

ISGINTT

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



Première édition juin

2010

OCIMF

Oil Companies
International Marine Forum



Commission Centrale
pour la Navigation du Rhin

ISGINTT

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

International Safety Guide
for Inland Navigation Tank-barges and Terminals

Première Edition

COMMISSION CENTRALE POUR LA NAVIGATION DU RHIN
OIL COMPANIES INTERNATIONAL MARINE FORUM

Publié en 2010

© Commission Centrale pour la Navigation du Rhin, Strasbourg
et
Oil Companies International Marine Forum

ISBN 978-2-9538256-8-8

La Commission Centrale pour la Navigation du Rhin (CCNR) est une organisation internationale créée par le Congrès de Vienne et régie par la Convention révisée pour la Navigation du Rhin.

Le *Oil Companies International Marine Forum* (OCIMF) est une association volontaire des compagnies pétrolières intervenant dans le secteur du transport et de la manutention de pétrole brut et de produits pétroliers. L'OCIMF est organisé pour représenter ses membres et assurer la concertation auprès de l'Organisation Maritime Internationale et d'autres organismes gouvernementaux sur les questions relatives au transport et à la manutention de pétrole brut et produits pétroliers, y compris la pollution marine et la sécurité.

Conditions d'utilisation

Bien que les informations et les recommandations formulées dans le présent guide (Guide) aient été développées sur la base des meilleures informations actuellement disponibles, ce Guide n'est mis à disposition qu'à titre d'orientation et la responsabilité dans le cas de son utilisation incombe à l'utilisateur. Aucune garantie expresse ou implicite n'est donnée et aucune obligation de diligence ni responsabilité n'est acceptée par la Commission Centrale pour la Navigation du Rhin (CCNR), l'Oil Companies International Marine Forum (OCIMF), ni par leurs employés, membres, entrepreneurs, ni par toute personne, société, entreprise ou organisation qui ont ou ont été concernés d'une manière quelconque par la fourniture d'informations ou de données, la compilation, la traduction, l'édition ou la mise à disposition du Guide, pour l'exactitude des informations ou des recommandations figurant dans le Guide ni pour toute omission du Guide, ni pour toute conséquence quelle qu'elle soit pouvant résulter directement ou indirectement de l'observation, de l'application ou de la prise en compte des indications contenues dans le Guide, même si elles résultent de l'omission d'exercer une diligence raisonnable.

L'attention de l'utilisateur est attirée sur le fait que la version électronique du présent Guide est mise à disposition gratuitement sur Internet.

Le présent Guide a été rédigé en langue anglaise et traduit en éditions de langue Allemande, Française, Néerlandaise ("les Editions").

Le texte officiel du présent Guide est le texte anglais. En cas de divergences entre le texte anglais du Guide et tout autre voire l'ensemble des Editions, le texte anglais du Guide fait foi.

Publié et imprimé par
Commission Centrale pour la Navigation du Rhin
2, Place de la République
67082 Strasbourg Cedex, France
N° de tél: +33 (0) 388 52 20 10
N ° de télécopie: +33 (0) 388 32 10 72
www.ccr-zkr.org

AVANT-PROPOS

Le CCNR, avec d'autres organismes internationaux, constitue le forum pour le développement et l'adoption puis, autant que nécessaire, pour le suivi et l'adaptation permanente du cadre réglementaire dans lequel opère la navigation sur le Rhin et sur d'autres voies navigables européennes. Au cours des années écoulées depuis l'adoption par la CCNR du Règlement pour le transport de marchandises dangereuses sur le Rhin (ADNR)¹, la sécurité, la sûreté et les performances environnementales de l'industrie de la navigation intérieure européenne ont été considérablement améliorées. Toutefois, cette amélioration ne résulte pas uniquement de la réglementation. Elle témoigne aussi des bonnes pratiques adoptées et constamment affinées par l'industrie ainsi que de l'importance accordée à la sécurité et à la protection de l'environnement des personnes qu'elle emploie.

L'une des fonctions principales des associations internationales qui ont élaboré la présente publication est de représenter les intérêts de l'industrie auprès des organismes de réglementation tels que la Commission Centrale pour la Navigation du Rhin (CCNR) et l'Organisation Maritime Internationale (OMI). Le Conseil européen de l'industrie chimique (CEFIC), l'Union Européenne de Navigation Fluviale (UENF), l'Organisation Européenne des Bateliers (OEB), l'Association de l'industrie pétrolière européenne (EUROPIA), l'European Sea Ports Organisation (ESPO), la Fédération européenne des réservoirs de stockage (FETSA), l'Oil Companies International Marine Forum (OCIMF), et la Society of International Gas Tanker et Terminal Operators (SIGTTO) contribuent toutes à des degrés divers 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 l'International Safety Guide for Inland Tank-barges and Terminals - appelé ISGINTT par l'industrie.

C'est pourquoi nous sommes ravis de présenter cette première édition du Guide. Le CCNR reconnaît ISGINTT comme étant le principal manuel de référence de l'industrie concernant l'exploitation sûre des bateaux-citernes et des terminaux qui les accueillent.

Ce guide présente les meilleures pratiques de sécurité connues pour l'exploitation de bateaux-citernes et de terminaux en englobant aussi une philosophie de contrôle fondée sur le risque. Par la sensibilisation aux risques, ISGINTT favorise l'établissement d'un environnement où 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 liés à toutes leurs tâches et à prendre des mesures adaptatives pour réduire ces risques. L'accent étant mis sur les personnes, la compatibilité avec une stratégie liée à l'élément humain est pleinement assurée.

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.

Afin d'assurer une utilisation étendue du guide, celui-ci sera également publié dans les langues de travail de la CCNR, à savoir l'allemand, le français et le néerlandais. Nous tenons à remercier les Etats membres de la CCNR ainsi que les organisations et sociétés mentionnées à la fin du guide, dont la contribution financière a rendu possible la traduction du guide.

Jean-Marie Woehrling
Secrétaire général
Commission Centrale pour la Navigation du Rhin

Le capitaine David Cotterell
Directeur
Oil Companies International Marine Forum (OCIMF)

¹ En 2011, l'ADNR sera remplacé par l'Accord européen relatif au transport international de marchandises dangereuses par voies de navigation intérieures (ADN) de la Commission Economique des Nations-Unies pour l'Europe (CEE-ONU), adopté par la plupart des États membres de l'Union européenne conformément à la directive 2008/68/CE.

INTRODUCTION

La sécurité est essentielle dans l'industrie pétrolière. Les auteurs du International Safety Guide for Inland Tank-barges and Terminals (ISGINTT) espèrent que ce Guide deviendra l'ouvrage de référence pour des l'exploitation sûre des bateaux-citernes et des terminaux qui les accueillent. A 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.

Le guide tient compte des dernières réflexions menées sur un certain nombre de questions, notamment la génération d'électricité statique et de courants vagabonds. 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.

Le Guide 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".

L'International Safety Guide for Oil Tankers and Terminals (ISGOTT) de l'OCIMF, 5e édition et, pour certains chapitres traitant de produits gazeux, le SIGTTO "International Safety Guide for Oil Tankers and Terminals" ont été utilisés en tant que modèles pour éviter les lacunes et assurer la compatibilité des interfaces navire de mer/bateau de la navigation intérieure. L'utilisation de toute publication de l'OCIMF et de SIGTTO lors de la rédaction de l'ISGINTT n'implique aucune renonciation aux droits de propriété intellectuelle de l'OCIMF et de SIGTTO concernant la publication. Tous les droits de propriété intellectuelle doivent être respectés.

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

Le CCNR a établi le secrétariat de l'ISGINTT pour soutenir le développement initial de l'ISGINTT et veiller à ses actualisations régulières prévues 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 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)
2, place de la République
67082 Strasbourg Cedex
France
www.ccr-zkr.org

Oil Companies International Marine Forum (OCIMF)
29 Queen Anne's Gate
London SW1H 9BU
United Kingdom
www.ocimf.com

International Association of Ports and Harbors
7th Floor, South Tower New Pier Takeshiba
1-16-1, Kaigan, Minato-ku
Tokyo 105-0022
Japan
www.iaphworldports.org

International Chamber of Shipping
12 Carthusian Street
London EC1M 6EZ
United Kingdom
www.marisec.org

European Chemical Industry Council
Avenue E. van Nieuwenhuysse, 4 box 1
1160 Brussels
Belgium
www.cefic.org

European Barge Union
Vasteland 12e
3011 BL Rotterdam
The Netherlands
www.ebu-uenf.org

European Skippers Organization
Voorhavenstraat 2
1000 Brussels
Belgium
www.eso-oeb.org

European Petroleum Industry Association
Boulevard du Souverain 165 - 3rd Floor
1160 Brussels
Belgium
www.europia.com

European Sea Ports Organisation
Treurenberg 6
1000 Brussels
Belgium
www.espo.be

Federation of European Tank Storage
Rue des Colonies 11
1000 Brussels
Belgium
www.fetsa.com

Society of International Gas Tanker and Terminal Operators
17 St Helen's Place
London EC3A 6DG
United Kingdom
www.sigtto.org

TABLE DES MATIERES

AVANT-PROPOS	v
INTRODUCTION	vii
OBJET ET CHAMP d'APPLICATION	xxxiii
BIBLIOGRAPHIE	xxxv
DEFINITIONS	xxxix
PARTIE 1 – INFORMATIONS GENERALES	1
CHAPITRE 1 – PROPRIETES GENERALES DES LIQUIDES EN VRAC	3
1.1 Pression de vapeur	3
1.1.1 Pression de vapeur réelle	3
1.1.2 Pression de Vapeur Reid	4
1.2 Inflammabilité	4
1.2.1 Généralités	4
1.2.2 Limites d'explosivité	4
1.2.3 Effet du gaz inerte sur l'inflammabilité	4
1.2.4 Essais d'inflammabilité	6
1.2.5 Point d'éclair	6
1.2.6 Classification d'inflammabilité	6
1.3 Densité de gaz d'hydrocarbures	8
1.4 Corrosivité	9
CHAPITRE 2 – DANGERS DES LIQUIDES EN VRAC	11
2.1 Inflammabilité	11
2.2 Densité	11
2.3 Toxicité	11
2.3.1 Introduction	11
2.3.2 Liquides en vrac	12
2.3.3 Vapeurs de produits	13
2.3.4 Fiches de Données de Sécurité du Produit (FDSP) / fiches de sécurité (FDS)	14
2.3.5 Benzène, autres produits CMR et autres hydrocarbures aromatiques	14

2.3.6	Sulfure d'hydrogène (H ₂ S)	15
2.3.7	Mercaptans	20
2.3.8	Essences contenant du plomb tétraéthyle (PTE) ou du plomb tétraméthyl (TML)	20
2.3.9	Gaz inerte	20
2.3.10	Manque d'oxygène	21
2.3.11	FAME (ester méthylique d' acide gras / <i>Fatty Acid Methyl Ester</i>)	21
2.3.12	MTBE / ETBE	21
2.3.13	Ethanol	22
2.4	Mesure de gaz	22
2.4.1	Introduction	22
2.4.2	Mesure de la concentration du produit	23
2.4.3	Détecteurs de gaz inflammables (explosimètres)	23
2.4.4	Détecteurs de gaz à filament chauffé non-catalytique (Tankscopes)	26
2.4.5	Interféromètre (appareil mesurant l'indice de réfraction)	28
2.4.6	Instruments à infrarouge (IR)	29
2.4.7	Mesure de faibles concentrations de gaz toxiques	31
2.4.8	Installations fixes de détection de gaz	32
2.4.9	Mesure des concentrations d'oxygène	32
2.4.10	Utilisation des analyseurs d'oxygène	33
2.4.11	Instruments multi-gaz	34
2.4.12	Instruments personnels de surveillance des gaz	34
2.4.13	Conduites d'échantillonnage de gaz et procédures d'échantillonnage	35
2.5	Evolution et dispersion des gaz de produit	36
2.5.1	Introduction.....	36
2.5.2	Dégagement de gaz et ventilation.....	37
2.5.3	Dispersion du gaz.....	39
2.5.4	Facteurs ayant une influence sur la dispersion.....	39
2.5.5	Limitation des risques liés au gaz évacué.....	45
2.5.6	Sans objet	47
2.6	Sans objet	47
2.7	Risques associés à la manutention, au stockage et au transport de produits résiduels	47
2.7.1	Généralités	47
2.7.2	Nature des risques	47
2.7.3	Point d'éclair et mesure d'inflammabilité de l'espace libre	48
2.7.4	Mesures de précaution	48
2.7.5	Risque lié au sulfure d'hydrogène dans le fioul lourd	49

CHAPITRE 3 – ELECTRICITE STATIQUE	51
3.1 Principes de l'électrostatique	51
3.1.1 Résumé	51
3.1.2 Séparation de charge	52
3.1.3 Accumulation de charge	53
3.1.4 Décharges électrostatiques	53
3.1.5 Propriétés électrostatiques des gaz et brouillards	57
3.2 Précautions générales face aux risques électrostatiques	57
3.2.1 Vue d'ensemble	57
3.2.2 Métallisation	59
3.2.3 Eviter les objets conducteurs non reliés	60
3.3 Autres sources des dangers électrostatiques	60
3.3.1 Filtres	60
3.3.2 Equipements fixes dans les citernes à cargaison	60
3.3.3 Chute libre dans des citernes	61
3.3.4 Brouillards d'eau	61
3.3.5 Gaz inerte	62
3.3.6 Rejet de dioxyde de carbone	62
3.3.7 Vêtements et chaussures	63
3.3.8 Matériaux synthétiques	63
 CHAPITRE 4 – RISQUES GENERAUX POUR LES BATEAUX-CITERNES ET LES TERMINAUX	 65
4.1 Principes généraux	65
4.2 Contrôle des sources d'inflammation potentielles	66
4.2.1 Flammes nues	66
4.2.2 Fumer	66
4.2.3 Cuisinières et équipements de cuisine	68
4.2.4 Salles des machines et des chaudières	68
4.3 Equipement électrique portatif	69
4.3.1 Généralités	69
4.3.2 Lampes et autres équipements électriques à câbles flexibles (câbles sur enrouleurs)	69
4.3.3 Lampes pneumatiques	69
4.3.4 Torches (lampes de poche), lampes et équipements portables alimentés par des batteries	69
4.3.5 Appareils photographiques	70
4.3.6 Autres types d'équipement électrique portatif	70

4.4	Gestion des matériels et installations électriques dans les zones dangereuses	71
4.4.1	Généralités	71
4.4.2	Zones dangereuses ou potentiellement dangereuses	71
4.4.3	Equipement électrique	72
4.4.4	Inspection et entretien de matériel électrique	73
4.4.5	Réparations électriques, maintenance et travail d'essai aux terminaux	74
4.5	Utilisation d'outils	75
4.5.1	Grenailage et outils mécaniques	75
4.5.2	Outils à main	76
4.6	Equipements réalisés en aluminium	76
4.7	Anodes de protection cathodique dans les citernes à cargaison	76
4.8	Equipement de communication	77
4.8.1	Généralités	77
4.8.2	Appareil de radiocommunication des bateaux-citernes	77
4.8.3	Appareil radar des bateaux-citernes	78
4.8.4	Systèmes automatiques d'identification (AIS)	78
4.8.5	Téléphones	79
4.8.6	Téléphones mobiles	79
4.8.7	Appareils de radiomessagerie	79
4.9	Combustion spontanée	80
4.10	Auto-inflammation	80
4.11	Amiante	80
CHAPITRE 5 – LUTTE CONTRE L'INCENDIE		81
5.1	Théorie de la lutte contre les incendies	81
5.2	Types d'incendie et agents extincteurs appropriés	81
5.2.1	Classe A - feux impliquant des matériaux solides, généralement de nature organique, dans lesquels la combustion a lieu normalement avec la formation de tisons	81
5.2.2	Classe B - feux impliquant des liquides ou solides liquéfiables	81
5.2.3	Classe C - feux impliquant des gaz	82
5.2.4	Classe D - feux impliquant des métaux	83
5.2.5	Classe F - feux impliquant des appareils de cuisson (huiles et graisses végétales ou animales) dans des appareils de cuisson	83
5.2.6	Feux de matériel électrique	83
5.3	Agents extincteurs	83
5.3.1	Agents réfrigérants	83
5.3.2	Les agents étouffants	84
5.3.3	Agents inhibiteurs de flamme	86
5.4	Systèmes de détection d'incendie	87
5.5	Précautions générales	87

CHAPITRE 6 - SURETE	89
6.1 Généralités	89
6.2 Évaluations de la sûreté	89
6.3 Responsabilités dans le cadre du Code ISPS	90
6.4 Plans de sûreté	90
6.5 Plans de sûreté pour les bateaux-citernes de la navigation intérieure	91
6.6 Déclaration de sûreté (DoS)	92
PARTIE 2 – INFORMATIONS RELATIVES AU BATEAU-CITERNE	95
CHAPITRE 7 – SYSTEMES DE BORD	97
7.1 Systèmes fixes de gaz inerte	97
7.1.1 Généralités	97
7.1.2 Sources de gaz inerte	97
7.1.3 Composition et qualité du gaz inerte	98
7.1.4 Méthodes de remplacement de l'atmosphère des citernes	98
7.1.5 Contrôle de l'atmosphère des citernes à cargaison	99
7.1.6 Application aux opérations des citernes à cargaison	99
7.1.7 Précautions à prendre pour éviter les risques de santé	103
7.1.8 Protection des citernes à cargaison contre la surpression/dépression	104
7.1.9 Sans objet	105
7.1.10 Sans objet	105
7.1.11 Précautions par temps froid pour les systèmes de gaz inerte	105
7.1.12 Défaillance du système de gaz inerte	106
7.1.13 Réparations du système de gaz inerte	107
7.2 Systèmes de ventilation	107
7.2.1 Généralités	107
7.2.2 Surpression et dépression	108
7.3 Cargaison et systèmes de ballastage	110
7.3.1 Manuel d'utilisation	110
7.3.2 Intégrité du système de cargaison et de ballastage	110
7.3.3 Débits de chargement	111
7.3.4 Surveillance d'espaces vides et de ballastage	113
7.4 Puissance et systèmes de propulsion	113
7.5 Sans objet	113
7.6 Sans objet	113

CHAPITRE 8 – EQUIPEMENT DU BATEAU	115
8.1 Équipement à bord pour la lutte contre les incendies	115
8.1.1 Généralités	115
8.1.2 Installations d'extinction d'incendie fixée à demeure à bord des bateaux-citernes - Refroidissement	115
8.1.3 Installations d'extinction d'incendie fixée à demeure à bord des bateaux-citernes - Etouffement	115
8.1.4 Extincteurs d'incendie portatifs	116
8.2 Matériel d'essais pour le gaz	117
8.2.1 Introduction	117
8.2.2 Résumé des tâches de contrôle de gaz	118
8.2.3 Disponibilité d'instruments de mesure des gaz	119
8.2.4 Fonctions d'alarme sur les instruments de mesure de gaz	119
8.2.5 Dispositifs de prise d'échantillons	119
8.2.6 Etalonnage	120
8.2.7 Essais opérationnels et inspection	120
8.2.8 Détecteurs de gaz à usage personnel	121
8.3 Equipement de levage	121
8.3.1 Inspection et entretien	121
8.3.2 Formation	122
 CHAPITRE 9 - GESTION DE LA SÉCURITÉ ET DES URGENCES	 123
9.1 Le code international de gestion de la sécurité (ISM)	123
9.2 Systèmes de gestion de la sécurité	124
9.2.1 Évaluation des risques	125
9.3 Systèmes d'autorisation de travail	125
9.3.1 Généralités	125
9.3.2 Systèmes d'autorisation de travail - Structure	126
9.3.3 Systèmes d'autorisation de travail - Principes de fonctionnement	127
9.3.4 Formulaire d'autorisations de travail	127
9.3.5 Réunion de planification des travaux	128
9.4 Travail à chaud	128
9.4.1 Contrôle du travail à chaud	128
9.4.2 Travail à chaud dans un espace désigné	128
9.4.3 Travail à chaud à l'extérieur d'un local désigné	129
9.4.4 Travail à chaud dans des zones dangereuses ou potentiellement dangereuses	131
9.5 Appareils de soudage et de travail à chaud	137
9.6 Autres tâches dangereuses	137
9.7 Gestion des Entrepreneurs	138

9.8	Réparations effectuées ailleurs qu'au chantier naval	138
9.8.1	Introduction	138
9.8.2	Généralités	138
9.8.3	Surveillance et contrôle	139
9.8.4	Planification avant l'arrivée	139
9.8.5	Dispositions relatives à l'amarrage	139
9.8.6	Equipements à terre	140
9.8.7	Réunion de sécurité pré-travail	140
9.8.8	Autorisations de travail	141
9.8.9	Etat des citernes	141
9.8.10	Tuyaux à cargaison	141
9.8.11	Mesures de lutte contre les incendies	142
9.8.12	Personne désignée responsable de la sécurité	142
9.8.13	Travail à chaud	142
9.9	Gestion des urgences à bord des bateaux	143
9.9.1	Généralités	143
9.9.2	Plan d'urgence du bateau-citerne	143
9.9.3	Actions en cas d'urgence	145
CHAPITRE 10 - ESPACES CONFINES		147
10.1	Définitions et précautions générales	147
10.2	Dangers des espaces confinés	147
10.2.1	Évaluation des risques	147
10.2.2	Risques respiratoires	148
10.2.3	Vapeurs et gaz toxiques de cargaison	148
10.2.4	Vapeurs toxiques particulières	149
10.2.5	Manque d'oxygène	149
10.2.6	Sans objet	150
10.3	Contrôles de l'atmosphère avant l'entrée	150
10.4	Contrôle de l'entrée dans des espaces confinés	151
10.5	Précautions pour l'accès aux espaces confinés	152
10.6	Procédures d'urgence	153
10.6.1	Evacuation des espaces confinés	153
10.6.2	Sauvetage dans les espaces confinés	153
10.6.3	Réanimation	153
10.7	Entrée dans des espaces confinés dont l'atmosphère est notoirement dangereuse ou soupçonnée de l'être	154

10.8	Équipement de protection respiratoire	155
10.8.1	Appareil respiratoire autonome (ARA)	155
10.8.2	Appareil respiratoire à adduction d'air	156
10.8.3	Appareil respiratoire pour l'évacuation d'urgence (EEBD)	157
10.8.4	Masques à cartouche ou boîte filtrante	158
10.8.5	Masque à tuyau (appareil respiratoire à air pur)	159
10.8.6	Entretien du matériel	159
10.8.7	Stockage	159
10.8.8	Formation	159
10.9	Travail dans des espaces confinés	159
10.9.1	Exigences générales	159
10.9.2	Équipement et dispositifs d'ouverture	160
10.9.3	Utilisation d'outils	160
10.9.4	Utilisation d'ampoules électriques et de matériel électrique	160
10.9.5	Enlèvement des boues, de dépôts et de sédiments	160
10.9.6	Sans objet	160
10.10	Précautions pour pénétrer dans les chambres des pompes	161
10.10.1	Ventilation	161
10.10.2	Procédures pour l'entrée dans la chambre des pompes	161
10.11	Précautions opérationnelles dans la chambre des pompes	162
10.11.1	Précautions générales	162
10.11.2	Procédures de vidange des tuyaux de cargaison et de ballastage	163
10.11.3	Travaux d'entretien courant et nettoyage	163
10.11.4	Entretien du matériel électrique dans la chambre des pompes	164
10.11.5	Contrôle et entretien des extracteurs des chambres des pompes	164
10.11.6	Essais des alarmes et seuils d'arrêt d'urgence	164
10.11.7	Divers	164
CHAPITRE 11 – OPERATIONS A BORD		167
11.1	Opérations liées à la cargaison	167
11.1.1	Généralités	167
11.1.2	Réglage des tuyaux et des vannes	167
11.1.3	Fonctionnement des vannes	167
11.1.4	Sautes de pression	168
11.1.5	Vannes à papillon et de non-retour (Contrôle)	168
11.1.6	Procédures de chargement	168
11.1.7	Chargement d'huiles accumulatrices de charge électrostatique	173
11.1.8	Chargement de cargaisons à très haute pression de vapeur	180
11.1.9	Chargement des cargaisons contenant du sulfure d'hydrogène (H ₂ S)	181
11.1.10	Chargement de cargaisons contenant du benzène	182

11.1.11	Chargement de produits chauffés	182
11.1.12	Chargement par le haut (parfois appelé "chargement en pluie")	183
11.1.13	Chargement aux terminaux équipés de systèmes de contrôles des émissions de vapeur (CEV)	183
11.1.14	Procédures de déchargement	186
11.1.15	Vidange des conduites et tuyaux après les opérations de cargaison	189
11.2	Aspects concernant la stabilité, les tensions, l'assiette et le ballotement	192
11.2.1	Généralités	192
11.2.2	Effet de carène liquide	192
11.2.3	Ballotement	193
11.2.4	Planification du chargement et du déchargement	193
11.3	Nettoyage des citernes	194
11.3.1	Généralités	194
11.3.2	Gestion des risques liés au lavage des citernes	194
11.3.3	Supervision et préparation	195
11.3.4	Atmosphères des citernes	195
11.3.5	Lavage de citernes	196
11.3.6	Précautions pour le lavage des citernes	200
11.4	Dégazage	203
11.4.1	Généralités	203
11.4.2	Dégazage pour une entrée sans appareil respiratoire	203
11.4.3	Procédures et précautions	204
11.4.4	Test et mesure du gaz	205
11.4.5	Equipements 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	Chargement de ballast dans des citernes à cargaison	206
11.6.4	Chargement de ballast séparé	207
11.6.5	Déballastage dans le port	208
11.6.6	Déchargement de ballast séparé	208
11.6.7	Sans objet	209
11.6.8	Sans objet	209

11.7	Fuite de cargaison vers les citernes à double enveloppe	209
11.7.1	Mesures à prendre	209
11.7.2	Sans objet	210
11.8	Mesurage, jaugeage par le creux, sondage et prise d'échantillons de la cargaison	210
11.8.1	Généralités	210
11.8.2	Mesurage et prise d'échantillons de citernes non inertes	211
11.8.3	Mesurage et prise d'échantillons de citernes inertées	214
11.8.4	Mesurage et prise d'échantillons de cargaisons contenant des substances toxiques	217
11.8.5	Jaugeage fermé pour le transfert de responsabilité	217
11.9	Transbordement entre bâtiments	218
11.9.1	Transbordement de bateau-citerne à bateau-citerne	218
11.9.2	Transbordement de navire de mer à bateau-citerne de navigation intérieure et inversement	218
11.9.3	Transbordement entre bateaux-citernes avec équilibrage de vapeur	219
11.9.4	Transbordement entre bateaux-citernes utilisant les installations du terminal	219
11.9.5	Conductivité électrique entre les bateaux-citernes	219
CHAPITRE 12 – TRANSPORT ET STOCKAGE DE MATIERES DANGEREUSES		221
12.1	Gaz liquéfiés	221
12.2	Magasins des bateaux-citernes	222
12.2.1	Généralités	222
12.2.2	Peintures	222
12.2.3	Produits chimiques	222
12.2.4	Liquides de nettoyage	222
12.2.5	Stockage de matériel de rechange	222
12.3	Echantillons de cargaison et de combustible	223
12.4	Autres matériaux	223
12.4.1	Sciure, granulés absorbants d'huile et torchons	223
12.4.2	Déchets	223

12.5	Cargaisons conditionnées	223
12.5.1	Pétrole et autres liquides inflammables	223
12.5.2	Sans objet	225
12.5.3	Entrée dans les cales	225
12.5.4	Équipement électrique portatif	225
12.5.5	Systèmes d'extinction d'incendie par étouffement	225
12.5.6	Mesures de lutte contre les incendies	225
12.5.7	Espaces de gaillard	225
12.5.8	Matériel arrimé sur le pont	226
12.5.9	Sans objet	226
CHAPITRE 13 – ASPECTS CONCERNANT LE FACTEUR HUMAIN		227
13.1	Niveaux d'effectifs	227
13.2	Formation et expérience	228
13.3	Heures de repos	229
13.3.1	Exigences réglementaires	229
13.3.2	Fatigue	230
13.4	Stupéfiants et politique sur l'alcool	230
13.4.1	Lignes directrices de l'industrie	230
13.4.2	Contrôle de l'alcool	230
13.4.3	Programmes de test contre les stupéfiants et l'alcool	231
13.5	Trafic de stupéfiants	231
13.6	Pratiques d'emploi	231
CHAPITRE 14 – TYPES PARTICULIERS DE BATEAUX – Sans objet.....		233

PARTIE 3 - INFORMATIONS RELATIVES AU TERMINAL	235
CHAPITRE 15 – GESTION ET INFORMATION AU TERMINAL	237
15.1 Conformité	237
15.2 Identification des risques et gestion des risques	238
15.3 Manuel d'exploitation	238
15.4 Information du terminal et réglementation portuaire	239
15.5 Surveillance et contrôle	239
15.5.1 Niveaux d'effectifs	239
15.5.2 Réduction des effectifs aux quais lors de la manutention de cargaison	240
15.5.3 Contrôle des quantités durant la manutention de cargaison	240
15.5.4 Formation	240
15.6 Compatibilité du bateau-citerne et du quai	240
15.6.1 Tirant d'eau maximum	241
15.6.2 Déplacement maximum	241
15.6.3 Longueur hors tout (LHT)	241
15.6.4 Autres critères	241
15.7 Documentation	242
CHAPITRE 16 – OPERATIONS AU TERMINAL	243
16.1 Communications avant l'arrivée	243
16.2 Amarrage	243
16.2.1 Equipement d'amarrage	243
16.3 Conditions limites d'exploitation	244
16.4 Accès bateau-citerne / terre	244
16.4.1 Généralités	244
16.4.2 Disponibilité de l'accès bateau-citerne / terre	245
16.4.3 Équipement d'accès	245
16.4.4 Emplacement de la passerelle	246
16.4.5 Filets de sécurité	246
16.4.6 Maintenance de routine	246
16.4.7 Personnes non autorisées	247
16.4.8 Tabagisme et alcoolémie	247
16.5 Amarrage à couple	247

16.6	Opérations de la cargaison durant la marée	247
16.6.1	Déchargement durant la marée	248
16.6.2	Chargement durant la marée	248
16.7	Opérations durant lesquelles le bateau-citerne ne reste pas à flot	248
16.8	Génération de sautes de pression dans les conduites.....	249
16.8.1	Introduction	249
16.8.2	Génération d'une saute de pression	249
16.9	Evaluation des sautes de pression	251
16.9.1	Délai réel de fermeture de la vanne	251
16.9.2	Calcul de la pression totale dans le système	251
16.9.3	Conception globale du système	251
16.10	Réduction du risque de saute de pression	252
16.10.1	Précautions générales	252
16.10.2	Limitation du débit pour éviter le risque d'une saute de pression provoquant des dommages	252
16.11	Contrôle du débit des conduites en tant que précaution statique	253
16.11.1	Généralités	253
16.11.2	Exigences relative au contrôle du débit	253
16.11.3	Contrôle des débits de chargement	253
16.11.4	Déchargement dans les installations à terre	253
CHAPITRE 17 – SYSTEMES ET EQUIPEMENTS DU TERMINAL		255
17.1	Equipement électrique	255
17.2	Défenses	255
17.3	Equipement de levage	256
17.3.1	Inspection et entretien	256
17.3.2	Formation à l'utilisation de matériel de levage	256
17.4	Eclairage	257

17.5	Isolation électrique bateau-citerne / terre	257
17.5.1	Généralités	257
17.5.2	Courants électriques du bateau-citerne à la terre	257
17.5.3	Sans objet	259
17.5.4	Câbles de métallisation bateau-citerne / terre	259
17.5.5	Bride isolante	260
17.6	Mise à la terre et métallisation au terminal	262
17.7	Contrôle de vigilance (disjoncteur de sécurité)	263
 CHAPITRE 18 – EQUIPEMENT DE MANUTENTION DE LA CARGAISON		265
18.1	Bras de chargement métalliques	265
18.1.1	Enveloppe opérationnelle	265
18.1.2	Forces sur les collecteurs	265
18.1.3	Restrictions concernant le collecteur du bateau-citerne	266
18.1.4	Remplissage involontaire de bras stationnés	266
18.1.5	Formation de glace	266
18.1.6	Coupleurs mécaniques	266
18.1.7	Forces du vent	267
18.1.8	Précautions lors de la connexion et déconnexion des bras	267
18.1.9	Précautions pendant que les bras sont connectés	267
18.1.10	Coupleur mécanique de déverrouillage de secours (<i>Powered Emergency Release Coupling - PERC</i>)	267
18.2	Tuyaux de cargaison	268
18.2.1	Généralités	268
18.2.2	Types et utilisations	268
18.2.3	Performances	269
18.2.4	Marquage	269
18.2.5	Débit d'écoulement	269
18.2.6	Exigences relatives à l'inspection, aux essais et à l'entretien des tuyaux à cargaison	270
18.2.7	Normes pour les brides de tuyaux	275
18.2.8	Conditions d'utilisation	275
18.2.9	Stockage prolongé	275
18.2.10	Contrôles avant de manipuler les tuyaux	276
18.2.11	Manutention, levage et suspension	276
18.2.12	Sans objet	278
18.2.13	Sans objet	278
18.3	Systèmes de contrôle des émissions de vapeur	278

CHAPITRE 19 – SECURITE ET PROTECTION CONTRE L'INCENDIE	279
19.1 Sécurité	279
19.1.1 Considérations relatives à la conception	279
19.1.2 Gestion de la sécurité	280
19.1.3 Systèmes de permis de travail - Considérations générales	280
19.2 Protection du terminal contre l'incendie	281
19.2.1 Généralités	281
19.2.2 Prévention et isolement des incendies	282
19.2.3 Détection d'incendie et systèmes d'alarme	282
19.2.4 Systèmes automatiques de détection	282
19.2.5 Choix des détecteurs d'incendie	283
19.2.6 Emplacement et espacement des détecteurs d'incendie	283
19.2.7 Détecteurs fixes de gaz inflammables et toxiques	284
19.2.8 Emplacement de détecteurs fixes de gaz inflammables et toxiques	284
19.2.9 Analyseurs fixes de gaz inflammables et toxiques	284
19.2.10 Compatibilité avec les systèmes d'extinction d'incendie	286
19.3 Systèmes d'alarme et d'avertisseurs	286
19.3.1 Types de systèmes d'alarme	286
19.3.2 Types de signaux	286
19.3.3 Conception des systèmes d'alarmes et d'avertisseurs	286
19.3.4 Configurations alternatives de systèmes d'alarme et d'avertisseurs	287
19.3.5 Interface entre les systèmes de détection et d'alarme ou d'extinction d'incendie – Configuration des circuits	287
19.3.6 Sources d'énergie électrique	287
19.4 Systèmes de détection et d'alarme aux terminaux de manutention de pétrole brut, hydrocarbures et produits chimiques.....	288
19.4.1 Généralités	288
19.4.2 Salles et bâtiments de contrôle	289
19.5 Matériel anti-incendie	289
19.5.1 Equipement de lutte contre l'incendie dans le terminal	290
19.5.2 Extincteurs d'incendie et canons portatifs et mobiles	290
19.5.3 Equipement fixe de lutte contre l'incendie dans le terminal	291
19.6 Equipement de lutte contre les incendies depuis l'eau	297
19.7 Vêtements de protection	298
19.8 Accès pour les services de lutte contre l'incendie	298

CHAPITRE 20 – PREPARATION AU SITUATIONS D'URGENCE	299
20.1 Vue d'ensemble	299
20.2 Planification d'urgence au terminal - Composantes et procédures du plan	300
20.2.1 Préparation	300
20.2.2 Contrôle	301
20.2.3 Communications et alarmes	302
20.2.4 Plans et cartes du site	303
20.2.5 Accès au matériel	303
20.2.6 Mouvements et contrôle de la circulation routière	303
20.2.7 Services externes	304
20.2.8 Formation aux situations d'urgence	305
20.3 Définition et hiérarchie des urgences	306
20.3.1 Généralités	306
20.3.2 Hiérarchie des urgences	306
20.3.3 Évaluation des risques	307
20.4 Plan d'urgence du terminal	307
20.4.1 Format	307
20.4.2 Préparation	308
20.4.3 Disponibilité des ressources	308
20.4.4 Aspects organisationnels divers	309
20.5 Eloignement d'urgence des bateaux-citernes à quai	311
 CHAPITRE 21 – EVACUATION D'URGENCE	 313
21.1 Généralités	313
21.1.1 Evacuation d'un bateau-citerne	314
21.1.2 Personnel non indispensable	314
21.2 Evacuation et voies d'évacuation pour le personnel	314
21.2.1 Voies d'évacuation primaires et secondaire	314
21.2.2 Protection du personnel	314
21.2.3 Accès aux bateaux	315
21.2.4 Disponibilité d'embarcations de sauvetage	315
21.2.5 Matériel de sauvetage	315
21.3 Sans objet	316
21.4 Formation et exercices	316

PARTIE 4 - GESTION DE L'INTERFACE BATEAU-CITERNE / TERMINAL	317
CHAPITRE 22 - COMMUNICATIONS	319
22.1 Procédures et précautions	319
22.1.1 Equipement de communication	319
22.1.2 Procédures de communication	319
22.1.3 Conformité aux règles du terminal et locales	320
22.2 Echange d'informations avant l'arrivée	320
22.2.1 Échange d'informations de sécurité	320
22.2.2 Du bateau-citerne à l'autorité compétente	320
22.2.3 Du bateaux-citernes au terminal	321
22.2.4 Du terminal au bateau-citerne	321
22.3 Echange d'informations avant l'accostage	322
22.3.1 Du bateau-citerne au terminal et/ou au pilote	322
22.3.2 Du terminal et/ou du pilote au bateau-citerne	322
22.4 Echange d'information avant la manutention	322
22.4.1 Du bateau-citerne au terminal	323
22.4.2 Du terminal au bateau-citerne	324
22.5 Plan de chargement concerté	325
22.6 Plan de déchargement concerté	326
22.7 Accord pour effectuer des réparations	327
22.7.1 Réparations à bord du bateau-citerne	327
22.7.2 Réparations au terminal	328
22.7.3 Utilisation d'outils lorsqu'un bateau-citerne est à quai au terminal	328
CHAPITRE 23 - AMARRAGE	329
23.1 Sécurité du personnel	329
23.2 Sécurité des amarrages	329
23.3 Préparatifs pour l'arrivée	329
23.3.1 Dispositifs d'amarrage du bateau-citerne	329
23.3.2 Assistance au bateau	330
23.3.3 Utilisation de remorqueurs ou d'autres embarcations en cas d'urgence	330
23.4 Amarrage au quai	330
23.4.1 Type et qualité des amarres	331
23.4.2 Gestion des amarrages à quai	331
23.5 Sans objet	333

CHAPITRE 24 - PRÉCAUTIONS A BORD DU BATEAU-CITERNE ET AU TERMINAL PENDANT LA MANUTENTION DE CARGAISON	335
24.1 Ouvertures sur l'extérieur des logements et des salles des machines	335
24.2 Systèmes de climatisation et de ventilation	336
24.3 Orifices dans les citernes à cargaison	337
24.3.1 Couverts des citernes à cargaison	337
24.3.2 Trappes de visée et de jaugeage	337
24.3.3 Orifices de ventilation des citernes à cargaison	337
24.3.4 Orifices pour le lavage des citernes	337
24.4 Inspection des citernes à cargaison avant le chargement des bateaux-citernes	338
24.5 Couverts de citernes de ballastage dédiées	338
24.6 Connexions de cargaison entre le bateau-citerne et la terre	338
24.6.1 Brides de raccordement	338
24.6.2 Retrait de brides d'obturation	339
24.6.3 Réducteurs et bobines	339
24.6.4 Eclairage	339
24.6.5 Déconnexion d'urgence	339
24.7 Déversement accidentel et fuite de produit	340
24.7.1 Généralités	340
24.7.2 Sans objet	340
24.7.3 Obturation des dalots	340
24.7.4 Confinement des déversements	341
24.7.5 Conduites inutilisées des bateaux-citernes et à terre	341
24.8 Matériel anti-incendie	341
24.9 Proximité d'autres bâtiments	341
24.9.1 Bateaux-citernes aux postes d'amarrage voisins	341
24.9.2 Bateaux transportant des cargaisons ordinaires aux postes d'amarrage voisins	341
24.9.3 Opérations de bateaux-citernes aux postes de chargement ordinaires	342
24.9.4 Remorqueurs et autres embarcations le long du bateau-citerne	342

24.10	Panneaux d'information	343
24.10.1	Panneaux à bord du bateau-citerne	343
24.10.2	Panneaux au terminal	343
24.11	Exigences relatives aux effectifs	344
24.12	Contrôle des flammes nues et autres sources d'inflammation potentielles	344
24.13	Contrôle des véhicules et autres équipements	344
24.14	Sans objet	344
CHAPITRE 25 – OPERATIONS D'AVITAILLEMENT		345
25.1	Généralités	345
25.2	Procédures d'avitaillement	345
25.3	Opération d'avitaillement	346
25.4	Liste de contrôle de sécurité pour l'avitaillement de bateaux de la navigation intérieure	346
25.4.1	Généralités	346
25.4.2	Directives pour l'utilisation	347
25.4.3	Liste de contrôle de sécurité pour l'avitaillement de bateaux de la navigation intérieure	349
CHAPITRE 26 – GESTION DE LA SECURITE		351
26.1	Conditions climatiques	351
26.1.1	Recommandations du terminal en cas de conditions météorologiques défavorables	351
26.1.2	Régime des vents	352
26.1.3	Orages électriques (foudre)	352
26.2	Sécurité du personnel	352
26.2.1	Équipement de protection individuelle (EPI)	352
26.2.2	Risques de glisser et de tomber	352
26.2.3	Hygiène personnelle	353
26.2.4	Vêtements en matériaux synthétiques	353
26.3	Liste de contrôles de sécurité	353
26.3.1	Généralités	353
26.3.2	Directives pour l'utilisation	354
26.3.3	Exemple de lettre de sécurité	357
26.4	Instructions pour compléter la liste de contrôle de sécurité bateau-citerne/terre	358

26.5	Mesures d'urgence	358
26.5.1	Incendie ou explosion sur un quai	358
26.5.2	Incendie à bord du bateau-citerne, au terminal ou à bord d'un autre bateau-citerne	358
26.5.3	Raccord incendie international de jonction avec la terre (si nécessaire)	361
26.5.4	Procédures de déconnexion d'urgence	362
26.5.5	Câbles de remorquage d'urgence	362
 PARTIE 5 - GAZ		363
 CHAPITRE 27 – PROPRIETES GENERALES DES GAZ LIQUEFIES		365
27.1	Gaz liquéfiés	365
27.2	Production de gaz liquéfié	366
27.2.1	Production de GNL	366
27.2.2	Production de GPL	369
27.2.3	Production de gaz chimiques	371
27.2.4	Les principaux produits	372
27.3	Structure chimique des gaz	374
27.4	Hydrocarbures saturés et insaturés	377
27.5	Gaz chimiques	378
27.6	Propriétés chimiques	380
27.7	Gaz inerte et azote	384
27.8	Polymérisation	385
27.9	Formation d'hydrates	387
27.10	Lubrification	388
27.11	Propriétés physiques	389
27.12	Etats de la matière	389
27.12.1	Solides, liquides et gaz	389
27.12.2	Fuites de gaz liquéfié	391
27.12.3	Vaporisation de liquide déversé	392
27.13	Principes de la réfrigération	392
27.14	Températures et pressions critiques	394
27.15	Rapports de volume liquide / vapeur	394
27.16	Lois des gaz parfaits	394

27.17	Pression de vapeur saturante	398
27.18	Densités de vapeur et de liquide	402
27.18.1	Densité de liquide	402
27.18.2	Densité de la vapeur	403
27.19	Propriétés physiques des mélanges de gaz	403
27.20	Points de bulle et de points de rosée de mélanges	405
27.21	Reliquéfaction et enthalpie	407
27.21.1	Enthalpie	407
27.21.2	Réfrigération	407
27.22	Inflammabilité	409
27.23	Suppression d'inflammabilité par gaz inerte	414
27.24	Sources d'inflammation	416
CHAPITRE 28 – DANGERS LIÉS AUX GAZ		417
28.1	Risques liés à la cargaison	417
28.2	Inflammabilité	420
28.2.1	Aspects opérationnels	420
28.2.2	Aspects d'urgence	420
28.3	Déficit en air	420
28.3.1	Toxicité	420
28.3.2	Asphyxie (étouffement)	422
28.3.3	Traitement médical	423
28.3.4	Oxygénothérapie	426
28.4	Gelure	427
28.5	Brûlures chimiques	428
28.6	Transport à l'hôpital	428
28.7	Atmosphères dangereuses	429
28.7.1	Nécessité des tests de gaz	429
28.7.2	Analyseurs d'oxygène	429
28.7.3	Indicateurs de gaz combustible	429
28.7.4	Détecteurs de toxicité	429

CHAPITRE 29 – ELECTRICITE STATIQUE	431
29.1 Electrostatique	431
CHAPITRE 30 – LUTTE CONTRE L'INCENDIE	433
30.1 Les principaux risques	433
30.1.1 Inflammabilité	433
30.2 Feux de gaz liquéfiés	434
30.2.1 Généralités	434
30.2.2 Feux en torche	434
30.2.3 Feux de liquides (nappes)	434
30.2.4 Incendies dans les chambres de compresseurs	436
30.2.5 Feux de collecteurs	436
30.3 Lutte contre les incendies de gaz liquéfiés	436
30.3.1 Agents extincteurs	436
30.3.2 Formation	438
CHAPITRE 31 – SYSTEMES DE BORD	439
31.1 Conduites et vannes de cargaison	439
31.1.1 Conduites de cargaison	439
31.1.2 Vannes de cargaison	440
31.1.3 Systèmes d'arrêt d'urgence (ESD – <i>Emergency shut-down</i>)	441
31.1.4 Vannes de décharge des citernes à cargaison et des conduites	442
31.2 Pompes de cargaison	443
31.3 Réchauffage de la cargaison	451
31.4 Vaporisateurs de cargaison	452
31.5 Systèmes de reliquéfaction et de contrôle d'évaporation	452
31.5.1 Cycles indirects	453
31.5.2 Cycles directs	453
31.6 Compresseurs de cargaison et dispositifs connexes	458
31.6.1 Compresseurs à piston	458
31.6.2 Compresseurs à vis	461
31.6.3 Séparateur de liquide d'aspiration du compresseur	462
31.6.4 Condenseur de purge des gaz	462

31.7	Systèmes à gaz inerte et à azote	463
31.7.1	Production d'azote à bord des bateaux-citernes	463
31.7.2	Azote pur chargé depuis la terre	464
31.8	Matériel électrique dans les espaces présentant un risque de gaz	464
31.9	Instruments	466
31.9.1	Instruments de mesure du niveau de liquide	466
31.9.2	Systèmes d'alarme de niveau et d'arrêt automatique	467
31.9.3	Surveillance de la température et de la pression	467
CHAPITRE 32 – OPERATIONS A BORD		469
32.1	Séquence des opérations	469
32.2	Inspection, assèchement et inertage des citernes	470
32.2.1	Inspection de la citerne	470
32.2.2	Assèchement	470
32.2.3	Inertage - avant le chargement	471
32.3	Balayage à la vapeur de produit	475
32.4	Refroidissement	477
32.5	Chargement	479
32.5.1	Chargement - Procédures préliminaires	479
32.5.2	Contrôle des vapeurs durant le chargement	481
32.5.3	Chargement - Premières étapes	482
32.5.4	Chargement en vrac	485
32.5.5	Limites de remplissage des citernes à cargaison	486
32.6	Voyage du bâtiment chargé	488
32.6.1	Fonctionnement de l'installation de reliquéfaction	490
32.7	Déchargement	491
32.7.1	Déchargement par pressurisation du volume de phase gazeuse.....	491
32.7.2	Déchargement au moyen des pompes	491
32.7.3	Déchargement au moyen de la pompe de surpression et réchauffeur de cargaison	496
32.7.4	Vidange des citernes et des conduites	497
32.8	Le voyage sur lest	498
32.9	Changement de cargaison (et préparation pour la cale sèche)	498
32.9.1	Assèchement du liquide résiduel	499
32.9.2	Réchauffage	500
32.9.3	Inertage - Après le déchargement	501
32.9.4	Aération	502
32.9.5	Ammoniac - Procédures spéciales	503

32.10	Transbordement de bateau à bateau	504
32.11	Conclusion	504
CHAPITRE 33 – TYPES DE BATEAUX-CITERNES TRANSPORTANT DU GAZ		505
33.1	Types de bateaux-citernes transportant du gaz	505
33.2	Systèmes de confinement de la cargaison	507
33.2.1	Citernes indépendantes	507
33.2.2	Citernes à membrane (membrane d'une épaisseur comprise entre 0,7 à 1,5 mm)	511
33.2.3	Citernes à semi-membrane	515
33.2.4	Citernes intégrales	515
33.3	Matériaux de construction et d'isolation	515
33.3.1	Matériaux de construction	515
33.3.2	Isolation de la citerne	516
INDEX		519

APPENDICES

Appendice 1 :	Liste de contrôle bâtiment-citerne/terre
Appendice 2 :	Liste de contrôle bâtiment de haute mer/fluvial / bâtiment fluvial
Appendice 3 :	Liste de contrôle pour le déchargement de déchets et résidus dangereux
Appendice 4 :	Liste de contrôle pour le déchargement de déchets et résidus non dangereux
Appendice 5 :	Liste de contrôle soutage pour l'avitaillement des bâtiments fluviaux
Appendice 6 :	Liste de contrôle soutage pour l'avitaillement des bâtiments de haute mer
Appendice 7 :	Directives à suivre pour remplir les listes de contrôle.

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 la navigation intérieure et d'autres bâtiments et des installations à terre (terminaux). Le guide ne vise pas à établir, remplacer ni à 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 comporte des recommandations à l'attention des personnels des bateaux-citernes et des terminaux sur la sécurité du transport et de la manutention de produits généralement rencontrés à bord des bateaux-citernes 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 et des terminaux. Il ne fournit pas une description arrêtée de la façon dont sont menées les opérations à bord des bateaux-citernes et dans les terminaux. Il fournit toutefois des orientations et des exemples concernant certains aspects de l'exploitation des bateaux-citernes 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 opérateurs 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 opérateurs 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. 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 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. 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 (FPSO) et les unités de stockage flottantes (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.

BSI	Circular Flanges for Pipes, Valves and Fittings (Class Designated). Steel, Cast Iron and Copper Alloy Flanges. Specification for Steel Flanges (BS 1560. 3-1)
CEN	Classification of Fires (EN 2)
OMI	Recueil de règles applicables aux navires existants transportant des gaz liquéfiés en vrac
OMI	Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk
OMI	Systèmes de lavage au pétrole brut
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/EC)
UE	Directive 2008/68/CE du Parlement européen et du Conseil du 24 septembre 2008 relative au transport intérieur de marchandises dangereuses
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)
CEI	Installations électriques à bord des navires - Partie 502: Navires-citernes – caractéristiques spéciales (CEI 60092-502)
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)
OMI	Guidelines on Fatigue
OMI	Guidelines for Maintenance and Monitoring of Onboard Materials Containing Asbestos (MSC/Circ.1045, 28 May 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/Circ.850, 8 June 1998)
Energy Institute	HM 50. Guidelines for the Cleaning of Tanks and Lines for Marine Tank Vessels Carrying Petroleum and Refined Products
OMI	IGC Code – 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	Inland navigation vessels - Installation of berths and loading areas (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	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 pour le transport de matières dangereuses sur le Rhin (ADNR)
CCNR	Règlement de visite des bateaux du Rhin
OMI	SOLAS 74/88 – Convention internationale pour la sauvegarde de la vie humaine en mer, 1974 et protocole 1988
OMI	Standards for Vapour Emission Control Systems (MSC/Circ.585, 16 April 1992)
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
CEFIC	www.cefic.org
CCNR	www.ccr-zkr.org
DC	www.ccr-zkr.org
EBIS	www.ebis.nl
EFOA	www.efoa.org
EIGA	www.eiga.org
IAPH	www.iaphworldports.org
ICS	www.marisec.org
IMO	www.imo.org
IVR	www.ivr.nl
OCIMF	www.ocimf.com
SIGTTO	www.sigtto.org
UNECE	www.unece.org

DEFINITIONS

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

A 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'ignition 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.

Adiabatique

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

Administration

Désigne le gouvernement de l'Etat dont le bateau est autorisé à battre le pavillon.

ALARP

Aussi bas que raisonnablement possible.

Analyseur d'oxygène ou oxygénomètre

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

Antidéflagrant (également appelé "anti explosion")

Un équipement électrique est défini et certifié comme étant antidéflagrant lorsqu'il est contenu dans un boîtier capable de résister à une explosion interne d'un mélange de gaz d'hydrocarbure et d'air ou d'autres mélanges spécifiés de gaz inflammables. 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 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.

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.

Barge

Tout bateau de fret pour la 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 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 de ravitaillement, bateau de lutte contre les incendies ou une embarcation de sauvetage.

Bateau-citerne

Un bateau conçu pour transporter des cargaisons de pétrole, de produits chimiques ou de gaz liquéfiés en vrac.

Bride isolante

Un joint à brides incorporant un joint isolant, des viroles et des rondelles pour interrompre la continuité électrique entre le bateau 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.

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 du pavillon confirmant que la structure, les équipements, installations, aménagements et matériaux utilisés pour la construction d'un bateau-citerne transportant du gaz sont en conformité avec le Code de gaz pertinent ou avec 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

Une attestation délivrée 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

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 (également 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 de 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.

Adhérence

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

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 (SMS) établi par la Société et vérifié et approuvé par l'administration du pavillon.

Codes de gaz

Les codes de gaz sont les codes de construction et d'équipement des bateaux transportant des gaz liquéfiés en vrac (Le Code international pour la construction et l'équipement des bateaux transportant des gaz liquéfiés en vrac (Recueil IGC), le Code de la construction et l'équipement des bateaux transportant des gaz liquéfiés en en vrac, le Code pour les bateaux existants transportant des gaz liquéfiés en vrac). Ces normes sont publiées par l'OMI.

Combustible (également 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.

Concentré de mousse (également dénommé "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.

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 de 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 (m³/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 au moyen de gaz inerte, suivie de l'introduction d'air frais.

Densité

La masse par unité de volume d'une substance à des conditions spécifiées de température et de pression (voir 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 (également 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'explosivité (LIE).

Détecteur d'interface

Un instrument électrique de détection de la limite entre l'huile et l'eau.

Eau pulvérisée

Un jet d'eau en grosses gouttes dispersées par une buse spéciale pour la lutte contre l'incendie.

Electricité 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, les unités sont par conséquent 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.

Equipements agréés

Équipement d'une conception qui 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 dangereuse 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 carburant, 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 maintenue dans un état sûr de manière permanente. (Voir les codes de gaz pour une définition plus détaillée).

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 fioul, les pompes à cargaison ou la salle des compresseurs ou que n'importe quel espace normalement utilisé par le personnel.

Etat inerte

L'état de l'atmosphère d'une citerne lorsque la teneur en oxygène a été réduite à 8 pour cent ou moins en volume par l'ajout de gaz inerte.

Exempt de gaz

Une citerne, un compartiment ou une citerne de gaz 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.

Expéditeur

L'entreprise qui expédie des marchandises dangereuses, soit pour son propre compte ou pour 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.

Explosimètre

Voir "Indicateur de gaz combustible".

Fiche de Données de Sécurité (FDS) (aussi appelé "fiche signalétique")

Un 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). Voir Fiche de données de sécurité du produit.

Fiche de Données de Sécurité du Produit (FDSP)

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 la substance en toute sécurité. Le format et le contenu d'une FDSP pour les cargaisons d'hydrocarbures et de fiouls au sens de MARPOL, annexe I, sont prescrits par la résolution OMI MSC.286 (86). Voir FDS.

Flamme nue

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.

Gamme d'explosivité

Voir "Plage d'inflammabilité".

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, tels que les gaz de combustion dont la teneur en oxygène est insuffisante pour soutenir la combustion d'hydrocarbures.

Gaz liquéfié

Un liquide dont la pression de vapeur saturante est supérieure à 2,8 bar absolu 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.

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.

Huile accumulatrice de charge électrostatique

Une huile présentant une conductivité électrique inférieure à 50 picoSiemens/mètre (pS/m), de sorte qu'elle est capable d'accumuler une charge électrostatique significative.

Huile non accumulatrice de charge électrostatique

Une huile présentant une conductivité électrique supérieure à 50 picoSiemens/mètre (pS/m), de sorte qu'elle est incapable d'accumuler une charge électrostatique significative.

Inertage

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

Inflammable (également appelé "combustible")

Capable de s'enflammer et de brûler. Aux fins du présent guide, "inflammable" et "combustible" sont synonymes.

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'explosivité (LIE)

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 appelé Limite inférieure d'Inflammabilité (Lower Flammable Limit LFL).

Limite supérieure d'explosivité (LSE)

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 appelé Limite supérieure d'inflammabilité (LSI).

Marchandises dangereuses

Les marchandises dangereuses sont : les matières et objets dont le transport est interdit par la réglementation en vigueur ou autorisé uniquement dans les conditions qui y sont prescrites.

Marchandises emballées

Pétrole 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, tel qu'indiqué sur le certificat de navigation bateau.

Mercaptans

Un groupe de produits chimiques organiques d'origine naturelle contenant du soufre. Ils sont présents dans certains pétroles bruts et des 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 (également appelé "mise à la terre")

Le raccordement électrique d'un équipement au corps principal de la "masse" pour s'assurer qu'il est au potentiel de la masse. À bord d'un bateau, la connexion est faite à la structure métallique principale du bateau qui est au potentiel de la masse en raison de la conductivité de la mer.

Mise à la terre

Voir "Mise à la masse".

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 vapeurs d'hydrocarbures, de liquides ou de résidus restant dans les citernes. 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.

Opérations fermées

Opérations de ballastage, de chargement ou de déchargement réalisées sans ouvrir les orifices de jaugeage par le creux ou de visée. Pendant les opérations fermées, les bateaux nécessitent des moyens pour contrôler le contenu de la citerne sans l'ouvrir, soit par un système de jaugeage fixe ou au moyen d'un équipement portable passé à travers un bouchon de vapeur.

Par le haut

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. (Ne pas confondre avec "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.

Pétrole

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

Pétrole brut reconstitué

Désigne le pétrole brut additionné de gaz liquéfié ou de condensat.

Pétrole brut sulfureux

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

Pétrole non-volatil

Pétrole ayant un point d'éclair de 60 °C ou plus, tel que déterminé par la méthode d'essai en vase clos.

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'inflammabilité (également appelé "Gamme d'explosivité")

La plage des concentrations de gaz d'hydrocarbures dans l'air entre la limite inférieure et supérieure d'inflammabilité (d'explosivité). 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 de fond

Un type de pompe de cargaison centrifuge fréquemment utilisé à bord de bateaux-citernes transportant du gaz. 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.

Pompe de surpression

Une pompe utilisée pour augmenter la pression de refoulement d'une autre pompe (par exemple une pompe de cargaison).

Pompe immergée

Un type de pompe centrifuge à cargaison fréquemment installé au fond de citernes à bord de bateaux-citernes transportant du gaz et dans les terminaux. Cette pompe comporte un moteur d'entraînement, une turbine et des roulements totalement submergés par la cargaison lorsque la citerne contient du liquide en vrac.

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 réelle (TVP)

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".

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 réelle".

Protection cathodique

La prévention de la corrosion par des techniques électrochimiques. A bord des bateaux-citernes, 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

Désigne l'opération destinée à compléter 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

Une personne désignée par la société ou le conducteur du bateau 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.

Saute de pression

Une augmentation soudaine de la pression du liquide dans une conduite, provoquée par un brusque changement de débit.

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 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 du 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 cancérogène, mutagène ou reprotoxique.

Sulfure de fer pyrophorique

Un sulfure de fer sujet à une oxydation exothermique rapide provoquant son incandescence lorsqu'il est exposé à l'air et l'inflammation potentielle de mélanges de gaz d'hydrocarbures inflammables et d'air.

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 à 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, 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 vapeur (SCEV)

Des tuyauteries et équipements utilisés pour contrôler les émissions de vapeurs lors des opérations des bateaux-citernes, 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 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 nécessaires 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, 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.

Taux de compression

Le taux de la pression absolue à la sortie d'un compresseur divisé par la pression absolue à l'aspiration.

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 pour charger ou décharger des cargaisons d'hydrocarbures.

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.

Torche (également appelée "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 ou aux animaux. La "toxicité chronique" d'une substance ou d'un mélange de substances implique 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. La "toxicité aiguë" implique des effets nocifs pour l'organisme après une seule exposition de courte durée.

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 est rapidement et automatiquement enroulé.

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 relié électriquement à la structure du bateau sur le pont et à son extrémité inférieure.

Valeur limite d'exposition (Threshold Limit Value - TLV)

Les concentrations atmosphériques de substances auxquelles il est considéré que presque tous les travailleurs peuvent être exposés jour après jour sans effet néfaste. Les TLV 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 :

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

Vapeur

Un gaz au-dessous de sa température critique.

Vapeur d'évaporation

La 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 une chute de pression.

Zone dangereuse

Une zone sur la rive qui est considéré comme étant dangereuse en cas d'installation et l'utilisation de matériel électrique. Ces zones dangereuses sont classées en secteurs dangereux en fonction de la probabilité de la présence d'un mélange de gaz inflammables. Désigne aussi un espace à bord d'un bateau-citerne qui est considéré comme dangereux pour l'installation et l'utilisation de matériel électrique.

Zone de Cargaison

La partie du bateau 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 stockage de la cargaison. Lorsqu'ils sont présents, les batardeaux, citernes de ballast et espaces vides à l'arrière de l'extrémité de la dernière cale ou à l'avant de la première cale sont exclus de la zone de cargaison. (Voir les codes de gaz pour une définition plus détaillée).

PARTIE 1

INFORMATIONS GENERALES

Chapitre 1

PROPRIETES GENERALES 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 réelle

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, et la volatilité d'un mélange particulier de composés dépend essentiellement de la quantité des composés les plus volatils (ceux ayant un faible point d'ébullition).

La volatilité (par exemple la tendance d'un produit à dégager 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.

Ce gaz peut aussi avoir tendance à se redissoudre dans le liquide, l'équilibre étant finalement 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 de sa température, 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 réelle (*True Vapour Pressure TVP*), 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 TVP augmente également. Si la TVP est supérieure à la pression atmosphérique, le liquide commence à bouillir.

La TVP d'un produit fournit une bonne indication sur sa capacité à produire du gaz. Malheureusement, il s'agit d'une propriété extrêmement 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 TVP à partir de la Pression de Vapeur Reid et de la température, qui sont plus faciles à mesurer.

1.1.2 Pression de Vapeur Reid

La Pression de Vapeur Reid (PVR) est un test simple qui, pour les produits pétroliers, est généralement la méthode utilisée pour mesurer la volatilité de liquides en vrac. Le test est réalisé dans 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 rapidement des conditions d'équilibre, l'augmentation de la pression due à la vaporisation est lue sur un manomètre relié au dispositif. Cette lecture du manomètre fournit une bonne indication, en bar, 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. Elle ne présente toutefois 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. À cette fin, la TVP est beaucoup plus utile et, comme déjà mentionné précédemment, des corrélations existent dans certains cas entre TVP, PVR et la température.

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 de gaz émanant du produit et d'air. Lorsque le gaz au-dessus du liquide s'enflamme, la chaleur produite est généralement suffisante pour faire évaporer suffisamment de gaz supplémentaire pour maintenir la flamme et on parle de liquide enflammé. En fait, c'est le gaz qui brûle et qui est continuellement renouvelé par le liquide.

1.2.2 Limites d'explosivité

Un mélange de gaz émanant d'un produit et d'air 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, connue sous la désignation de limite inférieure d'explosivité (LIE), est la concentration du produit en dessous de laquelle le gaz émanant du produit est insuffisante pour rendre possible et propager la combustion. La limite supérieure de la plage, connue sous la désignation limite supérieure d'explosivité (LSE), est la concentration du produit au-dessus de laquelle l'air présent est insuffisant pour rendre possible et propager la combustion.

Les limites d'explosivité varient selon les produits.

1.2.3 Effet du gaz inerte sur l'inflammabilité

Quand un gaz inerte, par exemple de l'azote, du CO₂ ou du gaz de combustion, est ajouté à un mélange de gaz émanant d'un produit et d'air, ceci se traduit par une hausse de la limite inférieure d'explosivité de la concentration et par une baisse de la limite supérieure d'explosivité de la concentration. Ces effets sont illustrés par le schéma 1.1, qui ne doit être considéré que comme un guide destiné à illustrer les principes en cause.

Chaque point du diagramme représente un mélange de gaz d'hydrocarbures / air / gaz inerte, spécifié en termes de sa teneur en hydrocarbures et en oxygène. Les mélanges gaz d'hydrocarbures / air sans gaz inerte se situent sur la ligne AB, dont la courbe reflète la réduction de la teneur en oxygène pendant 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 gaz inerte.

Les limites inférieure et supérieure d'inflammabilité des mélanges pour le gaz d'hydrocarbures dans l'air sont représentées par les points C et D. Lorsque la teneur en gaz inerte augmente, la limite des mélanges explosifs change comme indiqué par les lignes CE et DE, lesquelles convergent finalement 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, les changements de composition dus à l'ajout d'air ou de gaz inerte sont représentés 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 gaz inerte ajouté. Ces lignes sont présentées pour le mélange de gaz, lequel est représenté par le point F.

Le schéma 1.1 fait apparaître clairement que, lorsque le gaz inerte est ajouté au mélange de gaz émanant du produit et d'air, la plage d'inflammabilité diminue progressivement jusqu'à ce que la teneur en oxygène atteigne un niveau généralement considéré comme étant d'environ 11 % en volume, niveau où aucun mélange ne peut brûler. Le chiffre de 8 % en volume d'oxygène indiqué dans le présent Guide pour un mélange de gaz rendu inerte de manière fiable laisse une marge au-delà de cette valeur.

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 donc 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 gaz inerte supplémentaire (purge pour extraire du gaz d'hydrocarbures).

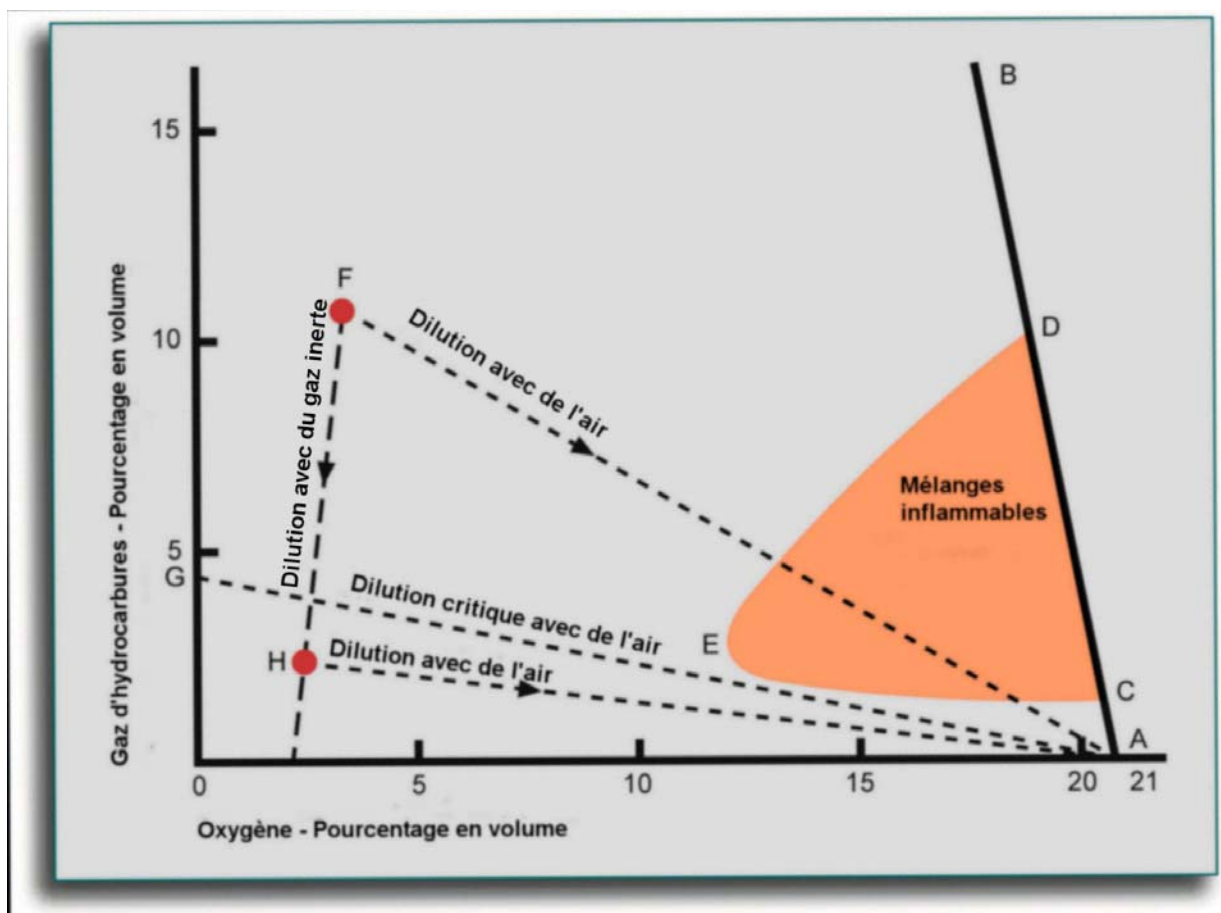


Schéma 1.1 – Schéma de la composition d'inflammabilité

1.2.4 Essais d'inflammabilité

Etant 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 est théoriquement possible de réaliser un test d'inflammabilité en mesurant la pression de vapeur. Dans la pratique, la très large gamme des produits pétroliers et la plage de températures auxquelles ils sont manipulés a empêché le développement d'un test simple à cet effet.

Au lieu de cela, l'industrie pétrolière fait appel à deux méthodes standard. La première est le test de pression de vapeur Reid (voir section 1.1.2) et la deuxième est le test du point d'éclair, 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 section 2.7).

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 toutes les huiles, à l'exception des carburants résiduels, ce mélange gaz / air correspond étroitement au mélange de la limite inférieure d'explosivité.

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 catégorie, 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 fournit un résultat beaucoup plus précis que celui pouvant être obtenu lors d'essais en vase ouvert. C'est pourquoi la méthode en vase clos est désormais retenue de manière générale 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 oui ou non 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 appelées non volatil et volatil, définies comme suit 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. Ces liquides produisent à n'importe quelle température ambiante normale des concentrations de gaz équilibrées demeurant en dessous de la limite inférieure d'explosivité. Ils comprennent les distillats, les huiles lourdes 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. Certains 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'explosivité à toute température ambiante normale.

Le choix de 60 °C, en tant que critère de point d'éclair pour la distinction entre les liquides non-volatils et volatils est relativement arbitraire. Etant 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 être choisie en tenant compte de facteurs tels que le l'erreur d'appréciation de la température, l'inexactitude de la mesure du point d'éclair et la possibilité d'une contamination mineure par des produits plus volatils. La valeur du point d'éclair en vase clos de 60 °C offre une marge de sécurité suffisante pour ces facteurs et cette valeur correspond également à celle des définitions adoptées par l'OMI au niveau international et par un certain nombre d'organismes de réglementation à travers 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 1.1 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 hydrocarbure / 50 % en volume air	Mélange Limite Inférieure d'Explosivité
Propane	1.55	1.25	1.0
Butane	2.0	1.5	1.0
Pentane	2.5	1.8	1.0

Tableau 1.1 – 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 et la rejoint lorsqu'est atteinte la limite inférieure d'explosivité.

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 :

- présentent une bonne résistance mécanique et chimique aux cargaisons en vrac, ou
- présentent un revêtement approprié qui assure leur protection contre les propriétés de la cargaison en vrac.

Chapitre 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 abordés.

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 représente cette propriété.

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), repro-toxiques (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 du Produit.

2.3.2 Liquides en vrac

2.3.2.1 Ingestion

La toxicité orale de produits chimiques est très variée et la Fiche de Données de Sécurité du Produit (FDSP) 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 FDSP 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 Fiche de Données de Sécurité du Produit 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.

Beaucoup de produits pétroliers, en particulier les plus volatils, causent des irritations et dissolvent des films gras protecteurs, ce qui peut provoquer une dermatite en cas de contact avec la peau. Ils peuvent également causer une irritation des yeux. Certaines huiles plus lourdes 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 FDSP 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. Du liquide dans les poumons peut occasionner un essoufflement grave, lequel peut souvent survenir plusieurs heures après l'inhalation.

La Fiche de Données de Sécurité du Produit doit être consultée pour les informations spécifiques et pour les mesures qui doivent être prises si une personne a inhalé des vapeurs de produit. La FDSP 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 la Valeur Limite d'Exposition est faible.

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 FDSP.

Ces symptômes peuvent se produire à des concentrations bien en dessous de la Limite inférieure d'Explosivité. 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 très 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 FDSP.

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* (ACGIH), 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 valeurs limites d'exposition (VLE) (*Threshold Limit Value - TLV*) 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 bas que raisonnablement possible (*As Low As Reasonably Possible - ALARP*).

Dans le texte ci-après sont utilisés les termes TLV-TWA (*Threshold Limit Value - Time Weighted Average*). Parce qu'il s'agit de moyennes, les TWA partent du principe d'expositions de courte durée au-dessus de la TLV-TWA, qui ne sont pas suffisamment élevées pour être nocives pour la santé et qui sont compensées par des expositions équivalentes en dessous de la TLV-TWA 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 FDSP 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 FDSP du produit.

2.3.4 Fiches de Données de Sécurité du Produit (FDSP) / fiches de sécurité (FDS)

Afin d'assister les équipages dans leur préparation pour des cargaisons toxiques, l'OMI a invité les gouvernements à veiller à ce que des Fiches de Données de Sécurité du Produit (FDSP) soient distribuées aux bateaux et conservées à bord pour les cargaisons correspondantes. La FDSP doit indiquer le type et la concentration probable de composants dangereux ou toxiques de la cargaison à charger, en particulier le H₂S et le benzène. Dans la réglementation de la CEE-ONU et celle de l'UE, ces documents sont appelés Fiches De Sécurité (FDS). La FDSP ou la FDS doit être basée sur le format standard requis par la réglementation applicable.

Le fournisseur doit mettre à disposition la FDSP correspondante au bateau-citerne avant de commencer à charger les produits. Le bateau-citerne doit fournir au destinataire une FDSP 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 FDSP 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 FDSP 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 dont ils pensent qu'elles 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(P). A la place, des "instructions écrites" doivent être fournies aux bateaux-citernes. Toutefois, comme ces instructions contiennent des informations moins nombreuses et plus générales, il est fortement recommandé que les FDS(P) 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 CMR 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 section 2.3.4 ci-dessus).

2.3.5.2 Benzène et autres produits CMR

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.

Le benzène présente surtout un danger par inhalation. Ses caractéristiques d'alerte sont faibles car son seuil olfactif est bien supérieur à la TLV-TWA.

Limites d'exposition

L'OMI fixe la TLV-TWA pour le benzène à 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 (EPI)

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 au-delà de la TLV-TWA.
- Lorsque les TLV-TWA spécifiées par les autorités nationales ou internationales sont susceptibles d'être dépassées.
- Lorsqu'aucun contrôle ne peut être effectué.

Entrée dans une citerne

Avant l'entrée dans une citerne qui a récemment contenu des produits contenant du benzène et / ou d'autres produits CMR, la citerne doit être testée pour ces concentrations. Cette mesure s'ajoute aux exigences pour l'accès aux espaces confinés détaillées au chapitre 10.

2.3.6 Sulfure d'hydrogène (H₂S)

Le sulfure d'hydrogène (H₂S) est un gaz très toxique, corrosif et inflammable. Il présente un seuil olfactif très bas et une odeur caractéristique d'œufs pourris. Le H₂S est incolore, il est plus lourd que l'air, a une densité relative de vapeur de 1,189 et il est soluble dans l'eau.

2.3.6.1 Sources de sulfure d'hydrogène (H₂S)

Beaucoup de pétroles bruts sont extraits avec des niveaux élevés de H₂S, 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 H₂S 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 H₂S.

Le H₂S peut également être rencontré dans les produits raffinés tels que le naphte, le fioul, les combustibles de soute, les bitumes et les gazoles.

La cargaison et les combustibles de soute (en tant que cargaison) ne doivent être considérés comme étant exempts de H₂S qu'après avoir été chargés et qu'après que l'absence de H₂S ait été confirmée par les résultats de la surveillance et des informations pertinentes de la FDSP.

2.3.6.2 Concentrations prévues

Il est important de faire une distinction entre les concentrations de H₂S 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, il a été démontré qu'un pétrole brut contenant 70 ppm (en poids) de H₂S, produit une concentration de 7000 ppm (en volume) dans le flux de gaz qui s'échappe de l'événement de la citerne.

Durant le transport, la concentration de vapeurs de H₂S 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 H₂S, 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 H₂S, laquelle peut être de l'ordre de 0 - 3 ppm en poids.

Des précautions contre les concentrations élevées de H₂S sont normalement jugées nécessaires si la teneur en H₂S en phase vapeur est de 5 ppm en volume ou au-dessus. Toutefois, la réglementation (inter)nationale peut être plus restrictive que ce niveau.

Les effets de l'H₂S à diverses concentrations croissantes dans l'air sont présentés dans le tableau 2.1.

La concentration de H₂S dans la vapeur varie grandement et dépend de facteurs tels que :

- la teneur en H₂S 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 TLV-TWA pour le H₂S est de 5 ppm sur une période de huit heures. Toutefois, la législation (inter) nationale peut être plus restrictive. 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 d'hydrocarbures de soute contenant du H₂S

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 H₂S. Ces précautions doivent également être prises lors du ballastage, du nettoyage ou du dégazage des citernes qui ont contenu auparavant une cargaison présentant une teneur en H₂S. Des informations concrètes et des mesures opérationnelles pouvant être prises pour minimiser les risques associés au chargement de cargaisons présentant une teneur en H₂S sont présentées à la section 11.1.9.

Concentration en 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.
<p>Note : Les personnes surexposées à de la vapeur de H₂S doivent être déplacées à l'air libre dans les meilleurs délais.</p> <p>Les effets négatifs du H₂S peuvent être inversés et la probabilité de pouvoir sauver la vie d'une personne est augmentée si l'intervention est rapide.</p>	

Tableau 2.1 - Effets typiques de l'exposition au sulfure d'hydrogène (H₂S)

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.

Des concentrations élevées et la nature corrosive du gaz peuvent avoir un effet néfaste sur de nombreux instruments électroniques. De faibles concentrations de H₂S sur la durée peuvent également avoir un effet néfaste sur les instruments électroniques. Des tubes de détection doivent par conséquent être utilisés s'il s'avère nécessaire de surveiller une concentration élevée connue.

L'utilisation d'instruments individuels de surveillance du gaz H₂S par le personnel engagé dans les opérations concernant la cargaison est fortement recommandée. Ces instruments peuvent comporter soit une alarme d'avertissement à un niveau préétabli ou une lecture de la concentration en H₂S assortie d'une alarme. Il est en outre recommandé que les alarmes soient réglées sur la valeur correspondant au maximum de la TLV-TWA. 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 valeur TLV-TWA.

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'équipement de protection individuelle.

Équipement de protection individuelle (EPI)

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

Il doit être envisagé de fournir des Appareils Respiratoires pour Evacuation d'Urgence (AREU) au personnel travaillant dans des zones dangereuses. 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 :

- A chaque fois qu'il est susceptible d'être exposé à des vapeurs de H₂S au-delà de la TLV-TWA,
- Lorsque la TLV-TWA 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 H₂S sont susceptibles de dépasser la valeur TLV-TWA.

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 H₂S. Les exigences fonctionnelles doivent inclure, sans s'y limiter, les éléments suivants :

- Formation de tous les membres de l'équipage aux risques associés au H₂S et aux précautions à prendre pour limiter les risques à des niveaux acceptables,
- Procédures de fonctionnement sûres pour toutes les opérations,

- Procédures de tests de gaz / de surveillance de l'atmosphère,
- Procédures de maintenance pour les systèmes liés à la cargaison,
- Exigences EPI,
- Préparation aux imprévus,
- 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 H₂S

Les entreprises et les terminaux doivent élaborer des procédures supplémentaires pour la manutention de cargaisons présentant des teneurs très élevées en H₂S. (100 ppm dans le volume de phase gazeuse sont considérées 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 actions 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'opérateur du bateau-citerne,
- Demander au terminal d'effectuer une mesure,
- Discuter en étroite coopération avec le terminal et l'opérateur la façon 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 H₂S est très corrosif et des cycles renforcés d'inspection et d'entretien doivent être mis en place si du H₂S 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 H₂S 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 H₂S.

2.3.6.7 Nocivité générale

En plus de présenter un danger pour la santé, l'odeur du H₂S est également considérée comme une nuisance publique. La plupart des réglementations environnementales locales limitent ou interdisent l'émission de concentrations de H₂S dans l'atmosphère, ce qui constitue sans aucun doute 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 H₂S, 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 Essences contenant du plomb tétraéthyle (PTE) ou du plomb tétraméthyl (TML)

Les quantités de plomb tétraéthyle (PTE) ou de plomb tétraméthyl (TML) normalement ajoutés aux essences ne sont pas suffisantes pour rendre les vapeurs provenant de ces produits nettement plus toxiques que celles des essences sans plomb. Les effets des vapeurs d'essence au plomb sont donc similaires à ceux décrits pour les vapeurs de produits (voir section 2.3.3).

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, empêchant ainsi la formation de mélanges inflammables. L'exigence principale pour un gaz inerte est une faible teneur en oxygène. Sa composition peut toutefois être variable. (Le tableau 7.1 dans la section 7.1.3 fournit des indications sur les composants typiques de gaz inertes, exprimées en pourcentage par rapport au volume.)

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 TLV-TWA.

2.3.9.3 Sans objet

2.3.9.4 Sans objet

2.3.9.5 Sans objet

2.3.10 Sous-oxygénation

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 FAME (ester méthylique d'acide gras / *Fatty Acid Methyl Ester*)

Le FAME 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 transestérification (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 MTBE / ETBE

Le méthyl-tertio-butyl-éther (MTBE) et l'éthyle-tertio-butyl éther (ETBE) sont des liquides hautement inflammables présentant 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'éthyle tertio-butyl-éther 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 évacuer les 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 Ethanol

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 ou 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 – 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 FDSP 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 portables 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 FDSP 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 Limite Inférieure d'Explosivité (LIE).
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 Limite Inférieure d'Explosivité (LIE) et sont généralement comptabilisées en % de la LIE. Les instruments utilisés pour mesurer le % de la LIE sont des détecteurs de gaz combustibles à filament catalytique (GCFC), qui sont généralement appelés détecteurs de gaz inflammables ou explosimètres. Un détecteur GCFC 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.
A 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 des explosimètres 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 (explosimètres)

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

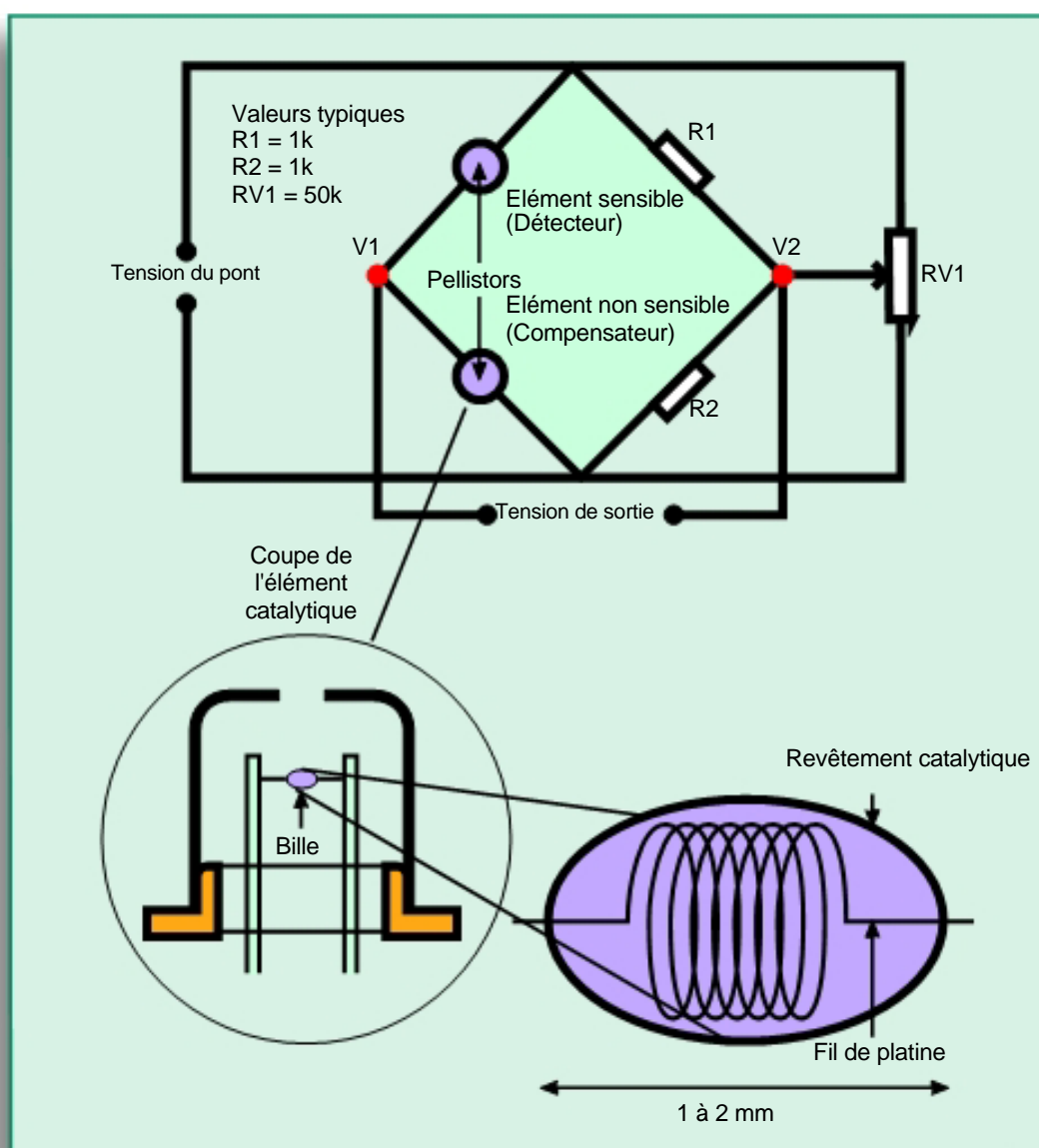


Figure 2.1 - Schéma simplifié d'un détecteur de gaz inflammable comportant un pellistor

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. (Voir aussi section 2.4.13.3)

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 aussi 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. A 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 le 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 et, 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 qui 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'hydrocarbures 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 % - 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 d'hydrocarbures par rapport au volume 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 (IR)

2.4.6.1 Principe de fonctionnement

Le capteur infrarouge (IR) 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 de l'instrument

Cet instrument doit être vérifié au moyen d'un gaz de contrôle composé d'un mélange connu d'hydrocarbures. Le capteur IR 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 aux procédures de gestion de la sécurité du bateau. (Voir aussi la section 2.4.4.4.)

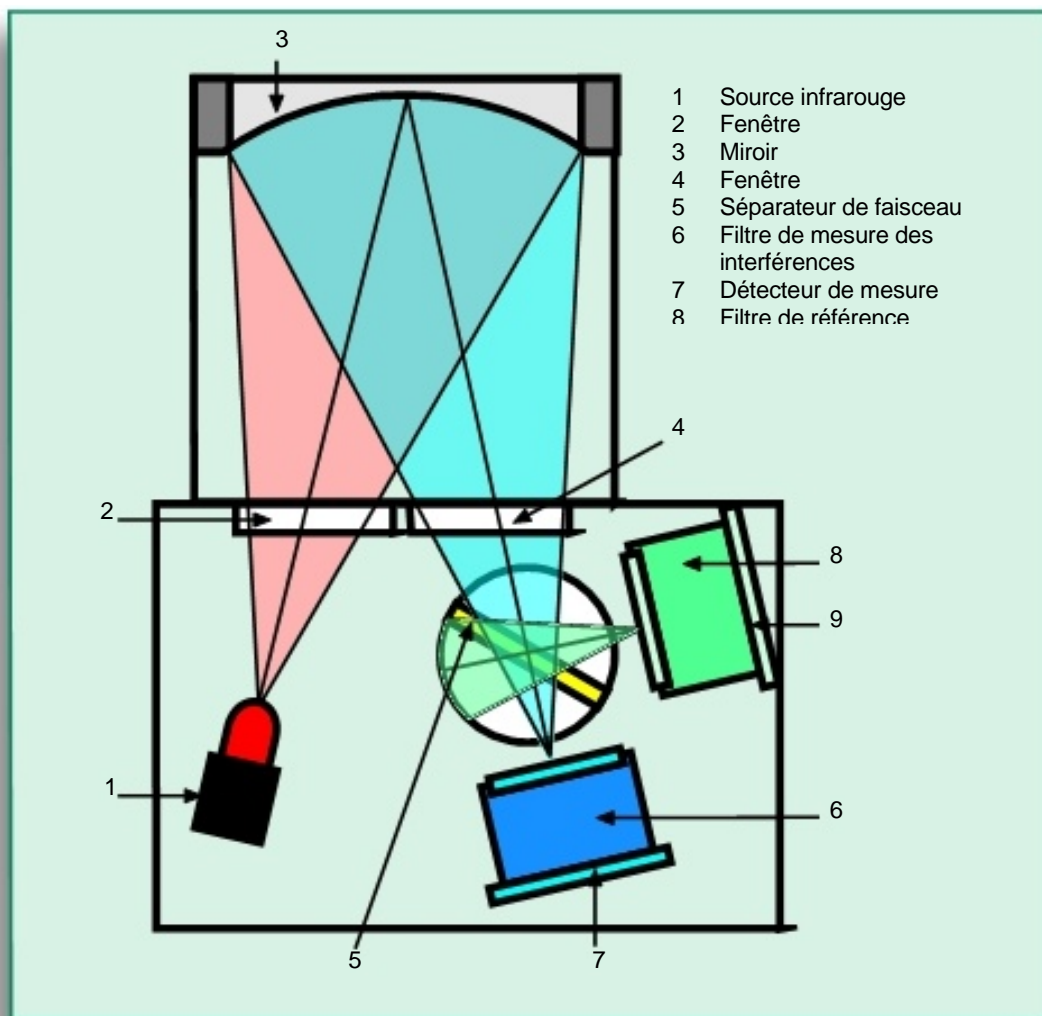


Figure 2.2 - Capteur infrarouge

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 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 le long du tube et la longueur de la décoloration, qui correspond à la mesure de la concentration de gaz, sont lus 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 du pavillon du bateau 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 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 détecteurs 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 parties par million (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 H₂S 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 tels que les espaces de la double coque, des doubles-fonds des chambres des pompes, des salles des machines, 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.

A 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 % LIE (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 Instruments personnels de surveillance des gaz

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 la faible teneur en oxygène et les 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 TLV-TWA pour la vapeur contrôlée. Le poids de ces détecteurs est généralement inférieur à 100 grammes et leur durée de vie est d'environ 2 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 ne sont pas adaptées pour la plupart des mesures de citernes à cargaison de gaz et 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 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. A 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 sodée 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 Evolution 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, 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 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 pendant laquelle une forte concentration est 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 Pression de Vapeur Réelle PVR (*True Vapour Pressure TVP*) de la cargaison
- L'ampleur des projections lorsque le produit pénètre dans la citerne
- Le temps de calcul 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. A 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 de 1 mètre. Son épaisseur exacte dépend des facteurs énumérés ci-avant 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 1 mètre peuvent se former si la TVV de la cargaison est suffisamment élevée. Les cargaisons 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 LIE. 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 % - 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 % - 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 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. Etant 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 de 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.

A bord des bateaux-citernes inertés, après la purge destinée à éliminer la vapeur de produit avant le dégazage, la concentration initiale sera faible, 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'évent 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'évent, elle passe en dessous de la LIE. À tout point au-dessous de la LIE, 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 LIE.

Il y a un risque potentiel 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 exempte étant 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'évent. 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'évent et 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'évent 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 / seconde quel que soit le niveau de chargement de la cargaison, ou
- Une colonne de mise à l'air libre d'une hauteur de 6 m au minimum au-dessus du pont.

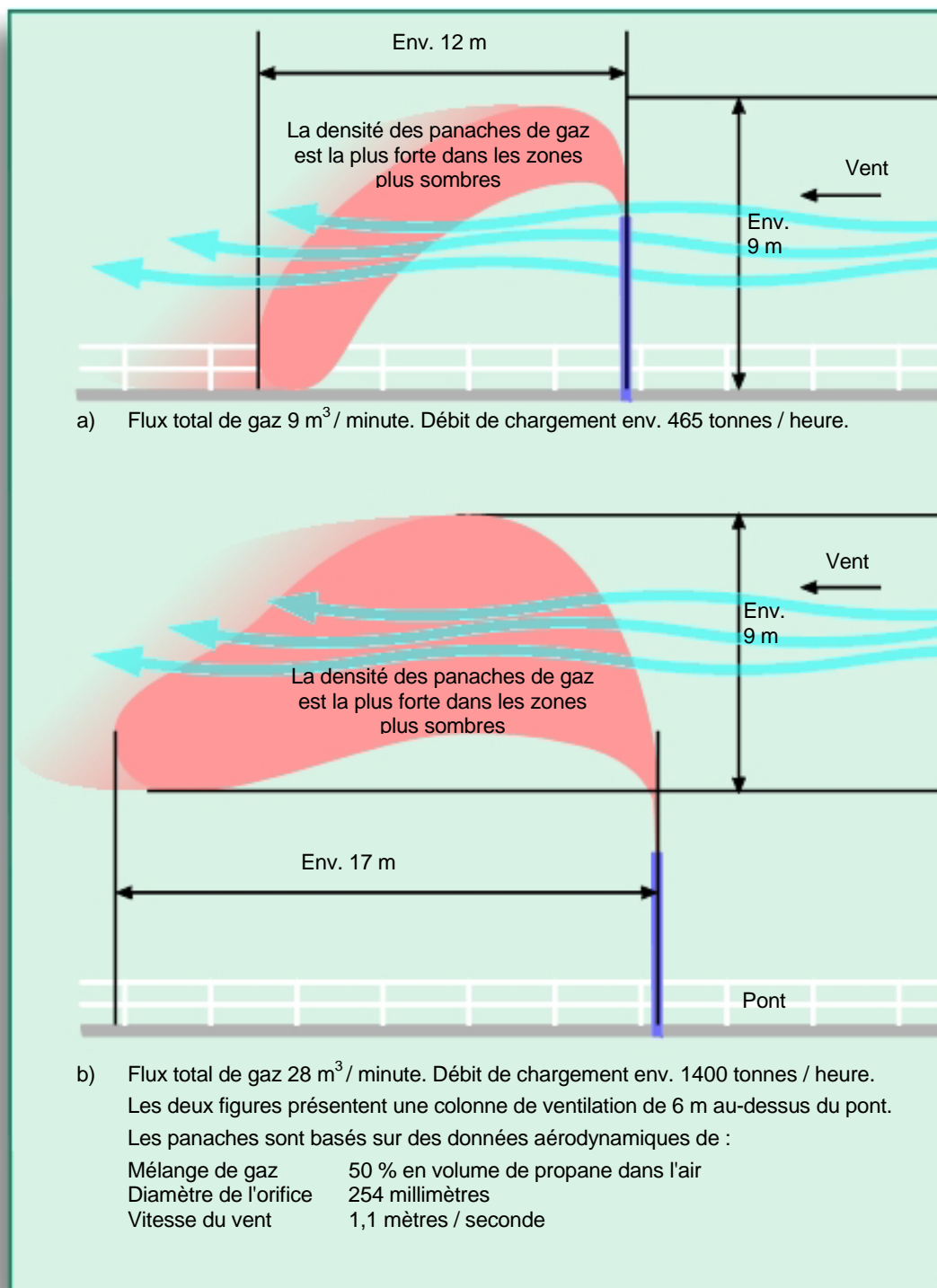
Ces soupapes de dégagement à grande vitesse et colonnes ne doivent pas être placées à moins de 10 m de la ventilation d'une habitation, afin de garantir que les vapeurs de cargaison seront dispersées en toute sécurité avant qu'elles n'atteignent ces endroits.

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 mètres / seconde (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 LIE 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

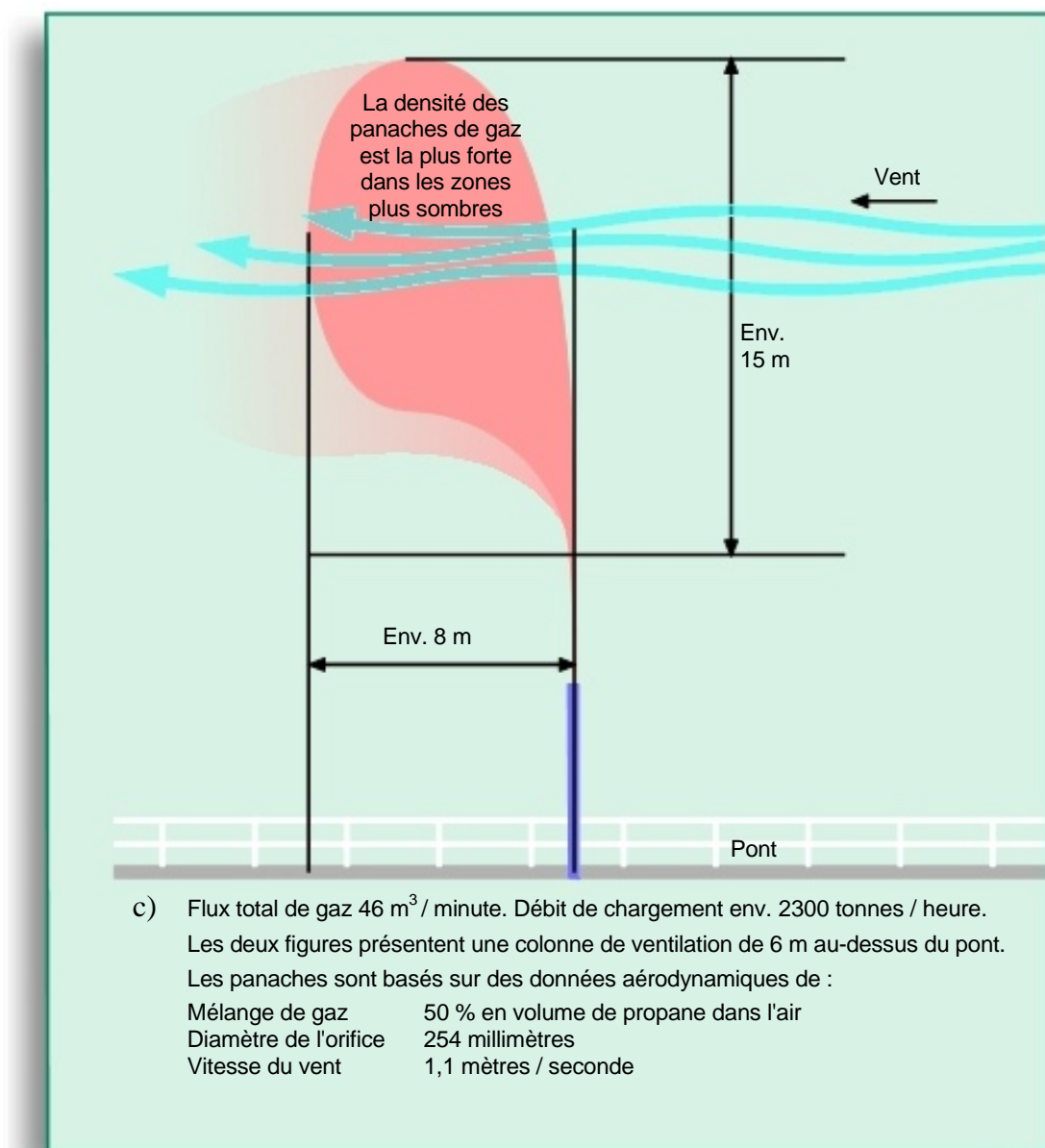


Figure 2.3 (c) - Effet indicatif du débit de gaz sur la zone inflammable

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 donné volumétrique du flux, la vitesse d'écoulement linéaire et donc l'efficacité de la dispersion du panache dans l'atmosphère. Des effets de ce type se produisent par exemple lors du dégazage. Si des turbo-ventilateurs 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 portables, 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'évent

La conception et la position d'un évent doivent être conformes aux réglementations (inter)nationales 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'évent

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. Un schéma illustrant le type de tourbillons formés est présenté en Figure 2.4. Ce schéma 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.

A titre d'exemple, la Figure 2.5 (a) montre la zone inflammable provenant d'une ouverture de citerne située à seulement environ 1,5 mètres 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 libéré. 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.

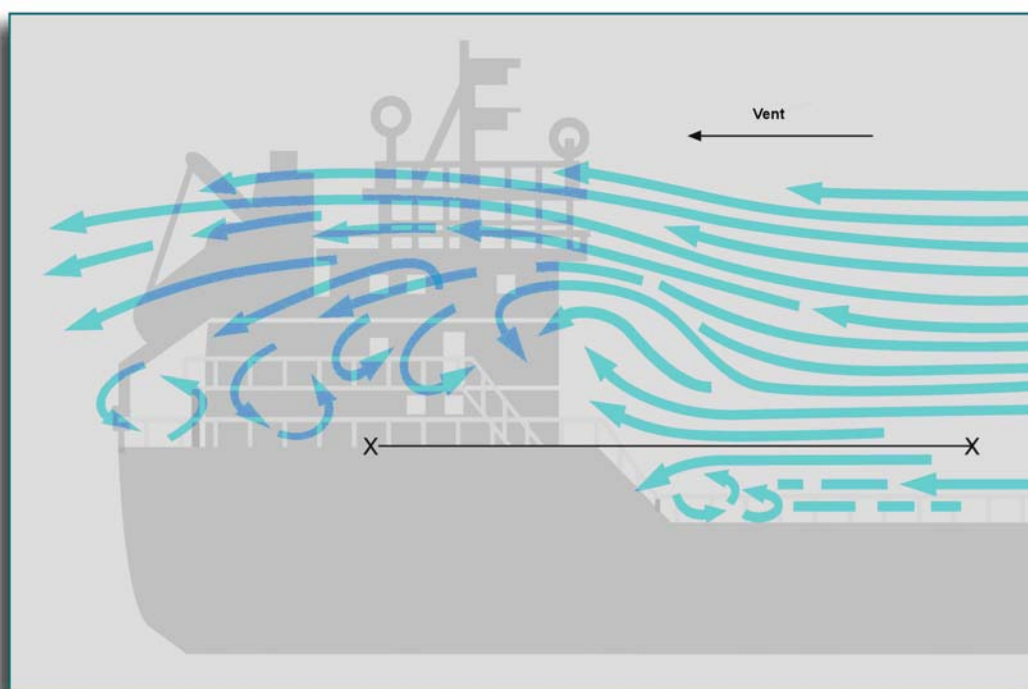


Figure 2.4 - Évolution typique du flux d'air autour d'un bloc de logements

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 de 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 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 :

- Evacuation 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 événements 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.

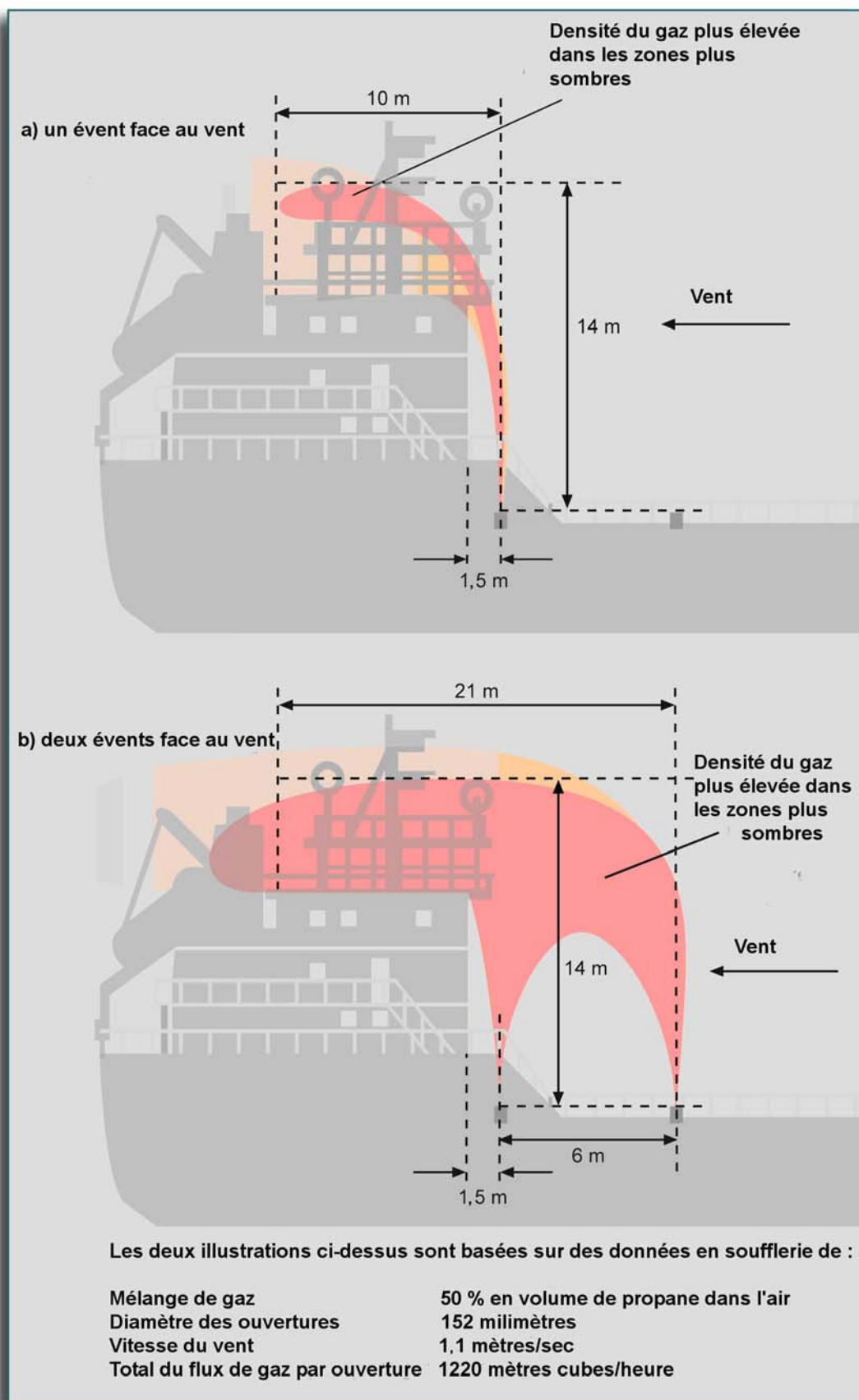


Figure 2.5 - Zone d'inflammabilité des ouvertures à proximité d'un bloc d'hébergement

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 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 produits résiduels

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.

Il convient de se référer à 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 peuvent 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

Les fiouls sont classés pour leur sécurité de stockage, de manutention et de transport en fonction de leur point d'éclair en vase clos (voir également 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 détecteurs de gaz tels que les explosimètres sont traditionnellement utilisés pour vérifier que les espaces confinés sont exempts de gaz et ces appareils sont parfaitement adaptés à cette fonction (voir section 2.4.3). Ils sont également utilisés pour mesurer "l'inflammabilité" d'espaces libres exprimée en pourcentage de la limite inférieure d'explosivité (LIE). Ces détecteurs sont basés sur un étalonnage réalisé normalement sur un seul hydrocarbure, tel que le méthane, qui peut avoir des caractéristiques de LIE 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 non 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, néanmoins, les résultats ne doivent 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 pour 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 LIE 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 tels détecteurs 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 carburant 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 éventuellement 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 LIE), 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 carburants d'avitaillement présentant de fortes concentrations de H₂S sont susceptibles d'être fournis sans information préalable mis à la disposition du bateau-citerne. Le personnel du bateau-citerne doit toujours être attentif à la présence éventuelle de H₂S dans le carburant d'avitaillement et doit être en mesure de prendre les précautions appropriées si du H₂S est présent.

Avant d'avitailer, le bateau-citerne doit prendre contact avec le fournisseur pour vérifier si le carburant à charger est susceptible de présenter une teneur en H₂S.

La conception des événements des réservoirs d'avitaillement 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 carburant contenant du H₂S-dessus de la TLV-TWA 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 doit être assurée dès que possible afin d'y réduire la concentration de vapeurs

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

Une surveillance périodique de la concentration de H₂S doit être maintenue jusqu'à ce que la citerne d'avitaillement soit remplie à nouveau avec un carburant ne contenant pas de H₂S.

Chapitre 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 un 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 exemple une huile accumulatrice de charge électrostatique (comme le kérosène) pompée dans une citerne, ou encore une corde en polypropylène,
- des conducteurs liquides ou solides électriquement isolés, par exemple des brouillards, aérosols ou particules en suspension dans l'air, ou encore une tige de métal non fixée, accrochée 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. A 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 et 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 et 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 et 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 Décharges 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 qui génère une chaleur locale élevée (par exemple une étincelle) qui peut être une source d'inflammation si ceci se produit dans une atmosphère inflammable. Bien que tous les moyens d'isolement puissent être affectés par les claquages et les 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 généralement 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 ne 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. En règle générale, 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 (1 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 généralement 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 qu'une fois qu'ils ont reçu 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(P) 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 d'huiles accumulatrices de charge électrostatique sont abordées 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 50ps/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 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 que 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 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 et 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, mais aussi que, 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 (pico Siemens/mètre)	Classification
Non-conducteurs		
Xylène	0.1	Accumulateur
Essence (distillation directe)	0.1 to 1	Accumulateur
Diesel (teneur ultra-faible en soufre)	0.1 to 2	Accumulateur
Huile de lubrification (base)	0.1 to 1,000*	Accumulateur
Carburéacteur commercial	0.2 to 50	Accumulateur
Toluène	1	Accumulateur
Kérosène	1 to 50	Accumulateur
Diesel	1 to 100*	Accumulateur
Cyclohexane	<2	Accumulateur
Essence de moteurs	10 to 300*	Accumulateur
Semi-conducteurs		
Fiouls avec additifs antistatiques	50 to 300	Non-accumulateur
Fiouls noirs lourds	50 to 1,000	Non-accumulateur
Brut conducteur	>1,000	Non-accumulateur
Bitumes	>1,000	Non-accumulateur
alcools	100,000	Non-accumulateur
Cétones	100,000	Non-accumulateur
Conducteurs		
Eau distillée	1,000,000,000	Non-accumulateur
Eau	100,000,000,000	Non-accumulateur

Tableau 3.1 - Conductivité type 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 exemple 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 est le résultat 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, des décharges présentant une énergie suffisante pour enflammer des mélanges de gaz de produit et d'air peuvent survenir. Voir aussi la section 3.3.4.

3.2 Précautions générales face aux risques électrostatiques

3.2.1 Vue d'ensemble

A 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 dangereuses 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 mètre par seconde 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, afin 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 à ce rythme restreint sur une période de 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	Nombre de citernes ouvertes – Vitesse en m ³ /h							
	1	2	3	4	5	6	7	8
6" / 150 mm	65	130	200	260	325	390	450	520
8" / 200 mm	120	240	350	460	580	700	820	-
10" / 250 mm	180	360	540	720	910	-	-	-
12" / 300 mm	260	520	780	-	-	-	-	-

Tableau 3.2 – Equivalence des taux de chargement et de la vitesse d'écoulement d'1 mètre/seconde (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/s 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 suspension.¹
- 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 pour le sondage, le jaugeage par le creux et la prise d'échantillons, 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 Isopropanol (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.

