	Le circuit de transfert de la cargaison est suffisamment isolé, purgé et dépressurisé pour pouvoir retirer en toute sécurité les brides d'obturation avant le raccordement. Un moyen positif de confirmer que les circuits de transfert de la cargaison des bateaux-citernes et/ou du terminal sont isolés, purgés et dépressurisés doit être prévu et utilisé pour confirmer que les brides d'obturation peuvent être retirées en toute sécurité avant le raccordement. Ce moyen doit assurer une protection contre les risques de pollution dus à une fuite imprévue et incontrôlée de produit du circuit de cargaison et contre les risques de blessure dus à une libération soudaine et incontrôlée de la pression dans le circuit.	x	x	x	x

Lignes directrices pour compléter les listes de contrôle de sécurité			Annexe			
		Partie A. Liquides en vrac - Général - Contrôles physiques	1	2	3	4
	10	Les dalots et collecteurs à bord sont correctement obturés et les gattes de récupération sont en place et vides. S'il y a lieu, tous les dalots à bord doivent être convenablement obturés pendant les opérations. L'eau accumulée doit être contrôlée visuellement pour vérifier la présence d'huile à sa surface et doit être évacuée périodiquement à l'aide de matériaux absorbants. L'efficacité des bouchons de dalot doit être vérifiée et ils doivent être remis en place immédiatement après l'écoulement de l'eau. Dans la mesure du possible, les collecteurs du bateau-citerne doivent être pourvus de gattes fixes conformément aux recommandations de l'OCIMF, le cas échéant. En l'absence de collecteurs fixes, des gattes portatives devraient être utilisées. Toutes les gattes doivent être vidées de façon appropriée chaque fois qu'il le faut, et dans tous les cas à la fin de l'opération en cours. Si ne sont manipulés que des liquides corrosifs ou de gaz réfrigérés, les dalots peuvent rester ouverts, à condition qu'un approvisionnement suffisant en eau ou, si cela est interdit, un autre moyen approprié conforme à la FDS correspondante, soit disponible à tout moment à proximité des collecteurs.	x	x	x	x
	11	Les obturations de dalots qui sont temporairement retirées seront surveillées en permanence. Les dalots temporairement ouverts, par ex. pour évacuer de l'eau de pluie non contaminée du pont de cargaison, doivent rester sous une surveillance attentive et permanente. Les dalots doivent être refermés immédiatement en cas de déversement d'hydrocarbures sur le pont ou de tout autre incident pouvant potentiellement provoquer une pollution.	x	x	x	x
	12	Les aires de rétention à terre et les puisards sont correctement préparés. Les moyens de rétention à terre tels que les merlons, les gattes et les réservoirs de vidange doivent être correctement entretenus, et avoir été dimensionnés pour un volume de rétention approprié après une évaluation réaliste des risques. Dans la mesure du possible, les collecteurs à terre doivent être pourvus de gattes fixes. À défaut, des gattes mobiles doivent être utilisées. Les moyens de transfert des déversements ou des eaux de lavage doivent être bien entretenus, et en cas d'absence de système automatique, facilement accessibles pour traiter les produits déversés ou les eaux de pluie.	x			
	13	Les connexions pour la cargaison, l'avitaillement et le retour de vapeurs du bateau-citerne qui sont inutilisées sont correctement obturées et assujetties. Toutes les brides raccordées sont équipées des joints appropriés. Les raccordements vers les citernes à cargaison et les soutes à combustible et pour le retour des vapeurs inutilisés doivent être fermés et obturés. Les brides d'obturation doivent être entièrement boulonnées et les autres types d'accessoires éventuellement utilisés doivent être convenablement assujettis.	x	x	x	x
	14	Les connexions pour la cargaison, l'avitaillement et le retour de vapeurs du terminal qui sont inutilisées sont correctement obturées et assujetties. Toutes les brides raccordées sont équipées des joints appropriés. Les raccordements vers les citernes à cargaison et les soutes à combustible inutilisés doivent être fermés et obturés. Les brides d'obturation doivent être entièrement boulonnées et les autres types d'accessoires éventuellement utilisés doivent être convenablement assujettis.	x		x	x
	15	Si nécessaire, tous les orifices de visée, de jaugeage par le creux et de prise d'échantillons des citernes à cargaison, de ballastage ou d'avitaillement ont été fermés ou ont été protégés par des pare-flammes en bon état. À l'exception des ouvertures utilisées pour la ventilation des citernes (voir le point 29), tous les orifices des citernes à cargaison, de ballastage et des citernes à combustible doivent être fermés et étanches aux gaz. Les bateaux-citernes non équipés pour le chargement en circuit fermé peuvent utiliser la méthode par ouverture du couvercle de la citerne, de l'orifice de jaugeage par le creux et de prise d'échantillons, sous réserve d'un contrôle convenu. À l'exception des bateaux-citernes transportant du gaz, les orifices de jaugeage par le creux et de prise d'échantillons peuvent être ouverts pendant les courtes périodes nécessaires au jaugeage et à la prise d'échantillons. Ces activités doivent être menées en tenant compte des contrôles nécessaires pour éviter les décharges électrostatiques. (Voir aussi la section 3.2) Des dispositifs fermés de jaugeage par le creux et de prise d'échantillons doivent être utilisés lorsque cela est prescrit par les réglementations et accords internationaux, nationaux ou locaux.	x	x	x	
	16	Les vannes de rejet à la mer et par-dessus bord sont fermées et visiblement assujetties quand elles sont inutilisées. Les parties amovibles entre les conduites de rejet à la mer et par-dessus bord et les conduites de cargaison sont retirées. L'expérience a montré l'importance de ce point pour la prévention de la pollution dans le cas des bateaux-citernes dont les conduites de cargaison et les circuits de ballast sont interconnectés. Les commandes à distance de ces vannes doivent être identifiées pour éviter toute ouverture par inadvertance. Le cas échéant, la sécurité des vannes en question doit être vérifiée visuellement.	x	x	x	x

Lignes directrices pour compléter les listes de contrôle de sécurité			Annexe			
		Partie A. Liquides en vrac - Général - Contrôles physiques	1	2	3	4
	17.1	L'ensemble des portes, sabords et fenêtres donnant sur l'extérieur des emménagements, des magasins et de la tranche des machines est fermé. Les événements de la salle des machines peuvent être ouverts. Les portes, fenêtres et sabords extérieurs des emménagements doivent être fermés pendant les opérations de manutention de la cargaison. Ces portes doivent porter une indication claire demandant leur fermeture pendant ces opérations, mais ne doivent à aucun moment être fermées à clé. Cette exigence ne doit pas empêcher un accès raisonnable aux espaces pendant les opérations, mais les portes ne doivent pas être laissées ouvertes sans surveillance. Les prises d'air de la salle des machines peuvent rester ouvertes. Cependant, il convient de les fermer quand une telle action n'altère pas le fonctionnement sûr et efficace des espaces desservis de la salle des machines.	x	x	x	