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

Les opérations effectuées au moyen d'un tuyau de sonde 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 sonde 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 sonde.

Des indications détaillées sur les précautions à prendre lors du jaugeage par le creux, du sondage et de la prise d'échantillons d'huiles accumulatrices 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"). A 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 donc par conséquent être métallisés :

- 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 portables de lavage des citernes.
- Equipements 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.

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 exemple 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 portables doivent être connectés à chaque fois que l'équipement est mis en place et ne doivent pas être déconnectés jusqu'à ce que les équipements ne soient plus utilisés.

3.2.3 Eviter 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 puis oublié sur place 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

Les filtres peuvent être classés en trois catégories comme suit :

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 par conséquent 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 cette exigence concernant le temps de séjour soit satisfaite.

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 Equipements 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'huiles accumulatrices 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. A 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. Une autre solution possible, dans certains cas, 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 en train d'être lavée.

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'ignition dans un brouillard est assez complexe et un certain nombre de 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.

A 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'ignition. 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 coulées d'eau produites par des machines de lavage de type portable puissent provoquer des décharges incendiaires. Ceci peut s'expliquer par le fait que, si la coulée est fine 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. Etant 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. 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.

Chapitre 4

RISQUES GÉNÉRAUX POUR LES BATEAUX-CITERNES ET LES TERMINAUX

Le présent chapitre porte principalement sur les risques généraux qui existent à bord d'un bateau-citerne 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 sur un bateau-citerne, il est nécessaire d'empêcher qu'une source d'inflammation et une atmosphère inflammable soient présents 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, des gaz inflammables sont à prévoir et l'élimination stricte de toutes les sources possibles d'inflammation est essentielle dans ces lieux.

Les cabines, cuisines et autres zones 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 exemple par la désignation de lieux où fumer est spécifiquement autorisé, il est néanmoins essentiel d'éviter l'entrée 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 également section 4.2.4). Il est par conséquent essentiel d'empêcher la pénétration de gaz inflammables dans ces compartiments. Les fiouls et gazoles résiduels peuvent présenter un danger d'inflammabilité (voir section 2.7) et les contrôles de routine de l'inflammabilité des soutes d'avitaillement par le personnel du bateau-citerne 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 de pont, les locaux de stockage, les cales sèches 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 néanmoins 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 les fuites doivent donc être évités et, 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 Flammes nues

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

4.2.2 Fumer

Le fait de fumer est connu pour présenter des risques importants bord de bateaux-citernes et nécessite par conséquent une gestion prudente. Bien que le texte de la présente section se réfère explicitement au tabagisme, les contrôles doivent également être appliqués à la combustion d'autres produits tels que de l'encens et des bâtons d'encens. Comme pour les produits du 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 en cours de voyage

Pendant que le bateau-citerne fait route, le tabagisme ne doit être autorisé par le conducteur du bateau qu'à des moments et dans des lieux spécifiés. Il est interdit de fumer à l'extérieur du logement et en tout autre endroit où des gaz inflammables peuvent être présents.

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 si possible ne doit pas l'être 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 la fois à bord du bateau et à terre, pour en assurer la parfaite observation.

Il doit être strictement interdit de fumer dans la zone réglementée comprenant tous les postes d'accostage de bateaux-citernes ainsi qu'à bord d'un bateau-citerne à quai. Une attention particulière doit être accordée aux réglementations locales (portuaires).

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 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 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 sont informées des endroits retenus pour les fumeurs.

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

- Les espaces fumeurs doivent être situés à l'intérieur d'immeubles.²
- 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 voisin ou sur la jetée.

Pendant que le bateau-citerne 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 locale (portuaire).

4.2.2.4 Allumettes et briquets

Les allumettes de sûreté ou les 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 doivent être des allumettes de sécurité. L'utilisation d'allumettes et les briquets à l'extérieur du logement doit être interdite et les allumettes et briquets ne doivent pas être emportés sur le pont citerne ni à tout autre endroit où des gaz inflammables sont susceptibles d'être présents.

L'utilisation de tous les briquets mécaniques et des briquets portatifs à sources d'allumage électriques doit être interdite bord de bateaux-citernes.

Les briquets jetables présentent un risque significatif en tant que source d'inflammation incontrôlée. La nature non protégée de leur mécanisme destiné à produire des étincelles rend facilement possible de les actionner involontairement.

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.

² La réglementation locale est susceptible d'interdire la mise à disposition d'un local fumeur à l'intérieur d'un immeuble. Une évaluation officielle des risques doit être réalisée pour garantir un niveau de sécurité acceptable.

4.2.2.5 Panneaux d'information

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 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.

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 se trouve au terminal.

Il est essentiel que le personnel soit formé à l'utilisation sûre des équipements de cuisine. Les personnes non autorisées et inexpérimentées ne doivent pas être autorisées à utiliser ces équipements.

Une cause fréquente d'incendies est l'accumulation de carburant 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 qu'elles soient maintenues dans un état propre. Les friteuses doivent être équipées de thermostats pour couper l'alimentation électrique et prévenir ainsi les feux accidentels.

Le personnel de la cuisine 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.

L'utilisation de réchauds portatifs et d'appareils de cuisson à bord de bateaux-citernes 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, le bateau-citerne doit envisager, s'il est en cours de voyage, de modifier son cap dès que possible 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 Equipement électrique portatif

4.3.1 Généralités

Tous les équipements électriques portables, y compris les lampes, destinés à une utilisation dans des zones dangereuses 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.

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

L'utilisation du matériel électrique portable branché sur des enrouleurs de câble doit être interdite dans les citernes à cargaison et les espaces adjacents ou sur le pont des citernes, à moins que, pendant toute la période durant laquelle le matériel est en cours d'utilisation :

- Les compartiments dans lesquels ou au-dessus desquels l'équipement et les câbles doivent être utilisés soient sans danger pour travail à chaud (voir section 9.4).
- Les compartiments adjacents soient également sans danger pour travail à chaud, ou qu'ils aient été purgés des hydrocarbures à moins de 2 % en volume et inertés, ou qu'ils aient entièrement remplis d'eau de ballastage, ou toute combinaison de ces conditions (voir section 9.4).
- Toutes les ouvertures de la citerne vers d'autres compartiments qui ne sont pas sûres pour le travail à chaud ou ne sont pas purgées comme indiqué ci-avant soient fermées et le restent, ou
- L'équipement, y compris tous les enrouleurs de câbles, soit d'un type à sécurité intrinsèque, ou que
- L'équipement soit contenu dans un boîtier antidéflagrant homologué. Les câbles souples doivent être d'un type homologué pour une utilisation particulièrement intense, doivent comporter une prise de terre et être attachés en permanence au boîtier antidéflagrant par des moyens homologués.

Il existe aussi certains types d'équipements homologues uniquement 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, mais 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 câble 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 portables 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.

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.

A 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 où 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 Appareils photographiques

Il existe un large éventail de matériel photographique. A bord de bateaux-citernes et dans les terminaux peuvent se trouver différents types d'appareil photographiques dans des situations différentes - 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 si oui ou non il est sûr 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. Cet équipement ne doit donc pas être utilisé dans une zone dangereuse (voir section 4.4.2), à moins qu'il soit certifié comme étant conforme pour une utilisation dans une zone dangereuse. 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 dangereuses.

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 dangereuses.

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 dangereuses.

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 dangereuses. Ceci inclut, sans que cette liste ne soit exhaustive, les radios, calculatrices, appareils photographiques, ordinateurs portables, ordinateurs de poche et tout autre équipement portable qui est alimenté électriquement mais non approuvé pour une utilisation dans des zones dangereuses.

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 dangereuses. 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 portable. 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.

4.4 Gestion des matériels et installations électriques dans les zones dangereuses

4.4.1 Généralités

La présente section décrit les différentes approches pour la classification des zones dangereuses à bord de bateaux-citernes 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 dangereuses ou potentiellement dangereuses

4.4.2.1 Zones dangereuses à bord d'un bateau-citerne

A bord d'un bateau-citerne, certaines zones ou certains espaces sont définis par des conventions internationales, par des administrations de l'Etat du pavillon, 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 dangereuses à bord des bateaux-citernes 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 ci-dessous).

4.4.2.2 Zones dangereuses 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 où 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 où 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 où 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 dangereuses à un bateau-citerne à quai

Quand un bateau-citerne est à quai, il est possible qu'une zone du bateau considérée comme étant sûre fasse partie de l'une des zones dangereuses du terminal. Si une telle situation se produit et si la zone en question contient des équipements électriques non approuvés, alors 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 Equipement électrique

4.4.3.1 Equipement électrique fixe

Les équipements électriques fixes dans des zones dangereuses, 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 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 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 Equipements et installations électriques à bord des bateaux-citernes

Les équipements et installations électriques à bord des bateaux-citernes 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 Equipements 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.

A chaque fois que 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

L'intégrité de la protection apportée par la conception des équipements électriques à l'épreuve des explosions ou à sécurité intrinsèque peut être compromise par les procédures de maintenance incorrectes. 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.

Tel est plus particulièrement le cas pour 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.

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 et du bateau-citerne

Les équipements, systèmes et installations approuvés d'un terminal ou d'un bateau-citerne 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 dangereuse sont définitivement retirés et non réutilisés, leur câblage doit être retiré de la zone dangereuse ou son extrémité doit être terminée par un boîtier approprié pour la classification de la zone.

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

Les âmes des câbles de circuits à sécurité intrinsèque doivent être isolés les uns des autres ou liées entre eux et isolés 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.
- Couvertres 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, maintenance et travail d'essai aux terminaux

4.4.5.1 Généralités

Tous les travaux de maintenance sur les équipements électriques doivent être entrepris sous le contrôle d'un permis 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 des 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 dangereuse 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 jugé nécessaire sur le quai le long duquel est stationné un bateau-citerne ou à bord d'un bateau-citerne en stationnement, 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 considérées 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 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 et 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 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 8 % en volume ou exempte de gaz à pas plus de 1 % de la LIE. 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 telles que le roc 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 Equipements 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 donc recommandé que le dessous des passerelles en aluminium, escabeaux et des autres structures lourdes et portables 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, le cas échéant, soigneusement contrôlée.

4.7 Anodes de protection cathodique dans les citernes à cargaison

Si des anodes en magnésium heurtent de l'acier rouillé, il est fort probable que ceci produise une étincelle incendiaire. Ces anodes ne doivent donc pas être montées dans des citernes susceptibles de contenir des gaz inflammables.

Les anodes en aluminium donnent lieu à des étincelles incendiennes en cas de choc violent et doivent par conséquent être installées uniquement dans des endroits approuvés à l'intérieur de la citerne à cargaison et ne jamais être déplacés vers un autre emplacement sans supervision adéquate. En outre, étant donné que des anodes en aluminium pourraient aisément être confondues avec des anodes en zinc et installées dans des endroits potentiellement dangereux, il est recommandé de restreindre leur utilisation aux citernes de ballastage dédiées.

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 sera soumis à l'approbation des autorités compétentes. Leurs recommandations doivent être observées et des contrôles effectués aussi souvent que possible pour vérifier la sécurité des anodes et de leur fixation. Les anodes sont davantage susceptibles de subir des dommages physiques depuis l'introduction de machines de lavage des citernes à grande capacité.

4.8 Equipement de communication

4.8.1 Généralités

A moins d'être certifiés à sécurité intrinsèque ou d'un autre modèle approuvé, tous les équipements de communication à bord de bateaux-citernes 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 bateaux-citernes ne doivent pas être utilisés ni connectés ou déconnectés lorsque les zones dans lesquelles ils sont placés se trouve à l'intérieur d'une zone dangereuse à terre.

4.8.2 Appareil de radiocommunication des bateaux-citernes

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 Transmissions radiotéléphoniques à moyenne et haute fréquence

Durant les transmissions radio à moyenne et haute fréquence (300 kHz-30 MHz), l'énergie rayonnée est importante et peut générer à des distances s'étendant à 500 mètres de l'antenne de transmission un potentiel électrique dans des "récepteurs" non mis à la masse (mâts de charge, haubanages, étais de mât, etc.) qui sont capables de produire une étincelle incendiaire. Les transmissions peuvent aussi provoquer un arc électrique sur la surface des isolateurs d'antenne lorsque cette surface est recouverte d'une couche de sel, de saleté ou d'eau.

Par conséquent il convient d'observer les recommandations suivantes :

- Tous les étais, mâts de charge et autres dispositifs doivent être mis à la masse. Les roulements de mats doivent être traités avec de la graisse conductrice (telle que la graisse de graphite) pour maintenir la continuité électrique ou des sangles de métallisation appropriés doivent être installées.
- Les transmissions ne doivent pas être autorisées pendant les périodes durant lesquelles un gaz inflammable est susceptible de stagner dans la zone de l'antenne de transmission ou si l'antenne se trouve à l'intérieur d'une zone dangereuse à terre.
- L'antenne émettrice principale doit être mise à la masse ou isolée pendant que le bateau-citerne est à quai.

S'il est nécessaire de faire fonctionner la radio du bateau-citerne dans le port à des fins d'entretien, le bateau-citerne et le terminal doivent s'accorder sur les procédures nécessaires pour assurer la sécurité. Les précautions pouvant être prises sont notamment un fonctionnement à faible puissance ou le recours à une charge d'antenne fictive qui permettra d'éliminer toutes les transmissions radio dans l'atmosphère. Dans tous les cas, des modalités de travail sûr doivent être définies et mises en œuvre avant la mise sous tension de tels équipements.

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 considéré comme étant sûr. 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 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 et le personnel de terre doit être encouragée.

4.8.2.3 Appareil de communication par satellite

Cet appareil fonctionne 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 par conséquent être utilisés pour émettre et recevoir des messages lorsque le bateau-citerne se trouve dans le port.

4.8.3 Appareil radar des bateaux-citernes

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, il détectera les grues, portiques de chargement et d'autres structures similaires, mais normalement il ne se propagera pas vers le bas sur le pont du bateau-citerne 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 (HF) 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 maritimes ne présentent aucun risque significatif pour la santé.

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

4.8.4 Systèmes automatiques d'identification (AIS)

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

4.8.5 Téléphones

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

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 qu'avec l'autorisation du conducteur. A 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.

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 une puissance suffisante pour provoquer une étincelle en cas de dommage ou de court-circuit. Il convient de garder à l'esprit que les appareils tels que les téléphones mobiles et les appareils de radiomessagerie, lorsqu'ils sont allumés, peut 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 accédant ou quittant un bateau-citerne, ils doivent par conséquent être éteints et ne doivent être remis en marche qu'une fois qu'ils ne sont plus dans une zone dangereuse, par exemple à l'intérieur des logements du bateau-citerne ou loin du terminal.

Il existe des téléphones mobiles à sécurité intrinsèque qui peuvent être utilisés dans des zones dangereuses. 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 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. D'autres visiteurs du bateau-citerne ou du terminal ne doivent pas utiliser de téléphones mobiles à moins d'en avoir obtenu préalablement l'autorisation du bateau ou du terminal concerné.

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 pour accéder ou quitter un bateau-citerne, ils doivent être éteints et ne doivent être remis en marche qu'une fois qu'ils ne sont plus dans une zone dangereuse, par exemple à l'intérieur des logements du bateau-citerne.

Les appareils de radiomessagerie à sécurité intrinsèque peuvent être utilisés dans des zones dangereuses. 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 et le personnel du bateau-citerne qui accède au terminal, lorsqu'ils sont équipés de appareils de radiomessagerie à sécurité intrinsèque, doivent être prêts à en prouver la conformité si l'autre partie en fait la demande. D'autres visiteurs du bateau-citerne ou du terminal ne doivent pas utiliser d'appareils de radiomessagerie à moins d'en avoir obtenu préalablement l'autorisation du bateau ou du terminal concerné.

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 progressif du matériel 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 exemple 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. et ne doivent pas être laissés sur la jetée, sur les ponts, sur les équipements ni à côté de conduites, 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 et, 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

Il est important de noter que le déplacement ou l'enlèvement d'amiante doivent être effectués autant que possible par des entrepreneurs spécialisés. Si l'équipage est impliqué dans des travaux de réparation d'urgence en mer, des mesures doivent être mises en œuvre afin de s'assurer qu'il est protégé de manière appropriée 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 bâtiments et des barges.

Chapitre 5

LUTTE CONTRE L'INCENDIE

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

5.1 Théorie de la lutte contre les incendies

Un feu nécessite une combinaison de combustible, d'oxygène, d'une source d'inflammation et d'une réaction chimique continue communément appelée combustion.

Les feux sont éteints par l'élimination de la chaleur, du combustible ou de l'air, ou en interrompant la réaction chimique de combustion. L'objectif principal de la lutte contre les incendies 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 feux ci-dessous est conforme à la norme européenne EN 2. D'autres classifications alternatives sont susceptibles d'être utilisées ailleurs.

5.2.1 Classe A - feux impliquant des matériaux solides, généralement de nature organique, dans lesquels la combustion a lieu normalement avec la formation de tisons

Les feux de classe A sont ceux qui impliquent des matériaux solides cellulosiques, tels que le bois, les chiffons, le tissu, le papier, le carton, les vêtements, la literie, la corde et d'autres matériaux tels que le plastic, etc.

Le refroidissement par de grandes quantités d'eau ou par l'utilisation d'agents extincteurs contenant une grande proportion d'eau est de première importance pour combattre les incendies impliquant des matériaux combustibles ordinaires. Les matériaux de catégorie A peuvent entretenir des feux dans leurs corps, lesquels peuvent encore couvrir bien après que les flammes visibles aient été éteintes. Par conséquent, le refroidissement de la source et de son environnement doit être poursuivi assez longtemps pour s'assurer qu'aucune reprise de feux en profondeur n'est possible.

5.2.2 Classe B - feux impliquant des liquides ou solides liquéfiables

Les feux de classe B sont ceux qui surviennent dans le mélange vapeur / air sur la surface des liquides inflammables et combustibles tels que le pétrole brut, l'essence, les produits pétrochimiques, les fiouls, les huiles lubrifiantes et autres hydrocarbures liquides ainsi que les solides liquéfiables, tels que le goudron, la cire et de nombreux plastics.

Ces feux sont éteints en isolant la source de carburant (en arrêtant le débit de carburant), en empêchant la libération de vapeurs inflammables ou en interrompant la réaction chimique du processus de combustion. Étant donné que la plupart des matières de la classe B brûlent avec plus d'intensité et reprennent feu plus facilement que les matériaux de classe A, des agents extincteurs plus efficaces sont généralement nécessaires.

La mousse à bas foisonnement, définie et présentée à la section 5.3.2.1, est un agent efficace pour éteindre la plupart des feux d'hydrocarbures liquides. Elle doit être appliquée de manière à s'écouler régulièrement et progressivement sur la surface en feu en évitant l'agitation excessive et la submersion. La meilleure manière d'y parvenir est de diriger le jet de mousse contre toute surface verticale à côté du feu, à la fois pour briser la force du jet et pour former une couverture d'étouffement ininterrompue. En l'absence de surface verticale, la décharge doit être avancée avec des mouvements de balayage oscillants, si possible dans le sens du vent, en prenant soin d'éviter que de la mousse ne tombe dans le liquide. Les jets de mousse pulvérisée, bien que leur rayon d'action soit limité, sont aussi efficaces.

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.

Les feux de liquides non volatils qui n'ont pas brûlé très longtemps peuvent être éteints au moyen de brouillard d'eau ou d'eau pulvérisée si toute la surface en feu est accessible. La surface de l'huile brûlante transfère rapidement sa chaleur aux gouttelettes d'eau, lesquelles présentent une très grande surface de refroidissement. La flamme peut être éteinte par des balayages progressifs et oscillants de brouillard d'eau ou d'eau pulvérisée sur toute la largeur de l'incendie. Tout feu d'huile qui a brûlé depuis un certain temps est plus difficile à éteindre avec de l'eau, parce que l'huile est chauffée à une profondeur de plus en plus grande et ne peut pas facilement être ramenées à une température où elle cesse d'émettre des gaz.

L'eau doit uniquement être utilisée sur des feux d'hydrocarbures en pulvérisation ou en brouillard. L'utilisation d'un jet d'eau risque de propager la combustion des hydrocarbures par les éclaboussures ou le débordement.

Un aspect qu'il convient de garder à l'esprit avec le pétrole liquéfié étant le risque de reprise du feu, il faut par conséquent exercer une surveillance continue et demeurer préparé à cette éventualité bien après que l'incendie ait été éteint.

5.2.3 Classe C - feux impliquant des gaz

Pour les feux de classe C interviennent le gaz naturel, le gaz de pétrole liquéfié et des gaz industriels.

5.2.4 Classe D - feux impliquant des métaux

Les feux de classe D impliquent des métaux combustibles ou des poudres métalliques telles que le magnésium, le titane, le potassium et le sodium. Ces métaux brûlent à des températures élevées et réagissent violemment au contact de l'eau, de l'air et / ou d'autres produits chimiques. Les extincteurs à utiliser sur les feux de classe D ne sont pas destinés à des usages multiples et doivent correspondre au type de métal concerné. Les extincteurs d'incendie convenant pour les feux de catégorie D portent une étiquette énumérant les métaux sur lesquels l'extincteur peut être utilisé.

5.2.5 Classe F - feux impliquant des appareils de cuisson (huiles et graisses végétales ou animales) dans des appareils de cuisson

Les feux de classe F impliquent des huiles de cuisson à température élevée utilisées dans des cuisines de collectivité, etc. Les extincteurs classiques ne sont pas efficaces pour les feux d'huile de cuisson parce qu'ils n'abaissent pas suffisamment la température et peuvent même provoquer un retour de flamme, mettant ainsi en danger l'utilisateur.

5.2.6 Feux de matériel électrique

Ces feux impliquent la présence de matériel électrique sous tension. Ils peuvent être causés par un court-circuit, une surchauffe des circuits ou des équipements, par la foudre ou par la propagation d'un autre feu. 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 dioxyde de carbone 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.

Les incendies électriques ne sont pas considérés comme constituant une classe de feu en tant que tels, l'électricité étant une source d'ignition qui alimentera le feu jusqu'à sa coupure.

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.

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 Les 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 carburant 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 projections de 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. Plusieurs types de concentrés de mousse sont disponibles. Il s'agit notamment de la mousse protéinique standard, des mousses fluoro-protéiniques et de concentrés synthétiques. Les synthétiques sont subdivisés en agents formant un film flottant (AFFF) pour une utilisation normale et en concentrés de mousse de type émulseurs d'hydrocarbures pour une utilisation avec les alcools et les carburants mélangés à des quantités importantes d'alcool (AR-AFFF). Normalement, les concentrés de protéines, fluoro-protéines et d'AFFF sont utilisés à une concentration de 3 - 6 % en volume dans l'eau. Les concentrés de type émulseurs d'hydrocarbures sont disponibles pour une utilisation à une concentration de 1 - 6 % en volume.

Les mousses formant un film aqueux résistant à l'alcool (AR-AFFF) créent une barrière physique sous forme d'une membrane en polymère entre le tapis 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 exemple méthanol, éthanol), cétones et éthers (par exemple 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 en remplacement du halon.

La mousse à foisonnement moyen a un taux de foisonnement d'environ 15 : 1 à 150 : 1. Elle est fabriquée à partir des mêmes concentrés que les mousses 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.

La mousse ne doit entrer en contact avec aucun équipement électrique.

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 les différentes mousses et des poudres extinctrices est variable et doit être vérifié par des essais appropriés.

La compatibilité des composés des mousses est un facteur à garder à l'esprit 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 de tableau électrique). 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 ensuite 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 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, est un produit qui éteint les flammes d'un incendie en agissant 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 carburant 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 efficace dans la lutte contre un incendie provoqué par un déversement d'hydrocarbures en assurant un affaiblissement rapide des flammes et 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 par conséquent 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.

5.4 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.

Il faut garder à l'esprit que tout système fixe d'extinction d'incendie au gaz ne peut être utilisé qu'une seule fois !

Attendez suffisamment longtemps après l'extinction du feu avant d'ouvrir un espace. Soyez conscient du fait que, 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 effectuée 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 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.

Chapitre 6

SURETE

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

En outre, la section 6.5 comporte des indications relatives à la teneur et à l'articulation des plans de sûreté pour les bateaux-citernes de la navigation intérieure.

6.1 Généralités

Les navires-citernes maritimes internationaux et les terminaux de manutention de ces navires-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 au 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 qui sont parties à la Convention.

Il est recommandé que tous les navires-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 de la sûreté. 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 et terminaux sur les voies navigables intérieures appliquent des mesures de sûreté spécifiques. Il est recommandé que, lorsque des bateaux-citernes de la 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 Évaluations de la sûreté

L'évaluation de la sûreté pour les terminaux et les navires-citernes maritimes doit inclure une analyse des risques de tous les aspects opérationnels du navire-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 sûreté doit inclure au moins les éléments suivants :

- Identification des mesures de sûreté existantes, procédures et opérations en vigueur à bord du navire-citerne ou au terminal.

- Identification et évaluation des éléments et infrastructures clés qu'il est important de protéger.
- Menaces distinguées pour le navire-citerne ou le terminal et probabilité de survenance.
- Vulnérabilités potentielles et conséquences d'incidents potentiels sur les navires-citernes, des terminaux, quais et navires-citernes à quai.
- Identification de déficiences (y compris les facteurs humains) dans l'infrastructure, les politiques et les procédures.

6.3 Responsabilités dans le cadre du Code ISPS

Pour un terminal, la responsabilité pour le plan de sûreté incombe à la direction du terminal et peut, selon les circonstances au terminal, nécessiter la désignation d'un responsable de sûreté qui possède les compétences et la formation nécessaires pour assurer la pleine application des mesures de sûreté au terminal.

Pour un navire-citerne maritime, la responsabilité pour le plan de sûreté de la société incombe au responsable de sûreté de la société. Toutefois, le capitaine a le pouvoir de prendre des décisions concernant la sûreté et la sécurité du navire-citerne. Un responsable de sûreté du navire doit être désigné, lequel possède les compétences et la formation nécessaires pour assurer la pleine application des mesures en place à bord du navire-citerne. Cette fonction peut être assurée par le capitaine, mais l'un des officiers supérieurs est souvent désigné.

6.4 Plans de sûreté

Les plans de sûreté varient d'un terminal à l'autre et d'un navire-citerne maritime 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 réflexions locales et nationales relatives à la sûreté. Le plan doit décrire :

- L'organisation de la sûreté à bord du navire-citerne maritime ou au terminal et au port, selon le cas.
- Des mesures de sûreté de base pour le fonctionnement normal et des mesures supplémentaires qui permettront au navire-citerne maritime 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 procédures pour l'interfaçage des activités de sûreté des navires-citernes de mer et des terminaux avec celles des autorités portuaires locales, d'autres navires-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 conditions pour des contrôles réguliers du plan 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 navire-citerne maritime 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 navires-citernes lorsqu'ils sont amarrés au terminal, y compris l'identification des personnels des navires-citernes et des terminaux (par exemple 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 navires-citernes ou des terminaux puissent être embarqués à bord du navire-citerne ou introduits dans le terminal.
- Des procédures pour faire face aux menaces ou atteinte à la sûreté, lesquelles peuvent inclure l'évacuation.

Pour les navires-citernes maritimes, il convient de se référer à la publication ICS "modèle plan de sûreté du navire". Il peut être adapté selon les besoins de sûreté des différents navires-citernes.

6.5 Plans de sûreté pour les bateaux-citernes de la navigation intérieure

Le plan de sûreté des bateaux-citernes de la navigation intérieure varie d'un bâtiment à l'autre selon les contextes particuliers identifiés par l'évaluation de la sûreté, les exigences de réglementations nationales et / ou internationales et des considérations de sûreté locales et nationales. Le plan doit décrire et comprendre au moins les éléments suivants :

- a) L'attribution spécifique des responsabilités en matière de sûreté à des personnes compétentes et qualifiées possédant l'autorité appropriée pour s'acquitter de leurs responsabilités ;
- b) L'inventaire des marchandises dangereuses ou des types de marchandises dangereuses concernés ;
- c) L'examen des opérations courantes et évaluation des risques pour la sûreté, y compris les arrêts nécessaires pour la réalisation du transport, la conservation des marchandises dangereuses à bord du bateau, dans la citerne ou dans un conteneur avant, pendant et après le voyage et le stockage intermédiaire temporaire de marchandises dangereuses durant le transfert ou transbordement intermodal entre les unités ;
- d) L'énoncé clair des mesures qui doivent être prises pour réduire les risques de sûreté, en rapport avec les responsabilités et les fonctions de l'intervenant, y compris :
 - La formation ;
 - Les politiques de sûreté (par exemple la réponse à une situation de menace aggravée, nouvel employé / vérification de l'emploi, etc.) ;
 - Les pratiques opérationnelles (par exemple le choix et l'utilisation d'itinéraires lorsqu'ils sont connus, l'accès aux marchandises dangereuses en stockage temporaire intermédiaire (tel que défini dans (c)), la proximité d'infrastructures vulnérables, etc.) ;
 - Les équipements et les ressources qui doivent être utilisés pour réduire les risques ;
- e) Des procédures efficaces et actualisées pour la notification et pour faire face aux menaces de sûreté, atteinte à la sûreté ou incidents de sûreté ;
- f) Des procédures pour l'évaluation et l'essai des plans et procédures de sûreté en vue d'une vérification et d'une actualisation périodique des plans ;
- g) Des mesures visant à assurer la sûreté physique des informations relatives au transport contenues dans le plan de sûreté ;
- h) Des mesures visant à assurer que la diffusion d'informations relatives à l'opération de transport qui sont contenues dans le plan de sûreté soit limitée aux personnes qui en ont besoin.

6.6 Déclaration de sûreté (DoS)

Sur la base de la réglementation ISPS, une déclaration de sûreté peut être complétée par le navire-citerne maritime et le bateau-citerne de la navigation intérieure. La déclaration contient des informations détaillées les mesures de sûreté prises d'un commun accord. Ci-après est présenté un exemple du contenu d'un DoS :

Déclaration de sûreté

à l'interface commune entre un 1^{er} bâtiment et un 2^{ème} bâtiment

Nom du 1 ^{er} bâtiment	Nom du 2 ^{ème} bâtiment
Port d'immatriculation	Port d'immatriculation
Numéro OMI	Numéro OMI

La présente déclaration de sûreté est valable du au
pour les activités ci-après
..... aux niveaux de sûreté ci-après

Niveau(x) de sûreté établi(s) pour le 1^{er} bâtiment :

--

Niveau(x) de sûreté établis pour le 2^{ème} bâtiment :

--

Le premier et le deuxième bâtiment conviennent des mesures et des responsabilités ci-après en matière de sûreté pour garantir le respect des prescriptions de la partie A du Code international pour la sûreté des navires et des installations portuaires (ISPS).

Le paraphe du conducteur ou de l'agent de sûreté du bâtiment dans ces colonnes indique que l'activité sera exécutée conformément au plan pertinent approuvé par

Activité	Le 1 ^{er} bâtiment :	Le 2 ^{ème} bâtiment :
Exécution de toutes les tâches liées à la sûreté		
Surveillance des zones réglementées pour veiller à ce que seul le personnel autorisé y ait accès		
Contrôle de l'accès au 1 ^{er} bâtiment		
Contrôle de l'accès au 2 ^{ème} bâtiment		
Surveillance des zones autour du 1 ^{er} bâtiment		
Surveillance des zones autour du 2 ^{ème} bâtiment		
Manutention de la cargaison		
Livraison des provisions de bord		
Manutention des bagages non accompagnés		
Contrôle de l'embarquement des personnes et de leurs effets		
Disponibilité rapide des systèmes de communication de sûreté entre les deux bâtiments		

Les signataires du présent accord certifient que les mesures et arrangements en matière de sûreté dont les deux bâtiments seront chargés satisfont aux dispositions du chapitre XI-2 de la partie A du Code qui seront appliquée conformément aux dispositions déjà indiquées dans le plan approuvé ou aux arrangements spécifiques convenus qui figurent dans l'annexe jointe.

Fait à le

Signature pour le compte et au nom	
du 1 ^{er} bâtiment :	du 2 ^{ème} bâtiment :

(Signature du conducteur ou de l'agent de sûreté du bâtiment) (Signature du conducteur ou de l'agent de sûreté du bâtiment)

Nom et titre de la personne qui a apposé sa signature	
Nom :	Nom :
Titre :	Titre :

Coordonnées de contact	
Conducteur :	Conducteur :
Agent de sûreté du bâtiment :	Agent de sûreté du bâtiment :
Société :	Société :
Agent de sûreté de la société :	Agent de sûreté de la société :
Numéro de téléphone :	Numéro de téléphone :
Voies VHF :	Voies VHF :

PARTIE 2

INFORMATIONS RELATIVES AU BATEAU-CITERNE

Chapitre 7

SYSTEMES 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 (GI) 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 de systèmes à 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 hydrocarbures gazeux normalement rencontrés à bord des 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 en utilisant un agencement des tuyauteries fixes permettant d'injecter du 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 l'effet des gaz inertes sur 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 dans 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, et de maintenir une pression positive dans les citernes à cargaison à tout moment avec une atmosphère ayant une teneur en oxygène ne dépassant 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. Toutefois, 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'inertier 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 inertes 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 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. Dans la pratique, cela signifie que, avant qu'une citerne ne soit dégazée, elle doit être purgée au gaz inerte jusqu'à ce que la teneur en hydrocarbures de l'atmosphère de la citerne soit en dessous du seuil critique de dilution (ligne GA de la figure 1.1).

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.

Dans la mesure du possible, une coopération étroite doit être établie entre les services du pont et des machines pour assurer le bon entretien et le bon fonctionnement du système de gaz inerte. 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 de 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. Si un analyseur et un enregistreur fixes de la teneur en oxygène sont utilisés, ils doivent être testés et leur bon fonctionnement doit être vérifié. Les appareils portables appropriés pour mesurer le taux d'oxygène et la limite d'explosivité doivent également être préparés et testés.

7.1.6.1 L'inertage des citernes vides

Lors de l'inertage de citernes vides qui sont exemptes de gaz, par exemple 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. Par la suite, le niveau d'oxygène n'augmentera 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, le système de gaz inerte, le cas échéant, doit être arrêté et les citernes aérées par le système d'aération approprié. Après le chargement ou le ballastage et lorsque tous les jaugeages par le creux sont terminés, les citernes doivent être fermées et le système de gaz inerte 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 complètement 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 en conséquence 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 des vapeurs pendant les transferts d'un bateau-citerne à un autre

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 également 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 pour qu'elles soient étanchéifiées lors du prochain passage de ballast ou à une autre occasion appropriée.

Certains produits pétroliers, principalement les kérosènes 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 re-circuler ou d'arrêter l'apport de gaz inerte sous réserve que le système de gaz inerte demeure prêt 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 du système de 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 ceci provoquerait l'aspiration d'air dans la citerne. Pour éviter cela, il peut être nécessaire de réduire le taux de pompage de la cargaison, et 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, le système de gaz inerte doit être redémarré 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 de 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, jaugeage par le creux, prise d'échantillon ni d'autres équipements ne doivent être introduits 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 aussi le chapitre 3 et l'article 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 1 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 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 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 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 la pénétration 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 ces conditions, tous les travaux non essentiels doivent être interrompus et 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 également être effectués pour le sulfure d'hydrogène. 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.) Il convient toutefois de noter que la réglementation (inter)nationale peut être plus stricte 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 Pénétration dans les citernes à cargaison

La pénétration 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, la pénétration 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 pour plus de précisions).

Les citernes à cargaison et de ballastage sous gaz inerte doivent être identifiées par des panneaux d'avertissement placés à côté de trappes des citernes. Des exemples de panneaux d'avertissement sont présentés ci-après.



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 valves 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 être conscients de cette possibilité 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 si 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 de 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 couvrant 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.

Il est rappelé aux conducteurs des bateaux-citernes qu'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 11.8.3.1 comporte des indications sur les précautions particulières à prendre en cas de panne du système de gaz inerte lors du chargement d'huiles accumulatrices 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

Le revêtement des citernes inhibe généralement la formation de pyrophores dans les citernes à cargaison des bateaux-citernes. 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 à l'article 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 de cinq heures à compter de la fin de la procédure d'alimentation en gaz inerte.

7.1.13 Réparations du système de gaz inerte

Etant 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 :

- A faible vitesse nettement au-dessus du pont, au moyen d'une colonne de ventilation, le cas échéant, ou
- A grande vitesse à partir d'une soupape de dégagement à grande vitesse plus proche du pont. Ceci facilite la dilution des vapeurs inflammables dans l'atmosphère loin du pont du bateau.

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 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 d'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, qui est susceptible d'affecter fortement l'intégrité structurelle du bateau-citerne et peut provoquer un incendie, une explosion et une pollution. (Voir aussi la section 7.1.8.)

Des dommages structurels peuvent aussi être occasionnés si une cargaison liquide est déchargée sans que du gaz inerte, de la vapeur ou de l'air ne puissent pénétrer dans la citerne. La dépression dans la citerne peut provoquer une déformation de la structure du bateau-citerne et donner lieu à un incendie, une explosion ou une pollution.

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 :

- A 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 une méthode d'enregistrement de la position actuelle des soupapes d'isolement et une méthode destinée à empêcher toute manipulation incorrecte ou accidentelle de ces soupapes.

A bord des bateaux-citernes équipés de systèmes de gaz inerte avec des vannes d'isolement montés 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 sans demande adressée à la personne responsable pour obtenir les moyens de libérer le système de verrouillage de la vanne, avec :

- Une méthode d'enregistrement de l'état de toutes les vannes du système de cargaison et empêchant 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 se protéger 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 du bateau-citerne (voir également section 7.3.3). Les événements des citernes doivent être vérifiés pour s'assurer qu'ils sont dégagés lorsque l'opération débute et, 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, à savoir :

- 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

- A bord d'un bateau-citerne équipé d'un système de gaz inerte, il est possible que la qualité du gaz inerte soit 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 figurant à la section 11.8.3 doivent être respectées lors de mesures et prises d'échantillons.
- A bord d'un bateau-citerne dépourvu de système de gaz inerte où 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 ayant une capacité d'inflammation possibles, par exemple 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.

7.3.1 Manuel d'utilisation

L'équipage 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 de fonctionnement décrivant la façon dont les systèmes doivent être utilisés.

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 de fonctionnement.

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 raccords 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 abimés et cette corrosion est concentrée en un point localisé. 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 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.

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, lorsque 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 Modalités de 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 de 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 %. A 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 en fin des opérations de chargement.

Lors du calcul des débits de chargement, une vitesse maximale dans le tuyau de ventilation de 36 mètres par seconde doit être retenue. Ce débit doit être calculé pour chaque diamètre du 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 mètre / seconde 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 mètres / seconde 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 mètres / seconde 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 pour lesquelles ces grandes soupapes sont utiles. 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 aussi de prendre en compte 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 un maximum de 150 mm / minute.

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 mètres / seconde. Les débits de remplissage des liquides peuvent être calculés sur la base d'une vitesse linéaire dans le tuyau de 12 mètres / seconde, une vitesse similaire d'élévation du liquide de 150 mm / minute 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 régulièrement des contrôles de l'atmosphère à la recherche de contenus inflammables ainsi que des sondages / jaugeages par le creux des espaces vides (voir aussi la section 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.

Le terminal doit être immédiatement informé de toute situation non planifiée entraînant une perte de la capacité opérationnelle, notamment en ce qui concerne les systèmes de sécurité.

7.5 Sans objet

7.6 Sans objet

Chapitre 8

EQUIPEMENT 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'Etat 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 - 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, 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. A 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 - Etouffement

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 le compartiment.

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 de 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, puis la solution mousseuse est 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 section 5.2.1), 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 pour des indications relatives à la classification des incendies.)

Classe de feu	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D	Classe F	
Moyen d'extinction d'incendie	Feux impliquant des matériaux solides (par exemple bois, papier, tissus)	Feux impliquant des liquides ou des solides liquéfiables	Feux impliquant des gaz	Feux impliquant des métaux, (par exemple magnésium, titane, potassium et sodium)	Feux impliquant des moyens de cuisson dans des appareils de cuisine	Feux d'équipements électriques
Eau / dévidoirs et lances	✓					
Eau avec additifs	✓					
Mousse d'aspersion	✓	✓				
Poudre extinctrice	✓	✓	✓			✓
Gaz CO ₂		✓				✓
Agent extincteur liquide	✓				✓	
Couverture d'extinction					✓	
Conçu pour un type de feu particulier				✓		

Tableau 8.1 – Appareils d'extinction d'incendie portatifs et leurs usages

8.2 Matériel d'essais 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.

Les équipages des bateaux-citernes doivent 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 mettre en danger le personnel.

A 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 limite inférieure d'explosivité (LIE) 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 parties par million.

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, le cas échéant, pour détecter la présence de vapeurs toxiques. (Voir la section 10.3 pour une description complète des mesures requises avant de pénétrer dans un espace confiné.)

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 limite inférieure d'explosivité (LIE) avec une graduation en pourcentage de cette limite (% LIE).

Un analyseur d'oxygène est utilisé pour vérifier la présence de la teneur normale en oxygène dans l'air, soit 20,9 % du volume.

Lorsque l'espace auquel on souhaite accéder est susceptible de comporter des vapeurs toxiques, l'atmosphère doit aussi 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 parties par million.

8.2.2.3 Gestion de l'atmosphère de gaz inerte

Les bateaux-citernes équipés d'un système de gaz inerte doivent être équipés d'un analyseur d'oxygène pour déterminer la qualité du gaz inerte et pour mesurer les niveaux d'oxygène dans les citernes à cargaison.

Un détecteur de gaz capable de mesurer le pourcentage de gaz inflammable par rapport au volume (% vol) 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 de gaz

Les instruments doivent uniquement être équipés d'alarmes s'ils doivent être utilisés dans des conditions où 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 de l'instrument. 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 aussi 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 être résistants aux effets des eaux de lavage à chaud.

8.2.6 Etalonnage

L'étalonnage ne doit pas être confondu avec les essais opérationnels (voir la section 8.2.7 ci-dessous).

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 à bord. Ces procédures peuvent inclure un étalonnage à bord en conformité avec les indications du fabricant et / 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 à celle spécifiée par le fabricant.

Des certificats d'étalonnage comportant le numéro de série de l'instrument, la date d'étalonnage et le gaz ou la méthode d'étalonnage utilisé, assortis de la référence aux normes applicables, doivent être fournis pour 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

L'utilisation d'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 d'étalonnage (voir 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 prédéterminés.

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 enveloppes.

Les instruments dont les résultats des tests de fonctionnement ne sont pas satisfaisants doivent être réétalonnés 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 tuyaux 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 section 9.2).

8.2.8 Détecteurs de gaz 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 réétalonnés 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 5 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 les monte-charge.
- 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 (*Safe Working Load* - SWL), de leur numéro de série et de la date de l'essai.

Les dispositions doivent être prises à bord du bateau-citerne afin que toute la maintenance de l'équipement de levage soit 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 du bateau concernant les 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.

Chapitre 9

GESTION DE LA SÉCURITÉ ET DES URGENCES

Les intervenants dans le transport de marchandises dangereuses doivent prendre les mesures appropriées en fonction de la nature et de l'ampleur des dangers prévisibles, afin d'éviter des dommages ou des blessures et, si nécessaire, afin de minimiser leurs 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 soit en place pour limiter autant que possible les risques connexes. 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 pour le transport fluvial. Le présent chapitre fournit des indications sur les systèmes de gestion de la sécurité et présente une approche fondée sur la planification et l'exécution des travaux dangereux.

Des conseils sont donnés sur l'évaluation et les processus de gestion des risques et des informations sont fournies sur l'application pratique de ces processus en ce qui concerne l'organisation du travail à chaud et d'autres tâches dangereuses à bord.

La sécurité bord de bateaux-citernes s'étend également aux activités des entrepreneurs et des équipes de réparation intervenant à bord. Les questions relatives à la gestion sûre des entrepreneurs et des travaux de réparation effectués ailleurs que dans un chantier naval sont aussi évoquées.

Enfin, des conseils sont fournis sur la structure de gestion et d'organisation des urgences afin de pouvoir répondre efficacement aux situations d'urgence à bord des bateaux.

9.1 Le code international de gestion de la sécurité (ISM)

Tous les bateaux-citernes, tels que définis dans les conventions SOLAS et MARPOL, de 500 tonneaux de jauge brute et plus, sont tenus de se conformer au Code international de gestion de la sécurité (Code ISM). Les bateaux-citernes auxquels le Code ne s'applique pas sont encouragés à mettre au point un système de gestion qui fournit un niveau de sécurité d'exploitation équivalent.

Avec le Code ISM, les processus de gestion de la sécurité sont basés sur des évaluations des risques et des techniques de gestion des risques. Il s'agit d'une approche sensiblement différente des exigences strictement fondées sur la conformité mentionnées antérieurement.

Le but du Code ISM est de fournir une norme internationale pour la gestion et l'exploitation sûre des bateaux-citernes et pour la prévention des pollutions.

Le Code exige que les exploitants de bateaux-citernes :

- Mettent à disposition des pratiques sûres pour l'exploitation de bateaux-citernes et offrent un environnement de travail sûr.
- Mettent en place une prévention contre tous les risques identifiés.
- Améliorent constamment les compétences de gestion de la sécurité du personnel à terre et à bord des bateaux-citernes, y compris la préparation aux situations d'urgence liées à la sécurité et à la protection de l'environnement.

Le Code définit une société d'exploitation du bateau-citerne et exige que cette société développe un système de gestion de la sécurité (SGS) devant inclure certaines exigences opérationnelles - notamment les "instructions et procédures pour assurer la sécurité des bateaux-citernes et la protection de l'environnement".

Le Code ISM n'est pas prescriptif quant à la manière de gérer un bateau-citerne. Il incombe à la société de développer les éléments du SGS qui sont adaptés à l'exploitation d'un bateau-citerne particulier.

Lors du développement de leur SGS, les entreprises sont encouragées à tenir compte des publications et directives de l'industrie qui sont applicables.

Le SGS doit spécifier que les opérations de chargement et de déchargement de cargaison, y compris celles liés aux matières dangereuses, doivent faire partie des points traités dans la documentation de la Société.

9.2 Systèmes de gestion de la sécurité

Le Système de Gestion de la Sécurité (SGS) permet la mise en œuvre efficace de la politique de la société 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 vérifier que les procédures définies sont respectées.

Bien que de nombreux thèmes liés à la gestion de la sécurité soient abordés dans le Code, il appartient à la Société 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, 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 encourus. 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 système efficace de gestion de la sécurité est un système de travail sûr.

9.2.1 Évaluation des risques

Une évaluation des risques doit comporter un examen attentif des aspects des opérations qui sont susceptibles de causer un dommage, afin de décider si les précautions sont suffisantes, ou si davantage doit être fait pour limiter autant que possible les accidents et les problèmes de santé à bord d'un bateau-citerne.

L'évaluation des risques doit d'abord déterminer quels sont les dangers présents sur le lieu de travail, puis identifier les risques importants découlant des activités de travail. L'évaluation doit tenir compte de toutes les précautions prises pour contrôler le risque, tels que les autorisations de travail, les restrictions d'accès, l'utilisation de panneaux d'avertissement, les procédures adoptées et les équipements de protection individuelle. Le type de questions auxquelles il convient de répondre pour réaliser une évaluation des risques est le suivant :

Qu'est-ce qui peut mal tourner?

Une identification des dangers et des scénarios d'accidents ainsi que des causes potentielles et des conséquences.

Quelle étendue et quelle probabilité?

Une évaluation des facteurs de risque.

La situation peut-elle être améliorée ?

Une identification des options de contrôle des risques afin de réduire les risques identifiés.

Quelles sont les contraintes impliquées et les améliorations qui en découlent ?

Une détermination du bénéfice et de l'efficacité de chaque option de contrôle des risques.

Quelles mesures doivent être prises?

L'identification de la ligne de conduite appropriée pour assurer une activité sûre en fonction des dangers, des risques connexes et de l'efficacité d'autres options de contrôle des risques.

En résumé, l'évaluation des risques doit permettre d'assurer que les mesures de protection et de précaution qui seront prises permettront de réduire à un niveau jugé aussi bas que raisonnablement possible (ALARP) les risques liés à une tâche donnée).

9.3 Systèmes d'autorisation de travail

9.3.1 Généralités

Lorsque les entreprises développeront leurs propres procédures pour gérer tous les aspects des opérations et les tâches, de nombreux opérateurs choisissent d'incorporer dans leur système de SGS une autorisation de travail pour gérer des 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 :

- Une instruction de travail.
- Une procédure de maintenance.
- Une procédure locale.
- Une procédure opérationnelle.
- Une liste de contrôle.
- Une 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 nécessaires pour gérer le risque associé à chaque tâche et de choisir l'outil de gestion approprié nécessaires 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 équipements de protection individuels 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 vérification.

9.3.4 Formulaire d'autorisations de travail

Le formulaire d'autorisation de travail est conçu pour guider 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, mais ils comportent généralement les points suivants :

- Type d'autorisation.
- Nombre d'autorisations.
- Documents de référence - par exemple, détails des isolements, résultats des mesures de gaz.
- Lieu du travail.
- Description du travail.
- Identification des dangers.
- Précautions nécessaire.
- Equipement 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.
- 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.

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.

9.4 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 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

A chaque fois que possible, un espace tel que l'atelier de la salle des machines, où les conditions sont réputées sûres, doit être désigné pour la réalisation d'un travail à chaud et la possibilité de réaliser un travail à chaud dans cet espace doit être envisagée en priorité.

Si l'entreprise désigne un tel lieu, ce lieu doit faire l'objet d'une évaluation des risques possibles et des conditions dans lesquelles le travail à chaud peut y être effectué.

Ces conditions doivent comprendre la nécessité de contrôles supplémentaires, y compris un contrôle des conditions dans lesquelles le travail à chaud peut être effectué dans l'espace désigné durant une procédure d'avitaillement ou lorsque le bateau a jeté l'ancre.

9.4.3 Travail à chaud à l'extérieur d'un local désigné

9.4.3.1 Généralités

Tout travail à chaud effectué ailleurs que dans l'espace désigné 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 débuter.

En raison des ressources limitées généralement disponibles à bord d'un bateau-citerne, 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 équipements supplémentaires de protection individuelle 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 aussi 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.

Si les conditions pour lesquelles l'autorisation a été délivrée ont changé, le travail à chaud doit cesser 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 des travaux 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 où 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 LIE.

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 ou potentiellement 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 par 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

Un espace dédié à l'extérieur de la salle des machines, par exemple à la poupe, derrière les logements et bien à l'écart de tout événement de citerne de pétrole peut être retenu pour le travail à chaud. Une telle zone doit être signalée en conséquence. Tous les travaux prévus à cet endroit doivent être soumis à une évaluation complète des risques et les précautions énoncées à la section 9.4.3.1 doivent être prises.

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 carburant, 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 d'avitaillement 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 dangereuses ou potentiellement dangereuses

9.4.4.1 Généralités

Les zones dangereuses ou potentiellement dangereuses 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, 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 dangereuse ou potentiellement dangereuse 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 dangereuse ou potentiellement dangereuse doit être soumis à une évaluation exhaustive des risques et les indications figurant à la section 9.4.3 doivent également être suivies. 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 dangereuses ou potentiellement dangereuses 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.

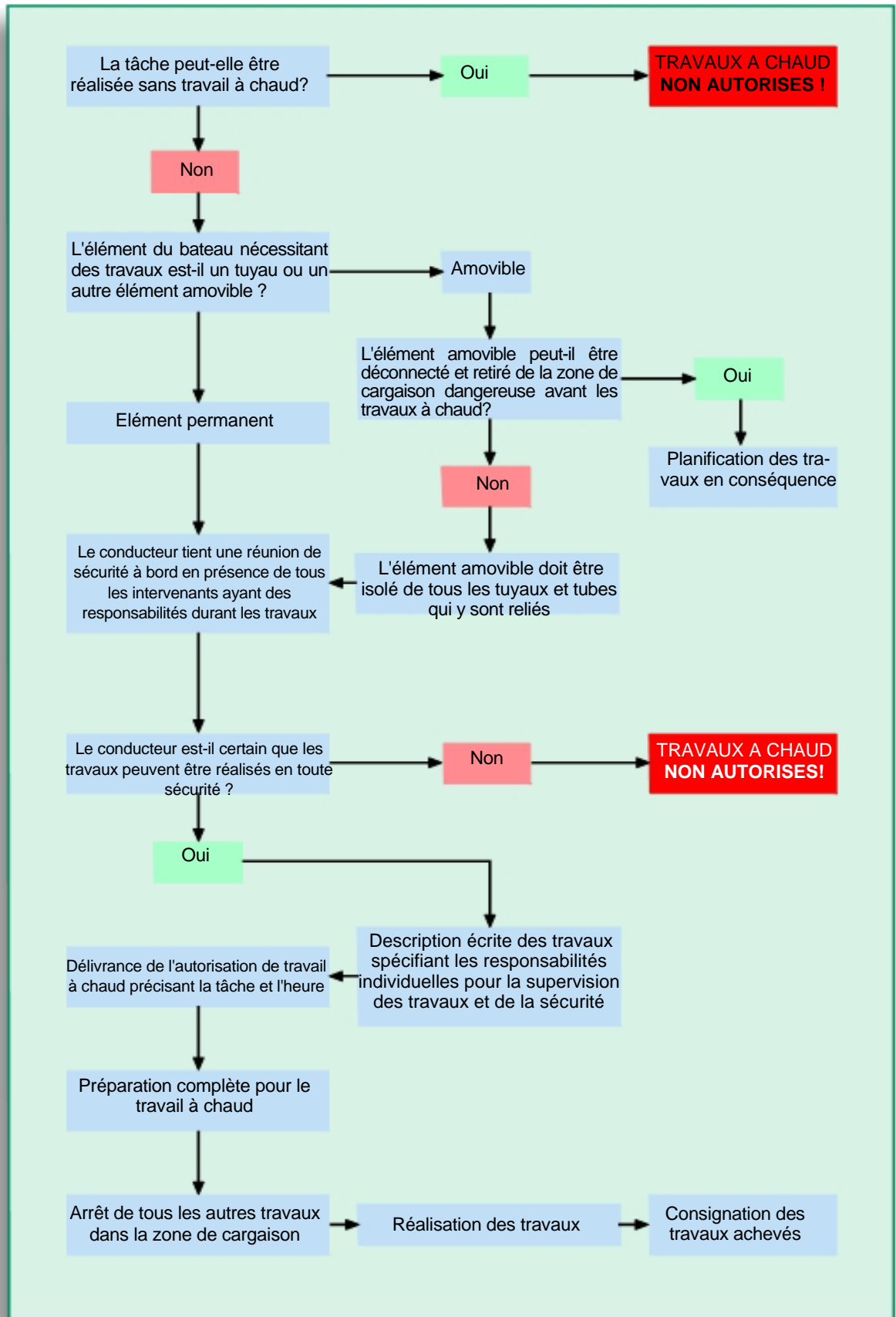


Figure 9.1 – Diagramme de la procédure pour le travail à chaud

Emplacement du travail	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 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 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 d'avitaillement en combustible voisines peuvent être considérées comme étant sûres si les résultats de mesure sont inférieurs à 1 % de la LIE dans le volume de phase gazeuse de la citerne d'avitaillement. Aucun travail à chaud ne doit être effectué sur les cloisons des citernes d'avitaillement 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 autre 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 9.1 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 les étincelles qui y tombent n'entrent en contact avec 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	4.0 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 9.1 - 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 LIE dans le volume de phase gazeuse de la citerne d'avitaillement et si aucun transfert de chaleur à travers la cloison de la citerne d'avitaillement n'est occasionné par le travail à chaud.

Bateaux-citernes 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 et ventilé en permanence.

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 de travail ou doivent être entièrement remplies d'eau.

Tous les résidus doivent être soit retirés de la citerne ou isolés de manière sûre dans une citerne fermée et non-adjacente placée à au moins 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 LIE et isolés.

La possibilité d'utiliser une source externe de gaz inerte doit être envisagée.

Bateaux-citernes inertés

Le compartiment dans lequel le travail à chaud doit être effectué doit être nettoyé, dégazé conformément aux exigences pour le travail à chaud et ventilé en permanence.

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 LIE et maintenue à ce niveau, ou
- vidées, purgées avec une teneur en vapeur d'hydrocarbures ramenée à moins de 2 % en volume et inertées, ou
- 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 retirés de la citerne ou isolés de manière sûre dans une citerne non adjacente située à au moins 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 à l'intérieur de la zone du pont des citernes à cargaison

Sur le pont citerne

Si 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 9.4.4.2).

Au-dessus du pont citerne

Si le travail à chaud doit être entrepris au-dessus du pont citerne (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 LIE et maintenue à ce niveau, ou
- vidées, purgées avec une teneur en vapeur d'hydrocarbures ramenée à moins de 2 % en volume et inertées, ou
- entièrement remplies d'eau.

Toutes les autres citernes à cargaison doivent être inertées et leurs ouvertures doivent être fermées.

Tous les résidus doivent être retirés du bateau-citerne ou isolés dans une citerne aussi éloignée que possible de l'emplacement de travail à chaud.

En outre, à bord de bateaux-citernes non inertés

Toutes les citernes à cargaison placées 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 de la citerne ou isolés de manière sûre dans la citerne la plus éloignée (située à au moins 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 LIE 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 d'avitaillement

De manière générale, le travail à chaud à proximité de citernes à combustible 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 d'avitaillement en combustible 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

A 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.)

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 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 de la citerne ne doit pas être utilisée pour le retour à la masse.

9.6 Autres tâches dangereuses

Une tâche dangereuse est définie comme étant une tâche, autre qu'un travail à chaud, qui présente un danger pour le bateau-citerne, 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.

9.7 Gestion des Entrepreneurs

Le conducteur doit s'assurer que, lorsque des entreprises 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.

l'entreprise doit participer aux réunions de sécurité correspondantes pour une concertation sur les modalités de travail. Le cas échéant, l'entreprise 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 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 un bateau-citerne est engagé dans des opérations, en cours de voyage ou dans un port, le personnel du bateau-citerne assure ses fonctions conformément au Système de gestion de la sécurité (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 système de gestion de la sécurité du chantier. 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 :

- A l'ancre,
- A 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 doit conserver le plein contrôle des travaux de réparation, s'assurer que la sécurité à bord du bateau-citerne 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 de "bateau-citerne 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,
- Etat 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 entrepreneurs,
- 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,
- Prise en compte des 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.

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 Equipements à terre

Dans la mesure du possible, le bateau-citerne 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 doit être prévue pour contrôler l'accès au bateau (voir également la section 6 - Sécurité).

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.

Les entrepreneurs 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 entrepreneurs 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 entrepreneurs, 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. Des autorisations doivent en particulier être délivrées pour :

- La pénétration dans des espaces confinés.
- Le travail à chaud.
- L'isolement électrique.
- Les autres tâches dangereuses.

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 débiter les travaux avant que l'autorisation appropriée n'ait été délivrée.

9.8.9 Etat des citernes

Le fait qu'un bateau-citerne 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 de 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 cul-de-sac du système.

Le système hydraulique 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 Mesures de 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 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 ou par des entrepreneurs 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 de situation 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 d'avitaillement, chambres des pompes et cofferdam avant, y compris le pont et la coque du bateau-citerne, sauf lorsque les dispositions préparatoires spéciales ont été prises avant d'accéder à l'aire de stationnement ou à une installation et si 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.

Aucun travail à chaud ne doit être effectué à moins de 30 mètres d'un espace non dégazé, sauf si autorisation spéciale a été obtenue auprès de l'autorité de contrôle.

Des indications doivent être affichées pour informer de l'état actuel de toute citerne ou espace vide, en précisant par exemple si la citerne ou l'espace est exempt de gaz et que des travaux à chaud peuvent être effectués ou si l'état de la citerne ou de l'espace permet uniquement d'y pénétrer sans danger.

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 jugé 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 la société établisse des procédures pour identifier et décrire les éventuelles situations d'urgence de bord et pour y réagir. Le présent chapitre 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

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. Le conducteur et les officiers doivent réfléchir à ce qu'ils feraient dans les différentes situations d'urgence, telles que le feu dans les citernes à cargaison, le feu dans la salle des machines, un incendie dans les logements, l'évanouissement d'une personne dans une citerne, la rupture des amarres et dérive du bateau-citerne, le largage d'urgence des amarres et l'éloignement d'un 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 toutes 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 des secours doit être mise en place en vue de 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.

Ci-après sont présentées des lignes directrices pour la planification d'une organisation d'urgence qui doit porter sur quatre éléments :

Centre de commandement

Un groupe doit être responsable de la réponse à l'urgence, le conducteur ou l'officier supérieur à bord en assurant le commandement. Le centre de commandement doit disposer de moyens de communication internes et externes.

Equipe d'urgence

Cette équipe doit être placée sous le commandement d'un officier supérieur, doit évaluer la situation d'urgence et doit faire rapport au centre de commandement sur la situation en conseillant des mesures à prendre et en évaluant les besoins en termes de secours, que ce soit depuis le bateau ou depuis la terre si le bateau a accosté.

Equipe d'urgence en appui

L'équipe d'urgence en appui, placée sous le commandement d'un officier, doit se tenir prête à assister l'équipe d'urgence selon les instructions du centre de commandement et doit fournir un appui tel que par exemple des équipements, stocks, services médicaux, y compris la réanimation cardiorespiratoire, etc.

Equipe d'ingénierie

Cette équipe doit être placée sous le commandement de l'ingénieur en chef ou de l'officier supérieur d'ingénierie officier à bord et doit fournir une assistance d'urgence selon les instructions du centre de commandement. Cette équipe sera probablement l'équipe principalement responsable de la gestion des secours en cas d'urgence dans les salles des machines principales. Elle peut aussi être appelée à venir en renfort ailleurs.

Le plan doit garantir que toutes les dispositions s'appliquent de la même manière, que le bateau-citerne soit au port ou en cours de voyage.

9.9.2.3 Action préliminaire

La personne qui découvre la situation d'urgence doit donner l'alarme et transmettre des informations sur la situation à l'officier de service qui, à son tour, doit alerter l'organisation des secours. Parallèlement, les personnes qui sont sur place doivent tenter de prendre des mesures immédiates pour contrôler la situation d'urgence jusqu'à ce que l'organisation d'urgence prenne effet. Chaque groupe de l'organisation d'urgence doit avoir défini un point de rassemblement désigné et tel doit être le cas aussi pour les personnes qui n'interviennent pas directement en tant que membres d'un groupe. Le personnel qui ne participe pas directement doit se tenir prêt à intervenir si nécessaire.

9.9.2.4 Signal d'alarme incendie du bateau-citerne

Quand un bateau-citerne 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-citerne, chaque coup de sifflet devant durer au moins 10 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'attention 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 de manière appropriée. 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 travaux d'entretien nécessaires doivent être réalisés dans les meilleurs délais.

9.9.2.7 Formation et exercices

Le personnel du bateau-citerne doit être familiarisé avec la théorie de la lutte contre l'incendie décrite à la section 5 et doit bénéficier d'une formation à l'utilisation des équipements de lutte contre l'incendie et de secours. Des exercices pratiques et 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 portables 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 Feu à bord d'un bateau-citerne au mouillage ou en cours de voyage

Le personnel d'un bateau-citerne qui découvre un début d'incendie doit immédiatement donner l'alerte en indiquant l'emplacement de l'incendie. L'alarme incendie du bateau-citerne ou l'alarme générale doit être actionnée au plus vite.

Le personnel 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 section 5.3). En cas d'échec, leur intervention doit très rapidement être remplacée par l'activation du plan d'urgence du bateau.

Toute opération de cargaison, de ballastage, de nettoyage des citernes ou d'avitaillement doit être immédiatement interrompue et toutes les vannes doivent être fermées. Toute embarcation située à côté du bateau doit être éloignée.

Une fois que tout le personnel a été évacué 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 produits ou qui ne sont pas exempts de gaz doivent être refroidis avec de l'eau.

Si les circonstances le permettent, le bateau-citerne doit être manœuvré de façon à résister à la propagation de l'incendie et pour permettre au feu d'être attaqué du côté du vent.

9.9.3.2 Situations d'urgence au port

Les situations d'urgence survenant à bord ou à proximité du bateau-citerne 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 Sans objet

9.9.3.4 Suivi

Dès que possible après un incident doit être effectué un contrôle approfondi de tout le matériel utilisé. 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.

Chapitre 10

ESPACES CONFINÉS

Le présent chapitre décrit les dangers liés à la pénétration dans des espaces confinés et les essais à effectuer pour déterminer si oui ou non un espace confiné a été sécurisé pour y pénétrer. 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 Définitions et précautions générales

Aux fins du présent guide, un "espace confiné" est défini comme un espace présentant les caractéristiques suivantes :

- Ouvertures d'entrée et de sortie restreintes.
- Ventilation naturelle défavorable.
- Conception non destinée à la présence permanente de personnes.

Les espaces confinés comprennent notamment les citernes à cargaison, les doubles fonds, citernes de carburant, les citernes de ballastage, les chambres des pompes, les batardeaux, les espaces vides et les citernes d'eaux usées.

Bien que les chambres des pompes soient mentionnées dans la définition ci-avant d'un espace confiné, elles possèdent leurs propres équipements particuliers et présentent des caractéristiques et risques qui nécessitent des précautions et procédures spéciales. Celles-ci sont décrites à la section 10.10.

Un grand nombre de décès survenus dans des espaces confinés des bateaux-citernes ont résulté de la pénétration dans un espace confiné sans surveillance adéquate ou sans que les procédures convenues n'aient été respectées. Dans presque tous les cas, l'accident aurait été évité si les conseils simples du présent chapitre avaient été suivis.

Le sauvetage rapide de personnel ayant perdu connaissance dans un espace confiné présente un risque particulier. Porter secours à un collègue en difficulté est une réaction humaine normale, mais beaucoup trop de pertes supplémentaires et inutiles ont résulté de tentatives de sauvetage irréfléchies et mal préparées.

10.2 Dangers des espaces confinés

10.2.1 Évaluation des risques

Afin d'assurer la sécurité, une évaluation des risques doit être effectuée comme décrit à la section 9.2.1. Les mesures de gaz effectuées avant l'entrée dans l'espace doivent confirmer la contamination par des substances dont la présence dans cet espace est raisonnablement possible compte tenu de la cargaison transportée précédemment, de la ventilation de l'espace, de la structure de la citerne, des revêtements de cet espace et de tout autre facteur pertinent.

Lors de la préparation pour l'entrée dans une citerne de ballastage ou un espace vide normalement exempt de vapeurs de cargaison, il est prudent d'effectuer des mesures dans cet espace pour détecter la présence de vapeurs de cargaison, un manque d'oxygène ou la présence de gaz toxiques si cet espace est voisin d'une citerne à cargaison ou d'avitaillement. Ceci est particulièrement important s'il s'agit de pénétrer dans cet espace afin de vérifier l'existence d'éventuelles anomalies sur les cloisonnements.

10.2.2 Risques respiratoires

Un espace confiné peut présenter des risques respiratoires imputables à plusieurs causes. Il peut s'agir de l'une ou de plusieurs des causes suivantes :

- Manque d'oxygène dû à la présence de gaz inerte, oxydation (rouille) des surfaces d'acier nues ou activité microbienne.
- Vapeurs de cargaison.
- Contaminants toxiques associés à des vapeurs organiques, tels que les hydrocarbures aromatiques, benzène, toluène, etc.
- Gaz toxiques tels que le sulfure d'hydrogène et les mercaptans.
- Résidus solides de gaz inerte et particules, par exemple d'amiante, d'opérations de soudage et de brouillards de peinture.

10.2.3 Vapeurs et gaz toxiques de cargaison

Durant le transport et après le déchargement d'une cargaison dangereuse, la présence de vapeurs ou des gaz toxiques liés à cette cargaison doit toujours être suspectée dans des espaces confinés pour les raisons suivantes :

- 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 résidus de cargaison peuvent subsister sur les surfaces internes des citernes, même après le nettoyage et la ventilation.
- Des boues et dépôts présents dans une citerne déclarée exempte de gaz peuvent encore dégager des vapeurs dangereuses s'ils sont déplacés ou soumis à une hausse de la température.
- Des résidus peuvent subsister dans les tuyaux et pompes de cargaison ou de ballastage.

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.

Les contaminants toxiques pourraient être présents dans l'espace sous forme de résidus de cargaisons précédentes.

Afin que l'entrée soit sûre, que ce soit pour une inspection ou pour effectuer un travail à froid ou à chaud, un résultat de mesure de moins de 1 % de la LIE et / ou l'absence d'une concentration importante de gaz toxiques doivent être obtenus sur le matériel de surveillance approprié. Les résultats de la surveillance doivent être consignés.

10.2.4 vapeurs toxiques particulières

10.2.4.1 Benzène

Voir la section 2.3.5 pour une description des risques associés au benzène. Des vérifications de la présence de vapeurs de benzène doivent être effectuées avant de pénétrer dans un compartiment dans lequel une cargaison susceptible d'avoir contenu du benzène a été transportée récemment. L'entrée ne doit pas être autorisée sans équipement individuel de protection si les TLV-TWA obligatoires ou recommandés sont susceptibles d'être dépassés (voir Section 2.3.3.2). Les mesures de vapeurs de benzène peuvent uniquement être effectuées à l'aide d'équipements de détection appropriés, tels que des tubes détecteurs. Les équipements de détection doivent être disponibles à bord de tous les bateaux-citernes susceptibles de transporter des cargaisons pouvant contenir du benzène.

10.2.4.2 Sulfure d'hydrogène

Voir la section 2.3.6 pour une description des risques associés au sulfure d'hydrogène (H_2S). Le H_2S peut être présent à des concentrations variables dans certains produits.

Le H_2S est très soluble dans l'eau. La pratique générale et l'expérience ont montré que le lavage d'une citerne à l'eau après le transport d'une cargaison contenant du H_2S élimine généralement les vapeurs de sulfure d'hydrogène dans l'espace concerné.

Toutefois, avant de pénétrer dans un espace confiné qui a précédemment contenu du pétrole présentant une teneur en H_2S ou lorsque la présence de vapeur de H_2S est suspectée, l'espace doit être ventilé jusqu'à atteindre un résultat de moins de 1 % de la LIE sur un détecteur de gaz combustible et la présence de H_2S doit être contrôlée à l'aide d'un tube de détection de gaz. Il convient de veiller à ne pas utiliser de capteurs catalytiques H_2S qui peuvent avoir une sensibilité croisée avec les vapeurs de cargaison.

Étant donné que le H_2S est plus lourd que l'air, il est très important de contrôler intégralement le fond d'un espace.

Lors du transport d'une cargaison contenant du H_2S , une attention particulière doit être accordée à la possible présence de H_2S dans des endroits tels que les chambres des pompes, magasins du pont et citernes de ballastage. Il est fort probable que du H_2S soit présent dans les citernes de ballastage parce que du gaz a pu être aspiré dans la citerne au cours d'un déballastage effectué en même temps que le chargement.

10.2.4.3 Mercaptans

Voir la section 2.3.7 pour une description des risques associés aux mercaptans. Les mercaptans sont présents dans les vapeurs de cargaisons de pentane plus et dans certains pétroles bruts. Ils peuvent également être présents aux endroits où des résidus de pétrole ont été en contact avec de l'eau pendant des périodes prolongées.

La présence de mercaptans peut être détectée au moyen de tubes détecteurs chimiques. Leur concentration doit être réduite à 0,5 ppm pour éviter d'incommoder le personnel et pour prévenir les nuisances olfactives.

10.2.5 Manque d'oxygène

Avant qu'il ne soit permis d'entrer une première fois dans un espace confiné, l'atmosphère doit être testée avec un analyseur d'oxygène afin de vérifier que l'atmosphère contient 21% d'oxygène. Ceci est particulièrement important s'il s'agit de pénétrer dans un espace, une citerne ou un compartiment qui a été inerté au préalable. Le manque d'oxygène doit toujours être suspecté dans tous les espaces confinés, en particulier s'ils ont contenu de l'eau ou s'ils ont été soumis à l'humidité ou à des conditions humides, s'ils ont contenu du gaz inerte ou s'ils sont voisins ou reliés à d'autres citernes sous atmosphère inerte.

10.2.6 Sans objet

10.3 Contrôles de l'atmosphère avant l'entrée

Aucune décision d'entrer dans un espace confiné ne doit être prise avant que l'atmosphère dans l'espace n'ait été complètement testée depuis l'extérieur de l'espace au moyen d'un équipement de mesure d'un type approuvé qui a été étalonné récemment et dont le bon fonctionnement a été vérifié (voir section 8.2).

Les valeurs appropriées de l'atmosphère sont les suivantes :

- Teneur en oxygène de 21 % en volume.
- Concentration en vapeur de cargaison inférieure à 1 % de la LIE.
- Absence de toutes substances toxiques ou d'autres contaminants en quantités mesurables.

Des précautions doivent être prises pour obtenir des résultats de mesures à partir d'un échantillon représentatif du compartiment par une prise d'échantillons à différentes profondeurs et à travers autant d'ouvertures sur le pont que possible. Lorsque les mesures sont effectuées à partir du pont, la ventilation doit être arrêtée et les relevés ne doivent être effectués qu'après un délai d'attente d'environ dix minutes.

Même lorsque les mesures effectuées permettent de conclure que la pénétration dans une citerne est possible en toute sécurité, la présence de poches de gaz doit toujours être suspectée.

Si des travaux étendus doivent être effectués dans un grand espace tel qu'une citerne à cargaison, il est recommandé de réaliser une évaluation complète de l'atmosphère de la citerne après que les premières mesures aient été effectuées de manière satisfaisante et consignées.

À l'issue satisfaisante des contrôles de l'atmosphère, les résultats doivent être consignés conformément à la procédure de sécurité appropriée dans le cadre du système de gestion de la sécurité du bateau.

La ventilation doit être permanente pendant que le personnel se trouve dans une citerne ou un compartiment.

Une régénération des vapeurs de cargaison doit toujours être considérée comme possible, même après que les dépôts ou les boues aient été retirés. Des contrôles continus de l'atmosphère de l'espace concerné doivent être effectués conformément aux dispositions du système de gestion de la sécurité du bateau-citerne.

Des contrôles de l'atmosphère doivent toujours être effectués après une interruption du travail ou une pause. Un nombre suffisant d'échantillons doit être pris pour garantir que les résultats obtenus sont représentatifs de l'état de l'intégralité de l'espace.

Pour pénétrer dans des citernes à cargaison ou d'avitaillement, tous les espaces voisins de l'espace dans lequel il est prévu d'entrer doivent également être contrôlés pour détecter des vapeurs de cargaison et / ou de gaz toxiques, pour contrôler la teneur en oxygène et, le cas échéant, la pression du gaz inerte doit être abaissée afin de limiter la possibilité de fuites inter-citernes. Malgré cette précaution, le personnel doit rester attentif à la possibilité de fuites de vapeurs de cargaison et / ou de gaz toxiques provenant des locaux adjacents ou des tuyaux qui traversent la citerne.

10.4 Contrôle de l'entrée dans des espaces confinés

Il relève de la responsabilité de la société d'établir des procédures pour garantir que l'entrée de personnel dans des espaces confinés à bord s'effectue en toute sécurité. Le processus de demande, de transmission, de délivrance et de consignation des autorisations d'entrer dans un espace confiné doit être contrôlé par des procédures fixées dans le cadre système gestion de la sécurité (SGS) du bateau-citerne. Il incombe au conducteur de veiller à ce que les procédures établies pour l'entrée dans un espace confiné soient appliquées.

Le conducteur et la personne responsable sont chargés de déterminer si l'entrée dans un espace confiné peut être autorisée. Il est du devoir de la personne responsable de s'assurer :

- Que l'espace est ventilé.
- Que l'atmosphère dans le compartiment a été contrôlée et jugée satisfaisante.
- Que les dispositions sont prises pour protéger le personnel contre les risques identifiés.
- Que des moyens appropriés sont mis en place pour contrôler l'entrée.

Le personnel effectuant des travaux dans un espace confiné est tenu de suivre les procédures et d'utiliser l'équipement de sécurité spécifié.

Avant d'entrer dans un espace confiné, une évaluation des risques doit être effectuée pour détecter les dangers potentiels et déterminer les mesures de protection à appliquer. La bonne pratique qui en résulte doit être documentée et approuvée par la personne responsable avant d'être contresignée par le conducteur, lequel confirme que la procédure est conforme au système de gestion de la sécurité du bateau-citerne. Le permis ou tout autre document d'autorisation doit être visé et complété par la personne chargée d'entrer dans l'espace avant que cette personne ne puisse effectivement entrer.

Les contrôles requis pour l'entrée en toute sécurité varient en fonction de la tâche exécutée et des risques potentiels identifiés lors de l'évaluation des risques. Toutefois, dans la plupart des cas, un système de permis d'entrée constituera un moyen pratique et efficace d'assurer et de prouver que les précautions indispensables ont été prises et, le cas échéant, que les mesures de protection matérielle ont été mises en place. L'adoption d'un système de permis d'entrée, lequel peut inclure l'utilisation d'une liste de contrôle, est par conséquent recommandée.

L'autorisation de poursuivre les travaux ne doit être accordée que pour une période suffisante pour achever la tâche. La durée de l'autorisation ne doit en aucun cas être supérieure à un jour.

Une copie de l'autorisation doit être affichée bien en vue à l'entrée de l'espace pour informer le personnel des précautions à prendre lors de la pénétration dans l'espace ainsi que des restrictions imposées pour les activités permises dans l'espace.

L'autorisation doit être invalidée si la ventilation de l'espace s'arrête ou si l'une des conditions notées dans la liste de contrôle a changé.

Le fait de limiter la délivrance d'autorisations telles que celles pour l'entrée, de sorte que toutes les citernes à cargaison dans lesquelles il est possible de pénétrer en toute sécurité figurent sur un même document, peut simplifier les tâches administratives, éviter les redondances et réduire la possibilité de confusion lorsqu'il s'agit de déterminer quelle autorisation concerne quelle citerne. Toutefois, si un tel système est utilisé, un contrôle rigoureux doit être effectué pour garantir l'annulation d'autorisations délivrées et pour s'assurer que les atmosphères de toutes les citernes mentionnées ont été correctement testées au moment de la délivrance, afin d'éviter qu'une extension d'une durée de validité n'en résulte par défaut. Il est particulièrement important de s'assurer que le processus d'autorisation soit complété par le marquage des couvercles de citerne par des avis indiquant qu'il est possible de pénétrer dans les citernes en toute sécurité.

L'inspection des citernes à cargaison après le nettoyage et avant le chargement peut nécessiter qu'un contrôleur indépendant pénètre dans la citerne. Toutes les procédures pertinentes pour entrer dans la citerne doivent être observées.

10.5 Précautions pour l'accès aux espaces confinés

Avant d'autoriser l'accès à l'espace, la personne responsable doit veiller à ce que :

- Les contrôles appropriés de l'atmosphère aient été effectués.
- Avant que quiconque ne pénètre dans des espaces confinés :
 - (a) Lorsque des matières dangereuses inflammables des classes 2, 3, 4.1, 6.1, 8 ou 9 sont transportées à bord du bateau, il doit être établi, au moyen d'un détecteur de gaz que la concentration de gaz dans ces espaces confinés ne dépasse pas 1 % de la limite inférieure d'explosivité de la substance dangereuse. Pour la chambre des pompes à cargaison sous le pont ceci peut être déterminé au moyen d'un système de détection de gaz installé à demeure ;
 - (b) Lorsque des substances toxiques dangereuses des classes 2, 3, 4.1, 6.1, 8 ou 9 sont transportées à bord du bateau, il doit être établi, au moyen d'un toximètre que les espaces confinés ne contiennent pas une concentration importante de gaz toxiques ;
 - (c) La teneur en oxygène est de 21 %, établie au moyen d'un oxygénomètre.
- La tuyauterie, les systèmes de gaz inerte et de ventilation ont été isolés.
- Une ventilation efficace est maintenue en permanence pendant que l'espace confiné est occupé.
- Un éclairage fixe, tels que des lampes pneumatiques, est disponible pour de longs séjours à l'intérieur.
- Un appareil respiratoire à pression positive autonome et agréé et, si possible, du matériel de réanimation sont prêts à l'emploi à l'entrée de l'espace.
- La personne qui pénètre dans l'espace est formée, a passé les contrôles de santé nécessaires et est en bonne forme physique au moment de pénétrer dans l'espace.
- Un membre responsable de l'équipage du bateau-citerne demeure en permanence à l'extérieur de l'espace confiné, à proximité immédiate de l'entrée et en contact direct avec la personne responsable.

Un harnais de sauvetage avec une ligne de sauvetage est prêt à l'entrée de l'espace pour une utilisation immédiate.

- Une torche de sécurité complètement chargée et agréée est prête à l'entrée de l'espace pour une utilisation immédiate.
- Toutes les personnes impliquées dans l'opération sont formées aux mesures à prendre en cas d'urgence.

- Les lignes de communication ont été clairement établies et comprises par toutes les parties concernées.
- Les noms et les heures d'entrée sont consignés et suivis par du personnel à l'extérieur de l'espace.

Le personnel chargé de la tâche doit veiller à ce que ces précautions soient prises avant de pénétrer dans l'espace.

L'équipement de protection individuelle à utiliser par les personnes qui pénètrent dans l'espace doit être défini. Les éléments suivants doivent être pris en compte :

- Vêtements protecteurs, y compris des vêtements de travail ou des combinaisons de protection, bottes de sécurité, casque de protection, gants et lunettes de sécurité.
- Pour les grands espaces ou lorsque l'accès nécessite une escalade, le port de harnais de sécurité peut également être utile.
- Torches de sécurité agréées.
- Détecteur de gaz personnel ou détecteur de gaz de la zone et alarme.

10.6 Procédures d'urgence

10.6.1 Evacuation des espaces confinés

En cas de changement de l'une des conditions qui figurent sur l'autorisation de pénétrer dans l'espace, ou si les conditions dans l'espace sont susceptibles de devenir dangereuses après que le personnel ait pénétré dans l'espace, il convient d'ordonner au personnel de quitter immédiatement l'espace et de ne pas l'autoriser à y retourner jusqu'à ce que la situation ait été réévaluée et que les conditions de sécurité figurant sur l'autorisation aient été rétablies.

10.6.2 Sauvetage dans les espaces confinés

Si un accident entraînant des dommages corporels se produit dans un espace confiné, la première action doit être de donner l'alerte. Bien que la rapidité soit souvent essentielle pour sauver une vie, les opérations de secours ne doivent pas être tentées avant que l'assistance et les équipements nécessaires n'aient été rassemblés. Dans de nombreux cas, des vies ont été perdues en raison de tentatives de sauvetage précipitées et mal préparées.

L'organisation préalable est importante pour une réaction rapide et efficace. Des lignes de sauvetage, harnais de sauvetage, appareils respiratoires, matériel de réanimation, (si disponible) et les autres éléments du matériel de sauvetage doivent toujours être prêts à l'emploi et du personnel qualifié doit être disponible. Un moyen de communication doit être convenu à l'avance.

A chaque fois qu'une atmosphère dangereuse est susceptible d'avoir contribué à la survenance d'un l'accident, des appareils respiratoires et si possible des lignes de sauvetage doivent être utilisés par les personnes qui pénètrent dans l'espace.

10.6.3 Réanimation

Les personnels des bateaux-citernes et des terminaux qui ont des responsabilités de sécurité doivent être formés aux techniques de réanimation pour porter secours aux 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.

Certains bateaux-citernes et terminaux sont équipés d'un appareil spécial pour la réanimation. Il existe différents modèles d'appareils de ce type. Il est important que le personnel soit informé de l'emplacement de l'appareil et soit formé pour son utilisation correcte.

Si un tel appareil est disponible, il doit être placé en un endroit facilement accessible et non sous clé. Les instructions fournies avec l'appareil doivent être clairement affichées. L'appareil et le contenu des bouteilles doivent être vérifiés périodiquement. Des bouteilles de rechange adéquates doivent être disponibles.

10.7 Entrée dans des espaces confinés dont l'atmosphère est notoirement dangereuse ou soupçonnée de l'être

Il est souligné que la pénétration dans un espace qui n'a pas été déclaré sûr ne doit être envisagée que dans une situation d'urgence et lorsqu'il n'existe aucune autre solution concrète. Dans cette situation très dangereuse, il est essentiel d'obtenir l'autorisation préalable de la société et de définir un système de travail sûr.

Un appareil respiratoire à pression positive doit systématiquement être utilisé à chaque fois qu'il est nécessaire de pénétrer d'urgence dans un espace contenant des vapeurs toxiques ou des gaz, pauvre en oxygène et / ou qui contient des contaminants susceptibles de ne pas être traités efficacement par un équipement de purification de l'air.

La pénétration dans un espace confiné dont l'atmosphère est ou peut être dangereuse ne doit être autorisée dans des circonstances exceptionnelles, lorsqu'aucune alternative sûre ne peut être mise en œuvre.

Une déclaration écrite doit être délivrée par le conducteur, attestant qu'il n'existe aucune alternative à la solution proposée, à savoir l'accès, et que cet accès est indispensable pour l'exploitation sûre du bateau-citerne.

S'il est constaté que cette opération est nécessaire, une évaluation des risques doit être effectuée et un système de travail sûr doit être mis au point en accord avec la société.

Une personne responsable doit surveiller les opérations en permanence et doit veiller à ce que :

- 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.
- Le personnel utilise un appareil respiratoire à pression positive.
- Le nombre des personnes qui entrent dans la citerne soit aussi restreint que possible en fonction du travail à effectuer.
- Les noms et les heures d'entrée soient consignés et surveillés par du personnel situé à l'extérieur de l'espace.
- La ventilation soit assurée lorsque cela est possible.
- Des moyens de communication soient disponibles en continu et qu'un système de signaux soit convenu et compris par le personnel concerné.
- Des jeux d'appareils respiratoires, un appareil de réanimation (si disponible) et de l'équipement de sauvetage de rechange soient disponibles à l'extérieur de l'espace et que des personnes déjà équipées d'un appareil respiratoire soient présentes pour intervenir en cas d'urgence.

- Tous les travaux essentiels prévus 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, des moyens appropriés doivent être mis en place pour localiser les personnes qui ont pénétré dans l'espace.

10.8 Équipement de protection respiratoire

De nombreux types différents d'équipements de protection respiratoire peuvent être mis à disposition pour une utilisation bord de bateaux-citernes.

Certains équipements de protection respiratoire doivent être portés par exemple pour respecter les dispositions de sécurité de la Convention SOLAS en matière d'incendies. Toutefois, conformément aux dispositions du Code ISM le cas échéant, il incombe à la société de mettre à disposition le niveau d'équipement nécessaire pour la gestion en toute sécurité de tous les aspects opérationnels et des activités de sécurité à bord. Dans la plupart des cas, l'équipement de protection respiratoire nécessaire pour satisfaire à ces exigences sera plus complet que celui exigé par la réglementation en vigueur.

Tous les équipements de protection doivent être résistants aux produits manipulés à bord du bateau-citerne.

10.8.1 Appareil respiratoire autonome (ARA)

Il s'agit d'une réserve mobile d'air comprimé contenue dans une bouteille ou des bouteilles fixées à un cadre mobile avec harnais portés par l'utilisateur. L'air est fourni à l'utilisateur à travers un masque 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 ensembles du type à pression positive sont recommandés pour une utilisation dans des espaces confinés car, comme leur nom l'indique, ces appareils maintiennent en permanence une pression positive dans le masque.

Lors de l'utilisation de l'équipement, il convient de respecter les recommandations suivantes :

- Le manomètre doit être vérifié avant utilisation.
- Le fonctionnement de l'alarme sonore de basse pression doit être testé avant son utilisation.
- Le masque doit être vérifié et ajusté afin de s'assurer qu'il est hermétique. À cet égard, la pilosité du visage peut affecter l'étanchéité du masque et, le cas échéant, une autre personne doit être désignée pour porter l'appareil. Il existe toutefois des équipements spécialisés compatibles 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. En tout état de cause, l'utilisateur doit immédiatement évacuer les lieux si l'alarme de basse pression se déclenche. Il est rappelé que 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.

A 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.



Figure 10.1 - Appareil respiratoire autonome

10.8.2 Appareil respiratoire à adduction d'air

Par rapport à un appareil respiratoire autonome, un appareil respiratoire à adduction d'air permet d'utiliser des systèmes à air comprimé sur des périodes plus longues.

Cet équipement se compose d'un masque ou d'une cagoule à air pur en surpression qui est alimenté en air par un tuyau de petit diamètre menant à l'extérieur de l'espace, où il est connecté à des bouteilles d'air comprimé ou à une conduite d'air alimentée 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. L'air fourni au masque facial ou à la cagoule est régulé par une valve ou un orifice de contrôle du débit.

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. Dans un tel cas d'urgence, il convient d'ordonner à l'utilisateur de quitter immédiatement l'espace.

Une personne formée et compétente doit assurer le contrôle de la pression dans les conduites d'air et doit être attentive à la nécessité de commuter sur l'alimentation de secours si la pression normale de fonctionnement n'est plus assurée. Il convient de veiller à ce que l'alarme sonore signalant une faible pression puisse être entendue par cette personne.

Lorsqu'un appareil respiratoire à adduction d'air est utilisé :

- Si un masque est utilisé : il faut vérifier et s'assurer que le masque est ajusté de manière à être étanche. La présence de pilosité sur le visage peut rendre cette tâche plus difficile.
- Si une cagoule à air pur en surpression est utilisée, il faut vérifier et s'assurer que la cagoule n'est pas endommagée.
- 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 à air doit être suffisante pour les opérations prévues, mais ne doit pas dépasser 25 mètres.
- Le tuyau d'air doit être d'un type qui est anti-vrilles, antistatique et résistant aux produits pétroliers et chimiques.
- Un délai suffisant doit être prévu pour quitter l'espace lorsque l'alarme sonore de basse pression se déclenche. L'autonomie de l'alimentation de secours en air étant dépendante du poids de l'individu, de sa condition physique et de l'intensité de ses efforts physiques, chaque utilisateur doit connaître ses propres limites.

S'il y a le moindre doute quant à l'efficacité de l'équipement, l'utilisateur doit immédiatement quitter l'espace.

Il est recommandé que l'utilisateur porte sur lui un dispositif d'approvisionnement en air pur distinct pour une utilisation en cas d'évacuation d'urgence de l'espace ou en cas de défaillance du système à adduction d'air. Il est recommandé que l'utilisateur porte avec lui un appareil respiratoire pour l'évacuation d'urgence (*Emergency Escape Breathing Device* EEBD)

10.8.3 Appareil respiratoire pour l'évacuation d'urgence (EEBD)

Il s'agit d'un appareil respiratoire à air comprimé ou à oxygène utilisé pour l'évacuation d'un compartiment où l'atmosphère est devenue dangereuse alors qu'une personne se trouve à l'intérieur. Des lots d'équipement supplémentaires doivent être prévus pour une utilisation 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 :

Type à air comprimé

Ces ensembles se composent 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 au porteur de l'air comprimé à un taux d'environ 40 litres par minute avec une autonomie de 10 (au minimum) ou 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.

Type à circuit fermé

Ces ensembles 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 par le porteur. 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.

Il est souligné que les EEBDs sont destinés à l'évacuation d'urgence et ne doivent pas être utilisés en tant que moyen principal pour pénétrer dans des compartiments présentant une teneur insuffisante en oxygène ou pour combattre les incendies.

10.8.4 Masques à cartouche ou boîte filtrante

Ces équipements se composent d'une cartouche ou d'une boîte fixée à un masque. Ils sont conçus pour purifier l'air en retenant des contaminants spécifiques. Ils ne fournissent pas d'air supplémentaire. Il est important de les utiliser conformément à leur destination et dans les limites prescrites par le fabricant. Ces limites comprennent une date d'expiration de la cartouche ou de la boîte.

Les masques à cartouches ou boîte ne protègent pas leur utilisateur contre des concentrations de vapeurs d'hydrocarbures ou toxiques au-delà de leurs paramètres de conception ni contre un manque d'oxygène et ils ne doivent jamais être utilisés à la place des appareils respiratoires ni dans des espaces confinés.



Figure 10.2 - Exemples de cartouches utilisées avec des masques faciaux

10.8.5 Masque à tuyau (appareil respiratoire à air pur)

Cet équipement se compose d'un masque alimenté en air par un tuyau de grand diamètre relié à une pompe rotative ou à soufflet. Il est encombrant et n'assure pas l'étanchéité contre l'entrée de gaz.

Bien que les masques à tuyau puissent être rencontrés à bord de certains bateaux-citernes, ils ne doivent pas être utilisés pour pénétrer dans un espace confiné. Bien que la plupart des réglementations prescrivent la présence de ce type d'appareils respiratoires, ils ne sont pas reconnus comme étant des équipements respiratoires appropriés et sûrs.

10.8.6 Entretien du matériel

Tous les équipements de protection respiratoire doivent être contrôlés et testés à intervalles réguliers par une personne responsable. 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 ne doivent pas présenter de dommages ni de corrosion et doivent être testées hydrauliquement conformément aux exigences de la réglementation.

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.

Tous les équipements de protection respiratoire doivent être contrôlés et certifiés par une société agréée conformément à la périodicité et aux conditions fixées dans les instructions du fabricant et / ou les prescriptions (inter)nationales.

10.8.7 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-citerne.

10.8.8 Formation

Des démonstrations concrètes et des entraînements à l'utilisation d'appareils respiratoires doivent être effectués afin de familiariser le personnel avec l'utilisation de l'équipement. L'utilisation d'appareils respiratoires autonomes et à adduction d'air doit être réservée à du personnel entraîné, une utilisation incorrecte ou inefficace pouvant mettre en danger la vie de l'utilisateur.

10.9 Travail dans des espaces confinés

10.9.1 Exigences générales

Tous les travaux effectués dans des espaces confinés doivent être effectués sous le contrôle du système de gestion de la sécurité. Toutes les conditions pour pénétrer dans un espace confiné, y compris l'utilisation d'une autorisation d'entrée, doivent être observées.

Des précautions supplémentaires peuvent être nécessaires pour s'assurer de l'absence, à proximité du site des travaux, de dépôts, de boues ou de matières combustibles qui, s'ils sont remués ou chauffés, peuvent dégager des gaz toxiques ou inflammables. Une ventilation efficace doit être maintenue et, dans la mesure du possible, orientée vers la zone de travail.

10.9.2 Équipement et dispositifs d'ouverture

A chaque fois que les pompes de cargaison, les tuyaux, les vannes ou les serpentins de chauffage doivent être ouverts, ils doivent d'abord être soigneusement rincés à l'eau. Toutefois, même après le rinçage, la présence de résidus de cargaison demeure possible et peut constituer une source de gaz inflammables ou toxiques. A chaque fois que de tels équipements doivent être ouverts, la procédure de gestion de la sécurité doit identifier les mesures de sécurité minimum au travail qu'il convient d'adopter, y compris l'obligation d'effectuer des mesures de gaz supplémentaires.

10.9.3 Utilisation des outils

Dans les espaces confinés, les outils ne doivent pas être portés mais doivent être descendus dans un seau en plastique ou dans un sac en toile afin d'éviter qu'ils ne tombent. Avant tout travail de martelage ou de piquage et avant l'utilisation de tout outil électrique, la personne responsable doit s'être assurée qu'il n'y a aucun risque de présence de vapeurs dangereuses dans le voisinage.

10.9.4 Utilisation d'ampoules électriques et de matériel électrique

A moins qu'un compartiment ait été déclaré sans danger pour le travail à chaud dans le cadre d'un système de travail sûr qui a été approuvé, tel qu'une autorisation de travail à chaud, des 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.

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 dangereuses.

Dans les ports, les règlements locaux concernant l'utilisation d'ampoules électriques ou d'équipements électriques doivent être respectés.

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.

Il est possible qu'une augmentation des concentrations de gaz se produise à proximité immédiate du lieu de travail et il convient de veiller à ce que l'atmosphère demeure sûre pour le personnel. Il est fortement recommandé que des détecteurs de gaz personnels soient fournis à certaines ou à toutes les personnes qui effectuent le travail.

10.9.6 Sans objet

10.10 Précautions pour pénétrer dans les chambres des pompes

Les chambres des pompes à cargaison doivent être considérées comme des espaces confinés et les exigences du présent chapitre doivent être observées autant que possible. Toutefois, en raison de leur emplacement, de leur conception et de la nécessité que du personnel y pénètre régulièrement à des fins opérationnelles, les chambres des pompes présentent un risque particulier et nécessitent par conséquent des précautions particulières qui sont décrites dans les sections ci-après.

10.10.1 Ventilation

En raison de la présence possible de gaz inflammables dans la chambre des pompes, l'utilisation de la ventilation mécanique par extraction est exigée pour maintenir l'atmosphère dans un état sûr.

La chambre des pompes doit être munie d'un système permanent de détection de gaz qui indique automatiquement la présence de gaz explosifs ou le manque d'oxygène au moyen de capteurs de mesure directe et qui actionne une alarme visuelle et sonore lorsque la concentration de gaz a atteint 10 % de la limite inférieure d'explosivité. Les capteurs de ce système doivent être placés dans des endroits appropriés au fond et directement sous le pont.

Les mesures doivent être effectuées de manière continue.

Une alarme visuelle et sonore doit être installée dans la timonerie et dans la chambre des pompes à cargaison et, lorsque l'alarme est déclenchée, le système de chargement et de déchargement doit s'arrêter. Toute défaillance du système de détection de gaz doit être signalée immédiatement dans la timonerie et sur le pont au moyen d'alarmes visuelles et sonores.

Le système de ventilation doit avoir une capacité d'au moins 30 renouvellements de l'air par heure, en fonction du volume total du local de service.

La ventilation doit être continue jusqu'à ce que l'accès ne soit plus nécessaire ou que les opérations de cargaison soient achevées.

10.10.2 Procédures pour l'entrée dans la chambre 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 associés à la cargaison manipulée doivent avoir été contrôlés.

Un système de détection de gaz installé à demeure doit seulement être utilisé pour fournir des informations concernant la possibilité de pénétrer dans le local en toute sécurité à condition

- qu'il soit correctement étalonné et testé et
- que les résultats de la détection de gaz soient indiqués en pourcentage de la LIE (% LIE), avec un niveau de précision équivalent à celui des instruments portables de détection gaz et que les mesures couvrent des endroits représentatifs à l'intérieur de la chambre des pompes.

Des procédures formelles doivent être mises en place pour contrôler l'entrée dans la chambre des pompes. Les procédures appliquées doivent être fondées sur une évaluation des risques. Elles doivent garantir que les dispositions visant à limiter les risques soient suivies et que les entrées dans l'espace soient 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. En outre, 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 dans la chambre des pompes.

Des dispositions doivent être prises pour garantir la possibilité d'une communication efficace et permanente entre le personnel séjournant dans la chambre des pompes et le personnel à l'extérieur. Des vérifications régulières de la communication doivent être effectuées à intervalles convenus et 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, il est recommandé de positionner une vigie sur le dessus de la chambre des pompes et de mettre en place une procédure de communication visuelle et à distance.

La fréquence des entrées dans la chambre des pompes à des fins d'inspection de routine au cours des opérations de cargaison doit être reconsidérée afin de réduire autant que possible l'exposition du personnel.

Des avis interdisant l'entrée sans autorisation formelle doivent être affichés à l'entrée de la chambre des pompes.

Les instructions suivantes doivent être affichées à l'entrée de la chambre des pompes :

**Avant de pénétrer dans la chambre des pompes,
vérifier l'absence de gaz et la présence d'un taux d'oxygène suffisant.**

Ne pas ouvrir les portes et accès sans autorisation du conducteur.

Quitter immédiatement les lieux en cas d'alarme.

10.11 Précautions opérationnelles dans la chambre des pompes

La chambre des pompes est l'endroit à bord du bateau-citerne 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 provoquer la génération d'une atmosphère inflammable ou toxique. La chambre des pompes peut également comporter un certain nombre de sources potentielles d'inflammation si des procédures d'inspection et de contrôle formelles et structurées ne sont pas rigoureusement observées.

10.11.1 Précautions générales

Avant de commencer toute opération de cargaison :

- Une inspection doit être effectuée pour s'assurer que les couvercles de filtres, plaques de visite et bouchons de vidange sont en position et sont sûrs.
- Les vannes de vidange dans le système de cargaison de la chambre des pompes, en particulier celles des pompes à cargaison d'hydrocarbures, doivent être bien fermées.
- Les cloisons doivent être contrôlées et ajustées ou lubrifiées si nécessaire afin de garantir une étanchéité efficace aux gaz entre la chambre des pompes et la salle des machines.

Durant toutes les opérations de cargaison, y compris durant le chargement :

- La chambre des pompes doit être inspectée à intervalles réguliers pour contrôler l'absence de fuites sur les joints et sur les bouchons et vannes de vidange, en particulier celles montées sur les pompes à cargaison.
- Lorsque les pompes sont en cours d'utilisation, les joints de la pompe, les roulements et les joints de cloisonnement (le cas échéant) doivent être surveillés en raison du risque de surchauffe. En cas de fuite ou de surchauffe, la pompe doit être arrêtée.
- Aucune tentative ne doit être faite pour régler les joints de la pompe sur les arbres en rotation lorsque la pompe est en fonctionnement.

10.11.2 Procédures de vidange des tuyaux de cargaison et de ballastage

A bord de certains bateaux-citernes, rien n'est prévu pour la vidange efficace des tuyaux et, afin de satisfaire aux exigences pour le transport de certains produits, le contenu restant des tuyaux est vidangé dans le fond de cale de la chambre des pompes. Cette pratique est dangereuse et il est recommandé que les procédures de manutention de cargaison soient revues afin d'éviter qu'un produit volatil puisse être évacué vers le fond de cale.

Il est fortement recommandé d'envisager des procédures exhaustives pour l'assèchement afin que toutes les tuyauteries et toutes les pompes soient entièrement vidées dans une citerne à cargaison, une citerne à résidus ou une citerne de collecte dédiée en vue d'un déchargement ultérieur à terre.

Lorsque les tuyaux qui ont été utilisés pour le ballastage doivent être vidés dans le fond de cale de la chambre des pompes à la fin du ballastage, des précautions doivent être prises pour s'assurer que le liquide vidangé ne contienne pas de restes de cargaison.

10.11.3 Travaux d'entretien courant et nettoyage

Il est important de maintenir en bon état les tuyaux et les pompes et que les fuites soient détectées et réparées dans un délai approprié.

Le fond de cale de la chambre des pompes doit être propre et sec. Il convient d'empêcher toute fuite de liquides ou vapeurs inflammables vers la chambre des pompes.

Les tuyaux doivent faire l'objet d'un contrôle visuel et doivent être soumis régulièrement à des essais de pression afin de s'assurer de leur bon état. D'autres moyens d'essai ou de contrôle non destructifs, tels que la mesure de l'épaisseur de la paroi par ultrasons, peuvent être envisagés s'il y a lieu, mais ils doivent toujours être complétés par un examen visuel.

Des procédures doivent être établies afin de vérifier que les filtres et boîtes à vase ont été correctement refermés après avoir été ouverts pour un contrôle ou un nettoyage de routine.

Les joints de soupapes et robinets de vidange doivent être inspectés régulièrement pour s'assurer de l'absence de fuites.

Les traversées de cloisons doivent être régulièrement contrôlées pour s'assurer de l'étanchéité des joints.

Les boulons sensibles sur les pompes de cargaison et autres éléments connexes, tels que les boulons de fixation du support, les boulons de fixation du boîtier de pompe et les boulons de fixation des capots d'arbres, doivent être fiables. En outre, les exigences pour leur contrôle doivent figurer dans les procédures de maintenance de routine.

Le harnais et la ligne de sauvetage de la chambre des pompes doivent être vérifiés régulièrement pour s'assurer de leur bon état et de leur disponibilité pour une utilisation immédiate.

Les voies d'évacuation d'urgence doivent être contrôlées régulièrement pour s'assurer qu'elles soient correctement signalées et libres de tout obstacle. Si un coffre d'évacuation est installé, il convient de contrôler la facilité d'utilisation des portes, de s'assurer de l'efficacité des joints des portes et de vérifier le bon fonctionnement de l'éclairage dans le coffre.

10.11.4 Entretien du matériel électrique dans la chambre des pompes

L'intégrité de la protection assurée par la conception des équipements électriques à l'épreuve des explosions ou à sécurité intrinsèque peut être compromise par des procédures de maintenance incorrectes. Même la plus simple des interventions de réparation et d'entretien doit être effectuée en stricte conformité avec les instructions du fabricant afin de garantir que ces équipements demeurent fiables.

L'entretien des appareils à l'épreuve des explosions et à sécurité intrinsèque ne doit être effectué que par du personnel qualifié pour cette tâche. Ceci est particulièrement important en ce qui concerne les dispositifs d'éclairage à l'épreuve des explosions, leur fermeture incorrecte après le remplacement d'une ampoule étant susceptible de compromettre l'intégrité du dispositif.

Afin de faciliter l'entretien et les réparations de routine, les bateaux-citernes doivent posséder à leur bord des instructions d'entretien détaillées pour les systèmes et dispositifs spécifiques installés à bord.

10.11.5 Contrôle et entretien des extracteurs des chambres des pompes

Les extracteurs des chambres des pompes doivent fonctionner en envoyant l'air du local vers l'extérieur. Par conséquent, en présence de gaz dans la chambre des pompes, les vapeurs seront aspirées à travers les pales de l'hélice de l'extracteur et risquent de s'enflammer si les pales entrent en contact avec le boîtier ou en cas de surchauffe des roulements ou des joints.

Les extracteurs des chambres des pompes, y compris les hélices, les arbres et les joints d'étanchéité au gaz doivent être contrôlés régulièrement.

L'état du gainage du ventilateur doit être contrôlé et le bon fonctionnement des volets de basculement et des clapets coupe-feu doit être confirmé.

Une surveillance régulière des vibrations doit être envisagée en tant que moyen de détection précoce de l'usure des composants.

10.11.6 Essais des alarmes et seuils d'arrêt d'urgence

Les alarmes et les seuils d'arrêt d'urgence de la pompe, les alarmes de niveau, etc., s'ils sont installés, doivent être testés régulièrement pour s'assurer de leur fonctionnement correct et les résultats de ces tests doivent être consignés.

Ces tests doivent être aussi exhaustifs que possible afin de vérifier l'interopérabilité pleine et entière du système et ne doivent pas être limités à un essai du fonctionnement électrique de l'alarme elle-même.

10.11.7 Divers

Il existe d'autres moyens d'améliorer la sécurité des chambres des pompes, dont certains sont obligatoires à bord de certains bateaux-citernes :

- Un système fixe de détection de gaz capable de surveiller en continu la présence de gaz inflammables. Si cet équipement est installé, des procédures doivent être élaborées pour en assurer régulièrement le contrôle et le calibrage. Des procédures doivent aussi également être établies concernant les mesures à prendre en cas d'alarme, notamment pour l'évacuation de l'espace et l'arrêt des pompes à cargaison. Dans la mesure du possible, la détection de gaz ne doit pas seulement être assurée dans la zone inférieure mais sur plusieurs niveaux de la chambre des pompes.

- Un dispositif fixe de prise d'échantillons pour la surveillance depuis le pont de la teneur en oxygène dans la chambre des pompes au moyen d'un détecteur portable avant l'entrée chambre des pompes. Si un tel dispositif est installé, il doit permettre de contrôler aussi les zones éloignées de la chambre des pompes.
- Des dispositifs de surveillance de température intégrés à la pompe principale de chargement de cargaison, afin de fournir à distance des indications sur la température du boîtier de la pompe, des roulements et des joints des cloisons. Si ces dispositifs sont installés, les procédures doivent être élaborées concernant les mesures à prendre en cas de déclenchement d'une alarme.
- Une alarme de niveau haut dans les fonds de cale de la chambre des pompes, qui déclenche des alarmes visuelles et sonores dans la salle de contrôle de la cargaison, dans la salle des machines et dans la timonerie.
- Des seuils d'arrêt d'urgence opérés manuellement pour les pompes de cargaison principale, situées au niveau inférieur de la chambre des pompes et en hauteur (pont principal).
- Des pare-embruns autour des joints de toutes les pompes à cargaison rotatives, afin de réduire la formation de brouillards en cas de fuites mineures du joint.
- Examen de la possibilité d'installer un dispositif à double joint pour contenir toute fuite provenant du joint primaire et pour activer une alarme à distance signalant l'apparition d'une fuite. Toutefois, l'impact sur l'intégrité de la pompe de toute modification doit être évalué de manière précise en collaboration avec le fabricant de la pompe.
- Une attention particulière doit être accordée à l'adéquation de la protection contre l'incendie à proximité immédiate des pompes à cargaison.
- En raison des problèmes de reprise du feu en retour de flamme après l'utilisation du moyen principal de lutte contre l'incendie, il convient d'envisager un système complémentaire tel que de la mousse à haut foisonnement ou d'aspersion d'eau pour compléter le système existant.
- A bord des bateaux-citernes équipés d'un système de gaz inerte, la disponibilité d'un système d'urgence pour l'inertage de la chambre des pompes peut constituer une solution, mais une attention particulière doit alors être accordée à la sécurité et à l'intégrité du système.
- La mise à disposition d'appareils respiratoires pour l'évacuation d'urgence (EEBDs) situés dans la chambre des pompes et facilement accessibles.

Chapitre 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 citerne à citerne et l'amarrage.

Ce chapitre contient également des informations sur la manutention sûre de cargaisons particulières, telles que les huiles accumulatrices 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 débiter 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 afin que la modification puisse être 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. (La génération de sautes de pression dans les tuyaux est abordée de manière plus détaillée à la section 16.8.)

11.1.5 Vannes à papillon et de non-retour (Contrôle)

Les vannes papillon et les vannes à broche antiretour 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 cisailer la tige de soupape, dans le cas de vannes papillon, ou la broche de maintien en position ouverte, dans le cas des vannes à broche antiretour. C'est pourquoi il est important de vérifier que toutes les vannes soient entièrement ouvertes si elles doivent être traversées par de la cargaison ou du ballast.

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 par conséquent 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 "prêt à charger"

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 possibles dangers d'une augmentation de la pression provoquée par la procédure d'arrêt d'urgence (voir l'article 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 et alimentée par l'installation à terre, ce qui déclenchera une intervention sur l'installation 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. A 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 au bateau à proximité immédiate des connexions à la terre du système de transfert.

11.1.6.4 Surveillance

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, le système de gaz inerte, s'il est installé et s'il y a lieu, doit être fermé et 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. Le gaz déplacé par la cargaison entrante doit être rejeté dans l'atmosphère par les soupapes de dégagement à grande vitesse afin de garantir que les gaz soient éloignés 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 soient propres, en bon état et correctement installés.

Pour certains produits, 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.

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 ouvrir les orifices de la citerne. (Le jaugeage et la prise d'échantillons fermés sont traités de manière détaillée à 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 débordement indépendant. Cette alarme doit être visuelle et sonore et doit être fixée à un niveau permettant d'interrompre les opérations avant le remplissage excessif de la citerne. Normalement, la citerne ne doit pas être remplie au-delà du niveau auquel est fixée l'alarme de remplissage excessif.

Les alarmes de remplissage doivent être testées individuellement sur la citerne pour 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 d'alarme et le capteur et confirme le point de réglage de l'instrument.

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.

Les bateaux utilisant le gaz inerte sont considérés comme étant toujours aptes au chargement fermé.

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-flamme correctement installé, propre et en bon état. Dans tous les cas, il convient veiller à ce que les gaz soient éloignés du pont de cargaison.

En temps normal, il n'est pas recommandé de procéder au chargement ouvert lors de la manutention de produits volatils générant des vapeurs inflammables.

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 débuter. Le débit initial doit être faible. A chaque fois que possible, il doit être effectué par la gravité et dans une citerne unique, les pompes à terre n'étant 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. A 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 annexe 7.)

A 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 durant 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 inexplicquée 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 et peut nécessiter l'interruption des opérations de cargaison 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. Dans l'obscurité, lorsque ceci est possible en toute sécurité, l'eau autour du bateau doit être éclairée.

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 à bord du bateau-citerne

Le bateau-citerne doit aviser le terminal lorsque les citernes doivent faire l'objet d'un chargement progressif et doit demander en temps utile au terminal de réduire suffisamment 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 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 d'huile.

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'huiles accumulatives de charge électrostatique

11.1.7.1 Généralités

Les distillats de pétrole présentent souvent des conductivités électriques inférieures à 50 picoSiemens/mètre (pS/m) et appartiennent ainsi à la catégorie des accumulateurs d'électricité statique.

Etant 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 à la section 11.1.7.9 les mises en garde sur l'efficacité des additifs antistatiques). 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 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 section 3.1.2).

11.1.7.2 Contrôle de la génération de charges électrostatiques

La décharge électrostatique est connue depuis longtemps comme étant un risque associé à la manipulation de produits inflammables.

LE NON-RESPECT DES RECOMMANDATIONS DE CETTE SECTION CREE LES SITUATIONS DANGEREUSES DANS LESQUELLES PEUVENT SE PRODUIRE DES ACCIDENTS D'IGNITION ELECTROSTATIQUE.

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'huile 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'huile dans la citerne à 1 mètre/seconde 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 dans la citerne.

La limite de 1 mètre/seconde 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	Débit approx. (m ³ /h)
3" / 80 mm	17
4" / 100 mm	29
6" / 150 mm	67
8" / 200 mm	116
10" / 250 mm	183
12" / 300 mm	262

Tableau 11.1 - Débits correspondant à 1 mètre / seconde

* Veuillez noter que les diamètres indiqués sont des diamètres nominaux et ne sont pas nécessairement identiques aux diamètres intérieurs réels.

Le tableau 11.1 présente les débits volumétriques approximatifs pour une vitesse linéaire de 1 mètre/seconde dans des tuyaux de différents diamètres.

Trois raisons justifient cette faible vitesse linéaire de 1 mètre/seconde :

1. Au début du remplissage d'une citerne, la probabilité est plus forte que de l'eau soit mélangée à l'huile dans la citerne. Les mélanges d'huile et d'eau constituent 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'huile pénètre dans la citerne. Ceci permet de réduire la génération d'électricité statique et de limiter 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'huile n'est pas considérée 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

Parce que les mélanges d'huile et d'eau constituent 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 une huile accumulatrice de charge électrostatique. Ainsi, les citernes à cargaison et les tuyaux qui ont été rincés à l'eau doivent être vidés avant le chargement et l'eau ne doit pas pouvoir 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-citerne après la période initiale de remplissage est susceptible d'être entraînée dans la citerne lors du chargement au débit maximum (La vitesse minimum du produit pour évacuer efficacement l'eau contenue dans les tuyauteries est de 1 mètre par seconde). 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 susceptibles de subsister dans les parties basses des tuyaux aient été évacués du système avant de débiter 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 qu'aient été prises les précautions ci-dessus pour éliminer les restes d'eau, la quantité d'eau encore présente dans le système après la période initiale de remplissage sera insuffisante pour augmenter la séparation 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, la mesure recommandée est la suivante :

- Maintenir une vitesse du produit dans le tuyau à terre inférieure à 1 mètre par seconde 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 mètre par seconde tout au long du chargement pour éviter les turbulences dans la/les citerne(s).

L'option qui offre en toute sécurité le débit de chargement le plus élevé peut être utilisée.

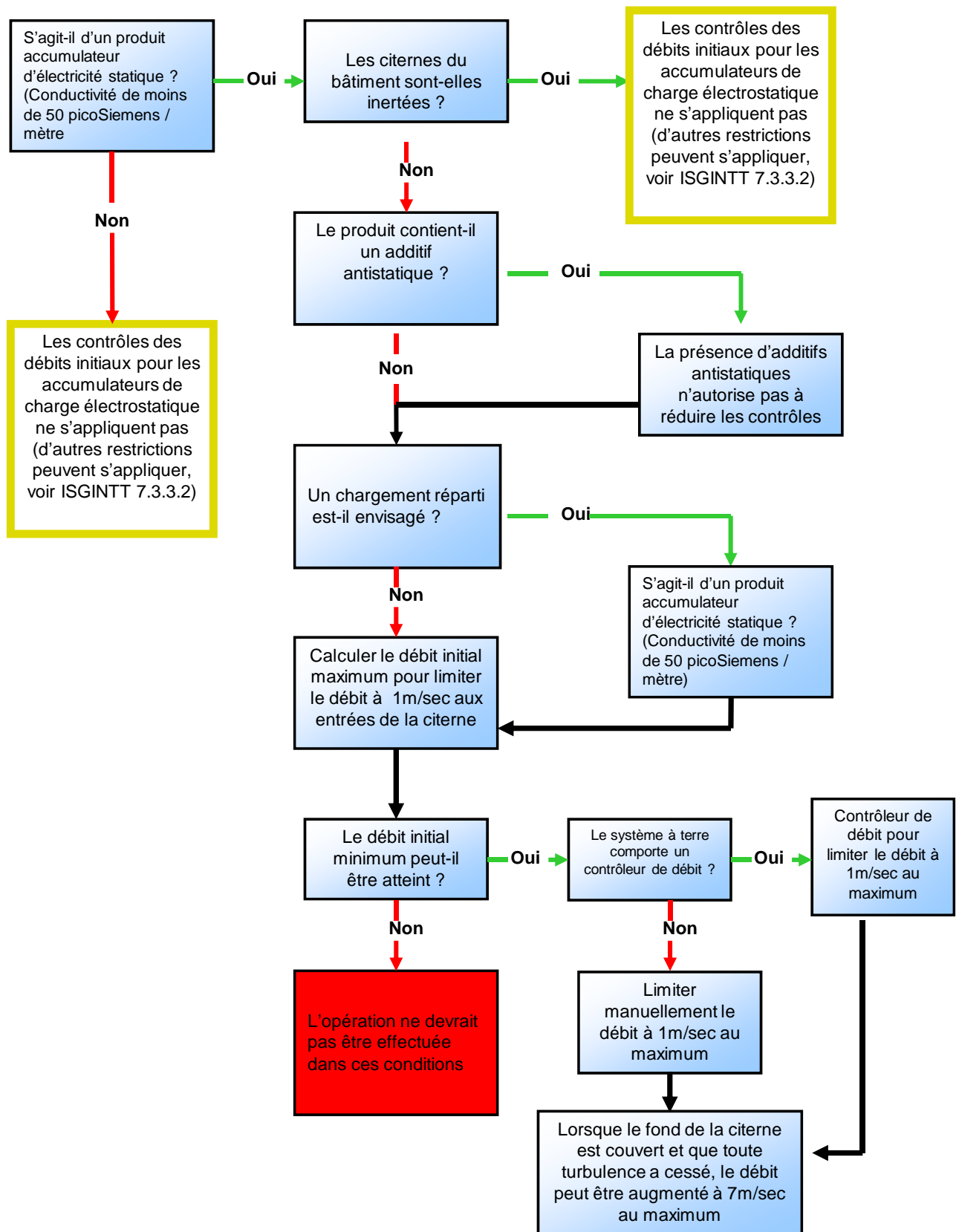


Figure 11.1 – Contrôles des dangers au début du chargement de cargaisons accumulatives de charge électrostatique

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 mètre/seconde. 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.)

Si le tuyau à terre présente un diamètre de 510 mm et qu'il est susceptible de contenir de l'eau, le bateau doit charger simultanément 4 citernes afin de garantir que l'eau soit évacuée en toute sécurité et un débit de chargement initial de 676 m³/h doit être demandé. Ceci permet d'évacuer l'eau du tuyau à terre, tout en maintenant la vitesse aux entrées de la citerne en dessous de 1 mètre/seconde.

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 mètre / seconde. 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

Avec cette méthode, le chargement débute via un seul tuyau à terre qui alimente simultanément plusieurs citernes à cargaison du bateau lorsque ceci 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 mètre par seconde.

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 mètre/seconde 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 mètre/seconde dans n'importe quelle 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 exemple 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 de 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.

Les flux diphasiques (par exemple de pétrole et d'eau) génèrent une plus grande charge et peuvent nécessiter que les limitations de débit soient maintenues tout au long de chargement (voir la section 11.1.7.4).

Lorsque le fond de la citerne est recouvert, une fois que toutes projections et turbulences de surface ont cessé et que toute l'eau contenue dans les tuyaux a été éliminée, 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 de ceux 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 mètres/seconde. Certains codes de pratique nationaux recommandent également ces 7 mètres/seconde en tant que valeur maximale. Toutefois, il est indiqué dans un certain nombre de documents de l'industrie que ces 7 mètres/seconde constituent une limite de précaution, ceci impliquant que des vitesses plus élevées peuvent être sûres, sans que ne 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 mètres/seconde.)

Cette limite de 7 mètres /secondes ne doit être augmentée qu'à la condition qu'une expérience bien documentée permette de conclure qu'une valeur appropriée plus élevée peut être retenue en toute sécurité.

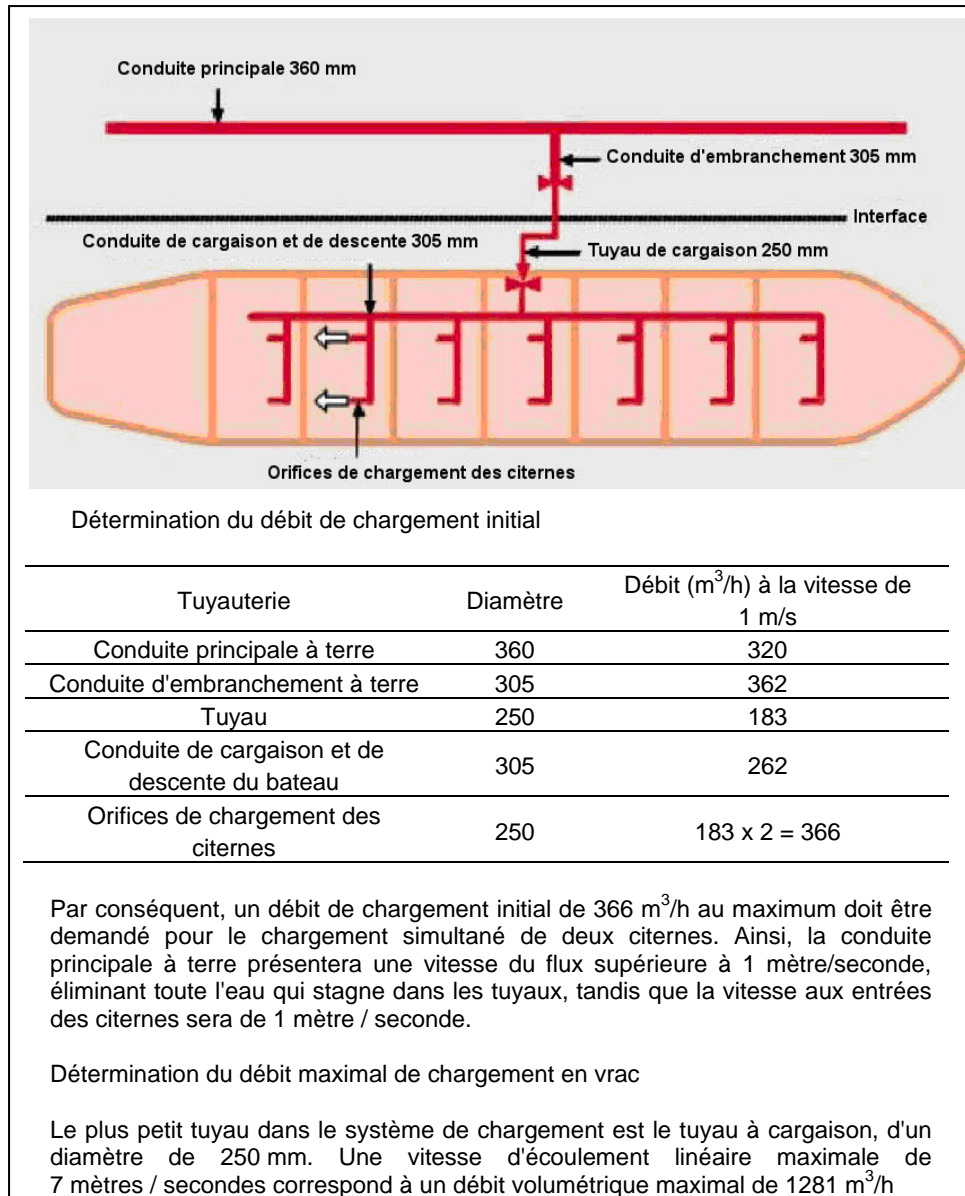


Figure 11.2 - Détermination des débits de chargement des cargaisons accumulatives de charge électrostatique

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 chargement alimentant de multiples conduites de descente ou orifices de chargement de citernes. A titre d'exemple, si une conduite de 150 mm de diamètre alimente trois tuyaux secondaires de 100 mm, la vitesse la plus élevée sera 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 mètres/seconde est acceptable pour le bateau-citerne et l'installation à terre, un débit de chargement maximal de 1.281 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 de 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 respectivement 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 décrit ci-dessus doivent être mises en œuvre.

11.1.8 Chargement de cargaisons à très haute pression de vapeur

Les cargaisons à haute pression de vapeur présentent des problèmes de perte de cargaison en raison de dégagements excessifs de vapeurs et peuvent aussi causer des difficultés lors du déchargement en raison de la formation de gaz dans les pompes de cargaison. Des précautions particulières peuvent par conséquent être nécessaires. Il s'agit notamment :

- de n'autoriser que des méthodes de chargement fermé (voir la section 11.1.6.6).
- d'éviter de charger lorsque la vitesse du vent est inférieure à 5 nœuds.
- d'utiliser de très faibles débits initiaux dans les citernes.
- d'utiliser de très faibles débits pour le remplissage progressif en fin de chargement.
- d'éviter un vide partiel dans le tuyau de chargement.

³ En liaison avec le débit maximal de chargement demandé, il est également très important de contrôler la capacité maximale de ventilation du bateau-citerne. Cette capacité maximale de ventilation peut être obtenue par un calcul effectué par la société de classification. Voir aussi 7.3.3.1.

- d'éviter de charger un produit pétrolier qui est chaud suite à sa stagnation dans des tuyaux exposés au soleil. Si ceci est inévitable, le produit doit être chargé dans des citernes dont la ventilation est performante et qui sont éloignées de la superstructure (par exemple les citernes avant).
- de prévoir davantage de surveillance pour s'assurer que la dispersion des gaz est contrôlée et pour garantir la conformité à toutes les exigences de sécurité.
- de surveiller la pression de la conduite de gaz inerte lorsque ceci fournit une indication sur la pression des citernes à cargaison.

Pour éviter la formation de gaz dans les pompes de cargaison, la pression de vapeur réelle (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 (H₂S)

11.1.9.1 Généralités

Le nombre de cargaisons contenant d'importantes quantités de sulfure d'hydrogène (H₂S) est en augmentation. En outre, les teneurs en H₂S dans les cargaisons sont également en augmentation. Des informations relatives à la toxicité du H₂S sont fournies à la section 2.3.6 et des recommandations sur la mesure et l'analyse des gaz se trouvent 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 H₂S, communément appelées cargaisons "acides".

11.1.9.2 Précautions à prendre lors du chargement de cargaisons contenant du H₂S

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 H₂S.

En outre, il est fortement recommandé de toujours charger les cargaisons susceptibles de contenir du H₂S, 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 H₂S :

- Un plan de sûreté doit être disponible pour l'opération de chargement, lequel doit inclure des indications sur la procédure d'évacuation, le contrôle de la vapeur, les équipements de protection individuelle à utiliser, l'hébergement, 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 de la cargaison 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 H₂S 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 H₂S est plus lourd que l'air. Lors des transferts de citerne à citerne, une attention particulière doit par conséquent 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 (SCEV) est disponible à terre, il doit être utilisé (voir 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 dans le 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 TLV-TWA sont dépassées et pour déterminer si les équipements de protection doivent être portés.

Outre les indications ci-avant, 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 et le conducteur du bateau-citerne doit consulter le propriétaire 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 Chargement par le haut (parfois appelé "chargement en pluie")

Les cargaisons dangereuses ne doivent jamais être chargées par le haut. Toutefois, si pour une raison quelconque le chargement par le haut est inévitable, les précautions suivantes doivent être prises.

Le pétrole volatil ou non-volatil ayant une température supérieure à son point d'éclair moins 10 °C, ne doit jamais être chargé par le haut dans une citerne qui n'est pas exempte de gaz.

Il est possible que soient applicables des dispositions portuaires ou du terminal spécifiques relatives au chargement par le haut.

Le pétrole non volatil ayant une température inférieure à son point d'éclair de moins 10 °C peut être chargé par le haut dans les circonstances suivantes :

- Si la citerne concernée est exempte de gaz, à condition qu'aucune contamination par du pétrole volatil ne puisse se produire.
- Si un accord préalable est intervenu entre le conducteur du bateau-citerne et le représentant du terminal.

L'extrémité libre du tuyau doit être fixée à l'intérieur de l'hiloire de la citerne pour éviter tout mouvement.

Du ballast ou des résidus ne doivent pas être chargés ni transférés par le haut dans une citerne qui contient un mélange de gaz inflammables.

11.1.13 Chargement aux terminaux équipés de systèmes de contrôles des émissions de vapeur (CEV)

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 un certain nombre de risques supplémentaires qui doivent être contrôlés de manière efficace.

Il existe de nombreuses sources d'informations détaillées sur les questions techniques liées à la lutte contre les émissions de vapeurs et les systèmes de traitement. L'OMI a élaboré des normes internationales pour la conception, la construction et l'exploitation des systèmes de collecte des vapeurs à bord des bateaux-citernes et des systèmes de contrôle des émissions de vapeurs dans les terminaux et l'OCIMF a élaboré et publié des indications sur les collecteurs de vapeur (voir la bibliographie).

Il convient de noter que les systèmes de contrôle des émissions de vapeurs (CEV) peuvent être utilisés à la fois par des bateaux-citernes équipés de systèmes de gaz inerte et des bateaux-citernes non inertés.

Une liste des CEV 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 se prémunir contre une possible mauvaise connexion du 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 exemple 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 à cargaison

Le risque de remplissage excessif d'une citerne à cargaison lors de l'utilisation d'un système CEV 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'une garantie soit assurée sous la forme d'un arrangement distinct concernant l'alarme de remplissage excessif. 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 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 débiter 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.

A bord des bateaux-citernes non inertés, des précautions contre les dangers de l'électricité statique doivent également être prises. (Voir 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 peuvent ne pas être dans la zone 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 immédiate 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 et, 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 être munis de moyens pour vidanger et 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 libre passage des vapeurs, pourrait accroître ainsi les pressions dans le tuyau et pourrait également 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 Décharges électrostatiques

Les précautions mentionnées 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 l'utilisation d'une bride isolante ou d'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 – Listes de contrôle de sécurité).

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 Fonctionnement des pompes et 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. Cet effet peut endommager la pompe et d'autres équipements à bord du bateau-citerne ou au terminal.

11.1.14.3 Déchargement fermé

Les bateaux-citernes dont les systèmes de gaz inerte sont utilisés de manière appropriée sont considérés comme effectuant des opérations de déchargement "fermé".

A bord des bateaux-citernes non inertés, 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'admission d'air par le système normal de ventilation ne présente pas un débit 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 Procédures de gaz inerte

Les bateaux-citernes qui utilisent un système de gaz inerte (SGI) doivent posséder un système pleinement opérationnel et assurant une production de gaz inerte de bonne qualité (c'est-à-dire à faible teneur en oxygène) au début du déchargement. Le SGI doit être pleinement opérationnel et fonctionner de manière satisfaisante tout au long du déchargement de la cargaison ou du déballastage. La section 7.1 comporte des précisions sur le fonctionnement du SGI.

Le déchargement de la cargaison ne doit pas être entrepris avant que :

- toutes les citernes à cargaison concernées, y compris les citernes à résidus, ne soient reliées au système principal de gaz inerte (GI),
- toutes les autres ouvertures des citernes à cargaison, y compris les soupapes de ventilation, ne soient bien fermées,
- le tuyau principal de gaz inerte ne soit isolé de l'atmosphère et, si une connexion transversale est présente, qu'elle soit également isolée du tuyau principal de cargaison.
- le système de gaz inerte ne soit en marche,
- la vanne d'isolement du pont ne soit ouverte.

11.1.14.5 Pressurisation de citernes à cargaison

Lorsque des cargaisons à haute pression de vapeur atteignent un niveau bas dans les citernes à cargaison, la hauteur de liquide est parfois insuffisante pour maintenir l'amorçage des pompes de cargaison. Si un système de gaz inerte est installé, il peut être utilisé pour pressuriser les citernes à cargaison afin d'améliorer les performances de la pompe.

11.1.14.6 Sans objet

11.1.14.7 Début du déchargement à côté d'un terminal

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. S'il est possible que, en raison de la situation plus élevée des citernes à terre par rapport au niveau du collecteur du bateau-citerne, le tuyau à terre est mis sous pression alors qu'il n'est pas équipé d'une valve de non-retour (contrôle), le bateau-citerne doit être informé et les vannes multiples 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 dans la chambre des pompes (le cas échéant) ou les batardeaux et citernes de ballastage.

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 observations et enregistrements doivent inclure aussi les forces de cisaillement, les moments de flexion, l'enfoncement et l'assiette et toutes les autres exigences pertinentes 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 de 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

Durant le déchargement, le flux de 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 Défaillance du système de gaz inerte pendant le déchargement de cargaison

Il convient de se référer aux indications fournies à la section 7.1.12 concernant les mesures à prendre en cas de défaillance du système de gaz inerte pendant le déchargement de cargaison.

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 offrir la possibilité de recevoir les produits de vidange et doit assurer une coopération efficace dans ce domaine.

Les prestations facilitant le drainage des citernes du bateau-citerne peuvent comprendre :

- l'aspiration par une pompe du terminal,
- le déchargement par une pompe du bateau-citerne (pompe d'assèchement),
- la purge par un gaz inerte ou de l'air par un tuyau d'assèchement⁴

A 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 de l'une des connexions femelles mentionnées ci-dessus.

Si un terminal est équipé de raccords d'étanchéité auto-obturants, il doit fournir les connecteurs appropriés pour les connecteurs mâles mentionnés précédemment.

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 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 et tuyaux ou des bras de chargement entre la vanne de la rive 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.

En général, l'utilisation d'air comprimé n'est pas privilégiée, en particulier si des produits inflammables présentant un point d'éclair inférieur à 60 °C sont manipulés. Si l'air comprimé est utilisé pour vidanger un tuyau 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 d'hydrocarbures 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 ou dans une citerne à résidus (slops). Voir aussi la section 11.1.14.14.

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 gattes d'égouttage mobiles. 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 la génération éventuelle d'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 de se trouver 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 la section 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. Les opérations de vidange des tuyauteries doivent être effectuées 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 une huile accumulatrice 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. Par conséquent, 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 huiles accumulatrices de charge électrostatique. Toutefois, il est préférable d'éviter de vidanger par soufflage les tuyaux vers les citernes contenant une telle cargaison.

A 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 en liaison avec 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 potentiels 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 ainsi la teneur en oxygène au point que les personnes qui pénètrent dans la zone risquent de perdre conscience par asphyxie. La présence d'azote ne pouvant pas être détectée par les sens, le personnel ne peut pas se fier à son odorat et il 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 pour 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, et que par conséquent la procédure est potentiellement dangereuse 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 prises et mises en œuvre par rapport à ces risques. Au moins les précautions mentionnées à la section 7.2.2 doivent être respectées.

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 peut être utilisé 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 de tels cas, il est préférable de purger les citernes à cargaison avant le chargement. Une fois que cette purge a été effectuée, 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 ayant généralement la forme d'une sphère ou d'un obus en caoutchouc appelé aussi "racleur", lequel est poussé à travers le tuyau par un liquide ou du gaz comprimé. Un racleur peut être utilisé pour vider entièrement un tuyau. Dans ce 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, au quel 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, d'où le racleur peut ensuite être retiré.

Une pression d'environ 2,7 bar (40 psi) est considérée comme le minimum nécessaire pour propulser le racleur, mais des pressions allant jusqu'à 7 bar (100 psi) peuvent être utilisées.

Avant d'entreprendre une opération de raclage, la personne responsable et le représentant du terminal doivent convenir des procédures et des précautions connexes à mettre en œuvre. Le gaz de propulsion ou les volumes de liquide, les pressions, le temps requis pour la traversée du tuyau, le volume de cargaison résiduelle présent dans le tuyau et le volume du creux disponible doivent faire l'objet d'une concertation.

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 n'apparaît pas à la sortie au terme du délai prévu, ceci indique aussi que sa liberté de mouvement est entravée.

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 indésirables 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 équipements à l'intérieur de la citerne.

Afin d'éviter les effets indésirables des turbulences, il est recommandé de libérer la pression dans le tuyau à partir de la terre une fois que le racleur est ressorti.

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 exemple 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. La situation a toutefois changé avec l'introduction de la double coque dans la conception des bateaux-citernes.

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 de la densité spécifique de la cargaison est susceptible de se traduire par une réduction significative de la hauteur métacentrique transversale. La situation sera la plus critique en présence d'une combinaison de citernes à cargaison larges et dépourvues de cloison médiane et de 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 peut être suffisant pour 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 en raison du "ballotement". La combinaison de la surface libre et du fond plat de la citerne peut entraîner la génération d'énergie par les vagues d'une puissance suffisante pour sérieusement endommager la structure interne et les tuyaux.

11.2.4 Planification du chargement et du déchargement

Le ballastage et le déballastage 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 (*As Low As Reasonably Possible - ALARP*).

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 simultanée d'une atmosphère inflammable et d'une source d'inflammation. Par conséquent, la priorité doit être d'éliminer une ou plusieurs des menaces qui contribuent à ce risque, en d'autres termes, un ou plusieurs côtés du "triangle du feu", ces côtés étant l'air/l'oxygène, la source d'ignition et le combustible (par exemple des 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 ; par définition, 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.

Tant qu'il n'est pas prouvé par des mesures directes que la citerne est effectivement inerte, par défaut, il DOIT être considéré que la citerne n'est pas inerte.

Citernes non inertes

A bord des bateaux-citernes qui n'ont pas accès à du gaz inerte, que ce soit par les 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'ignition" du triangle du feu. Dans un état non-inerte, il n'existe aucun obstacle physique permettant d'assurer l'élimination individuelle de 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 à la fois de contrôler l'inflammabilité de l'atmosphère de la citerne et les sources d'ignition.

Il est recommandé que tous les bateaux-citernes exploités en mode non-inerte intègrent dans leur conception et leurs 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.

Avant le début de l'opération, 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.

Tous les autres membres du personnel à bord doivent aussi être informés que le lavage des citernes est sur le point de commencer et cette information DOIT aussi être portée à la connaissance des personnes à bord qui ne participent pas directement à l'opération de lavage à l'intérieur de la citerne mais qui, en raison de leurs propres tâches à effectuer au même moment, sont susceptibles d'affecter la sécurité de l'opération de lavage de la citerne.

11.3.3.2 Préparation

Tant avant que pendant les opérations de lavage des citernes, la personne responsable doit avoir la certitude que toutes les précautions nécessaires énoncées à la section 4 sont respectées. Si des bateaux sont présents à côté du bateau-citerne, leur personnel doit également être informé et le fait que ce personnel respecte toutes les mesures de sécurité appropriées doit être confirmé.

Avant de commencer à laver des citernes le long d'un terminal, les mesures complémentaires suivantes doivent être prises :

- les précautions appropriées mentionnées 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 Inerte

Il s'agit d'un état dans lequel il est certain que l'atmosphère de la citerne présente le risque d'explosion le plus bas possible, l'atmosphère étant maintenue non-inflammable en permanence par l'introduction de gaz inerte et par la diminution de la teneur générale en oxygène qui en résulte dans toutes les parties de la citerne à cargaison, cette teneur ne dépassant pas 8 % en volume tandis qu'une pression positive est maintenue (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 et permettent d'obtenir le niveau de contrôle d'une atmosphère le plus sûr possible pendant les opérations de lavage de citernes.

En termes de "triangle du feu", cette méthode supprime physiquement et contrôle le côté "oxygène" du triangle de feu.

11.3.4.2 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.

Etant donné que les opérations de lavage et de dégazage de citernes présentant des atmosphères non inertes sont considérées comme présentant des risques potentiellement plus élevés, des mesures de contrôle supplémentaires sont nécessaires pour réduire les risques liés aux opérations autant que raisonnablement possible (ALARP). Ces mesures de contrôle DOIVENT porter sur deux côtés du triangle du feu à savoir :

- "combustible" et
- "sources d'ignition".

11.3.5 Lavage de citernes

11.3.5.1 Lavage dans une atmosphère inerte

Pour l'application des mesures de contrôle concernant le lavage dans une atmosphère inerte, voir la section 7.1.6.9.

Au cours des opérations de 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 à condition qu'à la fois les sources d'ignition et l'inflammabilité de l'atmosphère de la citerne soient contrôlées. A cet effet, les précautions suivantes pour contrôler les "sources d'ignition" et le "combustible" DOIVENT être prises pour les opérations de lavage de citernes dont l'atmosphère n'est pas inerte.

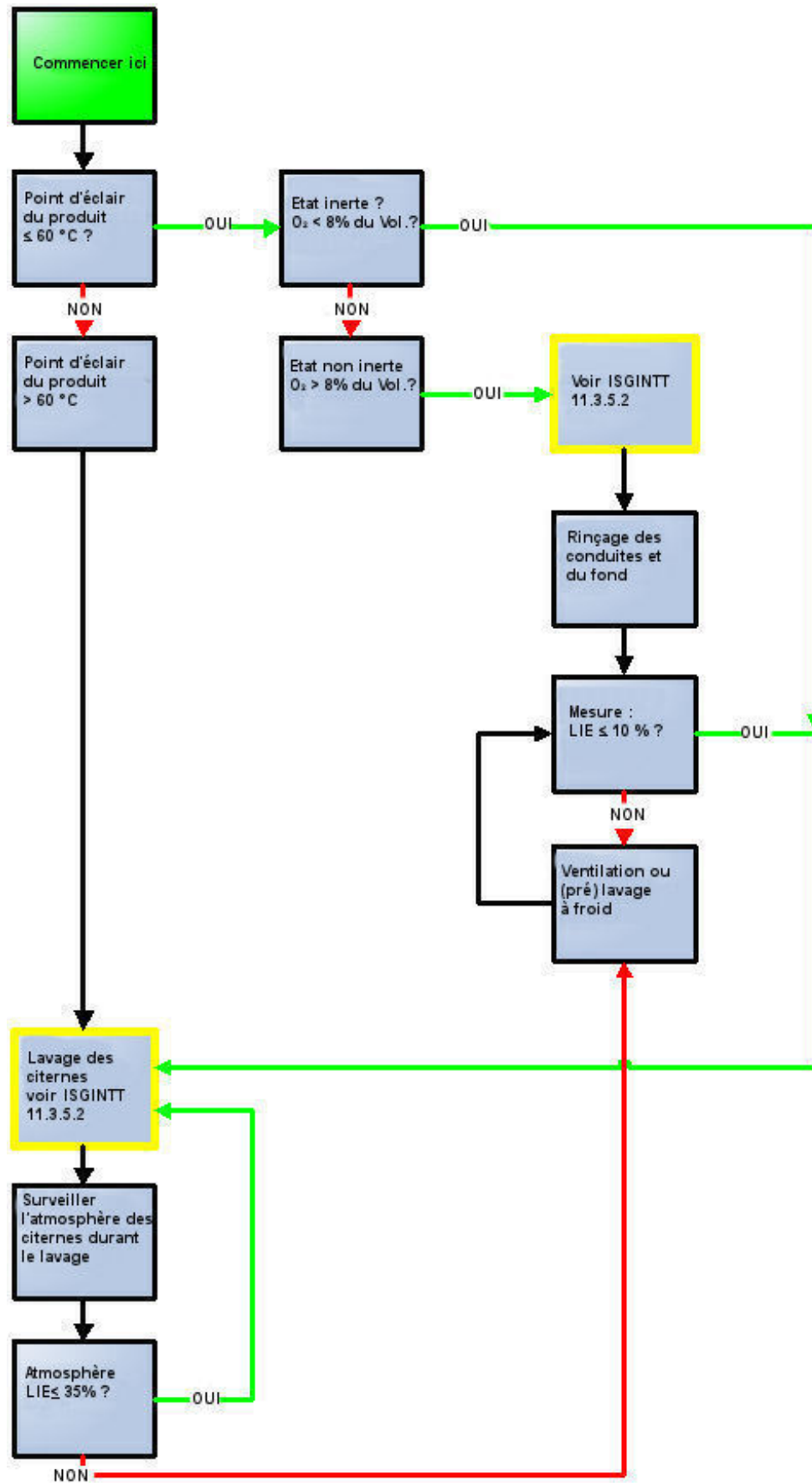


Figure 11.4 - Schéma des étapes de contrôle du "combustible" durant le lavage de citernes suivant les méthodes pour atmosphère inerte et non-inerte

Pour le contrôle du "combustible" dans l'atmosphère d'une citerne

(Voir Figure 11.4 schéma pour le lavage d'une citerne non-inerte)

Avant le lavage de la citerne :

- Avant de commencer la procédure de lavage des citernes, il est nécessaire de déterminer si le produit à nettoyer possède 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.
- Pour le lavage des citernes, 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 (3) dernières cargaisons.

Si la citerne à nettoyer a contenu un produit dont le point d'éclair est inférieur à 60 °C :

- Il convient de vérifier si la citerne à cargaison est inerte ou non. Ici, "inerte", signifie une teneur en O₂ inférieure à 8 % en volume.
- Si la citerne à cargaison n'est pas inerte, les mesures décrites au point 1 (ci-dessous) doivent être prises.
- Si la citerne à cargaison comporte une atmosphère inerte, les mesures décrites au point 2 (ci-dessous) doivent être prises.

Si la citerne à nettoyer a contenu un produit dont le point d'éclair est de 60 °C et plus :

- Si la citerne à cargaison à nettoyer a contenu un produit dont le point d'éclair est de 60 °C et plus, les mesures décrites au point 2 (ci-dessous) doivent être prises.

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. En outre, la tuyauterie permanente qui s'étend jusqu'au fond de la citerne doit être utilisée. Ce rinçage ne doit pas être effectué en utilisant les machines destinées au lavage des citernes.
- 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 aérée pour réduire la concentration de gaz de l'atmosphère à 10 % ou moins de la limite inférieure d'explosivité (LIE) ou un pré-lavage 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 dans le voisinage des 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 LIE.

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 LIE.
- 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 par conséquent une interruption du lavage est recommandée durant la mesure.

- 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. Si la ventilation mécanique ne peut pas être assurée, 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 LIE. Si le niveau de gaz mesuré atteint 35 % de la LIE 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 pré-lavage à froid ont diminué la concentration de gaz à 10 % ou moins de la LIE 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.

Pour le contrôle des sources d'inflammation dans la citerne

- a) Le débit de chaque machine de lavage ne doit pas être supérieur à 60 m³/h.
- b) Le débit total d'eau par citerne à cargaison doit être maintenu aussi bas que possible et ne doit pas dépasser 180 m³/h.
- c) Différentes méthodes de lavage présentent différents risques et 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 LIE. Un lavage à chaud pour un produit à faible point d'éclair ne doit avoir lieu qu'après un cycle complet de lavage à froid (par exemple du haut jusqu'au bas).
 - Si la température de lavage de l'eau chaude 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 section 3.1.2 et définitions).
- d) 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.
- e) 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.
- f) Si des machines de lavage portables sont utilisées, tous les raccordements 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 portables ne doivent pas être introduites dans la citerne avant que la LIE 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.

- g) L'introduction de perches de sondage et d'autres équipements dans la citerne doit être effectuée en utilisant un tuyau de sonde à pleine profondeur. Si un tuyau de sonde à pleine profondeur n'est pas installé, il est primordial que tous les composants métalliques de la perche de sondage et des autres équipements soient mis à la masse au bateau-citerne en toute sécurité avant leur introduction dans la citerne et que la mise à la masse soit 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. Toutefois, si la citerne est soumise à une ventilation mécanique continue après le lavage, cette période peut être réduite à une heure. 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.
 - Un équipement entièrement constitué de matériaux non métalliques peut généralement être utilisé. A titre d'exemple, une perche de sondage en bois peut être suspendue à une corde en fibres naturelles sans mise à la masse.
 - Les cordes réalisées en polymères synthétiques ne doivent pas être utilisées pour descendre un équipement dans les citernes à cargaison.
- h) Des mesures doivent être prises pour prévenir une ignition due à des dispositifs présentant des défauts mécaniques, par exemple des pompes à cargaison (immergées) dans la citerne, des machines de lavage des citernes, des équipements de jaugeage des citernes, etc.
- i) Des précautions doivent être prises pour éliminer tout risque d'étincelles mécaniques provenant par exemple d'objets métalliques tels que des outils à main, perches de sondage, seaux de prises d'échantillons, etc. tombant dans la citerne.
- j) 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 des citernes

11.3.6.1 Machines de lavage et tuyaux portables

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 être réalisé de telle sorte qu'une mise à la masse efficace puisse être assurée 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 portables 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 pour une raison quelconque, une concertation étroite avec le représentant du terminal et l'autorité portuaire et leur accord sont nécessaires.

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 être tel que les entrées de déversement dans les citernes à résidus soient couvertes 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'huile accumulatrice de charge électrostatique est susceptible de 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 de l'huile accumulatrice 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 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 par l'ajout de produits chimiques de nettoyage des citernes ou d'additifs à l'eau de lavage.

Nettoyage des citernes à la vapeur

En raison du danger lié à l'électricité statique, l'introduction de vapeur dans les citernes à cargaison ne doit pas être autorisée si la citerne est susceptible de contenir une atmosphère inflammable. Il convient de garder à l'esprit dans tous les cas où la vapeur est jugée utile que la présence d'une atmosphère non-inflammable ne peut être garantie.

Le nettoyage à la vapeur peut produire des nuages de brouillard comportant une charge électrostatique. Les effets et les dangers potentiels de ces nuages sont similaires à ceux décrits pour les brouillards résultant d'un lavage à l'eau, mais la charge électrostatique est beaucoup plus élevée. Le délai requis pour atteindre une charge électrostatique maximale est aussi nettement inférieur. En outre, même si une citerne est presque exempte de gaz inflammable au début de du lavage 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 LIE 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 peuvent présenter un risque d'inflammabilité. Le personnel doit être informé de la valeur limite d'exposition (*Threshold Limit Value - TLV*) de ce produit. Les tubes de détection sont particulièrement utiles pour détecter la présence de 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 utilisé pour le nettoyage de la citerne soit faible et que le personnel qui pénètre dans la citerne observe toutes les exigences relatives à la pénétration dans un espace confiné.

Outre les précautions énoncées ci-avant, 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 (FDSP), pour les produits chimiques de nettoyage des citernes doit se trouver à bord du bateau-citerne avant leur utilisation et toutes les recommandations concernant les précautions à prendre doivent être observées.

11.3.6.9 Essence au plomb

Si les citernes à terre sont susceptibles de contenir de l'essence au plomb pendant de longues périodes et présentent de ce fait un risque lié à la présence de plomb tétraéthyle (PTE) et de plomb tétraméthyl (PTM), les citernes d'un bateau-citerne alternent généralement entre différents produits et présentent par conséquent un risque très faible. Toutefois, à bord des bateaux-citernes utilisés pour le transport dédié d'essence au plomb, le fond des citernes doit être rincé à l'eau après chaque déchargement de la cargaison.

11.3.6.10 Evacuation de 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 au personnel 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 exemple 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 à la fois 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 et particulièrement difficile si elle se produit dans une double coque ou un double fond.

Dans la mesure du possible, le nettoyage des citernes, en particulier dans ses premières étapes, doit être effectué avec des moyens autres que les tuyaux à main. Ces moyens peuvent être par exemple l'utilisation de machines portatives ou de détergents, ou encore le lavage du fond de la citerne 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 relative à la protection de l'environnement en vigueur.

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 énoncés au chapitre 10 pour une entrée en toute sécurité. Des mesures de contrôle appropriées doivent être mises en œuvre pour préserver la sécurité et la santé du personnel qui pénètre dans l'espace.

11.4 Dégazage

11.4.1 Généralités

Il est généralement admis que le dégazage est l'une des procédures les plus dangereuses 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 procédure ne peut être suffisamment souligné et toutes les parties concernées doivent le garder à l'esprit. Il est par conséquent 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

Afin d'être suffisamment dégazés pour permettre l'entrée sans appareil respiratoire, une citerne ou un compartiment 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 LIE, 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 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 à utiliser 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.
- Les admissions d'air de la climatisation centrale ou des systèmes de ventilation mécanique doivent être réglées autant que possible 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 climatiseurs reliés à des fenêtres et qui ne sont pas certifiés comme étant sûrs pour une utilisation en présence de gaz inflammables, ou qui aspirent de l'air depuis l'extérieur de la superstructure, doivent être mis hors tension et les événements extérieurs ou les orifices d'admission d'air doivent être fermés.
- Les clapets de purge des colonnes de ventilation doivent être débarrassés de l'eau, de la rouille et des sédiments et toutes les connexions de nettoyage à la vapeur doivent être testées et être jugées satisfaisantes.
- Si plusieurs citernes sont reliées par un système commun d'aération, chaque citerne doit être isolée pour empêcher le transfert de gaz en provenance d'autres citernes ou vers d'autres citernes.
- Si des vapeurs de cargaison stagnent sur le pont à des concentrations élevées, le dégazage doit être arrêté.
- Si le vent provoque la chute sur le pont d'étincelles provenant de la cheminée, le dégazage doit être arrêté.
- 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 la citerne qui sont situés à l'extérieur de ces espaces. Lorsque la concentration de gaz dans la citerne est tombée à 25 % de la LIE 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 du 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 débiter les opérations.
- Si d'autres bateaux sont situés à côté du bateau-citerne, leur personnel doit également être informé et leur conformité à toutes les mesures de sécurité appropriées doit être vérifiée.

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 de l'opération de dégazage afin d'en surveiller l'évolution.

Les tests doivent être effectués à plusieurs niveaux et dans chaque compartiment de la citerne si celle-ci est subdivisée par une cloison chicane. 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 résultats des mesures de gaz ne sont pas satisfaisants, la ventilation doit être reprise.

À l'issue du dégazage, tous les orifices doivent être fermés, à l'exception de la trappe de la citerne.

Lorsque tous les dégazages sont achevés, le système de ventilation des gaz doit être soigneusement contrôlé et une attention particulière doit être accordée au bon fonctionnement des vannes de pression / dépression et de toutes les soupapes de dégagement à grande vitesse. Si les vannes 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 Equipements 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 à cette fin si le système est utilisé 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 soufflantes ne doivent être utilisés que si leur fonctionnement est hydraulique ou pneumatique. Leurs matériaux de fabrication doivent garantir qu'aucun risque d'étincelles incendiaires ne peut se présenter si, pour une raison quelconque, les pales touchaient l'intérieur du boîtier.

De manière générale, les orifices de ventilations doivent être aussi éloignés que possible des ventilateurs.

Les ventilateurs portatifs doivent être reliés au bateau, à la tuyauterie ou au pont 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 la société élabore des lignes directrices et des procédures relatives à 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 en outre 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.

A chaque fois que possible, ces lignes directrices et procédures doivent être élaborées en coopération avec le constructeur du bateau.

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 doit être chargé et déchargé de manière à éviter durant toutes les phases de l'opération que la coque du bateau-citerne ne soit soumise à une tension excessive.

11.6.3 Chargement de ballast dans des citernes à cargaison

Lors du chargement de ballast dans des citernes à cargaison, les précautions suivantes doivent être prises :

- Avant de charger du ballast dans des citernes contenant des vapeurs d'hydrocarbures, la personne responsable doit consulter le représentant du terminal, tous les contrôles de sécurité doivent être effectués et les précautions applicables pour le chargement de pétrole volatil doivent être observées. Les procédures pour le chargement fermé doivent être respectées.
- Lors du chargement de ballast dans des citernes à cargaison qui contiennent des vapeurs de cargaison, le gaz expulsé est susceptible de se situer dans la plage d'inflammabilité en se mélangeant avec l'air. Ce gaz doit par conséquent être évacué par le système de ventilation agréé.

- Lors du chargement de ballast dans des citernes qui ont précédemment contenu des cargaisons nécessitant des opérations fermées, le ballast doit également être chargé en mode "fermé" en suivant les procédures décrites à la section 11.1.6.6.
- Le ballast ne doit pas être chargé par le dessus (en pluie) dans des citernes qui contiennent de la vapeur de cargaison.
- Les recommandations données à la section 11.1.3 doivent être observées pour actionner les vannes de ballastage.

11.6.3.1 Utilisation des pompes à cargaison

Pour commencer le ballastage, les pompes à cargaison doivent être utilisées de manière à éviter que de l'huile ne s'échappe dans l'eau.

11.6.3.2 Ordre de mise en service des vannes

Les procédures suivantes doivent être respectées lors du chargement de ballast dans une citerne non-inerte qui contient des vapeurs de cargaison :

- La vanne de la citerne doit être la première vanne ouverte et la vanne d'admission du ballast vers la pompe doit être la dernière à être ouverte.
- Le débit initial du ballast doit être limité à la sortie de la pompe, de sorte que la vitesse d'entrée dans la citerne soit inférieure à 1 mètre / seconde, jusqu'à ce que les lisses soient couverts ou, en l'absence de lisses, jusqu'à ce que la profondeur du ballast dans la citerne soit d'au moins 1,5 mètres. (Voir aussi tableau 3.2.)

Ces précautions sont nécessaires pour éviter l'effet de pulvérisation qui est susceptible de provoquer l'accumulation d'une charge électrostatique dans un nuage de brouillard ou de pulvérisation à proximité du point d'entrée du ballast dans la citerne (voir section 3). En présence d'une charge suffisante, il existe toujours un risque de décharge d'électricité statique et d'ignition.

11.6.4 Chargement de ballast séparé

De manière générale, aucune restriction ne s'applique pour le chargement de ballast dans des citernes de ballast dédiées (SBS) au cours d'une opération de déchargement de la cargaison. Il convient toutefois de prendre en compte les recommandations suivantes :

- Le ballast doit être considéré comme une nécessité pour répondre aux exigences concernant le tirant d'air à quai, en particulier lorsque les 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.
- Des 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 du bras de chargement. Ceci est particulièrement important pour les bateaux-citernes à double coque (voir aussi la section 11.2).

11.6.5 Déballastage dans le port

L'eau de ballastage contaminée des citernes à cargaison doit être déchargée à terre afin d'éviter une pollution de l'environnement.

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 début de déballastage. Lorsque du ballast séparé est déchargé, il convient de prévoir une surveillance visuelle du ballast déversé par dessus bord. 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 si une contamination est constatée.

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, par exemple, 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 Déchargement à terre de ballast séparé

Certains terminaux exigent que le ballast séparé soit déversé dans des citernes à terre afin de répondre aux contraintes environnementales. Pour les bateaux-citernes dont le ballast est séparé, ceci nécessite une connexion transversale des systèmes de cargaison et de ballastage, ce qui implique un risque de contamination entre les systèmes, à moins qu'un collecteur pour le ballast soit prévu sur le pont.

Les opérateurs doivent fournir des procédures bien conçues pour la gestion de cette opération et qui doivent apporter des réponses aux questions suivantes :

- Mise en place de la connexion transversale.
- Ordre de chargement et déballastage.
- Exigences relatives au tirant d'eau et au tirant d'air.
- Gestion des tensions sur la coque.
- Procédure de réglage du tuyau de cargaison.
- Fonctionnement de la pompe à cargaison.
- Séparation du ballast et de la cargaison.
- Vidange des citernes à cargaison.
- Suppression de la connexion transversale et isolement des systèmes.

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'explosivité (LIE). 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 par conséquent 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 convient également de rappeler 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 la pénétration 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 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 entrer en contact avec la société pour avis. Il est fortement recommandé aux opérateurs 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 méthode appropriée pour rétablir une 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.

Le remplissage ou le remplissage partiel de la double coque ou du double-fond avec du ballast afin de rétablir une atmosphère sûre et / ou afin d'arrêter toute fuite supplémentaire de cargaison dans la citerne doit tenir compte des situations de tension, d'assiette, de stabilité ainsi que des facteurs concernant la ligne de charge. Il convient également de garder à l'esprit que tous les ballasts chargés dans une citerne après qu'une fuite ait été détectée 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 résidus ou à cargaison 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 celui de la fuite.

S'il est constaté que la quantité de cargaison qui s'infiltré 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 le transfert de 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 jugé indispensable pour une raison quelconque de pénétrer dans la citerne, les recommandations figurant à la section 10.7. doivent être respectées pour l'entrée.

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 à 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.

A 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 où il est jugé 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'équipements appropriés de protection individuelle 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 portable 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 autant que possible la libération de vapeurs de cargaison. Cet appareil portable 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'utilisation d'équipements introduits 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.

Etant 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 par conséquent 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. En outre, 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 employées, 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'huile. S'il existe un risque de présence d'un mélange inflammable de gaz de cargaison et d'air, 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 :

- L'introduction d'équipements pouvant agir en tant que générateur d'étincelles dans une citerne qui contient déjà des matériaux chargés.
- L'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 l'appareil 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 de citerne à cargaison en présence de risques	Descente d'équipement au moyen de cordes ou rubans synthétiques	Chargement de produits blancs	Lavage de citernes
Risque électrostatique (Chapitre 3)	Friction entre eux de polymères synthétiques (Section 11.8.2.2)	Flux de liquide accumulateur de charge statique (Sections 11.1.7 et 11.8.2.3)	Gouttelettes de brouillard d'eau (Sections 3.3.4 et 11.8.2.5)
<p>Précautions nécessaires</p> <p>Pour le sondage, le jaugeage par le creux et la prise d'échantillons avec :</p> <p>(i) équipement métallique sans mise à la masse ni métallisation</p> <p>(ii) équipement métallique avec mise à la masse et métallisation assurée avant l'introduction et maintenue jusqu'après le retrait</p> <p>(iii) équipement non conducteur et exempt de parties métalliques</p>	<p>(Sections 11.8.2.3 et 11.3.5.2 g)</p> <p>Ne jamais utiliser de cordes ni rubans en matière synthétique pour la descente dans les citernes à cargaison</p> <p>"</p> <p>"</p>	<p>Section 11.8.2.3)</p> <p>Jamais autorisé</p> <p>Pas autorisé durant le chargement durant 30 minutes à compter de la fin du chargement</p> <p>Pas de restrictions</p>	<p>(Sections 11.3.5.2 g et 11.8.2.5)</p> <p>Non autorisé durant le lavage ni durant les 5 heures suivantes</p> <p>Pas de restrictions</p> <p>Pas de restrictions</p>
Exceptions autorisées si :	"	Utilisation d'un tuyau de sondage	<p>a) Utilisation d'un tuyau de sondage</p> <p>ou</p> <p>b) Ventilation mécanique continue de la citerne, si 5 heures peuvent être ramenées à 1 heure</p>

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. A titre d'exemple, le cadre de maintien de la roue sur laquelle est enroulé le 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 employés et leur mode d'utilisation. Les matériaux non-conducteurs et de conductivité moyenne peuvent être acceptables dans certaines circonstances. A 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 la main gantée d'un opérateur. 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 Huiles accumulatrices 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. Etant 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.

Il convient de respecter un délai de 30 minutes (temps de stabilisation) après l'achèvement du chargement de chaque citerne avant le début de 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 11.5.

Équipement non métallique

Dans la pratique, les décharges entre la surface d'une huile accumulatrice 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 par conséquent autorisés à tout moment.

Il convient de consulter la section 3.2.1 à propos de 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 par conséquent 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 Huiles non-accumulatrices de charge électrostatique

Etant donné qu'il est possible qu'une atmosphère inflammable se forme au-dessus d'une huile non accumulatrice de charge électrostatique dans un environnement non-inerte ou non dégazé, les précautions énoncées à la section 11.8.2 et à la figure 11.5 doivent être prises.

11.8.2.5 Jaugeage par le creux et sondage en présence de brouillards d'eau

Lorsque sont effectuées des opérations de lavage des citernes, il est essentiel qu'il ne se trouve aucun 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 l'achèvement de l'opération. 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. A la fois les conducteurs intermédiaires et les non-conducteurs sont autorisés, bien que l'utilisation de cordes en polypropylène, par exemple, doive être évitée. (Voir section 3.3.4.)

Néanmoins, 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 opérations de sondage effectuées 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 inertées

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. En outre, de nombreux bateaux-citernes sont équipés de bouchons de vapeur permettant la prise d'échantillons et le jaugeage en mode fermé à des fins de transfert de responsabilité.

Les bateaux-citernes équipés d'un bouchon de vapeur sur chaque citerne à cargaison peuvent mesurer et prendre des échantillons sans réduire la pression du gaz inerte. Dans de nombreux cas, les bouchons de vapeur sont utilisés en conjonction avec des dispositifs de mesure spécialement adaptés, notamment des rubans de sondage acoustique, des échantillonneurs et des rubans de température. Lors de l'utilisation de l'équipement, les vannes du bouchon de vapeur ne doivent pas être ouvertes avant que l'instrument soit correctement connecté à la colonne. Des précautions doivent être prises pour empêcher que puisse se produire un retour de vapeur.

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 portables s'appliquent aussi à ces dispositifs de mesure (voir section 4.3).

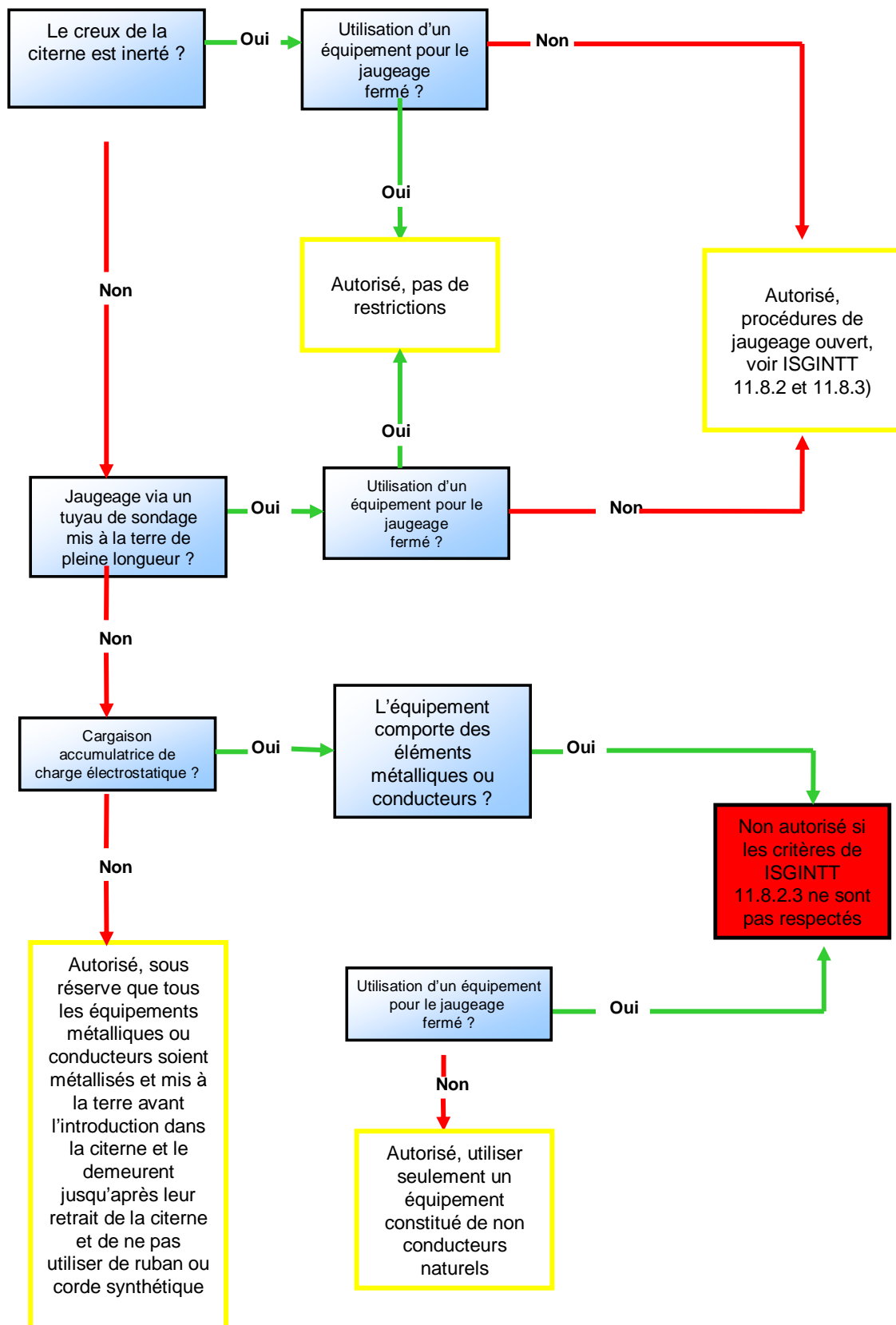


Figure 11.5 - Précautions nécessaires pour l'utilisation de dispositifs portables de mesure et de prise d'échantillons

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 la cargaison transportée dans des citernes inertées. Lorsqu'il est nécessaire de réduire la pression dans une citerne afin de procéder au mesurage ou à 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 peut rapidement provoquer une asphyxie et, par conséquent, il convient de veiller à ne pas se tenir du côté vers lequel se dirige le gaz qui s'échappe lors du mesurage et de la prise d'échantillons (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 réduite afin de permettre le mesurage ou la prise d'échantillons.
- Un seul orifice d'accès à la fois doit être ouvert et ceci 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 chargement 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 à propos du fonctionnement du système de gaz inerte du bateau-citerne durant 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 dans de telles circonstances, 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 chargement, 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 Cargaisons accumulatrices de charge électrostatique dans des citernes à cargaison inertées

En présence de gaz inerte, il n'est normalement pas nécessaire de prendre des précautions concernant les risques liés à l'électricité statique, le gaz inerte empêchant la formation d'un mélange de gaz inflammable. Toutefois, de très forts potentiels électrostatiques sont possibles en raison des particules en suspension dans un gaz inerte. S'il est soupçonné que la citerne n'est plus dans un état inerte, le sondage, jaugeage par le creux et les opérations de prise d'échantillons doivent être restreints comme indiqué dans les sections 7.1.6.8 et 11.8.2.

Des restrictions sont nécessaires en cas de panne du système de gaz inerte au cours du déchargement :

- en cas de pénétration d'air.
- durant le ré-inertage d'une citerne après une telle panne.
- durant l'inertage initial d'une citerne contenant un mélange de gaz inflammable.

En raison de la charge très élevée susceptible d'être transportée par des particules dans le gaz inerte, il ne faut pas considérer que les décharges en couronne dues à l'introduction d'un dispositif conducteur dans la citerne ne peuvent pas être incendiaires bien que la citerne contienne une atmosphère inflammable. Par conséquent, aucun objet ne doit être introduit dans une telle citerne jusqu'à ce que la charge très élevée au départ ait pu se réduire à un niveau plus acceptable. Un délai d'attente de 30 minutes à compter de l'arrêt de l'injection de gaz inerte est suffisant à cet effet. Après 30 minutes, le matériel peut être mis en place sous réserve que soient prises les mêmes précautions qu'en présence de brouillards d'eau dus au lavage (voir la Section 11.8.2.5).

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 suffisantes pour être dangereuses.

Il incombe aux terminaux de chargement de faire des recommandations au conducteur du bateau-citerne si la cargaison à charger contient des concentrations dangereuses de substances toxiques. De même, il relève de la responsabilité du conducteur du bateau-citerne de faire des recommandations au terminal de destination 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 bateau-citerne 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, afin de s'assurer que les concentrations de vapeur ne dépassent pas la valeur limite d'exposition sur une courte durée (*Short Term Exposure Limit* - TLV-STEL) des 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 de matériel 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 les défaillances de l'équipement soient corrigées ou que les conditions météorologiques aient changé et favorisent la dispersion des gaz.

Il convient de se référer à 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. 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.

Les températures peuvent être mesurées au moyen de thermomètres électroniques placés dans la citerne via le bouchon de vapeur. Ces instruments doivent posséder les certificats d'agrément appropriés et doivent également être étalonnés.

Les échantillons doivent être prélevés en utilisant des dispositifs spéciaux de prise d'échantillons et via le bouchon de vapeur.

11.9 Transbordement entre bâtiments

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 consignes de sécurité ne sont pas respectées à bord des deux bateaux, les opérations ne doivent pas débuter ou doivent être interrompues si elles sont déjà en cours.

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 des transbordements de liquides en vrac d'un navire de mer à un bateau-citerne de la navigation intérieure et inversement, les bâtiments doivent être agréés et équipés de manière appropriée. Si les consignes de sécurité ne sont pas respectées à bord du bateau-citerne de navigation intérieure ou à bord du navire de mer, les opérations ne doivent pas débuter ou doivent être interrompues si elles sont déjà en cours.

Les conducteurs des bateaux-citernes doivent être conscient du fait que les conducteurs de navires de mer sont susceptibles d'appliquer les consignes de l'ICS / OCIMF "*Ship to Ship Transfer Guide (Petroleum)*". Voir également les annexes 2 et 3 "Liste de contrôle de sécurité bateau-citerne fluvio-maritime / bateau-citerne de navigation intérieure".

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 élevé par rapport à 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 la 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 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 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 deux 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

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.

A 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'huiles accumulatrices 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 n'est 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.

Toutefois, si l'un des bateaux-citernes est dépourvu de protection cathodique ou si son système de protection par courant imposé est en panne, il convient d'envisager l'arrêt du système de protection par courant imposé à bord de l'autre bateau-citerne bien avant que les deux bateaux-citernes soient réunis.

Chapitre 12

TRANSPORT ET STOCKAGE DE MATIERES 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 (inter)nationales, lesquelles peuvent également contenir des recommandations sur leur manipulation et stockage. Les Fiches de Données de Sécurité du Produit (FDSP) 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 disponibles à la section 12.5 ci-dessous, 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 basses et la température de cale ne doit pas pouvoir dépasser 50 °C. Les températures de cale doivent être contrôlées en permanence et, si elles approchent ce niveau, les lieux de stockage doivent être ventilés.

12.2 Magasins des bateaux-citernes

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 Fiche de Données de Sécurité du Produit (FDSP). Si aucune FDSP n'est fournie pour un produit stocké à bord du bateau-citerne, ce produit doit être isolé et stocké conformément aux indications disponibles sur son contenant ou emballage. Il ne doit pas être utilisé avant que des informations appropriées n'aient été 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 nettoyants 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 FDSP.

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.

Les liquides de nettoyage inflammables doivent être conservés dans des récipients fermés, incassables, correctement étiquetés et entreposés dans un local approprié lorsqu'ils ne sont pas utilisés.

Les liquides de nettoyage doivent uniquement être utilisés dans des endroits où la ventilation est adéquate et en tenant compte de la volatilité des liquides utilisés. Tous les liquides doivent être stockés et utilisés conformément aux instructions du fabricant.

Tout contact cutané direct et toute contamination des vêtements par des liquides de nettoyage doivent être évités.

12.2.5 Stockage de matériel de rechange

Le matériel de rechange n'est pas dangereux en tant que tel. Il existe toutefois des cas où des éléments volumineux de matériel de rechange arrimés sur le pont se sont libérés de leurs fixations et ont endommagé le bâtiment, impliquant aussi un risque de blessures pour le personnel. Lorsque du matériel de rechange est entreposé, les aspects suivants doivent être pris en compte :

- tout équipement de sécurité doit être accessible et utilisable en toute sécurité.
- le matériel stocké ne doit pas entraver l'amarrage ni les autres opérations.
- le matériel stocké doit être correctement arrimé, en tenant compte des conditions météorologiques prévues durant le voyage.

12.3 Echantillons de cargaison et de combustible

Lorsque les échantillons sont conservés à bord, ils doivent être arrimés solidement dans des casiers accessibles depuis l'extérieur des logements. Les récipients doivent satisfaire aux exigences d'emballage applicables et doivent être placés à bord à un endroit spécifique dans la zone de cargaison, de sorte que, dans des conditions normales de transport, ils ne puissent pas se briser ou être percés et que leur contenu ne puisse pas se répandre. Les récipients fragiles doivent être convenablement protégés.

Le nombre des échantillons conservés à bord doit être géré avec soin et, lorsqu'ils ne sont plus nécessaires, ils doivent être éliminés de façon appropriée. La société doit avoir établi une politique pour l'élimination des échantillons, l'objectif étant de réduire autant que possible la durée de conservation une fois que la cargaison correspondante a été déchargée. À moins que la société recommande le contraire, il est suggéré que les échantillons soient conservés durant une période de trois mois après que la cargaison ait été déchargée.

12.4 Autres matériaux

12.4.1 Sciure, granulés absorbants d'huile et torchons

L'utilisation de sciure de bois pour le nettoyage de petits déversements à bord n'est pas recommandée. Si de la sciure de bois est transportée à bord, il convient de veiller à ce que, lorsqu'elle n'est pas utilisée, elle soit entreposée dans un endroit sec et, si possible, dans un endroit frais. La sciure de bois humide est sensible à l'inflammation spontanée (voir la section 4.9).

Lorsque de la sciure de bois a été utilisée pour nettoyer un déversement d'une faible quantité de pétrole, la sciure de bois souillée doit être entreposée séparément, dans un récipient hermétique et dans un endroit sûr qui est éloigné des logements et des zones dangereuses.

Tous les granulés et torchons absorbants qui sont imprégnés d'huile doivent être entreposés dans des conteneurs spécifiques à bord qui sont éloignés des logements et des zones dangereuses.

La sciure de bois et les granulés absorbants imprégnés d'huile doivent être éliminés à terre dès que possible.

12.4.2 Déchets

Les emplacements de stockage pour les déchets doivent être soigneusement choisis pour assurer 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 durant le chargement de produits volatils en vrac, sauf avec l'autorisation expresse à la fois de la personne responsable et du représentant du terminal. Lorsque les fûts en acier sont manutentionnés, le chargement de cargaison en vrac doit être suspendu en raison de l'augmentation du risque générer une étincelle.

12.5.1.2 Précautions lors de la manutention

Une personne responsable doit superviser la manutention de pétrole conditionné et d'autres liquides inflammables. Les précautions suivantes doivent être prises :

- Les dockers doivent se conformer à l'interdiction de fumer et aux autres prescriptions de sécurité.
- En l'absence d'une protection permanente de la trappe, une protection temporaire doivent être fixée pour éviter le risque d'étincelles provoquées par des palans cognant contre les surbaux d'écoutes, côtés de la trappe ou échelles de cale.
- Tous les appareils de levage doivent être d'une dimension appropriée pour passer dans les trappes avec une marge de manœuvre suffisante.
- Les élingues en corde de fibres, les filets de retenue ou les crochets de tambour sur des câbles métalliques ou élingues de chaînes doivent être utilisés pour la manutention de fûts de cargaison en vrac.
- Les marchandises doivent de préférence être palettisées et sécurisées. Les palettes doivent être levées au moyen d'appareils de levage de palettes équipés de filets de sécurité. Si les marchandises ne sont pas conditionnées en palettes, des bacs à cargaison ou des élingues en fibres peuvent être utilisés. L'utilisation de filets de retenue pour les marchandises emballées est généralement déconseillée car ils sont susceptibles d'occasionner des dommages à l'emballage.
- Les bouteilles de gaz doivent être manipulées avec des filets de retenue dont le mailage est suffisamment serré pour éviter qu'elles ne traversent le filet. Les bouteilles ne doivent pas être manipulées par leur vanne ou capuchon de protection. Les bouteilles ne doivent pas être hissées à bord en utilisant des aimants de levage, des chaînes, des élingues ou des sangles. Un chariot à bouteilles ou tout autre dispositif approprié doit être utilisé pour déplacer les bouteilles, même sur de courtes distances.
- Chaque colis doit être inspecté pour détecter des fuites ou des dommages avant son stockage et tout colis défectueux au point de pouvoir compromettre la sécurité doit être refusé.
- Les colis doivent être placés sur des cales sur le pont ou dans la cale.
- Les colis ne doivent pas être traînés sur le pont ou dans la cale et ne doivent pas pouvoir glisser ou rouler librement.
- Les bidons et fûts doivent être arrimés avec leur capuchon et bouchon vers le haut.
- Lors de la fixation de la cargaison, chaque niveau doit être séparé par calage. La hauteur à laquelle les marchandises peuvent être stockées en toute sécurité doit être déterminée en fonction de son type, de ses dimensions et de la solidité des emballages. Une recommandation doit être obtenue auprès du terminal ou de l'expéditeur s'il y a lieu.
- Un arrimage suffisant et approprié doit être assuré pour éviter les dommages durant le voyage.
- La cargaison doit être convenablement arrimée pour empêcher tout mouvement durant le voyage.
- Pendant la nuit, un éclairage suffisant et homologué doit être disponible sur le côté et dans la cale.

- Les récipients vides, à moins qu'ils ne soient exempts de gaz, doivent être traités comme des récipients remplis.
- Les matériaux sensibles à l'inflammation spontanée ne doivent pas être utilisés pour le calage et ne doivent pas être entreposés dans le même compartiment que les colis. Il convient de prendre en compte le caractère inflammable de certains emballages de protection, tels que la paille, les copeaux de bois, le papier bitumé, le feutre et le polyuréthane.
- À la fin du chargement ou du déchargement et avant la fermeture des trappes, la cale doit être inspectée afin de s'assurer que tout est en ordre.

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 l'entrée dans des espaces confinés doivent être prises (voir chapitre 10).

Les cales doivent être ventilées durant toutes les opérations de manutention. Si les opérations de manutention sont interrompues et que les trappes sont fermées, l'atmosphère doit être de nouveau contrôlée avant la reprise du travail.

12.5.4 Matériel électrique portatif

L'utilisation de matériel électrique portatif autre que les lampes pneumatiques doit être interdite dans les cales ou les locaux contenant du pétrole conditionné ou d'autres liquides inflammables ainsi que sur le pont ou dans des espaces situés au-dessus ou qui sont adjacents à ces cales ou locaux, à moins que le bateau-citerne ne soit conforme aux exigences pour l'utilisation de ces équipements à bord des bateaux-citernes (voir la section 4.3).

12.5.5 Systèmes d'extinction d'incendie par étouffement

Lorsque du pétrole conditionné ou d'autres liquides inflammables sont manipulés, les vannes de contrôle de tout système d'extinction installé dans les cales doivent être fermées et des précautions doivent être prises pour empêcher toute ouverture accidentelle ou non autorisée de ces vannes. À l'issue des opérations de chargement ou de déchargement et une fois que les trappes ont été sécurisées, tout système fixe d'extinction d'incendie par étouffement doit de nouveau être rendu opérationnel.

12.5.6 Précautions pour la lutte contre les incendies

Outre les précautions mentionnées à la section 24.8, au moins deux extincteurs à poudre, ainsi que des manches d'incendie équipées de buses de pulvérisation doivent être prêts pour une utilisation durant la manutention de cargaison en cours.

12.5.7 Espaces de gaillard

Le pétrole conditionné et d'autres liquides inflammables ne doivent pas être transportés dans les espaces de gaillard ni en tout autre endroit, à moins que cet espace n'ait été conçu et désigné pour cet usage.

12.5.8 Matériel arrimé sur le pont

Lorsque des fûts ou autres récipients sont transportés sur le pont, ils doivent bénéficier d'une protection contre les éléments et doivent en principe être entreposés seulement sur un niveau.

Tout matériel doit être entreposé bien à l'écart de tous les équipements de pont, y compris les dispositifs de commande de citernes et de vannes, prises d'eau, équipements de sécurité, tuyaux de vapeur, conduites sur le pont, ouvertures de lavage des citernes, événements des citernes, trappes, portes, issues de secours et échelles. Il doit être arrimé de manière adéquate et doit être correctement fixé à des éléments résistants de la structure du bateau.

12.5.9 Sans objet

Chapitre 13

ASPECTS CONCERNANT LE FACTEUR HUMAIN

Ce chapitre aborde en termes généraux certains aspects fondamentaux concernant le facteur humain pour l'établissement et la préservation d'un environnement de travail sûr à bord des bateaux-citernes et dans les terminaux.

Des indications relatives aux niveaux d'effectifs, à la formation, à la gestion de la fatigue et au contrôle de l'usage de stupéfiants et d'alcool sont présentées dans le présent chapitre.


13.1 Niveaux d'effectifs

Il relève de la responsabilité de la société de s'assurer que les niveaux d'effectifs minimaux de sécurité de chaque bateau-citerne et terminal soient garantis en permanence en conformité avec les exigences réglementaires (inter)nationale. A tout moment pendant que le bateau-citerne se trouve dans un terminal, un personnel en nombre suffisant doit être présent à bord et au terminal afin de pouvoir faire face à toute situation d'urgence.

13.2 Formation et expérience

La compétence du personnel impliqué dans les opérations de transfert de la cargaison doit être définie et évaluée. Les Figures 13.1 et 13.2 présentent des recommandations pour les exigences minimum de compétence pour le matelot de vigie et le superviseur.

PROFIL DE COMPÉTENCE POUR LA TÂCHE: Personnel du bateau et du quai chargé de la manutention de cargaison (* Vigie)					
Appréciation	Description du processus	Compréhension	Connaissance	Capacité	Adaptation
1	Dangers liés à la cargaison	[Barre à remplissage]			
2	Caractéristiques de la cargaison	[Barre à remplissage]			
3	Procédures d'urgence	[Barre à remplissage]			
4	Opérations et procédure de cargaison	[Barre à remplissage]			
5	Équipement de cargaison du bateau ou du quai	[Barre à remplissage]			
6	Équipement de protection individuelle	[Barre à remplissage]			
7	Équipement de sécurité	[Barre à remplissage]			
8	Règlementations et directives pertinentes	[Barre à remplissage]			
9	Fiches de données de sécurité (matériel)	[Barre à remplissage]			
10	Langue(s) communes	[Barre à remplissage]			
11	Équipement anti-incendie	[Barre à remplissage]			
12	Listes de contrôle de sécurité bateau/terre ou bateau/bateau	[Barre à remplissage]			
13	Modalités de manutention de cargaison	[Barre à remplissage]			

Bonne compréhension	Connaissance de base	
Connaissance du travail	Être capable d'interpréter et d'évaluer l'information.	
Capacité	Être capable d'effectuer les tâches conformément aux standards applicables,	
Correction d'erreurs/adaptation	Être capable d'identifier et de corriger des situations inhabituelles.	

La conformité aux profils ci-dessus donne une indication sur le niveau acceptable de compétence

* Langue nationale ou internationale

* Vigie en tant que: agent de quai, opérateur de conscle, batelier, Tanker mate.

Figure 13.1 - Exemple : profil des compétences professionnelles minimales pour le matelot de vigie

PROFIL DE COMPÉTENCE POUR LA TÂCHE: Personnel du bateau et du quai chargé de la manutention de cargaison (* Superviseur)					
Appréciation	Description du processus	Compréhension	Connaissance	Capacité	Adaptation
1	Dangers liés à la cargaison	[Barre à points]			
2	Caractéristiques de la cargaison	[Barre à points]			
3	Procédures d'urgence	[Barre à points]			
4	Opérations et procédure de cargaison	[Barre à points]			
5	Equipement de cargaison du bateau ou du quai	[Barre à points]			
6	Equipement de protection individuelle	[Barre à points]			
7	Equipement de sécurité	[Barre à points]			
8	Réglementations et directives pertinentes	[Barre à points]			
9	Fiches de données de sécurité (matériel)	[Barre à points]			
10	Langue(s) communes	[Barre à points]			
11	Equipement anti-incendie	[Barre à points]			
12	Listes de contrôle de sécurité bateau/terre ou bateau/bateau	[Barre à points]			
13	Modalités de manutention de cargaison	[Barre à points]			

Bonne compréhension	Connaissance de base	<table border="0"> <tr> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 10px;"></td> <td>Profil</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 10px;"></td> <td>Générique</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 10px;"></td> <td>Spécifique</td> </tr> </table>		Profil		Générique		Spécifique
	Profil							
	Générique							
	Spécifique							
Connaissance du travail	Être capable d'interpréter et d'évaluer l'information.							
Capacité	Être capable d'effectuer les tâches conformément aux standards applicables.							
Correction d'erreurs/adaptation	Être capable d'identifier et de corriger des situations inhabituelles.							

La conformité aux profils ci-dessus donne une indication sur le niveau acceptable de compétence

* Langue nationale ou internationale

* Vigie en tant que: agent de quai, opérateur de consde, batelier, Tanker mate.

Figure 13.2 - Exemple : profil des compétences minimales d'emploi pour le superviseur

13.3 Heures de repos

13.3.1 Exigences réglementaires

Le personnel doit bénéficier de suffisamment d'heures de repos afin de garantir qu'il soit "apte au service" et en mesure de s'acquitter de ses fonctions en toute sécurité, conformément à la réglementation (inter)nationale du travail.

Les réglementations nationales peuvent exiger des bateaux-citernes que soient tenus des dossiers individuels des heures de travail et de repos de toute personne à bord.

Les responsables à bord des bateaux-citernes et dans les terminaux sont chargés de gérer les périodes de repos du personnel de la manière la plus efficace possible. Toutefois, lorsque des opérations complexes ou de longue durée sont entreprises, il peut être nécessaire de suspendre les opérations afin d'offrir une période de repos suffisante aux personnes les plus sollicitées durant l'opération.

Lorsque des opérations intenses et prolongées sont prévues, la société doit envisager la mise à disposition de personnel supplémentaire si ceci s'avère nécessaire pour éviter la suspension des opérations. Tout membre du personnel supplémentaire chargé des opérations doit être compétent et familiarisé avec les risques liés à la manutention des cargaisons et produits liquides à bord des bateaux-citernes et dans les terminaux.

13.3.2 Fatigue

Toutes les parties impliquées dans l'exploitation de bateaux-citernes doivent être conscientes des facteurs qui peuvent contribuer à la fatigue et doivent prendre des mesures appropriées pour réduire les risques de fatigue lors de la planification et de la gestion des activités et des temps de travail du personnel.

Des orientations concernant l'atténuation et la gestion de la fatigue figurent dans la publication de l'OMI "Lignes directrices relatives à la fatigue". Toutefois, le moyen le plus efficace de prévenir la fatigue est d'assurer le respect des heures de repos prescrites par la réglementation en vigueur.

13.4 Stupéfiants et politique sur l'alcool

13.4.1 Lignes directrices de l'industrie

L'industrie pétrolière internationale de la navigation-citerne a mis en œuvre une politique volontaire concernant les stupéfiants et l'alcool depuis plusieurs années et des orientations pour les opérateurs sont disponibles dans des publications telles que :

- Lignes directrices pour le contrôle des stupéfiants et d'alcool à bord des bateaux (OCIMF).
- Trafic de stupéfiants et toxicomanie : lignes directrices pour les propriétaires et conducteurs pour la prévention, la détection et la reconnaissance (ICS).

La mise en œuvre des politiques et des procédures d'exploitation visant à fournir un lieu de travail avec du personnel non affecté par les stupéfiants et l'alcool va grandement améliorer la sécurité opérationnelle et la santé des employés.

Des politiques contre les stupéfiants et l'alcool doivent être établies et communiquées clairement à tout le personnel.

13.4.2 Contrôle de l'alcool

La consommation d'alcool doit être contrôlée afin de garantir qu'aucune personne ne soit ivre lorsqu'elle se trouve à bord.

Les normes qui sont utilisées pour définir l'intoxication sont fixées dans les directives publiées par l'Industrie, qui définissent les limites d'alcoolémie et indiquent des méthodes pour les déterminer.

Des contrôles de la consommation doivent assurer que le personnel est en mesure d'exercer les fonctions prévues sans être sous l'emprise de l'alcool.

Ces fonctions prévues comprennent, sans s'y limiter, la veille sur un pont ou sur un moteur, le commencement du travail journalier pour les travailleurs journaliers, l'arrivée à un poste de gouverne, se rendre aux postes d'amarrage, ou de toute autre obligation (y compris les heures supplémentaires) prévue à une heure spécifique.

A bord des bateaux-citernes exploités avec une salle des machines (SM) dépourvue de personnel, le responsable en service d'astreinte qui veille pour répondre à des alarmes de la salle des machines est considéré comme étant en service aux fins de la lutte contre l'alcoolémie.

Nul ne doit être autorisé à consommer de l'alcool en étant d'astreinte ou durant l'exécution des tâches à bord.

La question de l'alcool à bord doit être soigneusement contrôlée conformément aux lignes directrices énoncées dans la politique de la société et doit être surveillée par le conducteur.

13.4.3 Programmes de test contre les stupéfiants et l'alcool

Pour s'assurer que la politique concernant les stupéfiants et l'alcool est appliquée, les opérateurs doivent avoir mis en place un programme destiné à empêcher l'utilisation de stupéfiants illicites et l'abus d'alcool.

Des tests peuvent être réalisés pour les raisons suivantes :

- soupçons raisonnables,
- après un accident,
- pré-emploi,
- programme de tests aléatoires.

Une politique pour les tests aléatoires doit être développée par la société en conformité avec les exigences et restrictions de l'Etat de juridiction.

13.5 Trafic de stupéfiants

Les entreprises doivent disposer de procédures mises en place pour empêcher leurs bateaux-citernes d'être utilisés pour le trafic de stupéfiants. A titre indicatif, il convient de se référer à la publication de l'ICS "Trafic de stupéfiants et toxicomanie : lignes directrices pour les propriétaires et conducteurs pour la prévention, la détection et la reconnaissance".

Les procédures doivent exiger que le conducteur du bateau-citerne informe immédiatement le propriétaire / l'exploitant du bateau-citerne ainsi que les autorités du prochain port d'escale :

- Si des circonstances suspectes au cours du voyage peuvent être liées à un trafic de stupéfiants ou de produits de contrebande.
- Si des personnes non autorisées ont été trouvés dans les zones à bord qui peut être utilisée pour dissimuler des stupéfiants ou d'autres produits de contrebande.
- Si des stupéfiants ou autres produits de contrebande se trouvent à bord. Si des stupéfiants ou produits de contrebande sont découverts, la zone où ils se trouvent doit sécurisée afin de garantir le moins possible de manipulations et de perturbations avant que les mesures appropriées soient prises par les autorités lorsque le bateau-citerne arrive au port.

13.6 Pratiques d'emploi

La santé et le bien-être de l'équipage de bateau-citerne, qui inclut la mise en place de conditions de travail décentes bord des bateaux-citernes, présente un intérêt direct pour la sécurité des opérations.

Chapitre 14

TYPES PARTICULIERS DE BATEAUX

Sans objet

PARTIE 3

INFORMATIONS RELATIVES AU TERMINAL

Chapitre 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 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 / terre.

15.1 Conformité

Les terminaux doivent se conformer à toutes les réglementations internationales, nationales et locales ainsi qu'à la politique et aux procédures de l'entreprise. Si un régime d'autorégulation est établi, les terminaux doivent respecter l'esprit et l'intention de tous les codes applicables ainsi que les lignes directrices pour leur mise en œuvre.

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. À cet égard, la publication OCIMF "*Marine Terminal Baseline Criteria and Assessment Questionnaire*" peut tenir lieu de référence.

Les terminaux doivent conserver des copies actualisées de la réglementation et des lignes directrices applicables à leurs activités (voir la section 15.7).

Les terminaux doivent obtenir l'assurance que les bateaux-citernes qui y accostent sont conformes à la réglementation internationale, nationale et locale en vigueur en matière de navigation.

Les terminaux doivent disposer d'un système de gestion capable de démontrer et de documenter la conformité aux exigences réglementaires ainsi qu'aux politiques et procédures de l'entreprise. 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.

15.2 Identification des risques 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. Ceci implique généralement l'application d'un système d'autorisation de travail (voir la section 19.1.3).

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 appliqué 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 qui se rendent au terminal.

Les procédures d'exploitation de terminal doivent comporter une documentation et des processus destinés à assurer l'efficacité de la gestion et du contrôle des risques identifiés.

Tous les contrôles et évaluations doivent être consignés.

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 une urgence médicale. 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 des modifications 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.

15.4 Information du terminal et réglementation portuaire

Les terminaux doivent établir des procédures pour gérer l'échange d'informations entre le bateau-citerne 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 débiter les opérations.

Des informations détaillées sur les communications à l'interface bateau-citerne / terre figurent au chapitre 22. Il convient également de consulter le chapitre 6 qui comporte des informations sur la sécurité à l'interface bateau-citerne / terre.

15.5 Surveillance et contrôle

15.5.1 Effectifs

Le personnel doit être formé aux opérations qu'il est chargé d'effectuer et doit avoir une 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 :

- de la surveillance efficace des opérations,
- des dimensions de l'installation,
- du volume et du type de produits manipulés,
- du nombre et des dimensions des quais,
- du nombre, type et des dimensions des bateaux-citernes reçus au terminal,
- du degré de mécanisation,
- du degré d'automatisation,
- des fonctions de suivi de stockage par le personnel,
- des fonctions de lutte contre l'incendie,
- de la liaison avec les autorités portuaires et les opérateurs de terminaux adjacents ou avoisinants,
- des besoins en personnel pour les opérations portuaires, y compris la manipulation d'amarres et de tuyaux et bras de raccordement,
- des fluctuations de la disponibilité de main-d'œuvre en raison de congés, de maladie et de formation,
- de la participation du personnel en cas d'urgence et de lutte contre la pollution,
- de la participation du terminal dans le cadre des plans d'intervention du port, y compris l'assistance mutuelle,
- de la sécurité.

Lors de la vérification du suivi efficace de l'interface bateau-citerne / terre, une surveillance permanente doit viser à 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.

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 et la terre doivent rester sous observation permanente. Ceci est possible par des moyens distants, par exemple au moyen d'un système de télévision en circuit fermé, mais du personnel en nombre suffisant doit toujours être disponible pour prendre des mesures correctives si une situation dangereuse devait survenir.

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 effectif 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 / 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. Une chute de pression inattendue ou de tout écart notable entre les estimations des quantités transférées faites par le bateau-citerne 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 / terre soit formé et compétent dans les fonctions qui lui sont assignées. Le personnel doit être parfaitement familiarisé avec les sections du présent guide qui portent sur leur lieu de travail et leurs tâches. (Voir la section 13.2).

Le personnel doit avoir connaissance des réglementations (inter)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.

Les terminaux doivent envisager l'application des lignes directrices de l'OCIMF "*Marine Terminal Training and Competence Assessment Guidelines for Oil and Petroleum Product Terminals*" d'une manière adaptée à leurs activités. Ce document aide à déterminer les besoins du terminal en matière de formation.

15.6 Compatibilité du bateau-citerne et du quai

Les terminaux doivent disposer d'une liste fixe et exhaustive des critères de dimensions des bateaux-citernes pour chaque quai du terminal. Cette information doit être accessible à la fois aux contacts internes et externes. Quelques exemples habituels de critères sont disponibles dans les sections ci-après.

15.6.1 Tirant d'eau maximum

Le tirant d'eau maximum doit de préférence être déterminé en concertation avec les autorités et doit être basé sur la profondeur maximale admissible au quai ou sur les approches liées à une donnée spécifique, par exemple le zéro hydrographique ou la marée astronomique minimale.

Une profondeur minimale d'eau sous la quille (*Under Keel Clearance - UKC*) doit être définie en tenant compte des conditions locales.

Le tirant d'eau maximum doit être défini pour la densité habituelle de l'eau au quai.

Lors de la détermination du tirant d'eau maximum, il convient de prendre en compte les conditions de marée ou environnementales inhabituelles susceptibles d'avoir une incidence sur la profondeur de l'eau.

15.6.2 Déplacement maximum

La valeur du déplacement à pleine charge doit être mentionnée pour définir les dimensions maximales des bateaux-citernes autorisés à accéder au quai.

Un déplacement maximal peut également être fixé pour les manœuvres d'accostage s'il existe des restrictions concernant la force d'amarrage ou des limites de charge sur les systèmes de défenses. La prise en compte du tonnage en tant que paramètre pour la détermination des limites des dimensions des bateaux-citernes n'est pas recommandée, car ce critère à lui seul ne constitue pas une mesure des dimensions ni de la masse totale du bateau pour le calcul des forces à l'amarrage.

15.6.3 Longueur hors tout (LHT)

Il s'agit la longueur maximale du bateau-citerne, qui peut constituer un facteur restrictif si les bateaux-citernes doivent traverser des écluses ou faire demi-tour dans un bassin de virage.

15.6.4 Autres critères

Les terminaux peuvent également fixer des limites supplémentaires concernant les dimensions, par exemple :

- **Longueur minimum hors tout (LHT)** : celle-ci peut être spécifiée pour veiller à ce que petits bateaux-citernes ne soient pas trop petits pour s'amarrer ou se placer en toute sécurité le long des défenses aux postes d'amarrage conçus pour des bateaux-citernes beaucoup plus grands.
- **Distance maximum ou minimum de l'étrave au collecteur central (BCM)** : il s'agit généralement d'assurer l'alignement entre les raccordements à bord et à terre.
- **Longueur parallèle minimum de la coque en avant et en arrière du collecteur** : il s'agit de s'assurer que le bateau-citerne s'appuiera contre les défenses lorsqu'il est en position et que la connexion de cargaison est effectuée.
- **Largeur maximum**: ceci est nécessaire, par exemple, en cas de restrictions imposées par une écluse, un quai ou le passage par une rivière.
- **Hauteur maximum autorisée du collecteur au-dessus de l'eau** : il s'agit de s'assurer que les bras à cargaison du bateau-citerne puissent rester connectés tout au long du déchargement et dans toutes les conditions de marée ou de hauteur d'eau du moment. Dans certains endroits soumis à la marée, il peut être nécessaire de déconnecter le bras de chargement au cours de la période de marée haute.

- **Hauteur minimum autorisée du collecteur au-dessus de l'eau** : ceci est nécessaire, par exemple, pour s'assurer qu'un bateau-citerne chargé puisse être connecté aux bras de chargement. Dans certains endroits soumis à la marée, il peut être nécessaire de déconnecter le bras de chargement au cours de la période des basses eaux.
- **Tirant d'air maximum** : celui-ci est spécifié pour garantir que le bateau-citerne puisse passer sous les ponts et obstacles tels que des câbles électriques, etc. L'autorité portuaire locale peut définir une distance de sécurité minimum.

Pour de la fixation 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.

15.7 Documentation

Les terminaux doivent tenir à jour un ensemble de documents pour garantir la conformité avec les règlements, les procédures et les bonnes pratiques. Il s'agit de disposer d'une information exhaustive sur les installations et les équipements en liaison avec à la gestion de l'interface bateau-citerne / terre.

La documentation doit notamment 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, et la politique concernant la santé et la sécurité.
- Les manuels d'exploitation, procédures d'entretien et d'inspection ainsi que des plans et croquis du site.
- Les comptes-rendus des audits internes et externes, des inspections gouvernementales, des réunions concernant la santé et la sécurité ainsi que les autorisations de travail et les procédures locales, etc.
- 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 toutes les modifications apportées depuis la 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.

Les principaux équipements doivent être consignés. Les indications comporteront par exemple les spécifications, les bons de commande et les données de contrôle et de maintenance. Ces principaux équipements peuvent inclure par exemple les bras de manutention, passerelles, échelles et voies d'évacuation, tours d'accès, grandes vannes, pompes, défenses compteurs, bollards et crochets d'amarrage.

Chapitre 16

OPERATIONS 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. Il s'agit notamment de l'évaluation de critères environnementaux restrictifs pour des opérations sûres et de questions concernant la disponibilité d'un moyen d'accès sûr entre le bateau-citerne et la terre.

Les opérations soumises à des procédures spéciales sont décrites, y compris l'amarrage à couple de bateaux-citernes et le chargement et le déchargement de la cargaison 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 du phénomène des sautes de pression dans les conduites et examine la manière dont ce phénomène peut être contrôlé.

La section consacrée aux taux de débit des conduites comporte des indications sur les précautions nécessaires 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 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 / terre figurent au chapitre 22.

16.2 Amarrage

L'équipement d'amarrage doit être adapté aux dimensions des bateaux-citernes qui viennent à quai (voir à la section 15.6 les critères pour le bateau-citerne). Le matériel fourni doit permettre à l'amarrage du bateau-citerne de maintenir le bâtiment le long du quai en toute sécurité dans les conditions météorologiques et de marée prévues au quai (voir le chapitre 23).

16.2.1 Equipement d'amarrage

Le terminal doit fournir des bollards d'amarrage, bites ou crochets d'amarrage aux emplacements et dimensions appropriés pour le bateau-citerne qui accoste.

La charge maximale d'utilisation (*Safe Working Load* SWL) 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 disponibles par le 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. (Le chapitre 23 comporte des informations sur l'équipement 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 du quai, en tenant compte de la charge maximale d'utilisation des éléments du système d'amarrage et, le cas échéant, de l'enveloppe opérationnelle 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 période.
- 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 limites 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 du poste d'amarrage.
- Les manœuvres lors de l'appareillage et du départ.

Les informations relatives aux limites environnementales doivent être communiquées au bateau-citerne 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 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 pour les messages relatifs au vent diffusés par une source locale fiable, par exemple un aéroport voisin ou un bateau-citerne.

Des équipements pour la mesure d'autres facteurs environnementaux doivent être envisagés le cas échéant.

16.4 Accès bateau-citerne / terre

16.4.1 Généralités

Les moyens d'accès entre le bateau-citerne 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 ou par le terminal, selon le cas.

Le personnel doit uniquement utiliser les moyens spécifiés pour les déplacements entre le bateau-citerne et la terre.

16.4.2 Disponibilité de l'accès bateau-citerne / terre

La responsabilité de la mise à disposition d'un accès sûr entre le bateau-citerne et la terre est partagée entre le bateau-citerne et le terminal.

Aux endroits qui accueillent fréquemment des bateaux-citernes, y compris des barges, qui ne peuvent utiliser leur passerelle en raison des contraintes physiques liées ou n'en possèdent pas en raison de leur type, le terminal doit mettre à disposition une passerelle à terre ou prendre d'autres dispositions pour permettre les déplacements en toute sécurité entre le bateau-citerne et la terre. De manière générale, le moyen privilégié d'accès entre les bateaux-citernes et la terre est une passerelle fournie par le terminal.

Lorsque le terminal ne peut fournir les installations d'accès que la passerelle d'un bateau-citerne est utilisée, le quai doit présenter une surface suffisante pour assurer un passage dégagé et préserver un accès sûr au bateau-citerne dans toutes les conditions de marée et variations du franc-bord.

Qu'elle soit fournie par le terminal ou le bateau-citerne, 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 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 et la terre.
- Eclairage adéquat.
- Pour les passerelles dépourvues de marches autonivelantes, une inclinaison d'utilisation maximale doit être fixée.
- Des bouées de sauvetage avec une lumière et un filin doivent être disponibles à la fois à bord du bateau-citerne 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.
- Etre équipées d'un blocage pour empêcher leur déplacement en position de stockage.
- Permettre de circuler librement après le positionnement à bord du bateau-citerne.
- Posséder une alimentation de secours ou pouvoir être actionnées manuellement en cas de panne de l'alimentation électrique principale.
- Etre 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. Elle peut être similaire à celle d'un bateau-citerne.

Sur certains quais, il peut s'avérer nécessaire de prévoir un accès aux petits bateaux-citernes par un escalier intérieur situé sous le niveau de travail du quai.

16.4.3.2 Passerelle du bateau-citerne

Une passerelle de bateau-citerne se compose d'une structure de franchissement droite et légère équipée de montants et des 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 et s'étend entre la lisse du bateau-citerne et le quai.

16.4.3.3 Échelle de coupée du bateau-citerne

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 des 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 sur une plate-forme rétractable fixée sur le pont du bateau. 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 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 augmente. Des installations spéciales doivent être disponibles sur les quais lorsque le niveau du pont du bateau-citerne 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 constituée 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 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, en accord avec le conducteur du bateau-citerne, doit limiter l'accès à la jetée ou au quai.

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 (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 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 doivent être amarrés au même quai et qu'il en résulte que la présence ou les opérations de l'un des bateaux-citernes constitue une contrainte physique pour l'autre. L'amarrage à couple est parfois utilisé afin d'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 des bateaux-citernes 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 la cargaison durant la marée

Cette procédure utilise les variations de la profondeur de l'eau dues à la marée, soit pour achever le chargement d'un bateau-citerne 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.

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 fonction 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 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 durant la marée

Lorsqu'un bateau-citerne est tenu d'utiliser un quai alors qu'en raison de sa cargaison il arrivera avec un tirant d'eau 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 concernées 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 de rester à flot ou pourra quitter le quai pour se rendre dans un endroit où il pourra rester à flot.

16.6.2 Chargement durant la marée

Le chargement peut être envisagé bien que le bateau-citerne 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 exemple 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 ne reste pas à flot

De rares ports qui subissent d'importantes amplitudes de marées autorisent les bateaux-citernes 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 des opérations pouvant être entreprises va du bateau-citerne touchant le fond sur une courte période durant son séjour au quai 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 doit être plat, sans protubérances car des points surélevés pourraient provoquer des contraintes locales ou générales sur la coque.
- La pente des fonds marins 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 rester échouée sans contrainte excessive sur la structure. Ceci peut nécessiter que la conception et l'échantillonnage du bateau-citerne soient améliorés 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.
- Des plans d'urgence doivent prendre en compte le risque d'une défaillance de la structure du bateau-citerne ainsi que la nature particulière 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, ceci est en particulier susceptible de se produire dans l'un des cas suivants :

- Fermeture d'une vanne d'arrêt automatique.
- Fermeture brusque clapet antiretour 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 de pétrole.

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 proportionnellement à 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 ont un effet contributif sur 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 donne lieu à la pression la plus élevée dans le système.

Lorsque la vanne est fermée, le liquide immédiatement en amont de la vanne est arrêté instantanément.

Ceci provoque une hausse de sa pression d'une valeur P . Dans tout ensemble cohérent d'unités :

$$P = w a v$$

où : w 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 le conduit 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 lui, le liquide est stationnaire 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 du conduit 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 baissée d'une manière ou d'une autre, le résultat final 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 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, par conséquent, le liquide en tout point de la conduite subit 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 Evaluation 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 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 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 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. Par conséquent, la réaction de la structure du système de conduites aux charges induites par le liquide, qui résulte de pressions et de la dynamique de ce liquide, doit être prise en compte lors de la conception. 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 à la fois tenir compte de cette dilatation thermique et doivent 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, il est constaté que 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 un probable saute de pression.
- Augmenter le délai réel de fermeture des vannes. De manière générale, le délai de fermeture totale doit être de l'ordre de 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 assez 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 et 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 chapitre 3).

16.11.2 Exigences relative au contrôle du débit

La génération d'électricité statique est maîtrisée en limitant le débit à l'entrée de la citerne au début du chargement à 1 mètre/seconde. Des débits de transfert correspondant à des débits de 1 mètre/seconde 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 ou à terre, montant le plus faible (voir la section 11.1.7.8).

16.11.3 Contrôle des débits de chargement

Etant donné que les différents bateaux-citernes nécessitent des débits de chargement variables pour se conformer à leurs besoins en termes de débit maximum, les terminaux doivent avoir 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 décharge sa cargaison dans des citernes vides à terre, il peut s'avérer nécessaire d'utiliser du matériel pour le 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'huiles accumulatrices de charge électrostatique dans des citernes à terre, le débit initial doit être limité à 1 mètre/seconde, au moins ou 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 à la surface libre est supérieure à 0,6 mètres. 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.

Chapitre 17

SYSTEMES ET EQUIPEMENTS DU TERMINAL

Ce chapitre décrit l'équipement qui est fourni par le terminal à l'interface bateau-citerne / 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 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 dangereuses 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 dangereuses 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 demeure conforme aux exigences de la zone.

Le personnel qui effectue l'entretien d'équipements situés dans les zones dangereuses 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 qui utilisent le quai et doivent résister aux charges prévues occasionner de dommages aux bateaux-citernes. Leur conception doit tenir compte de la méthode d'exploitation utilisée au quai.

Lors du calcul de l'énergie d'accostage qui doit être absorbée par le système de défenses, la vitesse à laquelle un bateau-citerne s'approche du quai est le facteur le plus important. Cette énergie est calculée en fonction de la masse et le 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 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 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 de matériel de transfert de la cargaison et/ou les moyens d'accès doivent être contrôlés à des intervalles n'excédant pas un an et un essai de charge doit être effectué à des intervalles n'excédant pas cinq ans, voire plus fréquemment si la réglementation locale ou de la société l'exige.

Des équipements devant être testés et contrôlés comprennent :

- les grues de manutention de tuyaux de cargaison, derricks, bossoirs et portiques.
- les passerelles ainsi que les grues et bossoirs associés.
- les grues de bras de chargement de cargaison.
- les grues et bossoirs de stockage.
- les élingues, chaînes de levage, delta plates, platines à œil et manilles.
- palans à chaîne, treuils manuels et autres dispositifs mécaniques.
- ascenseurs du 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 (SWL), 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 l'équipement de levage doit être officiellement formé à son utilisation.

17.4 Éclairage

Les terminaux doivent posséder un niveau d'éclairage suffisant pour garantir que toutes activités à l'interface bateaux-citernes / terre puissent être menées à bien en toute sécurité durant les périodes d'obscurité.

Les niveaux d'éclairage doivent satisfaire au minimum aux normes techniques nationales ou internationales. Une attention particulière doit être accordée à l'éclairage des zones suivantes :

- les zones de travail du quai ou les musoirs de jetées,
- les routes d'accès,
- 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.

17.5 Isolation électrique bateau-citerne / terre

17.5.1 Généralités

En raison de différences possibles de tension électrique entre le bateau-citerne et le quai, il existe un risque d'arc électrique au collecteur durant le branchement et le débranchement du tuyau ou du bras de chargement à terre. Pour se protéger contre ce risque, un moyen d'isolement électrique doit être disponible à l'interface bateau-citerne / terre. Ce moyen doit être fourni par le terminal.

Il convient de souligner que la question 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 systèmes de tuyaux flexibles conducteurs d'électricité entre le bateau-citerne 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 courant imposé (protection cathodique à courant imposé - PCCI) 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 assure 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.

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. L'insertion d'une telle 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 mis à la masse du quai. Ceci assure la discontinuité électrique entre le bateau-citerne et la terre et évite 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. A titre d'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.

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 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 et de maintenir en place ce fil de métallisation 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 fil de métallisation entre le bateau-citerne et la terre, cette méthode a été jugée plutôt inefficace pour l'objectif visé et a elle-même créé un risque potentiel de sécurité. Par conséquent, l'utilisation de fils de métallisation entre le bateau-citerne et la terre n'est pas recommandée. (Voir la section 17.5.4.)

Bien que certaines réglementations nationales et locales exigent toujours actuellement un fil de métallisation, il est à noter que les "Recommandations relatives au transport des cargaisons dangereuses et des activités connexes dans les zones portuaires" (1995) de l'OMI invitent 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 (voir la section 17.5.5. ci-dessous) ou une longueur d'un seul tenant de tuyau non conducteur tel que décrit ci-dessus. Les brides isolantes doivent être conçues de manière à éviter les courts-circuits accidentels.

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. Toutefois, il est très peu probable qu'une atmosphère inflammable soit présente à ces endroits pendant que le contact électrique est établi ou interrompu.

De manière générale, 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 nécessiterait d'arrêter cette protection cathodique presque continuellement et perdrait ainsi 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 que si le bateau-citerne conserve également sous tension son système de protection cathodique. En outre, la polarisation dans un système de courant imposé nécessite de nombreuses heures pour s'amenuiser après que le système ait été éteint, de sorte que le bateau 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 / terre

Un câble de métallisation entre le bateau-citerne 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 peut être dangereuse et doit être évitée.

Bien que les dangers potentiels de l'utilisation d'un câble de métallisation entre le bateau-citerne et la terre soient largement reconnus, il convient de noter que certaines réglementations nationales et locales sont encore susceptibles d'exiger le raccordement d'un câble de métallisation.

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. Le câble doit être fixé avant que ne soient connectés les tuyaux de cargaison et ne doit être retiré qu'après que les tuyaux aient été déconnectés.

17.5.5 Bride isolante

17.5.5.1 Précautions à prendre

La figure 17.1 présente un schéma d'une bride isolante commune.

Les points importants lors du montage d'une bride isolante sont les suivants :

- Lorsque la connexion entre le bateau-citerne et la terre est totalement flexible, tel est le cas avec un tuyau, la bride isolante doit être placée à l'extrémité du quai, où elle ne risque pas d'être touchée. Le tuyau doit ensuite demeurer suspendu 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.
- 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 l'emplacement approprié pour fixer la bride n'est pas court-circuitée par des haubans.
- L'emplacement de la bride isolante doit être clairement indiqué.

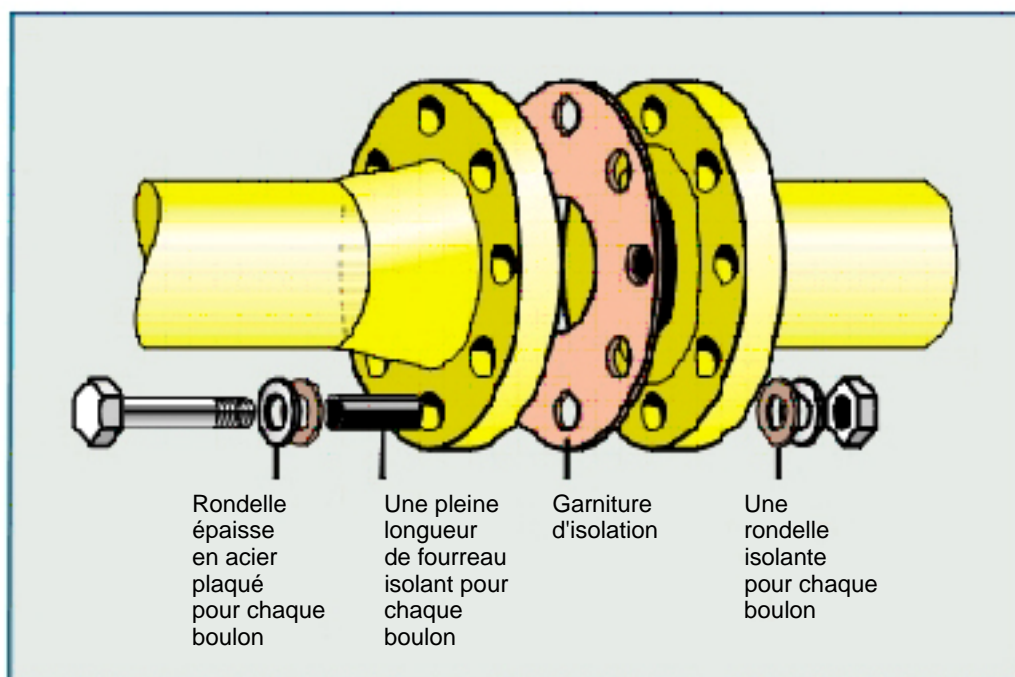


Figure 17.1 - Schéma d'une bride isolante

17.5.5.2 Essai des brides isolantes

Les brides isolantes doivent être inspectés et testées au moins une fois par an, ou plus fréquemment si nécessaire. 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. Il convient de s'assurer que l'isolant est propre, non peint et en bon état. Des mesurages doivent être effectués entre le tuyau métallique situé côté terre par rapport à la bride et l'extrémité du tuyau ou bras métallique suspendus librement. La valeur mesurée après l'installation ne doit pas être inférieure 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 du terminal.

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 1 volt, mais pouvant atteindre environ 5 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. Elle n'est pas destinée à protéger contre la haute tension mais contre la formation d'étincelles en présence d'un faible courant associée à une décharge électrostatique.

Par conséquent, même si la résistance de la bride descend au-dessous des 1000 ohms mentionnés ci-dessus, 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 étant donné que 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 masse (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, combinés à la présence d'un très fort courant, vont empêcher que la différence de potentiel entre le bateau-citerne et la terre devienne nulle et vont rendre ce circuit inefficace en tant que moyen d'éliminer des courants dans le bras et tuyaux de chargement entre le bateau-citerne et la terre et entre des bateaux-citernes..

Les testeurs d'isolement habituels de courant continu offrent souvent la possibilité de sélectionner une tension d'essai (500/250/50 V, etc.), mais ils ne sont généralement pas précis ni capables d'appliquer de manière adéquate des tensions à des résistances aussi basses que 1000 ohms. Par conséquent, ces instruments ne conviennent pas pour les tests de routine, mais peuvent être utilisés sur de nouvelles installations dont la bride est en parfait état et dont les relevés de mesure d'isolation seront beaucoup plus élevés. Les tests de routine doivent par conséquent être effectués avec un testeur d'isolement spécialement conçu pour assurer une tension d'attaque standard de 5 V, ou davantage en cas d'utilisation sur une résistance de 1000 ohms ou plus.

Il est recommandé d'éviter l'utilisation des multimètres de poche pour tester la résistance de l'isolation des brides. Bien que des multimètres pouvant effectuer ces tests sont susceptibles d'exister, ils n'appliquent généralement pas l'énergie d'essai suffisante qui leur permettrait d'être efficaces pour la détermination de la résistance de bride et peuvent par conséquent indiquer de manière erronée qu'une bride présente une résistance suffisante. En outre, si un multimètre est identifié comme étant susceptible de convenir, il est recommandé à l'utilisateur de s'assurer, avant d'effectuer les tests, que le matériel est conforme à l'interprétation stricte des recommandations contenues dans la présente section.

17.5.5.3 Sécurité

Les tests doivent être effectués avec des instruments et méthodes choisies pour leur compatibilité avec toute zone dangereuse à l'emplacement de la bride. Lorsque le test d'une bride isolante est effectué dans une zone dangereuse avec un équipement d'essai qui n'est pas certifié pour une utilisation dans une telle zone, les essais doivent être effectués sous le contrôle d'une autorisation de travail (voir la section 19.1.3).

17.6 Mise à la terre et métallisation au terminal

La mise à la masse 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 masse 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 masse peut se produire directement grâce à un contact avec la terre ou l'eau, ou elle peut être effectuée délibérément par le biais d'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 masse, mais le plus souvent la mise à la masse assure la métallisation, la masse de la terre agissant en tant que connexion électrique. La métallisation peut résulter d'un assemblage, par le fait de boulonner entre eux des corps métalliques et d'établir ainsi la continuité électrique, ou il peut résulter de la pose d'un conducteur de métallisation supplémentaire entre ces corps.

La plupart des dispositifs de mise à la masse 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'Etat concerné ou à des règles établies par les sociétés de classification, selon le cas.

La résistance acceptable dans le système de mise à la masse 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 5-25 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 :

- a) le disjoncteur puisse être contrôlé à distance,
- b) si le contrôle à distance n'est pas possible, le bouton "continuer" doit au moins se trouver dans une boîte portative placée à bord du bateau-citerne de manière à être facilement accessible.
- c) pour éviter toute confusion avec d'autres boutons ou commutateurs disponibles par le terminal, le bouton "continuer" soit clairement et distinctement marqué)
- d) au cours du déchargement du bateau-citerne, l'alarme de vigilance ne puisse pas déclencher la fermeture automatique de la vanne du terminal en raison de la saute de pression qui pourrait en résulter.

Chapitre 18

EQUIPEMENT DE MANUTENTION DE LA CARGAISON

Ce chapitre décrit les bras de chargements et tuyaux flexibles utilisés pour établir la connexion entre le bateau-citerne et la terre. Il décrit le type d'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 métalliques

18.1.1 Enveloppe opérationnelle

Tous les bras de chargement métalliques possèdent une enveloppe opérationnelle, 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 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 cette enveloppe opérationnelle doivent être bien comprises par les opérateurs du quai. Les systèmes de bras métalliques doivent comporter une indication visuelle de l'enveloppe opérationnelle 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 l'enveloppe opérationnelle à tous les stades du chargement et du déchargement. A cet effet, le ballastage ou déballastage du bateau-citerne peut être nécessaire. (Voir aussi la section 11.2).

18.1.2 Forces sur les collecteurs

La plupart des bras de chargement métalliques sont contrebalancés sorte qu'aucun poids autre que celui du liquide contenu dans le bras ne soit appuyé sur le collecteur. Étant donné que le poids du pétrole contenu dans le bras peut être considérable (en particulier pour les bras de grand diamètre), il peut être de prévoir pour ce poids un support ou un vérin fourni par le terminal.