	17.2	L'installation domestique de GPL est isolée au niveau du robinet d'arrêt principal.	x	x	x	
	18	Les schémas d'emplacement des matériels de lutte contre l'incendie du bateau-citerne sont disponibles. Un ensemble de plans de lutte contre l'incendie doivent être disponibles à des emplacements bien en évidence à l'intention du personnel non navigant de lutte contre l'incendie. Une liste de l'équipage doit également être présente à ces emplacements.	x	x	x	

		Si le bateau-citerne est ou doit être équipé d'un système de gaz inerte, les points suivants doivent être vérifiés physiquement :				
		Système de gaz inerte (voir la section 7.1)				
	19	Les appareils de mesure de la pression de l'installation à gaz inerte et de la teneur en oxygène sont en bon état de marche. Si nécessaire, les enregistreurs et appareils fixes et portatifs de mesure de la pression de l'installation à gaz inerte et de la teneur en oxygène doivent être mis en marche, testés conformément aux instructions du fabricant, et doivent fonctionner correctement.	x	x	x	
	20	Les atmosphères sont à pression positive dans toutes les citernes, avec une teneur en oxygène inférieure ou égale à 8 % en volume. Avant le début des opérations de manutention de cargaison, l'atmosphère dans chaque citerne à cargaison doit être vérifiée pour s'assurer que la teneur en oxygène n'est pas supérieure à 8 % en volume. Les citernes à cargaison inertées doivent être maintenues en permanence en surpression.	x	x	x	
	20L	Toutes les citernes inertées sont marquées ou signalées par un panneau d'avertissement. Par exemple : 	x	x	x	

Lignes directrices pour compléter la liste de contrôle de sécurité			Annexe			
		Partie B. Liquide en vrac Général - Vérification verbale	1	2	3	4
	21	Le bateau-citerne est prêt à se déplacer par ses propres moyens. Une barge sans moyen de propulsion doit pouvoir être déplacée rapidement par un remorqueur désigné. Le bateau-citerne doit pouvoir se déplacer par ses propres moyens sans délai, à moins que l'autorité portuaire et le représentant du terminal aient donné l'autorisation d'immobiliser le bateau-citerne. L'octroi de cette autorisation peut être soumis à des conditions.	x	x	x	
	22	Une vigie est en place à bord du bateau-citerne et une surveillance adéquate des opérations est assurée à bord et à terre. Les opérations doivent être sous surveillance constante à bord des bateaux-citernes et/ou à terre. Le but de la surveillance est d'éviter la survenance de situations dangereuses. Toutefois, si une telle situation se produisait, les personnes chargées de la surveillance doivent disposer des informations et des moyens nécessaires pour prendre les mesures correctives. Les personnes chargées de la surveillance à bord des bateaux-citernes et/ou à terre doivent maintenir des communications efficaces avec le responsable respectif dont elles dépendent. Tout le personnel participant aux opérations doit bien connaître les dangers des matières manutentionnées et porter une tenue et un équipement de protection appropriés.	x	x	x	x
	22L	Sur le(s) bateau(x)-citerne(s) et/ou à terre, une personne compétente est désignée comme responsable de la manutention de cargaison prévue.	x	x	x	
	23	Du personnel en nombre suffisant est disponible à bord et à terre pour traiter les situations d'urgence. Pendant tout le séjour du bateau-citerne au terminal ou le long d'un autre bateau-citerne, des personnes doivent être présentes en nombre suffisant à bord et/ou dans les installations à terre afin de pouvoir faire face à une situation d'urgence.	x	x	x	x
	24.1	Les procédures pour la manutention de la cargaison, l'avitaillement et le ballastage ont été convenues.	x	x	x	
	24.2	La pression de refoulement de la pompe à cargaison du premier bateau-citerne est régulée pour tenir compte de la pression de service admissible de l'équipement du terminal ou du deuxième bateau-citerne. Les procédures à utiliser pour les opérations prévues doivent être préétablies. Elles doivent être vérifiées et approuvées par les personnes responsables et/ou le représentant du terminal avant le début des opérations. Les dispositions convenues doivent être consignées par écrit et signées par les personnes responsables et/ou le représentant du terminal. Toute modification d'une procédure convenue susceptible d'affecter les opérations doit être examinée par les deux parties et acceptée d'un commun accord. Une fois que les deux parties ont abouti à un accord, les modifications importantes doivent être consignées par écrit dès que possible, suffisamment longtemps avant leur mise en œuvre. Dans tous les cas, les modifications doivent être consignées par écrit au cours de la période de travail des responsables à bord et à terre pendant laquelle l'accord sur les modifications en question a abouti. Les propriétés des produits manutentionnés, l'équipement du bateau-citerne et/ou des installations à terre et l'aptitude de l'équipage du bateau-citerne et du personnel à terre à exécuter les opérations nécessaires et à en conserver une maîtrise suffisante doivent être pris en considération lors de l'évaluation de la possibilité de manutentionner simultanément plusieurs produits. Les cadences de chargement initiales et maximales, les cadences de fin de remplissage et les temps normaux d'arrêt doivent faire l'objet d'un accord, compte tenu des éléments suivants : • la nature de la cargaison à manutentionner ; • la disposition et la capacité des conduites de cargaison et des circuits de dégagement des gaz du bateau-citerne ; • les valeurs maximales admissibles de pression et de débit dans les flexibles et les bras de chargement reliant le bateau-citerne à la terre ; • les précautions à prendre pour éviter l'accumulation d'électricité statique ; • toute autre restriction concernant le contrôle de débit. Une note à cet effet doit être consignée comme ci-dessus.	x	x	x	
	24.3	La pression de refoulement de la pompe à cargaison du terminal ou du deuxième bateau-citerne est régulée pour tenir compte de la pression de service admissible de l'équipement du premier bateau-citerne. Voir 24.2	x		x	

Lignes directrices pour compléter la liste de contrôle de sécurité			Annexe			
		Partie B. Liquide en vrac Général - Vérification verbale	1	2	3	4
	25	L'utilisation du signal d'arrêt d'urgence et les procédures d'arrêt à bord du bateau-citerne et à terre ont été expliquées et comprises. Le signal convenu à utiliser dans une situation d'urgence survenant à terre ou à bord doit être bien compris par le personnel à terre et à bord du bateau-citerne. Une procédure d'arrêt d'urgence doit être convenue entre les bateaux-citernes et/ou le terminal et doit être consignée par écrit et signée par les personnes responsables et le représentant du terminal. La procédure convenue doit préciser les circonstances dans lesquelles les opérations doivent être interrompues immédiatement. Une attention particulière doit être accordée à l'apparition éventuelle de dangers supplémentaires liés à la procédure d'arrêt d'urgence.	x	x	x	x
	26	Les fiches de données de sécurité (FDS) ou des documents équivalents ont été échangés sur demande pour le transfert de la cargaison. Une FDS doit être fournie sur demande par le terminal ou le bateau-citerne livrant le produit. Au minimum, ces fiches de données doivent indiquer les constituants du produit par leur nom chimique, leur nom d'usage courant, leur numéro ONU (le cas échéant), et la concentration maximale de tous les composants toxiques, exprimée en pourcentage volumique ou en parties par million (ppm).	x	x	x	
	26L	Le bateau-citerne est homologué pour le transport du produit à charger. La liste des matières pouvant être transportées par le bateau-citerne, délivrée par la société de classification qui a classé le bateau-citerne (voir ADN 1.16.1.2.5) doit être vérifiée par un représentant du remplisseur et le conducteur (ou une personne mandatée). La liste des matières doit être vérifiée par rapport aux informations fournies par l'expéditeur (ADN 1.4.2.1).	x	x	x	x
	27	Les risques liés aux substances toxiques contenues dans la cargaison manipulée ont été identifiés et compris. De nombreuses cargaisons renferment des composants dont la nocivité pour la santé humaine est connue. Afin de réduire autant que possible les risques pour le personnel, des informations sur les constituants de la cargaison doivent être mises à disposition pendant son transfert, afin que les précautions appropriées puissent être prises. En outre, certains États dans lesquels sont situés des ports exigent que ces informations soient mises à disposition pendant la manutention de cargaison et en cas de déversement accidentel. Ces exigences concernent tout particulièrement les cargaisons qui pourraient renfermer du sulfure d'hydrogène (H₂S), du benzène, du plomb ou d'autres additifs.	x	x	x	
	28	Un raccord international à terre pour tuyaux d'incendie est mis à disposition. Si nécessaire, le raccord doit respecter les exigences normatives et, s'il n'est pas mis en place avant le début des opérations, il doit être immédiatement disponible en cas d'urgence.	x	x	x	
	29	Le système de ventilation des citernes qui a été convenu sera utilisé. Un accord doit être établi et consigné par écrit quant au système de ventilation à utiliser pour l'opération, en tenant compte de la nature de la cargaison et des règlements et accords internationaux, nationaux ou locaux. Il existe essentiellement quatre systèmes de ventilation des citernes : 1. dégagement à l'air libre au moyen d'orifices de jaugeage protégés par des écrans pare-flammes appropriés ; 2. systèmes de ventilation fixes, y compris les systèmes à gaz inerte ; 3. dégagement à terre par un circuit de collecte des vapeurs (voir la question 32 ci-dessous) ; 4. dégagement à l'air libre (pour les produits non classés comme marchandises dangereuses ou faisant partie d'une liste distincte dans la réglementation nationale ou internationale).	x	x	x	
	30.1	Les exigences relatives aux opérations en circuit fermé ont été approuvées. Lors du ballastage dans des citernes à cargaison, du chargement ou du déchargement de bateaux-citernes, de nombreux terminaux interdisent l'ouverture des orifices de jaugeage et de visée du bateau-citerne. Dans ce cas, les bateaux-citernes doivent être équipés de dispositifs fermés pour la surveillance du contenu des citernes, tels qu'un système de jaugeage fixe ou un équipement portatif passé à travers un bouchon de vapeur, complété si possible par un système indépendant d'alarme de remplissage excessif.	x	x	x	
	30.2	Le raccord de retour des vapeurs du bateau-citerne, s'il est requis, est relié au raccord de retour des vapeurs à terre ou de l'autre bateau-citerne par une conduite de retour des vapeurs.	x	x	x	
	30.3	Si une protection contre les explosions est requise, la conduite de retour des vapeurs est équipée d'un pare-flammes et/ou d'une protection contre les détonations.	x	x	x	

Lignes directrices pour compléter la liste de contrôle de sécurité			Annexe			
		Partie B. Liquide en vrac Général - Vérification verbale	1	2	3	4
	31	Le fonctionnement du système de sécurité pression/dépression a été vérifié. Le bateau-citerne qui décharge ou le terminal garantissent que la vitesse de pompage ne dépasse pas la pression de service maximale convenue. Le fonctionnement des vannes de pression/dépression et/ou des événements de dégagement à grande vitesse doit être vérifié en utilisant l'équipement de test fourni par le fabricant. En outre, il est impératif qu'une vérification appropriée soit réalisée, visuellement ou d'une autre manière, pour s'assurer que le mécanisme de levée verticale commande effectivement la vanne. Il peut arriver qu'un événement grippé ou rigide provoque le cisaillement de l'ergot d'entraînement du levier vertical et que l'équipage du bateau-citerne suppose, avec des conséquences désastreuses, que l'événement fonctionne correctement.	x	x	x	
	32	Si une conduite de retour des vapeurs est raccordée, les paramètres de fonctionnement ont été convenus. Si nécessaire, une conduite de retour des vapeurs doit être utilisée pour renvoyer les gaz dangereux des citernes à cargaison au terminal ou d'une citerne à cargaison à une autre. Dans le cas de vapeurs inflammables, la conduite de retour des vapeurs doit comporter un pare-flammes capable de résister à une détonation/déflagration. Les valeurs maximale et minimale de pression de service et toutes les autres contraintes associées au fonctionnement de la conduite de retour des vapeurs doivent être vérifiées et faire l'objet d'un accord entre le personnel des bateaux-citernes et/ou du terminal.	x	x	x	
	33	Des alarmes de niveau haut et/ou des arrêts d'urgence indépendants, le cas échéant, sont en service et ont été testés. Face à la confiance croissante placée dans les systèmes de jaugeage pour les opérations citernes fermées, il est important que ces systèmes fonctionnent parfaitement et qu'un dispositif de secours soit prévu sous la forme d'une alarme de remplissage excessif indépendante. L'alarme doit être sonore et visuelle et doit être réglée à un niveau permettant d'interrompre les opérations avant que la citerne ne soit trop remplie. Dans des conditions normales, une citerne à cargaison ne doit pas être remplie au-delà du niveau auquel est réglée cette alarme. Les alarmes de remplissage excessif doivent être testées individuellement dans les citernes pour s'assurer de leur bon fonctionnement avant le début du chargement, sauf si le système est équipé d'un dispositif électronique d'autotest qui surveille l'état du circuit des alarmes et des capteurs et confirme la consigne des instruments.	x	x	x	x