Quelques bras sont équipés de vérins intégrés qui sont également utilisés pour éviter une surcharge du collecteur du bateau-citerne dues 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. 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 telle 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 de pétrole 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 de fonctionnement, une force ascendante peut être exercée sur le collecteur. Pour ces deux raisons, les collecteurs doivent également être protégés contre les forces ascendantes.

18.1.3 Restrictions concernant le collecteur du bateau-citerne

Il est nécessaire de vérifier la compatibilité avec le bras de chargement du matériau de fabrication, du support et de la longueur du cantilever du collecteur du bateau-citerne ainsi que l'écartement des sorties adjacentes. Il est considéré comme la meilleure pratique 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. En outre, 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 que le bras ait été contrôlé pour s'assurer qu'il est vide afin d'éviter le risque de faire chuter sur le pont du bateau-citerne un bras de chargement rempli par inadvertance.

18.1.5 Formation de glace

La formation de glace a une incidence sur l'équilibre du bras. La glace doit donc être retirée du bras avant le retrait du blocage de stationnement.

18.1.6 Coupleurs mécaniques

La plupart des coupleurs mécaniques nécessitent que la bride du collecteur du bateau-citerne soit lisse et exempte de rouille pour assurer une bonne étanchéité. 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 pouvant exercer une force excessive sur les collecteurs du bateau-citerne ainsi que sur les bras, le terminal doit fixer des limites appropriées concernant la force du vent durant les opérations. Dans les terminaux où 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 mis 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 de l'enveloppe opérationnelle du bras métallique.
- Si des alarmes de dérive ou d'écartement sont disponibles et 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 (*Powered Emergency Release Coupling - PERC*)

Un coupleur mécanique de déverrouillage de secours (PERC) est un dispositif hydraulique qui assure la déconnexion rapide d'un bras de chargement en cas d'urgence ou lorsque l'enveloppe opérationnelle d'un bras de chargement est dépassée. 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 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 (SDS) 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 (SDS) situées au-dessus et en dessous du coupleur de déverrouillage de secours (CDS) 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 PERC se ferment rapidement (généralement en moins de 5 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.

18.2 Tuyaux de cargaison

18.2.1 Généralités

Les tuyaux à cargaison pour les hydrocarbures doivent être conformes aux spécifications de standards reconnus ou doivent être recommandés par l'OCIMF et confirmés 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.

Un tuyau spécial est nécessaire pour une utilisation avec des cargaisons à haute température, telles que l'asphalte chaud, ainsi que pour une utilisation avec des cargaisons à basse température.

Les informations relatives aux tuyaux de cargaison qui figurent dans les sections ci-après (18.2.2 à 18.2.5) résument la teneur des normes EN 1765 : 2005 et BS 1435-2 : 2005 ("Flexibles en caoutchouc pour chargement et déchargement des produits pétroliers"). Ces informations donnent des indications générales concernant les tuyaux pouvant être disponibles pour la manutention de marchandises ordinaires, communément appelés "tuyaux à quai".

Référence peut également être faite, le cas échéant, aux normes européenne EN 12115 : 1999 ("Tuyaux et tuyauteries flexibles en caoutchouc ou en matière synthétique") ou EN 13765 : 2003 ("Tuyaux et tuyauteries flexibles en thermoplastique multicouches non vulcanisés") ou EN ISO 10380 : 2003 ("Tuyaux métalliques flexibles onduleux").

18.2.2 Types et utilisations

Pour un usage normal, il existe trois principaux types de tuyaux :

Intérieur rugueux (R)

Ce type de tuyau est 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 (type R x M).

Intérieur lisse (S)

Ce tuyau à intérieur lisse est également utilisé pour la manutention de cargaison aux quais des terminaux, mais il est de fabrication plus légère que le type "intérieur rugueux" et le revêtement n'est pas soutenu par une spirale en fil d'acier. Un tuyau similaire est conçu pour un usage sous-marin et flottant (type S x M).

Léger (L)

Ce tuyau léger est uniquement destiné au refoulement et à l'avitaillement, tâches pour lesquelles la flexibilité et la légèreté sont utiles.

Tous ces types de tuyaux peuvent être disponibles avec une continuité électrique ou non.

Il existe de nombreux types de tuyaux spéciaux présentant la même conception de base, mais qui sont adaptés pour des tâches ou usages particuliers.

18.2.3 Performances

Un tuyau est classé selon sa pression nominale et cette pression ne doit pas être dépassée durant l'utilisation. Le fabricant effectue aussi un test de vide pour tuyaux destinés à l'aspiration et au refoulement.

Les tuyaux standard sont habituellement fabriqués pour les produits ayant une température minimale de -20 °C et maximale de 82 °C et une teneur en hydrocarbures aromatiques ne dépassant pas 25 %. Ces tuyaux sont normalement adaptés pour une utilisation à la lumière du soleil et à des températures ambiantes de -29 °C à 52 °C .

18.2.4 Marquage

Chaque longueur de tuyau doit être marquée par le fabricant et porter :

- Le nom du fabricant ou la marque.
- L'identification par la spécification du standard de fabrication.
- La pression d'épreuve en usine.
- Le mois et année de fabrication.
- Le numéro de série donné par le fabricant.
- L'indication que le tuyau assure une continuité électrique ou non.

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. Toutefois, les exploitants doivent prendre en considération d'autres facteurs pour déterminer la vitesse d'écoulement. Ces facteurs doivent comprendre notamment les éléments suivants :

- Le coefficient de sécurité appliqué.
- Toutes les limitations imposées par la vitesse d'écoulement dans le système de conduites fixes du bateau-citerne.
- Les conditions météorologiques provoquant des mouvements du tuyau.
- L'âge, l'usage et l'état du tuyau.
- L'intensité d'utilisation et les conditions de stockage du tuyau.
- D'autres aspects locaux.

Le tableau ci-après indique les débits pour les tuyaux conformes au British Standard ou aux lignes directrices de l'OCIMF.

Débit à la vitesse de 12 mètres / seconde			
Diamètre nominal intérieur du tuyau		Débit	
Pouces	Millimètres	m ³ /heure	Barils/heure
2"	50	87	550
4"	101	349	2199
6"	152	783	4930
8"	203	1398	8794
10"	254	2188	13768
12"	305	3156	19852

Tableau 18.1 - Débit et diamètre intérieur à une vitesse de 12 m/s

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 à cargaison en service doivent faire l'objet d'un contrôle documenté au moins annuellement afin de confirmer que leur état permet de continuer de les utiliser. Ce contrôle doit inclure :

- Une recherche visuelle de détériorations et de dommages.
- Un essai de pression à 1,5 fois la pression nominale de service (PNS) pour rechercher des fuites ou des mouvements aux raccords d'extrémités. (L'allongement temporaire à la PNS doit être mesuré au titre d'étape intermédiaire.)
- Un test de continuité électrique.

Les tuyaux doivent être retirés du service en fonction de critères définis.

Ces recommandations s'appliquent également aux tuyaux de tous les bateaux-citernes qui sont utilisés pour effectuer des raccordements entre le bateau-citerne et la terre et à tout autre tuyau flexible relié à des systèmes de cargaison à terre ou à bord du bateau-citerne, par exemple un flexible de liaison à la fin d'une rampe sur un quai à ponton.

Le propriétaire du tuyau doit attester que tous les tuyaux qu'il met à disposition sont certifiés et conformes pour l'usage prévu, dans un bon état et ont été testés sous pression.

Des précisions concernant les différents contrôles et tests sont disponibles dans les sections ci-après.

18.2.6.2 Examen visuel

Un examen visuel doit comporter :

- Un examen du tuyau pour détecter des irrégularités du diamètre extérieur, par exemple, un vrillage.
- Un examen de l'enveloppe du tuyau pour détecter des renforcements endommagés ou apparents ou une déformation permanente.
- Un examen des raccords aux extrémités pour détecter des signes de dommages, un desserrage ou un mauvais alignement.

Un tuyau présentant l'un des défauts énumérés ci-dessus doit être retiré du service pour un contrôle plus détaillé. Lorsqu'un tuyau est retiré du service suite à un contrôle visuel, la raison et la date du retrait doivent être consignées.

Si, pour quelque raison que ce soit, des tuyaux de cargaison ne sont pas adaptés à leur destination, ils doivent être clairement marqués (ou étiquetés) au moment de leur retrait du service pour éviter toute utilisation inappropriée.

18.2.6.3 Essai de pression (Contrôle d'intégrité)

Les tuyaux doivent subir un test hydrostatique pour vérifier leur intégrité. Les intervalles entre les essais doivent être fixés suivant l'expérience d'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.

Les tuyaux dont la pression nominale a été dépassée doivent être retirés et faire l'objet d'un nouveau test avant d'être réutilisés.

Les utilisations de chaque tuyau doivent être consignées.

La méthode recommandée pour les essais est la suivante :

- (i) Disposez le tuyau en ligne droite sur un support plat qui permet au tuyau de bouger librement lorsque la pression d'épreuve est appliquée. Effectuer un essai de continuité électrique.
- (ii) 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 jusqu'à ce qu'un flux constant d'eau s'écoule par l'évent.
- (iii) Raccordez la pompe d'essai à une extrémité.
- (iv) Mesurez et consignez la longueur totale du tuyau. Augmentez lentement la pression jusqu'à la pression nominale de service.
- (v) Maintenez la pression d'épreuve pour une période de 5 minutes tout en recherchant sur le tuyau des fuites aux mamelons ou tout signe de déformation ou de torsion.
- (vi) Les 5 minutes écoulées et pendant que le tuyau est encore à pleine pression, mesurez de nouveau la longueur du tuyau. Déterminez l'allongement temporaire et consignez l'augmentation en pourcentage par rapport la longueur au départ.
- (vii) Augmentez lentement la pression à 1,5 fois la pression nominale de service et maintenez cette pression durant 5 minutes.

- (viii) 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.
- (ix) Réduisez 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 est 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.

18.2.6.4 Essai de continuité et de discontinuité électrique

Lors de l'utilisation d'un ensemble de tuyaux flexibles, une seule longueur de tuyau dépourvue de métallisation interne (électriquement discontinue) peut être insérée dans l'ensemble en tant qu'alternative à l'utilisation d'une bride isolante (voir la section 17.5.2). Tous les autres tuyaux de l'ensemble doivent être conducteurs électriquement (continuité électrique). 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 entre les mamelons (bride de bout en bout bride). Les essais des tuyaux électriquement discontinus doivent être effectués en utilisant un testeur de 500 V.

Électrique continue tuyaux ne doivent pas avoir une résistance supérieure à 0,75 ohms / mètre mesurée entre les mamelons (de bride finale à bride finale).

18.2.6.5 Retrait du Service

En concertation avec le fabricant de tuyau, la durée d'utilisation doit être définie pour chaque type de tuyau afin de déterminer le moment de son retrait, indépendamment de sa conformité aux critères lors des contrôles et essais.

Les allongements temporaires justifiant le retrait du service d'ensembles de tuyaux en caoutchouc à intérieur lisse varient selon la composition de l'ensemble, c'est à dire que :

- a) l'allongement temporaire, lorsqu'il est mesuré comme indiqué à la section 18.2.6.3 ci-avant, ne doit pas dépasser 1,5 fois l'allongement temporaire du tuyau lorsqu'il était neuf.

Par exemple :

Allongement temporaire de l'ensemble de tuyaux neufs :	4 %
Allongement temporaire à l'essai :	6 % au maximum

ou que

- b) avec les ensembles de tuyaux pour lesquels l'allongement temporaire d'un ensemble neuf a été inférieur ou égal à 2,5 %, l'allongement temporaire lors de l'essai ne doit pas être supérieur à 2 % de plus que celui de l'ensemble neuf.

Par exemple :

allongement temporaire de l'ensemble de tuyaux neufs :	1 %
allongement temporaire de l'ensemble de tuyaux usagés :	3 % maximum.

18.2.6.6 Explication des pressions nominales des tuyaux

La figure 18.1 illustre la relation entre plusieurs valeurs de pression d'usage courant. Les différents termes sont brièvement définis ci-après :

Pression d'utilisation

Il s'agit d'une expression commune pour définir la pression normale que le tuyau subit lors du transfert de cargaison. Cette pression correspond généralement à la pression de service de la pompe de cargaison ou la pression hydrostatique d'un système statique.

Pression de service

La signification est généralement identique à celle de "Pression d'utilisation".

Pression nominale de service (PNS)

Il s'agit de la référence habituelle de l'industrie pétrolière qui définit les capacités maximales de pression du système de cargaison. Cette pression nominale ne tient pas compte des sauts de pression dynamiques, mais elle tient compte des variations de pression nominale survenant normalement durant les opérations de transfert de cargaison.

Pression maximale de service (PMS)

Il s'agit de la même notion que pour la pression nominale de service, mais cette appellation est utilisée par BS et par les normes EN pour la conception de tuyaux suivant ces normes.

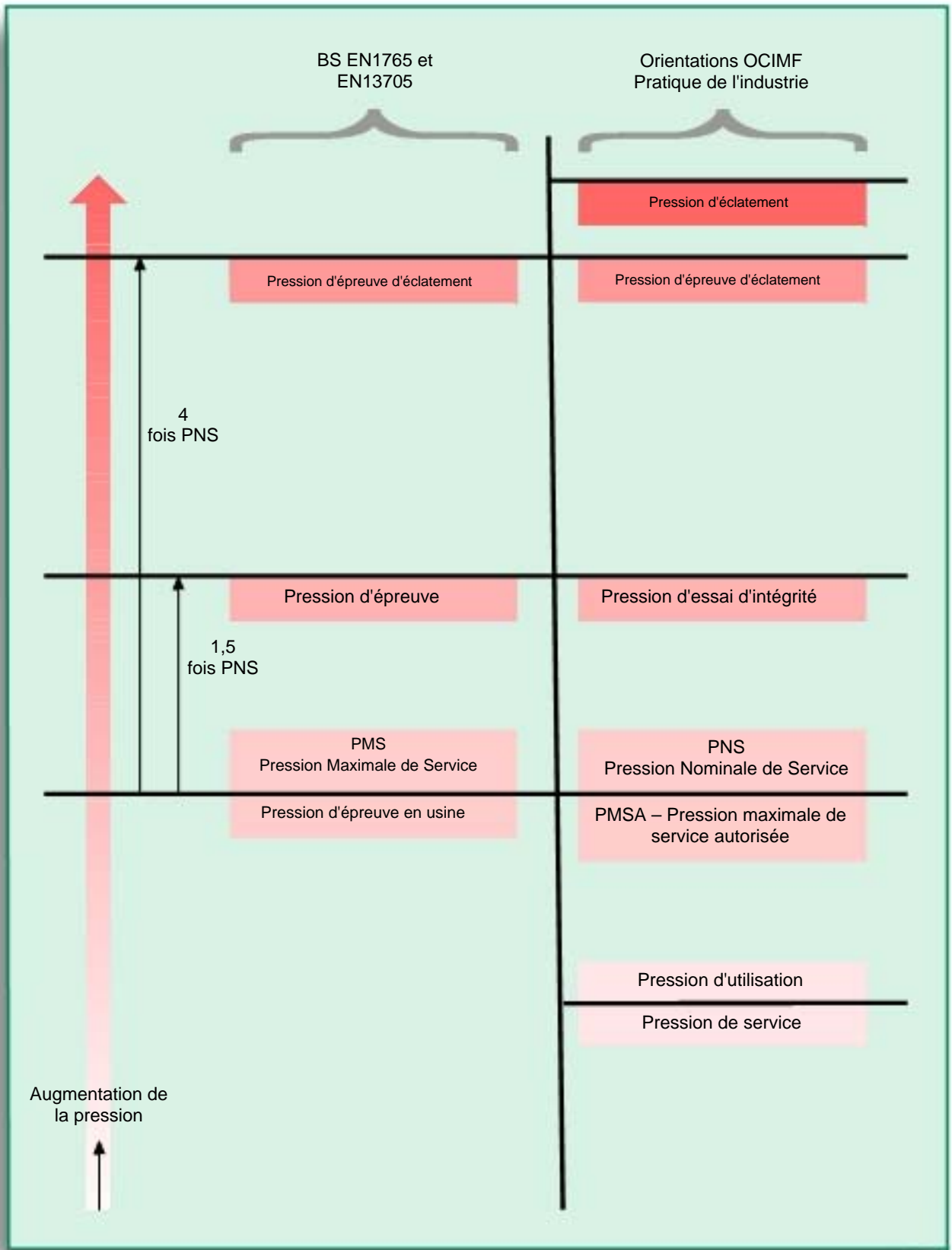


Figure 18.1 - Illustration de la terminologie utilisée pour définir les pressions de tuyaux

Pression maximale de service autorisée (PMSA)

Cette pression est identique à la pression nominale de service et à la pression maximale de service. La PMSA est utilisée comme référence par la garde côtière des États-Unis et elle est couramment utilisée par les terminaux pour définir les limites de l'équipement leurs systèmes.

Pression d'épreuve en usine

Mentionnée dans la norme EN 1765 et est définie comme égale à la pression maximale de service, qui à son tour est identique à la pression nominale de service.

Pression d'épreuve

Cette pression qui est appliquée à des tuyaux de la production pour un essai destiné à garantir l'intégrité après la fabrication est égale à 1,5 fois la pression nominale de service.

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 4 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. La pression d'éclatement d'un tuyau prototype satisfaisant est supérieure à la pression d'épreuve d'éclatement.

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.

18.2.8 Conditions d'utilisation

Pour un tuyau de cargaison d'huile destiné à être utilisé pour des opérations ordinaires :

- des températures de l'huile supérieures à celles prévues par le constructeur, généralement 82 °C, doivent être évitées (voir la section 18.2.3).
- la pression de service maximale admissible indiquée par le fabricant doit être respectée et les surpressions doivent être évitées.
- la durée de vie du tuyau sera plus courte en cas d'utilisation avec des huiles blanches qu'avec des huiles noires.

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 de l'huile entre en contact avec l'extérieur du tuyau.

Si le tuyau est entreposé à l'extérieur, il doit être bien protégé contre le soleil.

Des recommandations pour le stockage des tuyaux figurent dans la publication de l'OCIMF Lignes directrices pour la manutention, le stockage, l'inspection et les essais de tuyaux sur le terrain.

18.2.10 Contrôles avant de manipuler les tuyaux

Il incombe aux terminaux de s'assurer que les tuyaux soient en bon état, mais le conducteur du bateau-citerne peut refuser tout tuyau qui semble être défectueux.

Les jeux de tuyaux doivent régulièrement faire l'objet d'un contrôle visuel. Lorsqu'un ensemble de tuyaux est utilisé en permanence ou fréquemment, l'ensemble doit être inspecté avant chaque opération de chargement ou de déchargement. Les ensembles de tuyaux utilisés moins fréquemment doivent être inspectés avant chaque utilisation.

18.2.11 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. Les tuyaux ne doivent pas être levés en un seul point, les extrémités pendant vers le bas, mais doivent être soutenus en plusieurs points afin qu'ils ne soient pas pliés davantage que recommandé par le fabricant.

Il doit être évité de placer un poids excessif sur le collecteur du bateau-citerne. En cas de porte-à-faux excessif ou si la vanne du bateau-citerne 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-citerne 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.

Au cours de la levée des ensembles de tuyaux, le contact avec le côté bateau-citerne et tout bord tranchant doit être évité.

Si des dommages constatés sur le tuyau sont susceptibles d'affecter son intégrité, le tuyau doit être retiré du service pour être contrôlé et réparé.

Voir aussi la figure 18.2.

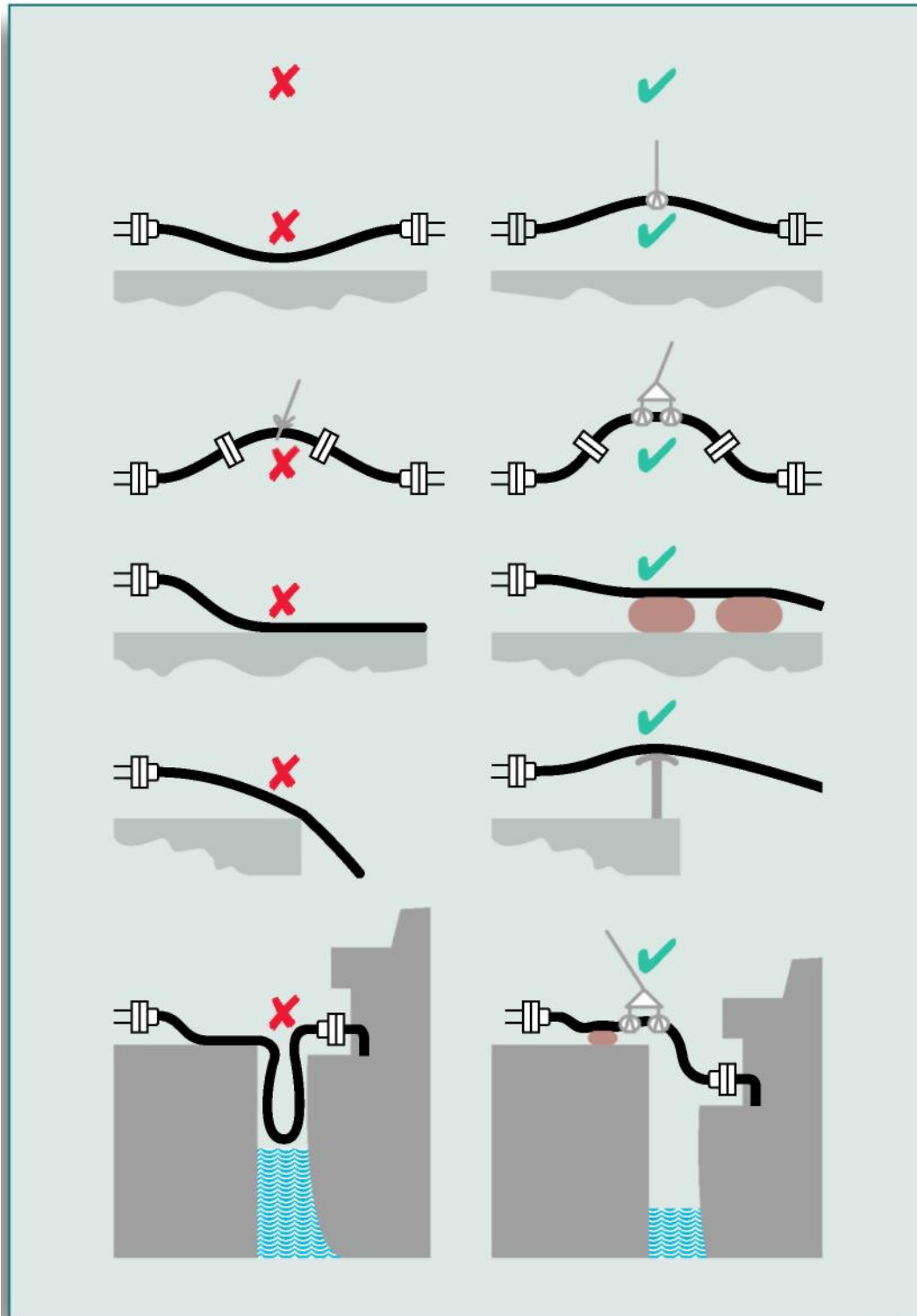


Figure 18.2 - Tuyau de manutention de cargaison

18.2.12 Sans objet

18.2.13 Sans objet

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 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 qui est distribuée aux bateaux-citernes pour information lorsqu'ils se rendent au terminal doit également comporter des indications concernant le système de récupération des vapeurs.

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 et sur les procédures opérationnelles connexes.

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 lors de la concertation préalable au transfert. 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).

Il convient de consulter 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.

Chapitre 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 disponibles 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 à manutentionner.
- Les quantités de cargaison à manutentionner.
- 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 des installations auront été prises lors de la planification et conception initiale du terminal. Toutefois, de nombreux terminaux se sont développés au fil du temps et peuvent nécessiter de traiter une plus grande variété de produits, de plus grandes quantités de cargaisons et de plus grands bateaux-citernes que ce qui était prévu à l'origine 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 en permanence le niveau de sécurité nécessaire.

19.1.2 Gestion de la sécurité

Chaque terminal doit avoir établi un programme de sécurité exhaustif conçu pour assurer un niveau approprié en termes de performances de sécurité. Le programme de sécurité doit garantir que les points suivants soient pris en compte :

- Gestion des urgences.
- Réaction en cas d'accident et évacuation des blessés.
- Exercices périodique d'incendie et de déversement de pétrole. Ces exercices doivent porter sur tous les aspects et lieux d'incidents potentiels et doivent inclure les bateaux-citernes à quai.
- Enseignements tirés des exercices d'urgence.
- Identification des dangers et évaluation des risques.
- Systèmes d'autorisation de travail.
- Rapports enquêtes et conclusions concernant les incidents,.
- Rapports enquêtes et conclusions concernant les accidents évités de peu.
- Inspections de sécurité du site.
- Pratiques de travail sûres et normes d'entretien.
- Équipement de protection individuelle. Le matériel fourni et les exigences pour son utilisation doivent prendre en compte les tiers associés tels que par exemple les équipages de remorqueurs d'embarcations d'amarrage, et 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 débiter un travail.
- Gestion de la sécurité des visiteurs, entrepreneurs et membres d'équipage du bateau-citerne.
- 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 à risques et dangereuses, 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 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 l'émetteur et à l'intervenant une procédure méthodique qui permet de s'assurer que le travail peut débuter 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. A 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 dûment compte de la présence de tout bateau-citerne qui sera à quai durant la réalisation des travaux.

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 l'intervention rapide du personnel d'urgence et du matériel de lutte contre l'incendie vont limiter la propagation du feu et le danger pour la vie et des 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 qui peuvent se produire 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 si les installations de lutte contre l'incendie ne parvenaient pas à maîtriser un incendie.

19.2.2 Prévention et isolement des incendies

La sécurité dans les terminaux exige la présence d'installations de prévention des incendies conçues et intégrées au site. Les équipements de lutte contre l'incendie dans les 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 anti-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 ne garantit pas que les opérations puissent s'y dérouler en toute 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 liée aux produits manipulés, des dimensions des bateaux-citernes 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 du débit d'eau, des détecteurs 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.

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 par la combustion et 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 alarme incendie à détection de gaz (produit de combustion) 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 alarme 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. Etant donné que la chaleur produite par de petits incendies a tendance à se dissiper assez rapidement, les détecteurs de chaleur sont plutôt utilisés pour protéger des espaces confinés ou sont 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 peuvent être utilisés pour protéger les zones où des vapeurs explosives ou inflammables peuvent être présentes, étant donné qu'ils sont généralement disponibles dans des boîtiers antidéflagrants.

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 Détecteurs fixes de gaz inflammables et toxiques

Ces détecteurs de gaz sont conçus pour détecter la présence de gaz inflammables ou toxiques et déclencher une alerte précoce. Ils sont utilisés pour assurer 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 détecteurs de gaz inflammables et toxiques sont similaires à ceux des détecteurs d'incendie réagissant aux gaz de combustion. Voir aussi les sections 2.3 (toxicité) et 2.4 (Mesure des gaz).

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 où 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 détecteurs de gaz toxiques peuvent également être installés dans les entrées d'air des salles de contrôle pressurisées et à l'intérieur des salles de contrôle non-pressurisé.

19.2.8 Emplacement de détecteurs fixes de gaz inflammables et toxiques

Les aspects à prendre en compte pour choisir l'emplacement de détecteurs 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 dangereuses.

Etant 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, les échantillons étant alors aspirés au moyen d'une pompe aspirante depuis des zones dangereuses à travers des tubes les menant jusqu'à l'emplacement centralisé. 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.

Outre l'enregistrement continu des données, les analyseurs de gaz doivent en principe présenter les caractéristiques ainsi que fonctions de lecture et d'alarme 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'explosivité (LIE) 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 niveau minimum le plus fréquemment utilisé est de 20 % de la LIE. Le deuxième niveau ou niveau supérieur de détection est généralement de 60 % de la LIE. 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. Cette possibilité de 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 H₂S 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 dangereuse 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 ± 2 % de la 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 signal qui peuvent être sonores, visuels ou les deux. Il peut s'agir de signaux avertissant d'incidents relativement mineurs, tels que les coupures de courant électrique, en passant par des signaux de contrôle, par exemple lorsqu'un équipement essentiel se trouve dans un état anormal, jusqu'à des signaux d'alarme codé 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 utilisée, 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 et des extensions doivent également 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. A 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. Ceci permet aussi de prévoir un signal d'alerte distinct avertissant d'une panne d'alimentation électrique.

19.3.6 Sources d'énergie électrique

L'énergie électrique doit être fournie par de 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 échouerait.

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, les batteries disponibles doivent normalement permettre de compenser la perte de l'alimentation principale durant une période de 8 heures au minimum et durant au moins 12 heures si l'alimentation principale n'est pas jugée suffisamment fiable.

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 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 par rapport au terminal et à l'équipement dangereux du terminal.
- De la proximité du terminal par rapport à des zones résidentielles, commerciales ou d'autres sites industriels.
- 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 de 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 degré de protection au-delà des exigences réglementaires.
- Du degré de protection efficace assuré par un 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 une 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 anti-incendie manuelle 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 où 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 sur le site, tels que la pressurisation 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 détecteurs de gaz combustibles doivent être installés 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 Equipement 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 et, 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 disponibles dans les 5 premières minutes de l'incendie.

19.5.1 Equipement 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 des facteurs supplémentaires mentionnés à la section 19.1. D'autres facteurs importants sont notamment l'existence d'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 de la prise de décision concernant le type, l'emplacement et l'utilisation 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 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 poudre sont reconnus comme étant les plus appropriés pour l'extinction rapide de petits feux d'hydrocarbures.

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 approprié 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.

Les extincteurs à mousse de petite taille ayant une capacité d'environ 10 litres sont dans la plupart des cas insuffisants pour être efficaces en cas d'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 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 Equipements 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 à au moins 4 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, à la fois pour l'extinction et pour le refroidissement, les besoins en eau dans le cas d'un 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 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 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 ou la barge les plus proches à quai.

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 assurer un cheminement sûr et protégé contre le feu des câbles d'alimentation électrique.

Installation	Exigences minimum
<p>1. Quais ou jetées accueillant des bateaux-citernes pour la manutention de liquides inflammables, y compris les matériaux conditionnés en fûts et tout produit chauffé au-dessus de son point d'éclair.</p>	<p>Collecteur d'incendie équipée de vannes d'isolement et de prises d'eau avec un débit d'eau de 100 m³/h pour l'extinction et/ou intervention garantie des services de pompiers locaux.</p> <p>Equipement de lutte contre l'incendie composé d'extincteurs portatifs ou sur roues ; manche à incendie ;</p> <p>Equipements portatifs :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 2 extincteurs à poudre portatifs de 9 kg- 2 extincteurs à poudre sur roues de 50 kg
<p>2. 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.</p> <p>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.</p>	<p>Collecteur d'incendie équipé de vannes d'isolement et de prises d'eau avec un débit d'eau de 100 m³/h</p> <p>Equipement de lutte contre l'incendie comprenant : extincteurs portatifs et sur roues; manche à incendie ; tuyaux de raccordement de mousse, et canons à mousse / eau portatifs ou à roues conçus pour un débit minimum de solution de 115 m³/h.</p> <p>Approvisionnement en vrac de 3 m³ de concentré de mousse, fixe ou sur remorque.</p> <p>Equipements portatifs :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 2 extincteurs à poudre portatifs de 9 kg - 2 extincteurs à poudre sur roues de 50 kg
<p>3. 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.</p>	<p>Collecteur d'incendie équipé de vannes d'isolement et de prises d'eau avec un débit d'eau de 350 m³/h.</p> <p>Equipement d'extinction d'incendie portative et sur roues.</p> <p>Canons à mousse/eau fixes et approvisionnement suffisant en concentré en vrac.</p> <p>Protection de la structure de support de la jetée (optionnel).</p> <p>Equipements portatifs :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 4 extincteurs à poudre portatifs de 9 kg - 2 extincteurs à poudre sur roues de 75 kg

Tableau 19.1 - Lignes directrices pour la protection contre l'incendie de terminaux de manutention du pétrole brut et de produits pétroliers (à l'exclusion des gaz d'hydrocarbures liquéfiés)

19.5.3.3 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 vanes individuelles munies d'un raccord de tuyau d'incendie correspondant au type de raccord de tuyau d'incendie utilisé sur les lieux. Les vanes 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 vanes d'isolement doit 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 vanes 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 qu'un espacement uniforme 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 raccordements de tuyaux doivent être d'un modèle compatible 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 Connexion internationale à terre pour la lutte contre l'incendie

Le système d'eau d'extinction de terminaux maritimes et les quai qui reçoivent des bateaux-citernes internationaux doivent posséder au moins une connexion internationale à terre pour la lutte contre l'incendie, y compris ses boulons et écrous, par laquelle de l'eau pourra alimenter le collecteur d'incendie d'un bateau-citerne, si ceci est nécessaire pour lutter contre un feu survenu à bord (voir la section 26.5.3 et la figure 26.2).

La connexion doit être protégée contre les éléments et située de façon à être immédiatement disponible pour son utilisation. L'ensemble du personnel concerné doit être informé de l'emplacement et de l'usage prévu de cette connexion et ces points doivent être abordés lors de la réalisation conjointe de la liste de contrôle de sécurité. Un tuyau de raccordement de 63 mm doit être disponible par 57 m³/h de capacité de pompage nécessaire.

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 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 en raison de la perte d'énergie cinétique et de l'importance des pertes par frottement à travers de tels systèmes.

Le type d'émulseur choisi, à savoir des protéines, fluoro-protéines, mousse formant une pellicule aqueuse (AFFF), ou un concentré alcool/polaire d'un type résistant aux solvants (de type concentré de surfactant d'hydrocarbures), dépendra du type de carburant 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 fonctionne en utilisant 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.

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 taux de solution minimum de 115 mètres cubes par heure.

Le concentré de mousse peut également être distribué par un plus petit système de tuyauterie 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 durant au moins 30 minutes dans les 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 mobile.

Les canons peuvent être placés au niveau du quai ou de la jetée (normalement, ceci convient uniquement pour les petits terminaux) ou peuvent être montés sur des tours fixes.

En règle générale, les canons fournissent une longueur de jet de 30 mètres et une hauteur de jet de 15 mètres dans l'air en l'absence de vent.

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 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 à au moins 15 mètres 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 être placés de manière à 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 fixes de protection sous l'appontement

Les systèmes fixes de protection sont installés sous l'appontement lorsque le terminal s'étend sur l'eau et loin du rivage de sorte 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 être nécessaire afin de disposer d'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 le pont 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 le pont pour le refroidissement et la protection de la structure de soutien construite en matériaux non-résistant au feu et non protégés. Dans ces circonstances, un tel système permet de contrôler et d'éteindre rapidement l'incendie sous l'appontement. 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 piles et les poutres de soutien sont construits 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 Equipement 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.

Dans les endroits où les bateaux anti-incendie sont bien équipés, disponibles en permanence et peuvent être présents très rapidement après l'alerte, par exemple en 15 - 20 minutes, l'ampleur de 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 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 une urgence d'incendie, des dispositions doivent être prises pour veiller à ce 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 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 assister 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 et en contact direct avec personne responsable de la lutte contre l'incendie.

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.

Il convient de décider dans le cadre du plan d'urgence du terminal 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 par conséquent 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 tissu léger ignifuge et comprenant une couche d'aluminium. Ceux-ci sont 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.

Chapitre 20

PREPARATION AUX SITUATIONS D'URGENCE

Un plan complet et bien 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 dans le cas d'une urgence à l'interface bateau-citerne / terre sont évoquées dans la section 26.5.

Des informations complémentaires sur la protection contre les incendies dans les terminaux figurent au chapitre 19.

20.1 Généralités

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 différentes activités dans le terminal, par exemple un important déversement de pétrole, 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 le déploiement du matériel anti-incendie occupe évidemment une place importante dans toute procédure d'urgence, les équipements tels que les appareils respiratoires, le matériel de réanimation, les brancards et les moyens d'évacuation ou de sortie doivent également être pris en compte.

Le personnel participant doit être familiarisé avec les procédures d'urgence, doit être convenablement formé et doit comprendre clairement les mesures qu'il sera tenu de prendre face à 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 en cas d'urgence. Il est recommandé que les Fiches de données de sécurité du produit (FDSP) soient disponibles pour fournir à la fois au personnel de manutention et au personnel d'urgence les procédures pour la manipulation et la gestion de chacun des produits. La fiche de données de sécurité 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 l'équipement de protection individuelle à utiliser.

Une main-d'œuvre suffisante est nécessaire pour mettre en œuvre avec succès puis assurer le déroulement d'un plan d'intervention. Il convient par conséquent de réaliser une étude détaillée à fin de déterminer le besoin total en main-d'œuvre sur toute la durée de chaque 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 nécessaires pour sa mise en œuvre. Un plan ne sera efficace que si ces éléments ont fait l'objet d'un examen 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 des 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.

Le plan doit être revu et mis à jour sur une base régulière 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

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 entreprises, 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. Les responsabilités pour les mesures à prendre par d'autres au sein de l'organisation du terminal afin de limiter et maîtriser la situation d'urgence doivent aussi être clairement établies.

Si les responsabilités ne sont pas clairement définies, ceci peut aisément 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, il peut également être souhaitable qu'un membre d'équipage responsable du bateau-citerne concerné soit présent au centre de contrôle de 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.

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 parfaitement 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.

Les noms des suppléants qui seront disponibles dans le cas où la personne désignée serait absente ou indisponible doivent aussi être indiqués. 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 communications

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.

Le système de communication doit pouvoir couvrir les opérations sur le quai, à bord d'un bateau-citerne, 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 de 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

Tout le personnel doit comprendre et accepter la nécessité d'un strict respect des règles établies pour l'utilisation des communications en cas d'urgence et les modalités d'utilisation efficace du matériel de communication ainsi que les procédures doivent faire l'objet de rappels fréquents.

Le plan d'urgence doit inclure un ensemble général de disciplines de communication, y compris des mots de passe pour les différents types ou degrés d'urgence.

Une fois mobilisé, le personnel clé qui est effectivement impliqué dans les interventions visant à contrôler la situation d'urgence doit être exempté de toute obligation de communiquer avec les autres parties, à l'exception de ce qui est immédiatement nécessaire pour gérer les communications centrales ainsi que pour la presse et les relations publiques. L'inclusion dans le plan d'urgence d'un "agent d'information" est recommandée (voir la section 20.2.2).

Un journal doit être tenu dans le centre de contrôle. Les communications par radio et les appels téléphoniques doivent être enregistrés.

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 à proximité d'un poste d'amarrage doivent également être affichés 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 en voie 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 de charge de ces quais.

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 d'activités de formation conjointes. Des entraînements communs incluant les remorqueurs, les bateaux-citernes 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 à quai ou amarrés au terminal, notamment :

- La nature et l'ampleur de l'urgence.
- Le type du bateau-citerne ou des bateaux-citernes concernés, avec les emplacements et détails concernant la cargaison.
- La nature de 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

Si, en cas d'urgence, il est décidé d'évacuer totalement ou partiellement les quais, il est éventuellement possible de faire appel à l'organisation locale des pilotes afin qu'elle mette à disposition sans délai plusieurs pilotes fournissant une assistance pour le traitement des bateaux-citernes ne sont pas directement impliqués dans l'incident. Le plan d'urgence doit prévoir cette éventualité.

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 durant les périodes de visibilité réduite.
- des couvertures, le personnel sorti de l'eau étant susceptibles de souffrir du froid et d'avoir subi un choc.
- des échelles d'embarquement mobiles pour faciliter 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 appareil respiratoire autonome.
- un équipement de réanimation.

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. Les équipages doivent également bénéficier d'une formation à la respiration artificielle. Les équipages des canots doivent être conscients du fait que le délai de survie dans l'eau peut être très court et que la rapidité du sauvetage des personnes est par conséquent d'une grande importance.

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.

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 des équipements de protection individuelle.
- 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.

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 être considéré comme une urgence nécessitant 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 être adapté pour répondre aux besoins d'un terminal 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 terminal, il convient d'étudier le terminal, les ressources disponibles (à la fois durant et en dehors des heures normales de travail) et les urgences potentielles jugées possibles 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, avec ou sans assistance. Une telle urgence n'a normalement pas d'incidence sur les opérations dans d'autres parties du terminal ou dans le 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 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 du terminal.

L'approche proposée est d'inventorier les risques d'une manière très 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 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 dérivant et s'éloignant du quai traînant l'ancre ou s'échouant.
- les accidents majeurs dans le port impliquant des bateaux-citernes, des remorqueurs, les 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 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. Les formats suivants se sont révélés utiles dans la pratique :

- Format à feuilles mobiles pour faciliter les modifications.
- Relié dans un classeur de couleur distincte.
- Papier de bonne qualité et d'une forte texture.
- Chaque page datée et numérotée.
- Rédaction en plusieurs langues, le cas échéant. Tous les intervenants doivent être capables de lire et de comprendre le plan. 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 faisant foi pour tenir compte de l'éventualité d'un conflit juridique.

- Utilisation d'organigrammes et des diagrammes de décision avec des symboles en plusieurs couleurs afin de réduire le texte écrit.
- Utilisation limitée de références croisées à d'autres parties du plan.

20.4.2 Préparation

Lors de l'élaboration d'un plan d'urgence pour le terminal, il est important que les fonctions concernées, telles que les opérations, l'ingénierie, la navigation et la sécurité, soient impliquées. Ceci est assuré le mieux par le biais d'une force opérationnelle à temps partiel avec 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 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.

Chaque membre du personnel ayant un rôle précis dans le cadre du plan d'urgence doit posséder sa propre copie du plan. En outre, un ou plusieurs exemplaires doivent être disponibles et toujours accessibles dans les salles de contrôle appropriées. Les copies en circulation et chaque révision doivent être consignées (noms, lieux, coordonnées, etc.), la réception du plan devant être confirmée par écrit.

Lorsque les plans sont mis à la disposition 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.

A 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 des stocks des 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 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 et 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 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,
- ressources médicales et systèmes portatifs de survie,
- aliments et boissons,
- ressources humaines - conducteurs, électriciens, mécaniciens et main-d'œuvre générale pour assurer le déploiement des ressources matérielles nécessaires, par exemple.

Pour chaque groupe de ressources, le plan doit indiquer :

- la disponibilité, quantités et nombres,
- les principales caractéristiques et performances,
- l'accessibilité sur une base de 24 heures.
- 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.

20.4.4 Aspects organisationnels divers

Les indications supplémentaires suivantes sont destinées à assister davantage encore 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 de 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.
- ne doit pas inclure, en principe, des instructions sur la façon de lutter physiquement contre un danger 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 constituer 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 touchés 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 par conséquent 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 préférable de toujours 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 un tel 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 la ligne de compte rendu et la responsabilité de chaque personne clé mentionnée, à la fois pendant et en dehors des heures de travail. Pour chaque personne, une courte liste de contrôle des actions et communications importantes doit être prévue.
- doit veiller à ce 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'opération de véhicules de lutte contre l'incendie, les bateliers et 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. A 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 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, 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 couvrir tous les facteurs et ses usagers doivent être conscients du fait que les circonstances particulières d'une urgence peuvent exiger qu'eux-mêmes ou d'autres personnes s'écartent des procédures prévues par le plan.

20.5 Eloignement d'urgence des bateaux-citernes à quai

Lorsqu'une situation d'urgence survient à bord d'un bateau-citerne, 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 être nécessaire de décider si oui ou non le bateau-citerne doit être éloigné 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.

Chapitre 21

EVACUATION 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 et la méthode par laquelle 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 moyens sûrs et efficaces d'évacuation d'urgence seront disponibles.

21.1 Généralités

Afin de garantir l'évacuation efficace du personnel en cas d'urgence grave, tous les terminaux doivent disposer de moyens d'évacuation adéquats et un plan d'évacuation doit être établi.

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 au moins deux voies de repli qui ne risquent pas d'être impliquées simultanément dans 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, des moyens d'évacuation par l'eau peuvent être nécessaires, sauf si une deuxième voie de repli par la terre est disponible.

L'évacuation éventuelle du personnel d'un bateau-citerne doit également être envisagée. De par leur nature, les activités pétrolières et gazières ne nécessitent pas un grand nombre de personnel 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 une telle éventualité.

21.1.1 Evacuation d'un bateau-citerne

Un plan d'évacuation doit prévoir un accord de réciprocité entre le bateau-citerne et le terminal et il est important que les conducteurs de tous les bateaux-citernes qui utilisent l'installation évaluent 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 vérifiés dans le cadre de la liste de contrôle de sécurité. Dans certains cas, le moyen d'évacuation le plus sûr et le plus efficace, surtout si le bateau-citerne 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

A chaque fois qu'il apparaît qu'une situation d'urgence va ou 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 sans tarder.

La décision d'évacuer le personnel non indispensable, y compris le personnel du bateau-citerne, ou de faire appareiller le bateau-citerne, doit toujours être prise après concertation entre le bateau-citerne, le terminal, l'autorité portuaire et les pompiers à un stade précoce de toute situation d'urgence. Une évacuation précoce de ce personnel permettra toujours de réduire la responsabilité globale pour la sécurité du personnel, permettant ainsi à la personne responsable de se concentrer sur l'urgence et de 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 dans le chapitre 20.

21.2 Evacuation 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 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.

21.2.2 Protection du personnel

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 chargement / 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 une autre situation 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 ducs d'Albe coupés du rivage requièrent une attention particulière et le personnel ne doit jamais être laissé sans surveillance sur les ducs d'Albe isolés. En outre, des escaliers ou des échelles en acier sont généralement nécessaires entre les quais et le niveau de l'eau.

21.2.3 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.

21.2.4 Disponibilité d'embarcations de sauvetage

Lorsque l'évacuation doit être assurée au moyen de bateaux de sauvetage, ce moyen de transport doit être alerté à un stade très 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 en aucun cas en plus de 15 minutes à compter de l'alerte initiale. La mobilisation de toutes les embarcations de sauvetage disponibles dans le terminal ou le port doit également 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.

21.2.5 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

L'efficacité des plans d'évacuation dépendra de la formation et de la familiarisation du personnel en vue de l'application de ces plans.

Des exercices d'évacuation doivent être effectués fréquemment, en principe au moins trimestriellement, 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 / TERMINAL

Chapitre 22

COMMUNICATIONS

Le présent chapitre traite des communications nécessaires entre le bateau-citerne 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 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 Matériel de communication

Les téléphones et appareils VHF/UHF portables 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 et la terre incombe au terminal.

La communication entre le membre responsable de l'équipage 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 de personnes à bord et à terre qui sont en mesure de 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 portables et portées par le membre responsable de l'équipage en service et le représentant du terminal, ou par des personnes qui sont immédiatement en mesure de communiquer avec leurs supérieurs. 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 à la fois par le représentant du bateau-citerne 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 et approuvé. Il convient de prendre en compte le temps nécessaire pour entreprendre une action en réponse à des signaux.

Des signaux doivent être convenus pour :

- l'identification du bateau-citerne, 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,
- l'arrêt d'urgence.

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 à la fois par le personnel du bateau-citerne et par le personnel de terre.

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 à la fois par le personnel des bateaux-citernes et par celui des terminaux. Tous les bateaux-citernes au terminal doivent être informés de ces règles ainsi que de tous les autres règlements relatifs à la sécurité de la navigation pouvant être établis par l'autorité portuaire compétente.

22.2 Echange d'informations avant l'arrivée

Un échange d'informations doit avoir lieu avant que le bateau-citerne 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 et le port ou l'agent de sécurité du terminal. Les communications précédant l'arrivée doivent permettre de préciser qui effectuera cette tâche et de quelle manière.

22.2.2 Du bateau-citerne à l'autorité compétente

Le bateau-citerne doit fournir les informations exigées par les réglementations et recommandations internationales, nationales et régionales.

22.2.3 Du bateau-citerne au terminal

Dans la mesure du possible, les informations suivantes doivent être fournies avant l'arrivée :

- Nom et indicatif d'appel du bateau-citerne.
- 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, par exemple à la station de pilotage ou à la bouée du chenal.
- Déplacement du bateau-citerne à l'arrivée. S'il est chargé, type de cargaison et plan de chargement.
- Tirant d'eau maximum prévu durant et après la manutention de la cargaison.
- Défauts sur la coque et dysfonctionnements des machines ou d'équipements qui pourrait nuire à la sécurité des opérations ou retarder le début de la manutention.
- S'il est équipé d'un système de gaz inerte, confirmation que les citernes du bateau-citerne sont dans un état inerte et que le système est pleinement opérationnel.
- 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. Produits à manutentionner à chaque collecteur, numéroté à partir de l'avant.
- Information préalable sur les opérations de manutention de cargaison proposées, 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 eaux de ballastage polluées et sur toute contamination par des additifs chimiques. Ces informations doivent inclure l'identification de tous les composants toxiques tels que l'hydrogène sulfuré et le benzène.
- Le cas échéant, les quantités et spécifications des avitaillements nécessaires.

22.2.4 Du terminal au bateau-citerne

Le terminal doit s'assurer que les informations pertinentes relatives au port soient fournies au bateau-citerne dès que possible. Par exemple :

- Hauteur d'eau au zéro des cartes et salinité prévues au quai.
- Tirant d'eau maximal admissible et tirant d'air maximal admissible.
- Disponibilité de remorqueurs et de bateaux d'amarrage, assortie de 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.
- Utilisation ou non d'un système de contrôle des émissions de vapeurs (CEV).
- Exigences concernant le gaz inerte pour les mesurages des cargaisons.
- Exigences concernant le chargement fermé.
- Pour les jetées, disponibilité d'espace pour la passerelle et disponibilité d'équipements 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, du bateau-citerne.

- Recommandations concernant les contraintes environnementales et de charge applicable sur le quai.
- Installations pour la réception des slops, d'eau de ballastage polluée et de déchets.
- Niveaux de sécurité en vigueur dans le port.

22.3 Echange d'informations avant l'accostage

22.3.1 Du bateau-citerne au terminal et/ou au pilote

À l'arrivée au port, le conducteur du bateau-citerne 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 et/ou du pilote au bateau-citerne

Avant l'accostage, le terminal doit fournir au conducteur du bateau-citerne les détails du plan d'amarrage par l'intermédiaire du pilote ou du responsable du mouillage. La procédure pour l'amarrage du bateau-citerne doit être spécifiée et doit faire l'objet d'une concertation entre le conducteur et le pilote ou le responsable du mouillage.

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.

Pour les jetées

- Le nombre minimum d'amarrages du bateau-citerne.
- 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.

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 le plus tôt possible.

22.4 Echange 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 débiter ces opérations.

22.4.1 Du bateau-citerne au terminal

Avant de commencer ses opérations de transfert, le membre d'équipage responsable doit informer le terminal de la disposition générale des citernes de cargaison, de ballastage et d'avitaillement et doit disposer des informations ci-dessous :

22.4.1.1 Information 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 à l'arrivée, le grade, le volume et l'emplacement des citernes.
- Débits maximum de chargement acceptables et débits de remplissage progressif en fin de chargement.
- Pression maximale acceptable à la connexion bateau-citerne / terre durant le chargement.
- Quantités de cargaison acceptables selon 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 maximale acceptable (le cas échéant).
- Méthode de ventilation proposée.
- Quantités et spécifications des avitaillements nécessaires.
- Répartition, composition et quantités de ballast et, le cas échéant, temps nécessaire pour le déchargement et franc-bord léger maximal.
- 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 la cargaison :

- Spécifications de la cargaison.
- Présence ou non de composants toxiques dans la cargaison, par exemple H₂S, benzène, additifs de plomb ou mercaptans.
- Toute autre caractéristique de la cargaison exigeant une attention particulière, par exemple la pression de vapeur réelle (*True Vapour Pressure* - TVP).
- 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

Les renseignements suivants doivent être mis à la disposition du membre d'équipage 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 ou non de composants toxiques dans la cargaison, par exemple H₂S, benzène, additifs de plomb ou mercaptans.
- Exigences relatives à la ventilation des citernes.
- Toute autre caractéristique de la cargaison exigeant une attention particulière, par exemple la pression de vapeur réelle (*True Vapour Pressure* - TVP).
- 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 H₂S.
- Débit prévu pour l'avitaillement.
- Quantités de cargaison à charger.
- Débits 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 (VEC).
- 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.
- Fiches de données de sécurité du produit ou documents similaires pour chaque produit à traiter.
- Test de l'équipement anti-débordement et de l'équipement d'urgence.

22.4.2.2 Information en vue déchargement de cargaison :

- Ordre de déchargement de la cargaison accepté par le terminal
- Quantités de cargaison à décharger.
- Débits de déchargement maximum acceptables.
- Pression maximale acceptable 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 chargement, y compris le signal d'arrêt d'urgence.
- Test de l'équipement anti-débordement et de l'équipement d'urgence.

22.5 Plan de chargement concerté

Sur la base des informations échangées, un accord sur les opérations et une liste de contrôle doivent être fixés par écrit entre le membre d'équipage 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.
 - L'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 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.
 - 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.

- Débit de chargement initial et maximum, débits de remplissage progressif en fin de chargement, délais d'arrêt, en tenant compte des points suivants :
 - Nature de la cargaison 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 bateau- citerne / terre.
 - Précautions pour éviter l'accumulation d'électricité statique.
 - Toute autre restriction concernant le contrôle de débit.
- La méthode de ventilation de la citerne pour éviter ou réduire les émissions de gaz au niveau du pont, en tenant compte des points suivants :
 - Pression de vapeur réelle de la cargaison à charger.
 - Débit de chargement.
 - Conditions atmosphériques.
- Toute opération d'avitaillement ou de stockage.
- Procédure d'arrêt d'urgence.

Un diagramme à barres peut être un moyen utile de représenter ce plan.

Une fois que le plan de chargement a été fixé conjointement, il doit être signé par le membre d'équipage 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 doivent être fixés par écrit entre le membre d'équipage 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) 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.
 - Système de ventilation.
 - Procédures d'échantillonnage.
- 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 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.
 - 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 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 bateau- citerne / terre.
 - Précautions pour éviter l'accumulation d'électricité statique.
 - Toute autre restriction concernant le contrôle de débit.
 - Toute autre restriction.
- Toute opération d'avitaillement ou de stockage.
- Procédure d'arrêt d'urgence.

Un diagramme à barres peut être un moyen utile de représenter ce plan.

Une fois que le plan de déchargement a été fixé conjointement, il doit être signé par le membre d'équipage responsable et le représentant du terminal.

22.7 Accord pour effectuer des réparations

22.7.1 Réparations à bord du bateau-citerne

Lorsque des réparations ou travaux d'entretien doivent être effectués à bord d'un bateau-citerne amarré à un quai, le membre d'équipage responsable doit en informer le représentant du terminal. Des accords doivent être conclus sur les précautions de sécurité à prendre en fonction de la nature des travaux.

22.7.1.1 Immobilisation du bateau-citerne

Si un bateau-citerne est à quai à un terminal, ses chaudières, machines principales, appareils de gouverne et autres équipements essentiels pour la manœuvre doivent normalement être maintenus dans un état permettant au bateau-citerne de s'éloigner du quai en cas d'urgence.

Les réparations et autres travaux susceptibles d'immobiliser le bateau-citerne ne doivent pas être effectués lorsque le bateau est à quai sans l'accord préalable et écrit du terminal.

Avant d'effectuer toute réparation susceptible d'immobiliser le bateau-citerne, il peut également être nécessaire d'obtenir l'autorisation de l'autorité portuaire locale. Certaines conditions sont susceptibles de devoir être remplies avant qu'une telle autorisation puisse être accordée.

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

Tout travail à chaud à bord du bateau-citerne 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 portuaire, 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 portuaire 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 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 est à quai au terminal

Aucun martelage, burinage ni grenailage 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 ou au terminal où se trouve un bateau-citerne à quai, sans accord entre le représentant du terminal et le membre d'équipage responsable, et à moins qu'une autorisation de travail ait été délivrée.

Dans tous les cas, le représentant du terminal et le membre d'équipage 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.

Chapitre 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 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 (inter)nationaux 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 du personnel

Les opérations d'amarrage et de désamarrage, y compris la manutention des câbles de remorqueurs, sont des opérations dangereuses. Il est important que toutes les personnes concernées soient pleinement conscientes des dangers et prennent les précautions nécessaires pour prévenir les accidents.

23.2 Sécurité des amarrages

Tout mouvement excessif ou la dérive d'un bateau-citerne due 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 n'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

Avant l'arrivée dans un port ou à un quai, tout l'équipement d'amarrage nécessaire doit être prêt à l'emploi. Si nécessaire, les ancres doivent être prêtes à l'emploi, à moins que l'ancrage ne soit interdit. Du personnel en nombre suffisant doit toujours être disponible pour s'occuper de l'amarrage.

23.3.2 Assistance au bateau

Avant que des remorqueurs ou d'autres embarcations viennent se placer le long du bateau-citerne pour l'assister durant la procédure d'amarrage, tous les couvercles de citernes à cargaison et de ballastage ainsi que les orifices de jaugeage doivent être fermés, quel que soit le type d'hydrocarbures transporté ou ayant été transporté, à moins que toutes les citernes à cargaison aient été testées et soient exemptes de vapeurs inflammables. Les remorqueurs et autres embarcations ne doivent pas être autorisés à se placer le long du bateau-citerne avant que le conducteur ne se soit assuré qu'il est sûr pour eux de procéder ainsi.

A l'exception de situations d'urgence, les remorqueurs ou toute autre embarcation ne doivent pas être autorisés à venir se placer le long du bateau-citerne ni à y rester pendant le chargement ou déchargement d'hydrocarbures volatils ou de citernes de ballastage contenant des vapeurs d'hydrocarbures. Pendant qu'un remorqueur ou un autre bâtiment est placé le long du bateau-citerne, la timonerie du remorqueur ou du bâtiment doit être occupée en permanence. Les amarrages entre les bateaux doivent pouvoir être libérés rapidement et sans difficulté. Toute demande émanant du conducteur ou du terminal concernant le maintien de remorqueurs aux côtés du bateau-citerne durant de telles activités de manutention de cargaison ou de ballast doit être traitée comme une procédure exceptionnelle qui ne doit pas être mise en œuvre sans le plein accord de toutes les parties concernées et uniquement après qu'une évaluation des risques ait été effectuée.

Le conducteur du bateau-citerne doit s'assurer que toute embarcations venant se placer à côté de son bâtiment remplissent les exigences de sécurité nécessaires à cet effet, lesquelles sont définies par la réglementation pertinente.

23.3.3 Utilisation de remorqueurs ou d'autres embarcations en cas d'urgence

En cas d'échouage d'un bateau-citerne, il peut être nécessaire de tenter de remorquer le bateau-citerne pour le dégager. Etant donné que, dans la plupart des cas, le bateau venant prêter assistance ne sera pas adapté pour la manutention des marchandises dangereuses, il doit uniquement être autorisé à s'approcher du bateau-citerne autant que nécessaire pour réceptionner une corde d'amarrage lancée.

Les cordes qui sont utilisés pour le remorquage ne doivent pas être réalisées en un matériau synthétique. Au cours de l'opération de remorquage, la possibilité d'une rupture de la corde de remorquage en raison de la charge doit être prise en compte et le personnel doit demeurer suffisamment éloigné tout au long de l'opération.

23.4 Amarrage au quai

La gestion efficace de l'amarrage d'un bateau-citerne 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.

La sécurité du bateau-citerne et donc aussi 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 et doit pouvoir conseiller le conducteur du bateau-citerne pour l'emplacement des amarres et les restrictions d'utilisation.

23.4.1 Type et qualité des amarres

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 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

Bien que le personnel du bateau-citerne soit responsable du contrôle fréquent et attentif des amarres, du personnel qualifié à terre doit vérifier périodiquement les amarres pour s'assurer qu'elles soient bien tendues.

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 autonome

Etant donné que leur poids et leurs dimensions rendent difficile une manutention manuelle, les câbles d'amarrage utilisés par les bateaux-citernes peuvent être placés sur des treuils d'amarrage à enroulement autonome possédant un tambour unique ou cloisonné. Certaines fonctionnalités de ces treuils doivent être bien comprises par le personnel du bateau-citerne afin d'éviter que le bateau-citerne ne dérive du quai suite au glissement des freins du treuil.

La capacité de rétention du frein peut avoir été spécifiée par le propriétaire du bateau-citerne ou peut correspondre à la puissance standard spécifiée pour les treuils d'un fabricant donné. Tout le personnel concerné du bateau-citerne doit connaître la capacité de rétention du frein des treuils d'amarrage à enroulement autonome installés à bord du bateau-citerne.

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 par conséquent 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. En cas de détérioration importante, les garnitures ou blocs doivent être renouvelés.

Certains modèles plus récents de treuils d'amarrage à enroulement autonome sont équipés de freins à disques, lesquels sont moins sujets à l'usure.

Il existe des kits pour tester la capacité de rétention du frein du treuil, lesquels peuvent être mis à disposition à bord pour une utilisation par l'équipage.

En outre, 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 d'un frein du treuil est inversement proportionnelle au nombre de couches de câble ou de corde d'amarrage sur le tambour. La capacité de rétention standard est généralement calculée sur la base de la première couche et la capacité de rétention diminue pour chaque couche supplémentaire. Cette diminution peut être importante puisqu'elle peut atteindre 11 % pour la deuxième couche.

Si la capacité nominale de rétention du frein d'un treuil à tambour cloisonné ne doit pas être réduite, une seule couche doit être autorisée sur le tambour en fonctionnement.

Le sens d'enroulement sur le tambour du treuil

A 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 sur le tambour dans la mauvaise direction. Avant l'arrivée au quai, il est important de confirmer que le câble d'amarrage est enroulé de sorte que sa traction se fera contre l'extrémité fixe de la bande de freinage, plutôt que sur l'extrémité goupillée. La rotation dans le sens contraire peut fortement réduire la capacité de rétention du frein et ceci jusqu'à 50 % dans certains cas. Le bon sens d'enroulement pour faciliter le freinage doit être indiqué de façon permanente sur le tambour pour éviter toute erreur.

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 frein 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. (Il s'agit généralement de 60 % de la charge de rupture minimum (CRM) du câble. L'utilisation d'applicateurs de freinage hydrauliques ou d'une clé dynamométrique indiquant le degré de couple appliqué est recommandée. Si les freins sont appliqués à la main, ils doivent être bien serrés.

23.4.2.4 Amarrages à terre

Dans certains terminaux, des amarrages depuis la terre sont utilisés pour compléter l'amarrage du bateau-citerne. 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 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

Chapitre 24

PRÉCAUTIONS A 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 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 fait de fumer, aux cuisines, aux équipements électriques et à d'autres sources potentielles d'inflammation sont traités au chapitre 4, auquel il convient de se référer.

Des informations détaillées sur le matériel et les opérations qui concernent principalement le bateau-citerne ou le terminal figurent respectivement 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 comportent des équipements qui ne sont pas adaptés pour une utilisation dans des atmosphères inflammables. Il est donc 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 le personnel se trouvant à l'intérieur. Malgré l'inconfort dont est susceptible de souffrir le personnel dans un logement entièrement fermé en présence 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

A bord des bateaux-citernes 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 et les vapeurs ne sont 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 Couvertres des citernes à cargaison¹

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.

Les orifices des citernes à cargaison qui ne sont pas exemptes de gaz doivent rester fermés, à moins que soient menées des opérations de dégazage et/ou de dépressurisation.

24.3.2 Trappes de visée et de jaugeage¹

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 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 cargaison¹

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 de fonctionnement 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, une attention particulière doit être accordée au réglage des soupapes de surpression et de dépression et du système de ventilation associé, y compris le système de gaz inerte, afin d'éviter que des vapeurs inflammables et/ou toxiques ne pénètrent dans les citernes contenant la cargaison non-volatile.

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 et des mesures doivent être envisagées pour rétablir l'état inerte avant le déchargement.

24.3.4 Orifices de lavage des citernes¹

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.

¹ Il convient d'observer la réglementation internationale et nationale relative aux marchandises dangereuses lorsque celle-ci comporte des dispositions spécifiques dans ce domaine

24.4 Inspection des citernes à cargaison avant le chargement des bateaux-citernes²

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, mais tel doit uniquement être le cas si la citerne est exempte de gaz. 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.

Les atmosphères des citernes à cargaison qui sont ou qui 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 a été inertée, la citerne doit être dégazée avant d'entrer et, 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 7.1.6.12).

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.

24.5 Couvertures de citernes de ballastage dédiées

Les couvercles de citernes de ballastage dédiées peuvent être ouverts avant l'évacuation des eaux de ballastage pour permettre une inspection de la surface du ballast destinée à détecter par exemple une contamination. Toutefois, les couvercles de citernes de ballastage dédiées doivent normalement rester fermés lorsque de la cargaison ou du ballast sont manutentionnés, pour éviter que des vapeurs d'hydrocarbures ou de produits chimiques ne soient aspirées dans les citernes de ballastage.

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 et la terre

24.6.1 Brides de raccordement

Les brides pour les connexions entre le bateau-citerne 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.

Lorsque la connexion est boulonnée, tous les trous d'éclissage 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.

² Il convient d'observer la réglementation internationale et nationale relative aux marchandises dangereuses lorsque celle-ci comporte des dispositions spécifiques dans ce domaine

24.6.2 Retrait de brides d'obturation

Chaque bride du collecteur du terminal et du bateau-citerne 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 elle est posée. 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 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 Eclairage

Dans l'obscurité, un éclairage adéquat doit couvrir la zone de la connexion bateau-terre pour le transfert de cargaison et de tous les équipements de manutention de tuyaux, de sorte que 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 périodiques doivent être effectuées pour garantir que tous les dispositifs de sécurité soient opérationnels.

(Voir aussi la section 18.1.10 - Coupleur mécanique de déverrouillage de secours (PERC).)

24.7 Déversement accidentel et fuite de produit

24.7.1 Généralités

Le personnel du bateau-citerne 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 les opérations finales de 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 portuaires et le plan d'urgence de pollution par des hydrocarbures du terminal ou du bateau-citerne doit être activé.

Les administrations portuaires, toutes les installations à terre situées à proximité ainsi que les bateaux voisins 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, les dalots du pont³ 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 périodiquement 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.

³ Il convient d'observer la réglementation internationale et nationale relative aux marchandises dangereuses lorsque celle-ci comporte des dispositions spécifiques dans ce domaine

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 et à terre. Si aucun dispositif permanent n'est installé, des plateaux d'égouttage mobiles doivent être placés sous chaque connexion en service pour 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 et à terre

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 et les tuyaux qui ne sont pas utilisés sur un quai doivent être solidement obturés.

Toutes les conduites à cargaison des bateaux-citernes qui ne sont pas utilisées doivent être bien obturées au collecteur.

24.8 Matériel anti-incendie

Lorsqu'un bateau-citerne est amarré le long d'un quai, un équipement anti-incendie doit être prêt pour une utilisation immédiate.

À bord du bateau-citerne, des manches d'incendie avec des buses à jet / aspersion sont généralement tenus prêt à l'emploi. La disponibilité d'extincteurs à poudre chimique dans la zone de cargaison fournit 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 prévoir 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 aux postes d'amarrage voisins

Des concentrations de vapeurs inflammables et/ou toxiques peuvent être présentes si un autre bateau-citerne amarré à un poste voisin effectue des opérations de manutention de cargaison ou de ballast, 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 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 une cargaison ordinaire est à quai à proximité d'un bateau-citerne 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 est 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-citernes de cargaison générale concernés et la fixation claire des précautions à prendre à bord du bateau-citerne concerné.

24.9.3 Opérations de bateaux-citernes aux postes de chargement ordinaires

Lorsqu'un bateau-citerne effectue des opérations à un poste de chargement ordinaire, 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 dangereuses.

En conséquence, 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 et la durée de leur séjour doivent être limités autant que possible ou leur présence doit être interdite. Sous réserve des règlements mis en vigueur par 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 de l'embarcation du fait qu'il est interdit de fumer et d'utiliser des flammes nues à bord de l'embarcation. 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'ignition lors du passage à côté d'un bateau-citerne ou d'un quai. Ces instructions doivent inclure des dispositions concernant la présence de pare-étincelles à l'échappement du moteur, le cas échéant, ainsi que des instructions sur 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 le personnel et les passagers des précautions de sécurité à observer.

Si une embarcation non autorisée s'approche ou s'arrête à côté du bateau-citerne dans une position susceptible de constituer un danger pour les opérations, l'autorité portuaire et/ou le représentant du terminal doivent en être informés et les opérations doivent être interrompues si nécessaire.

24.10 Panneaux

24.10.1 Panneaux à bord du bateau-citerne

A chaque fois qu'un bateau-citerne 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) :

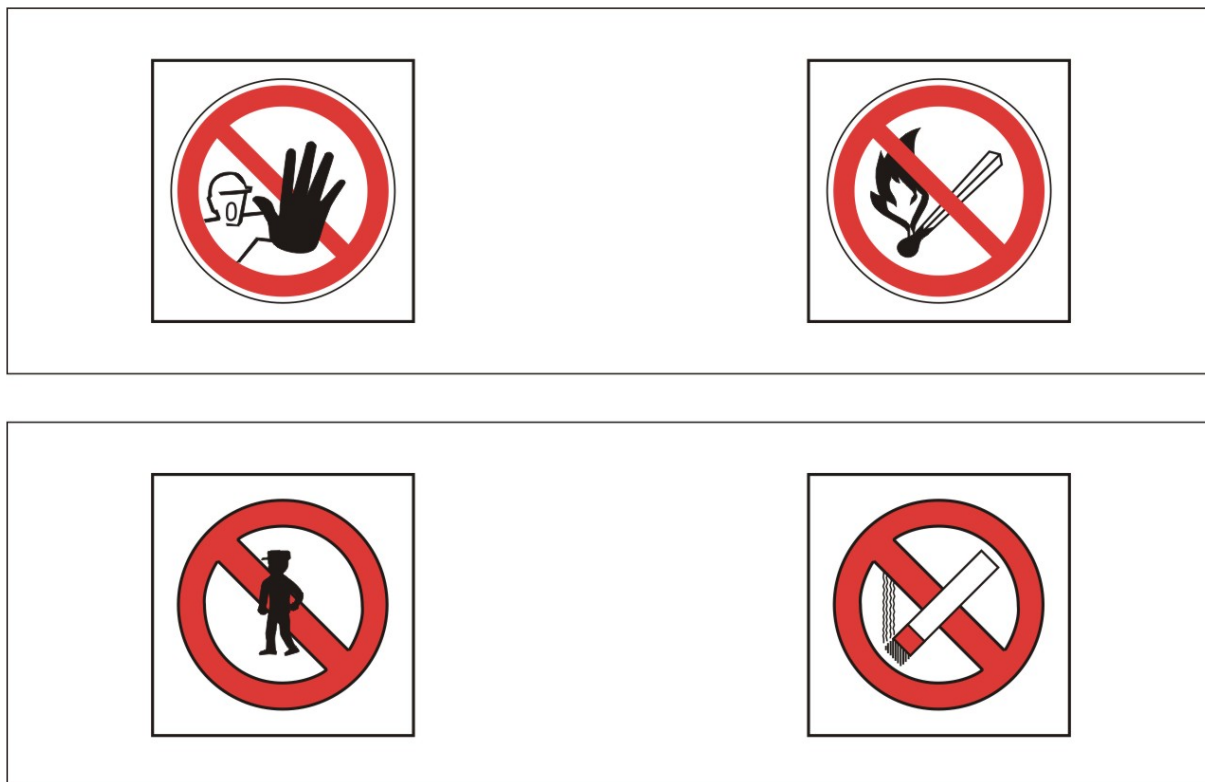


Figure 24.1 - Panneaux à bord du bateau-citerne

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 - Avis 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 relatives aux effectifs

Du personnel en nombre suffisant doit être présent à bord du bateau-citerne et sur l'installation à terre tant que le bateau-citerne séjourne au terminal afin de faire face à toute situation d'urgence.

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 tabagisme, 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 dangereuses. Les voies d'accès et de départ des lieux de travail ainsi que les aires de stationnement doivent être clairement indiquées. Des barrières ou clôtures doivent être prévues si nécessaire pour empêcher tout accès non autorisé.

24.14 Sans objet

Chapitre 25

OPERATIONS 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.

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.

Le personnel 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 entreprises doivent exiger que toutes les opérations d'avitaillement soient contrôlées suivant des procédures intégrées dans un système de gestion de la sécurité.

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. La société doit tenir compte des points suivants lors de la préparation des procédures :

- Déterminer s'il existe un espace suffisant pour le volume à avitailler.
- Établir le volume de chargement maximal pour toutes les citernes.
- Contrôler la configuration des vannes du dispositif 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 générales 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 récepteur 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 (y compris une vigie à la passerelle, par exemple).
- 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.

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

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, tous les tuyaux doivent être drainés vers la citerne ou, le cas échéant, vers celle du fournisseur d'avitaillement, avant que les tuyaux ne soient déconnectés. La pratique d'insuffler de l'air dans les tuyauteries 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 récepteur 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 de sécurité pour l'avitaillement de bateaux de la navigation intérieure figure à l'annexe 5. La liste de contrôle est principalement conçue pour l'avitaillement à partir d'une barge, d'une jetée ou durant le chargement d'huile de graissage en vrac ou de gas-oil 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 de sécurité pour l'avitaillement utilise des déclarations attribuant les responsabilités et obligations de rendre compte. 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 notamment être réalisé comme suit :

- 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 de bateaux de la navigation intérieure 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

Une 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 pour leur conformité soit acceptée.

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 leurs sont attribuées.

25.4.3 Liste de contrôle de sécurité pour l'avitaillement de bateaux de la navigation intérieure

(Voir annexe 5)

Chapitre 26

GESTION DE LA SÉCURITÉ

Ce chapitre fournit une synthèse des informations pour assister le bateau-citerne 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 abordée. L'utilisation correcte des équipements de protection individuelle pour le personnel du bateau-citerne 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 incluses dans les annexes, assorties de directives aidant à les compléter.

Ce chapitre comprend également des indications concernant l'interface entre les procédures d'urgence du bateau-citerne 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 des critères de 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 avant de commencer les opérations et doit être consignée dans les listes de contrôle de sécurité.

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 environnementales 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 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 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 sur le pont d'étincelles de la cheminée.

26.1.3 Orages électriques (foudre)

Lorsqu'un orage est prévu dans le voisinage du bateau-citerne ou du terminal, les opérations suivantes doivent être arrêtées, que les citernes à cargaison du bateau-citerne soient inertées ou non :

- Manutention des 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 de la citerne 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 (EPI)

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 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 être formées pour une utilisation sûre.

Les bateaux-citernes doivent définir les exigences concernant les EPI pour les visiteurs et ces mesures doivent inclure des vêtements appropriés, des chaussures de sécurité, des lunettes de protection, des gilets de sauvetage et des 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, 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 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.

Indépendamment des 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 mats de charge et les capots de descente. 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 provoque de graves brûlures sur les tissus corporels. Les vêtements faits de ces matériaux sont par conséquent considérés comme n'étant pas appropriés pour les personnes susceptibles d'être exposées à une flamme ou à des surfaces chaudes durant leur travail.

26.3 Liste 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 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 les débits 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 le cas échéant la/les liste(s) de contrôle de sécurité.

Les terminaux peuvent remettre une lettre explicative aux conducteurs des bateaux-citernes qui s'y rendent pour les informer des attentes du terminal ce qui concerne la responsabilité conjointe pour la sécurité des opérations et demandant la coopération et la compréhension du personnel 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.

26.3.1.2 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/terre	Transfert de cargaison	Voir ISGINTT Annexe 1 (Liste de contrôle bâtiment / terminal)
Liste de contrôle de sécurité Navire de mer / bateau-citerne de la navigation intérieure	Transfert de cargaison	Voir ISGINTT Annexe 2 (Liste de contrôle bâtiment de haute mer/fluvial / bâtiment fluvial)
Liste de contrôle de sécurité pour le dépôt de matières dangereuses	Dépôt de matières dangereuses	Voir ISGINTT Annexe 3 (Liste de contrôle pour le déchargement de déchets et résidus dangereux)
Liste de contrôle de sécurité pour le dépôt de matières non-dangereuses	Dépôt de matières non-dangereuses	Voir ISGINTT Annexe 4 (Liste de contrôle pour le déchargement de déchets et résidus non dangereux)
Liste de contrôle de sécurité pour l'avitaillement de bateaux de la navigation intérieure	Avitaillement	Voir ISGINTT Annexe 5 (Liste de contrôle soutage pour l'avitaillement des bâtiments fluviaux)
Liste de contrôle de sécurité de l'avitaillement de navires de mer	Avitaillement	Voir ISGINTT Annexe 6 (Liste de contrôle soutage pour l'avitaillement des bâtiments de haute mer)

26.3.2 Directives pour l'utilisation

Des directives pour remplir 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 des bateaux-citernes 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 de la liste 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 et 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 représentant les deux parties 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 afin de 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 / le membre d'équipage 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 la liste 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, un responsable / membre d'équipage, doivent procéder à une inspection du bateau-citerne pour s'assurer que le bateau-citerne se conforme effectivement à ses obligations telles que définies dans la liste de contrôle de sécurité. Des vérifications similaires doivent être menées à terre si les exigences de sécurité fondamentales sont jugées insuffisantes, chacune des parties pouvant 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 Articulation des listes de contrôle

Les listes de contrôle de sécurité qui figurent dans les annexes 1 et 2 se composent de quatre parties, les deux premières d'entre elles (les parties "A" et "B") 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 des 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 "Observations" 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, 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 leurs sont assignées.

Les chiffres 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. |
| Lettre B | Cette lettre " B " indique que la disposition correspondante est basés 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. |
| L ("Législation") | 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
Responsable
Port

Monsieur,

La responsabilité pour la sécurité des opérations pendant que votre bateau-citerne séjourne dans ce terminal repose conjointement sur vous, en votre qualité de conducteur du bateau-citerne, et sur les responsables 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 largement acceptés 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 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 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.

Signature
Représentant du terminal

Le représentant désigné du terminal est :

Fonction ou titre :

Contact :

Signature
Conducteur du bateau-citerne

Nom du bateau-citerne

Date / heure

26.4 Instructions pour compléter la liste de contrôle de sécurité bateau-citerne/terre

Voir annexe 7.

26.5 Mesures d'urgence

Les mesures à prendre en cas d'urgence au terminal doivent être définies dans le plan d'urgence du terminal (voir chapitre 20). 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 du poste d'amarrage 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 :

Si un incendie ou une explosion se produit sur un quai, le bateau 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 du bateau-citerne, 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.

Mesures à prendre par les bateaux-citernes amarrés à d'autres quais :

Lorsqu'il perçoit l'alarme déclenchée par le terminal ou est informé d'une autre manière d'un incendie au terminal, un bateau-citerne 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, de même que les moteurs, l'appareil à gouverner et l'équipement d'amarrage.

26.5.2 Incendie à bord du bateau-citerne, au terminal ou à bord d'un autre bateau-citerne

Mesures à prendre par l'équipage du bateau-citerne :

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 sonnant le signal d'alarme reconnu consistant en une série de sons prolongés au sifflet du bateau-citerne, chaque son devant durer au moins 4 secondes, à moins que le terminal ou l'autre bateau-citerne ait demandé l'utilisation d'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 à bord d'un bateau	
<p>Incendie à bord de votre bateau</p> <ul style="list-style-type: none">• 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	<p>Incendie à bord d'un autre bateau ou sur le quai</p> <ul style="list-style-type: none">• Déclencher l'alarme <p>Se préparer et, lorsque l'instruction est donnée :</p> <ul style="list-style-type: none">• 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	
<p>Incendie à bord d'un bateau</p> <ul style="list-style-type: none">• 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	<p>Incendie à terre</p> <ul style="list-style-type: none">• 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	
<p>Alarme incendie au terminal</p> <p>Dans ce terminal, le signal d'alarme est : <input type="text"/></p> <p>En cas d'incendie:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Emettez 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. <p>Téléphone : <input type="text"/> Voie UHF/VHF : <input type="text"/></p>	
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) 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 d'une 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 autre 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 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 portuaire et initier l'arrêt de toute opération de chargement, de déchargement, d'avitaillement ou de déballastage susceptible d'être en cours.

Le plan de lutte contre l'incendie du terminal doit être activé, ce qui 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.

Les procédures d'urgence ci-dessus 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 en figure 26.1.

Mesures à prendre par les autres bateaux-citernes :

Si un incendie ou une explosion se produit à bord d'un bateau-citerne placé le long d'un autre bateau-citerne, 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.
- En outre, 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.

Les mesures fondamentales mentionnées ci-dessus doivent être incluses dans les plans d'urgence individuels STS (bateau à bateau / Ship To Ship) et doivent être cohérentes avec le système de gestion de la sécurité 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 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 fournit un moyen standard pour la connexion de deux systèmes qui, sinon, seraient susceptibles de comporter des dispositifs de connexion non 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.

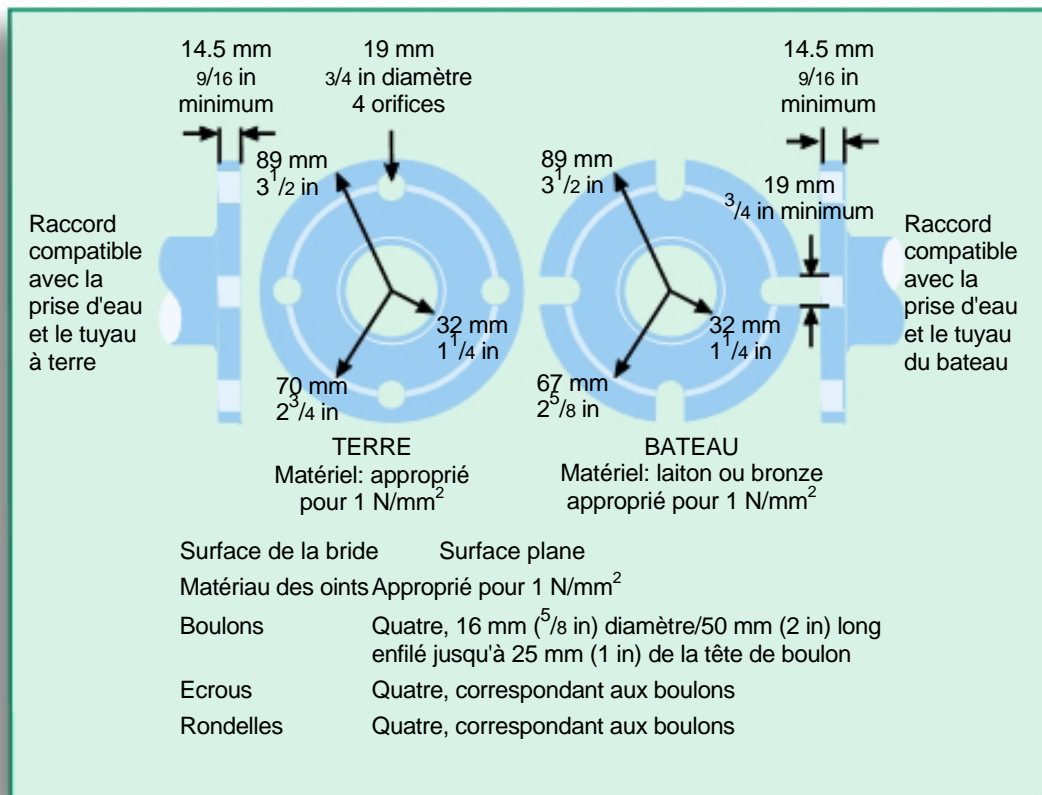


Figure 26.2 - Détails du raccord incendie international de jonction avec la terre

Pour interconnecter les deux collecteurs d'incendie, un tuyau d'incendie possédant un raccord pour la terre est posé jusqu'au dispositif homologue et les assemblages à brides sont reliés par boulonnage.

Le raccordement pour la terre doit être prêt à être utilisé à chaque fois que le bateau-citerne 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 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 barges de la navigation intérieure.

PARTIE 5

Gaz

Chapitre 27

PROPRIETES 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 la réfrigération et 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 particuliers 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 et 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 pratiques soient prises pour limiter autant que possible les fuites et pour éviter toute source d'ignition.

La propriété la plus importante d'un gaz liquéfié en liaison avec son pompage et son stockage est sa pression de vapeur saturante. Il s'agit de la pression absolue (voir la section 27.17) exercée lorsque le liquide est en équilibre avec sa propre vapeur à une température donnée.

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.

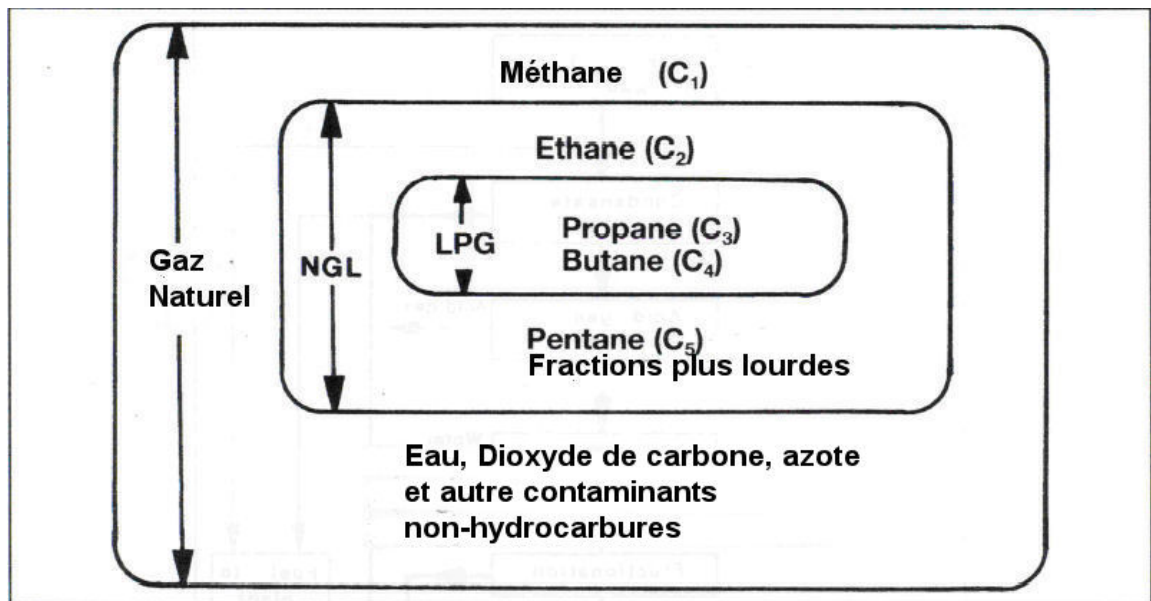


Figure 27.1 - Constituants de gaz naturel

27.2 Production de gaz liquéfié

Pour faciliter la compréhension des différents termes utilisés dans le commerce du gaz, la présente section aborde la production de gaz liquéfiés et décrit les principales cargaisons de gaz transportées sur les voies navigables. Il est tout d'abord nécessaire de faire une distinction entre certaines des matières premières et leurs constituants et, à cet effet, 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 GNL

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 liquides de gaz naturel - LGN). A 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

La proportion de LGN contenue dans le gaz naturel brut varie d'un endroit à l'autre. Toutefois, les pourcentages de LGN sont généralement inférieurs dans les puits de gaz par rapport à ceux trouvés dans les citernes de condensat ou ceux associés à du pétrole brut. 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 typique d'une usine de liquéfaction qui produit du gaz naturel liquéfié (GNL). Le gaz brut est d'abord débarrassé des condensats. Ensuite sont éliminés les gaz acides (dioxyde de carbone et sulfure d'hydrogène). Le dioxyde de carbone doit être éliminé car il gèle à une température supérieure au point d'ébullition atmosphérique du gaz naturel liquéfié et le sulfure d'hydrogène est un composé toxique qui doit être éliminé car il entraîne une pollution atmosphérique lorsqu'il est brûlé avec un combustible. L'élimination des gaz acides sature le flux de gaz avec de la vapeur d'eau 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 gaz naturel liquéfié (GNL).

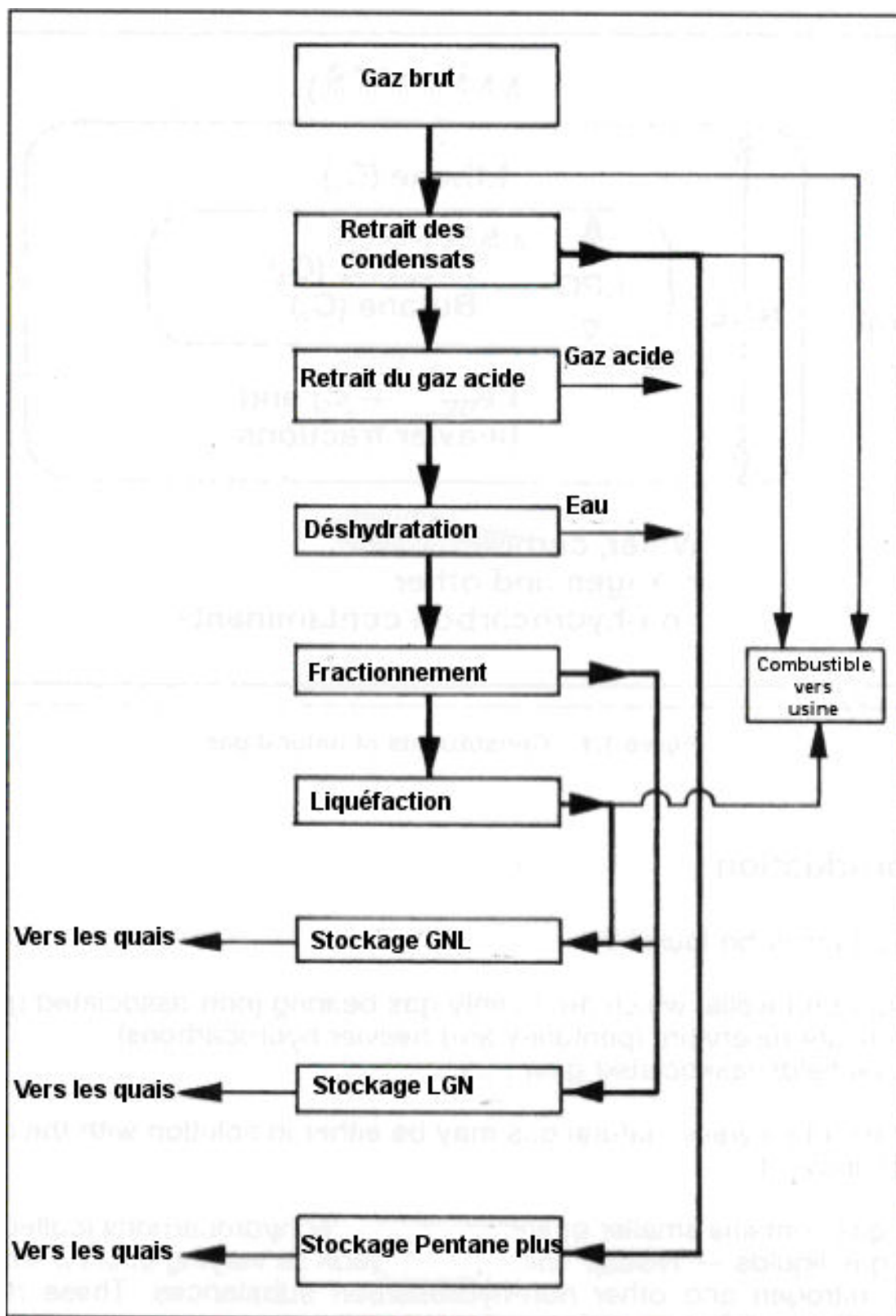


Figure 27.2 - Schéma typique pour la liquéfaction de GNL

Pour abaisser la température du méthane à environ -162 °C (son point d'ébullition atmosphérique), trois procédés de liquéfaction sont couramment utilisés. Ces procédés sont décrits ci-dessous :

- **Processus à réfrigérant pur en cascade** - ce processus est semblable, sur le principe, au cycle de re-liquéfaction en cascade décrit à la section 31.5, mais pour atteindre la basse température nécessaire, trois étapes sont nécessaires, chacune ayant son propre réfrigérant, compresseurs et échangeurs de chaleur. La première étape de refroidissement utilise le propane, la seconde est une étape de condensation utilisant l'éthylène, puis intervient une étape de sous-refroidissement utilisant le méthane. Le processus en cascade est utilisé dans les installations mises en service avant 1970.
- **Processus à réfrigérant composite** - alors que le processus à réfrigérant pur (décrit ci-dessus) comporte une série de cycles distincts, avec l'utilisation d'un mélange (généralement du méthane, du propane de l'éthane et de l'azote), l'ensemble du processus est réalisé en un seul cycle. L'équipement est moins complexe que pour le processus à réfrigérant pur en cascade, mais la consommation d'énergie est considérablement plus élevée et pour cette raison, son utilisation n'est pas répandue.
- **Processus à réfrigérant composite pré-refroidi** - ce processus est généralement connu sous la désignation de processus MCR (*Multi-Component Refrigerant*). Il s'agit d'une combinaison de cycles de cascade à réfrigérant pur et de cycles à réfrigérant composite. C'est de loin le processus le plus couramment utilisé aujourd'hui.

Le combustible pour la centrale de production est principalement fourni par le gaz d'évaporation résultant du processus de re-liquéfaction, mais l'évaporation de citernes de stockage de GNL peut également être utilisée. Si nécessaire, du combustible supplémentaire peut être récupéré à partir de gaz brut ou de condensats extraits. Selon les caractéristiques du GNL devant être produit et les exigences du commerce, certains des GNL extraits peuvent être réinjectés dans le flux de GNL.

27.2.2 Production de GPL

Gaz de pétrole liquéfié (GPL) est la désignation généralement utilisée 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.

Toutefois, 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. Dans le cas des puits de gaz naturel, le produit brut se compose principalement de méthane. Néanmoins, comme le montre la figure 27.2, il est normal dans ce processus de produire du LGN. Du GPL peut être extrait en tant que sous-produit.

Un schéma simple qui illustre la production de propane et de butane à partir de réservoirs de pétrole et de gaz est présenté en figure 27.3. Dans cet exemple, le méthane et l'éthane qui ont été extraits sont utilisés par la centrale électrique du terminal et les GPL, après fractionnement et réfrigération, sont pompés vers des citernes de stockage du terminal en vue de leur transport pour l'exportation.

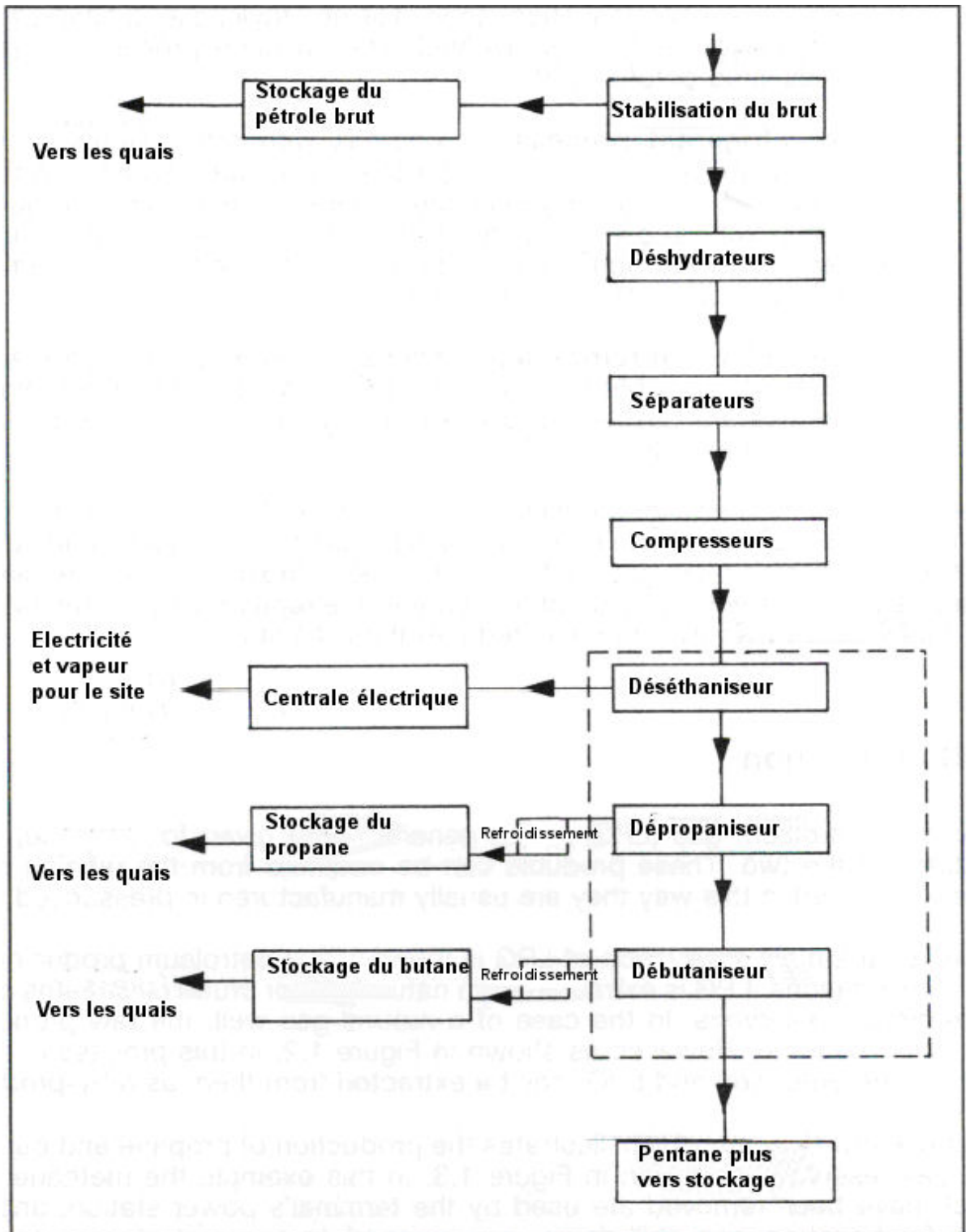


Figure 27.3 - Schéma typique des flux pétrole / gaz

27.2.3 Production de gaz chimiques

Un schéma simplifié de la production des gaz chimiques, chlorure de vinyle, éthylène et ammoniac est présenté en figure 27.4. Ces trois gaz chimiques peuvent être produits indirectement à partir de propane. Le propane est d'abord traité par craquage catalytique pour obtenir du méthane et de l'éthylène. Le flux d'éthylène peut ensuite être synthétisé avec du chlore pour la fabrication de chlorure de vinyle. Le méthane est d'abord transformé en hydrogène avec de la vapeur. En le combinant avec de l'azote sous haute pression et haute température en présence d'un catalyseur on obtient de l'ammoniac.

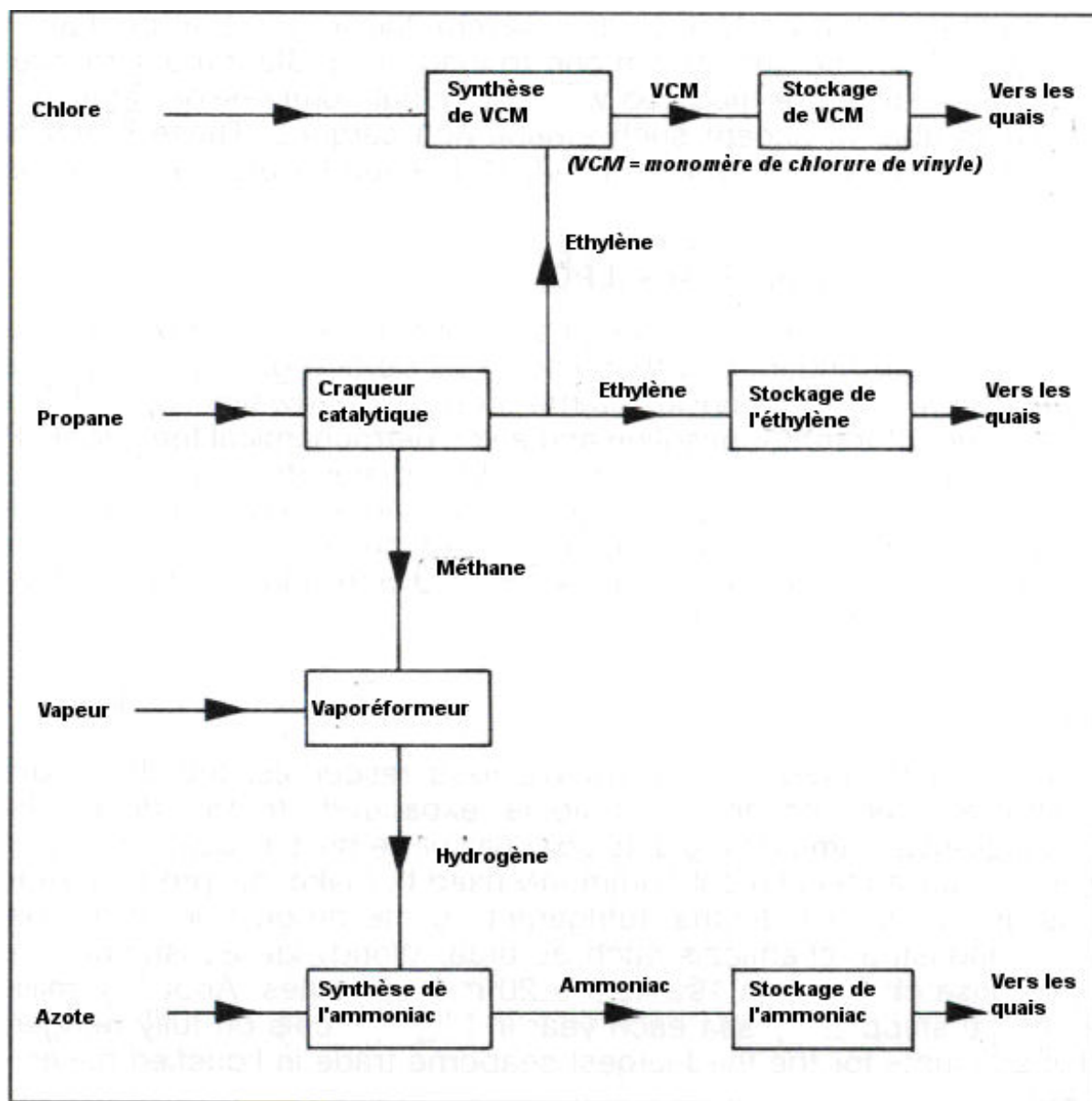


Figure 27.4 - Schéma typique de production de gaz chimiques

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 (GNL)

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 tel que décrit à la section 27.2.1. 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 bateaux-citernes sont modifiés pour avoir une capacité de compression supplémentaire, en vue de la livraison à des clients qui sont en mesure d'accepter ces cargaisons riches en éthane. 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 (GPL)

Les gaz de pétrole liquéfiés comprennent le propane, le butane et les mélanges des deux. Stockés dans des bouteilles et donc 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. Toutefois, le GPL est aussi largement utilisé pour augmenter l'indice d'octane de l'essence à moteur et il est un produit déterminant pour l'industrie pétrochimique. 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.

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 1970 et 1980. 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. Cette sensation peut également se produire lors d'une tentative de réprimer un renvoi après avoir bu une boisson gazeuse. 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.

A température et pression normales, la densité de dioxyde de carbone est d'environ $1,98\text{ kg/m}^3$, soit environ 1,5 fois celle de l'air. La molécule de dioxyde de carbone ($\text{O} = \text{C} = \text{O}$) contient deux doubles liaisons et a une forme linéaire. Le dioxyde de carbone n'a pas de dipôle électrique, et comme il est totalement oxydé, il est modérément réactif et n'est pas inflammable, mais entretient la combustion de métaux tels que le magnésium.

À $-78,51\text{ °C}$, le dioxyde de carbone passe directement de la phase solide à une phase gazeuse par sublimation, ou de l'état gazeux à l'état solide par dépôt. Le dioxyde de carbone solide est généralement appelé "glace sèche", une marque générique. Il a été découvert en 1825 par le chimiste français Charles Thilorier. 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. La principale utilisation de la glace sèche à des fins autres que la réfrigération est le nettoyage au jet.

Le dioxyde de carbone liquéfié ne se forme qu'à des pressions supérieures à 5,1 atm, le point triple du dioxyde de carbone est d'environ 518 kPa à $-56,6\text{ °C}$. Le point critique est de 7,38 MPa à $31,1\text{ °C}$.

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.

La formule chimique simple indiquée dans le tableau 27.1 donne la proportion des atomes de chaque élément dans le composé. Etant donné que la molécule est la plus petite partie du composé qui présente toutes les propriétés chimiques du produit concerné, cette formule est souvent appelée la formule moléculaire.

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 et comprennent les hydrocarbures liquéfiés. 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. Un atome d'hydrogène, toutefois, a une seule liaison et peut s'unir avec un seul autre atome. 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 27.1 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.

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 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.

Nom commun	Formule simple	Synonymes
Méthane	CH ₄	Gaz des marais; gaz naturel; LNG
Ethane	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
Ethylène	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; divinyle; biéthylène; érythrène; vinyl éthylène
Isoprène	C ₅ H ₈	3-méthyle – 1,3 butadiène; 2-méthyle – 1,3 butadiène; 2-méthylbutadiène – 1,3
Chlorure de vinyle	C ₂ H ₃ Cl	Chloroéthène; chloréthylène; VCM; 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 époxypropane; méthyloxirane; oxyde de 1,2 propylène
Ammoniac	NH ₃	ammoniac anhydre; gaz ammoniac; ammoniac liquéfié, ammoniac liquide

Tableau 27.1 – Principaux synonymes pour les gaz liquéfiés

Note : 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.

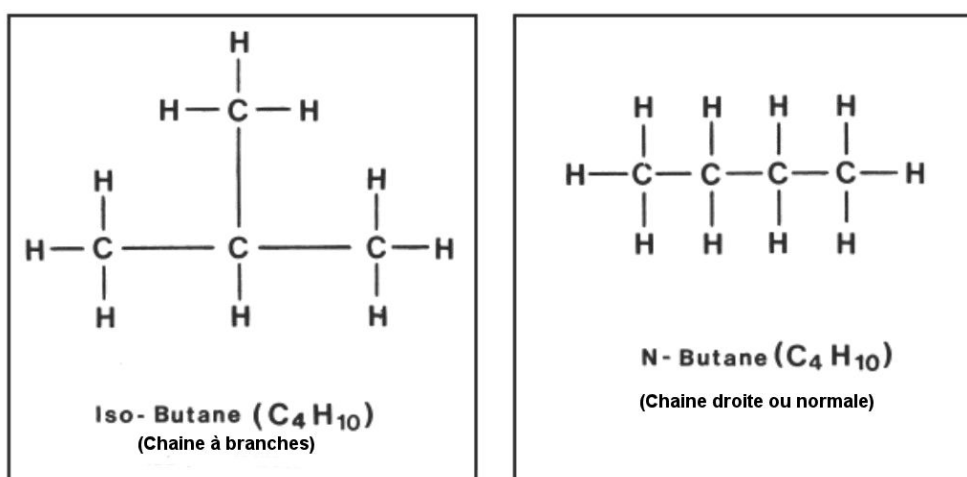


Figure 27.5 - Structure moléculaire de certains hydrocarbures saturés (liaisons simples)

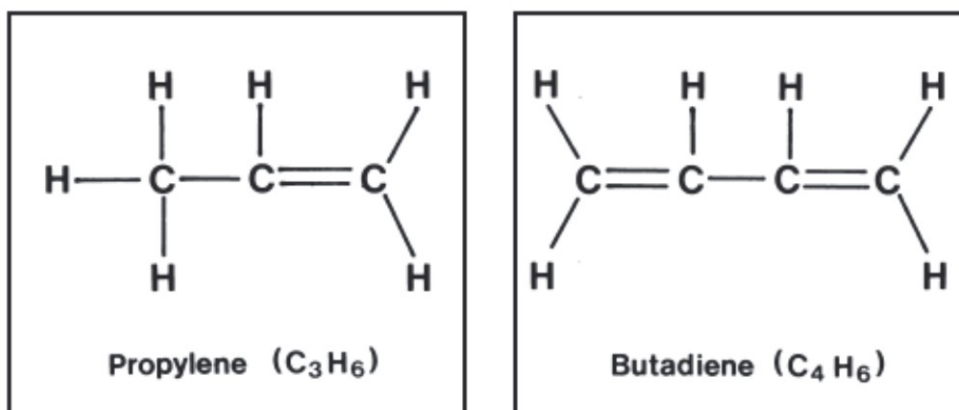


Figure 27.6 - Structure moléculaire de certains hydrocarbures insaturés (doubles liaisons)

La figure 27.6 illustre la structure moléculaire de deux de ces hydrocarbures insaturés, le propylène (C_3H_6) et le butadiène (C_4H_6). L'éthylène (C_2H_4) est un autre exemple d'un hydrocarbure insaturé.

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 deux de ces composés, l'oxyde de propylène (C_3H_6O) et chlorure de vinyle (C_2H_3Cl). La plupart des composés de ce groupe sont chimiquement réactifs.

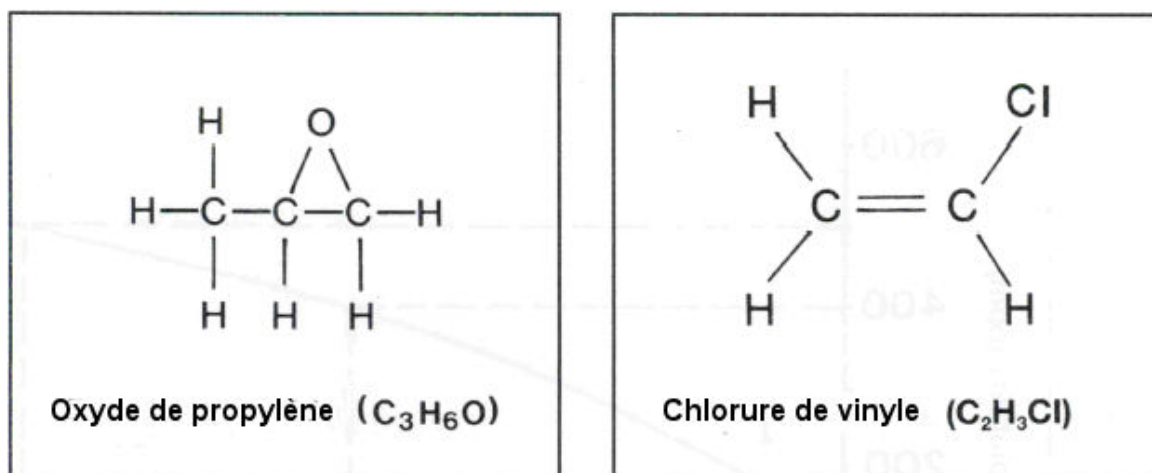


Figure 27.7 - Structure moléculaire de certains gaz chimiques

27.4 Hydrocarbures saturés et insaturés

Hydrocarbures saturés

Les 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 dans l'air ou l'oxygène pour produire du dioxyde de carbone et de la vapeur d'eau. Ils ne présentent pas de problèmes de compatibilité chimique lorsqu'ils sont en contact avec les matériaux de construction couramment utilisés pour le traitement des gaz. Toutefois, en présence d'humidité, les hydrocarbures saturés peuvent former des hydrates (voir la section 27.9).

Hydrocarbures non saturés

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, produisant du dioxyde de carbone et la vapeur d'eau. Ils sont plus réactifs d'un point de vue chimique 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, tandis que 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 de l'acétylène, qui peut réagir avec le laiton et le cuivre pour former des acétylures explosifs.

L'eau est soluble dans le butadiène, en particulier à des températures élevées, comme le montre la figure 27.8. Dans ce schéma, les chiffres sont uniquement indiqués à des fins d'illustration. Comme on le voit, au fur et à mesure du refroidissement de l'eau saturée en butadiène, la solubilité de l'eau diminue et l'eau se sépare sous forme de gouttelettes qui se déposent en une couche dans le fond de la citerne. A titre d'exemple, en refroidissant de l'eau saturée en butadiène de + 15 °C à + 5 °C, environ 100 parties par million d'eau libre sont séparées. Sur cette base, avec une citerne de 1.000 m³, 0,1 m³ d'eau libre nécessiterait d'être drainé du fond de la citerne. Si le refroidissement se poursuit en dessous de 0 °C, cette couche d'eau augmente et gèle.