	34	Une isolation électrique appropriée est en place au niveau des connexions pour le transfert de cargaison entre le bateau-citerne et le terminal ou entre les deux bateaux-citernes et, le cas échéant, au niveau des connexions pour le retour des vapeurs. À moins que des mesures n'aient été prises pour interrompre la continuité électrique entre la tuyauterie des bateaux-citernes et/ou du terminal due aux tuyaux ou bras métalliques reliant un bateau-citerne à un autre bateau-citerne ou au terminal, des courants vagabonds, provenant essentiellement des protections contre la corrosion, peuvent provoquer des étincelles électriques sur les faces de brides lors du branchement et du débranchement des tuyaux. Le passage de ces courants peut généralement être empêché par une bride isolante insérée à chaque sortie du collecteur à terre ou incorporée dans la structure des bras métalliques. Il est également possible d'interrompre la continuité électrique en insérant un tuyau électriquement isolant dans chaque assemblage de tuyaux. Il convient de s'assurer que le moyen d'interrompre la continuité électrique est en place et en bon état, et qu'il n'est pas contourné par un contact avec un matériau électriquement conducteur.	x	x	x	
	35	Les conduites à terre sont équipées de clapets de non-retour, ou des procédures permettant d'éviter un retour de produit ont été examinées. Afin d'éviter un retour de produit lorsque le déchargement d'un bateau-citerne est interrompu pour des raisons opérationnelles ou en raison d'une contre-pression excessive, le terminal doit confirmer qu'il dispose d'un système de surpression qui empêchera tout retour imprévu de produit de l'installation à terre jusqu'au bateau-citerne. Une procédure de protection du bateau-citerne peut également être décidée conjointement.	x		x	
	36	Les exigences relatives à l'interdiction de fumer ont fait l'objet d'un accord et sont observées. Il est interdit de fumer à bord des bateaux-citernes. Il est interdit de fumer sur l'appontement et dans la zone adjacente, sauf dans les locaux et lieux indiqués par le représentant du terminal, en concertation avec le conducteur. Les bateaux-citernes, salles et lieux désignés comme endroits où il est permis de fumer doivent être clairement signalisés comme tels.	x	x	x	x

Lignes directrices pour compléter la liste de contrôle de sécurité			Annexe			
		Partie B. Liquide en vrac Général - Vérification verbale	1	2	3	4
	37	Les règles relatives aux flammes nues ont été approuvées et sont respectées. Les feux nus ou feux non protégés sont les flammes, les étincelles, les ampoules électriques nues et toutes les surfaces dont la température est égale ou supérieure à la température d'inflammation spontanée des produits manutentionnés au cours des opérations. Il doit être interdit d'utiliser des feux nus ou non protégés à bord du bateau-citerne, à moins que toutes les réglementations applicables soient respectées et sous réserve de l'accord de l'autorité portuaire, du représentant du terminal et du conducteur.	x	x	x	
	38	Les prescriptions relatives aux appareils électroniques portatifs (par ex. de communication) sont respectées. Les téléphones du bateau-citerne et à terre doivent satisfaire aux exigences de construction antidéflagrante, sauf s'ils sont situés et utilisés dans un lieu sûr dans les logements. Il est interdit d'utiliser des téléphones mobiles ou des récepteurs de radiomessagerie (pagers) dans les zones de danger, sauf s'ils sont homologués pour une telle utilisation par une autorité compétente.	x	x	x	
	39	Les lampes électriques à main (lampes de poche) sont d'un type agréé. Les lampes de poche à piles (lampes torches) doivent être d'un type de sécurité approuvé par une autorité compétente. Il est interdit d'utiliser des lampes endommagées, même si elles peuvent fonctionner.	x	x	x	
	40	Les émetteurs-récepteurs VHF/UHF fixes et le système d'identification automatique (AIS) sont réglés sur la puissance appropriée ou éteints. Les émetteurs-récepteurs VHF/UHF fixes et le système AIS doivent être coupés ou réglés sur une faible puissance (1 watt ou moins), sauf si le conducteur, en concertation avec le représentant du terminal, s'est assuré des conditions dans lesquelles cette installation peut être utilisée en toute sécurité.	x	x	x	
	41	Les émetteurs-récepteurs VHF/UHF portatifs sont d'un type agréé. Les émetteurs-récepteurs VHF/UHF portatifs doivent être d'un type de sécurité approuvé par une autorité compétente.	x	x	x	
	42	Les antennes de l'émetteur radio principal du bateau-citerne sont mises à la terre et les radars sont déconnectés/éteints. La station radio principale du bateau-citerne ne doit pas être utilisée pendant son séjour au port, sauf pour la réception. Les antennes d'émission doivent être débranchées et mises à la masse. Le matériel de communications par satellite peut être utilisé normalement, sauf avis contraire. L'installation radar du bateau-citerne ne doit pas être utilisée.	x	x	x	
	43	Les câbles électriques des équipements électriques portatifs situés dans la zone de danger sont déconnectés du réseau électrique. L'utilisation de matériel électrique portatif alimenté par câbles volants est interdite dans les zones de danger lors des opérations de manutention de la cargaison, et ce type de matériel doit de préférence être retiré de la zone de danger. Les câbles téléphoniques utilisés pour les communications bateau-citerne/terre doivent de préférence passer à l'extérieur de la zone de danger. Lorsque cela n'est pas possible, le câble doit être positionné et protégé de façon à ce que son utilisation ne donne lieu à aucun danger.	x	x	x	
	44	Les unités de climatisation de type fenêtre doivent être débranchées. Les unités de climatisation de type fenêtre doivent être déconnectées de leur alimentation électrique.	x	x	x	
	45	Une surpression est maintenue à l'intérieur des emménagements et/ou de la timonerie. Lorsque cela est possible, une surpression doit être maintenue à l'intérieur des logements et de la timonerie, et des procédures ou des dispositifs doivent être en place pour empêcher les vapeurs inflammables ou toxiques d'y pénétrer. Pour cela peuvent être utilisés des systèmes de climatisation ou des dispositifs similaires, qui aspirent de l'air frais dans des zones non dangereuses protégées par des alarmes d'entrée de gaz et de pression faible.	x	x	x	
	46	Des mesures ont été prises pour assurer une ventilation mécanique suffisante de la chambre des pompes. Les chambres des pompes doivent être ventilées mécaniquement. Le système de ventilation, qui maintient une atmosphère sûre dans l'intégralité de la chambre des pompes doit rester en fonctionnement pendant toute la durée des opérations de manutention de la cargaison. S'il est installé, le système de détection de gaz doit fonctionner correctement.	x	x	x	

Lignes directrices pour compléter la liste de contrôle de sécurité			Annexe			
		Partie B. Liquide en vrac Général - Vérification verbale	1	2	3	4
	47	Des dispositifs d'évacuation d'urgence ou d'embarquement d'urgence sont prêts à l'emploi. Le bateau doit pouvoir être accessible et être quitté à tout moment. Outre les moyens d'accès visés à la question 1, une voie d'évacuation d'urgence sûre et rapide doit être disponible à bord et à terre. Dans l'idéal, la jetée devrait comporter un moyen d'évacuation secondaire du bateau-citerne, pour le cas où l'accès normal serait inutilisable en cas d'urgence. Si la configuration de l'appontement rend cette issue secondaire par passerelle impossible, d'autres moyens doivent être considérés, notamment les suivants : • préparer le canot de sauvetage du bateau (chute libre) pour une descente immédiate ; • disposer l'échelle d'embarquement du bateau du côté opposé à l'appontement. La réglementation nationale et/ou internationale peut imposer des exigences différentes ou plus contraignantes.	x	x	x	
	48	Les critères météorologiques, de vent maximum et de houle ont été convenus pour les opérations. De nombreux facteurs permettent de déterminer si les opérations de cargaison ou de ballastage doivent être interrompues. Une discussion entre le terminal et le bateau-citerne doit permettre d'identifier les facteurs limitants, qui peuvent être, entre autres : • la vitesse et la direction du vent et leur effet sur les bras rigides ; • la vitesse et la direction du vent et leur effet sur l'intégrité des amarres ; • la vitesse et la direction du vent et leur effet sur les passerelles ; • dans les terminaux exposés, les effets de la houle sur les amarres ou la sécurité des passerelles. Ces limitations doivent être clairement comprises par les deux parties. Les critères pour l'interruption de la manutention de cargaison, le débranchement des flexibles ou des bras et l'évacuation du quai doivent être inscrits dans la colonne « Remarques » de la liste de contrôle.	x	x	x	x
	49	Des protocoles de sécurité ont été convenus entre les responsables de la sécurité du bateau-citerne et de l'installation portuaire, s'il a lieu. Dans les États signataires de la Convention SOLAS, le Code ISPS stipule que responsables de la sécurité du bateau-citerne et de l'installation portuaire doivent coordonner ensemble la mise en œuvre de leurs plans de sûreté respectifs.	x	x	x	
	49L	Des protocoles de sécurité ont été convenus pour l'accès de l'équipage d'un bateau-citerne à bord de l'autre bateau-citerne. Emplacement du protocole de sécurité pour l'accès au bateau-citerne :		x	x	
	50	Si nécessaire, des procédures ont été convenues pour la réception d'azote fourni depuis la terre en vue de l'inertage ou de la purge des citernes à cargaison, ou du soufflage des conduites vers le bateau-citerne. Le bateau-citerne et le terminal doivent s'accorder par écrit sur la fourniture de gaz inerte, en précisant le volume nécessaire et le débit en mètres cubes par minute. La séquence d'ouverture des vannes avant le début des opérations et à leur achèvement doit faire l'objet d'un accord, pour que le bateau-citerne garde le contrôle de la circulation de gaz inerte. Il convient de veiller à ce que les événements ouverts d'une citerne soient suffisants pour éviter tout risque de surpression. La pression dans la citerne doit être étroitement surveillée pendant toute l'opération. Le terminal doit obtenir l'accord du bateau-citerne s'il souhaite utiliser de l'azote (ou de l'air) comprimé comme propulseur, pour racler les conduites de la terre jusqu'au bateau-citerne ou pour pousser la cargaison hors des moyens de rétention à terre. Le bateau-citerne doit être informé de la pression à utiliser, et de la possibilité de recevoir du gaz dans une citerne à cargaison.	x	x	x	
		Système de gaz inerte (voir la section 7.1)				
	51	L'installation à gaz inerte est pleinement opérationnelle et en bon état de marche. L'installation à gaz inerte doit être en état de fonctionner en toute sécurité, notamment en ce qui concerne les dispositifs de verrouillage et les alarmes associées, les siphons de pont, le clapet de non-retour, le dispositif de régulation de la pression, le manomètre du collecteur de gaz inerte sur le pont, les soupapes à gaz inerte individuelles (le cas échéant) et le casse-pression/casse-vide sur le pont. Les soupapes à gaz inerte individuelles (le cas échéant) doivent disposer d'indicateurs de position ouverte/fermée facilement identifiables et en parfait état de fonctionnement.	x	x	x	
	52	Les siphons de pont ou les dispositifs équivalents sont en bon état de marche. Il est essentiel que les siphons de pont soient en état de fonctionner en toute sécurité. En particulier, les dispositifs d'alimentation en eau des siphons et le bon fonctionnement des alarmes associées doivent être vérifiés.	x	x	x	

Lignes directrices pour compléter la liste de contrôle de sécurité			Annexe			
		Partie B. Liquide en vrac Général - Vérification verbale	1	2	3	4
	53	Les niveaux de liquide dans les casse-pression/dépression sont corrects, le cas échéant. Il convient de vérifier que le niveau de liquide dans les casse-pression/casse-vide est conforme aux recommandations du fabricant.	x	x	x	
	54	Les analyseurs d'oxygène fixes et portatifs ont été calibrés et fonctionnent correctement. Tous les analyseurs d'oxygène fixes et portatifs doivent être testés et vérifiés conformément aux instructions de la compagnie et/ou du fabricant, et doivent fonctionner correctement. L'analyseur-enregistreur d'oxygène en ligne et les analyseurs d'oxygène portatifs (en nombre suffisant) doivent fonctionner correctement. Le certificat d'étalonnage doit indiquer que sa validité est conforme aux exigences du système de gestion de la sécurité du bateau-citerne.	x	x	x	
	55	Toutes les vannes de gaz inerte des citernes individuelles (s'il y en a) sont correctement réglées et verrouillées. Pour les opérations de chargement et de déchargement, la pratique normale et sûre consiste à maintenir ouvertes toutes les vannes d'alimentation en gaz inerte des citernes (si elles sont installées), pour éviter toute dépression ou surpression accidentelle. Dans ces conditions, la pression de chaque citerne identique à la pression dans le collecteur de gaz inerte sur le pont, et par conséquent le casse-pression/casse-vide fera office de soupape de sûreté en cas de dépression ou surpression excessive. Si les vannes d'alimentation en gaz inerte des citernes sont fermées, pour éviter le risque de contamination par les vapeurs, pour réduire la pression avant un jaugeage, etc., la position de chaque vanne doit être indiquée clairement à toutes les personnes participant aux opérations de manutention de cargaison. Chaque vanne d'alimentation en gaz inerte doit être pourvue d'un dispositif de verrouillage placé sous le contrôle d'un responsable.	x	x	x	
	56	Toutes les personnes participant aux opérations de manutention de cargaison savent qu'en cas d'avarie de l'installation à gaz inerte, les opérations de déchargement doivent être interrompues et le terminal et/ou l'autre bateau-citerne doit être prévenu. En cas de défaillance de l'installation à gaz inerte, les opérations de déchargement de cargaison, de déballastage et de nettoyage des citernes doivent être interrompues et le terminal doit en être informé. Le personnel du bateau-citerne ne doit en aucun cas laisser descendre l'atmosphère d'une citerne en dessous de la pression atmosphérique.	x	x	x	
		Lavage au pétrole brut				