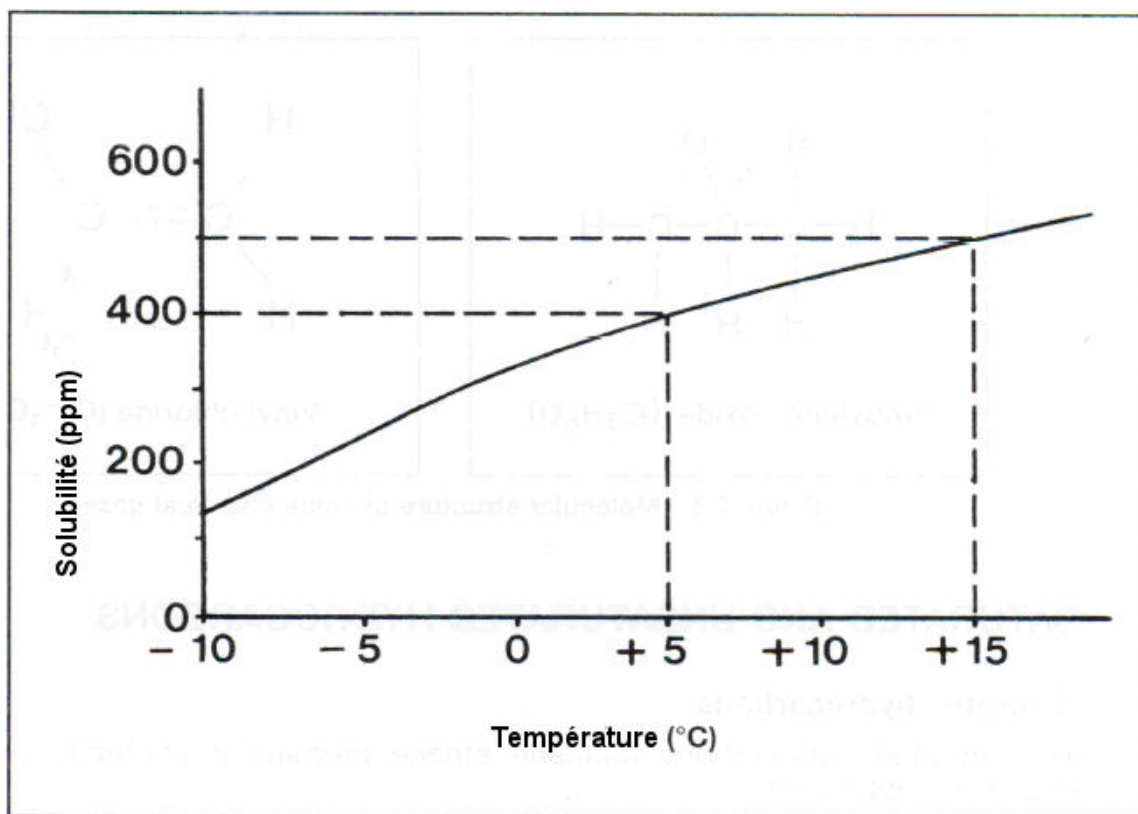


Figure 27.8 - Solubilité de l'eau dans le butadiène

27.5 Gaz chimiques

Les gaz chimiques couramment transportés à bord de bateaux-citernes transportant du gaz liquéfiés sont l'ammoniac, le chlorure de vinyle, l'oxyde d'éthylène et l'oxyde de propylène. A l'exception de ces deux derniers exemples, étant donné que ces gaz n'appartiennent pas à une famille en particulier, leurs propriétés chimiques varient considérablement.

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 (14 – 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. C'est pourquoi, tout en exigeant de veiller à éviter les sources d'ignition, les codes de gaz n'exigent pas la détection de gaz inflammables dans la cale ou les espaces inter-barrières. 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)

Etant donné que l'ammoniac est alcalin, les mélanges vapeurs d'ammoniac / air peuvent provoquer une corrosion sous contrainte des parois des citernes de 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 fissuration par corrosion sont généralement de nature fine et cassante.

Le risque que se produise une fissuration par corrosion peut être réduit par l'observation des mesures suivantes :

- Stockage réfrigéré à une température inférieure à - 30 °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 % de l'eau à l'ammoniac.
- Élaboration de procédures pour limiter autant que possible la contamination de l'ammoniac par l'air.

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 toutefois 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 toutefois 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 construction des parois de citerne à la fois pour l'oxyde d'éthylène et l'oxyde de propylène.

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.

27.6 Propriétés chimiques

Les propriétés chimiques et les compatibilités de nombreux gaz liquéfiés sont résumées dans les tableaux 27.2, 27.3 (a) et 27.3 (b).

	Méthane	Ethane	Propane	Butane	Ethylène	Propylène	Butylène	Butadiène	Isoprène	Ammoniac	Chlorure de vinyle	Oxyde d'éthylène	Oxyde de ...	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		

REACTIF 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							
Ethanol														X
Méthanol														X

Tableau 27.2 - propriétés chimiques des gaz liquéfiés

Notes : les fiches de données du Recueil international de règles relatives à la construction et à l'équipement des navires transportant des gaz liquéfiés en vrac (Code IGC) peuvent être consultées pour plus de précisions sur la réactivité chimique.

- 1 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 des 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					
Ethylène														X					
Butane														X					
Propane														X					
Ethane														X					
Méthane														X					
	Méthane	Ethane	Propane	Butane	Ethylène	Propylène	Butylène	Butadiène	Isoprène	Ammoniac	Chlorure de vinyle	Oxyde d'éthylène	Oxyde de propylène	Chlore	Vapeur d'eau	Oxygène or Air	Dioxyde de carbone		

Tableau 27.3 (a) - compatibilité chimique des gaz liquéfiés X = incompatible

TABLEAU POUR LE NETTOYAGE DES CITERNES											
PROCHAINE CARGAISON											
	Butane	Butadiène	Butylène	C4-Raff*	Ethylène	Propane	Propylène	Oxyde de Propylène	Mélange Propane Propylène	Chlorure de Vinyle	C4-Brut*
Teneur O ₂	< 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
DERNIERE CARGAISON											
Ammoniac	Le chargement de cargaisons après le transport d'ammoniac est souvent soumis à des exigences spécifiques du terminal.										
Butane		N ₂ < 5 %	N ₂ l < 5 %	ET	V,N ₂	S	V,N ₂	V,N ₂	ET	V,N ₂	ET
Butadiène	ET		N ₂ l < 25 %	N ₂ l < 25 %	V,N ₂	ET	V,N ₂	V,N ₂	V,N ₂	V,N ₂	ET
Butylène	ET	N ₂ < 5 %		ET	V,N ₂	ET	V,N ₂	V,N ₂	V,N ₂	V,N ₂	ET
C4-Raff*	ET	N ₂ < 5 %	N ₂ l < 25 %		V,N ₂	ET	V,N ₂	V,N ₂	V,N ₂	V,N ₂	ET
Ethylène	S Chaleur	N ₂ < 5 %	N ₂ l < 5 %	S		S	N ₂ < 3000 ppm	V,N ₂	ET Chaleur	N ₂ < 1000 ppm	S Chaleur
Propane	ET	N ₂ < 5 %	N ₂ l < 5 %	ET	N ₂ < 1000 ppm		N ₂ < 5 %	V,N ₂	ET	N ₂ < 1000 ppm	S
Propylène	ET	N ₂ < 5 %	N ₂ l < 5 %	ET	N ₂ < 1000 ppm	ET		V,N ₂	ET	N ₂ < 1000 ppm	S
Oxyde de Propylène	W,V,N ₂ l	W,V,N ₂	W,V,N ₂ l	W,V,N ₂ l	W,V,N ₂	W,V,N ₂ l	W,V,N ₂		W,V,N ₂	W,V,N ₂	W,V,N ₂
Mélange Propane Propylène	ET	N ₂ < 5 %	N ₂ l < 5 %	ET	V,N ₂	S	N ₂ < 25 %	V,N ₂		N ₂ < 1000 ppm	S
Chlorure de Vinyle	V,N ₂ l	V,N ₂	V,N ₂ l	V,N ₂ l	V,N ₂	V,N ₂ l	V,N ₂	V,N ₂	V,N ₂		V,N ₂
Butane et Propane humide	S	N ₂ < 5 %	N ₂ l < 5 %	ET	V,N ₂	ET	V,N ₂	V,N ₂	S	V,N ₂	
C3/C4*	ET	N ₂	N ₂ l	ET	V,N ₂	S	V,N ₂	V,N ₂	V,N ₂	V,N ₂	

* Ces cargaisons sont des mélanges de différents gaz liquéfiés et ne sont pas énumérées dans le code IGC.

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 l	Inertage à l'azote ou au gaz inerté
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 selon les recommandations du terminal ou du contrôleur indépendant de la cargaison.

Note : Avant tout inertage, la température au fond de la citerne doit être chauffée à environ 0 °C

Note : Une citerne à cargaison ne doit pas être ouverte pour inspection avant que la température de la citerne soit proche des conditions ambiantes.

27.7 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'opération d'inertage est un préalable nécessaire avant l'aération pour inspection ou 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 gaz de produit, la citerne doit présenter une **teneur en oxygène** inférieure à 5 %, mais généralement une valeur inférieure est 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 à la température froide de la cargaison. Par conséquent, 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. Dans le présent guide, l'expression *gaz inerte* est utilisée pour un gaz produit par un générateur de gaz inerte à combustion. L'utilisation du terme *azote* peut désigner un gaz inerte sans dioxyde de carbone, mais avec une certaine teneur en oxygène (comme pour les systèmes de production à bord), ou il peut désigner l'azote pur utilisé pour l'inertage spécial avant le chargement d'une cargaison réactive à l'oxygène.

Composant	Gaz inerté 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 to 3%	> 0.5%
Oxydes de soufre	0.1%	-
Oxydes d'azote	Traces	-
Point de rosée	- 45°C	- 65°C
Cendre & suie	présent	-
Densité (Air = 1.00)	1.035	0.9672

Tableau 27.4 - Compositions de 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 sont susceptibles d'altérer de nombreux gaz chimiques par rapport à leurs spécifications.

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. A 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 pour la sécurité des personnes. (Il convient de noter que le monoxyde de carbone a une valeur TLV-TWA de 50 parties par million).

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 donc 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 les raisons susmentionnées, 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.

27.8 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 pour le chlorure de vinyle à la figure 27.9. Il peut être très rapide et implique la génération d'une grande quantité de 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 (TBC) 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 que la condensation dans l'espace de vapeur peut subir une hausse du taux de polymérisation et des problèmes de ce type ont déjà été rencontrés dans ces zones.

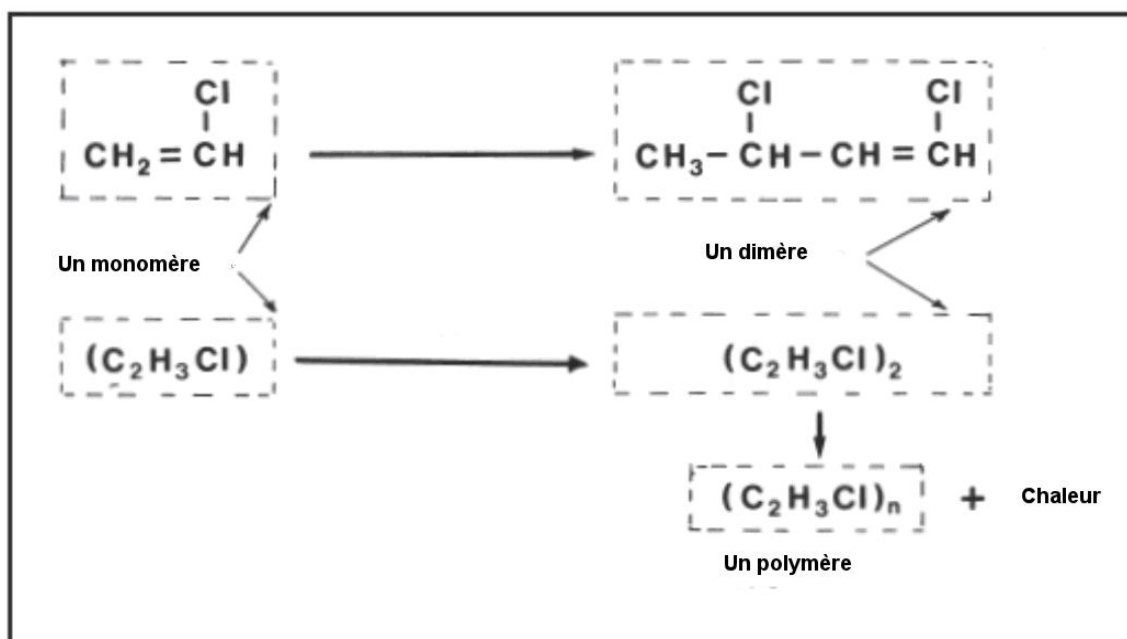


Figure 27.9 - La polymérisation du chlorure de vinyle

Les inhibiteurs peuvent être toxiques. Les inhibiteurs les plus couramment utilisés sont l'hydroquinone (HQ) et le TBC. 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.

Le personnel du bateau-citerne doit veiller à ce qu'un *formulaire d'information sur l'inhibiteur* soit obtenu de l'expéditeur de la cargaison avant le départ du port de chargement. Ce certificat doit comporter les informations présentées dans la figure ci-après :

FORMULAIRE D'INFORMATION SUR L'INHIBITEUR DE GAZ LIQUEFIE	
<i>A compléter avant le chargement d'une cargaison inhibée</i>	
BATEAU	DATE
PORT & QUAI	HEURE
1. DESIGNATION TECHNIQUE EXACTE DE LA CARGAISON	
2. DESIGNATION TECHNIQUE EXACTE DE L'INHIBITEUR	
3. QUANTITE D'INHIBITEUR AJOUTEE	
4. DATE DE L'AJOUT	
5. DUREE D'EFFICACITE PREVUE DE L'INHIBITEUR	
6. RESTRICTIONS DE TEMPERATURE CONCERNANT L'INHIBITEUR	
7. MESURES A PRENDRE SI LE VOYAGE DEPASSE LA DUREE D'EFFICACITE DE L'INHIBITEUR	
SI LES INFORMATIONS CI-DESSUS NE SONT PAS FOURNIES, LA CARGAISON DEVRAIT ETRE REFUSEE	
LE BATEAU	LE TERMINAL
(Signature)	(Signature)
Formulaire d'information sur l'inhibiteur de gaz liquéfié	

Figure 27.9 (a) - 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.

27.9 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 re-liquéfaction. Ils peuvent aussi endommager les pompes de 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. En outre, 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.

27.10 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, ce qui est indiqué dans le tableau 27.4 (a).

Liquide (température)	Huile Lub (at +70°C)	Eau (at +100°C)	Propane (at -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. La chaleur excessive entraîne une augmentation relativement rapide de la température du palier. (La chaleur spécifique de propane est environ inférieure de moitié à 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).

27.11 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 chargement et a une forte incidence sur les considérations économiques.

27.12 Etats de la matière

27.12.1 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.

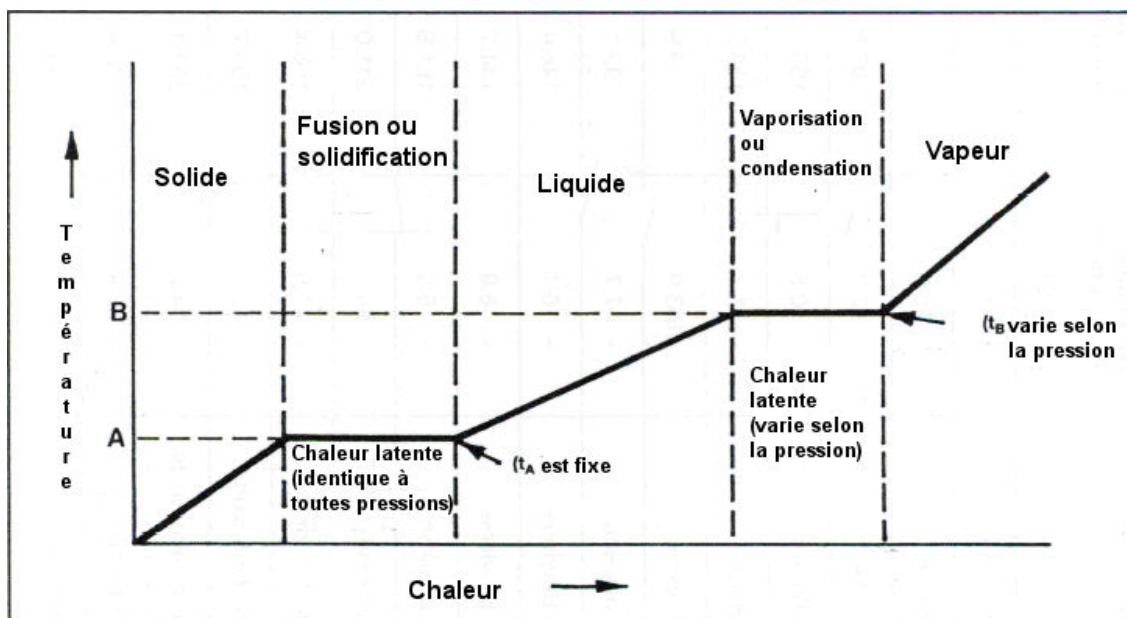


Figure 27.10 – Schéma température / état pour les différents états de la matière

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 (A) et de vaporisation ou de condensation (B).

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 $\frac{\text{dm}^3 \text{ Liquide}}{1 \text{ m}^3 \text{ gaz}}$	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
Ethane	-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
Ethylène	-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 vinyl	-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

27.12.2 Fuites de gaz liquéfié

Compte tenu de la teneur des sections précédentes, il est approprié d'évoquer ici ce qui se produit lorsqu'un gaz liquéfié est déversé. Examinons tout d'abord un liquide entièrement réfrigéré s'échappant de son confinement. 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 est formé un nuage de vapeur visible de couleur blanche.

Un déversement initial de gaz liquéfié à partir d'un appareil à 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 à 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 ceci 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 à 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, durant ce processus, provoquent un refroidissement supplémentaire permettant au nuage blanc de se maintenir. Par la suite, 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.

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 ainsi formé peut indiquer l'existence d'une situation dangereuse, mais il convient de noter que les dimensions inflammables du nuage de gaz ne coïncident pas nécessairement avec celles du nuage visible.

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. Les fissures qui en résultent sont peu susceptibles de se propager au-delà des zones refroidies. De tels déversements peuvent 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. La zone autour du collecteur peut être recouverte de bois ou de fibre de verre et tous les bateaux-citernes transportant du gaz réfrigéré sont équipés de gattes en acier inoxydable, en bois ou en un matériau équivalent, placées sous le collecteur.

27.12.3 Vaporisation de liquide déversé

Lorsqu'un gaz est stocké sous forme liquide, que ce soit sous pression ou réfrigéré, il se vaporise lorsqu'il est libéré dans l'atmosphère en prélevant de la chaleur de l'environnement.

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 (seuls 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). 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 sa teneur en oxygène sont abordés aux sections 27.22 et 28.2.2.

27.13 Principes de la réfrigération

Les principes du transfert de chaleur, l'évaporation et la condensation, sont utilisés dans la réfrigération. La figure 27.11 illustre les composants de base et le cycle de fonctionnement d'un réfrigérateur ordinaire. 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 à l'évaporateur (citerne à cargaison) pour compléter le cycle.

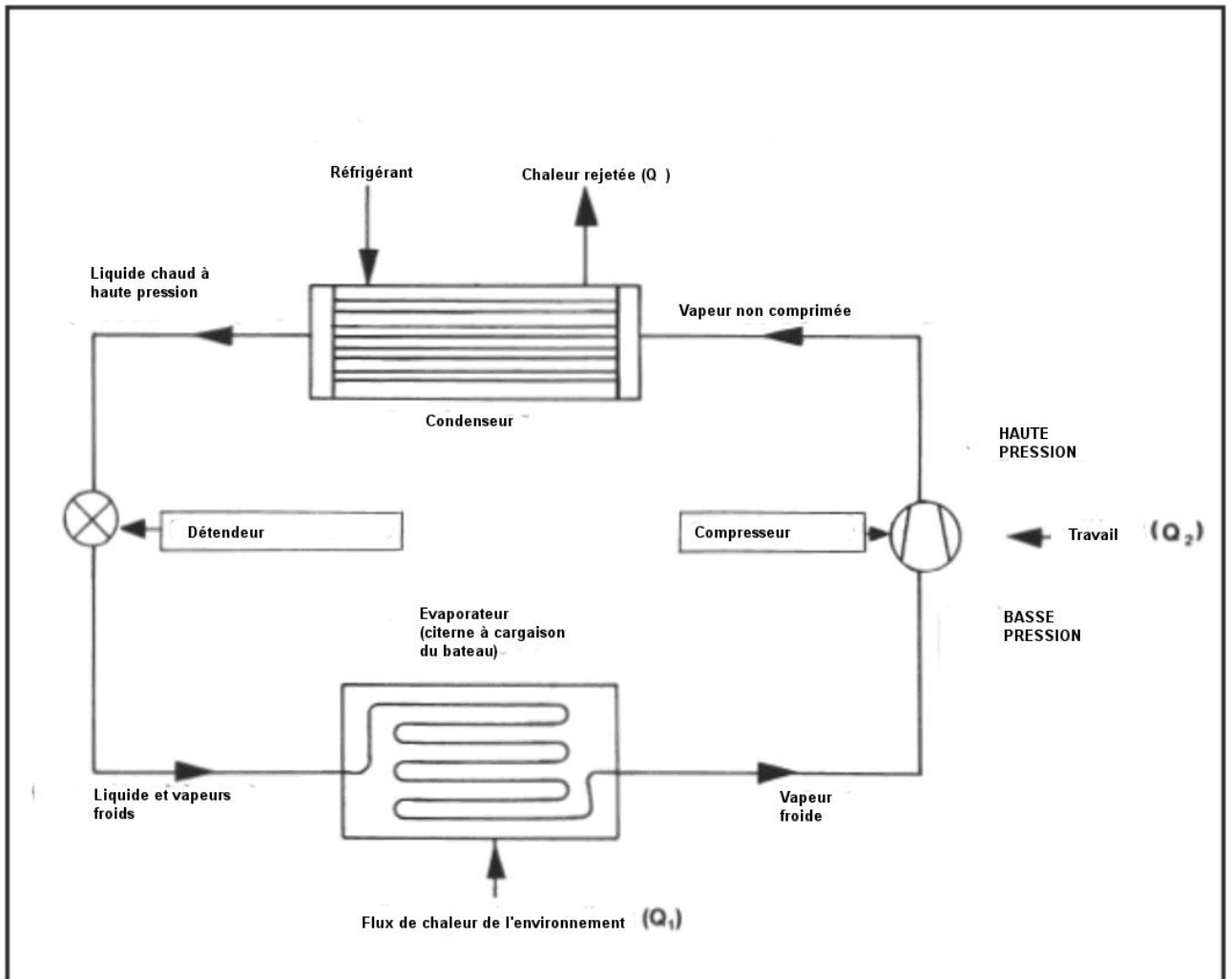


Figure 27.11 - Réfrigération simple - cycle évaporation / condensation

En examinant la figure 27.11, si :

Q_1 est le débit de chaleur de l'environnement dans l'évaporateur

Q_2 est l'équivalent du rendement thermique du travail réalisé sur la vapeur par le compresseur, et

Q_3 est le taux de chaleur rejeté par le condenseur

et, si le système est efficace à 100 % :-

$$Q_1 + Q_2 = Q_3$$

Dans le cas de la réfrigération durant le voyage, un liquide non inflammable et non toxique peut être utilisé en tant que fluide frigorigène dans le condenseur. Ces fluides frigorigènes ont des caractéristiques de pression de vapeur / de température similaires à celles du GPL.

Les principes présentés à la figure 27.11 s'appliquent également au cycle de reliquéfaction de vapeurs de cargaisons de gaz liquéfié. Ici, la citerne à cargaison et ses vapeurs d'évaporation remplacent l'évaporateur comme illustré par la figure 27.11. La reliquéfaction de cargaison est abordée de manière plus détaillée aux sections 27.21 et 31.5.

27.14 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 re-liquéfaction est par conséquent nécessaire pour le transport ou le stockage à l'état liquide de l'éthane ou de l'éthylène.

27.15 Rapports de volume liquide / vapeur

A 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 dm³) 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.

27.16 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 différentes 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 de manière fort utile. 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 proportionnelle à la pression absolue. Cette relation est illustrée à la figure 27.12 (a) et peut être écrite comme suit : -

$$PV = \text{constante, ou} \\ P_1V_1 = P_2V_2$$

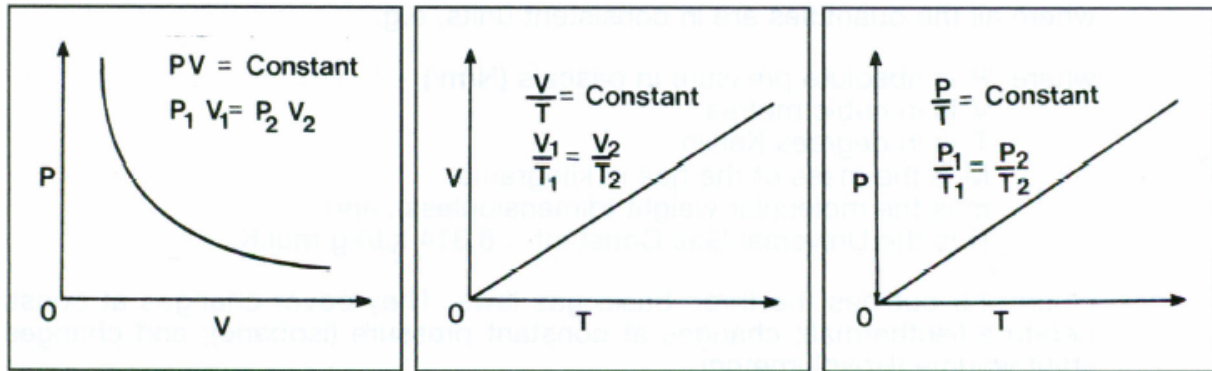


Figure 27.12(a) - Loi de Boyle pour les gaz (température constante)

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 : -

$$\frac{V}{T} = \text{constante, ou}$$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

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 est illustrée graphiquement à la figure 27.9 (c) et peut être écrite : -

$$\frac{P}{T} = \text{constante, ou}$$

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

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

$$\frac{P V}{T} = \frac{M}{m} R$$

où toutes les quantités sont exprimées en unités cohérentes, par exemple,

- où P est la pression absolue en Pascal (N/m²)
- V est exprimé en mètres cubes
- T est exprimé en Kelvin
- M est la masse de gaz en kilogrammes
- m est la masse moléculaire (adimensionnel), 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 27.18.

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.

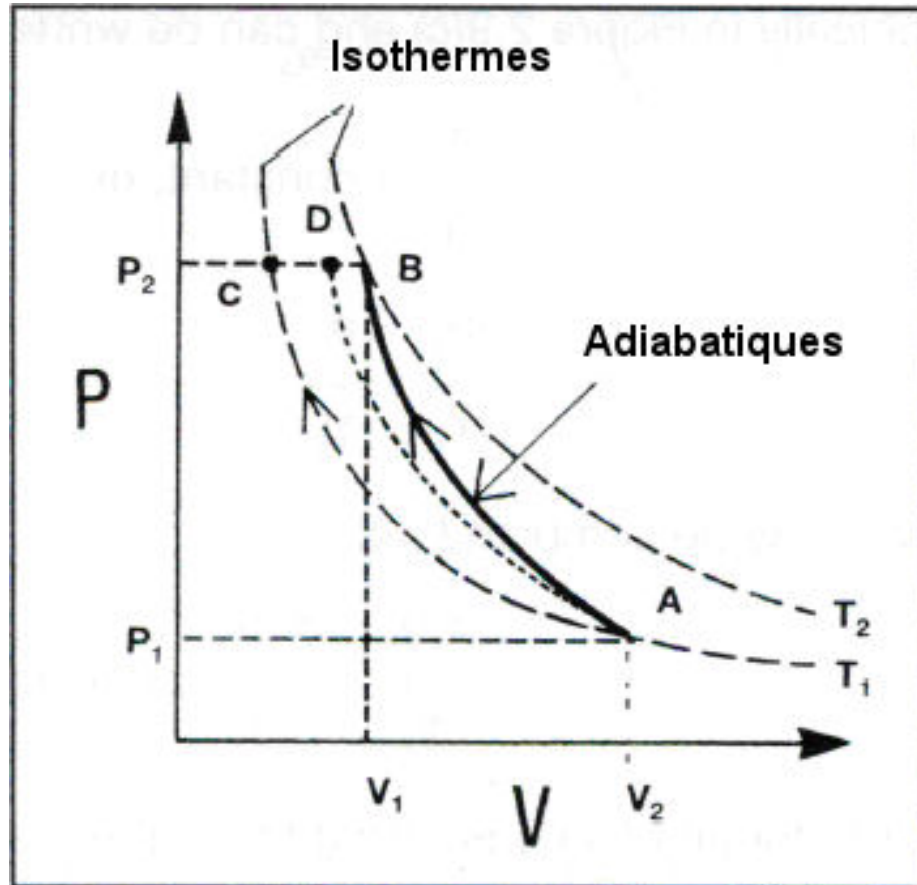


Figure 27.13 - Relations entre la compression adiabatique et la compression isotherme

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 (T1) et une pour une température plus élevée (T2). 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.

27.17 Pression de vapeur saturante

La section 27.16, a porté 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 (*Saturated Vapour Pressure - SVP*) est 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 un 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.

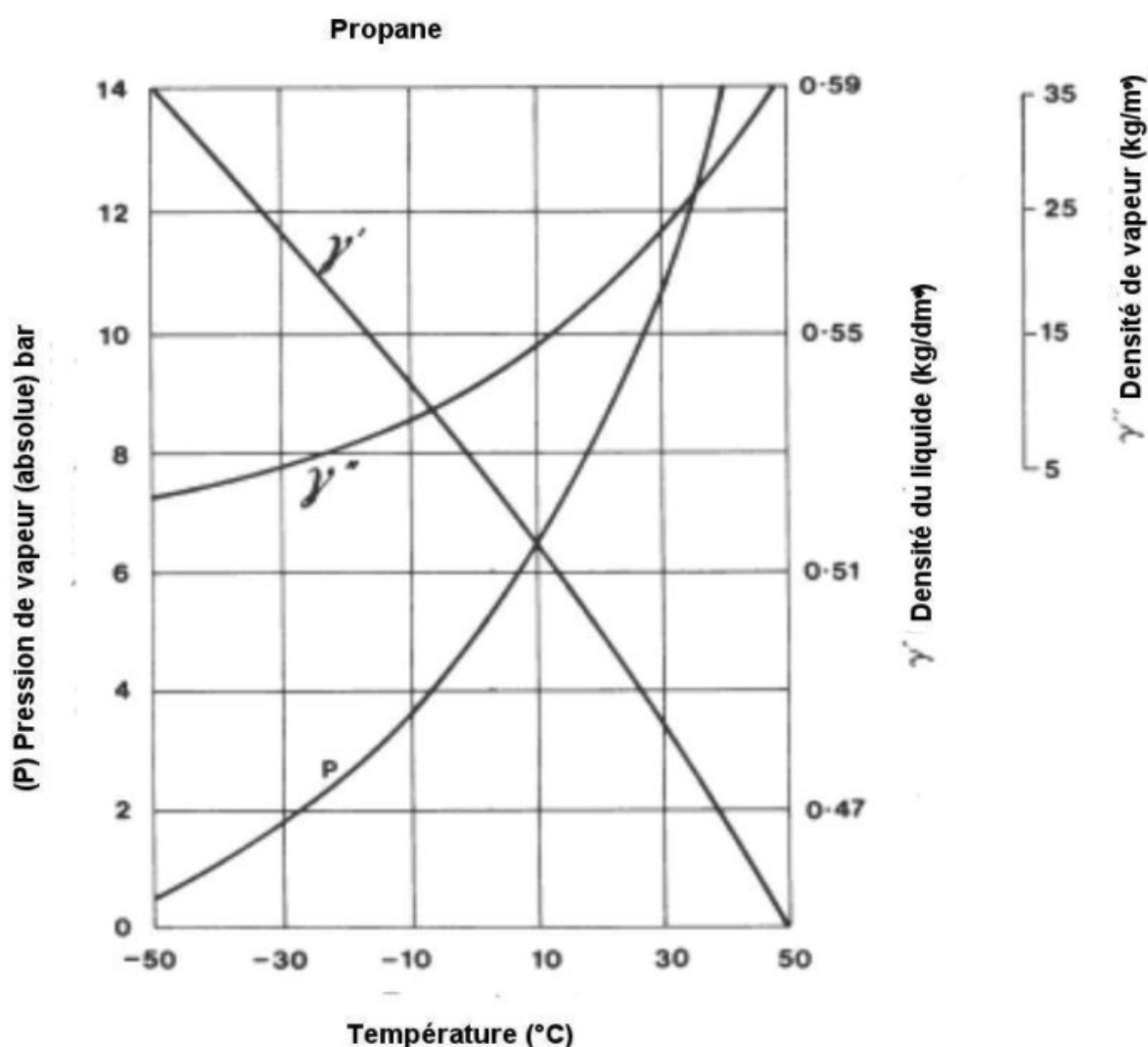


Figure 27.14 - Caractéristiques du propane

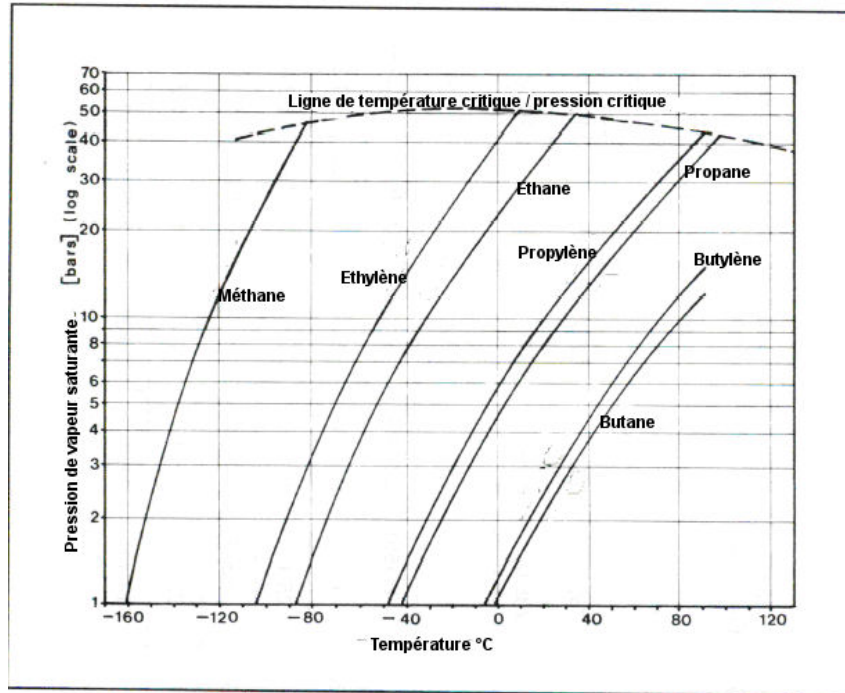


Figure 27.15 - Relation pression / température pour les gaz d'hydrocarbures

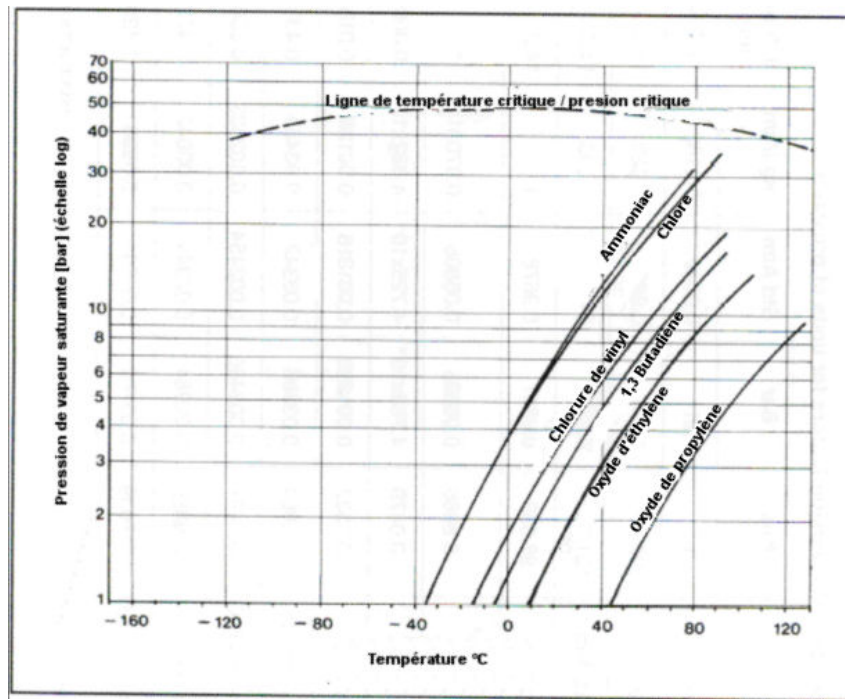


Figure 27.16 - Relation pression / température pour les gaz chimiques

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 la mesure des pressions de vapeur saturante. L'évaporation est un phénomène où 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 et 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 les figures 27.15 et 27.16. L'axe vertical sur ces deux figures 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). La figure 27.15 fournit des indications pour les gaz d'hydrocarbures. Une comparaison des graphiques montre que les petites molécules exercent des pressions de vapeur plus importantes que les grandes molécules. De manière générale, les gaz chimiques de la figure 27.16 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/cm^2 (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 au 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)	inch (Mercure)	inch (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. 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. En revanche, à l'instar des indications du manomètre, 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.

27.18 Densités de vapeur et de liquide

27.18.1 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). A 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 γ' 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 CO_2 , 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 des quantités considérables de vapeurs ou même de mélanges à deux phases.

Lorsque des liquides de densité différente sont chargés - sans se mélanger - dans la même citerne, il existe un risque que se forment des couches. Ceci peut être dû au fait que la cargaison se mélange (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 étant donné que le processus d'altération est limité. 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 re-circuler dans la citerne à terre concernée.

27.18.2 Densité de la vapeur

La relation densité / température de la vapeur saturante de propane est donnée par la courbe γ' de la figure 27.14. La densité de vapeur est souvent exprimée en kilogrammes par mètre cube (kg/m^3). 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 $-113\text{ }^\circ\text{C}$), 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.

27.19 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

où V_i = le pourcentage de volume du composant

Pourcentage massique

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

Densité de vapeur relative du mélange de gaz (à $0\text{ }^\circ\text{C}$ et 1 bar) = M_{mix} / M_a

où M_a = la masse moléculaire de l'air = 29

A 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.

Composant du gaz	Pourcentage en Volume (V _i)	Composant Moléculaire (M _i)	$\frac{M_i V_i}{100}$	Pourcentage en Masse
Méthane	83.2	16.04	13.35	67.6
Ethane	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 _{mix} = 19.76	19.76	100.00

$$\text{Densité relative du mélange} = \frac{19.76}{29} = 0.681$$

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.

C'est-à-dire, $P_{mt} = \sum(P_{nt} \times F_n)$

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 : -

$$\frac{M_i V_i}{M_{mix} \times 100}$$

A titre d'exemple, pour un GPL de la composition suivante à - 40 °C :

Composant (n)	Fraction molaire dans le mélange (Fn)	PVS du composant à - 40 °C (Pnt) (bar)	Pression partielle du composant à - 40 °C (Pnt x Fn)	Composition de la vapeur (Pression partielle/PVS du mélange x 100) (5 en volume)
Ethane	0.002	7.748	0.0155	1.4
Propane	0.956	1.13	1.0803	97.8
n-Butane	0.030	0.17	0.0051	0.5
i-Butane	0.012	0.284	0.0034	0.3
	1.000		1.1043	100.0
Pression de Vapeur Saturante du mélange = 1.1043				

Il apparait 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 à bas point d'ébullition, 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.

27.20 Points de bulle et de 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**, ou Pression de vapeur réelle (TVP *True Vapour Pressure*) 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.

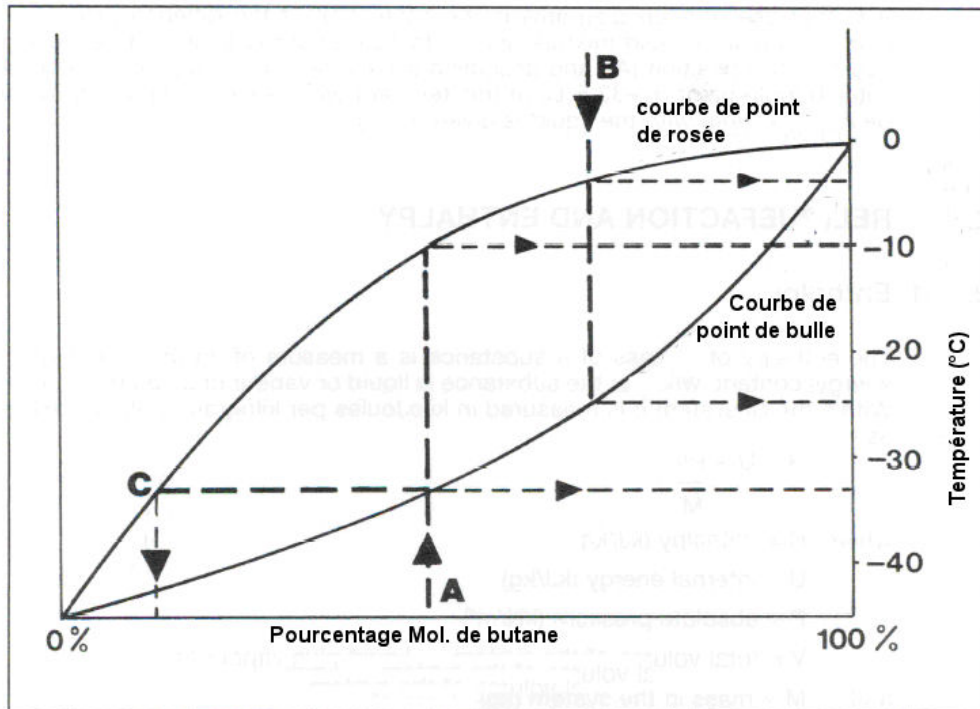


Figure 27.17 - Schéma d'équilibre pour les mélanges propane / butane

Ce comportement peut être représenté sur un schéma d'équilibre. Un exemple typique de mélange propane / butane est présenté à la figure 27.17. 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 27.17 montrent les points de bulle et les points de rosée du mélange sur une plage allant du propane pur (zéro pourcent 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).

27.21 Re-liquéfaction et enthalpie

27.21.1 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/sec]

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. Etant 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 re-liquéfaction 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.

27.21.2 Réfrigération

La figure 27.18 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.

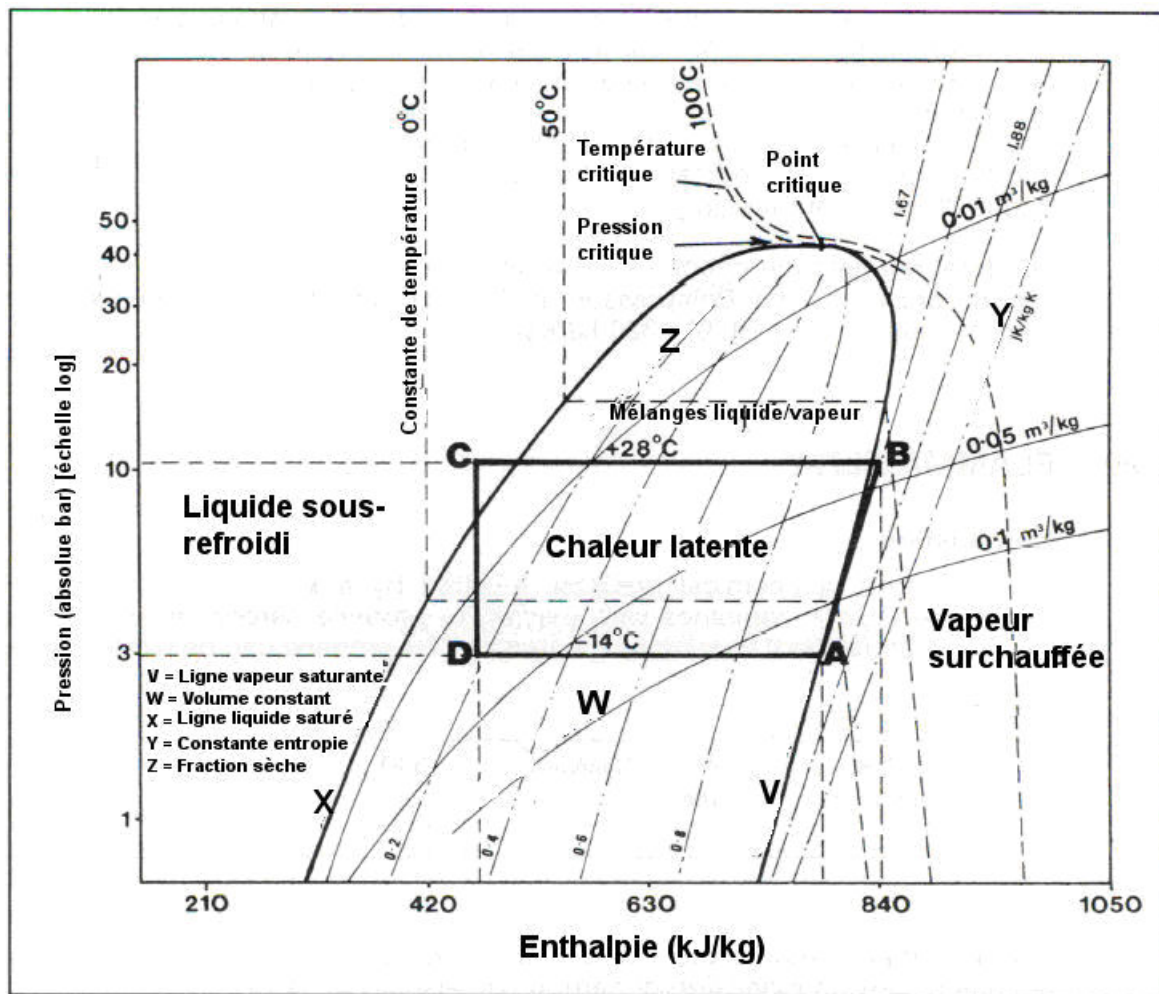


Figure 27.18 - Diagramme de Mollier pour le propane

Re-liquéfaction

Superposé au diagramme de Mollier est présenté un exemple des changements de pression et d'enthalpie survenant lors d'un cycle de re-liquéfaction 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 de 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 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.

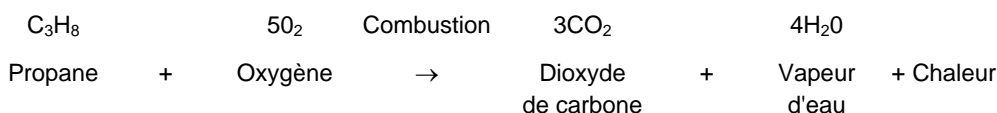
Le condensat liquide est ensuite détendu grâce à une vanne de régulation (détendeur), puis il est renvoyé dans la citerne du bateau à une pression de 3 bars. Durant cette procédure, le condensat ne perd ni ne reçoit de la chaleur et par conséquent il n'y a pas de variation d'enthalpie. Durant le processus 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).

27.22 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 carburant, l'oxygène et l'ignition. En outre, pour que l'ignition 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 degré 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.

Le BLEVE

Un 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'un 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. A ce moment, la température du liquide est bien au-dessus de son point d'ébullition atmosphérique et, par conséquent, il s'évapore instantanément 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 accidents 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 aux codes de gaz, les soupapes de surpression sont dimensionnées pour faire face à un incendie environnant et, comme pour les citernes à terre, ceci permet de limiter ce risque. Il est à noter que la probabilité d'un incendie survenant dans l'espace confiné situé sous la citerne pressurisée 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'un 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 (pour cent en volume) dans l'air qui forme un mélange inflammable. Les limites inférieure et supérieure sont généralement abrégées LIE (limite inférieure d'explosivité) et LSE (limite supérieure d'explosivité). Ce concept est illustré pour le propane à la figure 27.19.

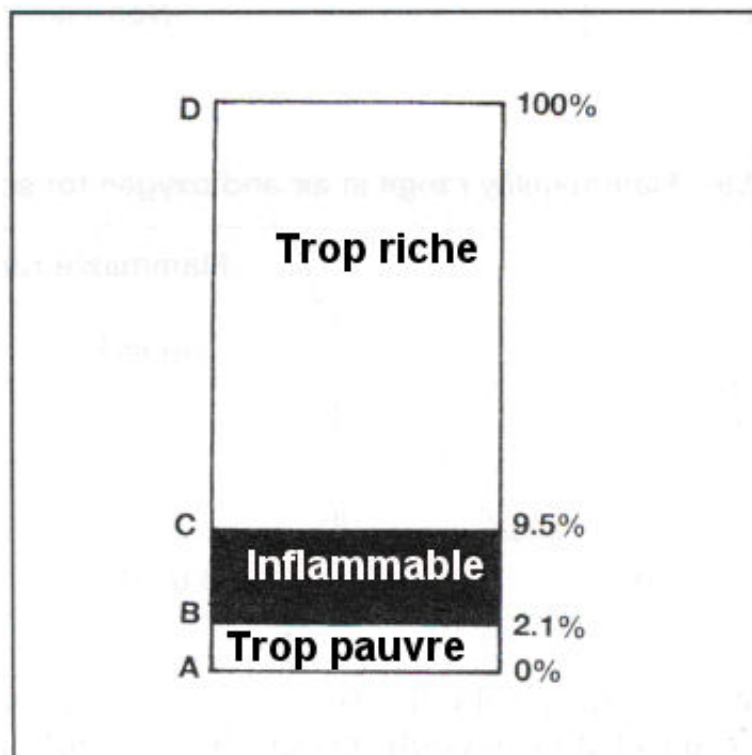


Figure 27.19 - Plage d'inflammabilité du propane

Tous les gaz liquéfiés, à l'exception du chlore et du CO₂, 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 limite inférieure d'explosivité est peu modifiée, mais la limite supérieure d'explosivité est considérablement augmentée. Le tableau 27.9 présente une comparaison des gammes 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
Ethane	- 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
Ethylène	- 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 vinyl	- 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 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 limite supérieure d'explosivité.

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.

Energie 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 ou des étincelles électriques. 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'ignition 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 de 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. Ceci est illustré à la figure 27.20.

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 inflammables. La zone (D) n'est pas non plus 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).

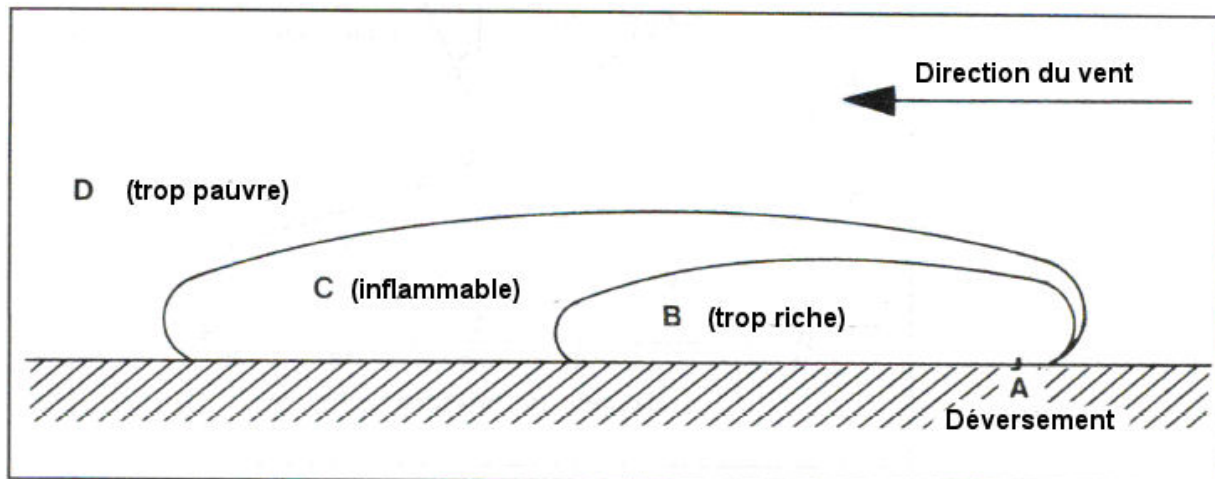


Figure 27.20 - Zones de vapeurs inflammables - un déversement de gaz liquéfié

27.23 Suppression d'inflammabilité par 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 d'inflammation. Si la disponibilité d'oxygène est réduite dans une mesure suffisante, le mélange devient non-inflammable, quelle que soit la teneur en vapeur inflammable. La figure 27.21 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, à bord d'un bateau transportant du gaz, une teneur en oxygène inférieure à 5 % (parfois 2 %) est nécessaire pour que l'atmosphère soit suffisamment ininflammable. Ceci autorise une certaine part de mélange pauvre et la présence de poches de gaz subsistant dans certaines zones de la citerne.

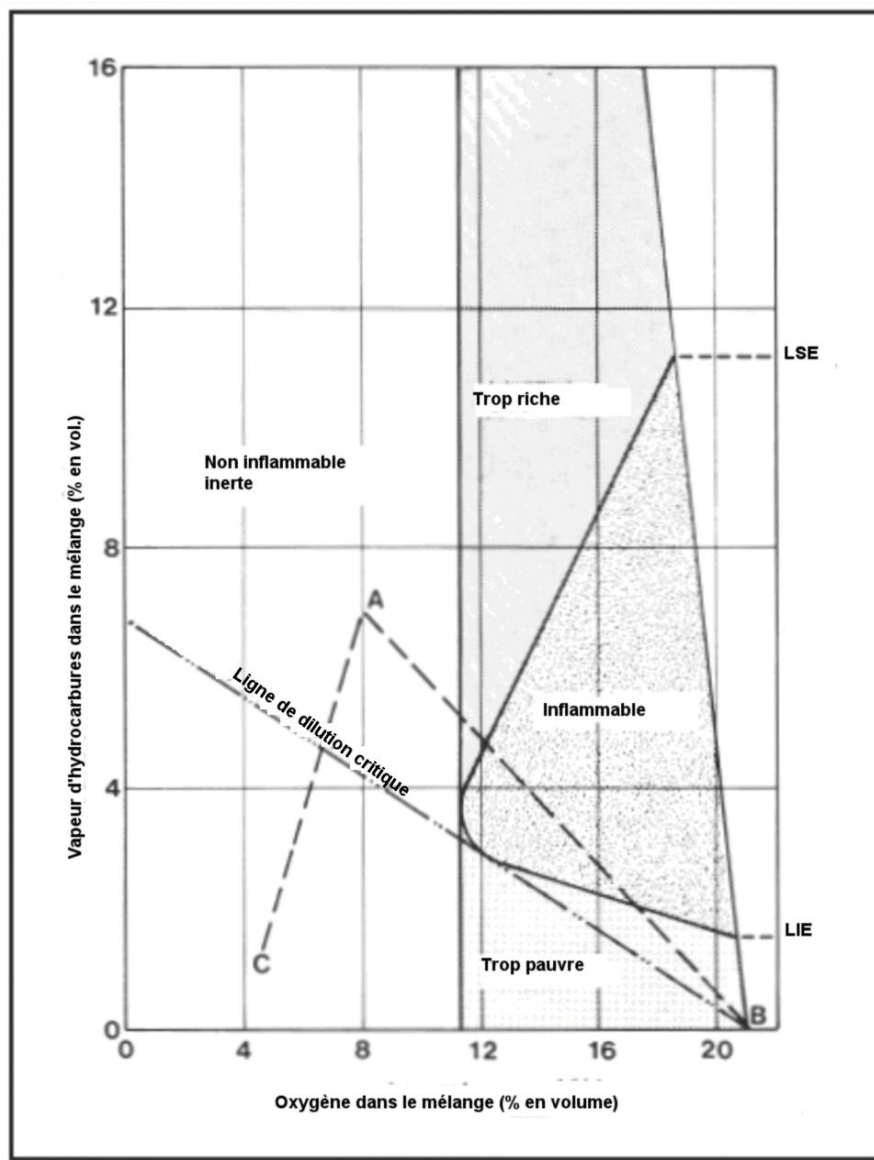


Figure 27.21 - Limites d'inflammabilité des mélanges de gaz dans l'air et l'azote

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 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 tableau 27.8).

27.24 Sources d'inflammation

Il est recommandé de consulter la section 4.2 qui comporte des indications sur le contrôle des sources d'inflammation potentielles.

Chapitre 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 question de 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 bien sûr que le bateau-citerne et ses équipements soient bien entretenus et que les instructions opérationnelles 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. L'objet du présent chapitre est d'examiner les risques pour la santé et la sécurité liés à ces situations et de décrire des moyens d'éviter ces risques.

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, et ensuite seulement
- Le recours à la protection personnelle.

Cette liste prévoit que l'utilisation de protection personnelle doit être réservée aux cas où 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'instruction 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 seront abordés de manière plus détaillée dans le présent chapitre. Toutefois, 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 comporte une description des propriétés de cargaisons de gaz liquéfié habituellement transportées. En outre, les Fiches de données de sécurité du produit (FDSP) 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 "TLV". 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	TLV – TWA (ppm) typique	Corrosif / Irritant	Effets sur le système nerveux
Méthane	Oui	-	A	Non	-
Ethane	Oui	-	A	Non	Oui
Propane	Oui	-	A	Non	Oui
Butane	Oui	-	600	Non	Oui
Ethylène	Oui	-	A	Non	Oui
Propylène	Oui	-	A	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	50	Important	Oui
Chlore	Non	Oui	25	Important	Important

Les gaz présentant un "A" dans la colonne "TLV" n'ont pas de TLV enregistrée. Ces gaz sont relativement peu toxiques par nature. 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. A 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	TLV – TWA (ppm) typique	Corrosif / Irritant	Effets sur le système nerveux
Hydroquinone	Limité	Oui	1	Important	Oui
Tertio-butyl-catéchol	Limité	Oui	-	Important	-

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 27.8.

Substance	Gelure	Brulure chimique
Méthane	Oui	-
Ethane	Oui	-
Propane	Oui	-
Butane	Oui	-
Ethylène	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
Chlore	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 27.24, soient limitées à des zones situées à l'extérieur des distances de sécurité fixées (voir aussi la section 28.2.2).

Tous les gaz liquéfiés transportés en vrac par voie navigable sont inflammables, à l'exception du chlore et du CO₂. Les vapeurs d'autres gaz liquéfiés sont facilement inflammables. L'ammoniac constitue une exception à cette règle, car il requiert une énergie d'ignition 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 et d'agir en conséquence.

28.2.2 Aspects d'urgence

En raison de la vaporisation très 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 par conséquent beaucoup plus importants. Pour cette raison, de nombreux terminaux établissent des zones exemptes de risques d'ignition 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 d'être formé. Pour déterminer les dimensions d'un tel nuage, il est d'abord nécessaire d'estimer l'ampleur maximale possible d'une fuite potentielle. Une telle estimation peut être effectuée de diverses manières et de nombreuses méthodes sont disponibles. Une méthode simplifiée est publiée 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 toutefois de souligner quelques différences (voir les sections 27.22, 27.23 et 27.24). Le rayonnement émanant des feux de gaz liquéfié peut être intense en raison de la rapidité de la production de vapeur et la lutte contre l'incendie doit uniquement être tentée à condition que le personnel porte des vêtements de protection adaptés à cette fin.

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 "toxiques" et "poison" peuvent être considérés comme des synonymes.)

Certains gaz liquéfié présentent des risques toxiques principalement si les vapeurs sont inhalées. L'ammoniac, le chlore, 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 carbone également toxique (aussi appelé phosgène).

De nombreuses substances peuvent agir comme des poisons et une personne peut être exposée à leurs effets de diverses manières. En conséquence, la toxicologie est subdivisée en plusieurs domaines spécialisés dont l'un est la toxicologie industrielle. Dans ce domaine sont évalués les effets des produits chimiques contenus dans l'air ou en contact avec le corps.

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. **Dommmages physiques permanents** : de tels effets graves peuvent se produire avec quelques produits chimiques. Le chlorure de vinyle est un cancérigène 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 (TLV)

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, et
- 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 TLV, 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 TLV-TWA (voir définitions ci-dessous) 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. Il convient toutefois de souligner que l'application d'une TLV 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 TLV le plus fréquemment cité est celui de *l'American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH)*. Les systèmes de TLV établis par les organes consultatifs dans d'autres pays sont généralement similaires du point de vue de leur structure. Les TLV dans la plupart des systèmes sont réévaluées 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 TLV, 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) TLV-TWA. Il s'agit de la moyenne pondérée dans le temps (*Time Weighted Average – TWA*). 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 TLV. Elle représente la concentration la plus faible (par rapport à (2) et (3) ci-dessous) et ses valeurs figurent dans le tableau 28.1.
- (2) TLV-STEL. Il s'agit de la limite d'exposition à court terme (*Short Term Exposure Limit STEL*). C'est la concentration maximale de vapeur dans l'air admissible pour 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 en (1), mais elle n'est pas indiquée pour toutes les vapeurs.
- (3) TLV-C. 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 TLV-C. 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 dans cette section, les TLV 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 (étouffement)

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**, et
- 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 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, la note de bas de page indique que 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 et doit suivre les recommandations formulées dans la section 10.7.

28.3.3 Traitement médical

Les symptômes et les traitements médicaux pour les victimes d'asphyxie ou d'effets de matières toxiques sont résumés dans la présente section.

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. Ces tableaux classent les principaux gaz liquéfiés en catégories comme indiqué dans le tableau 28.3.

Tableau GSMU	310 Hydrocarbures	340 Hydrocarbures chlorés	365 Oxydes Aliphatique	620 Gaz liquéfiés	725 Ammoniac	740 Chlore
P R O D U I T	Butadiène	Chlorure de vinyl	Oxyde d'éthylène	Méthane	Ammoniac	Chlore
	Butane		Oxyde de propylène			
	Butylène					
	Ethane					
	Ethylène					
	Propane					
	Propylène					

28.3 - Groupes de gaz liquéfiés – Pour les premiers soins

Dans le GSMU, chacune des principales catégories (comme indiqué 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 :

- D'inhalation;
- De contact avec la peau;
- De contact avec les yeux, et
- D'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 plus loin) :

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 si le pouls est absent

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; laisser en place jusqu'à ce que le patient reprenne conscience
- Fournir de l'oxygène. (Voir la sous-section qui suit)
- Maintenir le patient au chaud
- Ne rien administrer par la bouche
- 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
- Fournir de l'oxygène. (Voir la sous-section qui suit)

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

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 4 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 4 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, et
- Le lavage de la peau.

28.4 Gelures

Le froid extrême de certains gaz liquéfié constitue en soi 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, et
- 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.
- Des 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 des doigts ou la main ont 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, le chlore, 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 boursouffures 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 de l'OMI des premiers secours*.

A 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 Transport à l'hôpital

Il est extrêmement important d'étiqueter le patient de manière adéquate avant de le débarquer du bateau-citerne ou de l'emmener depuis le terminal ; un modèle d'étiquette de patient est présenté en figure 28.1.

A l'attention des services médicaux	
1.	Nom du patient Age
	Adresse personnelle

	Nom du bateau-citerne Port Port suivant
	Nom et adresse du propriétaire et de l'agent du bateau

2.	Le patient susmentionné a été exposé au gaz
	à (heure) le (date)
3.	Bref résumé des premiers secours administrés

Figure 28.1 – Etiquette de patient

28.7 Atmosphères dangereuses

28.7.1 Nécessité des tests de gaz

L'atmosphère dans les espaces confinés doit être testée pour l'oxygène ainsi que 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 gaz de produit.
- Au titre de contrôle de qualité avant le changement de cargaison, et
- 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. En outre, les structures internes peuvent contenir localement des poches de gaz. Par conséquent, à chaque fois que possible, des échantillons doivent être pris en plusieurs points dans la citerne.

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. Par conséquent, 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.

28.7.2 Analyseurs d'oxygène

Plusieurs types d'analyseur d'oxygène sont disponibles et il convient de consulter les sections 2.4.9 et 2.4.10 pour une description des analyseurs courants qui sont utilisés.

28.7.3 Indicateurs de gaz combustible

Les descriptions des différents types d'indicateurs de gaz combustibles figurent à la section 2.4 qu'il convient de consulter pour de plus amples informations.

28.7.4 Détecteurs de toxicité

Il convient de se référer à la section 2.4.7 pour une description des détecteurs de gaz toxiques.

Chapitre 29

ELECTRICITE STATIQUE

Ce chapitre décrit les dangers liés à la génération d'électricité statique.

Les risques liés aux décharges d'électricité statique existent lorsqu'une atmosphère inflammable est susceptible d'être présente.

29.1 Electrostatique

Comme c'est le cas 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. Ce phénomène se produit en raison de la séparation de charge 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 résulte du fait qu'elles peuvent atteindre un potentiel suffisant pour générer des étincelles incendiaires et, en particulier dans les citernes de cargaison, la génération d'un arc électrique est possible. Il est par conséquent essentiel que la manutention de cargaisons de gaz n'ait lieu que dans des espaces dont l'atmosphère est en dehors de la plage d'inflammabilité. A bord des bateaux-citernes transportant du gaz, de telles atmosphères sont toujours maintenues dans un état de saturation.

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, les débris (ou le brouillard qui se forme à sa sortie vers l'atmosphère) qui se charge 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.

Il convient de consulter aussi les indications fournies au chapitre 3 "Electricité statique".

Chapitre 30

LUTTE CONTRE L'INCENDIE

Ce chapitre traite des événements qui pourraient résulter d'écoulement des cargaisons et des procédures qui peuvent être adoptées 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 gaz sur lesquels porte le présent guide sont inflammables, toxiques, ou les deux.

La plupart de ces gaz sont entreposés et manutentionnés à des températures inférieures à zéro, ou sous pression, ou en utilisant une combinaison des deux. Les principaux risques sont par conséquent les émissions de vapeurs, l'inflammabilité, la toxicité et les effets des températures inférieures à zéro sur le personnel et les structures.

30.1.1 Inflammabilité

Comme indiqué à la section 27.22, 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 lesquels 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. À l'inverse, l'inflammation de vapeurs à l'intérieur d'un espace confiné provoquera rapidement une surpression suffisante pour faire céder le confinement. Entre ces deux extrêmes, c'est-à-dire dans les cas de confinement partiel tel qu'ils peuvent être rencontrés en présence d'installations et d'équipements à terre, l'inflammation peut produire des surpressions suffisantes pour occasionner des dommages importants et augmenter encore le danger et ses conséquences.

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 le BLEVE (*Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion*). Cette forme est décrite à la section 27.22.

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. Si l'enveloppe dans laquelle est stockée la cargaison n'est pas endommagée, il est rare que de tels incendies se propagent à la cargaison. En conséquence, la présente section porte uniquement sur les incendies de cargaison liquide ou de vapeurs.

Les incendies liés à la cargaison peuvent être classés comme suit :

- Les feux en torche suite à des fuites sur les pompes ou les conduites,
- Les feux de nappes confinées de liquide,
- Les feux de déversements non confinés,
- Les feux dans les espaces confinés, tels que les chambres de compresseurs et
- Les 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. Si un nuage de gaz se forme, il est nécessaire d'éviter son inflammation en fermant toutes les ouvertures donnant sur des zones dangereuses. 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 ignition 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, même si tel est le cas, 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 meilleur plan d'action 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-ignition. Pendant que le feu brûle jusqu'à son extinction, les environs doivent être protégés avec de l'eau de refroidissement.

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.

La mise en œuvre rapide des procédures d'arrêt d'urgence contribue à limiter l'alimentation en cargaison liquide.

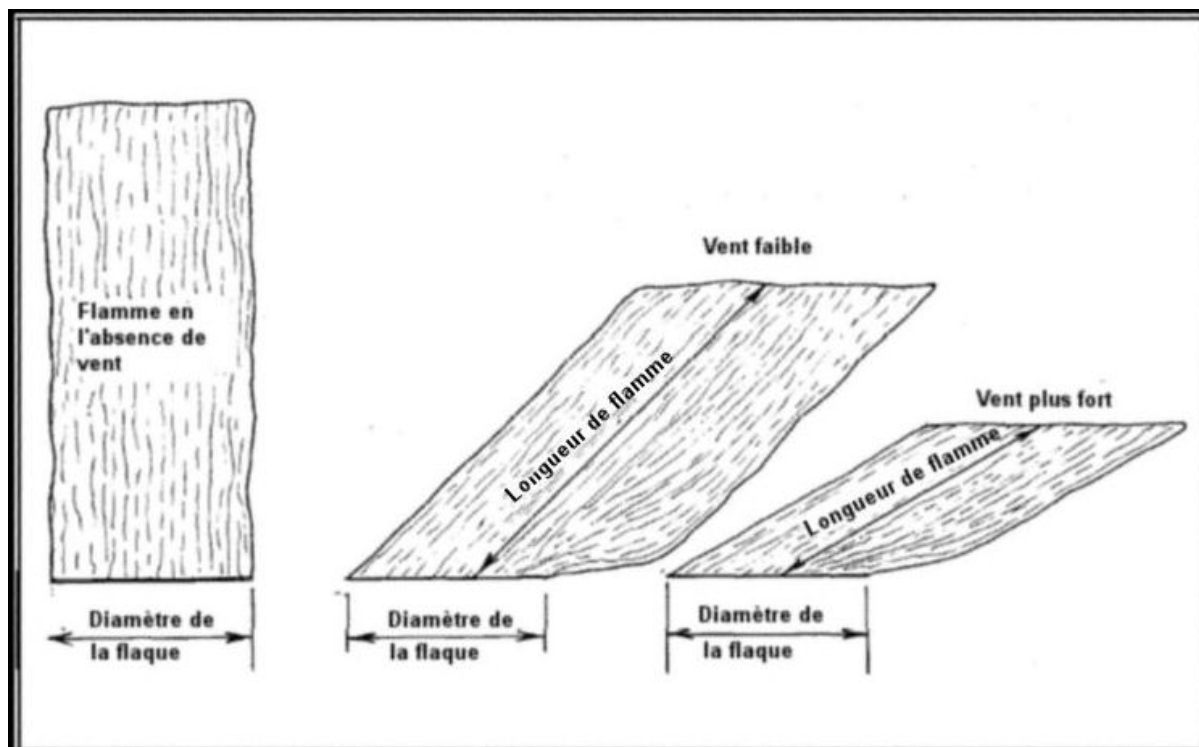


Figure 30.1 - Configurations d'un feu de nappe

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 buses. 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. La figure 30.1 montre également 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 10 secondes d'exposition au rayonnement incident à 6 kW/m^2 et des cloques importantes apparaîtront après 10 secondes d'exposition à 10 kW/m^2 . Un rayonnement incident supérieur à 10 kW/m^2 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 et les buses 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. Si les locaux n'ont pas subi d'importants dommages, 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.

30.3 Lutte contre les incendies de gaz liquéfiés

30.3.1 Agents extincteurs

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.

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, lesquels sont tous susceptibles d'être exposés à des feux de gaz liquéfiés. 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 portables 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 et elles ont été utilisées avec succès pour éteindre des feux sur des mats de dégazage.

Les poudres chimiques sèches attaquent la flamme par l'absorption de 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 par conséquent 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 (dans un espace confiné), 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 épaisseur de mousse d'au moins un à deux mètres. La mousse à haut foisonnement offrant un 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. Par conséquent, en ce qui concerne 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 inerte et dioxyde de carbone

Le gaz inerte ou l'azote sont couramment utilisés à bord des bateaux-citernes 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.

En raison du débit relativement faible auquel ce gaz peut être fourni, il n'est normalement pas utilisé pour l'inertage rapide d'un espace confiné dans lequel un incendie s'est déjà déclaré. Dans un tel cas, du dioxyde de carbone pressurisé en bouteilles ou un produit de remplacement du halon est injecté par des buses multiples après que le système de ventilation mécanique de l'espace concerné ait été préalablement arrêté. Si les systèmes d'injection de dioxyde de carbone sont efficaces dans des espaces confinés, ils présentent néanmoins deux inconvénients. Leur efficacité pour l'extinction d'un incendie réside dans le déplacement d'oxygène provoqué dans l'espace jusqu'à un niveau qui ne permette plus d'entretenir la combustion. Il est par conséquent essentiel que tout le personnel ait été évacué de l'espace concerné avant de procéder à l'injection. En outre, l'injection de CO₂ produit une charge électrostatique qui peut comporter un risque d'inflammation si du CO₂ est injecté par inadvertance ou par mesure de précaution dans une atmosphère inflammable.

Le CO₂ ou l'azote injecté dans les orifices de soupapes de sûreté/décharge peut constituer un moyen efficace pour éteindre les incendies de vapeurs sur les mats de dégazage. Ceci est particulièrement utile une fois que la pression du flux initial a disparu.

Une fois que du CO₂ 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 reprenne pas avec l'introduction d'oxygène.

Produits de remplacement du halon

Le halon ne peut plus être utilisé en raison de l'interdiction totale de ce CFC par les dispositions d'un traité international. Ceci est dû à son potentiel élevé d'appauvrissement de la couche d'ozone et donc à son caractère dangereux pour l'environnement. Des travaux importants ont été réalisés pour trouver des alternatives au halon et des agents extincteurs de remplacement sont désormais commercialisés.

De plus amples informations sur les alternatives au halon figurent à la section 5.3.3.

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 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 la direction et par le personnel d'exploitation. La formation du personnel des bateaux et à terre qui est susceptible de devoir assurer le commandement d'un 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 et réalistes à bord des bateaux-citernes et dans les terminaux.

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.

Chapitre 31

SYSTEMES A 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 seront aussi évoqués. L'installation de reliquéfaction de la cargaison est également décrite, de même que certains aspects particuliers de son fonctionnement et de son entretien. La conception des équipements de production de gaz inerte est également traitée.

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 collecteurs - ou des conduites pour le liquide et la vapeur - (voir la figure 32.2) 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. A bord des bateaux-citernes semi-pressurisés et entièrement réfrigérés transportant du GPL, une connexion du collecteur de vapeur mène à la salle des compresseurs de cargaison, où ont lieu la reliquéfaction et l'évaporation. Après la reliquéfaction, la cargaison est acheminée vers chaque citerne à cargaison à travers une conduite de retour du condensat.

Les conduites à cargaison n'étant 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 dégagement de vapeur sont également montées sur le dôme de la citerne ; elles sont reliées au mat de dégazage par un tuyau traversant un collecteur. Les mats de dégazage sont montés à une hauteur et des distances sûres des locaux d'habitation et d'autres zones similaires exemptes de gaz conformément aux spécifications des codes de gaz applicables.

Il convient de prévoir lors de la conception et de l'installation de conduites de cargaison une marge de manœuvre pour 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, le cas échéant. Dans quelques cas spécifiques, des soufflets de dilatation peuvent être montés et, si tel est le cas, des matériaux résistants à la corrosion doivent être utilisés. 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. En outre, 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 piqures de corrosion.

Il est également important de ne pas modifier ni ajuster les appuis de conduites voisines une fois le 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 latéral ou vertical dû à des sautes de pression. De même, lors du remplacement de pièces telles que des boulons et barres de retenue, 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 entre-elles des sections de conduites en vue d'opérations particulières telles que l'utilisation de 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 les conduites doivent être obturées pour assurer une étanchéité parfaite.

31.1.2 Vannes de cargaison

L'isolement des vannes des citernes à cargaison doit être assuré conformément aux codes de gaz applicables. Lorsque les citernes à cargaison ont un MARVS (*Maximum Allowable Relief Valve Setting* - tarage maximal admissible des vannes de décharge) supérieur à 0,7 barg (Citernes de type "C" selon le code IGC), 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, ou deux vannes manuelles. 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.

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.

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.

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. Les vannes doivent être du type à sûreté intégrée.

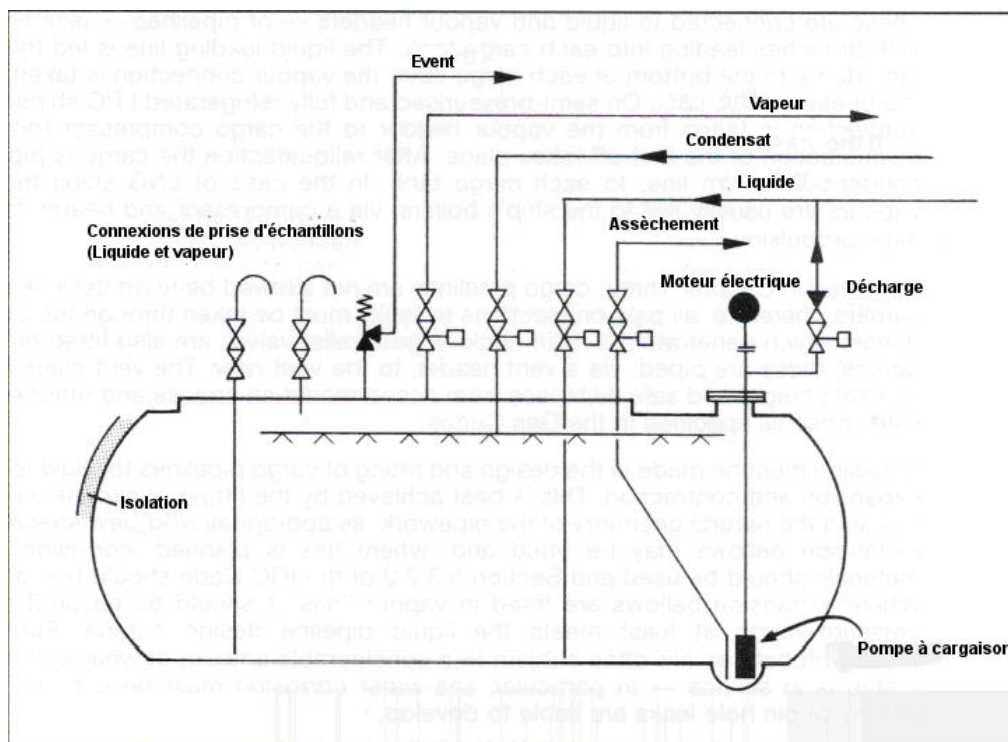


Figure 31.1 – Tuyauteries sur le dôme d'une citerne à cargaison de type "C"

31.1.3 Systèmes d'arrêt d'urgence (ESD – *Emergency shut-down*)

En un certain nombre d'endroits à bord du bateau-citerne (pont, passerelle, salle des compresseurs et salle de contrôle de la cargaison, poste de commande d'urgence), sont installées des soupapes pneumatiques ou des boutons poussoirs électriques. Lorsqu'ils sont utilisés, ces dispositifs ferment des vannes commandées à distance et arrêtent les pompes de cargaison et les compresseurs (le cas échéant). Il s'agit d'un mécanisme d'arrêt d'urgence de la manutention de cargaison. 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 ESD peuvent être pneumatiques ou hydrauliques, 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 l'alimentation électrique de la commande.

En particulier durant le chargement, une attention particulière doit être accordée à la possibilité d'une surpression générée lorsque le système ESD 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 par conséquent nécessaires pour éviter les dommages et, parfois, les quais de chargement sont équipés de citernes de surpression (voir la section 16.10). Les terminaux doivent confirmer les horaires de fermeture de la vanne ESD 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 ESD du terminal afin d'arrêter ainsi l'écoulement de la cargaison avant que les vannes ESD 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 la section 22.4).

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, y compris un système évitant que les deux vannes ne soient fermées en même temps. Les deux vannes doivent être ouvertes durant les opérations. Les types de vannes normalement installés sont soit commandés par ressort ou par régulation. Des vannes de décharge commandées par régulation sont présentes à bord de tous les types de bateaux-citernes, tandis que les vannes à ressort ne sont généralement utilisées que sur les citernes pressurisées de type "C". L'utilisation de vannes de décharge commandées par régulation sur les citernes entièrement réfrigérées assure un fonctionnement précis aux faibles pressions qui y règnent ; leur utilisation sur des citernes de type "C" permet de régler différents taux de décharge pour une même vanne. Ceci est possible par le remplacement du ressort de commande. La figure 31.2 présente une vanne de décharge commandée par régulation. D'autres types de vannes de décharge commandées par régulation sont disponibles pour le réglage de la *pression de tarage* et la *pression de purge*.

Les paramètres réglables des vannes de décharge commandées par régulation sont principalement utilisés dans deux situations différentes. Premièrement, ces paramètres peuvent être utilisés pour fournir une pression de tarage (ne dépassant pas le MARVS), mais supérieur à la normale. Ceci est appelé le réglage portuaire. Deuxièmement, sur les citernes de type "C", ils peuvent être ajustés pour ainsi réduire le MARVS.

A chaque fois que ces vannes sont utilisées pour plus d'un réglage de la pression, il convient de consigner les modifications apportées aux ressorts des vannes de décharge commandées par régulation. Le couvercle de l'assemblage doit toujours être remis en place après de telles modifications afin d'éviter qu'un réglage non autorisé puisse être effectué. Lorsque les paramètres de vannes de décharge sont modifiés, l'alarme de haute pression doit être réglée en conséquence.

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. Toute accumulation d'eau a pour effet de modifier le fonctionnement de la vanne de décharge en raison de l'augmentation de la contre-pression.

Les vannes de décharge des citernes nécessitent un entretien régulier ; pour de plus amples renseignements 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.

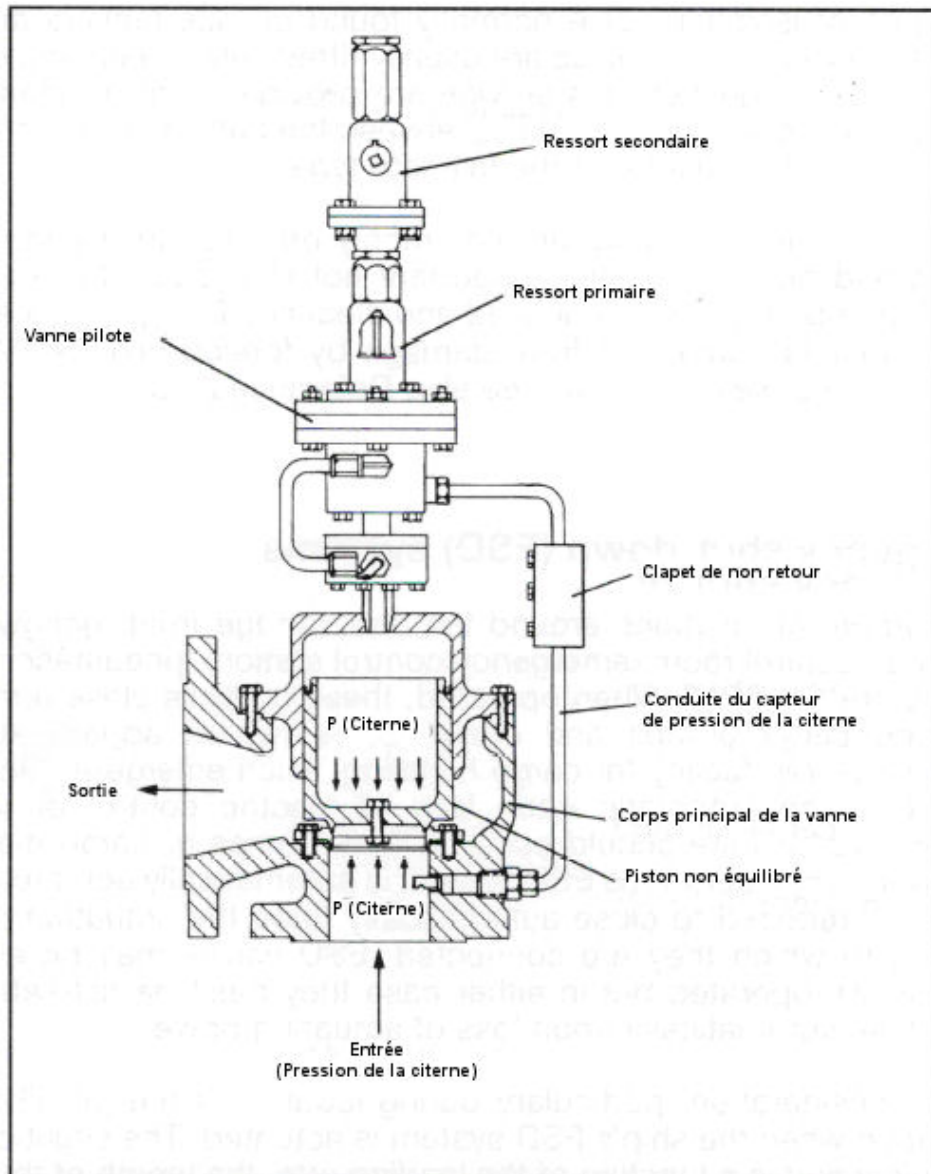


Figure 31.2 – Vanne de décharge commandée par régulation

31.2 Pompes de cargaison

Les pompes de cargaison installées à bord des bateaux-citernes transportant du gaz sont normalement d'une conception de type centrifuge et peuvent être soit des pompes de fond ou des pompes immergées. Elles peuvent fonctionner seules ou en parallèle avec une autre pompe. Elles peuvent également fonctionner en série avec une pompe de surpression installée sur le pont et un réchauffeur de cargaison : tel est le cas pour le déchargement de GPL pour un stockage sous pression (voir la section 31.3).

Certains bateaux-citernes entièrement pressurisés déchargent la cargaison en pressurant les citernes avec de la vapeur et des pompes de surpression sont installées pour accélérer le transfert de la cargaison.

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 31.3 présente un ensemble caractéristique de courbes de performances d'une pompe de fond à plusieurs étages (voir aussi la figure 31.6).

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 31.3; 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 d'ammoniac à $-33 \text{ }^\circ\text{C}$ avec une densité volumique de 0,68 serait :

$$105 \times 0,68 = 71,4 \text{ mcl (eau)} = 71,4/10,2 = 7 \text{ barg.}$$

(Note : 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 (NPSH *Net Positive Suction Head*) nécessaire à la pompe en fonction du débit. La NPSH requise quel que soit le débit est la charge absolue de fluide nécessaire à l'aspiration de la pompe au-delà de la pression de vapeur de la cargaison pour éviter la cavitation à l'impulseur. A titre d'exemple, avec une capacité de $100 \text{ m}^3/\text{h}$, la pompe nécessite une NPSH 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 mètres est requise à l'aspiration de la pompe pour éviter la cavitation. Une surpression de 0,03 bar dans la citerne équivaut à une charge de 0,5 mètres pour le pompage d'ammoniac à $-33 \text{ }^\circ\text{C}$.

L'aspect de la NPSH est particulièrement important 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 la turbine, 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. À cet égard, 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 par conséquent nécessaire de réduire le débit de sortie si du chlorure de vinyle est pompé, afin d'éviter une surcharge du moteur.

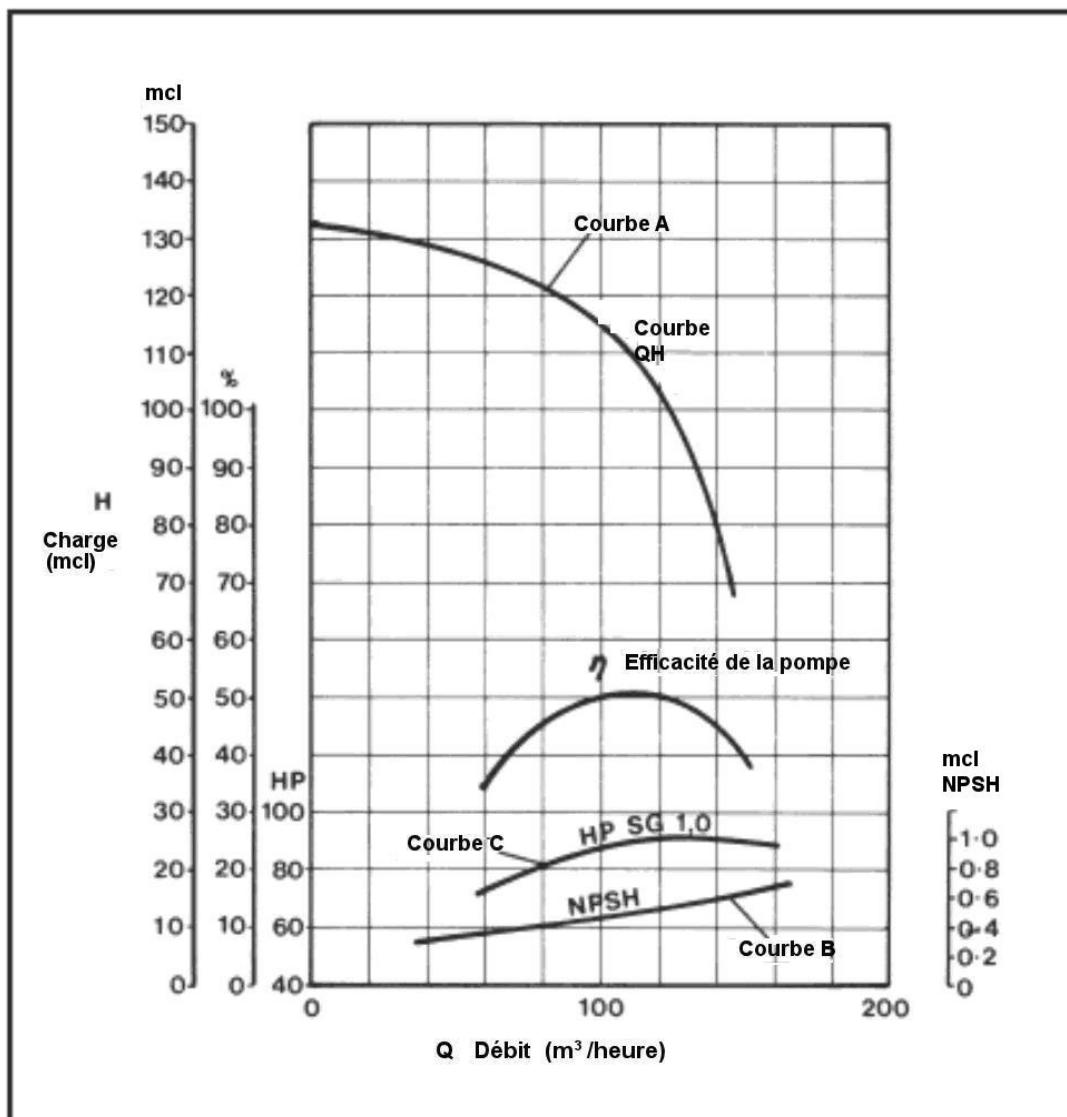


Figure 31.3 - Courbes de performances d'une pompe – Pompe de fond

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 comme indiqué à la figure 31.3, 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. Ceci est illustré à la figure 31.4. 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 31.5 en présente le principe en utilisant à titre d'exemple deux pompes similaires fonctionnant en série (voir la figure 31.3). Cette fois, pour chaque valeur de débit, la charge appropriée fournie par une seule pompe est doublée pour obtenir la charge totale.

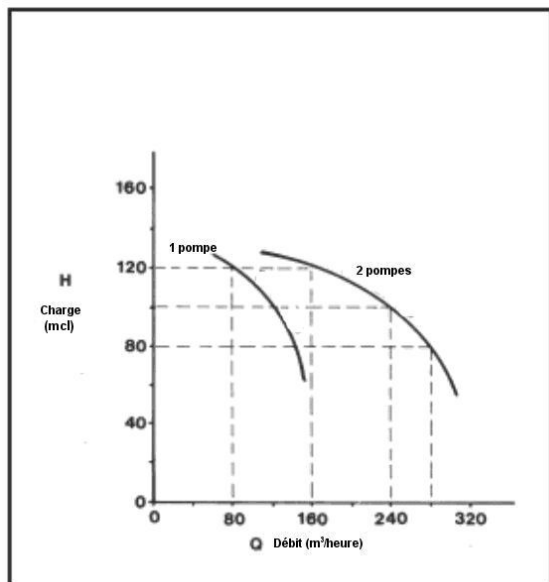


Figure 31.4 - Pompes centrifuges en parallèle - caractéristiques combinées

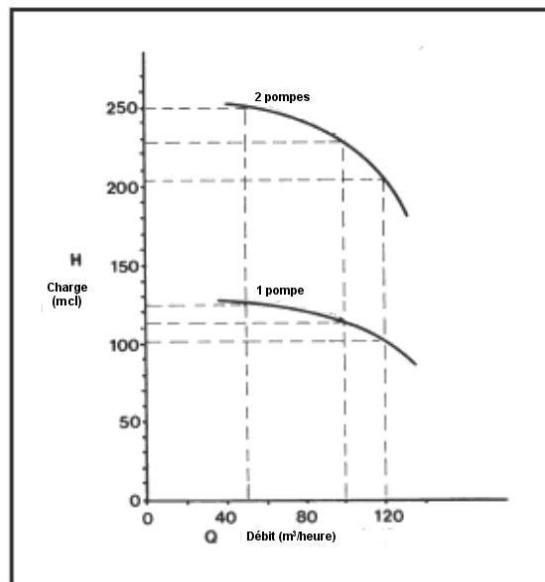


Figure 31.5 - Pompes centrifuges en série - caractéristiques combinées

Les indications qui précèdent concernent uniquement 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 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. 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 aux figures 31.4 et 31.5.

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).

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 31.6 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 et les paliers sont lubrifiés et refroidis par le flux de cargaison.

L'impulseur centrifuge est monté au fond de la citerne à cargaison et comprend souvent deux ou trois étages avec un régulateur de première allure de marche : ce dernier est utilisé pour réduire au minimum la NPSH de 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.

En outre, la longueur de l'arbre d'entraînement peut poser un problème et, 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 à moteur immergé sont installées au fond des citernes à cargaison et permettent d'atteindre un niveau de pompage très profond. Elles sont installées à bord des bateaux-citernes transportant du gaz de plus grandes dimensions.

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. La figure 31.7 présente un ensemble de pompe / moteur immergés caractéristique pour un bateau-citerne transportant du gaz.

Les pompes immergées doivent être conçues pour les grades spécifiques de cargaison consignés sur le certificat de conformité du bateau. A 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). Alternativement, elles peuvent être placées dans la salle des compresseurs à cargaison. Lorsqu'elles sont montées dans la salle des compresseurs, elles sont actionnées à travers une cloison étanche au gaz par un moteur électrique installé dans la salle des moteurs électriques. Les figures 31.8 et 31.9 présentent des exemples de ces types de pompe. Les pompes présentées sont équipées de joints mécaniques doubles. Le système de refroidissement des joints doit être bien entretenu pour en préserver la fiabilité.

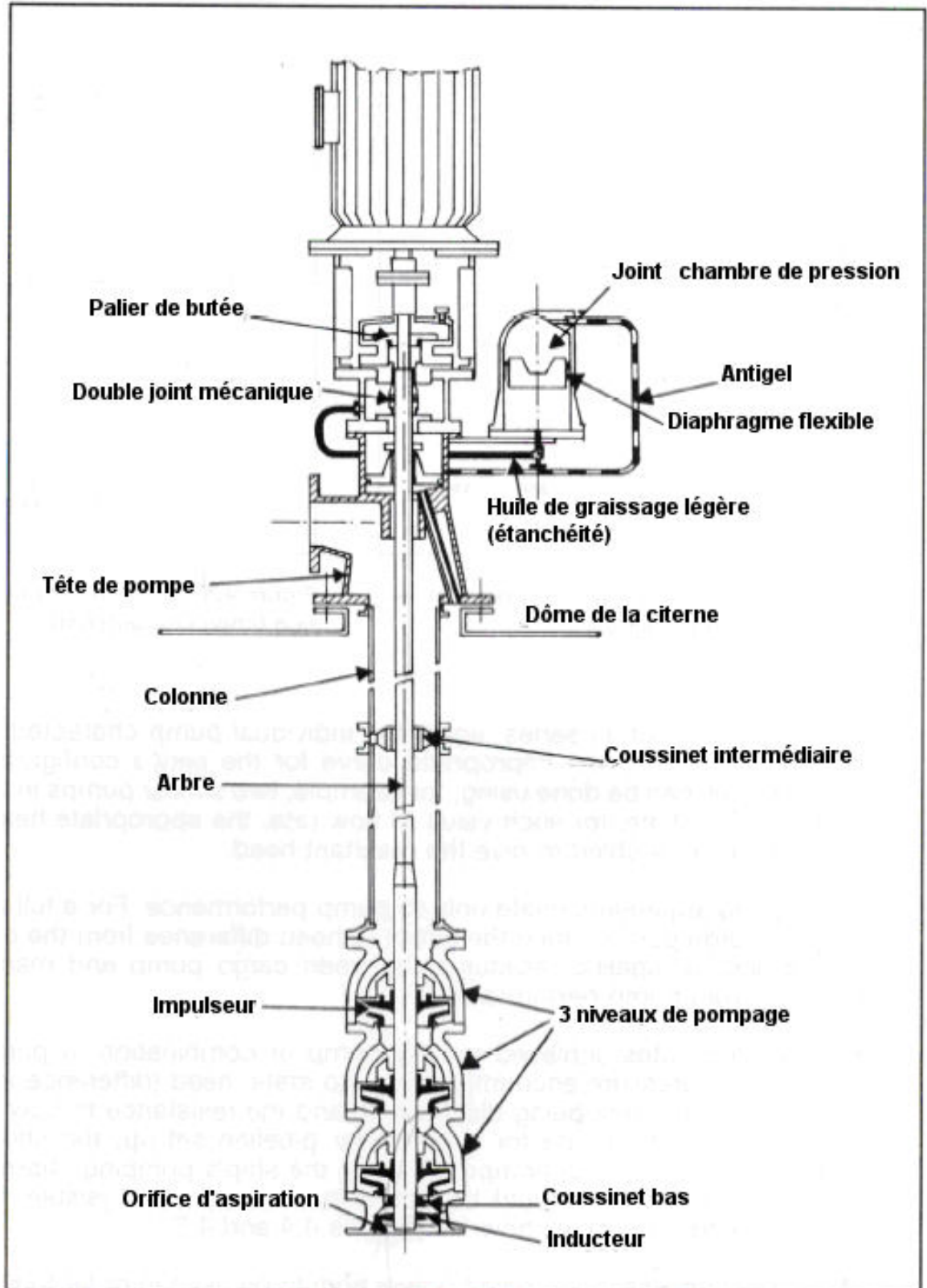


Figure 31.6 - Pompe de fond caractéristique

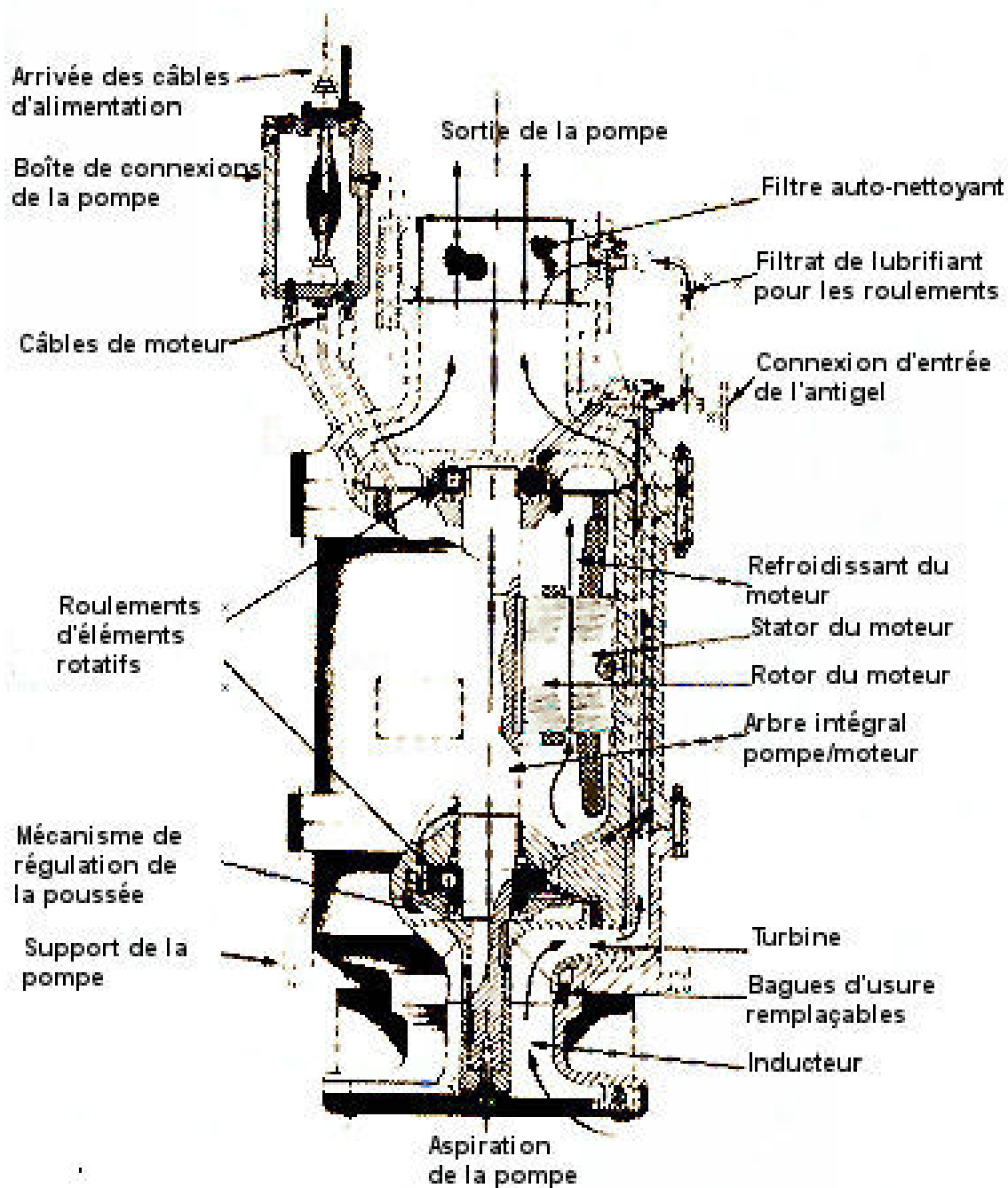


Figure 31.7 – Pompe motorisée immergée pour les gaz

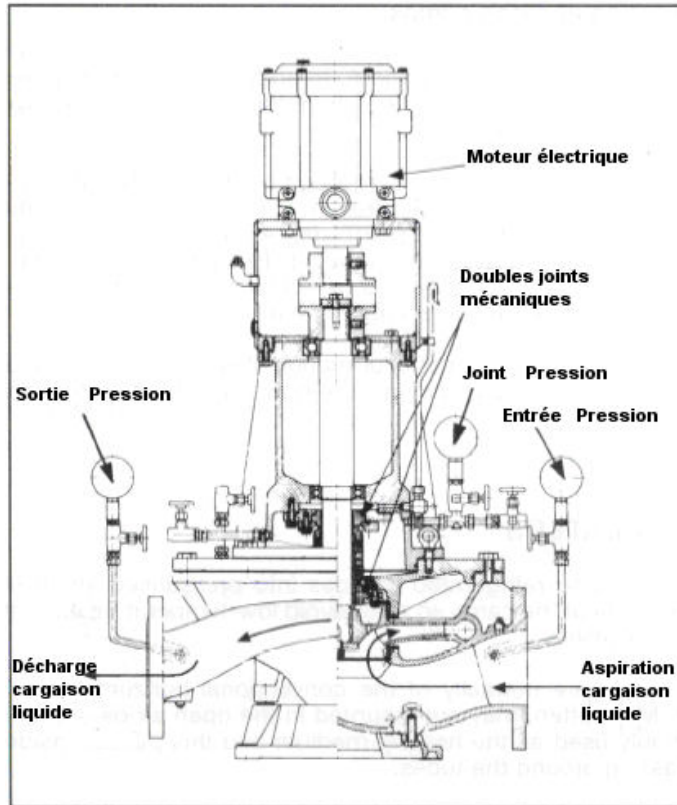


Figure 31.8 - Pompe de surpression verticale

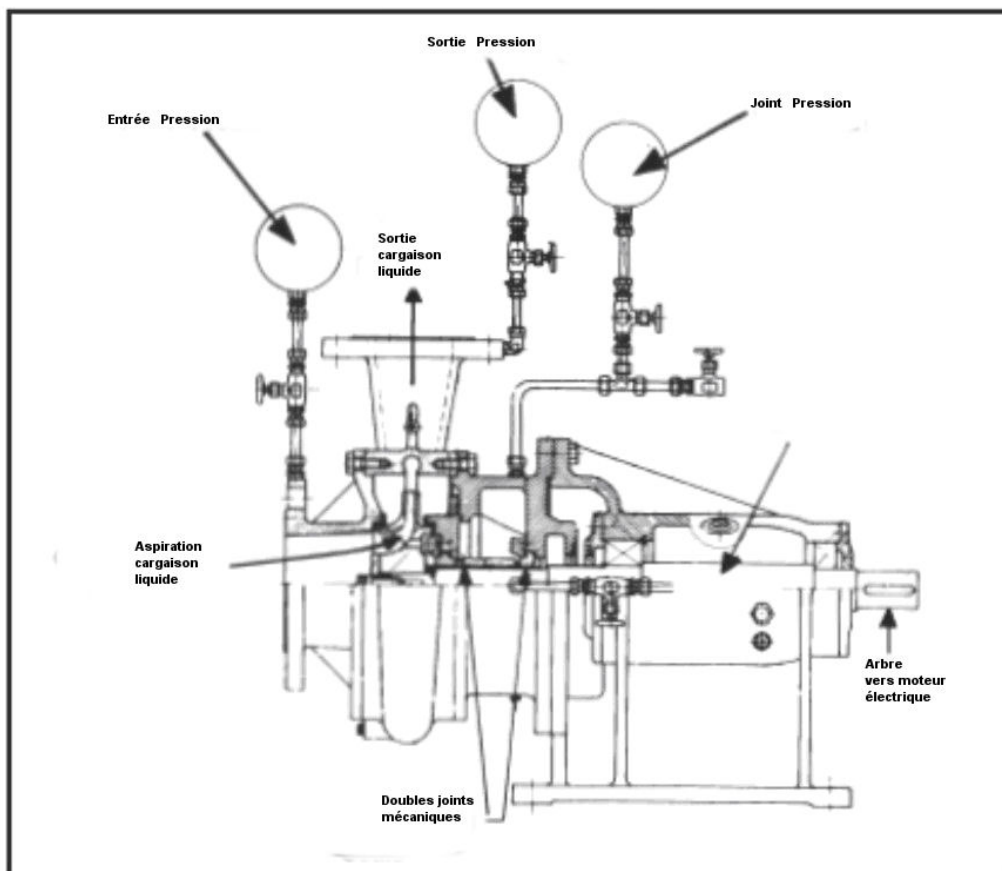


Figure 31.9 Pompe de surpression horizontale

Prévention de la glace sur les pompes de cargaison

La formation de glace ou d'hydrates (voir la section 27.9) 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, notamment dans les pompes immergées, afin de faciliter leur dégivrage. En raison du risque de contamination au méthanol de certaines cargaisons de GPL, l'injection de tels produits n'est normalement pas autorisée sans l'accord du destinataire de la cargaison.

Lorsque les pompes de fond ne sont pas en service, il est recommandé de procéder à une rotation manuelle des arbres au cours du refroidissement et du chargement pour empêcher le gel des turbines.

31.3 Réchauffage de la cargaison

Lors du déchargement de cargaisons réfrigérées vers des points de stockage pressurisés 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. 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 -45 °C à -5 °C, mais il convient 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. Dans de telles circonstances, des débits de déchargement très faibles peuvent en résulter et si la température de l'eau est inférieure à 5 °C il devient de plus en plus difficile d'utiliser l'eau en tant que moyen de chauffage.

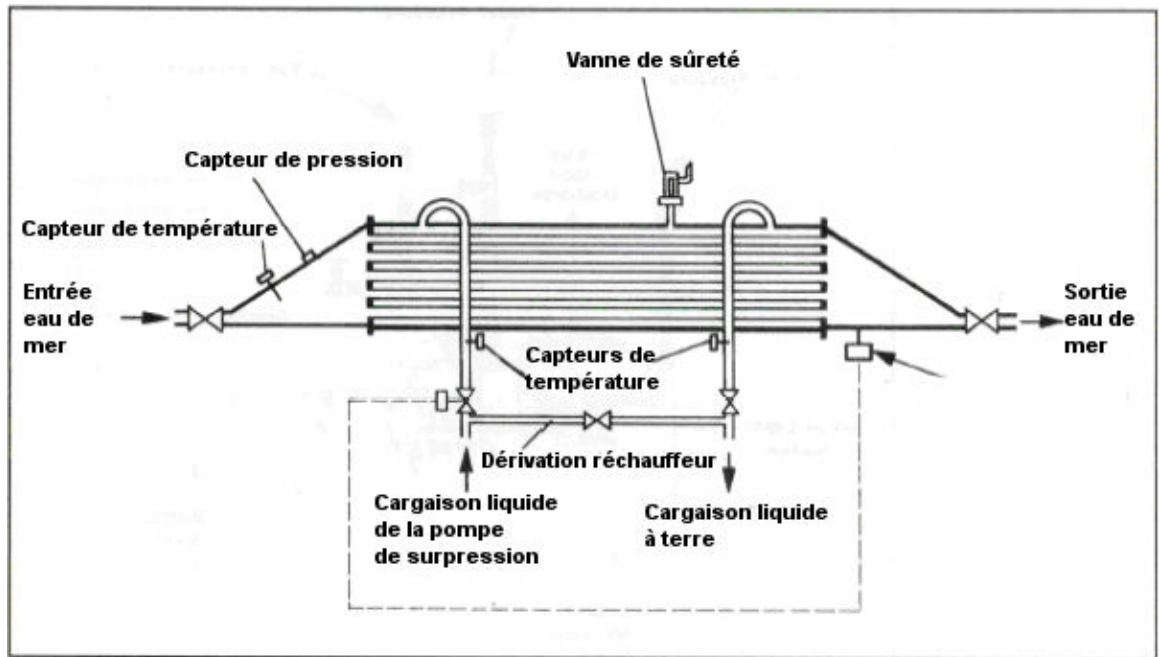


Figure 31.10 – Réchauffeur de cargaison

La figure 31.10 présente un réchauffeur de cargaison caractéristique ; il convient de souligner la nécessité de dispositifs de contrôle de la température et d'alarmes pour éviter le gel. Le risque de gel est réel et des précautions doivent toujours être prises.

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 le balayage à la vapeur de produit des 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.

Les vaporisateurs de cargaison peuvent être des échangeurs à enveloppe et tubes horizontaux ou verticaux. Ils fonctionnent avec de la vapeur d'eau ou avec l'eau du port en tant que source de chaleur.

31.5 Systèmes de reliquéfaction et de contrôle d'évaporation

À l'exception des bateaux-citernes transportant du gaz entièrement pressurisé, des moyens doivent être prévus pour contrôler la pression de la vapeur de cargaison dans les citernes durant le chargement de la cargaison et durant la manutention. Dans le cas des bateaux-citernes transportant du GPL et des gaz chimiques, une installation de reliquéfaction est prévue à cet effet. Cet équipement est conçu pour les utilisations principales suivantes :

- Refroidissement des citernes à cargaison et des conduites connexes avant le chargement,
- reliquéfaction de la vapeur de cargaison produite par l'évaporation éclair, déplacement de liquide et évaporation au cours du chargement, et
- Maintien de la température et de la pression de la cargaison dans les limites prescrites en cours de voyage par la reliquéfaction de la vapeur d'évaporation.

Il existe deux principaux types d'installation de reliquéfaction, lesquels sont décrits dans les sections suivantes.

31.5.1 Cycles indirects

Le cycle *indirect* est un système utilisant une installation de réfrigération externe pour condenser la vapeur de cargaison sans qu'elle ne soit comprimée. Ce cycle est relativement peu courant car son utilisation est limitée à un petit nombre de cargaisons. Pour être efficace, il nécessite un fluide frigorigène très froid et de grandes surfaces pour l'échange thermique.