	57	s/o				
	58	s/o				
		Nettoyage des citernes				
	59	Un lavage de citernes est prévu pendant le stationnement du bateau-citerne le long de l'autre bateau-citerne ou de l'installation à terre. Lors de la concertation précédant le transfert de cargaison entre le responsable du(des) bateau(x)-citerne(s) et/ou le responsable du terminal, il doit être précisé si des opérations de nettoyage des citernes du(des) bateau(x)-citerne(s) en stationnement sont planifiées et la liste de contrôle doit être annotée en conséquence.	x	x	x	x
	60	Si « oui », les procédures de nettoyage ont fait l'objet d'un accord et les autorisations ont été obtenues. Il convient de confirmer que toutes les autorisations nécessaires qui peuvent être exigées pour permettre le nettoyage des citernes lors de l'escale ont été obtenues, conformément à la législation locale et aux règlements émanant des autorités compétentes. La méthode de nettoyage des citernes retenue doit faire l'objet d'un accord, de même que la portée de l'opération.	x	x	x	x
	61	Les opérations de dégazage ont été autorisées par l'autorité compétente. Il convient de confirmer que toutes les autorisations susceptibles d'être exigées pour le dégazage des citernes du bateau-citerne en stationnement ont été obtenues, conformément à la réglementation locale et aux règlements établis par les autorités compétentes.	x	x	x	

Lignes directrices pour compléter la liste de contrôle de sécurité			Annexe			
		Partie C. Produits chimiques liquides en vrac - Vérification verbale	1	2	3	4
	1	Les fiches de données de sécurité ou des documents équivalents sont disponibles et fournissent les données nécessaires pour manipuler la cargaison en toute sécurité. Les informations relatives au produit à manutentionner doivent être disponibles à bord du bateau-citerne et à terre, et doivent comprendre : • une description complète des propriétés physiques et chimiques, y compris en ce qui concerne la réactivité, nécessaire pour confiner et transférer en toute sécurité la cargaison ; • les actions à entreprendre dans l'éventualité de déversements ou de fuites ; • les mesures à prendre en cas de contact accidentel d'une personne avec la cargaison ; • les procédures et les moyens de lutte contre l'incendie.	x	x	x	
	2	Un certificat d'inhibition a été fourni par le fabricant, le cas échéant. Quand la cargaison doit être stabilisée ou inhibée avant d'être manutentionnée, le bateau-citerne doit être en possession d'un certificat du fabricant établissant : • nom et quantité de l'inhibiteur ajouté ; • la date à laquelle l'inhibiteur a été ajouté, et sa durée normale d'efficacité ; • toutes les limites de température ayant une influence sur l'inhibiteur ; • les actions à entreprendre si la durée du voyage dépasse la durée de vie efficace de l'inhibiteur. Le document doit se trouver à bord avant le départ.	x	x	x	
	3	Des vêtements et équipements de protection suffisants (y compris des appareils respiratoires autonomes) sont prêts à être utilisés immédiatement et ils conviennent pour le produit manipulé. Des équipements de protection (y compris des appareils respiratoires autonomes et des tenues de protection) adaptés aux dangers spécifiques du produit à manutentionner doivent être immédiatement disponibles en nombre suffisant pour le personnel, aussi bien à bord qu'à terre.	x	x	x	
	4	Des contre-mesures ont été convenues en cas de contact accidentel du personnel avec la cargaison. Des moyens suffisants et appropriés doivent être disponibles pour neutraliser les effets et enlever les petites quantités de produit répandu. En cas de contact d'une personne avec la cargaison, des mesures appropriées et suffisantes doivent être prises pour en limiter les conséquences. La fiche de données de sécurité doit contenir les informations sur la manière de traiter un tel contact. Elle doit mentionner les propriétés particulières de la cargaison et le personnel doit connaître les procédures à suivre. Une douche de sécurité appropriée et un matériel pour le rinçage des yeux doivent être en place et prêts à servir sur le champ, à proximité immédiate des endroits à bord et à terre où les opérations ont lieu régulièrement.	x	x	x	
	5	Le débit de manutention de la cargaison est compatible avec le système automatique d'arrêt d'urgence, si ce dernier est en service. Des vannes d'arrêt automatique peuvent être installées sur le(s) bateau(x)-citerne(s) et/ou à terre. Leur fonctionnement est commandé automatiquement, par ex. lorsqu'un certain niveau est atteint dans les citernes du(des) bateau(x) ou du terminal durant leur remplissage. Quand de tels systèmes sont employés, la cadence de manutention de la cargaison doit être ajustée pour empêcher qu'une surpression se développant à la suite de la fermeture automatique de vannes endommage les systèmes de conduites du bateau-citerne et du terminal. D'autres moyens peuvent être installés pour faire baisser la surpression créée, par ex. un circuit de recirculation et des citernes tampons. Un accord écrit doit être passé entre les responsables du bateau-citerne et du terminal, indiquant si le débit de manutention de la cargaison sera ajusté ou si d'autres systèmes seront utilisés.	x	x	x	
	6	Les jauges et les alarmes du système de cargaison sont correctement réglées et en bon état. Les systèmes de jauges et d'alarmes à bord et à terre doivent être vérifiés régulièrement pour s'assurer qu'ils sont en bon état de marche. Dans les cas où il est possible de régler les alarmes à différents niveaux, l'alarme doit être réglée au niveau requis.	x	x	x	

Lignes directrices pour compléter la liste de contrôle de sécurité			Annexe			
		Partie C. Produits chimiques liquides en vrac - Vérification verbale	1	2	3	4
	7	Des instruments portatifs de détection des vapeurs sont disponibles pour les produits manipulés. Le matériel disponible doit permettre de mesurer les niveaux des vapeurs inflammables et/ou toxiques, si nécessaire. Un équipement adapté doit être disponible pour effectuer des tests opérationnels sur ces instruments de mesure de l'inflammabilité. Ces tests doivent être réalisés avant d'utiliser l'équipement. Un étalonnage doit être effectué suivant les consignes du système de gestion de la sécurité.	x	x	x	
	8	Les informations concernant le matériel et les procédures de lutte contre l'incendie ont été échangées. Des renseignements doivent être échangés sur la disponibilité de l'équipement de lutte contre l'incendie et sur les procédures à suivre en cas d'incendie à bord ou à terre. Une attention particulière doit être accordée à tous les produits manutentionnés qui peuvent réagir avec l'eau ou qui nécessitent des procédures spéciales de lutte contre l'incendie.	x	x	x	
	9	Les flexibles de transfert et les joints sont fabriqués dans un matériau approprié, résistant à l'action des produits manutentionnés. Chaque flexible de transfert doit comporter un marquage indélébile indiquant les produits pour lesquels il est adapté, sa pression maximale de service, la pression d'épreuve et la date du dernier essai à cette pression, et lorsqu'il est utilisé dans des conditions autres que les conditions ambiantes, sa température de service maximale et minimale.	x	x	x	x