Ce type d'installation de reliquéfaction est toutefois exigé par les codes de gaz pour le transport des cargaisons suivantes

- Chlore.
- Oxyde d'éthylène.
- Oxyde d'éthylène - mélange d'oxyde de propylène.
- Oxyde de propylène.

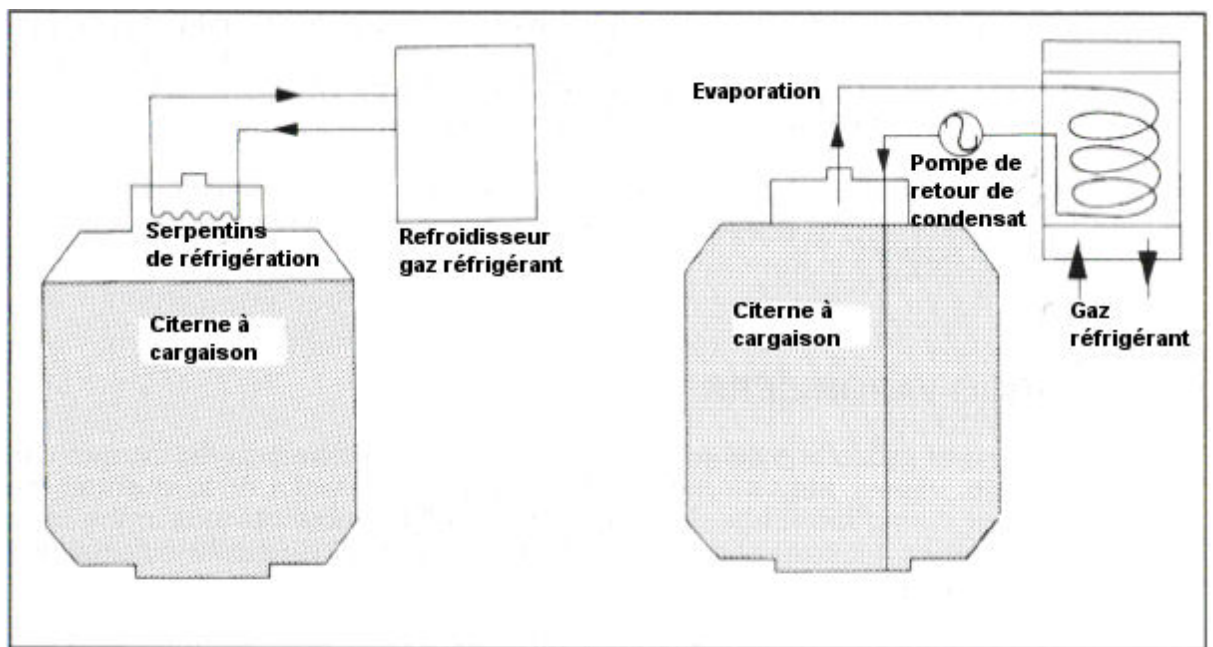


Figure 31.10 (a) - Exemples de cycles de refroidissement indirect

La consultation du tableau 27.5 permet de constater qu'avec l'oxyde de propylène, il est peu probable qu'une réfrigération soit nécessaire durant le voyage, mais ceci dépendra des conditions ambiantes.

Deux systèmes à cycle indirect sont présentés en figure 31.10 (a).

31.5.2 Cycles directs

Le cycle direct est un système où la vapeur est comprimée, condensée et renvoyée dans la citerne. C'est le système le plus courant, mais il ne peut pas être utilisé pour certains gaz.

Il existe trois principaux types de systèmes à cycle de reliquéfaction direct, lesquels sont décrits dans les sections ci-après.

Cycle direct à un seul étage

Le cycle direct à un seul étage est particulièrement adapté aux bateaux-citernes semi-pressurisés.

Un schéma simplifié de reliquéfaction à compression unique est présenté aux figures 31.11 (a) et (b). Ce cycle est approprié lorsque les pressions d'aspiration sont relativement élevées, comme lors du transport de cargaisons semi-pressurisées. Les vapeurs d'évaporation de la citerne à cargaison sont extraites par le compresseur – point (a) dans les schémas. La compression augmente la pression et la température de la vapeur - point (b) dans les schémas. La température élevée permet de condenser la vapeur à l'eau de mer dans le condenseur - point (c) dans les schémas. Le liquide condensé est ensuite renvoyé vers la citerne via une soupape de détente à flotteur - point (d) dans les schémas. Le mélange de liquide et de vapeur renvoyé dans la citerne peut être déversé par un rail de pulvérisation situé au sommet de la citerne de cargaison ou par le fond de la citerne pour limiter la re-vaporisation. Le rail de pulvérisation est généralement utilisé lorsque la citerne est vide et le retour par le fond est utilisé lorsque la citerne est remplie (voir également la section 27.21 et la figure 27.18).

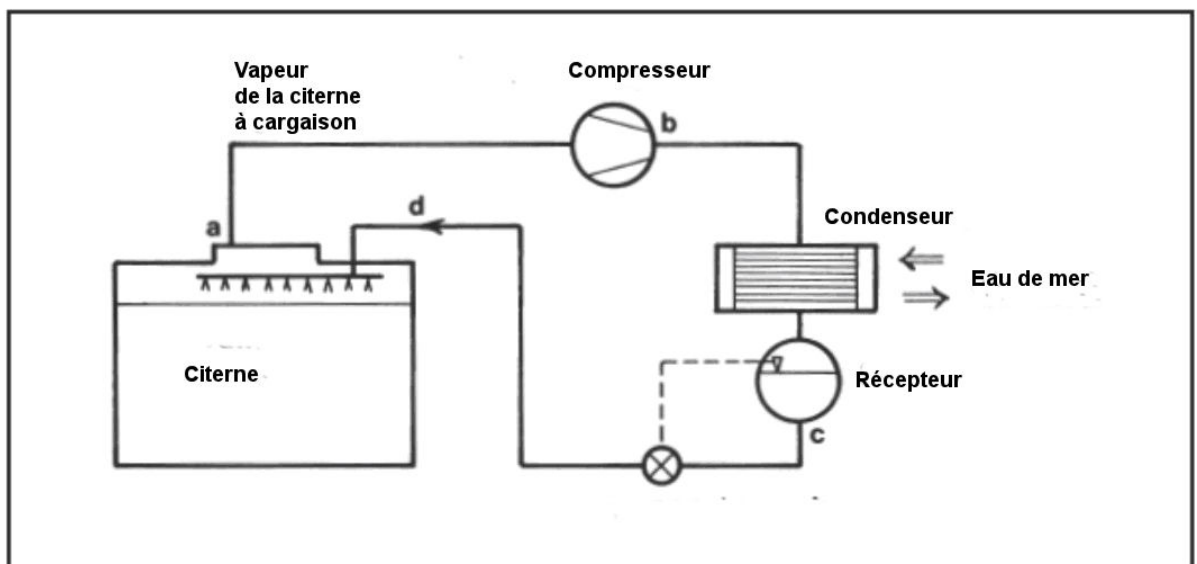


Figure 31.11 (a) – Cycle direct de reliquéfaction à un seul étage

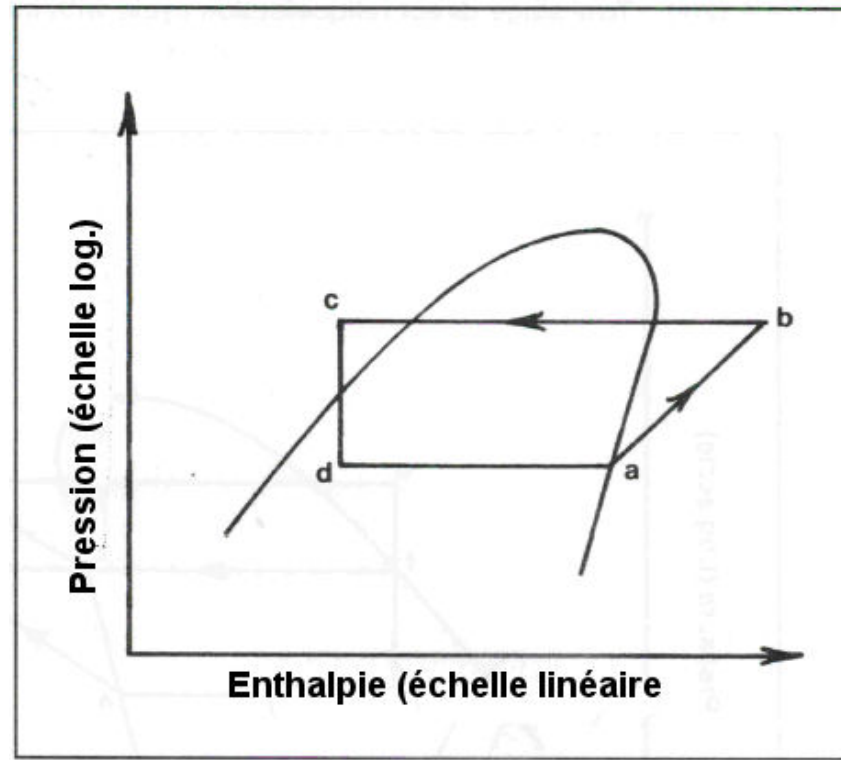


Figure 31.11 (b) - Diagramme de Mollier - Cycle direct de reliquéfaction à un seul étage

Cycle direct à deux étages

Bien que les systèmes de cycle direct à deux étages soient relativement rares, ils sont utilisés à bord des bateaux-citernes transportant du gaz liquéfié qui sont utilisés pour une vaste gamme de produits. Un tel système est essentiel pour les grades tels que le butadiène et le chlorure de vinyle.

Un schéma simplifié illustrant la reliquéfaction par cycle à deux étages est présenté aux figures 31.12 (a) et (b). Le cycle à deux étages avec refroidissement entre les deux étages est utilisé lorsque les pressions d'aspiration sont faibles et que les taux de compression sont par conséquent élevés (en supposant que l'eau du port soit utilisée pour la condensation) par rapport au cycle de compression à un seul étage. La compression à deux étages (avec refroidissement entre les deux étages) est nécessaire pour limiter la température de refoulement du compresseur, laquelle augmente de manière significative en raison du taux de compression plus élevé. Ceci est particulièrement important pour les cargaisons telles que le butadiène et le chlorure de vinyle (voir aussi la section 32.6).

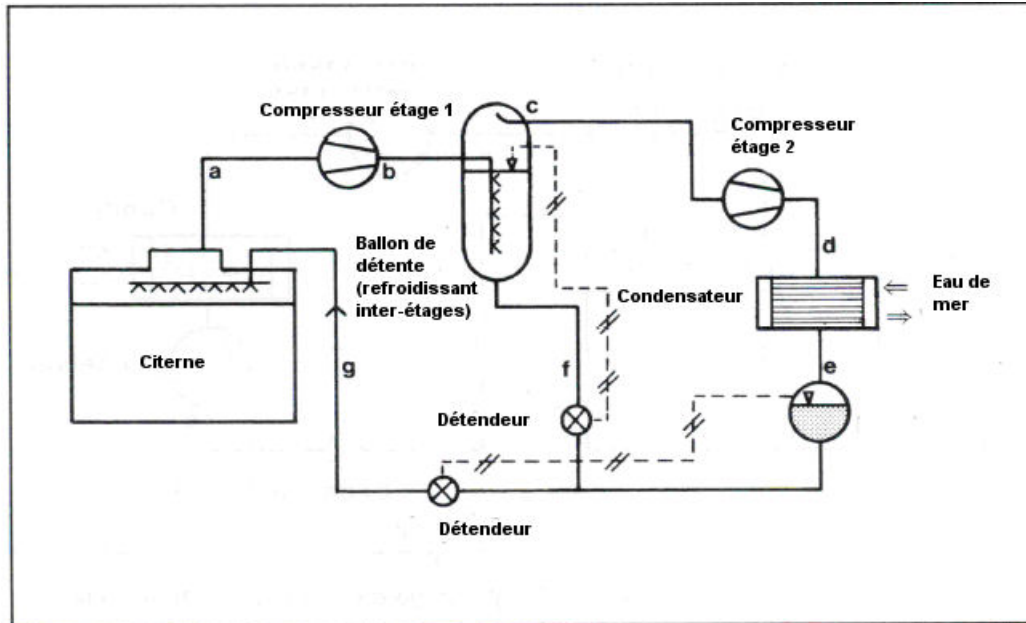


Figure 31.12 (a) - Cycle de reliquéfaction direct à deux étages avec refroidissement intermédiaire

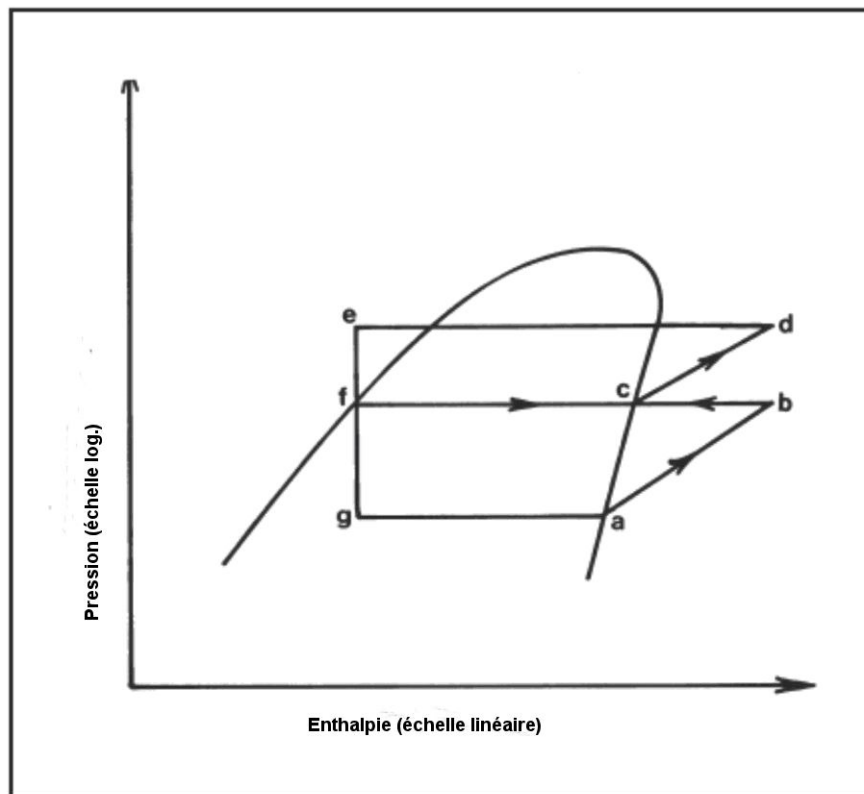


Figure 31.12 (b) - Diagramme de Mollier - Cycle de reliquéfaction direct à deux étages

La vapeur du premier étage de refoulement – point (b) dans les schémas - est envoyée dans un refroidisseur interétages où sa chaleur excessive est réduite – point (c) dans les schémas. Le moyen de refroidissement utilisé est la cargaison liquide ramenée à la pression du refroidisseur intermédiaire par le condenseur refroidi à l'eau du port. Les autres parties du cycle sont semblables au cycle à un seul étage.

Cycle direct en cascade

Le cycle en cascade est utilisé pour des cargaisons entièrement réfrigérées, où un fluide frigorigène spécial tel que le R22* (voir ci-dessous) est utilisé pour obtenir des températures transport plus basses. En outre, dans ces systèmes, les capacités de l'installation de réfrigération ne sont pas aussi tributaires des variations de température de l'eau de mer par rapport à d'autres cycles de reliqufaction. Ce type d'équipement est indispensable pour le transport d'éthylène.

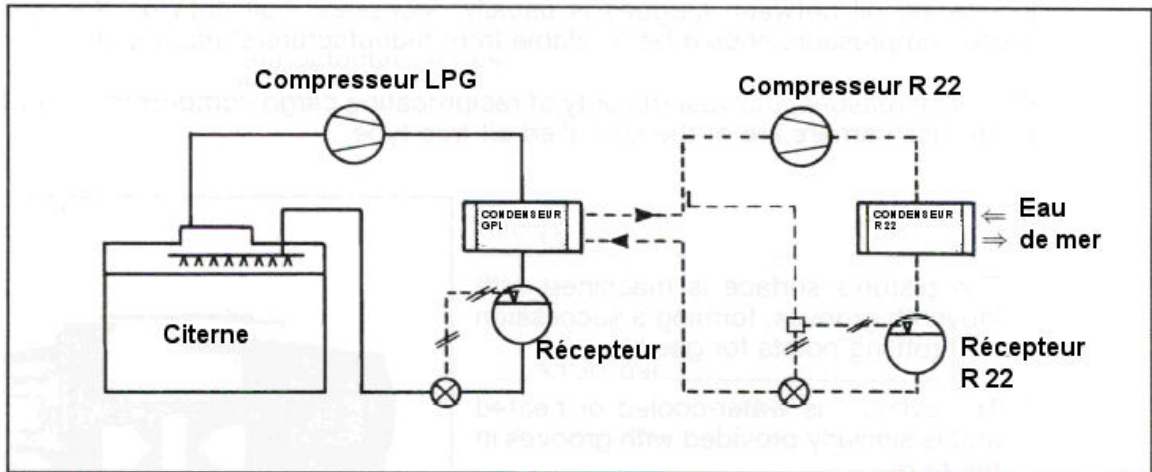


Figure 31.13 - Cycle simplifié de reliqufaction en cascade

Le système en cascade utilise un fluide frigorigène tel que le R22 pour condenser les vapeurs de cargaison ; un schéma simplifié de ce système est présenté à la figure 31.13. La compression à un seul étage de la vapeur de cargaison est assurée comme avec le cycle direct à un seul étage, mais le condenseur de cargaison est refroidi au moyen de R22 au lieu que soit utilisée l'eau du port. La cargaison, en se condensant, évapore le R22 liquéfié et la vapeur de R22 subit ensuite un cycle fermé classique de réfrigération, la condensation étant assurée avec l'eau du port – d'où l'appellation de cascade.

* Gaz réfrigérant - R22

Le présent guide part du principe que les systèmes directs et indirects de reliqufaction en cascade qui y sont décrits utilisent le monochlorodifluorométhane en tant que frigorigène, pour lequel on utilise généralement la référence de frigorigène R22. Ce produit est un carbone chloro-fluoro-halogéné (HCFC).

Ce produit convient bien pour une utilisation dans les systèmes de reliqufaction, en particulier dans les compresseurs à piston. Ce réfrigérant n'est pas expressément mentionné par le Protocole de Montréal en ce qui concerne son retrait du marché, mais un accord distinct spécifiant que sa suppression progressive d'ici l'an 2015 est souhaitable a été conclu par tous les signataires du protocole de Montréal. Des recherches impliquant les principales entreprises chimiques sont en cours pour mettre à disposition des produits de remplacement appropriés.

Le R22 est très peu toxique, mais en présence d'une flamme nue il se décompose en un gaz toxique dont l'odeur est très forte.

Le Protocole de Montréal prévoit que le R22 soit retiré du marché à moyen terme.

Le protocole 2037/2000 de l'UE prévoit l'interdiction des HCFC depuis janvier 2010.

31.6 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.

31.6.1 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 très attentive. En particulier, ils comportent souvent des systèmes de chauffage à carter d'huile pour évaporer les gaz dissous. En outre, le changement d'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.

1 La surface du piston est usinée avec labyrinthe rainuré formant une succession de goulets d'étranglement pour le passage du gaz

2 Le cylindre est refroidi ou chauffé à l'eau et comporte également des rainures à l'intérieur

3 Le joint est composé d'une série d'anneaux en graphite formant un joint labyrinthe. Les fuites de gaz sur ce joint sont généralement renvoyées vers le côté d'arrivée du compresseur

4 L'élément d'espacement sépare clairement l'espace de compression et l'embellage et empêche la partie de la tige de piston (avec un film moléculaire d'huile) de pénétrer dans le joint

5 Le racleur d'huile empêche l'huile de remonter le long de la tige de piston jusqu'à l'espace neutre et dans le joint

6 La tige du piston est guidée de manière très précise par un coussinet de guidage et une traverse

7 Le coussinet de guidage est lubrifié et refroidi à l'eau

8 La traverse est lubrifiée et refroidie à l'eau

9 L'arbre à vilebrequin est lubrifié

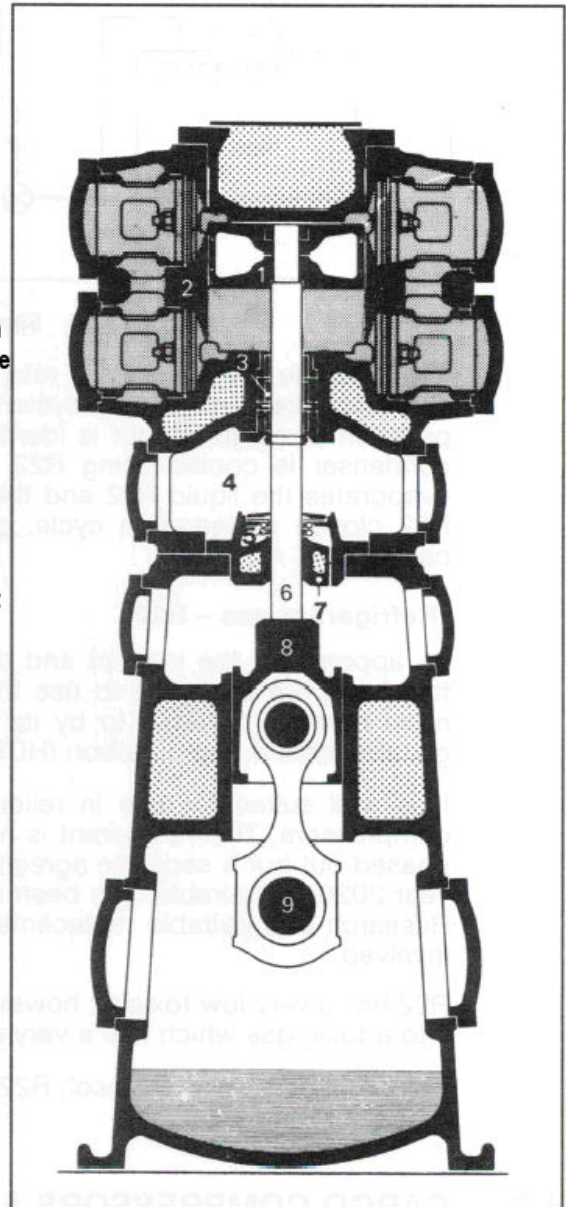


Figure 31.14 - Compresseur sans huile Sulzer

Avec le compresseur sans huile Sulzer présenté en figure 31.14, 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 sont balayés par les vapeurs 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 Sulzer 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 lèves-plaques sont normalement actionnés 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.

Un autre type courant de compresseur à piston sans huile est présenté en figure 31.15. Cette machine est fabriquée par la société Linde. Cel compresseur comporte des segments de piston en PTFE au lieu du piston à labyrinthe des machines Sulzer. L'efficacité volumétrique du modèle comportant les segments en PTFE tend à être plus élevée.

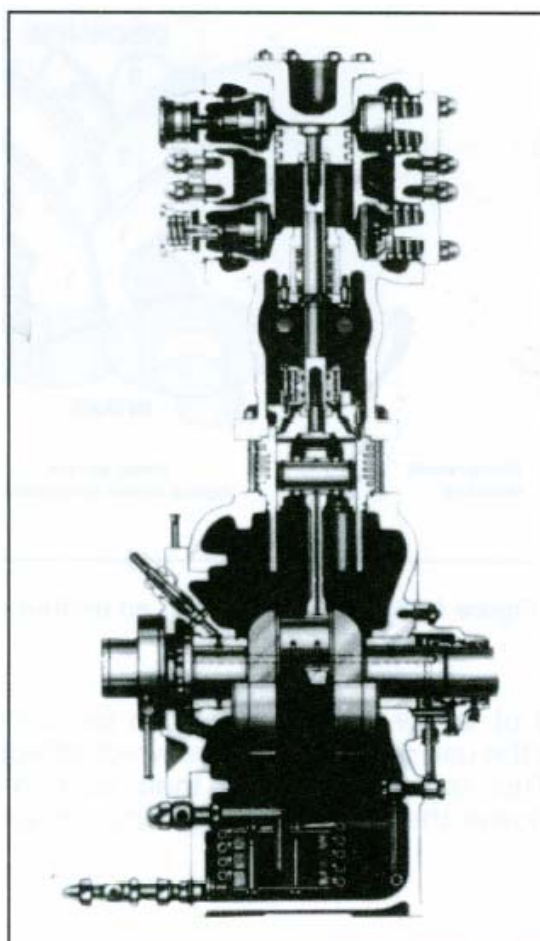


Figure 31.15 - Compresseur sans huile Linde

31.6.2 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 31.16 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 numérotées 1, 2, et 3, sur le schéma, 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 (3.000 tr/min). Un séparateur d'huile situé à l'extrémité de refoulement de la machine sépare l'huile du gaz comprimé.

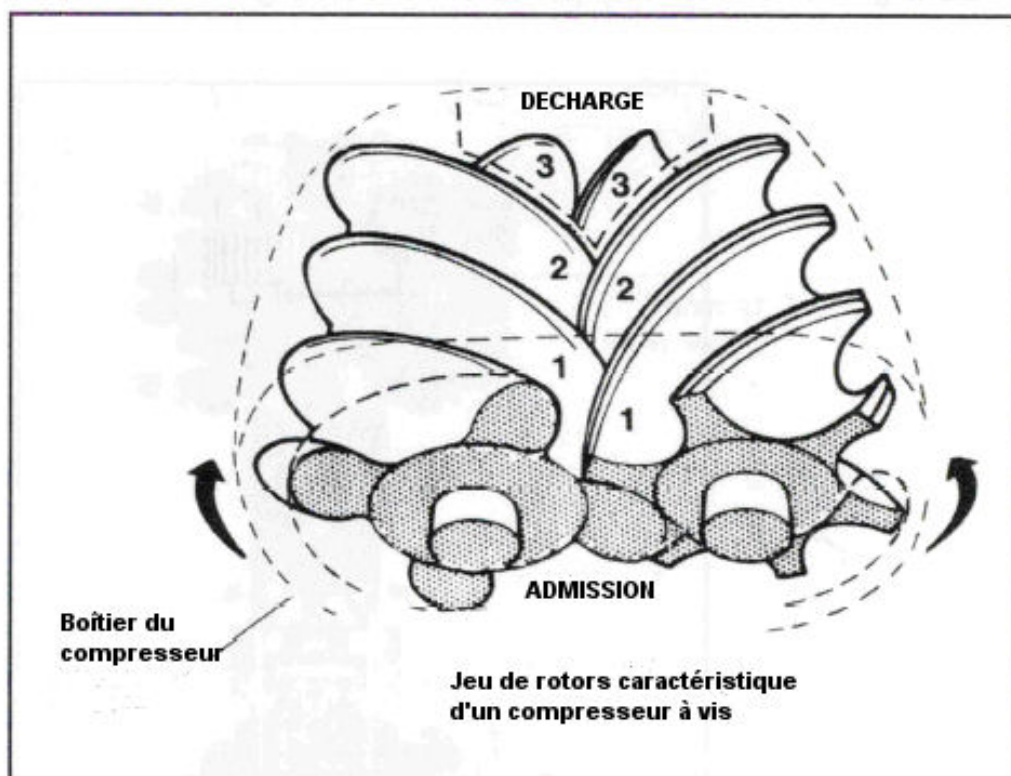


Figure 31.16 - Rotor caractéristique d'un compresseur à vis sans huile

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.

31.6.3 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. Ceci pourrait occasionner des dommages importants aux compresseurs car le liquide est incompressible. C'est pourquoi est généralement installé 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 sur-remplissage, le séparateur est muni de capteurs de haut-niveau qui déclenchent une alarme et le compresseur.

31.6.4 Condenseur de purge des gaz

Beaucoup de systèmes de re-liquéfaction sont équipés d'un échangeur de chaleur monté au-dessus du condenseur de cargaison. Ces unités sont du type enveloppe et tubes. Le rôle de cet échangeur de chaleur est de condenser toute vapeur de cargaison encore mélangée à des gaz incondensables (tels que l'azote). Il est possible que le condenseur principal n'ait pas pu condenser ces vapeurs de cargaison. A titre d'exemple, le propane commercial qui est susceptible de présenter une teneur de 2 % d'éthane dans le liquide peut présenter une teneur de 14 % d'éthane dans la vapeur, l'éthane étant le composant le plus volatil. A bord d'un bateau-citerne transportant du GPL semi-pressurisé, la présence d'éthane peut occasionner des difficultés dans un condenseur normal refroidi à l'eau de mer.

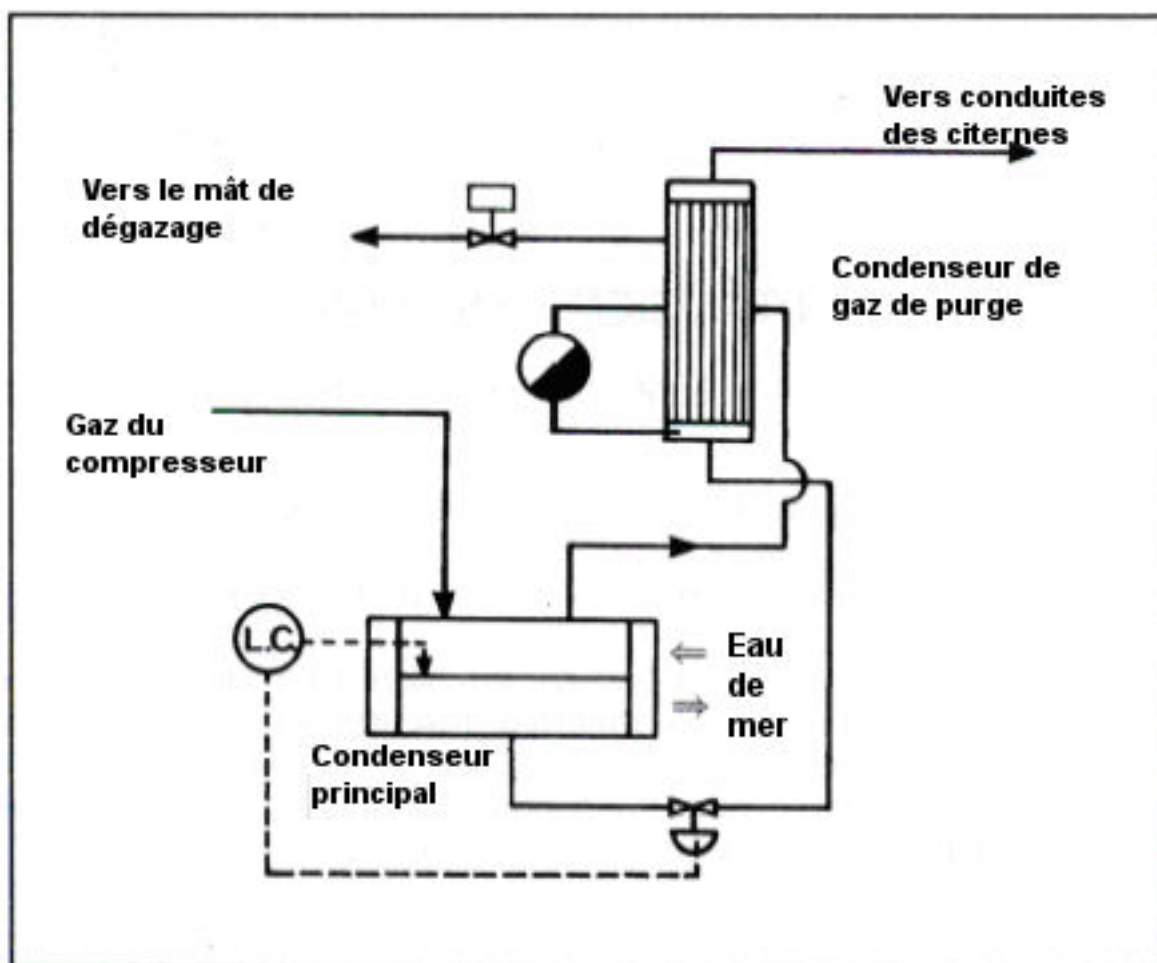


Figure 31.17 - Système caractéristique de condenseur de purge des gaz

La figure 31.17 présente un condenseur caractéristique de purge des gaz. Les gaz non condensés dans le condenseur principal sont déplacés dans l'enveloppe du condenseur de purge. Ils y sont soumis à une pression identique à celle qui règne dans le condenseur principal, mais à une température de condensation inférieure. Celle-ci correspond à la température de sortie du détendeur, la totalité ou une partie du liquide traversant le côté tube du condenseur de purge. Cette température de condensation plus basse permet aux vapeurs de cargaison de se condenser et les gaz incondensables sont purgés par le haut du condenseur de purge des gaz au moyen d'un système de contrôle de la pression.

31.7 Systèmes à gaz inerte et à azote

Comme indiqué dans la section 27.7, les bateaux-citernes transportant du gaz utilisent différents types de gaz inerte, lesquels sont énumérés ci-dessous :

- Gaz inerte produits par des générateurs à combustion ;
- Azote produits par des systèmes de bord et
- Azote pur chargé depuis la terre (depuis une conduite, un camion-citerne ou une barge).

31.7.1 Production d'azote à bord des bateaux-citernes

Le système le plus fréquemment utilisé pour la production d'azote à bord des bateaux-citernes 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 d'environ 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 31.18 présente un tel système.

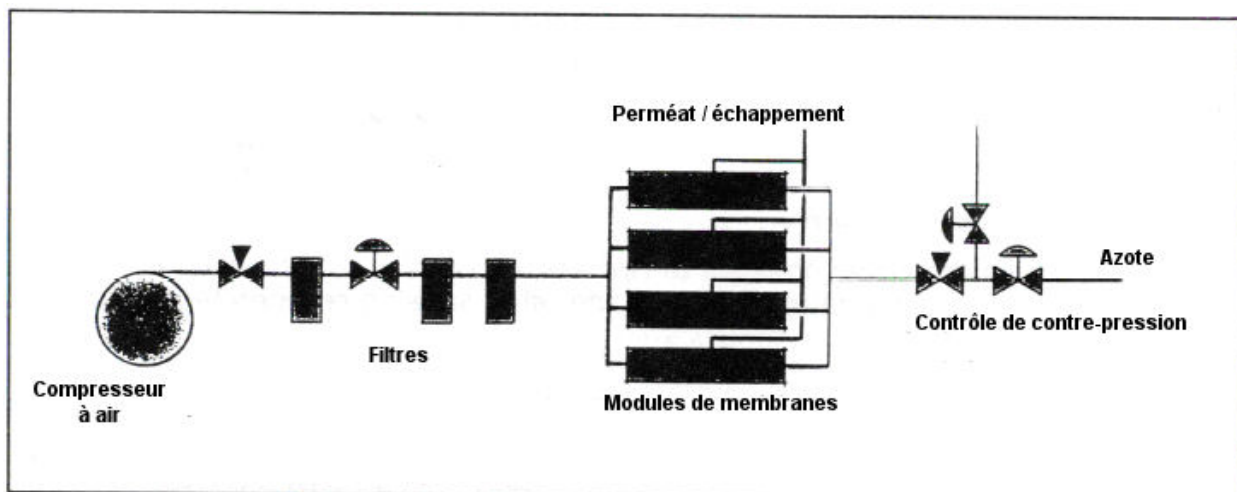


Figure 31.18 - Système à membranes pour la production d'azote

31.7.2 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. S'agissant généralement de livraisons sous forme liquéfiée, un vaporisateur d'azote est nécessaire si l'inertage doit avoir lieu immédiatement.

31.8 Matériel électrique dans les espaces présentant un risque de gaz

Une des classifications de sécurité courantes pour les lieux d'utilisation d'équipement électrique est la suivante:

Zone 0 : Une zone où un mélange inflammable est présent en permanence.

Zone 1 : Une zone où la présence de mélanges inflammables est possible durant les opérations normales.

Zone 2 : Une zone où la présence de mélanges inflammables est peu probable durant les opérations normales.

Les installations électriques à bord des bateaux-citernes transportant du gaz sont soumises aux exigences de la société de classification et des codes de gaz. 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. A 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 conformes à une norme reconnue peuvent être utilisés, ceci s'appliquant à la fois au matériel électrique fixe et portable. Il existe plusieurs types d'appareils électriques certifiés comme convenant 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 réalisé en plaçant une barrière sur l'alimentation électrique comme indiqué dans la figure 31.19. Celle-ci doit être placée en un point sûr. Des barrières Zener sont fréquemment utilisées à cet effet et, dans le circuit représenté, la tension est limitée par les diodes Zener de sorte que le flux maximal de courant vers la zone dangereuse 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 dangereuses. Etant limités à des niveaux d'énergie très faibles, les systèmes à sécurité intrinsèque ne peuvent pas être utilisés dans les circuits à forte tension.

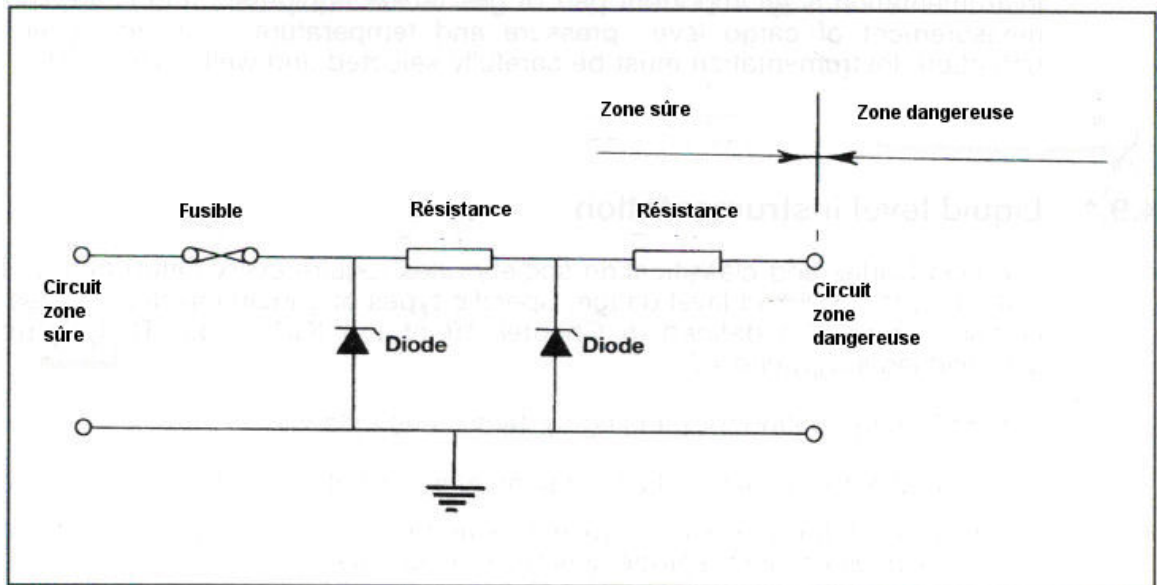


Figure 31.19 - Sécurité intrinsèque à barrières Zener

Équipement antidéflagrant

Une enveloppe antidéflagrante est une enveloppe qui peut résister à la pression développée lors d'une inflammation interne d'un mélange inflammable. En outre, 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.

Par conséquent, 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.

31.9 Instruments

Les instruments sont un élément important de l'équipement des bateaux-citernes transportant du gaz et sont nécessaires pour la mesure du niveau, de la pression et de la température de la cargaison. Les instruments sont également utilisés pour la détection de gaz. Les instruments doivent être soigneusement sélectionnés et bien entretenus.

31.9.1 Instruments de mesure du niveau de liquide

Les codes de gaz et les règles en vigueur 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

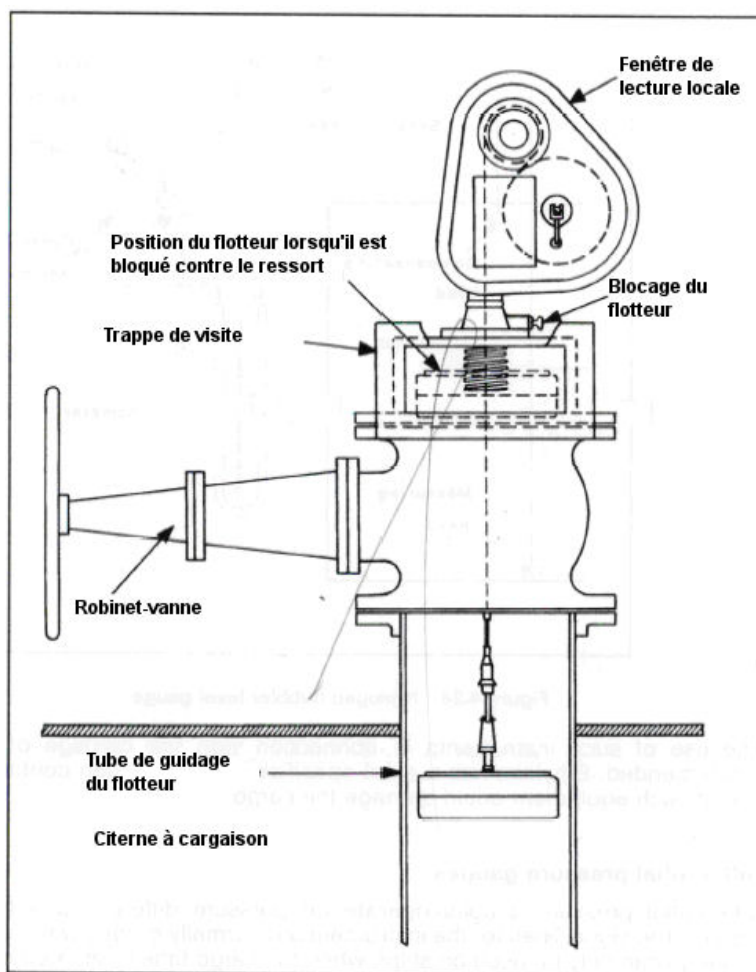


Figure 31.20 - Jauge à flotteur

La jauge à flotteur est très répandue à bord de tous les bateaux-citernes transportant du gaz. Elle se compose d'un flotteur attaché par un ruban à un dispositif indicateur qui peut être configuré pour la lecture sur place et la lecture à distance. La figure 31.20 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 ballonnement 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.

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 gigahertz (11×10^9). Les jauges de niveau de liquide de type radar ont été spécialement mises au point pour les gaz liquéfiés et pour une utilisation à bord des bateaux-citernes transportant du gaz. Cet instrument fournit des mesures d'une précision appropriée pour répondre aux exigences de l'industrie.

Les instruments ci-dessus 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.

31.9.2 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 sur-remplissage - 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. (Des indications plus détaillées relatives aux sautes de pression figurent aux sections 31.1.3 et 16.10).

31.9.3 Surveillance de la température et de la pression

Les codes de gaz en vigueur devraient exiger une surveillance de la pression dans l'intégralité du système de la cargaison. Les emplacements appropriés à cet effet comprennent les citernes à cargaison, les conduites de refoulement de la pompe et du compresseur et les points d'intercommunication de liquides et de vapeurs. En outre, des manocapteurs sont montés sur différents systèmes pour protéger le personnel et l'équipement par le déclenchement d'alarmes et de systèmes d'arrêt du fonctionnement.

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.

Chapitre 32

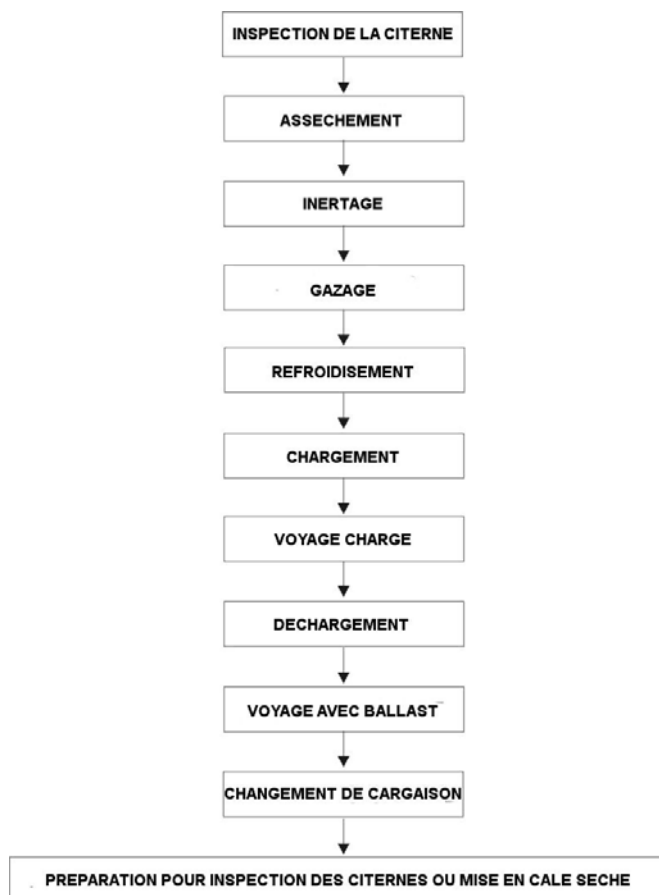
OPÉRATIONS À BORD

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. En outre, des procédures écrites doivent 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 décrites dans le présent chapitre 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.



32.2 Inspection, assèchement et inertage des citernes

32.2.1 Inspection de la citerne

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. En outre, toute eau doit 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 débuter.

32.2.2 Assèchement

L'assèchement du système de manutention de cargaison de tout bateau-citerne réfrigéré est une mesure indispensable avant le chargement. Cela signifie que la vapeur d'eau et l'eau doivent être entièrement retirées du système. Si tel n'est pas le cas, l'humidité résiduelle peut causer des problèmes en raison de la formation de glace et hydrates dans le système de cargaison. (Les raisons sont claires si on considère que la quantité d'eau de condensation produite lors du refroidissement de 30 °C à 0 °C d'une citerne de 1000 m³ contenant de l'air à la pression atmosphérique et présentant un taux d'humidité de 100 % serait de 25 litres.)

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 suite à la formation de glace ou d'hydrates peut souvent se traduire par un assèchement incomplet du système. Bien que l'ajout d'antigel soit possible pour abaisser la température de gel à l'aspiration des pompes de fond, une telle procédure ne doit pas se substituer à un assèchement complet. (L'antigel n'est utilisé que pour les cargaisons jusqu'à - 48 °C ; du propanol est utilisé comme dégivrant jusqu'à - 108 °C, mais en dessous de cette température aucun dégivrant n'est efficace.) L'assèchement de l'atmosphère des citernes peut être réalisé de plusieurs manières. Celles-ci sont décrites ci-dessous.

Séchage par gaz inerte produit à terre

L'assèchement peut être effectué dans le cadre de la procédure d'inertage lorsque du gaz inerte est fourni depuis la terre (voir la section 31.7), ce qui est désormais courant. Cette méthode présente l'avantage à la fois d'abaisser le taux d'humidité dans l'atmosphère des citernes jusqu'au point de rosée requis et d'abaisser la teneur en oxygène. Un inconvénient de cette première méthode et de la deuxième méthode décrite ci-après est que la quantité de gaz inerte nécessaire sera plus importante que s'il s'agissait uniquement de réduire la teneur en oxygène jusqu'à une valeur donnée.

Pour les citernes pressurisées, la procédure doit inclure un essai d'étanchéité avec une certaine surpression.

Séchage par gaz inerte produit à bord du bateau-citerne

L'assèchement peut également être assuré en même temps que l'opération d'inertage lors de l'utilisation du générateur de gaz inerte du bateau-citerne, mais l'élimination satisfaisante de la vapeur d'eau dépend de la spécification du système à gaz inerte. Dans ce cas, le générateur doit présenter une capacité appropriée et le gaz inerte doit être d'une qualité adéquate. Or, les spécifications nécessaires ne sont pas toujours assurées par la conception de cet équipement. Le générateur de gaz inerte du bateau-citerne comporte parfois un dispositif réfrigéré d'assèchement et un dispositif réfrigéré d'adsorption qui, utilisés ensemble, peuvent réduire les points de rosée à la pression atmosphérique à - 45 °C ou moins.

Un générateur d'azote de bord est beaucoup plus efficace.

Systemes embarqués de séchage à l'air

Une alternative à l'assèchement au moyen de gaz inerte est d'utiliser un système d'assèchement d'air installé à bord. Le principe de fonctionnement est illustré à la figure 32.1. Avec cette méthode, l'air est aspiré de la citerne à cargaison par un compresseur ou fourni par la soufflante à gaz inerte du bateau (sans combustion) et traverse un système d'assèchement réfrigéré. Le système d'assèchement est généralement refroidi par le fluide frigorigène R22. L'air est alors refroidi et la vapeur d'eau est condensée puis évacuée. L'air qui sort du système d'assèchement est ainsi saturé à un point de rosée plus bas. Une réduction supplémentaire du point de rosée peut être obtenue par un système d'assèchement supplémentaire à gel de silice installé en aval. Par la suite, l'air peut être ramené à la température ambiante au moyen d'un réchauffeur d'air et restitué à la citerne. Ce processus est répété pour toutes les citernes (et les conduites) du bateau jusqu'à ce que le point de rosée de l'atmosphère dans les citernes soit conforme aux conditions requises pour le transport.

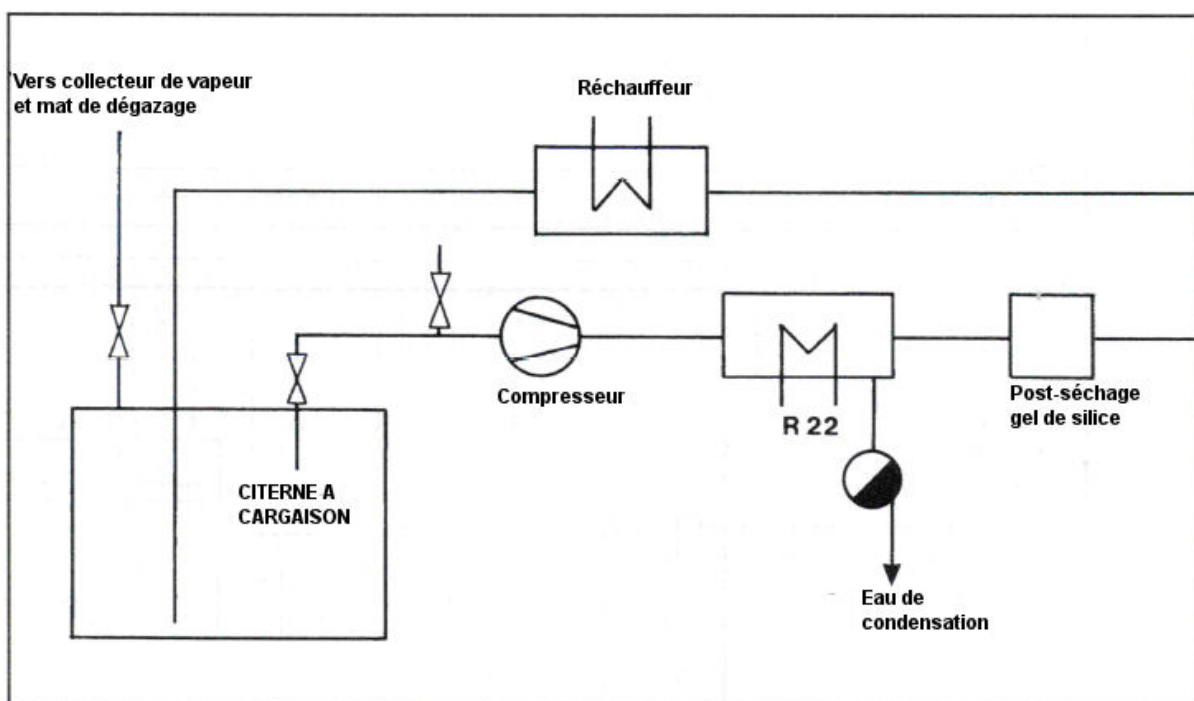


Figure 32.1 – Assèchement de l'air - cycle de fonctionnement

32.2.3 Inertage - avant le chargement

L'inertage des citernes, des machines et des conduites à cargaison est principalement effectué pour assurer un état de non-inflammable au cours des opérations ultérieures de balayage aux vapeurs de cargaison. A cet effet, la concentration en oxygène doit être réduite de 20,9 % à un maximum de 5 % en volume, des valeurs encore inférieures étant souvent privilégiées - voir le tableau 27.3 (b).

Toutefois, 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 la vapeur qui pénètre dans la citerne. 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).

Deux procédures peuvent être utilisées pour l'inertage des citernes à cargaison : le déplacement ou la dilution. Ces procédures sont décrites ci-dessous.

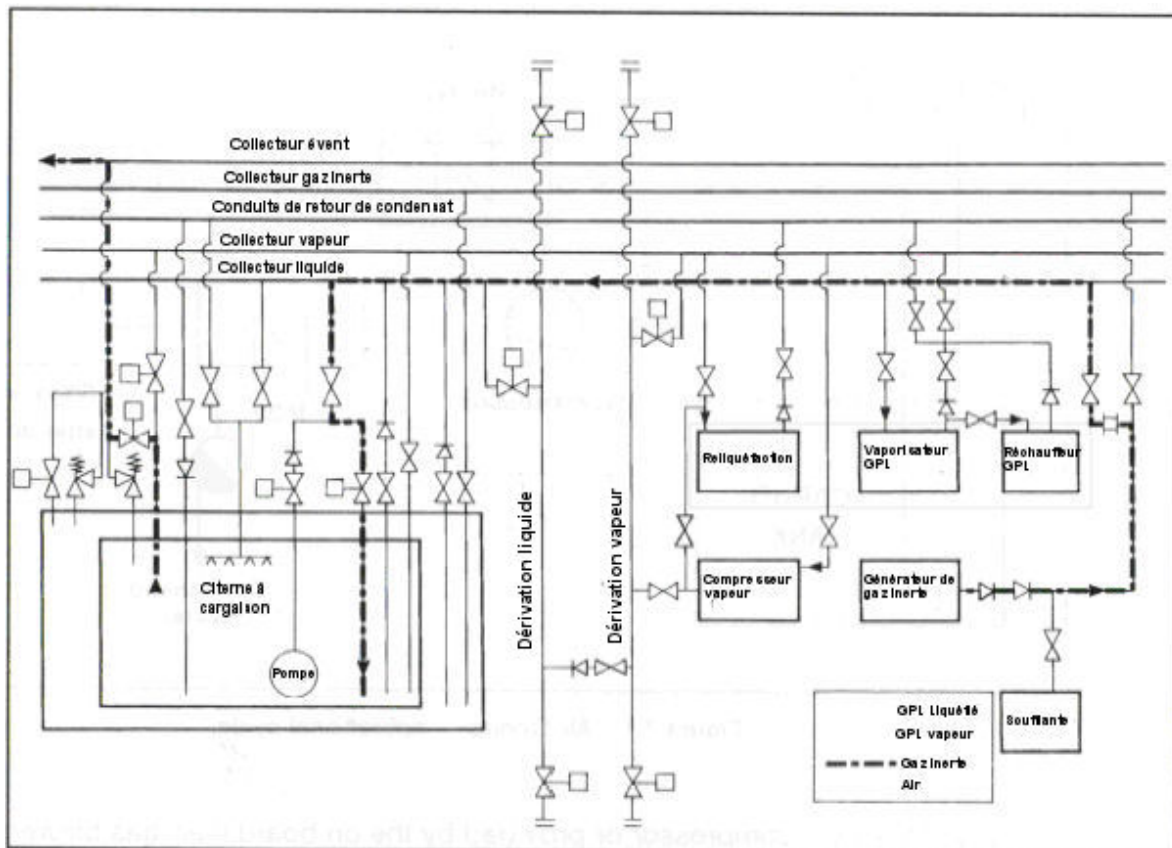


Figure 32.2 - Inertage des citernes à cargaison par la méthode de déplacement

Inertage par déplacement

L'inertage par déplacement, également appelé purge à piston, 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 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 inertes 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 inertes 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 inertes (voir tableau 27.4) ; le gaz inertes produit au moyen d'un générateur à combustion est légèrement plus lourd que l'air tandis que l'azote est légèrement plus léger. 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).

L'inertage par déplacement est une procédure économique car elle utilise 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 sont adaptées à la méthode de 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.

Inertage par dilution

Lorsque l'on procède à l'inertage d'une citerne en appliquant la méthode de dilution, le gaz inerte entrant se mélange au gaz déjà présent dans la citerne en raison des turbulences. La méthode par dilution peut être mise en œuvre de plusieurs manières qui sont décrites ci-dessous :

Dilution par pressurisations répétées

Dans le cas de citernes de type "C", 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. Ainsi, 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.

Il a été constaté que des résultats plus rapides sont obtenus avec davantage de répétitions à basse pression, suivies d'un nombre inférieur de répétitions à pression plus élevée.

Dilution continue

L'inertage par dilution peut être effectué en processus continu. En fait, il s'agit du seul processus de dilution possible pour les citernes de type "A", qui présentent une faible résistance à la surpression et au vide. Pour un véritable processus de dilution, (par opposition à un processus de déplacement), les emplacements de l'entrée de gaz inerte ou l'efflux de la citerne sont relativement peu importants, à condition qu'un bon mélange puisse être assuré. Par conséquent, il est généralement jugé approprié d'introduire le gaz inerte à haute vitesse à travers les connexions de vapeur et d'évacuer le mélange de gaz par les conduites de chargement basses.

Si plusieurs citernes doivent être inertées, il est possible de réduire le volume total de gaz inerte utilisé et le temps nécessaire pour achever l'intégralité de la procédure en inertant les citernes les unes après les autres en série. Cette procédure inerte aussi les conduites et les équipements durant le processus. (A bord de certains bateaux-citernes, la configuration des conduites de cargaison et de vapeur est susceptible d'empêcher que plus de deux citernes soient reliées en série.) L'augmentation de la résistance au flux due au montage en série va diminuer le débit du gaz inerte par rapport au débit constaté lors de l'inertage individuel des citernes.

Il ressort des indications fournies ci-avant que 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

Les sections ci-avant font apparaître que le gaz inerte peut être utilisé de différentes manières pour assurer l'inertage de citernes à cargaison. Aucune méthode ne peut 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 sur la base de l'expérience. Comme indiqué précédemment, la méthode de l'inertage par déplacement est la meilleure, mais son efficacité dépend de bonne stratification du gaz inerte et de l'air ou des vapeurs à évacuer. A moins que la configuration pour la pénétration du gaz inerte et que les différences de densité des gaz soient appropriées pour la stratification, il peut s'avérer préférable d'opter pour une méthode par dilution. Ceci nécessite une pénétration rapide du gaz inerte pour créer les turbulences dont dépendra l'efficacité de la dilution.

Quelle que soit la méthode utilisée, il est important de surveiller de temps à autres 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. Ceci permet d'évaluer l'avancement de l'inertage et de garantir au terme de la procédure que le système de cargaison soit intégralement inerté de manière appropriée.

Bien que les indications ci-dessus concernant l'inertage soient centrées sur l'utilisation d'un générateur de gaz inerte, les mêmes principes s'appliquent lors de l'utilisation d'azote. L'utilisation d'azote peut être exigée lors de la préparation de citernes destinées au transport des 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 des bateaux soient inertées à l'azote avant le chargement d'ammoniac. Tel est le cas bien que la vapeur d'ammoniac ne s'enflamme pas facilement.

Le gaz inerte produit par un générateur à combustion ne doit jamais être utilisé lors de la préparation des citernes devant recevoir une cargaison d'ammoniac. En effet, l'ammoniac réagit avec le dioxyde de carbone contenu dans le gaz inerte et produit des carbamates. Il est par conséquent nécessaire d'obtenir de l'azote depuis la terre, la capacité des générateurs d'azote installés à bord des bateaux étant insuffisante.

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 Balayage à la vapeur de produit

Le balayage à la vapeur de produit est absolument nécessaire si une installation de réfrigération doit être utilisée, ces installations ne pouvant pas gérer les gaz inertes.

Les opérations de balayage à la vapeur de produit sont effectuées à l'aide de cargaison fournie depuis la terre. Certains terminaux disposent d'installations permettant d'effectuer l'opération à quai, mais ces terminaux sont peu nombreux. Ceci est dû au fait que la ventilation de vapeurs d'hydrocarbures à quai peut présenter un risque et fait par conséquent l'objet d'une interdiction par la plupart des terminaux et autorités portuaires.

Pour cette raison, 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 :

- La ventilation à quai est-elle autorisée ? 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 les opérations de balayage à la vapeur de produit à quai, le terminal prendra notamment 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).

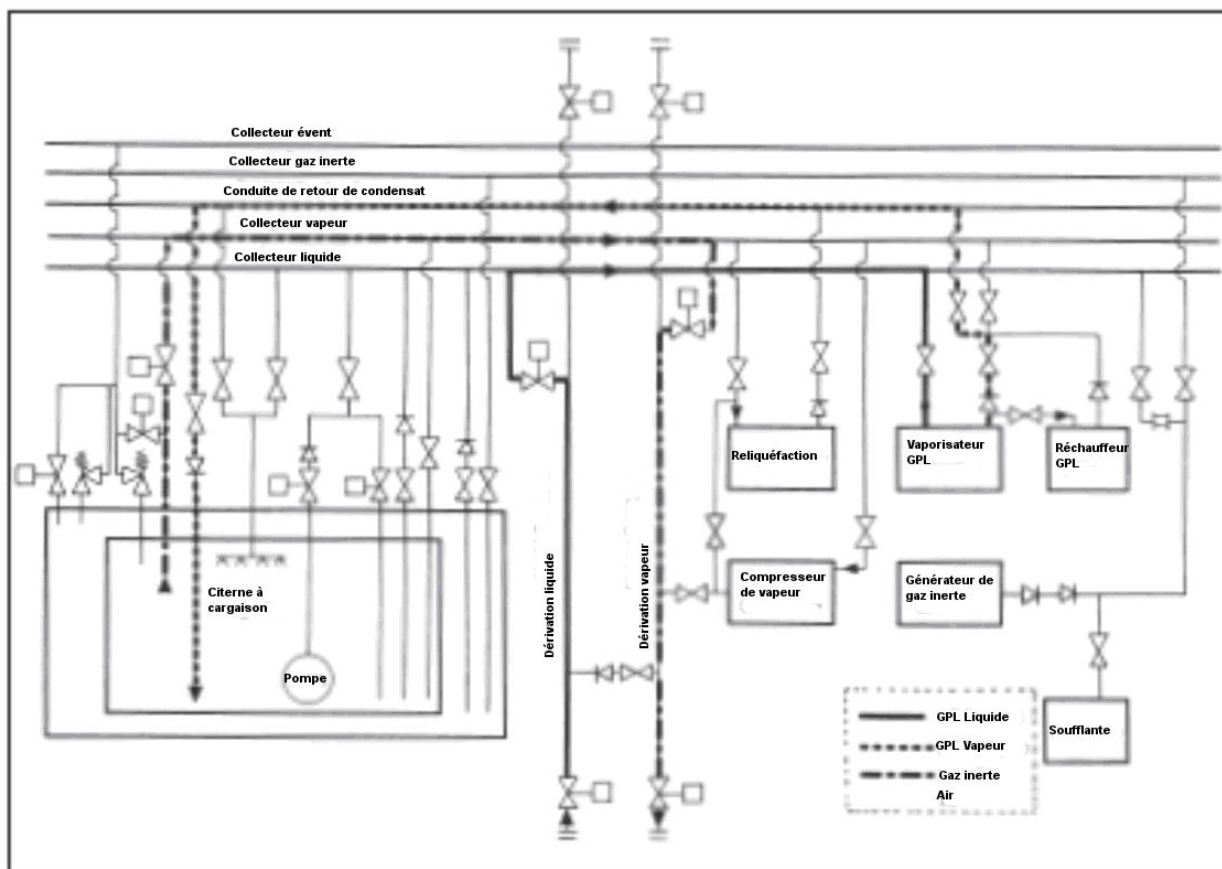


Figure 32.3 (a) – Balayage des citernes à cargaison au moyen d'un liquide fourni à terre

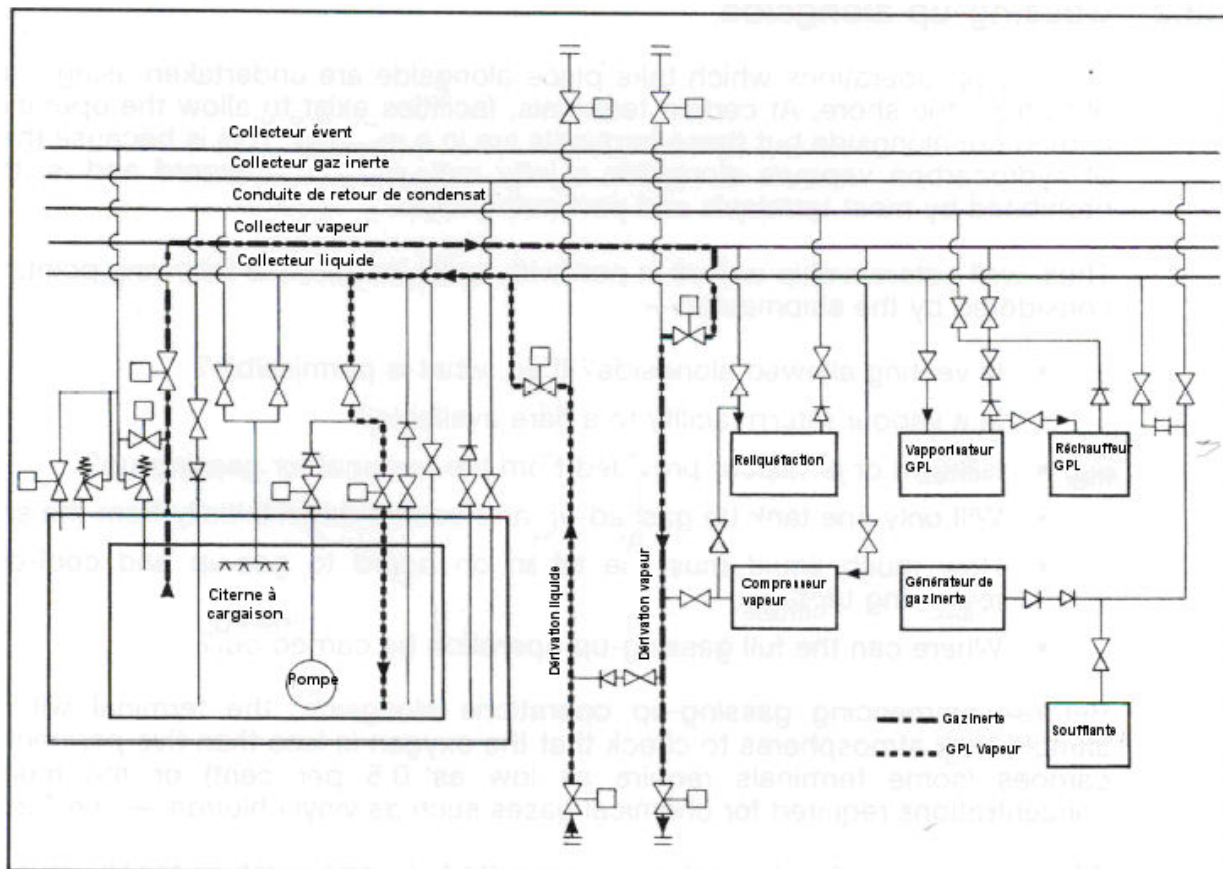


Figure 32.3 (b) - Balayage des citernes à cargaison au moyen de vapeur fournie à terre

Si la ventilation dans l'atmosphère n'est pas autorisée, une installation de retour vapeur doit être fournie et utilisée durant toute l'opération de balayage à la vapeur de produit. Dans ce cas, les compresseurs de cargaison du bateau-citerne ou un ventilateur de vapeur à quai peuvent être utilisés pour traiter les efflux. Certains terminaux, tout en interdisant l'évacuation des vapeurs de cargaison, autorisent le dégagement dans l'atmosphère de gaz inertes. Dans ce cas, si une méthode de balayage par déplacement est utilisée - voir la section 32.2.3 - un retour de vapeur à terre n'est nécessaire qu'à partir du moment où des vapeurs de cargaison sont détectées au mat de dégazage. Ce moment peut être considérablement retardé si les citernes sont balayées à la vapeur de cargaison les unes après les autres en série.

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 passe ensuite dans le vaporisateur du bateau. A défaut, il est possible de laisser le liquide se vaporiser dans les citernes du bateau. 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 32.3(a) et 32.3(b) présentent des opérations caractéristiques de balayage à la vapeur de produit en utilisant respectivement un liquide ou de la vapeur provenant de la terre.

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 évacuées à terre sont brûlées à la torche jusqu'à ce que la qualité de vapeur souhaitée soit atteinte dans les citernes. Le refroidissement peut alors débuter.

Des progrès récents ont été réalisés dans le domaine des systèmes de récupération de vapeur de GPL. De nouveaux systèmes utilisent l'énergie provenant de la vaporisation d'azote liquide pour reliquéfier la vapeur de cargaison provenant du bateau-citerne, que ce soit durant les opérations de balayage à la vapeur de produit ou durant les opérations d'inertage, (voir la section 32.9.3), évitant ainsi toute dispersion de gaz d'hydrocarbures. Cette unité montée sur châssis mobile est alimentée en azote liquide par un poids-lourd. Elle vaporise l'azote ensuite envoyé dans la citerne et, simultanément, reliquéfie la vapeur de cargaison récupérée en vue de son stockage pour un usage ultérieur.

32.4 Refroidissement

Refroidissement – bateau-citerne réfrigéré

Le refroidissement est nécessaire pour éviter les pressions excessives dans les citernes (dues à l'évaporation éclair) au cours du chargement en vrac. Ce refroidissement consiste à pulvériser une cargaison liquide dans une citerne à un faible débit. Plus la température de transport de la cargaison est basse, plus la procédure de refroidissement est importante.

Avant le chargement d'une cargaison réfrigérée, les citernes à cargaison doivent être refroidies lentement afin de réduire autant que possible les contraintes thermiques. La vitesse à laquelle une citerne à cargaison peut être refroidie sans provoquer de fortes contraintes thermiques dépend de la conception du système de confinement et elle est généralement de 10 °C par heure. Il convient de toujours consulter le manuel relatif aux opérations du bateau-citerne afin de déterminer la vitesse admissible de refroidissement.

La procédure normale de refroidissement est la suivante : du liquide d'une cargaison provenant de la terre (ou stockée sur le pont) est introduit progressivement dans les citernes, soit par des conduites de pulvérisation si celles-ci sont prévues à cet effet, soit par les conduites de chargement. Les vapeurs résultant de l'évaporation rapide qui se produit peuvent être dégagées à terre ou être gérées au moyen de l'installation de reliquéfaction du bateau. Du liquide supplémentaire est ensuite introduit à un débit qui dépend des pressions et des températures de la citerne. Si la vapeur d'évaporation est traitée au moyen de l'installation de reliquéfaction du bateau-citerne, des difficultés peuvent survenir en présence d'incondensables tels que l'azote du gaz inerte qui subsiste. La température de refoulement du compresseur doit faire l'objet d'une surveillance attentive et les gaz *incondensables* doivent être évacués par le haut du condensateur si nécessaire (voir la section 32.6).

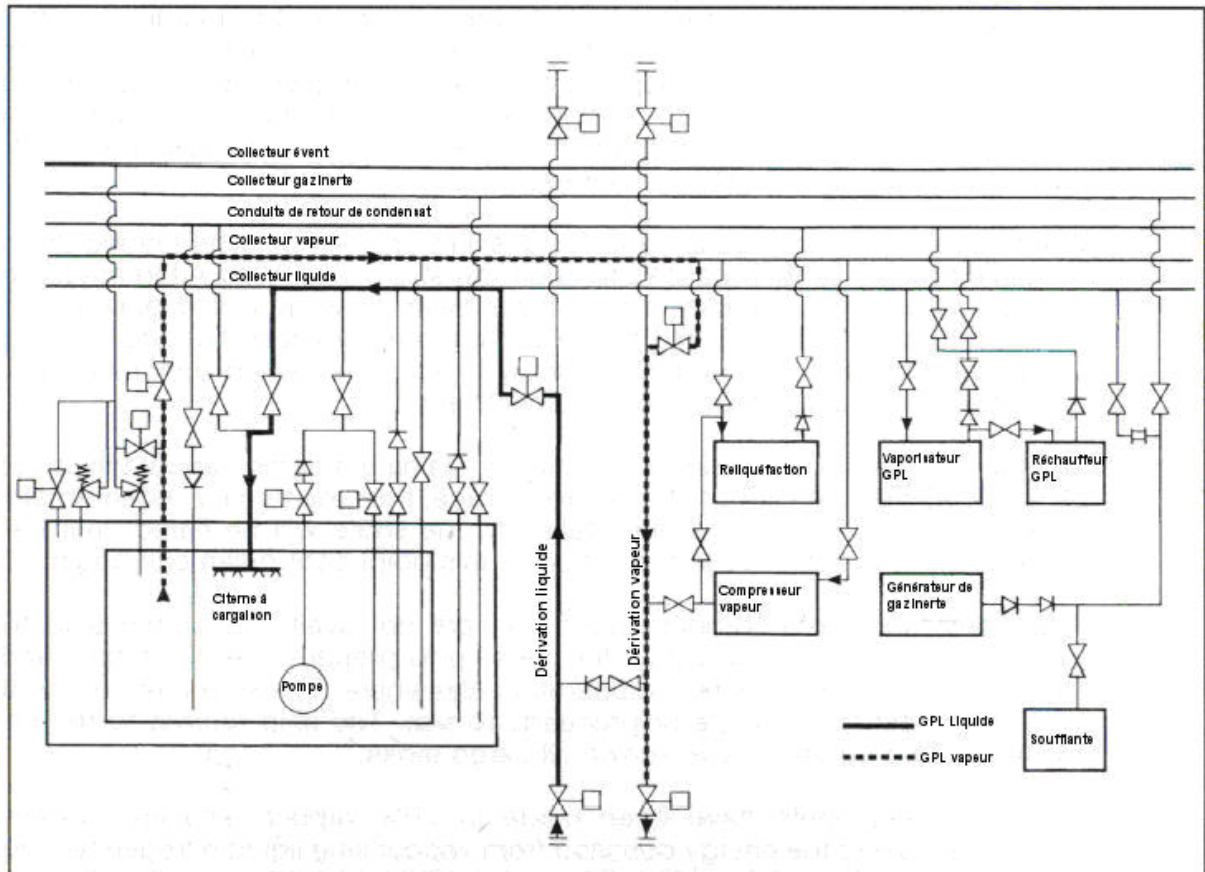


Figure 32.4 - Refroidissement d'une citerne à cargaison
au moyen de liquide fourni à terre : restitution de la vapeur à terre

Au fur et à mesure que le système de confinement de la cargaison se refroidit, la contraction thermique de la citerne ainsi que la chute de la température environnante tendent à provoquer une chute de pression dans la cale et les espaces inter-barrières. Normalement, les systèmes de contrôle de la pression pour l'alimentation en air ou en gaz inerte maintiendront ces espaces à des pressions appropriées, mais les instruments correspondants doivent être surveillés pendant le processus de refroidissement.

Le refroidissement doit se poursuivre jusqu'à ce que l'évaporation diminue et que du liquide commence à se former dans le fond des citernes à cargaison. Ceci peut être constaté au moyen de capteurs de température. A ce stade, par exemple pour de l'ammoniac entièrement réfrigéré, la flaque de liquide ainsi formée aura une température d'environ $-34\text{ }^{\circ}\text{C}$, tandis que la partie supérieure de la citerne sera encore susceptible d'être à $-14\text{ }^{\circ}\text{C}$. La différence de température est alors de $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. La différence de température réelle dépend des dimensions de la citerne de cargaison et de l'emplacement des buses de pulvérisation.

Les difficultés susceptibles de survenir durant le refroidissement peuvent résulter d'un balayage à la vapeur de produit qui était insuffisant (il subsiste trop de gaz inerte) ou d'un assèchement insuffisant. Dans ce dernier cas, de la glace ou des hydrates peuvent se former et obstruer les vannes et l'arbre de la pompe. De l'antigel peut alors être ajouté à condition que ceci n'affecte pas la qualité de la cargaison et que cette adjonction ne risque pas d'endommager l'isolation électrique d'une pompe à cargaison immergée. Une rotation manuelle des arbres des pompes de fond doit être assurée fréquemment durant toute la procédure de refroidissement afin d'éviter le gel des pompes.

Une fois que les citernes à cargaison ont été refroidies il convient de refroidir aussi les conduites et l'équipement de cargaison. La figure 32.4 présente la configuration des conduites pour le refroidissement de la citerne avec l'utilisation de liquide mis à disposition à terre.

Refroidissement – bateau-citerne semi pressurisé

La plupart des bateaux semi pressurisés possèdent des citernes à cargaison réalisées dans des aciers convenant pour la température minimale de cargaisons entièrement réfrigérées. Il convient toutefois de prendre des précautions pour éviter de soumettre l'acier à des températures plus basses. Il est nécessaire de maintenir une pression à l'intérieur de la citerne qui soit au moins égale à la pression de vapeur saturante correspondant à la température minimum autorisée de l'acier. Ceci est possible en passant le liquide à travers le vaporisateur de cargaison et en introduisant de la vapeur dans la citerne au moyen du compresseur à cargaison. A défaut, la vapeur peut être fournie depuis la terre.

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.
- Equipement de reliqufaction.
- Systèmes de détection de gaz.
- Alarmes et contrôles, et
- Débit 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 27.8). 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 est totalement indépendant du système de cargaison. Par conséquent, 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.

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 structurales 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 la cargaison est considérée comme étant un liquide de même masse que la vapeur. Ainsi, la poussée aérostique des espaces de vapeur de 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 indications fournissent au personnel 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 de navigation dans le respect des codes de gaz, les conditions de stabilité doivent être telles que, en cas de dommages spécifiés, le bateau-citerne satisfera à certaines exigences de flottabilité. Il est donc essentiel que toutes les recommandations pertinentes concernant le remplissage des citernes à cargaison soient observées.

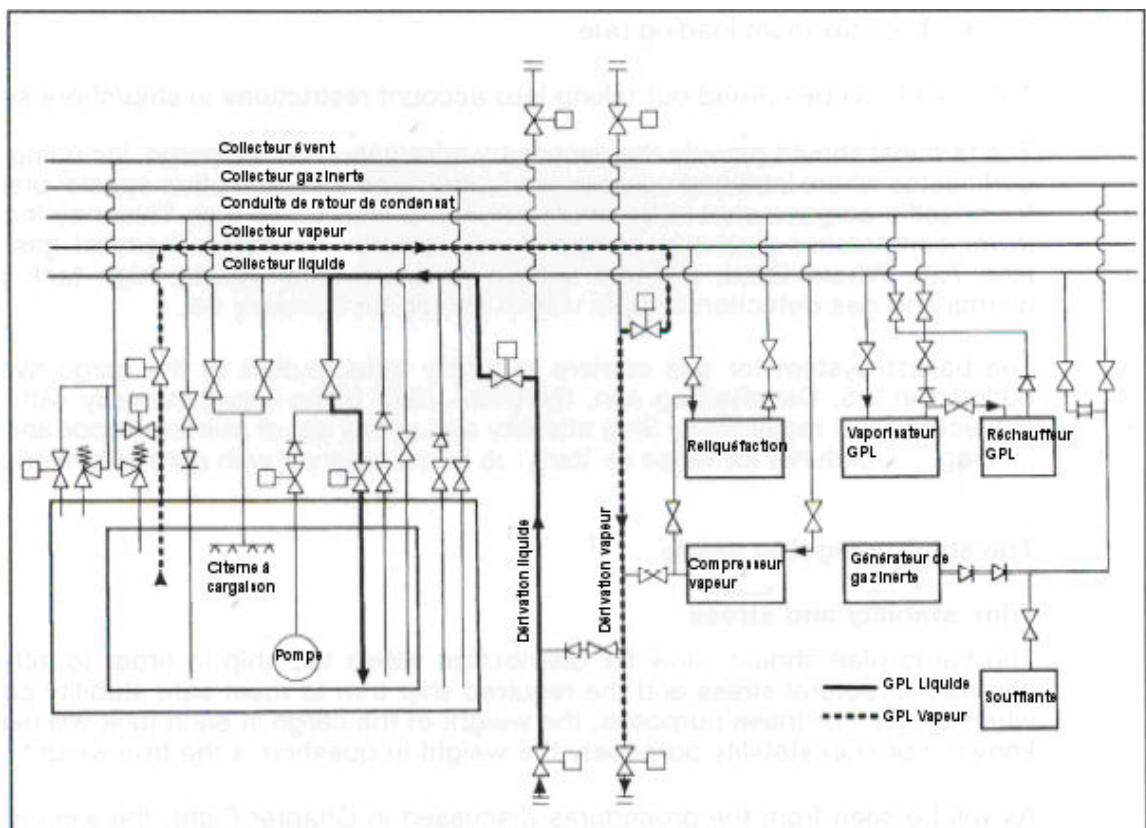


Figure 32.5 - Chargement avec retour de vapeur

32.5.2 Contrôle des vapeurs durant le chargement

Le contrôle des vapeurs de cargaison durant le chargement peut être effectué en utilisant :

- Une conduite de retour de vapeur à la terre couplée à un compresseur de gaz.
- L'installation de reliquéfaction du bateau-citerne pour renvoyer le liquide dans les citernes du bateau, ou
- Les deux méthodes ci-dessus.

Lors d'un chargement avec utilisation d'une conduite de retour de vapeur, le débit de chargement est indépendant de la capacité de l'installation de reliquéfaction du bateau et il est régi par :

- Le débit acceptable pour le bateau-citerne et le terminal, et
- La capacité du compresseur de vapeur de cargaison.

Pour les transporteurs de GPL entièrement réfrigéré ou semi-pressurisé, une conduite de retour de vapeur est normalement reliée au collecteur de vapeur de la citerne, mais tel est généralement le cas pour assurer un dégagement de sécurité. La pratique normale de chargement de ces bateaux-citernes est d'effectuer le chargement au moyen du collecteur de liquide, de retirer l'excédent de vapeur par le collecteur de vapeur, de faire fonctionner le système de reliquéfaction et de renvoyer le liquide dans la citerne du bateau par la conduite de retour du condensat.

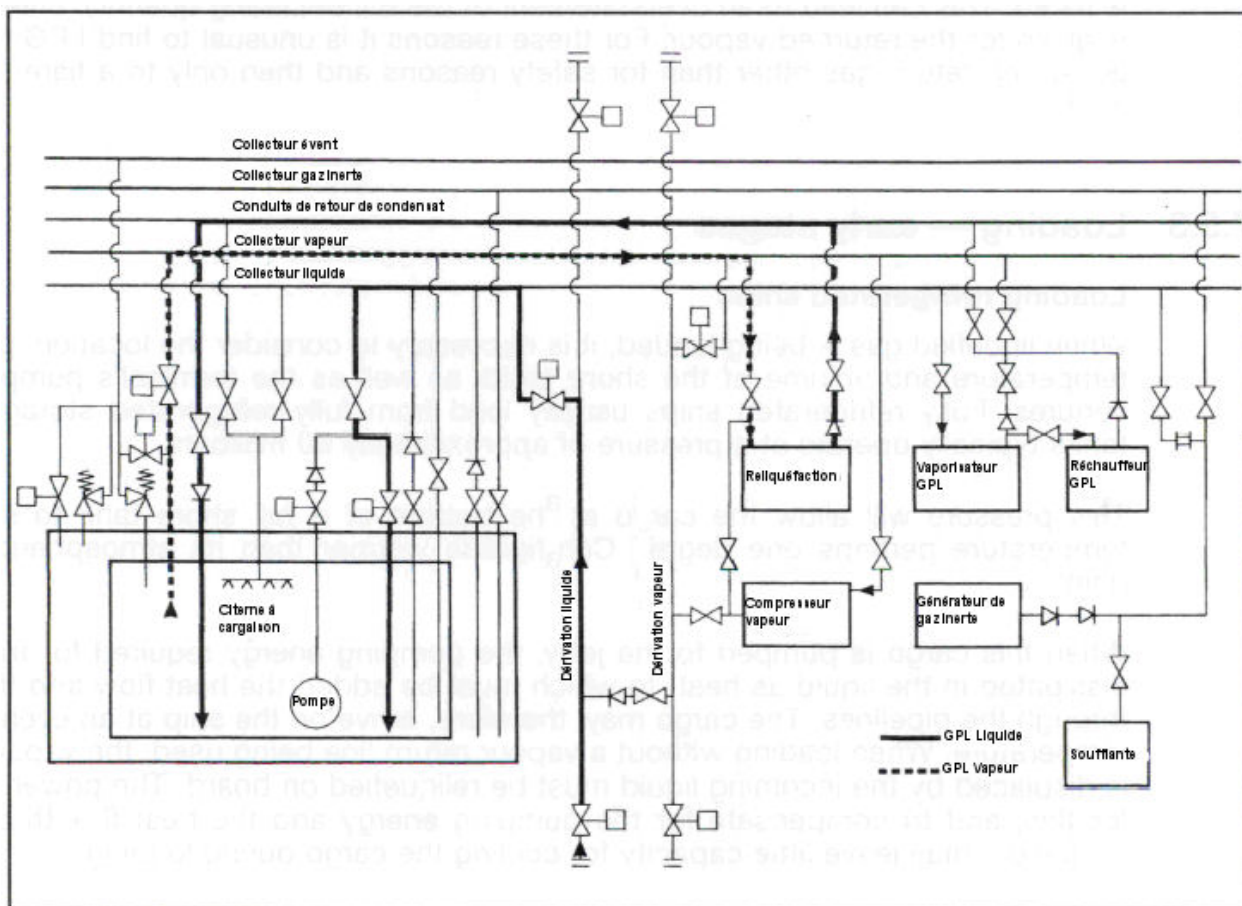


Figure 32.6 - Chargement sans retour de vapeur

Cette opération contrôle l'évaporation de la cargaison et garantit que les limites de pression de la citerne ne soient pas dépassées. La configuration des conduites est présentée à la figure 32.6. L'utilisation d'une installation de reliquéfaction dans le système peut impliquer que les débits de chargement seront limités par la capacité du système de reliquéfaction. Dans ce contexte, la conduite de retour de vapeur tient lieu de dispositif de sécurité ; si la pression dans la citerne devient excessive, la soupape du collecteur de vapeur du bateau-citerne peut être ouverte pour remédier à la situation. (Pour les transporteurs de GPL sous pression, le système doit être similaire à celui décrit dans la présente section, avec un retour de vapeur installé pour assurer la sécurité. Toutefois, ces bateaux-citernes ne sont pas équipés d'un système de reliquéfaction, car le chargement est habituellement effectué au moyen de pompes à terre produisant une pression suffisante pour permettre à la vapeur dans les citernes de cargaison de se condenser de manière continue et de revenir ainsi à l'état de liquide en vrac.)

Lorsqu'un terminal possède des installations de stockage réfrigérées, la capacité de reliquéfaction du terminal est généralement supérieure à celle disponible à bord du bateau-citerne. Par conséquent, si un retour de vapeur GPL est utilisé, les débits de chargement peuvent être plus élevés que ceux décrits dans la section précédente. Toutefois, bien qu'ils présentent des avantages, de tels systèmes sont relativement rares pour le GPL.

Un problème connu dans le commerce de GPL en liaison avec l'utilisation de systèmes de retour de vapeur est que les terminaux soient susceptibles de formuler des réserves quant à la qualité de la vapeur renvoyée à terre. Tel est plus particulièrement le cas lors des premiers stades 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 aussi de fournir des garanties concernant la vapeur renvoyée à terre, 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 réfrigérés

Lorsque du gaz liquéfié est en cours de chargement, il est nécessaire de prendre en considération l'emplacement, la pression, la température et le volume des citernes à terre ainsi que les procédures de pompage du terminal. Les bateaux-citernes entièrement réfrigérés chargent généralement à partir d'une installation de stockage entièrement réfrigérée où les citernes présentent généralement une pression d'environ 60 millibars. Cette pression permet au liquide au fond d'une citerne remplie installée à terre de conserver une température supérieure d'environ un degré centigrade à son point d'ébullition atmosphérique.

Lorsque la cargaison est pompée vers le quai, l'énergie de pompage nécessaire pour le transfert est dissipée dans le liquide sous forme de chaleur, à laquelle s'ajoute le flux de chaleur dans le liquide qui est généré dans les conduites. La cargaison est par conséquent susceptible de parvenir à bord du bateau-citerne à une température encore plus élevée. Lors du chargement sans recours à une conduite de retour de vapeur, la vapeur déplacée par le liquide entrant doit être reliquéfiée à bord. La puissance nécessaire à cet effet ainsi que pour la compensation de l'énergie de pompage et du flux de chaleur à travers l'isolant sont susceptibles de ne laisser qu'une faible capacité restante pour le refroidissement de la cargaison durant le chargement.

Par conséquent, compte tenu des indications figurant dans les sections précédentes, les premières phases du chargement peuvent être délicates, notamment si des distances importantes séparent la citerne de stockage et le quai. Les pressions de la citerne du bateau doivent être régulièrement contrôlées et les soupapes de dégagement ne doivent en aucun cas s'ouvrir. Les débits de chargement doivent être réduits, et le chargement doit être arrêté si nécessaire lorsque les difficultés sont rencontrées pour maintenir des pressions acceptables dans la citerne. Si, dans certains ports situés dans des pays à climat chaud, le terminal comporte de longues conduites, ceci peut être difficile à surmonter. Dans ces circonstances, l'arrêt du chargement de la cargaison permettrait au contenu des conduites de se réchauffer encore davantage. Dans de tels ports, les flux de cargaison doivent par conséquent être maintenus aussi longtemps que ceci est jugé sûr, jusqu'à ce que du produit froid puisse parvenir à bord et fera baisser les pressions dans les citernes.

Une hausse de pression dans la citerne du bateau, lorsqu'elle survient au cours des premières phases du chargement, peut également être contrôlée dans une certaine mesure par le déversement dans la citerne à cargaison de quantités limitées de liquide en utilisant la méthode de l'aspersion par le haut, si l'équipement nécessaire à cet effet est disponible. Ceci contribue à faire se condenser une partie des vapeurs de cargaison.

Chargement de bateaux-citernes pressurisés

Lorsque les bateaux-citernes pressurisés arrivent à un terminal de chargement, leurs citernes à cargaison sont normalement à la pression atmosphérique. Tout d'abord, le bateau-citerne demande de la vapeur fournie depuis la terre pour éliminer des citernes tout l'azote résiduel et les contaminants. Ceci permet également d'équilibrer les pressions des citernes à bord et à terre. 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, au fur et à mesure que le liquide est chargé, un refroidissement instantané est susceptible de se produire et il est important de veiller à ce qu'à aucun moment les températures de la citerne ou d'une conduite ne puissent descendre 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. Or, lorsqu'il est stocké à l'état entièrement réfrigéré, le GPL est maintenu aux températures indiquées dans le tableau 27.5. Par conséquent, certaines cargaisons réfrigérées nécessitent d'être considérablement réchauffées avant le chargement de tels bateaux-citernes. 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.

Il va de soi que, à bord d'un bateau-citerne sous pression, après le chargement d'une cargaison à environ 0 °C, cette cargaison peut continuer de se réchauffer durant le voyage en fonction des conditions ambiantes. Les codes de gaz stipulent que la quantité de cargaison chargée doit être adaptée pour garantir qu'à la température maximale susceptible d'être atteinte durant le voyage le degré de remplissage de la citerne ne dépasse jamais 98 %. Ceci signifie que, lors des concertations préalables au chargement, les niveaux 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.

Chargement de bateaux-citernes semi-pressurisés depuis un stockage réfrigéré

Les citernes à cargaison des bateaux-citernes semi-pressurisés sont généralement construites en feuillards pour basses températures capables de recevoir du propane entièrement réfrigéré à des températures comprises entre - 40 °C et - 50 °C – voire de l'éthylène à - 104 °C. Les cargaisons réfrigérées peuvent ainsi être chargées directement à bord de ces bateaux-citernes sans réchauffage. En outre, ces bateaux-citernes peuvent généralement maintenir ces températures de pleine réfrigération durant le voyage et tel est souvent le cas afin de gagner davantage d'espace et de pouvoir charger ainsi une masse supérieure de cargaison. La pression de la citerne doit toutefois toujours être maintenue légèrement au-dessus de la pression atmosphérique. Les températures des produits sous-refroidis et sous vide peuvent atteindre des niveaux nettement inférieurs à ce qui est acceptable pour le matériau dont est constituée la citerne. Toutefois, lorsqu'un déchargement vers des points de stockage pressurisés est prévu, ceci nécessite que la citerne possède un équipement approprié pour réchauffer la cargaison. A bord des bateaux-citernes semi-pressurisés, on laisse parfois la cargaison se réchauffer au cours du voyage et, dans ce cas s'applique une procédure similaire à celle décrite pour les bateaux-citernes entièrement pressurisés.

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. Ceci comprend généralement les éléments suivants :

- Citerne à terre.
- Pompe à cargaison.
- Pompe à surpression.
- Appareil de réchauffage de la cargaison.
- Bras de chargement aux dimensions appropriées.

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 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 également mise en service.

Au début du chargement, la pression dans la citerne du bateau doit être d'au moins 3 bar. Cette pression limite la perte par vaporisation et le sous-refroidissement lorsque les premières quantités de liquide pénètrent dans la citerne. A ce stade, les températures de la cargaison dans la citerne doivent être étroitement surveillées. Une surveillance concrète est également utile, l'observation de 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 chargement doit être interrompu jusqu'à ce que les températures augmentent et que le problème soit résolu.

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 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 (étant plus sensible à la houle qu'un grand bateau-citerne) est susceptible de subir roulis et tangages à quai. Le bras de chargement doit suivre le rythme de ces mouvements rapides, ce qui constitue une situation très différente des situations d'évolution lente (par exemple due aux marées), lesquelles peuvent être gérées par une installation de conception normale. Ici, l'inertie du bras de chargement doit être prise en compte. À l'heure actuelle, ces contraintes dynamiques ne sont pas prises en compte lors de la conception des bras de chargement et les fabricants laissent aux gestionnaires des terminaux le soin de gérer cet aspect dans leurs procédures opérationnelles. Dans de tels cas, une solution possible est d'utiliser un tuyau à cargaison.

32.5.4 Chargement en vrac

En fonction de l'efficacité de l'opération antérieure de balayage à la vapeur de produit, d'importantes quantités de gaz incondensables sont susceptibles d'être présentes dans l'atmosphère des citernes et, sans retour de vapeur à terre, ces incondensables devront être évacués par l'intermédiaire du condenseur de gaz de purge du bateau-citerne (si le bateau en possède un), ou par le haut du condenseur de cargaison. La figure 31.17 présente la configuration d'un condenseur de gaz de purge. Des précautions doivent être prises lors de la ventilation d'incondensables pour limiter le dégagement de vapeurs de cargaison dans l'atmosphère. Pendant que les incondensables sont évacués, la pression du condenseur baisse et la soupape de ventilation doit être progressivement puis totalement fermée.

Les pressions, températures et niveaux de liquide dans les citernes de cargaison ainsi que les pressions dans les espaces inter-barrières doivent faire l'objet d'une étroite surveillance tout au long de l'opération de chargement. La surveillance des niveaux de liquide est susceptible de présenter des difficultés lorsque l'installation de reliquéfaction est en fonctionnement. En effet, le liquide subit alors davantage de turbulences et des bulles de vapeur dans le liquide en augmentent le volume, d'où des résultats erronés lors de l'utilisation des jauges à flotteur. Une surveillance précise du niveau est possible après suppression des turbulences par l'arrêt temporaire de l'aspiration des vapeurs de la citerne.

Vers la fin du chargement, le débit de transfert doit être réduit comme convenu précédemment avec le personnel à terre 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 vers la terre au moyen du compresseur du bateau-citerne. À défaut, ces résidus peuvent être évacués par de l'azote injecté dans le bras de chargement pour évacuer le liquide vers les citernes du bateau. Une fois que le liquide a été évacué et que les conduites ont été dépressurisées, les vannes du collecteur doivent être fermées et le tuyau ou bras de chargement doit être déconnecté de la bride du collecteur.

Avant de procéder à la déconnexion, il est exigé dans de nombreux ports que bras de chargement, le tuyau et les conduites au collecteur soient purgés afin d'en évacuer toute vapeur inflammable.

Les soupapes de décharge de certains bateaux-citernes possèdent un double réglage pour autoriser une pression supérieure dans la citerne durant l'opération de chargement. Si les paramètres de la soupape de décharge sont modifiés par la modification du ressort pilote, la procédure doit être correctement documentée et consignée et le MARVS actuel doit être affiché bien en vue. Les soupapes de décharge doivent être réglées à nouveau avant le départ du bateau-citerne. Lorsque les paramètres de la soupape de décharge sont modifiés, les alarmes de haute pression doivent également être réglées en conséquence.

32.5.5 Limites de remplissage des citernes à cargaison

Les objectifs des limites de remplissage sont les suivantes :

- Utilisation rentable et sûre de la capacité de la citerne.
- Prévention du sur-remplissage des citernes, à cet égard plus de 98 % est considéré comme un sur-remplissage.
- Prévention d'une défaillance de la citerne en cas d'incendie.

L'utilisation de différents réglages des vannes de sécurité doit être évitée autant que possible ou des procédures de sécurité supplémentaires doivent être prises.

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.

Le chapitre 15 (modifié en 1994) du code IGC fixe des orientations de "meilleures pratiques" pour déterminer les limites maximales de remplissage. Ceci inclut la configuration technique et les procédures requises.

Brève description de la réglementation du code IGC :

Les grands coefficients de dilatation thermique des gaz liquéfiés impliquent la nécessité d'exigences concernant les limites maximales admissibles de remplissage des citernes à cargaison afin d'éviter leur sur-remplissage.

Les limites de remplissage sont variables et dépendent : du produit, des conditions de transport et des régions de transport. 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. Température de référence : désigne 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. Limite de remplissage (FL), exprimée en %, désigne le volume maximal admissible de liquide dans une citerne à cargaison par rapport au volume de la citerne lorsque la cargaison liquide a atteint la température de référence.
3. Chargement limite (LL), exprimé 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 autorisée de remplissage établie.

L'administration peut autoriser une limite de remplissage supérieure à la limite de FL = 98 % prévue à la température de référence, en tenant compte de la forme de la citerne, des dispositions des soupapes de sûreté à pression, 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 dans le chapitre 8.2.17 du Code IGC, soient respectées.

La limite maximale de chargement (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

Les limites maximales admissibles de chargement (LL) de chaque citerne à cargaison doivent être indiquées sur une liste approuvée par l'administration pour chacun des produits pouvant être transportés, pour chacune des températures de chargement possibles et pour la température de référence maximale applicable. La liste devrait également comporter les pressions de tarage des soupapes de sûreté à pression. Le conducteur doit conserver en permanence à bord un exemplaire de cette liste.

L'utilisation de la formule ci-dessus nécessite un aménagement particulier du système de ventilation qui est décrit au chapitre 8 du Code de gaz.

De bonnes raisons de sécurité plaident en faveur d'une limitation du creux restant au-dessus de la cargaison. Le concept est très simple. Plus la citerne est remplie, plus la structure de la citerne sera en mesure de résister à des conditions d'incendie. Le contenu de la citerne, lorsqu'il est exposé à un feu, bout à une température constante jusqu'à ce que la majeure partie du liquide ait été évacuée par le système de soupapes de dégagement. 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 la prescription de limites maximales de remplissage mais, en tout état de cause, l'effet de la température sur les gaz liquéfiés ne doit pas être ignoré.

Exemple

Cas 1 (Prescription du code de gaz modifié)

Un bateau entièrement pressurisé charge du propane à 5 °C.

$$LL = FL \frac{\rho R}{\rho L}$$

Température de référence calculée conformément Code de gaz modifié	20 °C
Densité du propane liquide à 20 °C =	500 kg/m ³
Température de chargement =	5 °C
Densité du propane liquide à 5 °C =	522 kg/m ³

$$LL = 98 \times \frac{500}{522} = 93,9 \%$$

Ainsi, la citerne peut être chargée à 93,9 % du volume de la citerne.

Cas 2 (Prescription du code de gaz modifié)

Un bateau entièrement pressurisé charge du propane - 10 °C.

Température de référence calculée conformément Code de gaz modifié	+ 15 °C
Densité du propane liquide à 15 °C =	508 kg/m ³
Température de chargement =	- 10 °C
Densité du propane liquide à - 10 °C =	542 kg/m ³

$$LL = 98 \times \frac{508}{542} = 91,9 \%$$

Ainsi, la citerne peut être chargée à 91,9 % du volume de la citerne.

32.6 Voyage du bâtiment chargé

Contrôle de la température de la cargaison

Pour tous les bateaux-citernes transportant du gaz réfrigéré et semi-pressurisé, il est nécessaire d'assurer un contrôle strict de la température et de la pression de la cargaison durant tout le voyage lorsque le bateau est chargé. Ceci est assuré par la re-liquéfaction de la cargaison évaporée et par son renvoi dans les citernes (voir aussi les sections 32.5 et 31.5). Durant ces opérations, les incondensables doivent être évacués par ventilation en fonction des besoins afin de réduire les pressions et les températures de refoulement du compresseur.

Il s'avère souvent nécessaire de réduire la température d'une cargaison de GPL durant le voyage. Ceci est nécessaire pour que le bateau-citerne puisse se présenter au port de déchargement avec des températures de cargaison plus basses que celles des citernes à terre, ce qui permet de réduire la quantité de *vapeur instantanée*. Selon la cargaison et la capacité de l'installation de re-liquéfaction, plusieurs jours peuvent être nécessaires pour refroidir la cargaison d'un ou de deux degrés centigrades, mais ceci peut être suffisant. La nécessité de cette procédure dépend souvent des conditions contractuelles dans le contrat de d'affrètement par charte-partie.

À cet égard, les mauvaises conditions météorologiques peuvent parfois poser des problèmes. Bien que la plupart des installations de reliquéfaction soient équipées d'un séparateur à l'aspiration pour retirer le liquide, il existe un risque, en cas de bourrasques de vent, que le liquide entraîné soit emporté dans le compresseur. C'est pourquoi il est préférable de ne pas faire fonctionner les compresseurs lorsque le bateau-citerne subit un roulis important et dès lors qu'il existe un risque de dommages.

Dans des conditions météorologiques favorables, si les condensats renvoyés sont réintroduits par le dispositif d'aspersion par le haut, il est possible qu'une couche froide se forme sur la surface du liquide en raison de l'espace vapeur limité et de la mauvaise circulation dans la citerne. Ceci permet aux compresseurs de réduire la pression de vapeur après seulement quelques heures de fonctionnement, alors qu'en fait la majeure partie du liquide n'a pas du tout été refroidie. Pour assurer une bonne réfrigération du liquide en vrac, l'installation de reliquéfaction doit être mise en service sur chaque réservoir séparément et les condensats doivent être retournés par une connexion basse pour garantir une bonne circulation du contenu de la citerne. Une fois que la cargaison a été refroidie, la capacité de reliquéfaction peut être réduite à un niveau qui est suffisant pour compenser le flux de chaleur qui traverse l'isolant de la citerne. La figure 32.7 présente la configuration pour la réfrigération de cargaisons en cours de voyage.

Si l'installation de re-liquéfaction est utilisée sur plus d'une citerne en même temps, il est important de contrôler soigneusement les retours de condensats afin d'éviter le débordement d'une citerne.

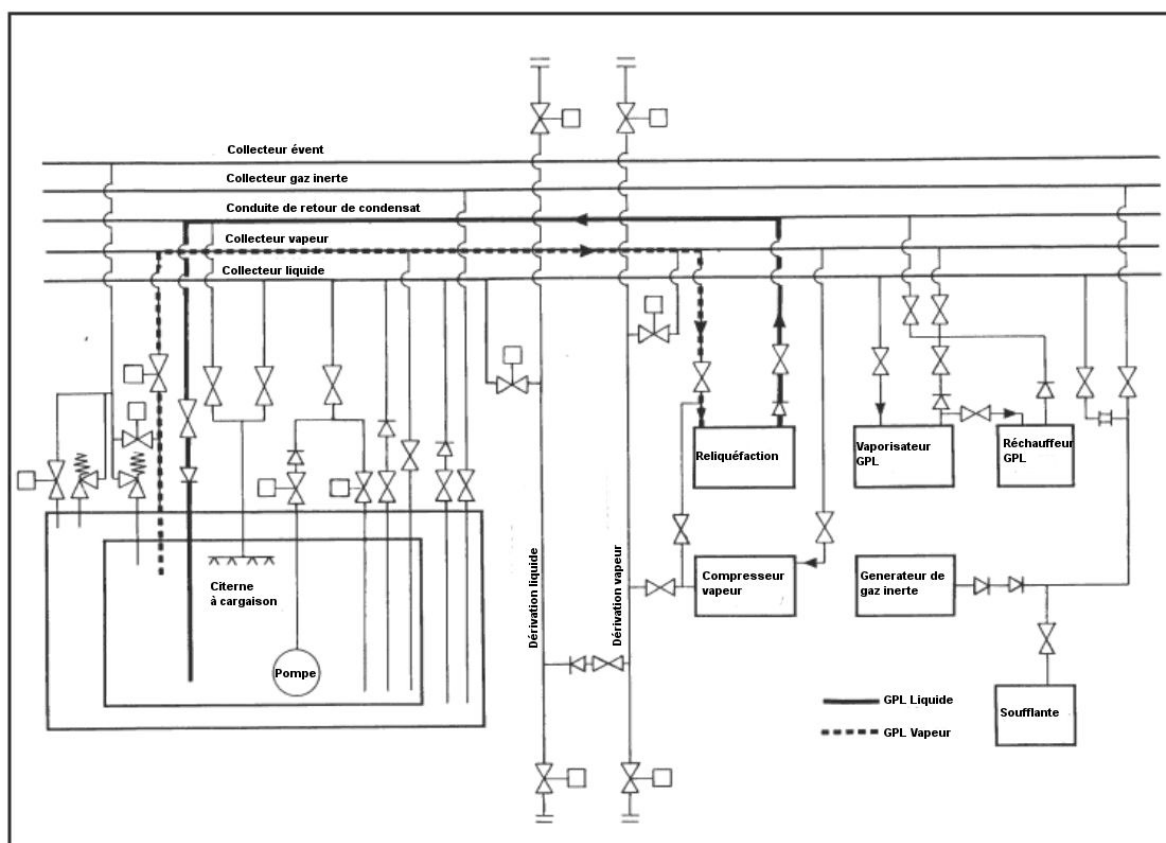


Figure 32.7 - Réfrigération de cargaison en cours de voyage

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 27.8).

Inspections

Tout au long du voyage du bâtiment chargé, des contrôles réguliers doivent être effectués pour s'assurer que le matériel de cargaison ne présente 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.

32.6.1 Fonctionnement de l'installation de reliquéfaction

Comme déjà indiqué au point 31.5, l'installation de reliquéfaction est utilisée durant le chargement de cargaison pour gérer les vapeurs résultant de l'évaporation et du déplacement. Il est probable que la capacité maximale du compresseur soit nécessaire durant cette phase.

Au cours du voyage du bâtiment chargé, en fonction de la température de la cargaison, de la température ambiante et de la conception de l'isolation de la citerne, l'installation peut être utilisée en continu ou par intermittence. S'il est nécessaire par exemple de réduire la température de la cargaison avant d'atteindre le port de déchargement afin de se conformer aux exigences du terminal de réception ou aux stipulations du contrat d'affrètement par charte-partie, l'installation fonctionnera en continu.

Avant de mettre en service l'installation de reliquéfaction, il est nécessaire de veiller à ce que les niveaux d'huile dans les compresseurs soient corrects et que le système de refroidissement glycol/eau soit opérationnel (voir la section 31.6.1). Ceci nécessitera de vérifier que le bac de mise en charge soit plein et que le liquide de refroidissement circule.

L'huile de lubrification dans les compresseurs doit être compatible avec la cargaison manutentionnée et doit être remplacée si nécessaire. (Il sera nécessaire de changer l'huile en cas de chargement d'autres grades consécutif à un chargement de mélanges de butane/propane.) Avant de mettre en service un compresseur de cargaison, le système de refroidissement du condenseur doit être mis en fonctionnement avec circulation d'eau du port, ou le système R22 doit être mis en fonctionnement. Les compresseurs doivent toujours être démarrés et arrêtés conformément aux instructions du fabricant. Les vannes de décharge du compresseur doivent être ouvertes et les vannes d'aspiration doivent être ouvertes lentement pour réduire autant que possible les dommages pouvant être occasionnés par l'aspiration de liquide (voir la section 31.6.3). La température de l'eau de refroidissement à la sortie doit être réglée selon les instructions du fabricant. Les points suivants doivent être vérifiés régulièrement :

- Pressions d'aspiration, intermédiaire et de refoulement (voir la section 31.5)
- Pressions de l'huile de lubrification.
- Températures des gaz à l'aspiration et au refoulement du compresseur (le commutateur de haute température de refoulement protège le compresseur). A cet égard, l'examen du diagramme de Mollier approprié est utile pour optimiser le rendement du compresseur en garantissant que son fonctionnement suit la ligne appropriée d'entropie constante (voir la section 27.21).
- Courant absorbé par le moteur électrique.
- Fuite d'huile sur le joint d'arbre.
- Température de l'eau de refroidissement.

Le compresseur de cargaison doit toujours être arrêté conformément aux instructions du fabricant. En règle générale, la première opération est d'arrêter le compresseur. Ensuite sont fermées les vannes d'aspiration et de refoulement. Le système glycol/eau (voir la section 31.6.1) est maintenu en fonctionnement pour assurer le chauffage du carter ou, à défaut, le réchauffeur d'huile de lubrification doit être maintenu en fonctionnement.

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 débutent les opérations de déchargement, les procédures pré-opérationnelles bateau-citerne/terre 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. Trois méthodes générales peuvent être appliquées :

- Déchargement par pressurisation du volume de phase gazeuse.
- Déchargement avec ou sans pompes de surpression.
- Déchargement avec la pompe de surpression et le réchauffeur de cargaison.

Ces méthodes sont décrites dans les sections 32.7.1, 32.7.2 et 32.7.3 ci-dessous.

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 lorsqu'il s'agit de citernes de type "C". Il s'agit d'une méthode de déchargement lente et inefficace utilisée seulement pour les petits bateaux-citernes de ce type. Avec cette méthode, la pression au-dessus du liquide est augmentée et le liquide est transféré vers le terminal. Une autre méthode consiste à pressuriser la cargaison vers une petite citerne de pont, d'où elle est pompée vers la terre.

32.7.2 Déchargement au moyen des pompes

Mise en service de pompes de cargaison

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 et que le liquide soit transféré à terre.

Le niveau de liquide dans les citernes à cargaison doit être surveillé tout au long du déchargement. 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.

Le retrait de liquide de la citerne à cargaison peut provoquer des modifications des pressions dans l'espace inter-barrières et ces pressions doivent être surveillées tout au long du déchargement.

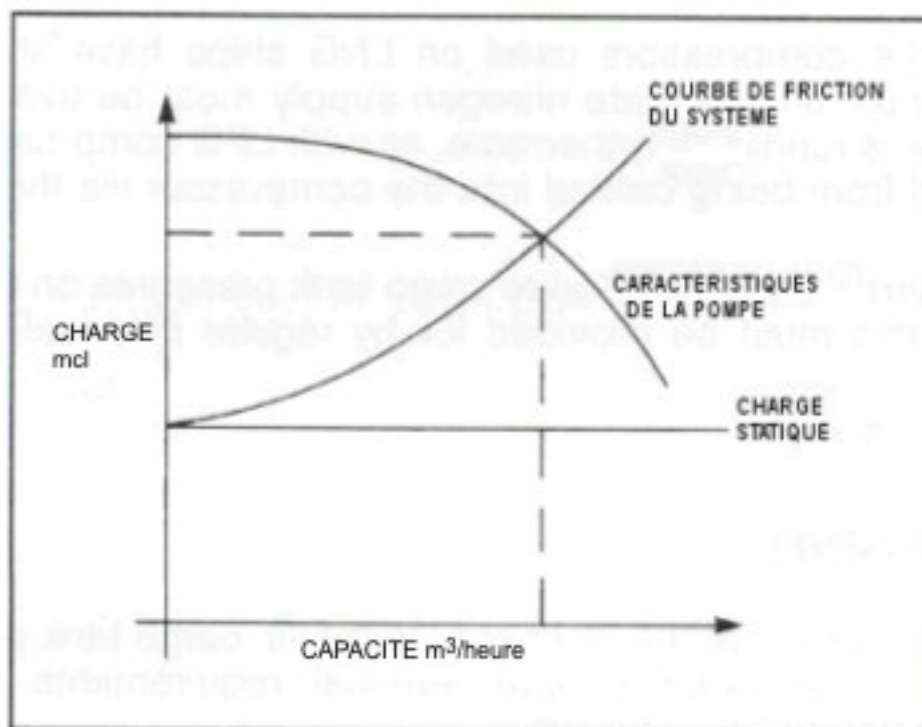


Figure 32.8 - Caractéristiques combinées du système de pompage de cargaison bateau-citerne et terre – pompe unique

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 32.8 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 mcl (mètres colonne de liquide) dans le système de conduites du terminal par rapport au débit mesuré en mètres cubes par heure. 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 32.9. 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.

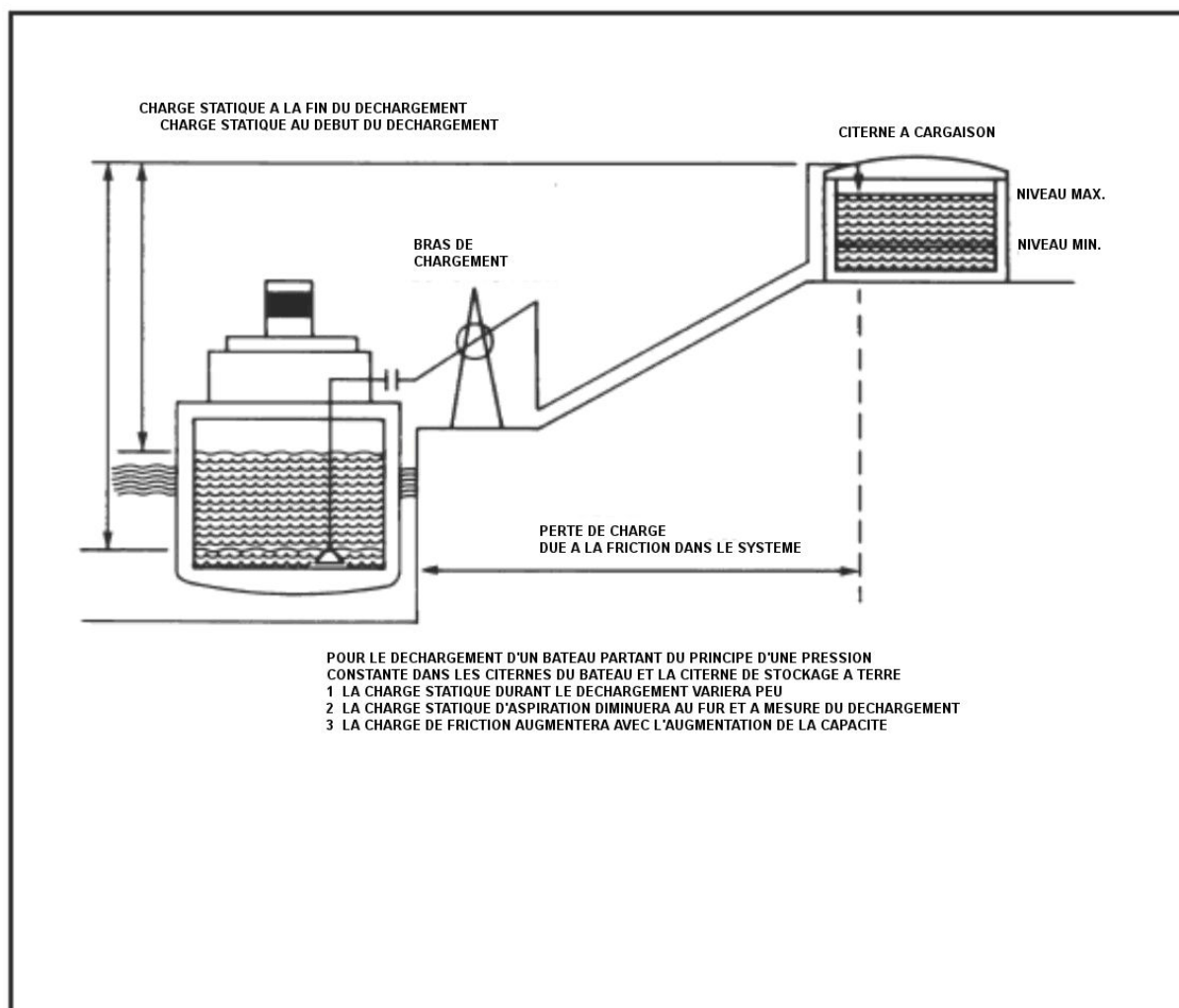


Figure 32.9 - Illustration de la pression statique et de la perte de pression par friction

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 32.10 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. Si plusieurs systèmes de conduites et de citernes sont disponibles dans un terminal, il est utile que le personnel du terminal dispose d'un certain nombre de caractéristiques du système déjà pré-calculées et prêtes à être utilisées lors de la concertation préalable au transfert de cargaison.

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.

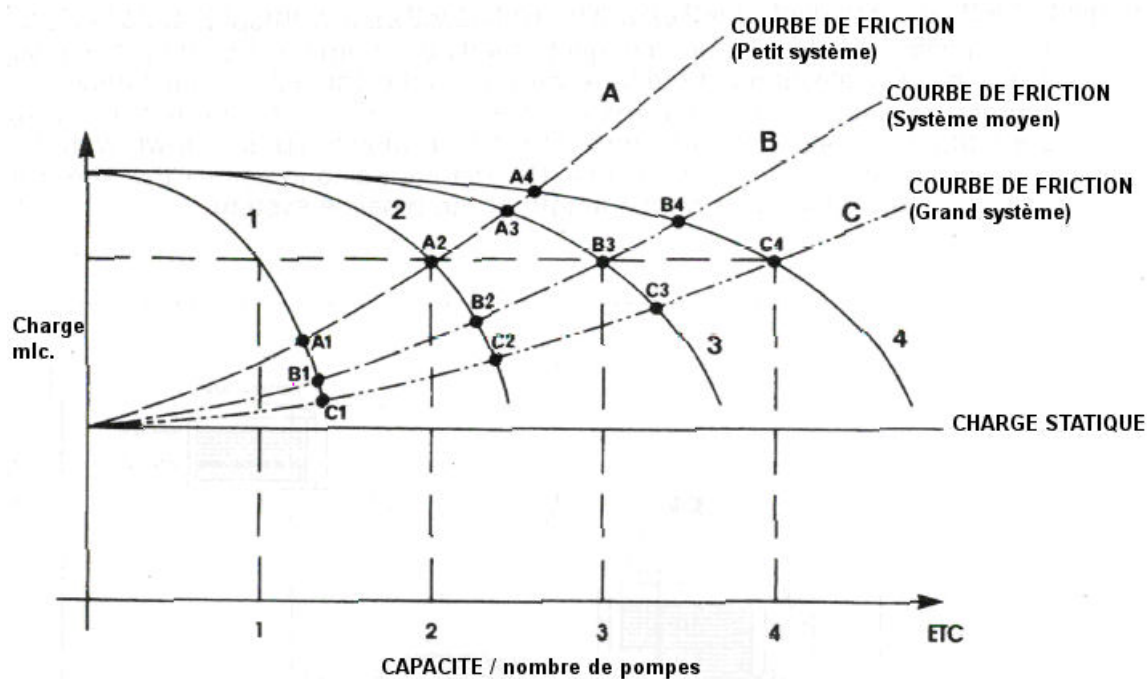


Figure 32.10 - Caractéristiques combinées du système de pompage de cargaison bateau-citerne et terre – pompes en parallèle

Afin de clarifier certains de ces aspects, deux caractéristiques de système présentées à la figure 32.10 sont abordées de manière plus détaillée ci-dessous.

Si un bateau-citerne qui présente les caractéristiques de pompage représentées à la figure 32.10 (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/terre 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 terre, il est par conséquent 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 terre. Si les compresseurs à terre ne peuvent pas traiter ce surplus de vapeurs, le terminal devra réduire le débit pour éviter l'ouverture des vannes de dégagement à terre. Par conséquent, 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 terre 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.

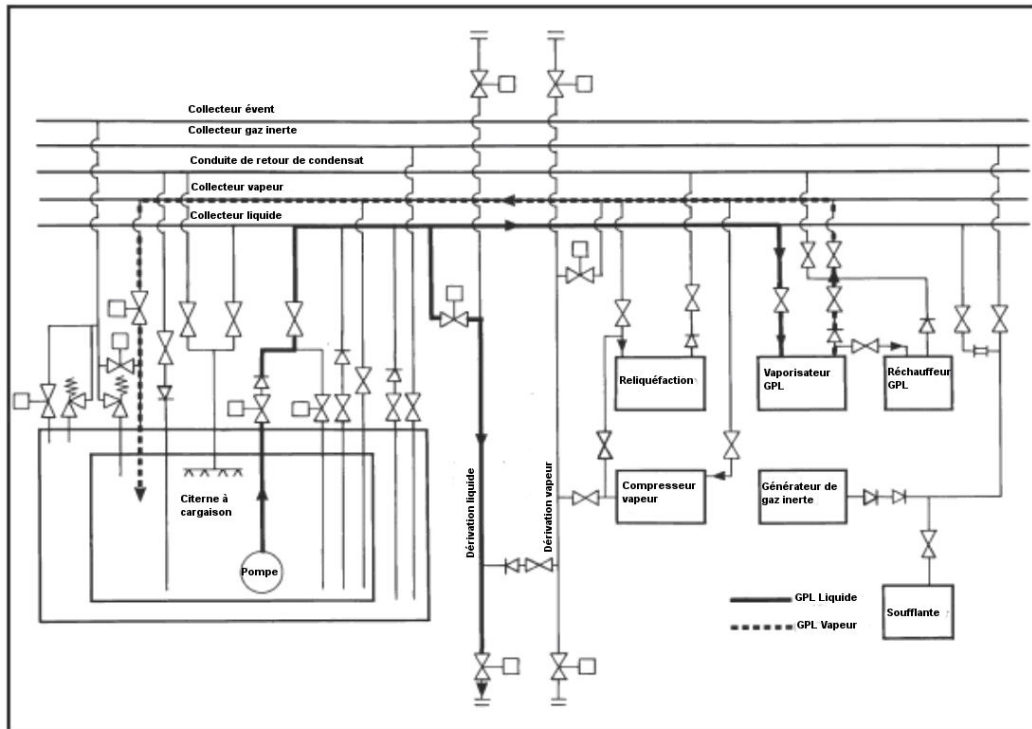


Figure 32.11 - Déchargement sans retour de vapeur

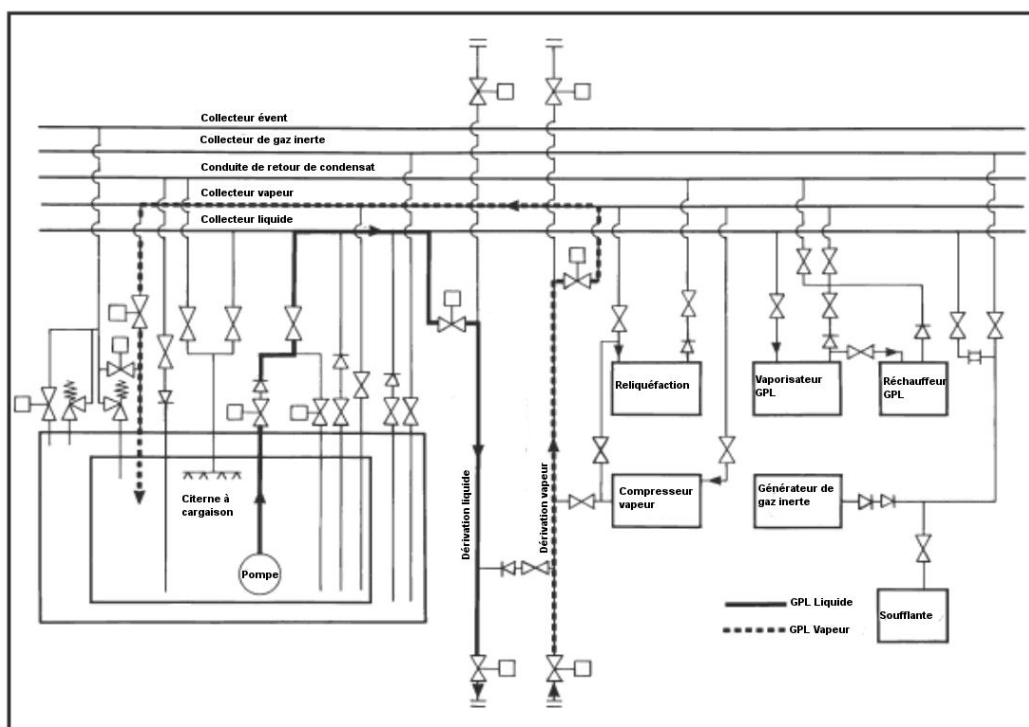


Figure 32.12 - Déchargement avec retour de vapeur

Il peut également être utile de réduire le débit d'une pompe de cargaison si elle est utilisée avec une pompe de surpression. L'objectif peut être de réduire la pression dans le module de surpression. Toutefois, tout contrôle supplémentaire du débit doit être assuré par la réduction à la sortie de la pompe de surpression, en ouvrant la pompe de recirculation principale ou par une combinaison des deux. Il convient de noter que le contrôle des débits exclusivement par la réduction du débit de la pompe principale peut provoquer une diminution de l'aspiration de la pompe de surpression.

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. Cette vapeur peut provenir du vaporisateur de cargaison du bateau-citerne (voir la section 31.4), ou du terminal (via une conduite de retour vapeur). Lorsqu'est utilisé le vaporisateur de cargaison, le liquide est normalement prélevé de la conduite de déchargement et détourné vers le vaporisateur. La figure 32.11 présente une opération de déchargement sans l'installation de retour de vapeur ; la figure 32.12 présente une opération similaire, mais avec un système de retour de vapeur en cours d'utilisation.

32.7.3 Déchargement au moyen de la pompe de surpression et réchauffeur de cargaison

Lorsque la cargaison est déchargée d'un bateau-citerne réfrigéré vers un point de stockage pressurisé, il est nécessaire de réchauffer la cargaison (généralement au moins à 0 °C). Ceci implique de faire fonctionner la pompe de surpression de cargaison et le réchauffeur de cargaison en série avec la pompe de cargaison. Pour faire fonctionner la pompe de surpression et le réchauffeur, il est préalablement nécessaire d'assurer la circulation d'eau dans le réchauffeur. Ensuite, la pompe de surpression et le réchauffeur peuvent être lentement refroidis (avant de les faire fonctionner à plein régime) par un flux très lent de liquide provenant de la sortie de la pompe de cargaison. Une fois le refroidissement effectué, la vanne de décharge peut être ouverte jusqu'à ce que la température de sortie désirée soit atteinte. Il est important de veiller à ce que les pompes de cargaison maintiennent en permanence un débit suffisant vers la pompe de surpression. La figure 32.13 présente la configuration habituelle.

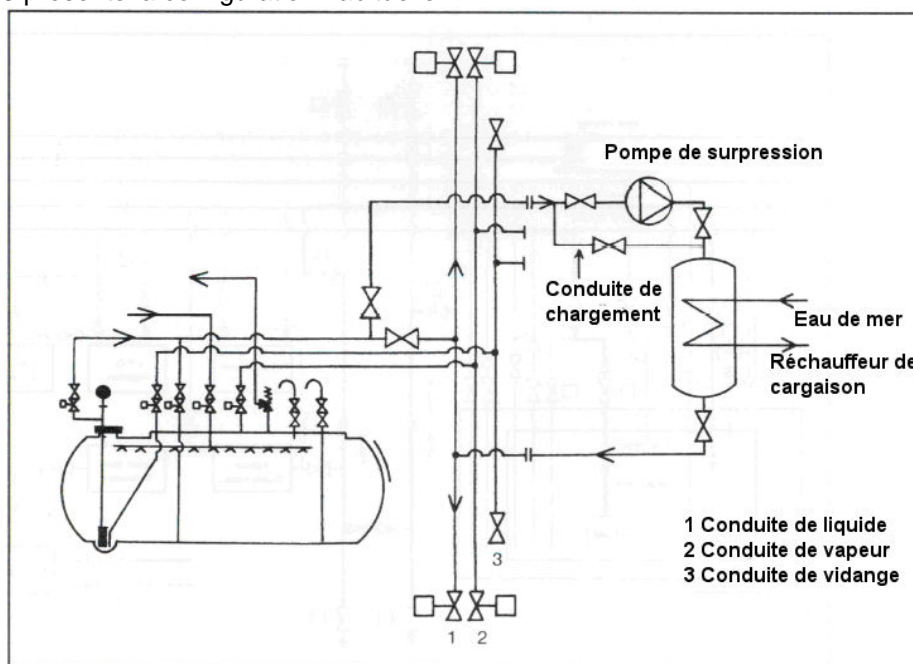


Figure 32.13 - Schéma des conduites - pompe de surpression et réchauffeur de cargaison

Le réchauffage de la cargaison durant le déchargement comporte toujours un risque de gel de l'eau qui circule dans le réchauffeur. En plus de vérifier la température de sortie de la cargaison et l'aspiration de la pompe de surpression durant son fonctionnement, il convient de surveiller aussi les températures et pressions de l'eau à l'entrée et à la sortie. La température de sortie de l'eau ne doit pas descendre en dessous de la limite recommandée par le fabricant. Un commutateur de basse température doit arrêter l'écoulement de la cargaison à travers le réchauffeur si la température de l'eau à la sortie est trop basse.

Comme indiqué ci-après, cette méthode de réchauffage de la cargaison nécessite une température appropriée de l'eau. Dans les régions où l'eau est froide, l'efficacité du système s'en trouve gravement affectée, de faibles débits de déchargement pouvant en résulter et si la température de l'eau est inférieure à 5 °C, le risque de gel s'en trouve considérablement augmenté. Pour parer à ces risques certains bateaux-citernes sont équipés d'un système de chauffage au fioul.

32.7.4 Vidange des citernes et des conduites

Il a déjà été indiqué dans la section 31.2 et illustré à la figure 31.3 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 (PVS) d'une valeur minimum appelée charge nette absolue à l'aspiration (NPSH - *Net Positive Suction Head*). La NPSH minimum requise, 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 PVS 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 NPSH requise et permet de poursuivre le déchargement jusqu'à un niveau inférieur. Il convient toutefois de rappeler qu'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. Alternativement, 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

Il est pratique courante pour certains transports réfrigérés de conserver à bord une petite quantité de cargaison après le déchargement et cette quantité conservée est appelée la "*cargaison restante*". Ce produit est utilisé pour maintenir les citernes à basse température durant le voyage sur lest, mais cette procédure ne s'applique que lorsque le même grade de cargaison doit être chargé au terminal de chargement suivant.

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 gaz.
- De la durée du voyage sur lest.
- Des exigences du terminal de chargement suivant, et
- Du grade de la prochaine cargaison.

Avec des cargaisons de GPL, la petite quantité de liquide qui reste après le déchargement doit être suffisant pour assurer l'effet de refroidissement nécessaire durant le voyage sur lest. Ceci est réalisé par une utilisation intermittente de l'installation de re-liquéfaction, en renvoyant le condensat dans les citernes pour garantir que les citernes et le produit sont refroidis de manière appropriée à l'arrivée au port de chargement

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 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 ou le butadiène.

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. À cette occasion, une attention particulière doit être accordée à l'installation de reliquéfaction du bateau.) 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 27.3 (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 :

- D'abord, s'assurer que la citerne est exempte de liquide.
- Ensuite, réchauffer la citerne avec des vapeurs chaudes de cargaison (si nécessaire).
- Ensuite, inerte la citerne et
- Enfin, ventiler avec de l'air.

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, l'assèchement ordinaire ou, dans le cas des bateaux-citernes entièrement réfrigérés avec des citernes de type "A", en utilisant les serpentins de chauffage des résidus qui sont prévus cet effet. (La méthode plus ancienne consistant à réchauffer les citernes de type "A" avec des vapeurs chaudes du compresseur - sans chauffer le liquide résiduel - est de plus en plus délaissée en raison du délai supplémentaire nécessaire).

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 une rupture fragile de la citerne. En outre, tout liquide subsistant entravera le bon déroulement de la procédure d'inertage.

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. A défaut, un balayage à la 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 de type "C" (citernes pressurisées)

Pour les bateaux-citernes équipés de citernes à cargaison de type "C", 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) 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. 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 32.14).

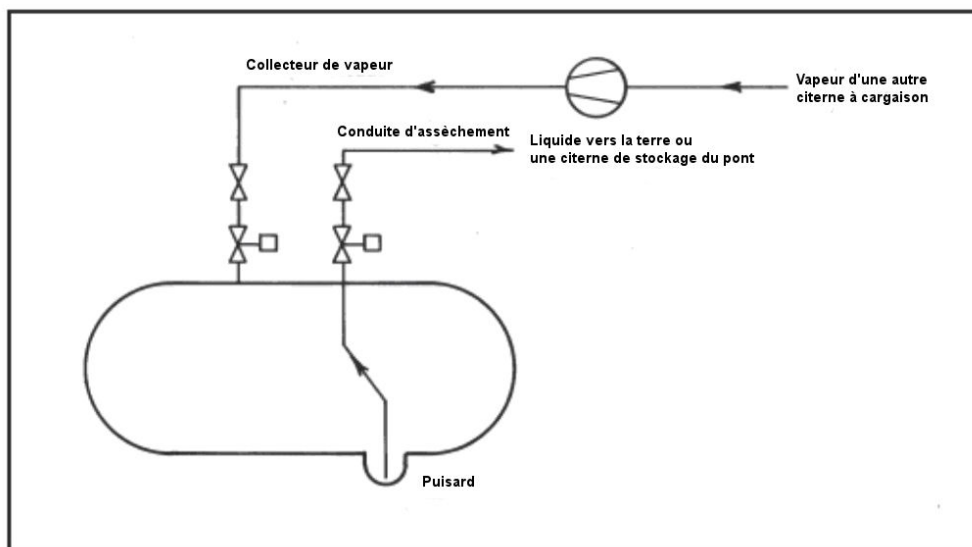


Figure 32.14 – Assèchement de résidus de cargaison liquide par pressurisation

Assèchement d'autres types de citernes

Pour les bateaux-citernes équipés de citernes de type "A" ou de type "B", il est impossible de retirer tous les résidus de cargaison liquide en utilisant la pressurisation. A la place, les résidus de cargaison liquide doivent être évaporés. Ceci est normalement réalisé en utilisant des serpentins de chauffage de résidus.

Lorsque sont utilisés les serpentins de chauffage de résidus, la source de chaleur dans les serpentins est du gaz chaud provenant du compresseur à cargaison. La vapeur est aspirée de l'atmosphère de la citerne à cargaison et traverse le compresseur, où la chaleur résultant de la compression provoque une augmentation des températures des vapeurs. En passant dans le condenseur, la vapeur chaude peut être dérivée directement dans le système de serpentins de chauffage et de la chaleur est transmise aux résidus de cargaison liquide. Le liquide restant est ainsi évaporé et l'une des conséquences de ce transfert de chaleur est qu'à son tour la vapeur chaude dans les serpentins se condense, le liquide pouvant ensuite être renvoyé à terre par un tuyau.

Une alternative à l'utilisation des serpentins de chauffage des résidus de cargaison liquide est d'envoyer des vapeurs chaudes de cargaison (du compresseur) directement vers le fond des citernes. Toutefois, comme indiqué précédemment dans la présente section, il en résulte une évaporation beaucoup plus lente du liquide résiduel qu'avec la méthode décrite ci-dessus, le gaz chaud ne balayant que la surface du liquide au lieu de provoquer son ébullition.

Pour finaliser l'une ou l'autre de ces opérations, les vapeurs des citernes à cargaison doivent être évacués dans une installation à terre ou condensées puis pompées vers la terre.

Lorsque toutes les citernes ont été asséchées de cette manière, les conduites et autres équipements connexes doivent être drainés par soufflage et le liquide doit être évacué par les vannes de vidange appropriées.

32.9.2 Réchauffage

Lorsque les citernes à cargaison doivent être intégralement ventilées à l'air frais, en fonction de la température et de la conception des citernes, il est souvent nécessaire de réchauffer les citernes avant l'inertage. Ceci peut être effectué par une circulation contrôlée des vapeurs chaudes de cargaison dans les citernes avant de procéder à l'inertage.

Comme pour le refroidissement (voir la section 32.4), le taux de réchauffement doit être soigneusement contrôlé conformément aux indications du constructeur du bateau.

Le réchauffement est essentiel lorsque la température des citernes à cargaison est très basse. A bord de ces bateaux-citernes, les compresseurs et les appareils de chauffage sont utilisés pour faire circuler du gaz chaud. Dans un premier temps, ceci provoque l'évaporation de tout liquide résiduel, puis l'intégralité de la structure de la citerne est amenée à température ambiante.

Si l'échauffement à la température ambiante n'est pas effectué, ceci peut provoquer le gel de dioxyde de carbone contenu dans le gaz inerte. (En outre, des volumes de gaz inerte supérieurs sont nécessaires à basse température.)

32.9.3 Inertage - Après le déchargement

La suppression des vapeurs de cargaison au moyen d'un gaz inerte 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 27.21). 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 % avant de procéder à la ventilation avec de l'air.

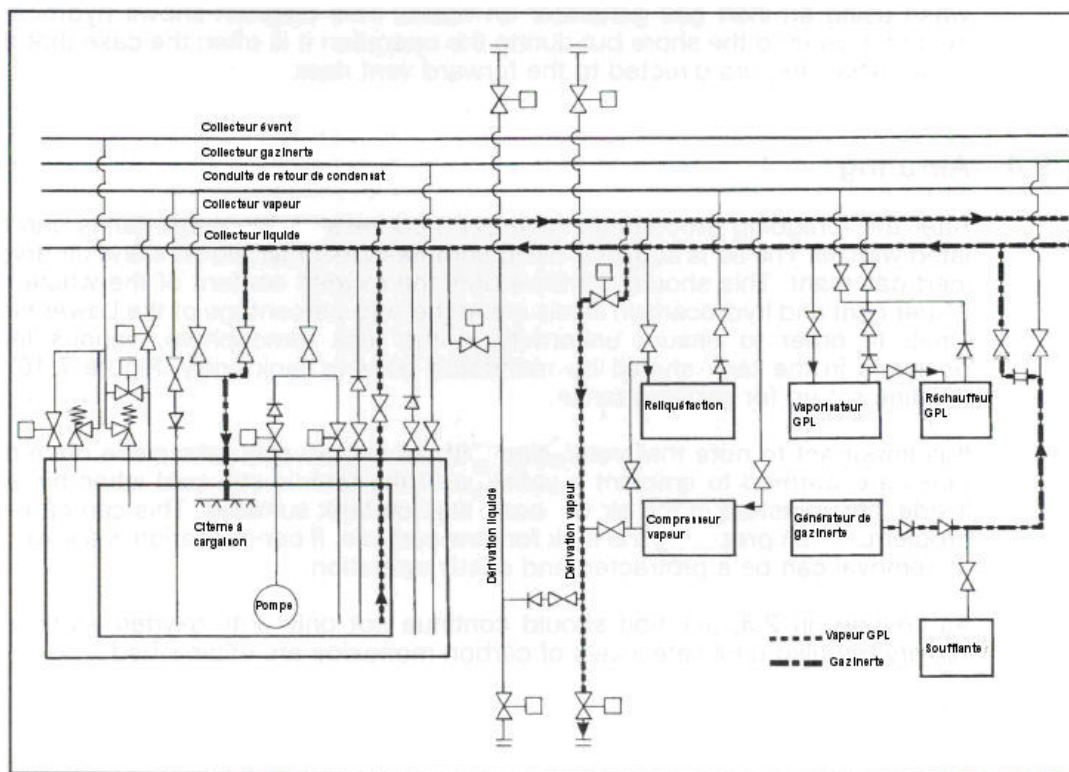


Figure 32.15 - Inertage des citernes à cargaison

Dans le passé, certaines opérations de changement de grade nécessitaient le remplacement des 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 débuter. 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 réception, et
- 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 27.21) 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.

32.9.4 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 sècheurs 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 le pourcentage zéro de la limite inférieure d'explosivité. 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 32.16 présente une conduite mise en place pour l'aération des citernes.

Il est important 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.

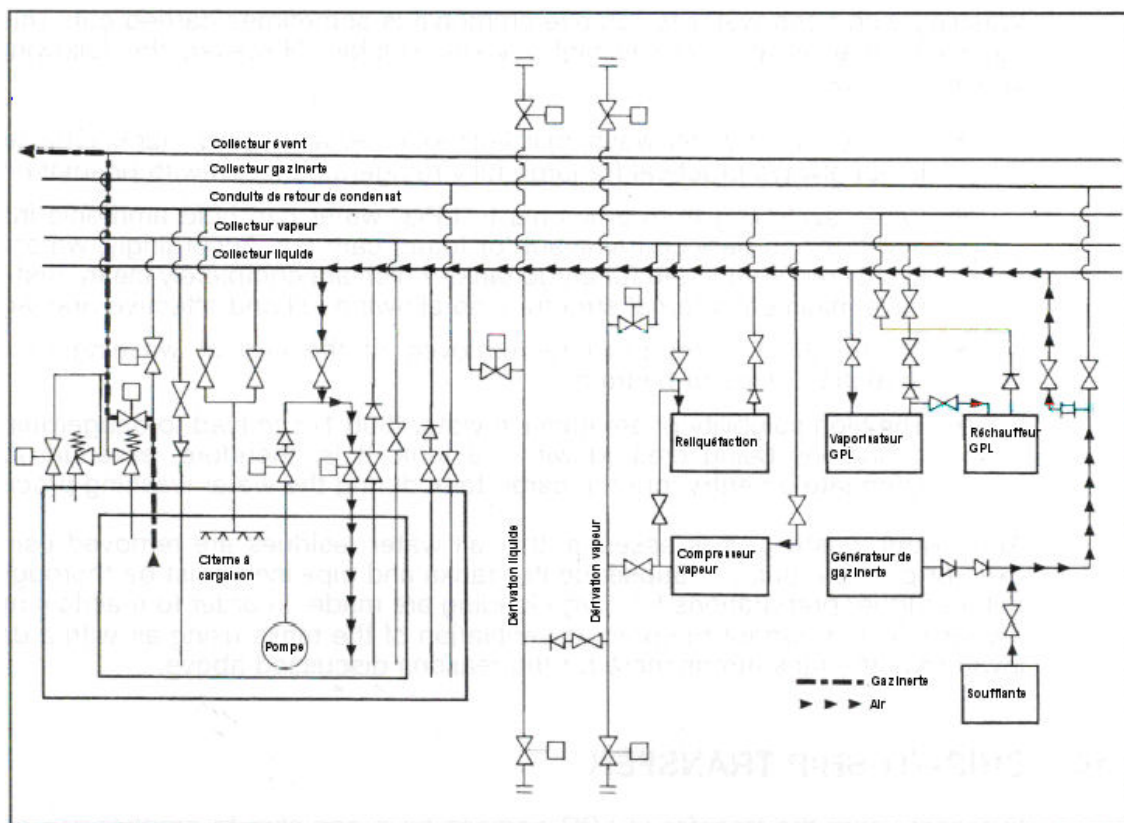


Figure 32.16 - Aération de citernes à cargaison

32.9.5 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 citées est de moins de 20 parties par million 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. De ce fait, 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. (Cette technique 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 dans de nombreuses régions où les infrastructures des terminaux sont insuffisantes. 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.

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 et, en cas de doute concernant la sécurité d'une opération, il est recommandé que le personnel du bateau-citerne et le personnel du terminal obtiennent des informations complémentaires.

Chapitre 33

TYPES DE BATEAUX-CITERNES TRANSPORTANT DU GAZ

Le présent chapitre donne un aperçu des normes écrites portant sur la construction des bateaux-citernes transportant du gaz. Il aborde aussi les principaux éléments de la conception tels que les systèmes de confinement de la cargaison et types de bateaux-citernes. Il est important de souligner qu'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 de propriétaires expérimentés de bateaux.

33.1 Types de bateaux-citernes transportant du gaz

La gamme des bateaux-citernes transportant du gaz s'étend des petits bateaux-citernes pressurisés d'une capacité comprise entre 500 à 6.000 m³ pour le transport du propane, de butane et de gaz chimiques à température ambiante jusqu'aux navires de mer entièrement isolés ou réfrigérés bateaux-citernes en mer d'une capacité supérieure à 100.000 m³ pour le transport de GNL et de GPL. Entre ces deux types distincts de bateaux-citernes, il existe un troisième type, à savoir les bateaux-citernes semi-pressurisés transportant du gaz. Ces bateaux-citernes très flexibles sont capables de transporter de nombreuses cargaisons entièrement réfrigérées à la pression atmosphérique ou à des températures correspondant à une pression de transport comprise entre cinq et neuf bar.

Le transport de gaz liquéfiés par voies navigables est désormais une industrie aboutie, bénéficiant d'une flotte composée de nombreux bateaux-citernes, d'un réseau de terminaux d'exportation et d'importation ainsi que d'un savoir-faire étendu des différentes personnes impliquées.

Les bateaux-citernes transportant du gaz présentent certains points communs avec d'autres bateaux-citernes utilisés pour le transport de liquides en vrac tels que ceux transportant des hydrocarbures et des produits chimiques.

Une caractéristique presque spécifique aux bateaux-citernes transportant du gaz est que la cargaison est maintenue sous pression positive pour empêcher l'air de pénétrer dans le système de cargaison. Ceci 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. En outre, tous les bateaux-citernes transportant du gaz utilisent des systèmes de chargement fermés lors du chargement ou du déchargement, sans dégagement de vapeur dans l'atmosphère. Dans le segment du GNL sont toujours mises à disposition des conduites de retour de vapeur entre le bateau-citerne et la terre afin de transférer la vapeur déplacée par la manutention de la cargaison. Dans le segment du GPL, tel n'est pas toujours le cas, étant donné que dans des circonstances normales de chargement, la reliquéfaction permet de conserver la vapeur à bord. Ces procédures excluent quasiment le dégagement de cargaison dans l'atmosphère et le risque d'inflammation de vapeurs s'en trouve réduit autant que possible.

Les bateaux-citernes transportant du gaz doivent être conformes aux normes fixées par les codes de gaz 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 des bateaux-citernes 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 de la flotte actuelle.

Il existe des différences considérables dans la conception, la construction et l'exploitation des bateaux-citernes transportant du gaz, en raison de la variété des cargaisons transportées et des nombreux systèmes de stockage de la cargaison qui sont utilisés. Les systèmes de confinement de la cargaison peuvent se composer de citernes indépendantes (pressurisés, semi-pressurisés ou entièrement réfrigérés) ou de citernes à membrane.

Bateaux-citernes entièrement pressurisés

La plupart des transporteurs de GPL entièrement pressurisés sont équipés d'un certain nombre de citernes à cargaison horizontales, cylindriques ou sphériques, avec une capacité allant jusqu'à 6.000 m³. De nombreux bateaux-citernes entièrement pressurisés sont toujours construits actuellement et ces bâtiments constituent un moyen de transport simple et rentable pour le GPL en provenance ou à destination de terminaux de gaz plus modestes.

Bateaux-citernes semi-pressurisés

Parallèlement à la mise au point de métaux appropriés pour le confinement de gaz liquéfiés à de basses températures, des citernes semi-pressurisées ont été conçues. Le fait d'équiper les bâtiments d'installations de re-liquéfaction, d'isoler les citernes à cargaison et d'utiliser des aciers spéciaux a permis de réduire l'épaisseur des installations sous pression et donc de réduire leur poids. Ces bâtiments équipés de citernes cylindriques, sphériques ou bilobées sont capables de charger ou de décharger des cargaisons de gaz dans des installations de stockage à la fois réfrigérées et pressurisées.

Bateaux-citernes entièrement réfrigérés

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 bateaux-citernes sont équipés de citernes à cargaison prismatiques réalisées en acier avec 3,5 % de nickel, ce qui permet le transport de cargaisons à des températures pouvant atteindre - 48 °C, soit une température légèrement inférieure au point d'ébullition du propane pur. 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 (GNL)

Le GNL est transporté à son point d'ébullition, soit - 162 °C. Les systèmes de confinement de GNL se sont considérablement améliorés. Les bâtiments transportant du GNL sont équipés de citernes à cargaison indépendantes ou de citernes à membrane.

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 première barrière (la citerne à cargaison) ;
- Une barrière secondaire (le cas échéant) ;
- Une isolation thermique ;
- Des espaces intermédiaires, et
- Des structures adjacentes, si nécessaire, assurant le soutien de ces éléments.

Pour les cargaisons transportées à des températures comprises entre -10 °C et -55 °C , la coque du bateau-citerne peut tenir lieu de barrière secondaire et, dans de tels cas, elle peut délimiter l'espace de cale.

Les principaux types de citernes à cargaison utilisés à bord des bateaux-citernes transportant du gaz bord sont les suivants :

- Citerne indépendante de type "A" (entièrement réfrigérée.)
- Citerne indépendante de type "B" (citerne de GNL classique)
- Citerne indépendante de type "C" (entièrement pressurisée)
- Citerne à membrane (citerne de GNL classique)

Les différentes réglementations sont susceptibles d'utiliser des définitions différentes pour les types de citernes.

33.2.1 Citernes indépendantes

Les citernes indépendantes sont totalement autonomes et ne font pas partie de la structure de la coque du bateau. En outre, elles ne contribuent pas à la résistance de la coque d'un bateau-citerne. Comme défini dans le Code IGC et principalement en fonction de la pression de conception, il existe trois types de citernes indépendantes pour les bateaux-citernes transportant du gaz : on les appelle les types "A", "B" et "C".

Citernes de type "A"

Les citernes de type "A" sont principalement constituées de surfaces planes. La pression de conception maximale admissible de la citerne dans l'espace vapeur pour ce type de système est de 0,7 barg, ce qui signifie que les cargaisons doivent être transportées dans un état entièrement réfrigéré à la pression atmosphérique ou à une pression voisine (normalement inférieures à 0,25 barg). La figure 33.1 présente une coupe de ce type de réservoir tel que rencontré à bord d'un bateau transportant du GPL entièrement réfrigéré. Il s'agit d'une citerne prismatique autoportée qui nécessite les renforts internes habituels. Dans cet exemple, la citerne est entourée d'une barrière de mousse isolante. Lorsqu'une isolation en perlite est utilisée, elle remplit l'ensemble de l'espace de cale.

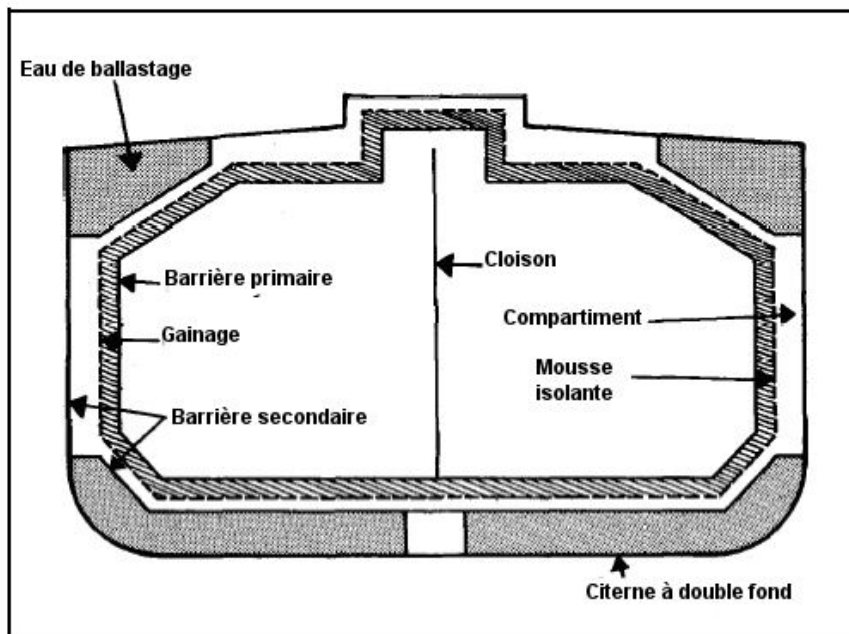


Figure 33.1 - Citerne prismatique autoportée de type "A"
- transport de GPL entièrement réfrigéré

Le matériau utilisé pour les citernes de type A n'est pas résistant à la propagation de fissures. Par conséquent, afin d'assurer la sécurité dans le cas improbable d'une fuite sur une citerne à cargaison, un système de confinement secondaire est nécessaire. Ce système de confinement secondaire est appelé barrière secondaire et constitue une caractéristique de tous les bateaux-citernes équipés de citernes de type "A" capables de transporter des cargaisons d'une température inférieure à -10 °C .

Pour un bâtiment transportant du GPL entièrement réfrigéré (qui ne transportera pas de cargaisons à une température inférieure à -55 °C) la barrière secondaire doit être une barrière intégrale, capable de contenir entièrement le volume de la citerne à un angle de gîte défini et pouvant faire partie de la coque du bateau-citerne, tel qu'illustré. Il s'agit de la configuration généralement retenue. Dans ce cas, les parties appropriées de la coque du bateau-citerne sont réalisées en un acier spécial, capable de résister à de basses températures. L'alternative est de construire une barrière secondaire distincte autour de chaque citerne à cargaison.

Le Code IGC stipule qu'une barrière secondaire doit être capable de contenir des fuites de la citerne sur une période de 15 jours.

A bord de ces bateaux-citernes, l'espace entre les citernes à cargaison (parfois appelé la barrière primaire) et la barrière secondaire sont appelés l'espace de cale. Lorsque des cargaisons inflammables sont transportées, ces espaces doivent être remplis de gaz inerte pour éviter la formation d'une atmosphère inflammable en cas de fuite sur la barrière primaire.

Citernes de type "B"

Les citernes de type "B" peuvent être constituées de surfaces planes ou peuvent être de type sphérique. Ce type de système de confinement fait l'objet d'une analyse beaucoup plus détaillée des tensions par rapport aux citernes de type "A". Ces contrôles doivent inclure des vérifications concernant la durée de vie en fatigue et une analyse de la propagation des fissures.

La configuration la plus courante de citernes de type "B" est une citerne sphérique telle que représentée en figure 33.2 (a). Cette citerne est de conception Kvaerner Moss. En raison des facteurs de conception améliorés, une citerne de type "B" ne nécessite qu'une barrière secondaire partielle sous la forme d'un bac de récupération. L'espace de cale avec ce type de citerne est normalement rempli de gaz inerte sec. Toutefois, la pratique moderne est de remplir l'espace d'air sec, à condition que l'inertage de l'espace soit possible si le système de détection signale des fuites de vapeur de cargaison. Un dôme de protection en acier couvre la barrière primaire au-dessus du niveau du pont et une isolation est installée à l'extérieur de la citerne. La citerne sphérique de type "B" est presque exclusivement utilisée à bord des bateaux-citernes transportant du GNL, rarement pour le transport de GPL.

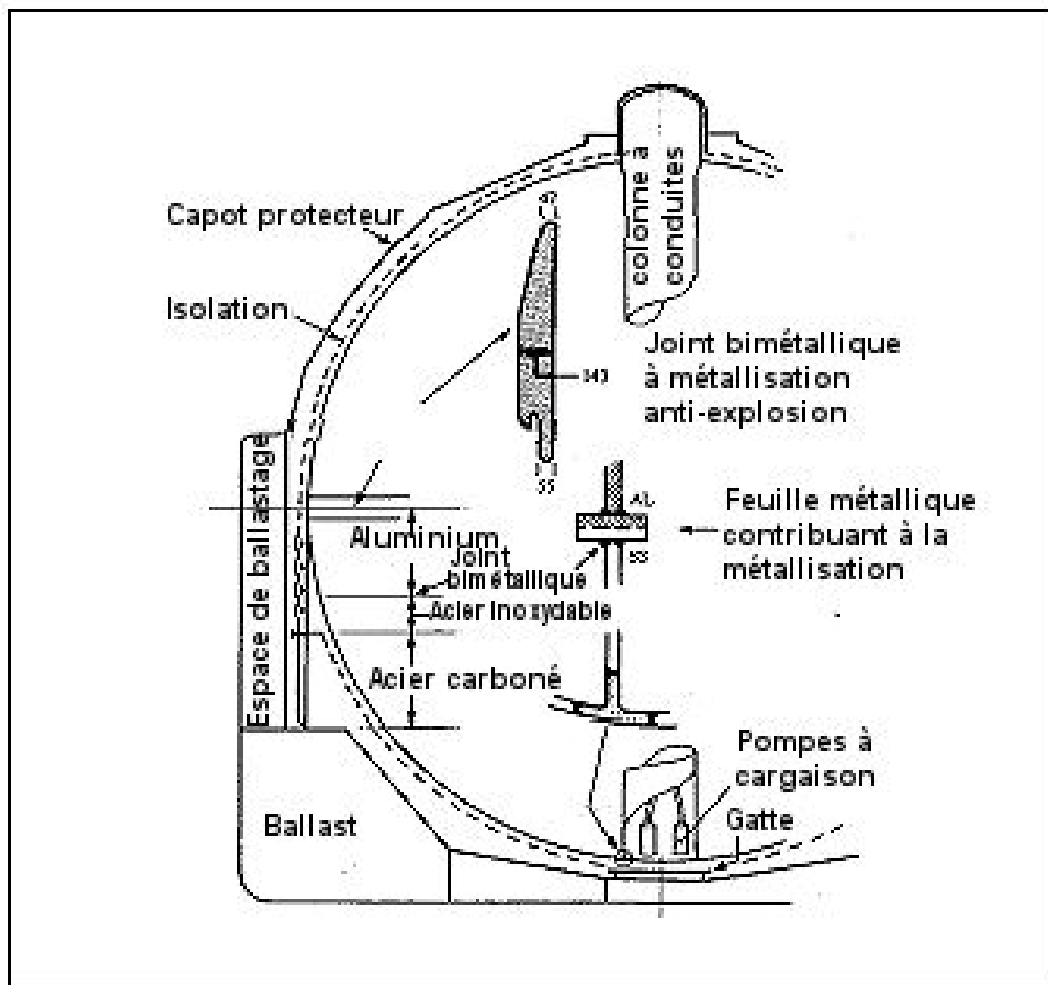


Figure 33.2 (a) – Citerne sphérique autoportée de type "B"

Toutefois, une citerne de type "B", n'est pas nécessairement sphérique. Il existe des citernes de type "B" de forme prismatique utilisées pour le transport de GNL. La citerne de type "B" prismatique présente l'avantage de maximiser le rendement volumétrique de la coque du bateau-citerne et de pouvoir installer l'intégralité de la citerne de cargaison sous le pont principal. Lorsque la forme prismatique est utilisée, la pression de conception maximale de l'espace vapeur est limitée à 0,7 barg, comme pour les citernes de type "A". Un croquis d'une citerne prismatique autoportée de type "B" est présenté en figure 33.2 (b).

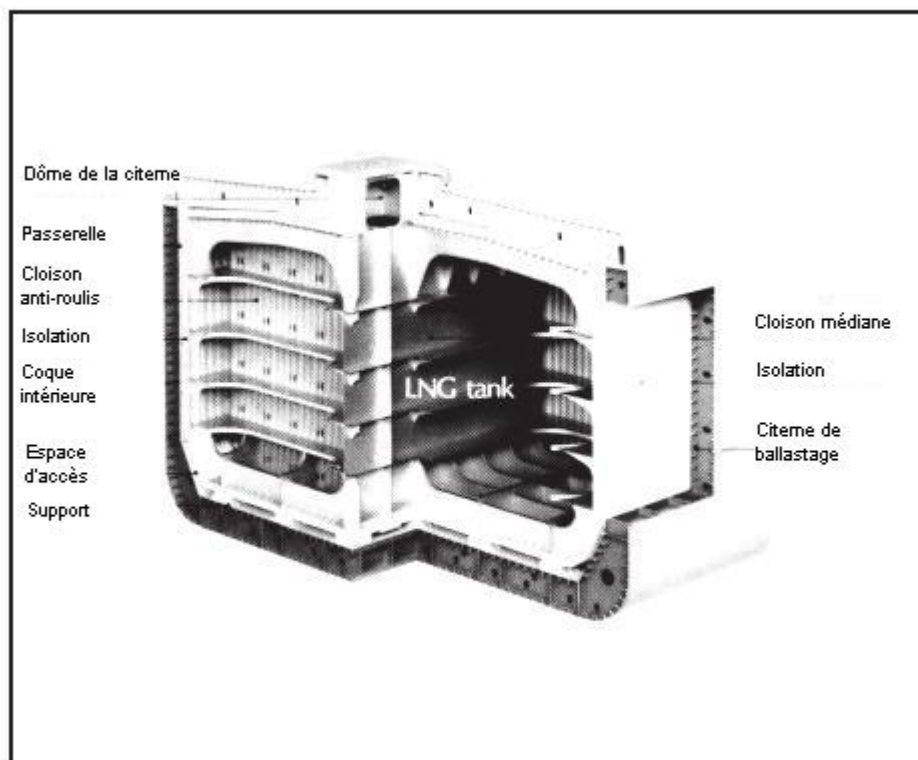


Figure 33.2 (b) – Citerne prismatique autoportée de type "B"

Citernes de type "C" (entièrement pressurisées)

Les citernes de type "C" sont normalement des réservoirs pressurisés, sphériques ou cylindriques, avec des pressions de conception supérieures à 4 barg. Les citernes de forme cylindrique peuvent être montées verticalement ou horizontalement. Ce type de système de confinement est toujours utilisé pour les bateaux-citernes pressurisés ou semi-pressurisés transportant du gaz. Dans le cas des bateaux-citernes semi-pressurisés, il peut aussi être utilisé pour le transport entièrement réfrigéré, à condition que soient utilisés des aciers appropriés pour les basses températures pour la construction des citernes. Les citernes de type "C" sont conçues et construites conformément aux normes habituelles de pression et, par conséquent, peuvent être soumises à des analyses précises des contraintes. En outre, les contraintes de conception sont maintenues à un niveau bas. Par conséquent, aucune barrière secondaire n'est nécessaire pour les citernes de type "C" et l'espace de cale peut être rempli soit de gaz inerte ou d'air sec, de l'air ordinaire pouvant être autorisé pour les bateaux-citernes entièrement pressurisés.

Dans le cas d'un bateau-citerne typique entièrement pressurisé (à bord duquel les cargaisons sont transportées à température ambiante), les citernes peuvent être conçues pour une pression de service maximale d'environ 18 barg. Pour un bateau-citerne semi-pressurisé, les citernes à cargaison et équipements associés sont conçus pour une pression de service d'environ 5 à 7 barg et un vide de 0,3 barg. En règle générale, les aciers des citernes semi-pressurisées sont capables de supporter des températures de transport de - 48 °C pour le GPL ou de - 104 °C de l'éthylène. (Il va de soi qu'un bateau conçu pour le transport d'éthylène peut également être utilisé pour le transport de GPL.)

La figure 33.3 présente des citernes de type "C" telles qu'installées à bord d'un bateau-citerne typique transportant du gaz entièrement pressurisé. Dans une telle configuration, le volume de coque est relativement mal utilisé, mais ceci peut être amélioré en utilisant des citernes pressurisées à intersection ou des citernes bilobées pouvant être conçues avec un cône à l'extrémité avant du bateau-citerne. Il s'agit d'une configuration courante à bord des bateaux-citernes semi-pressurisés présentée à la figure 33.4.

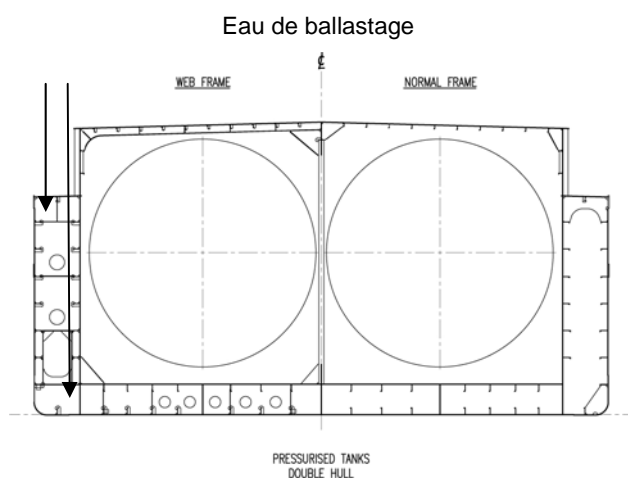


Figure 33.3.1 – Type courant de bateau-citerne transportant du gaz, entièrement pressurisé, double coque et double fond

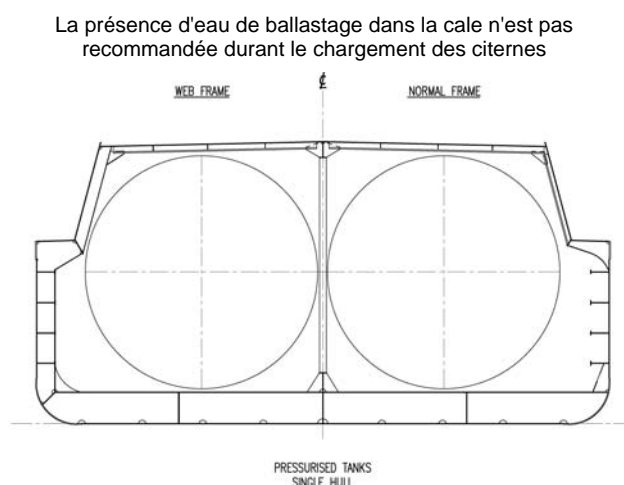


Figure 33.3.2 - Type courant de bateau-citerne transportant du gaz, entièrement pressurisé, simple coque

33.2.2 Citernes à membrane (membrane d'une épaisseur comprise entre 0,7 à 1,5 mm)

Le concept du système de confinement à membrane est basé sur une très fine barrière primaire (membrane d'une épaisseur comprise entre 0,7 à 1,5 mm), qui est soutenue par l'isolant. Ces citernes ne sont pas autoportées comme les citernes indépendantes décrites à la section 33.2.1 ; une coque intérieure forme la structure portante. 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 membrane est conçue de telle sorte que l'expansion ou la contraction thermique soient compensées sans contraintes excessives exercées sur la membrane elle-même. Il existe deux principaux types de systèmes à membrane d'usage courant, chacun portant le nom de la société qui l'a mis au point et chacun étant conçu principalement pour le transport du GNL.

Ces deux sociétés ont désormais fusionné et de futurs développements sont probables.

Système de membrane GTT 96

Les figures 33.5 (a) et 33.5 (b) présentent le système GTT 96 qui comprend une mince barrière primaire en invar. L'invar est un alliage d'acier inoxydable contenant environ 36 % de nickel et 0,2 % de carbone. Cette barrière est fixée à la surface intérieure (froide) de caisses en bois remplies de perlite, lesquelles sont utilisées en tant qu'isolant primaire. Ces boîtes ont une épaisseur comprise entre 200 et 300 millimètres. Ces boîtes sont elles-mêmes fixées à une couche intérieure en invar identique à celle mentionnée précédemment (la barrière secondaire), puis une nouvelle série de boîtes similaires remplies de perlite est utilisée pour l'isolation secondaire. L'invar est utilisé pour les membranes en raison de son coefficient de dilatation thermique très faible, ce qui rend inutile les joints de dilatation ou les cannelures dans les barrières. Des modèles plus récents du système GTT 96 utilisent des membranes en invar de 0,7 millimètres d'épaisseur en virures de 0,5 mètres de largeur et des caisses en bois renforcées contenant la perlite pour l'isolation. La perlite est traitée avec de la silicone pour la rendre imperméable à l'eau et à l'humidité. L'épaisseur des boîtes d'isolation peut être ajustée pour obtenir le volume d'évaporation requis.

La figure 33.5 (b) présente la section d'un système de confinement simple GTT 96.

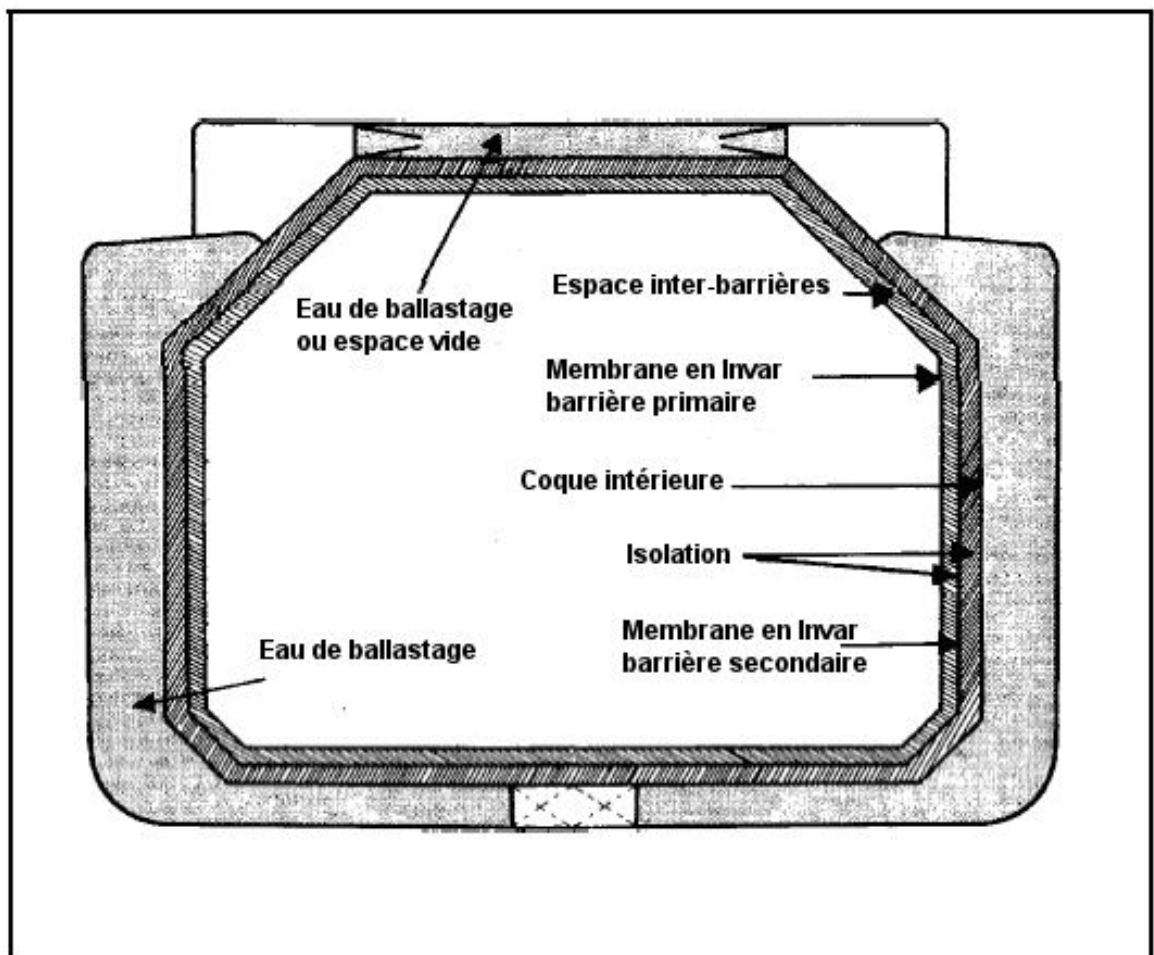


Figure 33.5 (a) - Système de confinement à membrane GTT 96
Transporteurs de GNL de plus grandes dimensions

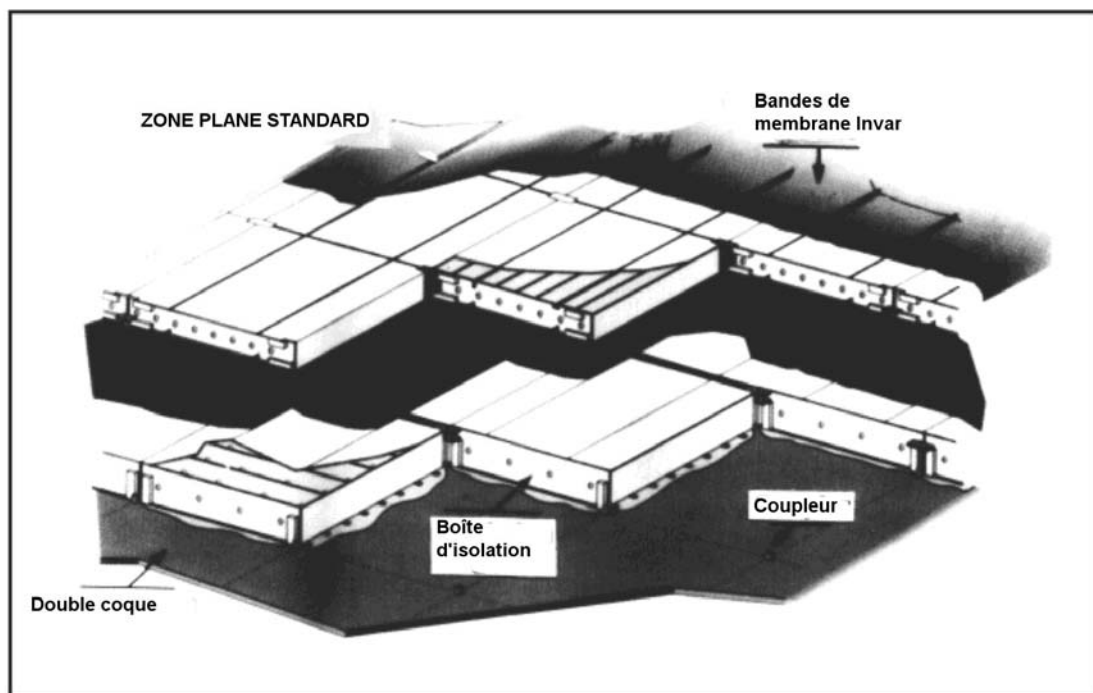


Figure 33.5 (b) - Construction du système à membranes GTT 96

GTT Mk III

Le système GTT Mk II illustré à la figure 33.6 (a), comporte une barrière primaire en acier inoxydable (1,2 millimètres d'épaisseur) avec des cannelures ou des gaufrages destinés à permettre l'expansion et la contraction. Dans la configuration originale Mark I, l'isolation qui supporte la membrane primaire était composée de panneaux stratifiés en bois de balsa maintenus entre deux couches de contreplaqué, le contreplaqué de surface formait la barrière secondaire. Les panneaux en bois de balsa étaient reliés entre eux par des joints spécialement conçus comportant des coins en mousse de PVC et des éclisses en contreplaqué et ils étaient supportés par des fonds de clouage en bois posés sur la coque intérieure en charge sur la coque intérieure du bateau-citerne.

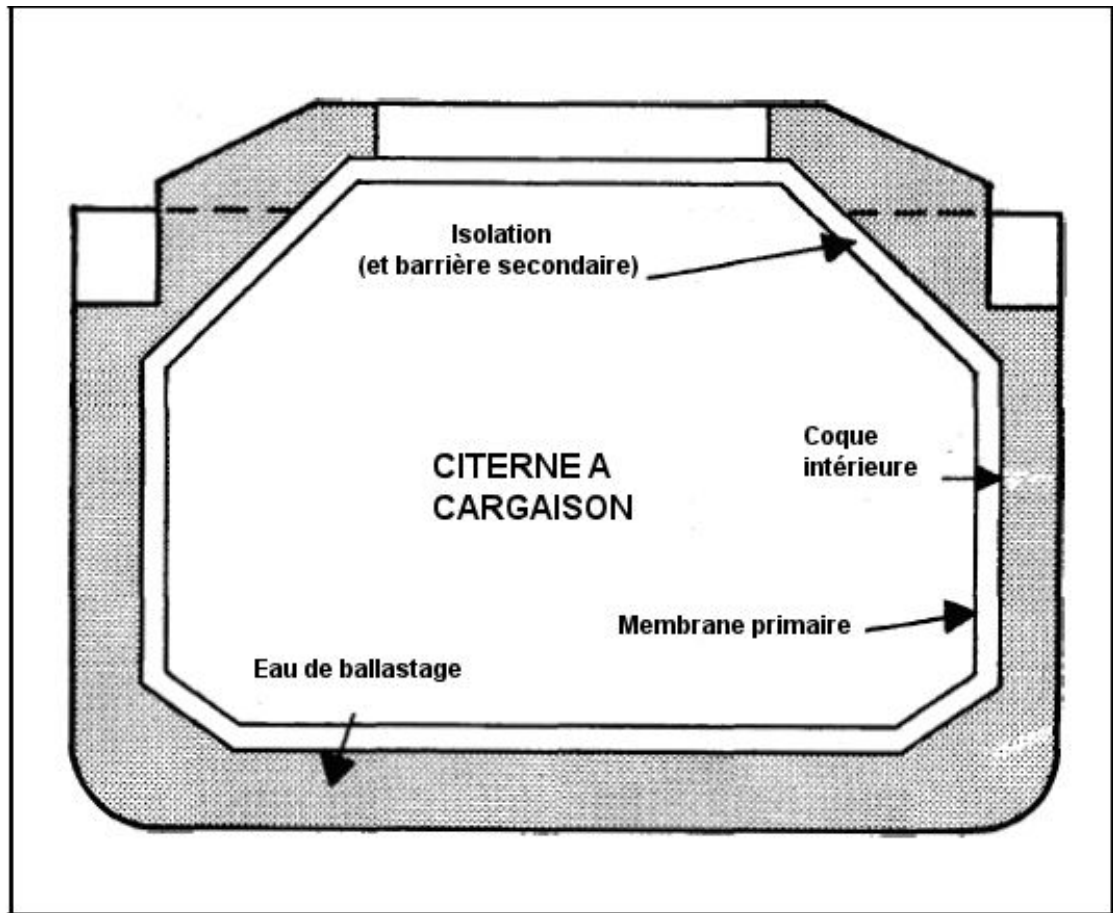


Figure 33.6 (a) - Système de confinement à membrane GTT Mk III
Transporteurs de GNL de plus grandes dimensions

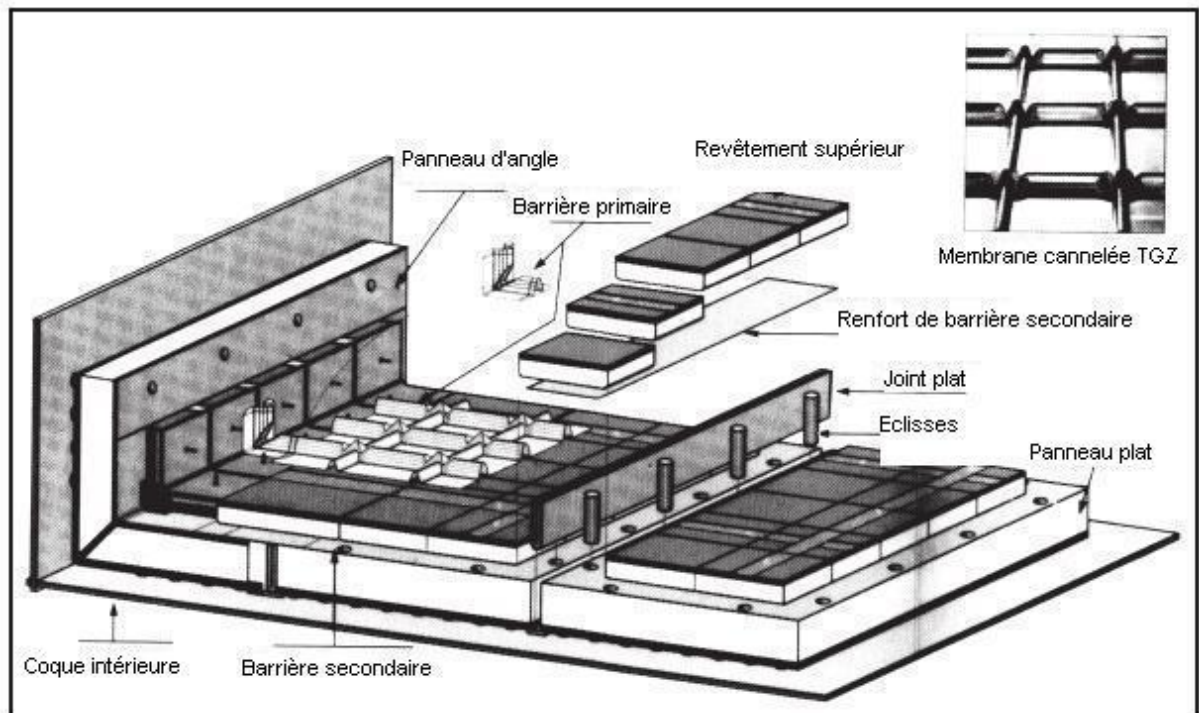


Figure 33.6 (b) - Construction de la membrane GTT Mk III

Dans la configuration Mark III, l'isolation en bois de balsa est remplacée par de la mousse cellulaire renforcée. La mousse contient une couche de tissage en fibre de verre et aluminium agissant comme barrière secondaire. La figure 33.6 (b) présente le système de confinement GTT Mk III en coupe.

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. Dans ce cas, le liquide (hydrostatique) et la pression de vapeur agissant sur la barrière principale sont transmis à travers l'isolant à la coque intérieure comme avec le système à membrane. Les angles et les bords sont conçus pour permettre l'expansion et la contraction. Bien que les citernes à semi-membrane aient été initialement développées pour le transport de GNL, aucun bateau-citerne de dimensions commerciales n'a encore été construit de cette manière pour le transport de GNL. Le système a toutefois 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.

33.2.4 Citernes intégrales

Les citernes intégrales constituent une partie de la structure de la coque du bateau-citerne et subissent les mêmes charges que celles subies par la structure de la coque. Les citernes intégrales ne sont généralement pas autorisées pour le transport de gaz liquéfiés si la température de la cargaison est inférieure à -10 °C . Certaines citernes utilisées à bord d'un nombre limité de bateaux-citernes japonais destinés au transport de GPL sont du type citerne intégrale pour le transport dédié de butane entièrement réfrigéré.

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 -55 °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 - 55 °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 - 46 °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 les raisons suivantes :

- Afin de limiter les flux de chaleur vers l'intérieur des citernes à cargaison, ce qui réduit l'évaporation.
- Pour 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 posséder les caractéristiques principales suivantes :

- Faible conductivité thermique.
- Capacité à supporter les charges.
- Capacité à résister à des dommages mécaniques.
- Faible poids.
- 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. La pénétration d'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. Le degré d'humidité doit par conséquent 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.

Matériaux	Utilisation	Conductivité thermique W/m K
Bois de balsa	Isolant et support de charge	0.05
Laine minérale	Normalement fourni en plaques ou en rouleaux	0.03
Perlite	Oxyde de silicium/aluminium utilisé en vrac pour le remplissage des espaces de cale ou dans les boîtes modulaires	0.04
Polystyrène	Préformé, pulvérisé ou mousse	0.036
Polyuréthane	Préformé, pulvérisé ou mousse	0.025

Tableau 33.1 - Matériaux d'isolation standard

Le tableau 33.1 comporte des indications sur les matériaux d'isolation normalement utilisés pour la construction des bateaux-citernes transportant du gaz, ainsi que des valeurs approximatives pour leur conductivité thermique à 10 °C.

L'isolation thermique peut être utilisée sur diverses surfaces en fonction de la conception du système de confinement. Pour les systèmes de confinement de type "B" et "C", l'isolant est appliqué directement sur les surfaces extérieures de la citerne. Pour les citernes à cargaison de type "A", l'isolation peut être posée soit directement sur la citerne à cargaison ou sur la coque intérieure (le cas échéant), la pose sur la citerne à cargaison étant la plus fréquente.

La plupart des matériaux d'isolation étant inflammables, une attention particulière est nécessaire durant la construction ou la remise en état afin d'éviter les incendies.

INDEX

A

À l'épreuve des flammes
- voir antidéflagrant

Absence de vent
dispersion de gaz 2.5.4.2; 2.5.5; 11.1.8;
26.1.2

Accès
bateau-citerne / terre 16.4
équipement 16.4.3
mise à disposition 16.4.2
personnes non autorisées 16.4.7

Accès non autorisé
au bateau citerne ou au terminal
6.4; 16.4.7; 24.10.1

Accostage
échange d'informations 22.3
restrictions concernant les défenses 17.2

Additif antistatique
- définitions
utilisation 11.1.7.9

Additifs
antistatique 11.1.7.9
antistatique, inhibiteurs, colorants, H₂S

Adiabatique
- définitions
compression 27.16; 27.21.2
courbe 27.16
expansion 27.16

Administration
- définitions
délimitation de zones dangereuses 4.4.2.1
fixation de valeurs limites 2.3.3.2
réglementation 1.2.5

Aériens
- voir antenne, transmission

Agents formant un film flottant (AFFF)
utilisation 5.3.2.1

Air conditionné
centralisé 4.1; 11.4.3; 24.2
unités de type fenêtre 11.4.3; 24.2

AIS
statut durant les opérations de
cargaison 4.8.4

Alarmes
chambre des pompes 10.11.6; 10.11.7
équilibre des vapeurs pendant les
transferts d'un bateau-citerne à un autre
7.1.6.4
incendie 19.3; 19.4
instruments de mesure des gaz 2.3.6.4;
8.2.3; 8.2.4; 19.2.9
remplissage excessif de la citerne à
cargaison 11.1.6.6; 11.1.13.4
urgence 20.2.3.1

Allumettes
utilisation 4.2.2.4

Aluminium
anodes 4.7
équipement 4.6
vêtements de protection contre le feu 19.7

Amarrage
- voir aussi Amarrages aux bouées
ordinaires, amarrage unique
à terre 22.2.4; 23.4.2.4
amarres 23.4.1
bouées 22.3.2
câbles de remorquage d'urgence 26.5.5
communications 22.3

- dispositifs 22.3; 23.4
 - équipement 22.3.1; 23.4
 - équipement du terminal 16.2
 - freins de treuils, capacité de conception 23.4.2.3
 - gestion 23.4.2
 - plan 22.3.2
 - remorqueurs, exigences applicables 22.2.4; 22.3.2; 23.3.2; 23.3.3
 - retrait d'urgence 26.5.4
 - sécurité du personnel 23.1
 - sûreté 23.2
 - tension 18.1.9; 23.4.2.1
 - treuils d'amarrage à enroulement autonome 23.4.2.3
- Amarrage à couple
- gestion de l'opération 16.5
- Amarrage unique
- amarrage aux 22.3.2
 - information pour l'accostage 22.3.2
- Amarrages à terre
- voir amarrages
- Amiante
- dangers respiratoires 10.2.2
 - enlèvement de bâches 4.11
- Ancre
- disponibilité 23.3.1
 - sécurisation 23.4.2.5
- Anodes
- voir aluminium, protection cathodique
- Antenne, transmission
- équipement satellite 4.8.2.3
 - précautions lors de l'utilisation 4.8.2.1
- Antidéflagrant
- système de contrôle des émissions de vapeur 11.1.13.6
- Antidéflagrant (à l'épreuve des flammes)
- définitions
 - fixation de câbles 4.3.2
 - inspection des éléments 4.4.4.6
- Appareil respiratoire
- appareil respiratoire d'évacuation d'urgence 10.3; 10.8.3; 10.11.7
 - autonomes 10.8.1
 - entretien 10.8.6
 - formation 10.8.8
 - masque à tuyau (air frais) 10.8.5
 - masques faciaux à cartouche 10.8.4
 - préparation pour l'entrée dans les espaces confinés 10.5
 - stockage 10.8.7
 - tuyau d'arrivée de l'air 10.8.2
- Appontement
- accès 9.8.6; 16.4; 19.8
 - amarrage aux 23.4
 - défenses 17.2
 - mouvements et contrôle du trafic 19.8; 20.2.6
- Arbres rotatifs
- inspection des joints / roulements 10.11.1
- Arrête flamme
- définitions
 - suppression dans les citernes 7.2.2.2
- Arrimage
- utilisation 12.5.1.2; 12.5.8
- Assèchement
- définitions
 - opérations 11.1.14.14
- Atmosphère
- voir aussi mesurage et prise d'échantillons ; prise d'échantillons
 - contrôle de citernes à cargaison 7.1.5
 - inerte 7.1.6; 11.3.4.1
 - lavage et nettoyage de citernes à cargaison 11.3.4
 - non inerte 11.3.4.2
- Auto-inflammation
- définitions
 - d'hydrocarbures liquides 4.10
- Autorisation d'entrée
- définitions
 - voir aussi Espaces confinés, Système d'autorisation de travail

- Autorisations de travail
- voir Système d'autorisation de travail
- Autorités portuaires
en cas d'urgence 20.2.7.1
- Avitaillement
- voir aussi fioul lourd
contrôle de l'inflammabilité de l'espace libre 4.1
dangers liés à 2.7
échange d'informations 22.2.3; 22.4.1
listes de contrôle de sécurité 25.4
opérations d' chapitre 25
procédures 25.2
- Azote
dangers 2.4.10.1; 11.1.15.8
réception depuis la terre 11.1.15.8
- B**
- Balayage à la vapeur de produit
- définitions
cargaison fournie depuis la terre 32.3
difficultés 32.4
espaces confinés 28.7.1
état non inflammable 32.2.3
gaz incondensables 32.5.4
Installation de réfrigération 32.3
liquide 32.3
niveaux d'inertage 27.7
utilisation de liquide fourni depuis la terre figure 32.3(a)
utilisation de vapeur fournie depuis la terre figure 32.3(b)
vapeur 32.3; 32.9.1
- Ballast
- voir aussi ballast séparé
cargaison / ballast simultané 7.1.6.3; 11.1.14.12
chargement dans les citernes à cargaison 11.6.3
contamination des espaces de la double coque 11.7
déballastage dans le port 11.6.5
dômes de citernes 24.5
- nettoyage d'espaces contaminés 11.3.6.11
opérations de 11.6
rétention pour réduire le franc-bord 11.6.6.1
vannes 11.6.3.2
- Ballast séparé
chargement 11.6.4
contaminé 11.3.6.11
déchargement 11.6.6
dômes de citernes 24.5
rétention 11.6.6.1
- Barges
- voir le long de, bateaux le long de
- Barrière secondaire
- définitions
code IGC 33.2.1
espace de cale 33.2.1
systèmes de confinement à membrane 33.2.2
systèmes de confinement de la cargaison 33.2; 33.2.1
transporteur de GPL entièrement réfrigéré 33.2.1
- Basculement de couches (Roll-Over)
- définitions
conditions 27.18.1
phénomène 27.18.1
- Bateau-citerne
- définitions
autorisation de travail 9.3
gestion de la sécurité et des urgences chapitre 9
précautions générales chapitre 4
réparations à quai 22.7
- Bateaux le long de / aux cotés
- voir aussi Remorqueurs
durant le nettoyage des citernes 11.3.3.2
durant les opérations de cargaison 24.9.4
durant une urgence 9.9.3.1
- Bateaux-citernes à double coque
fuite de cargaison 11.7
inertage de bateaux-citernes à double coque 11.7.2
procédures de ventilation 11.4.7; 11.7.1

Benzène

dans les espaces confinés 10.2.4.1
et autres hydrocarbures aromatiques 2.3.5
informations relatives à la cargaison 2.3.4;
22.4.1.2; 22.4.2.1
toxicité 2.3.5.2

Bidons / fûts

- voir aussi fûts
hydrocarbures en 12.5

BLEVE

définition 27.22
inflammation de vapeurs 30.1.1

Bouchon de vapeur

- définitions
mesurage et prise d'échantillons 11.8.1;
11.8.3; 11.8.5

Bouchons de vidange

inspection des 10.11.1

Bouées de sauvetage

sécurité sur la passerelle 16.4.2

Boues

- voir Dépôts

Bras métalliques de cargaison

coupleurs mécaniques 18.1.6
dommages dus aux sautes de pression
11.1.4
effet du vent 18.1.2; 18.1.7
enveloppe opératoire 11.6.6.1; 16.3; 18.1.1
forces agissant sur 16.3; 18.1.2; 18.1.7
formation de glace sur 18.1.5
précautions après la connexion 18.1.9
retrait d'urgence 18.1.10; 24.6.5
risques d'arcs électriques 17.5.2
verrouillage d'immobilisation 18.1.4; 18.1.5
vidange 11.1.15

Bride

cargaison, bateau-citerne / terre 18.1.3;
18.2.7; 24.6.1; 24.6.2; 24.6.3
collecteur de vapeur 11.1.13.2
ilollement 17.5.2; 17.5.5; figure 17.1

Bride isolante

- définitions
bateau-citerne / terre 11.1.13.8; 11.9.5;
17.5.5; figure 17.1)
essais 17.5.5.2

Brides de collecteur de vapeur

mauvaise connexion 11.1.13.2

Briquets

cigarettes 4.1; 4.2.2.4
précautions lors de l'utilisation 4.2.2.4

Brouillard

brouillard d'eau 5.2.2; 5.3.1.1; 8.1.3.3

Butane

étalonnage des appareils de mesure des
gaz inflammables 2.4.3.4
limites d'explosivité 1.2.2 Tableau 1.1;

Câbles

- voir aussi enrouleurs de câbles
métallisation bateau / terre 17.5.2; 17.5.4

Câbles de remorquage

- voir Câbles de remorquage d'urgence

Câbles électriques

- voir aussi enrouleurs de câbles

Câbles flexibles

- voir aussi enrouleurs de câbles

Cancérigène

- définitions
chlorure de vinyle 28.3.1
séquelles permanentes 28.3.1

Carbamates

- définitions
ammoniac 27.7; 32.2.3; 32.9.5
contamination de la cargaison 27.7
dioxyde de carbone 27.7; 32.9.5

Cargaison

- voir aussi déchargement ; tuyaux,
chargement
bras de cargaison métalliques, conduites,
pompes

- citernes, vannes
- collecteurs, mesurage, prise d'échantillons
- conditionnée 12.5
- distribution 22.5; 22.6
- dômes de citernes 24.3.1
- FDSP 2.3.4; 20.1
- fuite vers l'espace de ballastage 11.3.6.11; 11.7
- information 22.2.4; 22.4.2
- manutention chapitres 7, 11; 24; 26.3
- opérations, durant la marée 16.6
- opérations, pas toujours à flot 16.7
- pont 12.5.8
- toxicité 2.3
- vidange des conduites 10.11.2
- Cargaison à haute pression de vapeur
 - chargement 2.5.2; 11.1.8
 - déchargement 11.1.14.5
- Cargaison conditionnée
 - définitions
 - généralités 12.5
- Cargaison de pont
 - transport de 12.5.8
- Cargaison en vrac
 - définitions
- Cargaison ordinaire
 - aux quais voisins 24.9.2
 - quai, opérations du bateau-citerne 24.9.3
- Cargaisons à très haute pression de vapeur
 - chargement 11.1.8
 - manutention 11.1.8; 11.1.14.5
- Cargaisons acides
 - définitions
 - notification 22.2.3; 22.4.1.2; 22.4.2.1
 - précautions lors de la manutention 2.3.6.4; 7.1.7.1; 11.1.9
- Cavitation
 - définitions
 - charge minimum de cargaison 31.2
 - débit 31.2
 - pompe 31.2
- pompe centrifuge 32.7.4
- turbine 31.2
- Centre de commandement
 - organisation d'urgences 9.9.2.2
- Centres de contrôle du trafic
 - communication avec, urgences 20.2.7.1
- Certificat de conformité
 - définitions
 - codes des gaz 32.5.1
 - conception des pompes 31.2
 - conditions de stabilité 32.5.1
 - exigences de flottabilité 32.5.1
 - grades particuliers de cargaisons 31.2
 - orientations 32.5.1
- Certifié exempt de gaz
 - définitions
 - travail à chaud 4.4.5.3
- Chaleur latente
 - définitions
 - condensation 27.12.1; 27.13
 - énergie interne totale d'un fluide 27.21.1
 - évaporation éclair 27.21.2
 - fusion 27.12.1
- modification de l'état d'une substance 27.12.1
 - pression 27.12.1
 - solidification 27.12.1
- Chaleurs latentes de vaporisation
 - définitions
 - pression Tableau 27.4 (a); 27.12.1; 27.13
 - réfrigérant liquide froid 27.13
- Chambre des pompes
 - alarmes 10.11.6; 10.11.7
 - divers 10.11.7
 - éclairage 10.11.4
 - entretien 10.11.3
 - équipement électrique 10.11.4
 - fond de cale 10.11.2; 10.11.3
 - gaz inflammables 4.1
 - pénétration 10.10
 - précautions 10.11.1
 - sulfure d'hydrogène 10.2.4.2
 - ventilation 10.10.1; 10.11.5

Charge induite

chapitre électrostatique 3

Chargement

arrêt, par le terminal 11.1.6.15)
bateaux-citernes à double coque 11.2
cargaison 11.1.6
cargaisons à haute pression de vapeur 11.1.8
cargaisons contenant du benzène 11.1.10
cargaisons contenant du H₂S 11.1.9
changement de cargaison 11.1.7.10
commencement du 11.1.6.7
contrôles périodiques 11.1.6.13
contrôles postérieurs 11.1.6.17
débits, définitions 3.2.1; 7.3.3; 11.1.6.14;
11.1.7; 11.1.8; 11.1.11; 18.2.5; 22.4.1;
22.4.2
disponibilité 11.1.6.2
durant la marée 16.6.2
fermé 11.1.6.6
huile accumulatrice de charge électrostatique 3.2.1; 11.1.7
inspection préalable des citernes à cargaison 24.4
par le haut
définitions; 3.3.3; 11.1.12
pétrole conditionné 12.5
plans 22.5
produits chauffés 11.1.11
remplissage progressif final 11.1.6.16
réparti 11.1.7.7
système de communication 22.4.2.1

Chargement fermé

cargaison à très haute pression de vapeur 11.1.8
cargaisons contenant du benzène 2.3.5.2; 11.1.10
cargaisons contenant du H₂S 2.3.6.4; 11.1.9.2
opérations de 11.1.6.6

Chaussures

charges électrostatiques 3.3.7

Cheminée

feu / étincelles 4.2.4.1

Chute libre

- définitions
précautions 3.3.3; 7.1.12.3; 11.3.6.5

Citerne

- voir aussi Dégazage
assèchement et vidange 11.1.14.14
atmosphère 7.1.4; 7.1.5; 11.3.4
dômes 24.3.1; 24.5
espace libre, inflammabilité 2.7.3.2
évacuation de gaz 7.1.6.2; 7.2
inertage 7.1.5; 7.1.6
inspection 24.4
lavage, risque électrostatique 3.3.4
manutention de cargaison 11.1
nettoyage, définitions 7.1.6.9; 11.3
nettoyage, produits chimiques 11.3.6.8
orifices 24.3.1; 24.3.2; 24.5
préparation pour le nettoyage 11.3.3.1
remplissage excessif 11.1.13.4
retrait de boues, dépôts, sédiments 11.3.6.10
surpression et dépression 7.2.2
travail à chaud 9.4.4.2; 9.4.4.4

Citernes à double fond

chargement d'avitaillement dans 25.2
impact sur la stabilité 11.2.2
nettoyage si contaminé 11.3.6.11
ventilation 11.4.7
surpression et dépression 7.2.2

Citernes inertées

inspection des 7.1.6.12; 7.1.7.2; 10.2.5; 24.4
pénétration dans les 7.1.6.12; 7.1.7.3; 24.4

Citernes non inertes

danger électrostatique 11.1.7; figure 11.1
mesurage et prise d'échantillons 11.8.2; Table 11.2; figure 11.4

Clapets anti-retour

- voir vannes

Classification des zones

- voir aussi Zone dangereuse
installations et équipements électriques 4.4

Codes de gaz

- définitions
- bateaux-citernes transportant du gaz 33.1
- Certificat de conformité 32.5.1
- citernes à cargaison 31.9.1
- colonne de ventilation 31.1.1
- différents types d'acier 33.3.1
- GPL entièrement réfrigéré 33.3.1
- installations électriques 31.8
- limite de remplissage des citernes 32.5.3
- limites de basse température 33.3
- meilleure pratique 31.1.4
- prévention de sources d'ignition 27.5
- reliquéfaction 31.5.1
- soupapes de sûreté à pression 27.22
- surveillance de la pression 31.9.3
- vannes d'isolement pour citernes à cargaison 31.1.2

Collecteurs

- à terre 22.2.4; 22.3.2; 24.6
- bateau-citerne 18.1.1; 18.1.2; 18.1.3; 18.1.6; 18.1.7; 18.2.11; 22.2.3; 22.3.2; 24.6
- cargaison, connexion bateau-citerne / terre 24.6
- forces agissant sur 18.1.2; 18.1.3; 18.2.11
- retour de vapeur 11.1.13.2

Combustible (inflammable)

- définitions
- brouillards 2.4.3.2
- chambre 2.4.3.5
- métaux 5.2.4, 8.1.4.1

Combustion spontanée

- définitions
- prévention 4.9; 12.4.1; 12.5.1.2

Communications

- chapitre 22
- avitaillement 25.2
- contrôle des émissions de vapeur 11.1.13.10
- de bateau-citerne à barge 11.9.2
- de bateau-citerne à bateau 11.9.4
- difficultés de communication 22.1.2
- équipement 4.8; 22.1.1
- pénétration dans la chambre des pompes 10.10.2
- pénétration dans un espace confiné. 10.5

- pré-accostage 22.3
- pré-arrivée 16.1; 22.2
- procédures 22.1.2
- radio 4.8.2
- récepteurs de radiomessagerie 4.8.7
- satellite 4.8.2.3
- téléphones 4.8.5; 22.1.1
- téléphones mobiles 4.8.6
- télévision en circuit fermé 4.4.3.2
- UHF/VHF 4.8.2.2; 22.1.1; 22.1.2
- urgence au terminal 20.2.3; 20.4

Communications par satellite

- risque d'ignition 4.8.2.3

Compartiments non exempts de gaz

- pénétration dans les 10.7

Compatibilité bateau-citerne / quai

- critères 15.6

Condensats

- définitions
- enthalpie 27.21.2
- extraction 27.2.1
- fraction sèche 27.21.2
- gaz brut 27.2.1
- LGN 27.2.1
- liquide 27.15
- reliquéfaction 31.1.1; 32.6; 32.8
- réservoirs 27.2.1
- vapeur 32.5.2; 32.6

Conditions climatiques

- foudre 17.6; 26.1.3
- orages électriques 16.3; 26.1.3
- précautions par temps froid 7.1.11; 7.2.2.2; 7.2.2.4
- vent / absence de vent 2.5.5; 11.1.8; 11.1.9.2; 26.1.2

Conduites

- cargaison et avitaillement, non utilisé 24.7.5
- cargaison, entretien 10.11.3
- cargaison, travail à chaud 9.4.4.5
- chambre des pompes 10.11
- conduites d'eau , extinction d'incendie 8.1.2; 19.5.3.3
- sautes de pression 11.1.4; 16.8; 16.9; 16.10

- vannes de vidange dans les conduites de mousse 19.5.3.7
vidange 10.11.2; 11.1.15.3
- Connexion internationale à terre pour la lutte contre l'incendie
description 26.5.3; figure 26.2
utilisation 8.1.2; 19.5.3.5; 19.6
- Cordes
amarrage 23.4.1
câbles 23.4.1
fibres synthétiques 3.1.2; 11.3.5.2; 11.8.2.2
- Coulées
d'eau 3.3.4
- Coupleur mécanique de déverrouillage de secours (*Powered Emergency Release Coupling* - PERC)
généralités 18.1.10
- Courants électriques
bateau-citerne / bateau-citerne 11.9.5
bateau-citerne / terre 17.5.2
- Creux
- définitions
- voir aussi mesurage et prise d'échantillons
cordes en fibres synthétiques 11.3.5.2; 11.8.2.2; Tableau 11.2
équipement 11.8.1
fioul résiduel 2.7.4.5
huile accumulatrice de charge électrostatique 3.1.4; 11.8.2.3; Tableau 11.2; figure 11.3
inerté 7.1.6.6; 7.1.6.8; 7.1.12.3; 11.8.3
manuel, inhalation de gaz 7.1.7.2; 11.8.1
orifices 11.1.6.6; 11.8; 24.3.2
prise d'échantillons
risques liés à l'électricité statique 11.8.2
- Cuisines
autocuisseurs 4.2.3
équipements, utilisation sûre 4.2.3
fours 4.2.3
- Cycle de reliquéfaction en cascade
- définitions
compresseur de réfrigérant 27.2.1; 31.5.2
- condensation de vapeurs de cargaison 31.5.2
échangeurs de chaleur 27.2.1
éthylène 27.2.1
méthane 27.2.1
processus à réfrigérant pur en cascade 27.2.1
propane 27.2.1
simplifié figure 31.13
- Dalots
bouchons 24.7.3
- Déballastage
- voir ballast
- Déchargement
cargaison 11.1.14
commencement du 11.1.14.7
contrôles périodiques 11.1.14.10
danger électrostatique 11.1.14.14; 16.11.4
débits 11.1.14.11; 22.4.2.2
dégazage / nettoyage simultané des citernes 11.3.6.4
durant la marée 16.6.1
échange d'informations 22.4.2.2; 22.6;
fermé 11.1.14.3
procédures de gaz inerte 7.1.6.6; 11.1.14.4
stabilité 11.2
- Déchargement fermé
opérations de 11.1.14.3
- Déchets
dispositifs de collecte 9.8.6
stockage 12.4.2
- Défenses
de remorqueurs et d'autres embarcations 23.3.2; 24.9.4
limites opérationnelles pour l'accostage 22.3.2
systèmes de défenses du quai 17.2
- Dégazage
- définitions
espaces confinés 28.7.1
procédures 27.23

Densité

- définitions

air 32.2.3

cargaison 27.18.1

couches 27.18.1

différence 32.2.3

dioxyde de carbone 27.2.4

gaz 1.3; 2.2; 2.5.2.1

gaz inerte 32.2.3

gaz liquéfié 27.18.1

liquide Tableau 27.5; 27.18.1; 31.2

mélange de gaz 27.19 ; Tableau 27.7

nuage de vapeur 27.12.3

propane 32.5.5

relative 32.5.5

température 27.18.2

vapeur 27.18.2; 27.19; 32.3

vapeur saturante 27.17

variations of propane liquid 27.17

dans la chambre des pompes 10.11

dans la salle des machines 4.1

durant les opérations de transfert 24.7

Déversement et fuites d'huile

accidentels 24.7

inflammation spontanée 4.10

Difficultés de communication

prévention 22.1.2

Dioxyde de carbone

danger électrostatique 3.3.6

dans le gaz inerte 7.1.3

envahissement 8.1.3.1

lutte contre l'incendie 5.3.2.2; 19.5.2

Dioxyde de soufre

dans le gaz inerte 7.1.3

mesurage 2.4.7.2

Dispersion

gaz, évolution et 2.5.3; 2.5.4

Disponibilité

équipement de lutte contre l'incendie
9.9.2.6; 19.2.2; 24.8

équipement de réanimation 10.5; 10.6.3;
10.7

Densité relative du liquide

- définitions

Dépôts résiduels

dans les espaces confinés 10.2.3; 10.9.1;
10.9.5

enlèvement 9.4.4.2; 10.9.5; 11.3.6.10

libération de gaz 10.2.3

travail à chaud 9.4.4.2

Derricks

inspection et entretien 8.3.1

utilisation de tuyaux 22.3.2

Drogues

et politique relative à l'alcool 13.4

trafic 13.5

Destinataire

- définitions

Détecteur d'interface

- définitions

précautions lors de l'utilisation 11.3.5.2

Détecteurs de gaz à filament chauffé non-catalytique

utilisation 2.4.4

Détection de gaz inflammable

- voir détection de gaz

Déversement de pétrole

confinement 24.7.4

Eau

brouillard (risque électrostatique) 3.3.4;
11.8.2.5

brouillard, définitions 5.2.2; 5.3.1.1; 8.1.3.3
coulée 3.3.4

dans les citernes à cargaison 22.4.1.2

étanchéité, précautions par temps froid
7.1.11.3

jet 5.2.2; 5.3.1.1

lutte contre l'incendie 8.1.2

mur (rideau) 8.1.3.4

pulvérisation, définitions 5.2.2; 5.3.1.1;
11.3.6.6

E

Eclairage

- accès 16.4.2
- antidéflagrant, chambre des pompes 10.11.4
- au terminal 17.4
- connexions de cargaison 24.6.4
- feu nu, définitions 4.2.1; 4.2.2.5; 24.9.4; 24.10
- mise à disposition 12.5.1.2; 16.4.2; 24.6.4

Écran

- voir aussi pare-flamme
- porte 24.1

Effectifs

- en cas d'urgence 24.11
- niveaux, à terre 15.5.1
- niveaux, bateau 13.1

Effet de carène liquide

- bateaux-citernes à double coque 11.2.2

Electricité statique

- définitions chapitre 3
- accumulation de charge 3.1.3; 11.1.7; 11.3.6.6; 11.8.2
- autres sources 3.3
- brouillard d'eau 3.3.4; 11.6.3.2; 11.8.2.5
- changement de cargaison 11.1.7.10
- chute libre 3.3.3; 11.3.6.5
- citernes non inertes Tableau 11.2
- conducteurs 3.1; 11.8.2
- conducteurs intermédiaires 3.1.4.2
- déchargement 3.1.4; 11.1.13.8
- dioxyde de carbone 3.3.6
- eau dans l'huile 11.1.7.4; 11.1.7.5
- équipements fixes dans les citernes à cargaison 3.3.2
- filtres 3.3.1
- gaz inerte 3.3.5; 7.1.6.1; 7.1.6.8; 11.8.3.1
- huile accumulatrice de charge électrostatique 3.1.4.2; 11.1.7; 11.8.2.3
- lavage des citernes chapitre 3; 11.3.5
- matériaux synthétiques 3.3.8
- non-conducteurs 3.1.4.2
- précautions générales 3.2; 11.8.2
- principes 3.1
- rejet de dioxyde de carbone 3.3.6
- relaxation de charge 3.1.3; 11.1.7
- séparation de charge 3.1.2

- sondage, jaugeage, prise d'échantillons 3.2; 11.3.5.2; 11.8.2; 11.8.3; figure 11.4; Tableau 11.2
- vapeur 3.1.2; 3.1.5; 11.3.5.2
- vêtements et chaussures 3.3.7; 26.2.4

Embarcation le long de

- voir le long de, bateaux le long de

Endothermique

- définitions

Enrouleurs de câbles

- dommages mécaniques 4.3.1
- utilisation correcte 4.3.2
- utilisation dans les zones dangereuses 4.3.2

Enthalpie

- définitions
- chaleur 27.21.2
- chaleur thermodynamique 27.21.1
- condensat 27.21.2
- condenseur 27.21.2
- gaz liquéfiés 27.21.1
- reliquéfaction 27.21; 27.21.2
- vapeur 27.21.2

Entrepreneurs / sous-traitants

- gestion des 9.7

Entropie

- définitions
- constante 27.16; 32.6.1
- pression 27.16
- processus adiabatique 27.21.2
- processus réversible 27.16

EPI

- voir Équipement de protection individuelle.