	10	La cargaison est manutentionnée au moyen des conduites fixes. Tous les transferts de cargaison doivent se faire avec les systèmes de conduites installés de façon permanente à bord et à terre. S'il s'avère nécessaire, pour des raisons opérationnelles spécifiques, d'utiliser des conduites de cargaison mobiles à bord ou à terre, il faut s'assurer que ces conduites sont correctement installées et assemblées afin de réduire au minimum tout risque supplémentaire lié à leur utilisation. Si nécessaire, la continuité électrique de ces conduites doit être vérifiée, et leur longueur réduite au minimum. L'usage d'équipement de transfert non permanent à l'intérieur des citernes n'est généralement pas permis, sauf si des autorisations spécifiques ont été obtenues. Si des flexibles de cargaison sont utilisés pour des raccordements entre les systèmes de conduites fixes à bord du(des) bateau-citerne(s) et/ou à terre, ces raccordements doivent être installés de manière sûre et aussi courts que possible, et les conditions de continuité électrique avec les conduites de cargaison du(des) bateau-citerne(s) et/ou à terre doivent être respectées. Tous les flexibles utilisés doivent être adaptés à l'usage prévu et correctement testés, marqués et certifiés.	x	x	x	
	11	Si nécessaire, des procédures ont été convenues pour la réception d'azote fourni depuis la terre en vue de l'inertage ou de la purge des citernes à cargaison, ou du soufflage des conduites vers le bateau-citerne. Le(les) bateau(x)-citerne(s) et/ou le terminal doivent s'accorder par écrit sur la fourniture d'azote, en précisant le volume nécessaire et le débit en mètres cubes par minute (m ³ /min). La séquence d'ouverture des vannes avant le début des opérations et à leur achèvement doit faire l'objet d'un accord, pour que le(les) bateau(x)-citerne(s) garde(nt) le contrôle de la circulation de gaz inerte. Il convient de veiller à ce que les événements ouverts d'une citerne soient suffisants pour éviter tout risque de surpression. La pression dans la citerne doit être étroitement surveillée pendant toute l'opération. Le terminal ou le bateau-citerne qui décharge doit obtenir l'accord du bateau qui charge s'il souhaite utiliser de l'azote (ou de l'air) comprimé pour nettoyer les conduites. Le bateau-citerne (récepteur) doit être informé de la pression à utiliser, et de la possibilité de recevoir du gaz dans une citerne à cargaison.	x		x	
	12	Si nécessaire, le système d'arrosage en pluie du pont est prêt pour une utilisation immédiate. Un système d'arrosage en pluie fonctionnant correctement peut être utilisé pour empêcher l'élévation de température du pont du bateau-citerne provoquée par les rayonnements.	x	x	x	

Lignes directrices pour compléter la liste de contrôle de sécurité			Annexe			
		Partie D. Gaz liquéfiés en vrac - Vérification verbale	1	2	3	4
	1	Les fiches de données de sécurité ou des documents équivalents sont disponibles et fournissent les données nécessaires pour manipuler la cargaison en toute sécurité. Les renseignements sur chaque produit à manutentionner doivent être disponibles à bord du(des) bateau(x)-citerne(s) et/ou à terre, avant et pendant l'opération. Les informations sur la cargaison, disponibles sous forme écrite, doivent comprendre : • une description complète des propriétés physiques et chimiques nécessaire pour confiner en toute sécurité la cargaison ; • les actions à entreprendre dans l'éventualité de déversements ou de fuites ; • les mesures à prendre en cas de contact accidentel d'une personne avec la cargaison ; • les procédures et les moyens de lutte contre l'incendie ; • tout équipement particulier nécessaire pour manutentionner en toute sécurité la/les cargaison(s) en question ; • la température minimale admissible de l'acier de la coque intérieure ; • les procédures d'urgence.	x	x	x	
	2	Un certificat d'inhibition a été fourni par le fabricant, le cas échéant. Quand la cargaison doit être stabilisée ou inhibée avant d'être manutentionnée, le bateau-citerne doit être en possession d'un certificat du fabricant établissant : • nom et quantité de l'inhibiteur ajouté ; • la date à laquelle l'inhibiteur a été ajouté, et sa durée normale d'efficacité ; • toutes les limites de température ayant une influence sur l'inhibiteur ; • les actions à entreprendre si la durée du voyage dépasse la durée de vie efficace de l'inhibiteur. Le document doit se trouver à bord avant le départ.	x	x	x	
	3	Le système d'aspersion d'eau du pont est prêt pour une utilisation immédiate. Quand des produits inflammables ou toxiques sont manipulés, les systèmes d'arrosage doivent être testés régulièrement. Les détails des derniers tests doivent être échangés. Pendant les opérations, les installations doivent être prêtes à fonctionner immédiatement.	x	x	x	
	4	Des vêtements et équipements de protection suffisants (y compris des appareils respiratoires autonomes) sont prêts à être utilisés immédiatement et ils conviennent pour les produits manipulés. Des équipements de protection appropriés, y compris des appareils respiratoires autonomes, des dispositifs de protection oculaire et des tenues de protection, adaptés aux dangers spécifiques du produit manutentionné, doivent être immédiatement disponibles en nombre suffisant pour le personnel à bord et à terre. Les endroits où sont rangés ces équipements doivent être protégés des intempéries et clairement signalés. Toutes les personnes directement impliquées dans l'opération doivent utiliser ces équipements et ces vêtements chaque fois que la situation l'exige. Le personnel désigné pour utiliser les appareils respiratoires pendant les opérations doit être entraîné à leur bon usage. Le personnel non entraîné ou avec une forte pilosité faciale ne doit pas être désigné pour des opérations nécessitant l'usage d'appareils respiratoires.	x	x	x	
	5	Les espaces de cales et entre barrières sont correctement inertés ou remplis avec de l'air sec, selon les besoins. Les espaces qui, selon les règles de l'OMI pour le transport de gaz, doivent être mis sous atmosphère inerte, doivent être contrôlés par l'équipage du bateau-citerne avant l'arrivée.	x	x	x	
	6	Toutes les vannes commandées à distance fonctionnent correctement. Toutes les vannes commandées à distance du système de transfert de cargaison du(des) bateau(x)-citerne(s) et/ou du terminal et leurs systèmes d'indication de position doivent être vérifiés régulièrement. Les détails des derniers tests doivent être échangés.	x	x	x	
	7	Les pompes et compresseurs nécessaires pour la cargaison sont en bon état de marche, et les pressions maximales de service ont fait l'objet d'un accord entre les deux bateaux-citernes ou entre le bateau-citerne et la terre. Un accord écrit doit être passé quant à la pression maximale de service admissible dans les conduites de cargaison lors des opérations.	x	x	x	
	8	Les équipements de reliquéfaction ou de contrôle de l'évaporation de la cargaison sont en bon état de marche. Le fonctionnement correct des dispositifs de reliquéfaction et de contrôle de l'évaporation, s'ils sont nécessaires, doit être vérifié avant le début des opérations.	x	x	x	

Lignes directrices pour compléter la liste de contrôle de sécurité			Annexe			
		Partie D. Gaz liquéfiés en vrac - Vérification verbale	1	2	3	4
	9	L'équipement de détection de gaz a été correctement réglé pour la cargaison, est étalonné, a été testé et inspecté et est en bon état. Une quantité de gaz appropriée doit être disponible pour effectuer un test opérationnel du dispositif de détection de gaz. L'installation fixe de détection de gaz doit être testée avant le début des opérations pour le produit à manutentionner. Le fonctionnement des alarmes doit avoir été testé et les informations concernant le dernier essai doivent avoir été échangées. Des appareils portatifs de détection de gaz adaptés aux produits manipulés et capables de mesurer le niveau des gaz inflammables et/ou toxiques doivent être disponibles. Des appareils portatifs capables de mesurer les seuils d'inflammabilité doivent être soumis à un test opérationnel avec le produit à manipuler, avant le début des opérations. Un étalonnage doit être effectué suivant les consignes du système de gestion de la sécurité.	x	x	x	
	10	Les jauges et les alarmes du système de cargaison sont correctement réglées et en bon état. Les systèmes de jauges et d'alarmes du(des) bateau(x)-citerne(s) et/ou du terminal doivent être vérifiés régulièrement pour s'assurer qu'ils sont en bon état de marche. Dans les cas où il est possible de régler les alarmes à différents niveaux, l'alarme doit être réglée au niveau requis.	x	x	x	
	11	Les systèmes d'arrêt d'urgence ont été testés et fonctionnent correctement. Si possible, les dispositifs d'arrêt d'urgence du(des) bateau(x)-citerne(s) et/ou du terminal doivent être testés avant le début des opérations de transfert de cargaison.	x	x	x	
	12	Le(les) bateau(x)-citerne(s) et/ou le terminal se sont informés mutuellement de la vitesse de fermeture des vannes d'arrêt d'urgence, des vannes automatiques ou des dispositifs similaires respectifs. Des vannes d'arrêt automatique peuvent être installées sur les conduites de(s) bateau(x)-citerne(s) et/ou du terminal. Entre autres paramètres, le fonctionnement de ces vannes peut être automatiquement commandé lorsqu'un certain niveau est atteint dans la citerne en chargement, à bord ou à terre. La vitesse de fermeture de toutes les vannes automatiques doit être connue et cette information doit être échangée. Si des vannes automatiques sont installées et utilisées, le débit de manutention de la cargaison doit être ajusté de telle sorte qu'une surpression se développant suite à la fermeture automatique d'une telle vanne n'excède pas la pression nominale d'utilisation du système de conduites du(des) bateau(x)-citerne(s) et/ou du terminal. À défaut, d'autres moyens peuvent être installés pour faire baisser la surpression créée, tels qu'un circuit de recirculation et des citernes tampons. Un accord écrit doit être passé entre les responsables du bateau-citerne et du terminal, indiquant si le débit de manutention de la cargaison sera ajusté ou si d'autres systèmes seront utilisés. La cadence de sécurité doit être mentionnée dans cet accord.	x	x	x	
	13	Des informations ont été échangées entre les deux bateaux-citernes et/ou le terminal sur les valeurs maximales/minimales de température et de pression de la cargaison à manutentionner. Les informations relatives à la température et la pression requises pour la cargaison doivent être échangées entre les responsables et le représentant du terminal avant le début des opérations. Ces informations doivent être consignées par écrit.	x	x	x	
	14	Les citernes à cargaison sont protégées en permanence contre un risque éventuel de débordement tout au long des opérations de manutention. Les dispositifs d'arrêt automatique sont normalement conçus pour fermer les vannes à liquides, et en cas de déchargement, pour couper les pompes à cargaison si le niveau de liquide dans une citerne dépasse le niveau maximal autorisé. Ce niveau doit être défini avec précision, et le fonctionnement des dispositifs doit être testé régulièrement. Si les dispositifs d'arrêt d'urgence du(des) bateau(x) et/ou du terminal sont interconnectés, leur fonctionnement doit être vérifié avant le début des opérations de transfert de la cargaison.	x	x	x	
	15	La salle des compresseurs est correctement ventilée, la salle des moteurs électriques est correctement pressurisée, et le système d'alarme fonctionne. Les ventilateurs doivent fonctionner au moins 10 minutes avant le début des opérations de transfert de cargaison, puis en continu pendant ces opérations. Les alarmes sonores et visuelles, installées au niveau des clapets à air associés aux salles des compresseurs/moteurs, doivent être testées régulièrement.	x	x	x	

Lignes directrices pour compléter la liste de contrôle de sécurité			Annexe			
		Partie D. Gaz liquéfiés en vrac - Vérification verbale	1	2	3	4
	16	Les soupapes de sûreté des citernes sont correctement réglées, et les réglages effectifs affichés de façon claire et visible. Dans les cas où il existe plus d'un réglage des soupapes de sûreté des citernes à cargaison, il faut vérifier que chaque soupape est réglée à la valeur requise pour la cargaison à manutentionner, et que le réglage effectif de ces soupapes est clairement et visiblement affiché à bord du(des) bateau(x)-citerne(s). Les réglages des soupapes de sûreté doivent être inscrits sur la liste de contrôle.	x	x	x	
	17	Les paramètres de fonctionnement (pression d'ouverture) des soupapes (tarage maximal admissible des soupapes de sûreté) du bateau ont été pris en compte et ont fait l'objet d'un accord. L'abréviation anglaise MARVS (Maximum Allowable Relief Valve Setting) désigne le tarage maximal admissible des soupapes de sûreté des citernes à cargaison du bateau-citerne tel que précisé sur le certificat de conformité de ce dernier.	x	x	x	
	18	Lors du transport de gaz liquéfiés réfrigérés, le temps de retenue a été déterminé, il est connu et documenté. Si du gaz liquéfié est transféré, ce point doit être complété avant le chargement. À moins que la température de la cargaison ne soit contrôlée garantissant l'utilisation du boil-off maximal quelles que soient les conditions de service, le temps de retenue doit être déterminé par le conducteur, ou une autre personne en son nom, avant le chargement et validé par le conducteur, ou une autre personne en son nom, pendant le chargement puis consigné dans des documents conservés à bord.				
	19	Si nécessaire, les autorités (portuaires) ont été informées avant le début des opérations de manutention de la cargaison.	x	x	x	
	20	Si les autorités (portuaires) l'exigent, un coordinateur externe a été désigné et se trouve à bord en tant que coordinateur responsable de la manutention planifiée de la cargaison entre les deux bateaux-citernes.		x	x	