Équipement agréé

- définitions
- communications 4.8.1
- fixes, électriques 4.4.3
- mesure des gaz 2.4
- modifications des 4.4.4.5
- portatifs, électriques 4.3; 12.5.4

Équipement de combustion
entretien 4.2.4.1

Équipement de levage
à bord du bateau 8.3
au terminal 17.3

Équipement de protection individuelle (EPI)
- voir aussi Vêtements de protection
détecteurs de gaz 2.4.12
exposition au benzène 2.3.5.2; 10.2.4.1
exposition au H₂S 2.3.6.4; 11.1.9.2
exposition au pétrole liquide 2.3.2.2
généralités 19.1.2; 26.2.1
pénétration dans un espace confiné 10.5

Équipement d'ouverture
dans les espaces confinés 10.9.2
installation de gaz inerte 7.1.13

Équipement électrique
à bord du bateau 4.4.3.3
altérations 4.4.4.5
autorisation de travail 17.1
aux terminaux 4.4.3.4; 17.1
dans la chambre des pompes 10.11.4
dans les espaces confinés 10.9.4
dans les zones dangereuses 4.4
entretien 4.4.4
installations 4.4
portatifs 4.3; 10.9.4; 12.5.4
réparations 4.4.5
soudage et feu 9.5; 9.8.13
test d'isolement 4.4.4.4

Équipement électrique portatif
- voir aussi Équipement électrique
utilisation 4.3; 4.8; 11.8.3

Équipements à piles, batteries
portatifs 4.3.4; 4.3.5; 4.3.6

Équipements de rechange
stockage sur le pont 12.2.5

Espace ou zone présentant un risque de gaz
- définitions
Équipement électrique 31.8

Espaces confinés
- définitions
autorisation de travail dans les 9.3; 10.4
dangers de toxicité 10.2.4
dangers respiratoires 10.2.2
dégazage 11.4.2
évacuation des 10.6.1
inspection des 24.4
manque d'oxygène 10.2.5
pénétration dans les chapitre 10, 7.1.6.12;
7.1.7.3; 12.5.3

Espaces de ballastage
surveillance des 7.3.4

Espaces vides
- définitions
certificats d'exemption de gaz 9.8.9
précautions générales 10.1
surveillance des 7.3.4

Essai de pression
tuyaux 18.2.6

Essais
alarmes et seuils 10.11.6
atmosphère, préalable à l'entrée 7.1.7.3;
10.3

Essence au plomb
pénétration dans les citernes 11.3.6.9

Etats
mise à la terre 4.8.2.1

Etat inerte
- définitions
inspection des citernes inertées 7.1.6.12;
7.1.7.2; 10.2.5; 24.4
pour la manutention d'huiles accumulatrices
de charge électrostatique 11.1.7.2
pour le lavage au pétrole brut 7.1.6.9
pour le lavage des citernes 7.1.6.9
sondage, jaugeage, prise d'échantillons
11.8.3; 24.4
systèmes fixes de gaz inerte 7.1

Étincelles incendiaires
anodes 4.7
connexion / déconnexion de tuyaux et bras
17.5.2

- indicateurs de gaz 2.4.3.5
- machines portables de lavage des citernes 11.3.6.1
- utilisation d'outils 4.5; 22.7.3
- Évaluation des risques
 - autres tâches dangereuses 9.6
 - espace confiné 10.4; 10.7
 - généralités 9.2.1; 15.2
 - opérations de cargaison 11.1.7.7; 11.8.1; 16.5; 16.6; 16.7
 - terminal 19.1.2; 19.5.1; 20.3.3.1
 - travail à chaud 9.4.1
- Evaporation
 - définitions
 - boîtes d'isolement 33.2.2
 - cargaison 32.5.2; 32.6; 33.3.2
 - cargaison de propane semi-pressurisé 27.21.2
 - chargement 31.5
 - citernes de stockage de GNL 27.2.1
 - comprimée, condensée, renvoyée dans la citerne 31.5.2
 - contrôle 31.5
 - débits 27.18.1
 - flux de chaleur 32.7.2; 33.3.2
 - pressions dans les citernes 32.7.2
 - reliquéfaction 31.1.1
 - vapeur instantanée 32.7.2
 - vapeurs 27.13; 27.21.1; 27.21.2; 31.5; 31.5.2; 32.4
- Events
 - citernes à cargaison 11.1.6.6; 11.4.3; 24.3.3
 - cuisines 4.2.3
- Explosimètre
 - voir indicateur de gaz combustible
- F**
- Facteur humain
 - considérations à bord chapitre 13
 - fatigue 13.3.2
 - voir aussi Effectifs
- Feu
 - à quai 26.5.2
 - à quai 26.5.1
 - alarme 9.9.2.4; 9.9.3.1; 19.3; 26.5.2
 - câbles 26.4(4); 26.5.5
 - classe B, hydrocarbures 5.2.2
 - classe C, équipement électrique 5.2.3
 - classe D, métaux combustibles 5.2.4
 - connexion, internationale à la terre 8.1.2; 19.5.3.5; 19.6; 26.5.3; figure 26.2
 - Formation et exercices 9.9.2.7; 21.4
 - instructions figure 26.1
 - matériaux combustibles de classe A 5.2.1
 - plans de contrôle 9.9.2.5
 - pompes au terminal 19.5.3.2
 - types 5.2
- Fiche de Données de Sécurité du Produit
 - définitions
 - en cas d'urgence 20.1
 - mise à disposition 2.3.4; 11.3.6.8; 12.2.1; 22.4.2.1
- Filets de sécurité
 - pour la passerelle 16.4.5
- Filtres
 - couvercles, inspection 10.11.1
 - danger électrostatique 3.1.2; 3.3.1; 11.1.7.10
 - dans les tuyaux d'échantillonnage 2.4.13.3
- Fioul résiduel
 - voir aussi Avitaillement
 - danger d'inflammabilité 2.7
- Flammes nues
 - voir feux flammes nues
- Flux d'air
 - au-dessus du bloc de logements figure 2.4
- Fond de cale
 - chambre des pompes, alarme 10.11.7
 - chambre des pompes, propreté 10.11.3
- Formation de glace
 - voir aussi Conditions climatiques, Gel
 - dans les prises d'eau 8.1.2

- sur les bras métalliques 18.1.5
- sur les événements de ballast 7.2.2
- Foudre
 - mise à la terre et métallisation 17.6
 - orages électriques 16.3; 26.1.3
- Fournisseur
 - définitions
- Frigorigène
 - définitions
- Fuites
 - gaz inerte 7.1.6.5; 7.1.6.12
 - huile 4.10; 10.2.3; 24.7
- Fumer
 - à quai 4.2.2; 12.5.1.2; 16.4.8; 24.10
 - en mer 4.2.2.1
 - qvis 4.2.2.5; 24.10
 - zones déterminées 4.2.2.3
- Fûts
 - précautions, manutention / stockage 12.5.1; 12.5.8
- G**
- Gattes
 - confinement de déversements 24.7.4
- Gaz
 - bouteilles 12.1; 12.5.1.2
 - certificat d'exemption 9.8.9; 22.7.1.2
 - conduites d'échantillonnage 2.4.13
 - dégazage 2.5.2.5; 2.5.5; 7.1.6.11; 11.4
 - densité 1.3; 2.2; 2.5.1; 2.5.2.1
 - détection 2.4; 8.2; 10.11.7; 19.2.7; 19.2.8; 19.2.9; 19.4; 24.2
 - dispersion 2.5.3; 2.5.4
 - échantillonnage, filtres 2.4.13.3
 - équipement de mesure 2.4; 8.2
 - évacuation de gaz 2.5; 11.1.6.6; 11.4.3
 - évolution 2.5.1; 2.5.2
 - exempt 2.5.2.5; 2.5.4; 2.5.5; 7.1.6.11; 11.4
 - gaz de combustion 2.3.9; 7.1.3
 - indicateurs 2.4; 8.2
 - indicateurs d'indice de réfraction 2.4.5
 - indicateurs, filament catalytique 2.4.3; figure 2.1
 - indicateurs, filament chauffé non catalytique 2.4.4
 - indicateurs, infrarouge 2.4.6; figure 2.2
 - inerte 7.1
 - inflammabilité 1.2.4; 1.2.6; 2.1; 7.1.1
 - liquéfié, conditionné 12.1
 - masques, cartouches 5.3.2.2; 10.8.4
 - masques, type à tuyau 10.8.5
 - mesurage (toxicité) 2.4.7; 11.8.4
 - Procédures d'échantillonnage 2.4.13.2; 10.3
 - test préalable à l'entrée Chapter 10; 2.4; 7.1.6.12; 11.4.2;
 - test, pour le lavage des citernes 11.3.5
- Gaz de combustion
 - gaz inerte, composition et qualité 7.1.3;
- Gaz d'hydrocarbures
 - définitions
 - dans les espaces confinés 10.2.3
 - densité 1.3; 2.2
 - détection 2.4; 8.2; 19.4
 - dispersion 2.5.3; 2.5.4
 - évolution 2.5.1; 2.5.2
 - évolution et dispersion 2.5
 - indicateur à filament non catalytique 2.4.4
 - indicateur de gaz combustible à filament catalytique 2.4.3; figure 2.1
 - indicateurs 2.4
 - indicateurs d'indice de réfraction 2.4.5
 - inflammabilité 1.2; figure 1.1
 - mélange de gaz inertes, schéma d'inflammabilité figure 1.1
 - mesurage 2.4.2; 7.1.6.10; 10.3
 - test préalable à l'entrée 2.4; 7.1.6.12; 11.4.2
 - toxicité 2.3
- Gaz inerte
 - définitions
 - assistance lors de la lutte contre l'incendie 8.1.3.5
 - ballastage 7.1.6.7
 - charge électrostatique, précautions 3.3.5; 11.8.3.1
 - citernes de fioul résiduel 2.7.4.4
 - composants toxiques 7.1.3; 7.1.7; 10.3
 - composition 7.1.3

- danger pour la santé 7.1.7
 - disfonctionnement 7.1.12
 - effets sur l'inflammabilité 1.2.3; figure 1.1
 - épurateurs 7.1.13
 - étanchéité à l'eau 7.1.5.2; 7.1.11.3; 7.1.13
 - fuite 7.1.6.5; 7.1.6.12
 - installations, définitions 7.1.5.2, 7.1.6.2, 7.1.13, 7.1.6.8
 - maintien de la fourniture 7.1.6.6
 - nettoyage de tuyaux 11.1.15.4
 - précautions par temps froid 7.1.11
 - pressurisation 7.1.5; 7.1.8
 - procédures 7.1.5; 7.1.12; 11.1.6.5; 11.1.14.4
 - purge 1.2.3; 2.5.2.4; 7.1.6.10
 - qualité 7.1.3
 - remplissage final 7.1.6.5; 7.1.6.7
 - réparation du système 7.1.13
 - sources 7.1.2
 - système de gaz inerte, définitions 7.1
 - transporteurs de produits 7.1.12.3
- Gaz liquéfié**
- définitions
 - bateaux-citernes entièrement réfrigérés 33.1
 - bateaux-citernes semi-pressurisés 33.1
 - cargaison chapitre 27; 28.1; 32.11
 - chargement 32.5.3; 32.5.5
 - citernes intégrales 33.2.4
 - compresseur 31.6.1; 31.6.2
 - conditionné 12.1
 - cycle direct à deux étages 31.5.2
 - dangers 28.1; 28.2.1; 28.2.2; 28.3.1; 28.4
 - électrostatique 29.1
 - Incendies 30.2
 - inflammabilité 28.2.1
 - jauge radar 31.9.1
 - liste Tableau 28.1; Tableau 28.3
 - lutte contre l'incendie 30.3
 - propriétés générales chapitre 27; 27.1
 - rayonnement 28.2.2
 - stockage 30.1.1
 - température 32.5.5
 - transbordement de bateau à bateau 32.10
 - vapeurs 28.1; 28.2.2; 32.5.1
- Gel**
- bras métalliques, cargaison 18.1.5
 - conduites 19.5.3.3
- prises d'eau 8.1.2
 - souppes de pression et de dépression 7.1.11.3; 7.2.2.2
 - steam winches/windlasses 23.4.2.1
 - tuyaux de gaz inerte 7.1.11
- GNL**
- définitions
 - citerne de stockage 27.2.2
 - citernes sphériques de type "B" 33.2.1
 - commerce 33.1
 - composition 27.2.4
 - dioxyde de carbone 27.2.1
 - liquéfaction figure 27.2
 - matériaux de construction des citernes 33.3.1
 - méthane 27.2.1
 - production 27.2.1
 - système à membrane 33.2.2
 - systèmes de confinement 33.1
 - transporteurs 27.18.1; 33.1; figure 33.5(a); figure 33.6 (a); 33.2.3
 - types de bateaux-citernes transportant du gaz 33.1
- GPL**
- définitions
 - balayage à la vapeur de produit 32.3
 - citernes sphériques de type "B" 33.2.1
 - compresseur 31.6
 - déchargement 31.2; 32.6; 32.8
 - dioxyde de carbone 27.7
 - éthylène 27.2.4
 - formation d'hydrates 27.9
 - gaz chimiques 27.2.4
 - Incendies 30.3.1
 - liquides de gaz naturel (LGN) 27.2
 - niveaux de rayonnement de la chaleur 30.2.3
 - poudres chimiques sèches 30.3.1
 - production 27.2.2
 - production d'électricité 27.2.4
 - réfrigérants 27.13
 - reliquéfaction 31.5
 - température 32.6; 33.3.1
 - terminaux 32.5.2
 - transporteurs 27.18.1; 31.6.4; 33.2.1; figure 33.1; 33.2.3; 33.2.4
 - types de bateaux-citernes transportant du gaz 33.1
 - vapeur 32.3; 32.5.2; 32.9.5

H

Halon

- définitions
- remplacement par de la mousse 5.3.1.1

Harnais

- sécurité, utilisation 10.5

Huile accumulatrice de charge électrostatique

- définitions chapitre 3
- chargement 11.1.7; 11.8.2.3; 11.8.3.1; figure 11.1; figure 11.2
- déchargement de cargaison 11.1.14.14; 16.11.4
- eau, limitation des risques 11.1.7.4; 11.1.7.5
- sondage, jaugeage, prise d'échantillons 3.2; 11.1.7; 11.8.2.3; 11.8.3.1; Tableau 11.2; figure 11.4

Huiles non-accumulatrices de charge électrostatique

- définitions
- atmosphère inflammable au-dessus 11.8.2.4
- sondage, jaugeage, prise d'échantillons figure 11.4; 11.8.2.4

Hydrocarbures

- aromatiques 2.3.5

Hydrocarbures aromatiques

- voir aussi benzène
- benzène et autres 2.3.5

Hygiène

- personnelle 26.2.3

I

Iles en mer

- évacuation 21.1; 21.2

Indicateur de gaz inflammable (explosimètre)

- définitions
- de type à filament chauffé non catalytique

2.4.4

- de type pellistor 2.4.3
- mesurage de zones 2.7.3.2; 4.5.1; 7.1.6.12; 8.2; 10.3; 11.4.4
- tubes de dilution 2.4.3.4

Indicateurs d'indice de réfraction

- principes de fonctionnement 2.4.5

Inertage

- définitions
- citernes 7.1.4; 7.1.5; 7.1.6.1
- espaces de double coque 11.7.1

Inflammabilité

- classification, hydrocarbures liquides 1.2.6
- espace libre des soutes 2.7.3
- essais 1.2.4
- fioul résiduel 2.7
- gaz évacués 2.5.5
- généralités 1.2
- mélange de gaz figure 1.1
- schéma de composition, hydrocarbure/inerte

Inflammable

- définitions
- voir aussi inflammabilité
- dispersion de gaz 2.5.3; figure 2.3 (a)(b)(c)
- gaz, détection 2.4.2; 2.4.8; 8.2.8; 10.10.2; 19.2.7; 19.2.9; 24.2
- gaz, généralités 2.5.1; 7.1.1
- gaz, ventilation 11.4.3
- limites figure 1.1; 1.2.2; 1.2.3; 2.4; 2.5.3; 2.5.4; 7.1.1
- seuils ; 1.2.3; 7.1.1
- zones, proximité de logements figure 2.5

Information

- échange chapitre 22

Inhibiteurs de flamme

- généralités 5.3.3
- liquides pulvérisés (halons) 5.3.3.2
- poudres chimiques sèches 5.3.3.1

Instruments personnels de surveillance des gaz

- utilisation 2.4.12

- Intervenants externes
pratiques sûres 9.7; 9.8
- Intoxication
personnes 16.4.8
- Isolement
électrique, test 4.3.1; 4.4.4.4
- Isotherme
- définitions
compresseur 27.16
compression 27.16
lois des gaz 27.16
- J**
- Jaugeage
- voir aussi mesurage et prise
d'échantillons
fermé 11.1.6.6; 11.1.13.4; 11.8
- Joint d'étanchéité sur le pont
bon fonctionnement 7.1.5.2
gel 7.1.11.3
- Joints
inspection des pompes 10.11.1
- L**
- Lampes
pneumatiques 4.3.3; 12.5.4
portatives 4.3
- Lampes pneumatiques
précautions lors de l'utilisation 4.3.3; 12.5.4
- Lances
- voir canons
- Lances, canons
généralités 19.5.3.8
mousse 8.1.3.2; 19.5.3.7
- portatifs 19.5.2
- Le long / aux cotés
- voir aussi Remorqueurs
barges 11.9.2
remorqueurs 23.3.2
remorqueurs et autres embarcations 24.9.4
- Lettre de sécurité
- définitions 9.2; 19.1.2
Code ISM, définitions 9.1
exemple 26.3.3
système de gestion de la sécurité
- LIE
- voir limite inférieure d'explosivité
- Ligne de sauvetage
sécurité sur la passerelle 16.4.2
utilisation pour le sauvetage 10.6.2
- Limite d'exposition de courte durée
- voir Valeurs limites d'exposition
- Limite inférieure d'explosivité
- définitions
citernes exemptes de gaz 2.5.2.5; 11.4.2;
11.4.3
effets du gaz inerte 1.2.3; figure 1.1; 7.1.1
généralités 1.2.2; 2.1; 7.1.1
mesurage 2.4; 2.7.3.2; 8.2.2
nettoyage des citernes 11.3.5.2
vapeurs de pétrole brut 7.1.1
- Limite supérieure d'explosivité (LSE)
- définitions
gaz d'hydrocarbures 1.2.2; Tableau 1.1;
7.1.1
- Limites d'exposition
aux vapeurs toxiques 2.3.3.2
- Liquides de nettoyage
précautions lors de l'utilisation 12.2.4
- Liquides pulvérisés
lutte contre l'incendie 5.3.3.2
- Liste de contrôle de sécurité bateau-
citerne/terre

avitaillement 25.4.3
lignes directrices pour compléter 26.4
listes de contrôle 26.3

Listes de contrôle
sécurité bateau-citerne / terre 26.3
sécurité lors de l'avitaillement 25.4

Logements
fermeture d'orifices 24.1
systèmes de climatisation et de ventilation 24.2

Loi de Dalton de la pression partielle
définition 27.19
pression de vapeur des mélanges liquides 27.19

LSE
- voir limite supérieure d'explosivité

Lutte contre l'incendie
brouillard d'eau 8.1.3.3
canons, lances 19.5.2; 19.5.3.8
cargaison conditionnée 12.5.5; 12.5.6
chambre des pompes 10.11.7
couvertures dans les cuisines 4.2.3
dioxyde de carbone 5.3.2.2
eau 5.2.1; 5.3.1.1; 8.1.2; 19.5.3; 19.6; 26.5.3
envahissement au dioxyde de carbone 8.1.3.1
équipement du bateau-citerne 8.1
équipement du terminal 19.5; 19.6
équipement embarqué 19.6
équipement, accès 20.2.5
équipement, disponibilité 9.9.2.6; 19.2.2; 24.8
équipement, entretien 9.9.2.6
extincteurs 8.1.4; 12.5.6; 19.5.2
extincteurs à poudre 5.3.3.1; 12.5.6; 19.5.2; 24.8
extincteurs au dioxyde de carbone 19.5.2
Installation de gaz inerte 8.1.3.5
lances, canons 19.5.2; 19.5.3.8
mousse 5.2.2; 5.3.2.1; 8.1.3.2; 19.5.2; 19.5.3.7; 19.5.3.8
plans, bateau-citerne 9.9.2.5
plans, terminal 20.2.4
prises d'eau 8.1.2; 19.5.3.3; 19.5.3.4; 19.5.3.7

refroidissement, systèmes fixes 5.3.1; 8.1.2
remorqueurs 19.6
rideau d'eau 8.1.3.4
sable 5.3.2.4
services d'urgence 20.2.7
systèmes d'étouffement 5.3.2; 8.1.3; 12.5.5
systèmes fixes 8.1.2; 8.1.3; 19.5.3
théorie et équipement chapitre 5
travail à chaud, précautions 9.4.3.1
tuyaux 8.1.2; 19.5.3.3; 24.8
vapeur 5.3.2.3
vêtements de protection 19.7

M

Machines de lavage
danger électrostatique 3.2; 3.3; 11.3.5.2
pétrole brut 7.1.6.9
portatives 3.2.2; 11.3.5.2; 11.3.6.1

Magnésium
anodes 4.7

Marchandises dangereuses
- définitions

Marvs
- définitions
vannes de cargaison 31.1.2; 32.5.4

Matériel de sauvetage
disponibilité pour l'évacuation et le sauvetage 21.2.5

Mercaptans
- définitions
dangers respiratoires 10.2.2
effets sur les capteurs électrochimiques 2.4.10.2
informations générales 2.3.7; 10.2.4.3; 22.4.1.2; 22.4.2.1

Mesurage et prise d'échantillons
cargaisons contenant des substances toxiques 11.8.4
citernes inertées 11.8.3
citernes non inertées 11.8.2
manutention de cargaison et de ballast 11.8

précautions 11.8.2.1; Tableau 11.2;
figure 11.4

voir aussi Prise d'échantillons, jaugeage

Métallisation

- définitions

au terminal 17.6

câble entre le bateau et la terre 17.5.2;
17.5.4 chapitre Electricité statique

tuyaux de nettoyage des citernes 11.3.6.1;
11.3.6.2

Mise à la masse (mise à la terre)

- définitions

au terminal 17.6

bateau-citerne / terre 17.5.2; 17.5.4

danger électrostatique 3.2.2; 11.8.2.2

étais / derricks, mâts 4.8.2.1

Mise à la terre

- voir mise à la masse

Monoxyde de carbone

dans le gaz inerte 7.1.3

Mousse

- définitions

concentrés 5.3.2.1

conduites, prises d'eau 19.5.3.3

extincteurs 19.5.2

feux d'hydrocarbures, utilisation sur 5.2.2

installation fixe 8.1.3.2; 19.5.3.7

lances, canons 19.5.3.8

lutte contre l'incendie, théorie et
équipement chapitre 5

refroidissement 5.3.1.2

solutions à 5.3.2.1; 19.5.3.7

Mouvements et contrôle du trafic

quai 19.8; 20.2.6

Moyenne pondérée dans le temps

- définitions (TLV) (où est définie la TWA
2.3.3.2

N

Navigation

objectif et étendue

Non-conducteurs

statiques 3.1.4

O

Opérations durant la marée

procédures générales 16.6

Opérations en mode fermé

- définitions

Orages

électriques 16.3; 17.6; 26.1.3

Orages électriques

orages électriques 16.3; 26.1.3

Orifices

dans les citernes à cargaison 24.3

dans les superstructures 24.1

Outils

- voir aussi Système d'autorisation de
travail

à main 4.5.2; 10.9.3; 22.7.3

électriques 4.5.1; 10.9.3; 22.7.3

sans étincelles 4.5.2

utilisation 4.5

utilisation dans un espace confiné 10.9.3

Oxydes d'azote

capteurs électrochimiques 2.4.10.2

Oxygène

analyseurs / appareils de mesure,
définitions 2.4.9; 2.4.10; 7.1.6.1; 7.1.6.4

libération par la cargaison 7.1.6.5

prise d'échantillons, espaces confinés 10.3;
10.11.7

teneur de l'atmosphère de la citerne 1.2.3;
7.1; 8.2.2.2; 10.2.5

teneur insuffisante 2.3.9.1; 2.3.10; 7.1.7.1;
7.1.7.2; 10.2.5; 10.7

P

Panneaux d'information

- à bord du bateau-citerne 24.10.1
- au terminal 24.10.2
- flammes nues 4.2.2.5; 24.10.1; 24.10.2
- instruction pour la lutte contre l'incendie figure 26.1
- interdiction/autorisation de fumer 4.2.2.3; 4.2.2.5; 24.10.1; 24.10.2
- pénétration dans la chambre des pompes 10.10.2
- pénétration dans les citernes 9.8.13; 10.4
- pénétration dans les espaces confinés 10.4

Pare-flammes

- définitions
- précautions par temps froid 7.1.11.3; 7.2.2.2
- sur les orifices /événements 2.7.4.2; 7.1.12.3; 11.1.14.3; 24.3.2

Passerelles

- accès 16.4
- aluminium 4.6
- emplacement 16.4.4
- filets de sécurité 16.4.5
- inspection / entretien 16.4.6; 17.3.1

Pentane

- limites d'explosivité Tableau 1.1

Pétrole

- définitions
- bidons 12.5.1.2
- bouteilles de gaz 12.1; 12.5.1.2
- chargement et déchargement 11.1; 12.5.1.1
- conditionné 12.5.1
- dangers chapitre 2
- fuite 4.10; 10.2.3; 11.7; 24.7
- fûts 12.5.1.2; 12.5.8
- gaz, définitions 2.1; 2.2; 2.4
- gaz, effets de l'exposition 2.3.3.3
- non volatil 1.2.6; 10.2.3; 11.1.12; 22.4.1.2; 24.1; 24.3.3
- précautions durant la manutention 12.5.1.2; chapitre 24
- propriétés chapitre 1

toxicité 2.3

volatil 1.2; 11.1.12; 12.5.1.1; 24.1; 24.3.3

Pétrole conditionné

et autres liquides inflammables 12.5.1

Pétrole non volatil

- définitions
- chargement par le dessus 11.1.12
- classification 1.2.6
- et vapeurs d'hydrocarbures 10.2.3
- notification 22.4.1.2

Pétrole volatil

- définitions
- chargement par le dessus 11.1.12
- danger électrostatique figure 11.1
- et logements 24.1
- événements des citernes à cargaison 24.3.3
- inflammabilité 2.1

Pilotes

en cas d'urgence 20.2.7.2

Plomb (PB)

dans la cargaison 22.4.1.2; 22.4.2.1

tetraethyle/tetramethyl 2.3.8

Plomb tétraéthyle

dans l'essence 2.3.8

Plomb tétraméthyl

dans l'essence 2.3.8

Poids des tuyaux

- voir tuyaux, poids

Point de rosée

- définitions
- ammoniac 32.9.5
- assèchement réfrigéré 32.2.2
- chargement de cargaison froide 27.7
- composition des gaz inertes Tableau 27.4
- condensation 27.20
- difficultés opérationnelles 27.7
- mélange de vapeur 27.20
- point de bulle 27.20; figure 27.17
- production de gaz inerte 32.2.2
- séchage 32.2.2

- Point d'ébullition
- définitions
 - BLEVE 27.22
 - cargaison 32.5.3; 33.1
 - charge nette absolue à l'aspiration 31.2
 - chargement de cargaison réchauffée 11.1.11
 - chlorure de vinyle 27.2.4
 - dans la FDS(P) 20.1
 - de composés 1.1.1
 - éthane 27.19
 - éthylène 33.3.1
 - gaz liquéfié 27.12.2; 27.15
 - GNL 27.2.1; 33.1; 33.3.1
 - mélange liquide 27.19
 - pression 27.17; 32.5.3
 - pression atmosphérique 27.1; 27.2.1; 27.12.1
 - propane 33.1; 33.3.1
 - restrictions de température 33.3.1
 - solvants à point d'ébullition spécial 2.3.5.1
 - valeurs 27.18.1
 - vapeur 27.15, 27.22
- Point d'éclair
- définitions
 - chargement par le dessus 11.1.12
 - classification 1.2.5; 1.2.6
 - feux de classe B 5.2.2
 - fioul 2.7; 2.7.3
 - modification 22.4.1.2; 22.4.2.1
 - test 1.2.5
- Polymérisation
- définitions
 - chlorure de vinyle figure 27.9
 - gaz liquéfiés 27.8
 - hydrocarbures insaturés 27.4
 - inhibiteur 27.8
 - prévention 32.6
 - processus 27.8
- Pompe de fond
- définitions
 - bateaux-citernes transportant du gaz 31.2
 - caractéristique figure 31.6
 - chargement 31.2
 - courbe de performance de la pompe 31.2; figure 31.3
- pompe de surpression 31.8
- refroidissement 31.2; 32.4
- Pompe immergée (deelwell)
- définitions
- Pompes
- alarmes et seuils 10.11.6
 - délais d'arrêt 22.4.2.1
 - entretien 10.11.3
 - pompe de surpression 22.4.2.2
 - utilisation 11.1.4; 11.6.3.1
- Pompes de surpression
- définitions
 - aspiration 32.7.3
 - augmentation de la pression 32.5.3
 - bateaux-citernes entièrement pressurisés 31.2
 - cavitation 32.7.4
 - couverture étanche aux intempéries 31.8
 - de type centrifuge 31.2; 32.7.2
 - déchargement 32.7; 32.7.2
 - diminution de la pression 32.7.2
 - équipements installés sur le système de conduites du terminal 32.5.3
 - installées sur le pont 31.2
 - pompes des citernes à cargaison 31.2; 32.7.3; figure 32.13
 - réchauffeur 32.7.3
 - réduction 32.7.2
 - verticales, horizontales figure 31.8; 31.9
- Port
- échange d'informations 22.2; 22.3; 22.4
 - préparatifs pour l'arrivée 22.3
 - services d'urgence 20.2.7
- Poudres chimiques sèches
- définitions
 - voir aussi Lutte contre l'incendie
 - compatibilité avec la mousse 5.3.2.1
 - inhibiteur de flammes 5.3.3.1
 - utilisation pour les feux de classe B 5.2.2
 - utilisation pour les feux de classe B 5.2.3
- Préparation
- pour le chargement 11.1.6.2
 - pour le déchargement 11.1.14.1
 - pour le déplacement 7.4

Pression critique

- définitions
- état liquide 27.14 Tableau 27.5
- température critique 27.14

Pression de vapeur

- densité du gaz 1.3
- échange d'informations 22.4.1
- inflammabilité 1.1; 1.2
- point de bulle 1.1.1
- réelle 1.1.1
- Reid 1.1.2
- surpression / dépression 11.1.13.3

Pression de vapeur réelle

- définitions
- chargement 2.5.2.1; 11.1.8; 22.4.1.1
- déchargement 22.4.1.2
- échange d'informations 22.4.1
- et volatilité 1.1.1

Pression de Vapeur Reid

- définitions
- et inflammabilité 1.1.2
- et très haute pression de vapeur 11.1.8

Pressurisation de citernes à cargaison

- cargaisons à haute pression de vapeur 7.1.6; 11.1.14.5
- opérations sur les citernes à cargaison 7.1.6

Prise d'échantillons

- voir aussi mesurage et prise d'échantillons ; Creux
- cargaisons toxiques 11.8.4
- citernes 11.8.2; 11.8.3
- conduites, atmosphère des citernes 8.2.5
- disfonctionnement du système de gaz inerte 7.1.12.3
- équipement de mesurage des gaz 2.4; 8.2
- filtres dans les conduites 2.4.13.3
- fioul résiduel 2.7.5
- huile accumulatrice de charge électrostatique 7.1.6.8; 11.8.2.3; Tableau 11.2; figure 11.3
- manuelle, inhalation de gaz 11.8.1
- procédures 2.4.13.2
- recupération de vapeur 11.1.13.5

Produit chauffé

- chargement 11.1.11

Propane

- limites d'explosivité Tableau 1.1

Protection cathodique

- définitions
- anodes dans les citernes à cargaison 4.7
- coque / quai 17.5.2
- durant les transferts d'un bateau-citerne à un autre 11.9.5

Protection du terminal contre l'incendie

- conception et exploitation chapitre 19

Purge

- définitions
- au gaz inerte 1.2.3; 2.5.2.4
- avant la déconnexion d'urgence 24.6.5
- citernes 7.1.6.10
- limitation des risques 2.5.5

Quais

- voir aussi quais voisins, appontement
- accès des véhicules aux 24.13
- amarrage aux 9.8.5; 16.2; 23.4

Quais voisins

- bateau-citerne à cargaison ordinaire aux 24.9.2
- bateaux-citernes aux 24.9.1

R

Raclage

- conduites de cargaison 11.1.15.9

Radar

- utilisation au terminal 4.8.3; 23.3.2

Radio

- portative à batteries 4.3.4; 4.8.2.2
- principale 4.8.2
- récepteurs de radiomessagerie 4.8.7
- téléphone 4.8.2
- téléphone mobile 4.8.6

Réanimation

- définitions
- disponibilité de l'appareil 10.5; 10.7
- généralités 10.6.3

Réducteurs et bobines

- spécifications 24.6.3

Réglementation concernant la pollution

- terminal 15.1; 22.1.3

Remorqueurs

- à quai 24.9.4
- en cas d'urgence 23.3.3
- lutte contre l'incendie 19.5.3.6; 19.6
- utilisation 22.2.4; 22.3.2; 23.3.2

Remplissage final au gaz

- définitions
- gaz inerte 7.1.6.5; 7.1.6.7

Remplissage progressif final

- définitions
- citernes à bord 11.1.6.16

Réparations

- voir aussi Système d'autorisation de travail
- à quai 7.4; 22.7.1; 22.7.2
- ailleurs qu'au chantier naval 9.8
- chambre des pompes 10.11.4
- électriques 4.4.5
- installation de gaz inerte 7.1.13
- radio 4.8.2.1

Représentant du terminal

- définitions
- responsabilité concernant la sécurité des opérations 4.2.2.3; 11.1.6.1; 15.5.3; 22.5; 22.6; 26.3

Résidus adhérents

- définitions
- dans les bras de cargaison 18.1.2

Respiratoire

- voir aussi Appareil respiratoire
- équipement de protection 10.8

Responsable

- définitions
- code ISM 9.2
- communications entre responsables 22.1.1
- contrôlé par 19.1.3; 25.4; 26.3
- supervision par le responsable 11.1.15.4; 11.3.3.1

Roulements, paliers

- pompes de cargaison, inspection des 10.11.1; 10.11.7

S

Salles des machines

- Contrôle des sources d'inflammation potentielles 4.2.4

Saute de pression

- définitions
- chargement 31.1.3; 31.9.2
- paramètres 31.1.3
- phénomène 31.1.3
- systèmes de conduites 31.1.1

Sauvetage

- canots 20.2.7.3
- dans les espaces confinés 10.6.2
- embarcation 21.2.4

Sécurité

- code ISPS chapitre 6
- échange d'informations 22.2.1
- personnes non autorisées 16.4.7
- plans 6.4
- qvis 24.10

Sécurité au chantier naval

- objectifs et étendue

Sécurité intrinsèque

- définitions
- équipement, utilisation 4.3; 4.8

Sédiments

- voir Dépôts

- Services d'incendie à terre
communication avec 20.2.7.1
exercices avec l'équipage du bateau-citerne 9.9.2.7
- Services médicaux
communication avec, urgences, 20.2.7.4
- Seuils
pompes de cargaison 10.11.7
- Signaux
bateau / terre 22.1.2
- Slops
- définitions
à bord 22.2.3; 22.2.4; 22.4.1.1; 22.4.1.2
chargement par le dessus 11.1.12
chute 11.3.6.5
- Solas
- définitions
- Sondage
citernes à cargaison inertées 7.1.6.6
danger électrostatique 3.2.1; 11.8.2
durant le lavage 11.3.5.2; 11.8.2.5
orifices 11.1.6.6; 24.3.2
tuyau, définitions 3.2.1; 11.3.5.2; 11.8.2.3;
Tableau 11.2; figure 11.4
- Soudage
travail à chaud 9.4; 9.5; 9.8.13
- Soupapes de dégagement à grande vitesse
orifices des citernes 2.5.5; 24.3.3
précautions par temps froid 7.2.2
utilisation durant le chargement fermé 11.1.6.6
- Soupapes de pression / dépression
- définitions
précautions par temps froid 7.1.11.3 ; 7.2.2
utilisation 7.1.8; 11.4.4; 24.3.3
vannes de dégagement, pression dépression
bateaux-citernes 11.2
- Stockage
bouteilles de gaz 12.1
- cargaison conditionnée 12.5
échantillons de cargaison et de combustible 12.3
magasins des bateaux-citernes 12.2
pont 12.5.8
- Sulfure de fer pyrophorique
- définitions
défaut de fonctionnement de l'installation de gaz inerte 7.1.12
- Sulfure d'hydrogène
dangers respiratoires 2.3.6.3; Tableau 2.1; 10.2.2
dans le fioul d'avitaillement 2.7.5
généralités 2.3.6
notification de la présence 22.4.1.2; 22.4.2.1
précautions 2.3.6; 2.6; 2.7.5; 10.2.4.2; 11.1.9
- Superstructures (logements)
flux d'air au dessus figure 2.4
orifices 24.1
- Surpression / saute de pression
- définitions 16.8; 16.9; 16.10
- voir aussi Conduites
- Surveillance de la température
chambre des pompes 10.11.7
- Synthétique
cordes en fibres 11.3.5.2; 11.8.2.2; Tableau 11.2; figure 11.4
matériaux et dangers électrostatiques 3.3.8
vêtements 3.3.7; 26.2.4
- Système automatique d'identification
- voir AIS
- Système de contrôle des émissions de vapeur
- définitions
aux terminaux 11.1.13
transfert bateau-citerne / bateau-citerne 7.1.6.4; 11.9.3
- Systèmes d'autorisation de travail
- définitions
à bord du bateau 9.3

- au terminal (généralités) 19.1.3
 - autres tâches dangereuses. 9.6
 - dans les espaces confinés 10.9.1; 19.1.3
 - entretien électrique 17.1; 17.5.5.3
 - travail à chaud 9.4.3.1; 22.7.1.2
 - utilisation d'outils 4.5.1; 22.7.3
- Systèmes de confinement de la cargaison
- définitions
 - aménagement général pour la cargaison 33.2
 - bateaux-citernes transportant du gaz 33.1
 - chute de pression 32.4
 - citernes indépendantes ; citernes à membrane 33.1
 - conception chapitre 33
 - refroidissement 32.4
- Systèmes d'étouffement
- agents extincteurs 5.3.2
 - cargaison conditionnée 12.5.5
- ## T
- Taux de compression
- définitions
 - compression à deux étages 31.5.2
 - refroidissement inter-étages 31.5.2
 - température de refoulement du compresseur 31.5.2
- Téléphones
- type agréé 4.8.5
 - utilisation à quai 22.1.1
 - utilisation dans les zones dangereuses 4.3.4; 4.8.1; 4.8.5; 4.8.6
 - utilisation en cas d'urgence 19.3.3; 20.4.3
- Téléphones mobiles
- utilisation 4.8.6
- Télévision
- circuit fermé 4.4.3.2; 15.5.2
- Température critique
- définitions
 - gaz 27.15
 - pression critique 27.14
- pressions 27.14
- propriétés physiques Tableau 27.5
- Temps froid
- voir aussi conditions climatiques
 - précautions 7.1.11; 7.2.2
- Tensions / forces
- sur la coque du bateau 11.2; 11.6.2; 11.6.4; 22.5; 22.6
- Terminal
- définitions
 - manuel opératoire 15.3
- Tirant d'air
- ballastage pour réduire le 11.6.6
 - restrictions du 15.6.4
- TLV
- voir Valeurs limites d'exposition
- Torche
- définitions
 - utilisation 4.3.4
- Tours
- lutte contre l'incendie 19.5.3.8
- Toxicité
- définitions
 - aromatiques 2.3.5.1
 - benzène 2.3.5.2; 7.1.6.12; 10.2.4.1; 11.4.2
 - dioxyde de soufre 7.1.3
 - essence au plomb 2.3.8; 11.3.6.9
 - gaz de pétrole 2.3.3; 2.5; 11.4.2
 - gaz d'hydrocarbures 2.3.3; 2.5
 - halon 5.3.3.2
 - monoxyde de carbone 7.1.3
 - pétrole 2.3
 - pétrole liquéfié 2.3.2
 - sulfure d'hydrogène 2.3.6; 2.7.5; 10.2.4.2; 11.1.9; 11.4.2
- Toxique
- voir aussi benzène, sulfure d'hydrogène, toxicité
 - gaz 2.3; 2.4.7; 7.1.7.3; 10.2; 10.3

- Transbordement bateau-citerne / barge
précautions 11.9.2
- Transbordement de bateau-citerne à bateau-citerne
procédures 11.9.1
utilisation de l'équilibrage de vapeur 7.1.6.4
- Transferts
bateau-citerne / barge 11.9.2
bateau-citerne / bateau-citerne 11.9.1
- Transmetteur
radio 4.8; 22.1.1
- Transporteurs de produits
installation de gaz inerte 7.1.12.3
- Trappes de visite et de jaugeage
utilisation 24.3.2
- Travail à chaud
- définitions
autorisation, définitions 9.3; 9.4.1; 9.4.3.1; 19.1.3
conditions 9.4; 11.4.8
contrôle 4.4.5.3; 9.4.1
dans les citernes à cargaison 9.4.4.2
dans les zones dangereuses 9.4.4
équipement de lutte contre l'incendie 9.4.3.1
généralités 9.4
réparations de systèmes électriques 4.3.2; 4.4.5.3
sur les conduites 9.4.4.5
sur les ponts ouverts 9.4.4.3
- Travail à froid
- définitions
précautions 10.2.3
réparations de systèmes électriques 4.4.5.2
sur les conduites 9.4.4.5
- Treuil de tension
- définitions
- Treuil
- voir aussi amarrages
capacité de rétention du frein 23.4.2.3
enroulement automatique 23.4.2.3
- vapeur, précautions par temps froid 23.4.2.1
- Treuil d'amarrage à enroulement autonome
- définitions
généralités 23.4.2.3
- Tubes de dilution
utilisation non recommandée 2.4.3.4
- Tubes détecteurs d'agents chimiques
gaz toxiques, mesurage des 2.4.7.1
- Tuyaux
bride 11.1.13.2; 18.2.7
cargaison 3.2.2; 11.9.5; 17.5.2; 18.2
critères de cessation d'utilisation 18.2.6.5
débits 18.2.5; Tableau 18.1;
incendie 8.1.2; 19.5.3
inspection et essais 18.2.6
manutention et utilisation 18.2.11
marquage 18.2.4
nettoyage des citernes 11.3.5.2; 11.3.6.2; 11.3.6.3
poids 18.2.11
pression nominale, explications 18.2.6.6
retrait d'urgence 24.6.5
stockage 18.2.9
vidange 11.1.15
- ## U
- UHF/VHF
émetteurs-récepteurs 4.3.4; 4.8.2.2; 20.2.3.3; 22.1.1
- Urgence
action préliminaire 9.9.2.3
câbles de remorquage 26.5.5
centre de commandement, bateau-citerne 9.9.2.2
centre de contrôle, terminal 20.2.2
communications 20.2.3.3
évacuation chapitre 21
fermeture 11.1.6.3
Formation et exercices 9.9.2.7; 21.4
organisation 9.9.2.2; 20.2.2
plans 9.9.2; 20.2; 20.4

préparation à, terminal chapitre 20
procédures chapitre 20; 10.6; 26.5
retrait du bateau 26.5.4
retrait du bras ou tuyau de cargaison
18.1.10; 24.6.5
retrait du quai 20.5; 26.5
services 20.2.7
services médicaux 20.2.7.4
signaux 22.1.2; 22.4.1.1; 22.4.2.1; 22.4.2.2;
22.5; 22.6; 25.2
voies de repli 21.2.1; 24.10.2

V

Valeurs limites d'exposition (TLV)
- définitions 2.3; 2.7.5

Vannes

à grande vitesse 7.2; 24.3.3
anti-retour 11.1.5; 16.8.1
papillon 11.1.5; 16.8.1
pression/vide 7.1.11.3; 11.1.6.17; 24.3.3
utilisation 10.11; 11.1.3; 11.1.4; 11.1.5;
11.1.6.7; 11.1.14.2; 16.9; 16.10; 16.11
vidange 10.11.1

Vannes papillon

surpression 11.1.5
voir aussi Vannes

Vapeur

- définitions
danger électrostatique 3.1.2; 3.1.5;
11.3.5.2; 11.3.6.8
lavage des citernes 11.3.5.2; 11.3.6.8
lutte contre l'incendie 5.3.2.3

Vent

- voir aussi conditions climatiques
conditions 2.5.4.2; 2.5.5; 11.1.8; 23.2; 26.1
forces sur les bras métalliques 18.1.7

Ventilateurs

dégazage 11.4.5; 11.4.6
ventilation de la chambre des pompes
10.11.5

Ventilation

chambre des pompes 10.10.1; 10.11.5
citernes 7.1.6.12; 11.3.5.2; 11.4
espaces confinés 10.5
logements 24.2
pour l'accès 7.1.6.12; 10.3; 10.5; 11.4
travail à chaud 9.4.3.1; 9.4.4.2
ventilateurs dans la chambre des pompes,
entretien 10.11.5

Ventilation de gaz

ballastage 2.5.2.3; 7.1.6.3
benzène 2.3.5.2
chargement 2.5.2.2; 7.1.6.2; 7.1.6.3;
11.1.6.6; 22.5
dégazage 11.4
événements des citernes à cargaison 24.3.3
évolution et dispersion 2.5
inflammabilité 1.2; 2.1
purge 2.5.2.4; 7.1.6.10; 24.6.5
trappes de visée et de jaugeage 24.3.2

Vêtements

danger électrostatique 3.3.7
de protection 19.7
matériaux synthétiques 26.2.4

W

Walkie-talkies

- voir UHF/VHF

Z

Zinc

anodes 4.7

Zone dangereuse

- définitions
- voir aussi classification des zones
au terminal 4.4.2.2
autorisation de travail 9.3 19.1.3
bateau-citerne à quai 4.4.2.3

description 4.4.2

équipement de communication 4.8

équipement électrique 4.3; 4.4

équipements dans une 4.4

travail à chaud 4.4.5.3; 9.4.4

travail à froid 4.4.5.2

Zone de cargaison

- définitions

ANNEXES

- Annexe 1: Liste de contrôle bâtiment / terminal
- Annexe 2: Liste de contrôle bâtiment de haute mer/fluvial / bâtiment fluvial
- Annexe 3: Liste de contrôle pour le déchargement de déchets et résidus dangereux
- Annexe 4: Liste de contrôle pour le déchargement de déchets et résidus non dangereux
- Annexe 5: Liste de contrôle soutage pour l'avitaillement des bâtiments fluviaux
- Annexe 6: Liste de contrôle soutage pour l'avitaillement des bâtiments de haute mer
- Annexe 7: Directives à suivre pour remplir les listes de contrôle

LISTE DE CONTROLE BATIMENT / TERMINAL

Partie A – Liquides en vrac – Généralités – Contrôles physiques					
	Liquides en vrac – Généralités	Bâtiment-citerne	Terminal	Code	Remarques
1	Un accès sûr est prévu entre le bâtiment et la terre.			R	
L1	Les défenses sont jugées satisfaisantes. Les câbles d'amarrage sont en place.				
2	Le bâtiment est bien amarré, en considérant les conditions locales.			R	
3	Le système de communication convenu entre le bâtiment et la terre fonctionne.			A R	
4	Les câbles de remorquage d'urgence sont correctement disposés et se trouvent à l'emplacement approprié, si le terminal l'exige.			R	
5	Les manches à incendie et le matériel de lutte contre l'incendie du bâtiment sont en place et prêts pour une utilisation immédiate.			R	
6	Le matériel de lutte contre l'incendie du terminal est en place et prêt pour une utilisation immédiate.			R	
7	Les flexibles de cargaison du bâtiment et/ou les bras ou flexibles de cargaison, les conduites de transport et les collecteurs du terminal sont en bon état, correctement installés et adaptés à l'usage prévu.			R	
7.1	Toutes les réductions sont homologuées et compatibles avec les conduites de cargaison et le type de cargaison.				
7.2	Tous les raccords à bride sont équipés avec les joints appropriés.				
7.3	Tous les boulons des brides sont correctement serrés.				
7.4	Les bras de chargement sont libres de se déplacer dans toutes les directions et/ou les flexibles disposent de suffisamment d'espace pour se déplacer facilement.				
7.5	Toutes les vannes sont vérifiées et dans la bonne position.				
7.6	Un éclairage adapté est assuré dans la zone de transfert de la cargaison et sur le chemin d'évacuation.				
8	Cette ligne est laissée vide intentionnellement.				
9	Le circuit de transfert de la cargaison est suffisamment isolé et purgé pour pouvoir retirer en toute sécurité les brides d'obturation avant le raccordement.				
10	Les dalots à bord sont efficacement obturés et les gattes sont en place et vides.			R	

Partie A – Liquides en vrac – Généralités – Contrôles physiques					
	Liquides en vrac – Généralités	Bâtiment-citerne	Terminal	Code	Remarques
11	Les bouchons de dalot retirés temporairement resteront en permanence sous surveillance.			R	
12	Les aires de rétention à terre et les puisards sont correctement préparés.			R	
13	Les connexions pour cargaison, combustible et retour des vapeurs inutilisées du bâtiment sont correctement obturées et assujetties. Tous les raccords à bride utilisés sont équipés avec les joints appropriés.				
14	Les connexions pour cargaison, combustible et retour des vapeurs inutilisées du terminal sont correctement obturées et assujetties. Tous les raccords à bride utilisés sont équipés avec les joints appropriés.				
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.				
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.				
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 prises d'air de la salle des machines peuvent être ouvertes.			R	
17.2	L'installation domestique de GPL est isolée au niveau du robinet d'arrêt principal.				
18	Les schémas d'emplacement des matériels de lutte contre l'incendie du bâtiment sont disponibles.				Emplacement :

Si le bâtiment-citerne est ou doit être équipé d'une installation à gaz inerte (IGI), les points suivants doivent être vérifiés physiquement :

	Installation à gaz inerte	Bâtiment-citerne	Terminal	Code	Remarques
19	Les appareils de mesure de la pression et de la teneur en oxygène de l'IGI sont en bon état de marche.			R	
20	Toutes les citernes à cargaison se trouvent en surpression, avec une teneur en oxygène de leur atmosphère de 8 % en volume maximum.			P R	
20L	Toutes les citernes inertées sont marquées ou repérées par un panneau d'avertissement.				

Partie BA – Liquides en vrac – Généralités – Vérifications verbales					
	Liquides en vrac – Généralités	Bâtiment-citerne	Terminal	Code	Remarques
21	Le bâtiment est prêt à se déplacer par ses propres moyens. Une barge sans moyens de propulsion doit pouvoir se déplacer à l'aide d'un remorqueur désigné dans les plus brefs délais.			P R	
22	Un quart de pont est en vigueur sur le bâtiment et une supervision adéquate des opérations est assurée à bord et à terre.			R	
22L	Sur le bâtiment et à terre, une personne compétente est nommée responsable de la manutention planifiée de la cargaison.				
23	Il y a suffisamment de personnel à bord et à terre pour faire face à une situation d'urgence.			R	
24.1	Les procédures de manutention de la cargaison, du combustible et du ballast ont fait l'objet d'un accord.			A R	
24.2	La pression de refoulement de la pompe de cargaison du bâtiment 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 de cargaison à terre est réglée pour tenir compte de la pression de service admissible de l'équipement du bâtiment.			A R	
25	Le signal d'alarme et la procédure d'arrêt d'urgence à utiliser à bord et à terre ont été expliqués et compris.			A	
26	Les fiches de données de sécurité des matériaux (MSDS) ou des documents équivalents ont été échangés sur demande pour le transfert de la cargaison.			P R	
26L	Le bâtiment est homologué pour le transport du produit à charger.				
27	Les risques associés aux substances toxiques dans la cargaison manutentionnée ont été identifiés et compris.				Teneur en H ₂ S : Teneur en benzène :
28	Un raccord international pour tuyaux d'incendie a été prévu à terre si la législation l'exige.				
29	Le système convenu de ventilation des citernes sera utilisé.			A R	Méthode :
30.1	Les prescriptions relatives aux opérations citernes fermées ont fait l'objet d'un accord.			R	
30.2	Le raccord de retour des vapeurs du bâtiment est si nécessaire relié, au moyen d'une conduite de retour des vapeurs, au raccord de retour des vapeurs à terre.			R	

Partie BA – Liquides en vrac – Généralités – Vérifications verbales					
	Liquides en vrac – Généralités	Bâtiment-citerne	Terminal	Code	Remarques
30.3	Si une protection contre les explosions est exigée, la conduite de retour des vapeurs est équipée d'un pare-flammes et/ou d'une protection contre les détonations.			R	
31	Le fonctionnement du système de sécurité pression/dépression a été vérifié. Le bâtiment déchargeant ou le terminal garantissent que la vitesse de pompage ne dépasse pas la pression de service maximale convenue. Vitesse de pompage max. convenue : (m ³ /h) Pression max. convenue : (kPa)			R	
32	Si une conduite de retour des vapeurs est raccordée, les paramètres de fonctionnement ont fait l'objet d'un accord.			A R	
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	
34	Des moyens d'isolation électrique appropriés sont en place au niveau des connexions pour cargaison entre bâtiment et terre, et le cas échéant des connexions pour 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 bien des procédures permettant d'éviter un retour de produit ont été étudiées.			P R	
36	Les prescriptions relatives à l'interdiction de fumer ont fait l'objet d'un accord et sont respectées.			A R	
37	Les prescriptions relatives aux feux nus ont fait l'objet d'un accord et sont respectées.			A R	
38	Les prescriptions relatives aux appareils électroniques portatifs (par ex. de communication) sont respectées.			A R	
39	Les lampes électriques à main (lampes torches) sont d'un type agréé.				
40	Les émetteurs-récepteurs VHF/UHF fixes et le système d'identification automatique (AIS) sont réglés sur une puissance correcte ou mis hors circuit.				
41	Les émetteurs-récepteurs VHF/UHF portatifs sont d'un type agréé.				
42	Les antennes des principaux émetteurs radio du bâtiment sont mis à la masse et les radars sont débranchés/mis hors circuit.				

Partie BA – Liquides en vrac – Généralités – Vérifications verbales					
	Liquides en vrac – Généralités	Bâtiment-citerne	Terminal	Code	Remarques
43	Les câbles d'alimentation des appareils électriques portatifs en zone dangereuse sont débranchés.				
44	Les unités de climatisation extérieures sont déconnectées, le cas échéant.				
45	Une surpression est maintenue à l'intérieur des emménagements et/ou de la timonerie, le cas échéant.				
46	Des mesures ont été prises pour assurer une ventilation mécanique suffisante de la chambre des pompes, le cas échéant.			R	
47	Une issue de secours est prévue.				
48	Les conditions météorologiques, les limites maximales de vitesse du vent et de houle pour les opérations ont fait l'objet d'un accord. Arrêt transfert à : Déconnexion à : Appareillage à :			A	
49	Des protocoles de sécurité ont fait l'objet d'un accord entre l'Officier de sûreté du bâtiment et l'Officier de sûreté de l'installation portuaire, le cas échéant.			A	
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 bâtiment.			A P	

Si le bâtiment-citerne est ou doit être équipé d'une installation à gaz inerte (IGI), les points suivants doivent être vérifiés :

	Installation à gaz inerte	Bâtiment-citerne	Terminal	Code	Remarques
51	L'IGI est pleinement opérationnelle et en bon état de marche.			P	
52	Les siphons de pont ou les dispositifs équivalents sont en bon état de marche.			R	
53	Les niveaux dans les casse-pression/casse-vide sont corrects, le cas échéant.			R	
54	Les analyseurs d'oxygène fixes et portatifs ont été étalonnés et fonctionnent correctement.			R	
55	Toutes les vannes d'alimentation en gaz inerte des citernes (si le bâtiment en est équipé) sont en position correcte et verrouillées.			R	
56	Toutes les personnes en charge des opérations sur la cargaison savent qu'en cas d'avarie de l'installation à gaz inerte, les opérations de déchargement doivent être interrompues et le terminal prévenu.				

Si le bâtiment-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	Bâtiment-citerne	Terminal	Code	Remarques
57	S/O				
58	S/O				

Si le bâtiment prévoit de laver ses citernes à quai, les points suivants doivent être vérifiés :

	Nettoyage des citernes	Bâtiment-citerne	Terminal	Code	Remarques
59	Un lavage de citernes est prévu pendant l'escale du bâtiment, à quai.	Oui/Non*	Oui/Non*		
60	Si 'oui', les procédures de nettoyage ont fait l'objet d'un accord et les autorisations ont été obtenues.				
61	Les opérations de dégazage des citernes ont obtenu l'accord de l'autorité compétente.	Oui/Non*	Oui/Non*		

* Rayer la mention inutile.

Partie C – Liquides chimiques en vrac – Vérifications verbales					
Liquides chimiques en vrac		Bâtiment -citerne	Terminal	Code	Remarques
1	Les fiches de données de sécurité (MSDS) ou des documents équivalents sont disponibles et fournissent les données nécessaires pour manutentionner la cargaison en toute sécurité.				
2	Un certificat d'inhibition a été fourni par le fabricant, le cas échéant.			P	
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.				
4	Les mesures à prendre en cas de contact accidentel avec la cargaison ont fait l'objet d'un accord.				
5	La cadence de manutention de la cargaison est compatible avec le système automatique d'arrêt d'urgence, si ce dernier est en service.			A	
6	Les systèmes de mesure et d'alarme de la cargaison sont bien réglés et fonctionnent correctement.				
7	Des appareils portatifs de détection des vapeurs adaptés aux produits manutentionnés sont immédiatement disponibles.				
8	Les informations concernant le matériel et les procédures de lutte contre l'incendie ont été échangées.				
9	Les flexibles de transfert et les joints sont fabriqués dans un matériau approprié, résistant à l'action des produits manutentionnés.				
10	La cargaison est manutentionnée au moyen des conduites fixes en place.			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 bâtiment.			A P	
12	Si nécessaire, le système d'arrosage en pluie du pont du bâtiment est prêt pour une utilisation immédiate.				

Partie D – Gaz liquéfiés en vrac – Vérifications verbales					
Gaz liquéfiés en vrac		Bâtiment-citerne	Terminal	Code	Remarques
1	Les fiches de données de sécurité (MSDS) ou des documents équivalents sont disponibles et fournissent les données nécessaires pour manipuler la cargaison en toute sécurité.				
2	Un certificat d'inhibition a été fourni par le fabricant, le cas échéant.			P	
3	Le système d'arrosage en pluie du pont du bâtiment est prêt pour une utilisation immédiate.				
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.				
5	Les espaces de cales et entre barrières sont correctement inertés ou remplis avec de l'air sec, selon les besoins.				
6	Toutes les vannes télécommandées sont en bon état de marche.				
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 bâtiment et la terre.			A	
8	Les équipements de reliquéfaction ou de contrôle de l'évaporation de la cargaison sont en bon état de marche.				
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.				
10	Les systèmes de mesure et d'alarme de la cargaison sont bien réglés et fonctionnent correctement.				
11	Les arrêts d'urgence ont été testés et fonctionnent correctement.				
12	Le bâtiment et le terminal ont échangé les temps de fermeture de leurs vannes d'arrêt d'urgence, leurs vannes automatiques ou leurs dispositifs similaires respectifs.			A	Bâtiment : Terminal :
13	Des informations ont été échangées entre le bâtiment et la terre sur les valeurs maximales/minimales de température et de pression de la cargaison à manutentionner.			A	
14	Les citernes à cargaison sont protégées en permanence contre un risque éventuel de débordement tout au long des opérations de manutention.				
15	La salle des compresseurs est correctement ventilée, la salle des moteurs électriques est correctement pressurisée, et le système d'alarme fonctionne.				

Partie D – Gaz liquéfiés en vrac – Vérifications verbales					
Gaz liquéfiés en vrac		Bâtiment-citerne	Terminal	Code	Remarques
16	Les soupapes de sûreté des citernes sont correctement réglées, et les réglages effectifs affichés de façon claire et visible. (Consignation des réglages ci-dessous.)				
17	Les paramètres de fonctionnement (pression d'ouverture) des soupapes (tarage maximal admissible des soupapes de sûreté) du bâtiment ont été pris en compte et ont fait l'objet d'un accord.				
18	Si nécessaire, les autorités (portuaires) ont été informées avant le début des opérations de manutention de la cargaison.			P	

Remarques
Réglages des soupapes de sûreté des citernes à cargaison :

DÉCLARATION

Nous, les soussignés, avons vérifié tous les points des parties A et B, et le cas échéant de la partie C ou D, conformément aux instructions, et avons répondu correctement au mieux de nos connaissances.

Nous nous sommes également entendus pour renouveler quand cela s'avérera nécessaire les vérifications concernant les points identifiés par la lettre 'R' de la liste de contrôle, à des intervalles ne pouvant excéder heures.

Si nous prenons connaissance d'un changement dans un point quel qu'il soit, nous en informerons immédiatement l'autre partie.

Pour le bâtiment fluvial	Pour le terminal
Nom :	Nom :
Fonction :	Poste ou titre :
Signature :	Signature :
Date :	Date :
Heure :	Heure :

Contrôle des vérifications périodiques :

Date :								
Heure :								
Visa bâtiment :								
Visa terminal :								

LISTE DE CONTROLE BATIMENT DE HAUTE MER*/FLUVIAL* / BATIMENT FLUVIAL

Nom du bâtiment de haute mer*/fluvial* 1 :

Date d'arrivée : **Heure d'arrivée :**

Nom du bâtiment fluvial 2 :

Date d'arrivée : **Heure d'arrivée :**

Emplacement : **Port :**

* Rayer la mention inutile.

Partie A – Liquides en vrac – Généralités – Contrôles physiques							
LEGISLATION REGIONALE	Liquides en vrac – Généralités		BATIMENT DE HAUTE MER	BATIMENT FLUVIAL 1	BATIMENT FLUVIAL 2	Code	Remarques
	1	Un accès sûr est prévu entre le bâtiment (de haute mer) et le bâtiment fluvial.				R	
L	L1	Les défenses sont jugées satisfaisantes. Les câbles d'amarrage sont en place.				R	
B 3	2	Le bâtiment est bien amarré, en considérant les conditions locales.				R	
B 11	3	Le système de communication convenu entre les deux bâtiments fonctionne.				A R	Canal VHF : Système de communication : Système de secours :
L	4	Les câbles de remorquage d'urgence sont correctement disposés et se trouvent à l'emplacement approprié, si le terminal l'exige.				R	
B 14	5	Les manches à incendie et le matériel de lutte contre l'incendie du bâtiment sont en place et prêts pour une utilisation immédiate.				R	
B 6.1	7	Les flexibles de cargaison, les conduites de transport et les collecteurs du bâtiment sont en bon état, correctement installés et adaptés à l'usage prévu.				R	
B 6.1	7.1	Toutes les réductions sont homologuées et compatibles avec les conduites de cargaison et le type de cargaison.					
B 6.2	7.2	Tous les raccords à bride sont équipés avec les 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 sont vérifiées et dans la bonne position.					
B 5	7.6	Un éclairage adapté est assuré dans la zone de transfert de la cargaison et sur le chemin d'évacuation.					
	8	Cette ligne est laissée vide intentionnellement.					

Partie A – Liquides en vrac – Généralités – Contrôles physiques							
LEGISLATION REGIONALE		Liquides en vrac – Généralités	BATIMENT DE HAUTE MER	BATIMENT FLUVIAL 1	BATIMENT FLUVIAL 2	Code	Remarques
L	9	Le circuit de transfert de la cargaison est suffisamment isolé et purgé pour pouvoir retirer en toute sécurité les brides d'obturation avant le raccordement.					
B 8	10	Les dalots à bord sont efficacement obturés et les gattes sont en place et vides.				R	
L	11	Les bouchons de dalot retirés temporairement resteront en permanence sous surveillance.				R	
	12	Cette ligne est laissée vide intentionnellement.					
B 7	13	Les connexions pour cargaison, combustible et retour des vapeurs inutilisées du bâtiment sont correctement obturées et assujetties.					
	14	Cette ligne est laissée vide intentionnellement.					
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 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.					
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 prises d'air de la salle des machines peuvent être ouvertes.				R	
	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 bâtiment sont disponibles.					Emplacements :

Si le(s) bâtiment(s)-citerne(s) est/sont ou doi(ven)t être équipé(s) d'une installation à gaz inerte (IGI), les points suivants doivent être vérifiés physiquement :

LEGISLATION REGIONALE		Installation à gaz inerte	BATIMENT DE HAUTE MER	BATIMENT FLUVIAL 1	BATIMENT FLUVIAL 2	Code	Remarques
L	19	Les enregistreurs des appareils de mesure de la pression et de la teneur en oxygène de l'IGI sont en bon état de marche.				R	
L	20	Toutes les citernes à cargaison se trouvent en surpression, avec une teneur en oxygène de leur atmosphère de 8 % en volume maximum.				P R	
L	20L	Toutes les citernes inertées sont marquées ou repérées par un panneau d'avertissement.					

Partie B – Liquides en vrac – Généralités – Vérifications verbales							
LEGISLATION REGIONALE		Liquides en vrac – Généralités	BATIMENT DE HAUTE MER	BATIMENT FLUVIAL 1	BATIMENT FLUVIAL 2	Code	Remarques
L	21	Les bâtiments sont prêts à se déplacer par leurs propres moyens. Une barge sans moyens de propulsion doit pouvoir se déplacer à l'aide d'un remorqueur désigné dans les plus brefs délais.				P R	
B 10	22	Un quart de pont est en vigueur à bord et une supervision adéquate des opérations est assurée sur les deux bâtiments.				R	
L	22L	Sur chaque bâtiment, une personne compétente est nommée responsable de la manutention planifiée de la cargaison.					
L	23	Il y a suffisamment de personnel à bord des deux bâtiments pour faire face à une situation d'urgence.				R	
B 15.1	24.1	Les procédures de manutention de la cargaison, du combustible et du ballast ont fait l'objet d'un accord.				A R	

Partie B – Liquides en vrac – Généralités – Vérifications verbales							
LEGISLATION REGIONALE		Liquides en vrac – Généralités	BATIMENT DE HAUTE MER	BATIMENT FLUVIAL 1	BATIMENT FLUVIAL 2	Code	Remarques
B 15.2	24.2	La pression de refoulement de la pompe de chargement du deuxième bâtiment est réglée pour tenir compte de la pression de service admissible de l'équipement du premier bâtiment.				A R	
B 13	25	Le signal d'alarme et les procédures d'arrêt d'urgence à utiliser à bord des deux bâtiments ont été expliqués et compris.				A	
B 2	26	Les fiches de données de sécurité des matériaux (MSDS) ou des documents équivalents ont été échangés sur demande pour le transfert de la cargaison.				P+R	
B1	26L	Le bâtiment est homologué pour le transport du produit à charger.					
L	27	Les risques associés aux substances toxiques dans la cargaison manutentionnée ont été identifiés et compris.					Teneur en H ₂ S : Teneur en benzène :
	28	Un raccord international pour tuyaux d'incendie a été prévu.					
L	29	Le système convenu de ventilation des citernes sera utilisé.				A R	Méthode :
	30.1	Les prescriptions relatives aux opérations citernes fermées ont fait l'objet d'un accord.				R	
B 12.1	30.2	Le raccord de retour des vapeurs du premier bâtiment est si nécessaire relié, au moyen d'une conduite de retour des vapeurs, au raccord de retour des vapeurs du deuxième bâtiment.				R	
B 12.3	30.3	Si une protection contre les explosions est exigée, 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 bâtiment déchargeant garantit que la vitesse de pompage ne dépasse pas la pression de service maximale convenue.				R	Vitesse de pompage max. convenue : .. (m ³ /h) Pression max. convenue : (kPa)
L	32	Si une conduite de retour des vapeurs est raccordée, les paramètres de fonctionnement ont fait l'objet d'un accord.				A R	
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	

Partie B – Liquides en vrac – Généralités – Vérifications verbales							
LEGISLATION REGIONALE		Liquides en vrac – Généralités	BATIMENT DE HAUTE MER	BATIMENT FLUVIAL 1	BATIMENT FLUVIAL 2	Code	Remarques
L	34	Des moyens d'isolation électrique appropriés sont en place au niveau des connexions pour cargaison et retour des vapeurs (le cas échéant) entre les deux bâtiments. Des moyens d'isolation sont installés uniquement à bord du (nom du bâtiment).				A R	
	35	Cette ligne est laissée vide intentionnellement.					
B 14	36	Les prescriptions relatives à l'usage de la cigarette ont fait l'objet d'un accord et sont respectées.				A R	
B 14	37	Les prescriptions relatives aux feux nus ont fait l'objet d'un accord 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 une puissance correcte ou mis hors circuit.					
L	41	Les émetteurs-récepteurs VHF/UHF portatifs sont d'un type agréé.					
B 14	42	Les antennes des principaux émetteurs radio du bâtiment sont mis à la masse et les radars sont débranchés/mis hors circuit.					
B 14	43	Les câbles d'alimentation des appareils électriques portatifs en zone dangereuse sont débranchés.					
L	44	Les unités de climatisation extérieures sont déconnectées, le cas échéant.					
L	45	Une surpression est maintenue à l'intérieur des emménagements et/ou de la timonerie, le cas échéant.					
L	46	Des mesures ont été prises pour assurer une ventilation mécanique suffisante de la chambre des pompes, le cas échéant.				R	
B 4	47	Une issue de secours ou une voie d'embarquement d'urgence en place et prête à être utilisée sont prévues.					

Partie B – Liquides en vrac – Généralités – Vérifications verbales							
LEGISLATION REGIONALE		Liquides en vrac – Généralités	BATIMENT DE HAUTE MER	BATIMENT FLUVIAL 1	BATIMENT FLUVIAL 2	Code	Remarques
L	48	Les conditions météorologiques, les limites maximales de vitesse du vent et de houle pour les opérations ont fait l'objet d'un accord. Arrêt transfert à : Déconnexion à : Appareillage à :				A	
L	49	Des protocoles de sécurité ont fait l'objet d'un accord entre les personnes/officiers responsables de la sûreté des bâtiments, le cas échéant.				A	
L	49L	Des protocoles de sécurité ont été convenus pour que l'équipage d'un bâtiment embarque sur l'autre bâtiment. Emplacement du protocole de sécurité pour le bâtiment d'embarquement :					
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 à cargaison, ou du soufflage des conduites.				A P	

Partie B – Liquides en vrac – Généralités – Vérifications verbales

Si le(s) bâtiment(s)-citerne(s) est/sont ou doi(ven)t être équipé(s) d'une installation à gaz inerte (IGI), les points suivants doivent être vérifiés :

LEGISLATION REGIONALE		Installation à gaz inerte	BATIMENT DE HAUTE MER	BATIMENT FLUVIAL 1	BATIMENT FLUVIAL 2	Code	Remarques
L	51	L'IGI 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 dans les casse-pression/casse-vide sont corrects, le cas échéant.				R	
L	54	Les analyseurs d'oxygène fixes et portatifs ont été étalonnés et fonctionnent correctement.				R	
L	55	Toutes les vannes d'alimentation en gaz inerte des citernes (si le bâtiment en est équipé) sont en position correcte et verrouillées.				R	
L	56	Toutes les personnes en charge des opérations sur la cargaison savent qu'en cas d'avarie de l'installation à gaz inerte, les opérations de déchargement doivent être interrompues et l'autre bâtiment prévenu.					

Si le bâtiment-citerne est équipé d'une installation de lavage au pétrole brut et prévoit de l'utiliser, les points suivants doivent être vérifiés :

LEGISLATION REGIONALE		Lavage au pétrole brut	BATIMENT DE HAUTE MER	BATIMENT FLUVIAL 1	BATIMENT FLUVIAL 2	Code	Remarques
L	57	S/O					
L	58	S/O					

Partie B – Liquides en vrac – Généralités – Vérifications verbales

Si le bâtiment prévoit de laver ses citernes à quai, les points suivants doivent être vérifiés :

LEGISLATION REGIONALE		Nettoyage des citernes	BATIMENT DE HAUTE MER	BATIMENT FLUVIAL 1	BATIMENT FLUVIAL 2	Code	Remarques
L	59	Un lavage de citernes est prévu pendant l'escale du bâtiment accosté le long de l'autre bâtiment.	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	Les opérations de dégazage des citernes ont obtenu l'accord de l'autorité compétente.	OUI/NON*	OUI/NON*	OUI/NON*		

* Rayer la mention inutile.

Partie C – Liquides chimiques en vrac – Vérifications verbales							
LEGISLATION REGIONALE		Liquides chimiques en vrac	BATIMENT DE HAUTE MER	BATIMENT FLUVIAL 1	BATIMENT FLUVIAL 2	Code	Remarques
L	1	Les fiches de données de sécurité (MSDS) ou des documents équivalents sont disponibles et fournissent 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	Les mesures à prendre en cas de contact accidentel avec la cargaison ont fait l'objet d'un accord.					
L	5	La cadence de maintenance de la cargaison est compatible avec le système automatique d'arrêt d'urgence, si ce dernier est en service.				A	

Partie C – Liquides chimiques en vrac – Vérifications verbales							
LEGISLATION REGIONALE	Liquides chimiques en vrac		BATIMENT DE HAUTE MER	BATIMENT FLUVIAL 1	BATIMENT FLUVIAL 2	Code	Remarques
L	6	Les systèmes de mesure et d'alarme de la cargaison sont bien réglés et fonctionnent correctement.					
L	7	Des appareils portatifs de détection des vapeurs adaptés aux produits manutentionnés sont immédiatement disponibles.					
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 cargaison est manutentionnée au moyen des conduites fixes en place.				P	
	11	Cette ligne est laissée vide intentionnellement.					
L	12	Si nécessaire, le système d'arrosage en pluie du pont du bâtiment est prêt pour une utilisation immédiate.					

Partie D – Gaz liquéfiés en vrac – Vérifications verbales							
LEGISLATION REGIONALE	Gaz liquéfiés en vrac		BATIMENT DE HAUTE MER	BATIMENT FLUVIAL 1	BATIMENT FLUVIAL 2	Code	Remarques
L	1	Les fiches de données de sécurité (MSDS) ou des documents équivalents sont disponibles et fournissent 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'arrosage en pluie du pont du bâtiment 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.					

Partie D – Gaz liquéfiés en vrac – Vérifications verbales							
LEGISLATION REGIONALE	Gaz liquéfiés en vrac		BATIMENT DE HAUTE MER	BATIMENT FLUVIAL 1	BATIMENT FLUVIAL 2	Code	Remarques
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 télécommandées sont en bon état de marche.					
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 bâtiments.				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 systèmes de mesure et d'alarme de la cargaison sont bien réglés et fonctionnent correctement.					
L	11	Les arrêts d'urgence ont été testés et fonctionnent correctement.					
L	12	Les deux bâtiments ont échangé les temps de fermeture de leurs vannes d'arrêt d'urgence, leurs vannes automatiques ou leurs dispositifs similaires respectifs.				A	Bâtiment 1 : Bâtiment 2 :
L	13	Des informations ont été échangées entre les deux bâtiments sur les valeurs maximales/minimales de température et de pression de la cargaison à manutentionner.				A	
L	14	Les citernes à cargaison sont protégées en permanence contre un risque éventuel de débordement tout au long des opérations de manutention.					
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 affichés de façon claire et visible. (Consignation des réglages ci-dessous.)					
L	17	Les paramètres de fonctionnement (pression d'ouverture) des soupapes (tarage maximal admissible des soupapes de sûreté) des deux bâtiments ont été pris en compte et ont fait l'objet d'un accord.					

Partie D – Gaz liquéfiés en vrac – Vérifications verbales							
LEGISLATION REGIONALE	Gaz liquéfiés en vrac		BATIMENT DE HAUTE MER	BATIMENT FLUVIAL 1	BATIMENT FLUVIAL 2	Code	Remarques
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 bâtiments.				P	Nom du coordinateur externe : Société :

Remarques
Réglages des soupapes de sûreté des citernes à cargaison :

DECLARATION

Nous, les soussignés, avons vérifié tous les points des parties A et B, et le cas échéant de la partie C ou D, conformément aux instructions, et avons répondu correctement au mieux de nos connaissances.

Nous nous sommes également entendus pour renouveler quand cela s'avérera nécessaire les vérifications concernant les points identifiés par la lettre 'R' de la liste de contrôle, à des intervalles ne pouvant excéder heures.

Si nous prenons connaissance d'un changement dans un point quel qu'il soit, nous en informerons immédiatement l'autre partie.

Pour le bâtiment de haute mer* /fluvial* 1	Pour le bâtiment fluvial 2
Nom :	Nom :
Fonction :	Fonction :
Signature :	Signature :
Date :	Date :
Heure :	Heure :

Contrôle des vérifications périodiques :

Date :								
Heure :								
Visa bâtiment de haute mer* /fluvial* 1 :								
Visa bâtiment fluvial 2 :								

* Rayer la mention inutile.

LISTE DE CONTROLE POUR LE DECHARGEMENT DE DECHETS ET RESIDUS DANGEREUX

Nom du bâtiment de haute mer :

Nom du bâtiment-citerne :

Nom du terminal de déchargement :

Port : Quai :

Date de déchargement des déchets : Heure d'arrivée du bâtiment-citerne :

Déchargement de :	Quantité (m ³)	Numéro UN	Composants dangereux	Classe	Code déchets	Remarques
EAU DE CALE						
BOUES MACHINE						
EAUX DE LAVAGE / SLOPS						
BALLAST CONTAMINE						
AUTRES						

Déchets et résidus liquides :	Dispositions opérationnelles			Vitesse de pompage max. (m ³ /h)	Pression max. (kPa)	Remarques
	Citerne N° bâtiment	Citerne N° terminal	Capacité citerne disponible (m ³)			
EAU DE CALE						
BOUES MACHINE						
EAUX DE LAVAGE / SLOPS						
BALLAST CONTAMINE						
AUTRES						

A utiliser conjointement avec l'Annexe 1, "Liste de contrôle bâtiment / terminal", ou l'Annexe 2, "Liste de contrôle bâtiment de haute mer/fluvial / bâtiment fluvial".

LISTE DE CONTROLE POUR LE DECHARGEMENT DE DECHETS ET RESIDUS NON DANGEREUX

Nom du bâtiment de haute mer :

Nom du bâtiment-citerne :

Nom du terminal de déchargement :

Port : Quai :

Date de déchargement des déchets : Heure d'arrivée du bâtiment-citerne :

Déchargement de :	Quantité (m ³)	Spécifications	Code déchets	Remarques
EAU DE CALE				
BOUES MACHINE				
EAUX DE LAVAGE / SLOPS				
BALLAST CONTAMINE				
AUTRES				

Déchets et résidus liquides :	Dispositions opérationnelles		Capacité citerne disponible (m ³)	Vitesse de pompage max. (m ³ /h)	Pression max. (kPa)	Remarques
	Citerne N° bâtiment	Citerne N° terminal				
EAU DE CALE						
BOUES MACHINE						
EAUX DE LAVAGE / SLOPS						
BALLAST CONTAMINE						
AUTRES						

Réf. ISGINTT		Bâtiment- citerne	Bâtiment char- geant	Terminal	Code	Remarques
1	Un accès sûr est prévu entre les deux bâtiments ou entre le bâtiment et la terre.				R	
L1	Les défenses sont jugées satisfaisantes. Les câbles d'amarrage sont en place.				R	
2	Le bâtiment est bien amarré, en considérant les conditions locales.				R	
3	Le système de communication convenu entre les deux bâtiments ou entre le bâtiment et la terre fonctionne.				A + R	
9	Le circuit de transfert de la cargaison est suffisamment isolé et purgé pour pouvoir retirer en toute sécurité les brides d'obturation avant le raccordement.					
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 cargaison et combustible inutilisées du bâtiment sont correctement obturées et assujetties. Tous les raccords à bride utilisés sont équipés avec les joints appropriés.					
14	Les connexions pour cargaison, combustible et retour des vapeurs inutilisées du terminal sont correctement obturées et assujetties.					
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.					
22	Un quart de pont est en vigueur sur le bâtiment et une supervision adéquate des opérations est assurée à bord et à terre.				R	
23	Il y a suffisamment de personnel à bord et à terre pour faire face à une situation d'urgence.				R	
25	Le signal d'alarme et la procédure d'arrêt d'urgence à utiliser sur les deux bâtiments et/ou à terre ont été expliqués et compris.				A	
26L	Le bâtiment 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 prescriptions relatives à l'interdiction de fumer ont fait l'objet d'un accord et sont respectées. Il est interdit de fumer à bord des bâtiments-citernes.				A + R	

Réf. ISGINTT		Bâtiment-citerne	Bâtiment char-geant	Terminal	Code	Remarques
48	Les conditions météorologiques, les limites maximales de vitesse du vent et de houle pour les opérations ont fait l'objet d'un accord. Arrêt transfert à : Déconnexion à : Appareillage à :				A	
59	Un lavage de citernes est prévu pendant l'escale du bâtiment, à quai.	Oui/Non	Oui/Non	Oui/Non		
60	Si 'oui', les procédures de nettoyage ont fait l'objet d'un accord 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.					
loi	<i>Les procédures de déchargement des déchets et résidus ont fait l'objet d'un accord et respectent la législation locale.</i>					

Vérifié, complété et signé
Pour le bâtiment de haute mer / bâtiment-citerne

Vérifié, complété et signé
Pour le bâtiment-citerne / terminal

Nom :

Nom :

Fonction :

Fonction :

Signature :

Signature :

Date :

Date :

Heure :

Heure :

LISTE DE CONTROLE SOUTAGE POUR L'AVITAILLEMENT DES BATIMENTS DE HAUTE MER

(chapitre 25.4.3 ISGOTT)

Port : Date :

Bâtiment : Chaland :

Capitaine : Capitaine :

1. Combustibles à transférer

Qualité	Tonnes	Volume à la température de chargement	Température de chargement	Vitesse maximale de transfert	Pression maximale de la ligne
Mazout					
Gazole/Diesel					
Huile de graissage en vrac					

2. Soutes à combustible à remplir

Soute N°	Qualité	Capacité soute à ____ %	Volume de combustible dans la soute avant le chargement	Volume disponible	Volume à charger	Volume total

3. Vérifications sur le chaland avant l'accostage

Soutage	Bâtiment	Chaland	Code	Remarques
1. Le chaland a obtenu les autorisations nécessaires pour accoster le long du bâtiment à avitailler.				
2. Les défenses ont été vérifiées et sont en bon état, et les contacts entre coques sont impossibles.			R	
3. Des moyens d'isolation électrique appropriés sont en place à l'intérieur de la connexion chaland-bâtiment. (34)				
4. Tous les flexibles de combustible sont en bon état et adaptés à l'usage prévu. (7)				

4. Vérifications avant le transfert (suite)

Soutage	Bâtiment	Chaland	Code	Remarques
5. Le chaland est bien amarré. (2)				
6. Un moyen d'accès sûr est prévu entre le bâtiment et le chaland. (1)				
7. Des communications efficaces ont été établies entre les officiers responsables. (3)			A R	(Canal VHF/UHF ...) Système principal : Système de secours : Signal d'arrêt d'urgence :
8. Une surveillance efficace est assurée à bord du chaland et du bâtiment recevant les combustibles. (22)				
9. Les manches à incendie et le matériel de lutte contre l'incendie du chaland et du bâtiment sont prêts pour une utilisation immédiate. (5)				
10. Tous les dalots sont efficacement 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 soutes à combustible inutilisées sont obturées et entièrement boulonnées. (13)				
12. Le flexible de transfert est correctement disposé et fixé aux collecteurs sur le bâtiment et le chaland. (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. L'intérieur 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 mis à la masse et les radars sont mis hors circuit. (42)				
18. Les émetteurs-récepteurs VHF/UHF fixes et le système d'identification automatique (AIS) sont réglés sur une puissance correcte ou mis hors circuit. (40)				

Soutage	Bâtiment	Chaland	Code	Remarques
19. Les salles fumeurs ont été identifiées et les interdictions de fumer sont respectées. (36)			A R	Salles fumeurs désignées : Bâtiment : Chaland :
20. Les prescriptions relatives aux feux nus sont respectées. (37)			R	
21. Toutes les portes et tous les sabords donnant sur l'extérieur dans les emménagements sont fermés. (17)			R	
22. Les fiches de données de sécurité des matériaux (MSDS) ont été échangées sur demande pour le transfert des combustibles. (26)			R	
23. Les risques associés aux substances toxiques dans les combustibles manutentionnés ont été identifiés et compris. (27)			R	Teneur en H ₂ S : Teneur en benzène :

DECLARATION

Nous, les soussignés, avons vérifié, le cas échéant conjointement, tous les points de la liste de contrôle, conformément aux instructions, et avons répondu correctement au mieux de nos connaissances.

Nous nous sommes également entendus pour renouveler quand cela s'avérera nécessaire les vérifications concernant les points identifiés par la lettre 'R' de la liste de contrôle, à des intervalles ne pouvant excéder heures.

Si nous prenons connaissance d'un changement dans un point quel qu'il soit, nous en informerons immédiatement l'autre partie.

Pour le bâtiment	Pour le chaland
Nom :	Nom :
Fonction :	Poste ou titre :
Signature :	Signature :
Date :	Date :
Heure :	Heure :

Contrôle des vérifications périodiques :

Date :									
Heure :									
Visa bâtiment :									
Visa chaland :									

DIRECTIVES A SUIVRE POUR REMPLIR LES LISTES DE CONTROLE

Signification des codes

Les lettres 'A', 'P' et 'R' de la colonne 'Code' ont les significations suivantes :

- A ('Accord') : désigne une procédure ou un accord qui doit être identifié dans la colonne 'Remarques' de la liste de contrôle ou communiqué sous une autre forme mutuellement acceptable.
- P ('Permission') : en cas de réponse négative aux points affectés du code 'P', les opérations ne doivent pas être menées sans la permission écrite de l'autorité compétente.
- R ('Revérification') : désigne les points qui doivent faire l'objet d'un contrôle régulier à des intervalles appropriés, comme convenu entre les deux parties, dans 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 assignées.

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.
- Lettre B :** indique que la disposition en question est basée sur les éléments de l'ADN (accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par voies de navigation intérieures) concernant le transfert d'une cargaison entre un bâtiment et la terre. Le chiffre accompagnant la lettre "B" correspond à l'élément concerné de 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 bâtiment / terminal | (Annexe 1) |
| 2 | Liste de contrôle bâtiment de haute mer/fluviaal / bâtiment fluviaal | (Annexe 2) |
| 3 | Liste de contrôle pour le déchargement de déchets et résidus dangereux | (Annexe 3) |
| 4 | Liste de contrôle pour le déchargement de déchets et résidus non dangereux | (Annexe 4) |

Directives à suivre pour remplir les listes de contrôle		Annexe			
Partie A – Liquides en vrac – Généralités – Contrôles physiques		1	2	3	4
1	<p>Un accès sûr est prévu entre le(s) bâtiment(s) et/ou la terre.</p> <p>L'accès doit se trouver aussi loin des collecteurs que possible dans la pratique.</p> <p>Le moyen d'accès au bâtiment 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.</p> <p>Il convient d'apporter une attention particulière à la sécurité de l'accès lorsqu'il existe, entre le point d'accès sur le bâtiment et l'appontement ou le quai, une différence de niveau importante ou susceptible de le devenir.</p> <p>Lorsque le terminal ne met pas de moyens d'accès à la disposition du bâtiment et que l'on utilise la passerelle de ce dernier, il doit être prévu un espace de débarquement adapté sur le quai pour qu'il y ait assez d'espace pour la passerelle et pour maintenir un accès sûr et aisé au bâtiment à toutes les hauteurs de la marée et à tous les changements de franc-bord du bâtiment.</p> <p>Un matériel approprié de sauvetage doit être mis à disposition par le terminal près de l'accès à terre. Une bouée de sauvetage doit se trouver à bord du bâtiment, de préférence près de la passerelle ou de l'échelle d'embarquement.</p> <p>L'accès doit disposer d'un éclairage suffisant et sûr pendant les heures d'obscurité.</p> <p>Les personnes dont la présence à bord n'est pas justifiée ou qui n'ont pas l'autorisation du conducteur ne devront pas être admises à bord du bâtiment.</p> <p>Il incombe au terminal de contrôler l'accès à l'appontement ou au quai, en accord avec le bâtiment.</p>	x	x	x	x
1L	<p>Les défenses sont jugées satisfaisantes. Les pantoires sont en place.</p>	x	x	x	x




Directives à suivre pour remplir les listes de contrôle		Annexe			
	Partie A – Liquides en vrac – Généralités – Contrôles physiques	1	2	3	4
2	<p>Le bâtiment est bien amarré, en considérant les conditions locales.</p> <p>Les bâtiments doivent rester convenablement amarrés sur leur mouillage. Le long des bâtiments, des môles ou des quais, les mouvements du bâtiment doivent être limités en maintenant toutes les aussières d'amarrage bien tendues. Il convient de prêter attention aux mouvements du bâtiment causés par le vent, les courants, les marées, le passage d'autres bâtiments et les opérations en cours.</p> <p>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.</p> <p>Une fois amarrés, les bâtiments équipés de treuils à tension automatique ne doivent plus utiliser ces treuils en mode automatique.</p> <p>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 tout particulièrement attention à cet aspect.</p> <p>Indépendamment de la méthode d'amarrage retenue, l'opération d'appareillage d'urgence doit faire l'objet d'un accord, en tenant compte des éventuels risques associés.</p> <p>Les ancrs inutilisées doivent être correctement assujetties.</p>	x	x	x	x
3	<p>Le système de communication convenu entre les deux bâtiments ou entre le bâtiment et la terre fonctionne.</p> <p>Les communications doivent être maintenues de la façon la plus efficace entre le(s) officier(s) responsable(s) de quart à bord du(des) bâtiment(s) et/ou le responsable désigné à terre.</p> <p>Si l'on utilise des téléphones, une personne en mesure de contacter immédiatement son responsable respectif doit en permanence se trouver à proximité des appareils à bord et/ou à terre. De plus, ce responsable doit avoir la possibilité de prendre la priorité sur tous les appels. Lorsque l'on utilise des systèmes de radiocommunication, les appareils doivent de préférence être portatifs et tenus à portée de main par le responsable ou une personne qui peut contacter immédiatement ce responsable. Si l'on utilise des appareils fixes, les directives concernant les téléphones doivent s'appliquer.</p> <p>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.</p> <p>Les téléphones et les systèmes de radiocommunication portatifs doivent satisfaire aux prescriptions de sécurité applicables en la matière.</p>	x	x	x	x

Directives à suivre pour remplir les listes de contrôle		Annexe			
Partie A – Liquides en vrac – Généralités – Contrôles physiques		1	2	3	4
4	<p>Les câbles de remorquage d'urgence sont correctement disposés et se trouvent à l'emplacement approprié.</p> <p>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 bâtiment.</p> <p>Différentes méthodes de mise en place des câbles de remorquage d'urgence sont actuellement utilisées. Certains terminaux peuvent exiger une méthode particulière, et le bâtiment doit alors en être informé en conséquence.</p>	x	x	x	
5	<p>Les manches à incendie et le matériel de lutte contre l'incendie du bâtiment sont en place et prêts pour une utilisation immédiate.</p> <p>Voir le point 6 ci-dessous.</p>	x	x	x	
6	<p>Le matériel de lutte contre l'incendie du terminal est en place et prêt pour une utilisation immédiate.</p> <p>Le matériel de lutte contre l'incendie à bord et à terre doit être disposé correctement et prêt pour utilisation immédiate.</p> <p>Les éléments appropriés du matériel fixe ou portatif doivent être disposés de manière à couvrir le pont de cargaison du bâtiment et la zone d'apponement, en prêtant particulièrement attention à la présence du bâtiment et des citernes à terre à proximité. Les collecteurs d'incendie du terminal et du bâtiment doivent être sous pression ou pouvoir être mis sous pression sans délai.</p> <p>Le bâtiment et la terre doivent s'assurer que leurs collecteurs d'incendie peuvent être raccordés rapidement et facilement, si nécessaire au moyen du raccord international pour tuyaux d'incendie (voir le point 28).</p>	x		x	
7	<p>Les flexibles de cargaison du bâtiment et/ou les bras ou flexibles de cargaison, les conduites de transport et les collecteurs du terminal sont en bon état, correctement installés et adaptés à l'usage prévu.</p>	x	x	x	
7.1	<p>Toutes les réductions sont homologuées et compatibles avec les conduites de cargaison et le type de cargaison.</p>	x	x	x	
7.2	<p>Tous les raccords à bride sont équipés avec les joints appropriés.</p>	x	x	x	
7.3	<p>Tous les boulons des brides sont correctement serrés.</p>	x	x	x	
7.4	<p>Les bras de chargement sont libres de se déplacer dans toutes les directions et/ou les flexibles disposent de suffisamment d'espace pour se déplacer facilement.</p>	x	x	x	

Directives à suivre pour remplir les listes de contrôle		Annexe			
Partie A – Liquides en vrac – Généralités – Contrôles physiques		1	2	3	4
7.5	Toutes les vannes sont vérifiées et dans la bonne position.	x	x	x	
7.6	<p>Un éclairage adapté est assuré dans la zone de transfert de la cargaison et sur le chemin d'évacuation.</p> <p>Les flexibles doivent être en bon état et correctement installés et disposés, de manière à éviter les contraintes et efforts dépassant les limites admissibles.</p> <p>Tous les raccords à bride et toutes les réductions doivent être boulonnés à fond et équipés des bons joints. Tous les autres types de raccords doivent être correctement assurés.</p> <p>Les matériaux utilisés pour les flexibles, les conduites de transport et les bras métalliques doivent être adaptés au produit à manutentionner, compte tenu de sa température et de la pression maximale de service.</p> <p>Les flexibles à cargaison doivent disposer d'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 employés dans des conditions différentes de l'ambiante, les températures de service maximale et minimale doivent être indiquées.</p>	x	x	x	
8	S/O – inclus dans le point 7.				
9	<p>Le circuit de transfert de la cargaison est suffisamment isolé et purgé pour pouvoir retirer en toute sécurité les brides d'obturation avant le raccordement.</p> <p>Un moyen positif de confirmer que les circuits de transfert de la cargaison des bâtiments et/ou du terminal sont isolés et purgés doit être prévu et utilisé pour confirmer que l'on peut retirer en toute sécurité les brides d'obturation avec 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 brutale et incontrôlée de la pression dans le circuit.</p>	x	x	x	x
10	<p>Les dalots à bord sont efficacement obturés et les gattes sont en place et vides.</p> <p>S'il y a lieu, tous les dalots à bord doivent être convenablement obturés pendant les opérations. L'eau qui s'accumule doit être évacuée de façon périodique.</p> <p>Les collecteurs du bâtiment seront idéalement pourvus de gattes fixes respectant le cas échéant les recommandations de l'OCIMF. A défaut, on utilisera des gattes mobiles.</p> <p>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.</p> <p>Uniquement en cas de manutention de liquides corrosifs ou de gaz réfrigérés, les dalots peuvent rester ouverts, à condition qu'une source abondante d'eau, ou si l'eau est interdite tout autre moyen approprié conforme à la fiche MSDS concernée, soit disponible à tout moment au voisinage des collecteurs.</p>	x	x	x	x

Directives à suivre pour remplir les listes de contrôle		Annexe			
Partie A – Liquides en vrac – Généralités – Contrôles physiques		1	2	3	4
11	<p>Les bouchons de dalot retirés temporairement resteront en permanence sous surveillance.</p> <p>Les dalots temporairement ouverts pour évacuer l'eau de pluie claire du pont de cargaison par exemple doivent rester sous une surveillance étroite et constante. Ils doivent être immédiatement rebouchés en cas de déversement d'hydrocarbures sur le pont ou de tout autre incident pouvant potentiellement provoquer une pollution.</p>	x	x	x	x
12	<p>Les aires de rétention à terre et les puisards sont correctement préparés.</p> <p>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.</p> <p>Les collecteurs à terre seront idéalement pourvus de gattes fixes ; à défaut, on utilisera des gattes mobiles.</p> <p>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.</p>	x			
13	<p>Les connexions pour cargaison, combustible et retour des vapeurs inutilisées du bâtiment sont correctement obturées et assujetties. Tous les raccords à bride utilisés sont équipés avec les joints appropriés.</p> <p>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.</p>	x	x	x	x
14	<p>Les connexions pour cargaison, combustible et retour des vapeurs inutilisées du terminal sont correctement obturées et assujetties. Tous les raccords à bride utilisés sont équipés avec les joints appropriés.</p> <p>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.</p>	x		x	x
15	<p>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.</p> <p>A l'exception des ouvertures utilisées pour la ventilation des citernes (voir le point 29), toutes les ouvertures des citernes à cargaison, des ballasts et des soutes à combustible doivent être fermées et étanches aux gaz. Les bâtiments non équipés pour le chargement citernes fermées peuvent utiliser la méthode de ventilation, de jaugeage et d'échantillonnage avec les couvercles des citernes ouverts, sous réserve d'un contrôle ayant fait l'objet d'un accord.</p> <p>A l'exception des méthaniers, les opercules de jaugeage et d'échantillonnage peuvent être ouverts pendant les brèves périodes nécessaires au jaugeage et à l'échantillonnage, lesquelles activités doivent être conduites en tenant compte des vérifications nécessaires pour éviter les décharges d'électricité statique.</p> <p>Des dispositifs fermés de jaugeage et d'échantillonnage doivent être utilisés lorsque cela est prescrit par les règles et accords internationaux, nationaux ou locaux.</p>	x	x	x	

Directives à suivre pour remplir les listes de contrôle		Annexe			
Partie A – Liquides en vrac – Généralités – Contrôles physiques		1	2	3	4
16	<p>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.</p> <p>L'expérience a montré l'importance de ce point pour la prévention de la pollution dans le cas des bâtiments 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.</p> <p>Le cas échéant, la sécurité des vannes en question doit être vérifiée visuellement.</p>	x	x	x	x
17.1	<p>L'ensemble des portes, sabords et fenêtres donnant sur l'extérieur des emménagements, des magasins et de la tranche des machines est fermé. Les prises d'air de la salle des machines peuvent être ouvertes.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p>	x	x	x	
17.2	<p>L'installation domestique de GPL est isolée au niveau du robinet d'arrêt principal.</p>	x	x	x	
18	<p>Les schémas d'emplacement des matériels de lutte contre l'incendie du bâtiment sont disponibles.</p> <p>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.</p>	x	x	x	
	<p>Si le bâtiment-citerne est ou doit être équipé d'une installation à gaz inerte (IGI), les points suivants doivent être vérifiés physiquement :</p>				
	<p>Installation à gaz inerte</p>				
19	<p>Les appareils de mesure de la pression et de la teneur en oxygène de l'IGI sont en bon état de marche.</p> <p>Si nécessaire, les enregistreurs et appareils de mesure de la pression et de la teneur en oxygène fixes et portatifs de l'IGI doivent avoir été contrôlés conformément aux instructions du fabricant, doivent être sous tension, et doivent fonctionner correctement.</p>	x	x	x	

Directives à suivre pour remplir les listes de contrôle		Annexe			
Partie A – Liquides en vrac – Généralités – Contrôles physiques		1	2	3	4
20	<p>Toutes les citernes à cargaison se trouvent à une pression positive, avec une teneur en oxygène de leur atmosphère de 8 % en volume maximum.</p> <p>Avant que ne commencent les opérations de manutention de la cargaison, il faut vérifier que la teneur en oxygène de l'atmosphère dans chaque citerne à cargaison ne dépasse pas 8 % en volume. Les citernes à cargaison sous gaz inerte doivent être maintenues en permanence en surpression.</p>	x	x	x	
20L	<p>Toutes les citernes inertées sont marquées ou repérées par un panneau d'avertissement.</p> <p>Par exemple :</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">    </div>	x	x	x	

Directives à suivre pour remplir les listes de contrôle		Annexe			
Partie B – Liquides en vrac – Généralités – Vérifications verbales		1	2	3	4
21	<p>Le bâtiment est prêt à se déplacer par ses propres moyens. Une barge sans moyens de propulsion doit pouvoir se déplacer à l'aide d'un remorqueur désigné dans les plus brefs délais.</p> <p>Le bâtiment doit pouvoir se déplacer par ses propres moyens avec le minimum de délai, sauf si l'autorité portuaire et le responsable désigné du terminal ont donné l'autorisation d'immobiliser le bâtiment.</p> <p>Une telle autorisation peut devoir être assortie de certaines conditions.</p>	x	x	x	
22	<p>Un quart de pont est en vigueur sur le(s) bâtiment(s) et une supervision adéquate des opérations est assurée à bord et à terre.</p> <p>Les opérations doivent être sous surveillance constante à bord des bâtiments et/ou à terre.</p> <p>La surveillance doit avoir pour but d'éviter l'apparition de situations dangereuses. Toutefois, si une telle situation se produisait, les personnes chargées du contrôle doivent disposer des informations et des moyens nécessaires pour prendre les mesures correctives.</p> <p>Les personnes chargées de la surveillance à bord des bâtiments et/ou à terre doivent maintenir des communications efficaces avec le responsable respectif dont elles dépendent.</p> <p>Tout le personnel participant aux opérations doit bien connaître les dangers des matières manutentionnées et porter une tenue et un équipement de protection appropriés.</p>	x	x	x	x
22L	<p>Sur le(s) bâtiment(s) et/ou à terre, une personne compétente est nommée responsable de la manutention planifiée de la cargaison.</p>	x	x	x	
23	<p>Il y a suffisamment de personnel à bord et à terre pour faire face à une situation d'urgence.</p> <p>Pendant tout le temps passé par le bâtiment au terminal ou le long de l'autre bâtiment, il faut qu'un nombre suffisant de personnes soient présentes à bord des bâtiments et/ou dans les installations à terre pour pouvoir faire face à une situation d'urgence.</p>	x	x	x	x
24.1	<p>Les procédures de manutention de la cargaison, du combustible et du ballast ont fait l'objet d'un accord.</p>	x	x	x	

Directives à suivre pour remplir les listes de contrôle		Annexe			
Partie B – Liquides en vrac – Généralités – Vérifications verbales		1	2	3	4
24.2	<p>La pression de refoulement de la pompe de cargaison du premier bâtiment est régulée pour tenir compte de la pression de service admissible de l'équipement du terminal ou du deuxième bâtiment.</p> <p>Les procédures à utiliser pour les opérations prévues doivent être préétablies. Elles doivent être examinées et convenues par les responsables désignés des bâtiments et/ou du terminal avant le démarrage des opérations. Les dispositions ayant fait l'objet d'un accord doivent être inscrites et signées de façon formelle par les responsables désignés des bâtiments et/ou 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.</p> <p>Lorsqu'un orage électrique s'annonce, il faut suspendre les opérations et fermer toutes les ouvertures sur le pont et toutes les prises d'air.</p> <p>Les propriétés des produits manutentionnés, l'équipement du bâtiment et les installations à terre, et l'aptitude de l'équipage du bâtiment et du personnel à terre à exécuter les opérations nécessaires et à en conserver une maîtrise suffisante sont autant d'éléments à prendre en considération lorsque l'on évalue l'éventualité d'une manutention simultanée de plusieurs produits.</p> <p>Un éclairage convenable et suffisant pour la sécurité doit être assuré dans les zones des collecteurs à bord et à terre, pendant les heures d'obscurité.</p> <p>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 :</p> <ul style="list-style-type: none"> - la nature de la cargaison à manutentionner ; - la disposition et la capacité des conduites de cargaison et des circuits de dégagement des gaz du bâtiment ; - les valeurs maximales admissibles de pression et de débit dans les flexibles et les bras de chargement reliant le bâtiment à la terre ; - les précautions à prendre pour éviter l'accumulation d'électricité statique ; - toute autre limitation susceptible de contrôler les débits. <p>Une note à cet effet doit être consignée comme ci-dessus.</p>	x	x	x	
24.3	<p>La pression de refoulement de la pompe de cargaison du terminal ou du deuxième bâtiment est régulée pour tenir compte de la pression de service admissible de l'équipement du premier bâtiment.</p> <p>Voir le point 24.2.</p>	x		x	

Directives à suivre pour remplir les listes de contrôle		Annexe			
Partie B – Liquides en vrac – Généralités – Vérifications verbales		1	2	3	4
25	<p>Le signal d’alarme et la procédure d’arrêt d’urgence à utiliser à bord et à terre ont été expliqués et compris.</p> <p>Le signal convenu à utiliser dans une situation d’urgence survenant à terre ou à bord doit être clairement compris par le personnel non navigant et navigant.</p> <p>Une procédure d’arrêt d’urgence doit être définie conjointement par les bâtiments et/ou le terminal, et consignée et signée par les officiers responsables des bâtiments et le responsable désigné du terminal.</p> <p>La procédure convenue doit déterminer les circonstances dans lesquelles les opérations doivent être interrompues immédiatement.</p> <p>Il faudra prêter une attention particulière à l’apparition éventuelle de dangers supplémentaires liés à la procédure d’arrêt d’urgence.</p>	x	x	x	x
26	<p>Les fiches de données de sécurité des matériaux (MSDS) ou des documents équivalents ont été échangés sur demande pour le transfert de la cargaison.</p> <p>Les fiches MSDS doivent être fournies sur demande par le terminal ou le bâtiment livrant le produit.</p> <p>Au minimum, ces fiches de données doivent indiquer les constituants du produit par leur nom chimique, leur nom d’usage courant, leur numéro UN (le cas échéant), et la concentration maximale de tous les composants toxiques, exprimée en pourcentage volumique ou en parties par million (ppm).</p>	x	x	x	
26L	<p>Le bâtiment est homologué pour le transport du produit à charger.</p> <p>La liste certifiée des produits homologués à transporter, délivrée par une autorité compétente, doit être vérifiée avant le chargement.</p>	x	x	x	x
27	<p>Les risques associés aux substances toxiques dans la cargaison manutentionnée ont été identifiés et compris.</p> <p>De nombreuses cargaisons renferment des composants dont la nocivité pour la santé humaine est connue. Afin de minimiser les risques pour le personnel, des informations sur les constituants de la cargaison doivent être mises à disposition pendant le transfert de celle-ci pour permettre l’adoption de précautions adaptées. De plus, certains états de port exigent que ces informations soient rendues facilement disponibles lors du transfert de la 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.</p>	x	x	x	
28	<p>Un raccord international pour tuyaux d’incendie a été prévu.</p> <p>Si nécessaire, le raccord doit respecter les exigences normatives, et s’il n’est pas effectivement mis en place avant le début des opérations, il doit être facilement disponible en cas d’urgence.</p>	x	x	x	

Directives à suivre pour remplir les listes de contrôle		Annexe			
Partie B – Liquides en vrac – Généralités – Vérifications verbales		1	2	3	4
29	<p>Le système convenu de ventilation des citernes sera utilisé.</p> <p>Un accord doit être établi et consigné quant au système de ventilation à utiliser pour l'opération, compte tenu de la nature de la cargaison et des règlements et accords internationaux, nationaux ou locaux.</p> <p>Il existe essentiellement quatre systèmes de ventilation des citernes :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. dégagement à l'air libre au moyen de trous de jaugeage protégés par des écrans pare-flammes appropriés ; 2. systèmes de ventilation fixes, y compris les installations à gaz inerte ; 3. dégagement à terre par un circuit de collecte des vapeurs (voir le point 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 législation nationale ou internationale). 	x	x	x	
30.1	<p>Les prescriptions relatives aux opérations citernes fermées ont fait l'objet d'un accord.</p> <p>De nombreux terminaux exigent, lors du ballastage dans les citernes à cargaison, du chargement ou du déchargement, que le bâtiment n'utilise pas les orifices de jaugeage et de visée. Dans ce cas, les bâtiments doivent être équipés de dispositifs fermés de sondage des citernes, prenant la forme d'un appareil de jaugeage fixe ou d'un équipement portatif passé à travers un bouchon de vapeur, complété de préférence par un système indépendant d'alarme de remplissage excessif.</p>	x	x	x	
30.2	<p>Le raccord de retour des vapeurs du premier bâtiment est si nécessaire relié, au moyen d'une conduite de retour des vapeurs, au raccord de retour des vapeurs du deuxième bâtiment.</p>	x	x	x	
30.3	<p>Si une protection contre les explosions est exigée, la conduite de retour des vapeurs est équipée d'un pare-flammes et/ou d'une protection contre les détonations.</p>	x	x	x	
31	<p>Le fonctionnement du système de sécurité pression/dépression a été vérifié. Le bâtiment déchargeant ou le terminal garantissent que la vitesse de pompage ne dépasse pas la pression de service maximale convenue.</p> <p>Le fonctionnement des vannes de pression/vide et/ou des prises d'air à haut débit 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'une bouche grippée ou raide provoque le cisaillement de l'ergot d'entraînement du levier vertical et que l'équipage du bâtiment suppose, avec des conséquences désastreuses, que la prise d'air fonctionne correctement.</p>	x	x	x	

Directives à suivre pour remplir les listes de contrôle		Annexe			
Partie B – Liquides en vrac – Généralités – Vérifications verbales		1	2	3	4
32	<p>Si une conduite de retour des vapeurs est raccordée, les paramètres de fonctionnement ont fait l'objet d'un accord.</p> <p>Si nécessaire, une conduite de retour des vapeurs doit être utilisée pour faire retourner les gaz dangereux des citernes à cargaison jusqu'à terre ou d'une citerne à cargaison à une autre.</p> <p>Dans le cas de vapeurs inflammables, la conduite de retour des vapeurs doit intégrer 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 examinées et faire l'objet d'un accord entre les personnels des bâtiments et/ou du terminal.</p>	x	x	x	
33	<p>Des alarmes de niveau haut et/ou des arrêts d'urgence indépendants, le cas échéant, sont en service et ont été testés.</p> <p>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 fournir une indication sonore et visuelle, et 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.</p> <p>Les alarmes individuelles de remplissage excessif doivent être testées en position 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.</p>	x	x	x	x
34	<p>Des moyens d'isolation électrique appropriés sont en place au niveau des connexions pour cargaison entre bâtiment et terre ou entre les deux bâtiments, et le cas échéant des connexions pour retour des vapeurs.</p> <p>A moins que des mesures soient prises pour interrompre la continuité électrique entre la tuyauterie des bâtiments et/ou du terminal assurée par les flexibles ou les bras métalliques bâtiment/terre ou bâtiment/bâtiment, des courants vagabonds, provenant essentiellement des protections contre la corrosion, peuvent être la cause d'étincelles électriques sur les faces de brides lors du branchement et du débranchement des flexibles.</p> <p>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 construction des bras métalliques. On peut également interrompre la continuité électrique en insérant un tuyau électriquement isolant dans chaque train de flexibles.</p> <p>Il faut vérifier 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.</p>	x	x	x	

Directives à suivre pour remplir les listes de contrôle		Annexe			
Partie B – Liquides en vrac – Généralités – Vérifications verbales		1	2	3	4
35	<p>Les conduites à terre sont équipées de clapets de non-retour, ou bien des procédures permettant d'éviter un retour de produit ont été étudiées.</p> <p>Afin d'éviter un retour de produit lorsque le déchargement d'un bâtiment est interrompu pour des raisons opérationnelles ou pour 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 bâtiment. Une procédure de protection du bâtiment peut également être décidée conjointement.</p>	x		x	
36	<p>Les prescriptions relatives à l'usage de la cigarette ont fait l'objet d'un accord et sont respectées.</p> <p>Il est interdit de fumer à bord des bâtiments-citernes.</p> <p>Il est interdit de fumer sur l'appontement et dans la zone adjacente, sauf dans les bâtiments et lieux indiqués par le responsable désigné du terminal, en consultation avec le conducteur.</p> <p>Les bâtiments, salles et lieux désignés comme endroits où il est permis de fumer doivent être clairement signalés comme tels.</p>	x	x	x	x
37	<p>Les prescriptions relatives aux feux nus ont fait l'objet d'un accord et sont respectées.</p> <p>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.</p> <p>Il est interdit d'utiliser des feux nus ou des feux non protégés à bord du bâtiment et dans un rayon de 25 mètres autour de celui-ci, sauf si toutes les règles applicables sont respectées et sous réserve de l'accord de l'autorité portuaire, du responsable désigné du terminal et du conducteur. Cette distance peut être augmentée pour des bâtiments-citernes particuliers comme les méthaniers.</p>	x	x	x	
38	<p>Les prescriptions relatives aux appareils électroniques portatifs (par ex. de communication) sont respectées.</p> <p>Les téléphones bâtiment/terre doivent satisfaire aux exigences de construction antidéflagrante, sauf s'ils sont situés et utilisés dans un lieu sûr dans les emménagements.</p> <p>Il est interdit d'utiliser des téléphones mobiles ou des récepteurs de radiomessagerie (pagers) dans les zones dangereuses, sauf s'ils sont homologués pour une telle utilisation par une autorité compétente.</p>	x	x	x	
39	<p>Les lampes électriques à main (lampes de poche) sont d'un type agréé.</p> <p>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.</p>	x	x	x	
40	<p>Les émetteurs-récepteurs VHF/UHF fixes et le système d'identification automatique (AIS) sont réglés sur une puissance correcte ou mis hors circuit.</p> <p>Les émetteurs-récepteurs VHF/UHF fixes et le système AIS doivent être coupés ou réglés sur une faible puissance (1 W ou moins), sauf si le conducteur, en consultation avec le responsable désigné du terminal, s'est assuré des conditions dans lesquelles cette installation peut être utilisée en toute sécurité.</p>	x	x	x	

Directives à suivre pour remplir les listes de contrôle		Annexe			
Partie B – Liquides en vrac – Généralités – Vérifications verbales		1	2	3	4
41	<p>Les émetteurs-récepteurs VHF/UHF portatifs sont d'un type agréé.</p> <p>Les émetteurs-récepteurs VHF/UHF portatifs doivent être d'un type de sécurité approuvé par une autorité compétente.</p>	x	x	x	
42	<p>Les antennes des principaux émetteurs radio du bâtiment sont mis à la masse et les radars sont débranchés/mis hors circuit.</p> <p>La station radio principale du bâtiment ne doit pas être utilisée pendant que le bâtiment est au port, sauf pour la réception. Les antennes d'émission doivent être débranchées et mises à la masse.</p> <p>Le matériel de communications par satellite peut être utilisé normalement, sauf avis contraire.</p> <p>L'installation radar du bâtiment ne doit pas être utilisée.</p>	x	x	x	
43	<p>Les câbles d'alimentation des appareils électriques portatifs en zone dangereuse sont débranchés.</p> <p>L'utilisation de matériel électrique portatif alimenté par câbles volants est interdite dans les zones dangereuses lors des opérations de manutention de la cargaison, et ce type de matériel doit de préférence être retiré de la zone dangereuse.</p> <p>Les câbles téléphoniques utilisés pour les communications bâtiment/terre doivent de préférence passer à l'extérieur de la zone dangereuse. 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.</p>	x	x	x	
44	<p>Les unités de climatisation extérieures sont déconnectées.</p> <p>Les unités de climatisation de type fenêtre doivent être débranchées.</p>	x	x	x	
45	<p>Une surpression est maintenue à l'intérieur des emménagements et/ou de la timonerie.</p> <p>Lorsque cela est possible, une surpression doit être maintenue à l'intérieur des emménagements et de la timonerie, et des procédures ou des dispositifs doivent être en place pour empêcher les vapeurs inflammables ou toxiques d'y pénétrer. On peut utiliser à cet effet 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.</p>	x	x	x	
46	<p>Des mesures ont été prises pour assurer une ventilation mécanique suffisante de la chambre des pompes.</p> <p>La chambre des pompes doit être ventilée mécaniquement, et cette ventilation, censée assurer une atmosphère sûre dans toute la chambre, doit continuer de fonctionner pendant toutes les opérations de manutention de la cargaison. Le système de détection de gaz, s'il est présent, doit fonctionner correctement.</p>	x	x	x	

Directives à suivre pour remplir les listes de contrôle		Annexe			
Partie B – Liquides en vrac – Généralités – Vérifications verbales		1	2	3	4
47	<p>Une issue de secours ou une voie d'embarquement d'urgence en place et prête à être utilisée sont prévues.</p> <p>Outre l'accès visé au point 1, il faut disposer d'un chemin d'évacuation d'urgence sûr et rapide, à bord et à terre. A bord du bâtiment, cette échappée peut être un canot de sauvetage paré pour une utilisation immédiate, de préférence à l'extrémité arrière du bâtiment, et dégagé des amarres. Dans l'idéal, un appontement doit assurer une issue secondaire depuis le bâtiment si l'accès normal est rendu inutilisable par la situation d'urgence. Si la configuration de l'appontement rend cette issue secondaire par passerelle impossible, d'autres moyens doivent être considérés, notamment les suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> - préparer le canot de sauvetage du bâtiment (chute libre) pour une descente immédiate ; ou - disposer l'échelle d'embarquement du bâtiment du côté opposé à l'appontement. <p>Si le canot de sauvetage est inutilisable, d'autres moyens de substitution doivent être disponibles.</p> <p>La législation nationale et/ou internationale peut imposer des exigences différentes ou plus contraignantes.</p>	x	x	x	
48	<p>Les conditions météorologiques, les limites maximales de vitesse du vent et de houle pour les opérations ont fait l'objet d'un accord.</p> <p>De nombreux facteurs participent à déterminer si les opérations de manutention de la cargaison ou de ballastage doivent être interrompues. Une discussion entre le terminal et le bâtiment doit permettre d'identifier les facteurs limitants, qui peuvent être, entre autres :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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. <p>Ces limitations doivent être clairement comprises par les deux parties. Les critères d'interruption de la manutention de la cargaison, de débranchement des flexibles ou des bras et d'évacuation du quai doivent être inscrits dans la colonne 'Remarques' de la liste de contrôle.</p>	x	x	x	x
49	<p>Des protocoles de sécurité ont fait l'objet d'un accord entre le(s) Officier(s) de sûreté du(des) bâtiment(s) et/ou l'Officier de sûreté de l'installation portuaire, le cas échéant.</p> <p>Dans les états signataires de la convention SOLAS, le code ISPS stipule que le(s) Officier(s) de sûreté du(des) bâtiment(s) et/ou l'Officier de sûreté de l'installation portuaire doivent coordonner ensemble la mise en œuvre de leurs plans de sûreté respectifs.</p>	x	x	x	

Directives à suivre pour remplir les listes de contrôle		Annexe			
Partie B – Liquides en vrac – Généralités – Vérifications verbales		1	2	3	4
49L	<p>Des protocoles de sécurité ont été convenus pour que l'équipage d'un bâtiment embarque sur l'autre bâtiment. Emplacement du protocole de sécurité pour le bâtiment d'embarquement :</p>		x	x	
50	<p>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 bâtiment.</p> <p>Le bâtiment et le terminal doivent se mettre d'accord par écrit sur la fourniture de gaz inerte, en précisant le volume nécessaire et le débit en mètres cubes par minute (m³/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 bâtiment garde le contrôle de la circulation de gaz inerte. Il convient de considérer la pertinence des prises d'air ouvertes sur une citerne afin d'éviter tout risque de surpression.</p> <p>La pression dans la citerne doit être étroitement surveillée pendant toute l'opération.</p> <p>Le terminal doit obtenir l'accord du bâtiment s'il souhaite utiliser de l'azote (ou de l'air) comprimé comme propulseur, pour « racler » les conduites de la terre jusqu'au bâtiment ou pour pousser la cargaison hors des moyens de rétention à terre. Le bâtiment doit être informé de la pression à utiliser, et de la possibilité de recevoir du gaz dans une citerne à cargaison.</p>	x	x	x	
	Installation à gaz inerte				
51	<p>L'IGI est pleinement opérationnelle et en bon état de marche.</p> <p>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 pont, les soupapes à gaz inerte individuelles (le cas échéant) et le casse-pression/casse-vide sur pont.</p> <p>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.</p>	x	x	x	
52	<p>Les siphons de pont ou les dispositifs équivalents sont en bon état de marche.</p> <p>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.</p>	x	x	x	
53	<p>Les niveaux dans les casse-pression/casse-vide sont corrects, le cas échéant.</p> <p>Il convient de vérifier périodiquement que le niveau de liquide dans les casse-pression/casse-vide respecte les recommandations des fabricants.</p>	x	x	x	

Directives à suivre pour remplir les listes de contrôle		Annexe			
Partie B – Liquides en vrac – Généralités – Vérifications verbales		1	2	3	4
54	<p>Les analyseurs d'oxygène fixes et portatifs ont été étalonnés et fonctionnent correctement.</p> <p>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.</p> <p>L'analyseur-enregistreur d'oxygène en ligne et les analyseurs d'oxygène portatifs (en nombre suffisant) doivent fonctionner correctement.</p> <p>Le certificat d'étalonnage doit montrer que sa validité est telle qu'exigée par le système de gestion de la sécurité du bâtiment.</p>	x	x	x	
55	<p>Toutes les vannes d'alimentation en gaz inerte des citernes (si le bâtiment en est équipé) sont en position correcte et verrouillées.</p> <p>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 individuelles (si elles sont installées), pour éviter toute dépression ou surpression accidentelle. Dans ces conditions, la pression de chaque citerne sera la même que la pression dans le collecteur de gaz inerte sur le pont, et par conséquent le casse-pression/casse-vide servira 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 la cargaison. Chaque vanne d'alimentation en gaz inerte doit être pourvue d'un dispositif de verrouillage placé sous le contrôle d'un officier responsable.</p>	x	x	x	
56	<p>Toutes les personnes en charge des opérations sur la 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 bâtiment prévenus.</p> <p>En cas de défaillance de l'installation à gaz inerte, il est obligatoire d'interrompre les opérations de déchargement de la cargaison, de déballastage et de nettoyage des citernes, et d'en aviser le terminal.</p> <p>Le personnel du bâtiment ne doit en aucun cas permettre l'apparition d'un vide partiel dans une citerne quelconque.</p>	x	x	x	
	Lavage au pétrole brut				
57	S/O				
58	S/O				

Directives à suivre pour remplir les listes de contrôle		Annexe			
Partie B – Liquides en vrac – Généralités – Vérifications verbales		1	2	3	4
	Nettoyage des citernes				
59	<p>Un lavage de citernes est prévu pendant l'escale du bâtiment accosté le long de l'autre bâtiment / à quai.</p> <p>Lors de la discussion précédant le transfert de la cargaison entre le(s) Officier(s) responsable(s) du(des) bâtiment(s) et/ou le responsable désigné du terminal, il doit être précisé si des opérations de nettoyage des citernes sont planifiées pendant l'escale du bâtiment, et la liste de contrôle doit être annotée en conséquence.</p>	x	x	x	x
60	<p>Si 'oui', les procédures de nettoyage ont fait l'objet d'un accord et les autorisations ont été obtenues.</p> <p>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.</p>	x	x	x	x
61	<p>Les opérations de dégazage des citernes ont obtenu l'accord de l'autorité compétente.</p> <p>Il convient de confirmer que toutes les autorisations nécessaires qui peuvent être exigées pour permettre le dégazage des citernes lors de l'escale ont été obtenues, conformément à la législation locale et aux règlements émanant des autorités compétentes.</p>	x	x	x	

Directives à suivre pour remplir les listes de contrôle		Annexe			
Partie C – Liquides chimiques en vrac – Généralités – Vérifications verbales		1	2	3	4
1	<p>Les fiches de données de sécurité (MSDS) ou des documents équivalents sont disponibles et fournissent les données nécessaires pour manipuler la cargaison en toute sécurité.</p> <p>Les renseignements sur le produit à manutentionner doivent être disponibles à bord du bâtiment et à terre, et doivent comprendre :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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	<p>Un certificat d'inhibition a été fourni par le fabricant, le cas échéant.</p> <p>Quand la cargaison doit être stabilisée ou inhibée avant d'être manutentionnée, le bâtiment doit être en possession d'un certificat du fabricant établissant :</p> <ul style="list-style-type: none"> - le nom et la 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. <p>Le document doit se trouver à bord avant le départ du bâtiment.</p>	x	x	x	
3	<p>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.</p> <p>Des équipements de protection appropriés (y compris des appareils de respiration autonome et des vêtements protecteurs) adaptés aux dangers spécifiques du produit à manutentionner doivent être immédiatement disponibles et en nombre suffisant pour le personnel, aussi bien à bord qu'à terre.</p>	x	x	x	

Directives à suivre pour remplir les listes de contrôle		Annexe			
Partie C – Liquides chimiques en vrac – Généralités – Vérifications verbales		1	2	3	4
4	<p>Les mesures à prendre en cas de contact accidentel avec la cargaison ont fait l'objet d'un accord.</p> <p>Des moyens suffisants et appropriés doivent être disponibles pour neutraliser les effets et enlever les petites quantités de produit répandu. En cas de contact accidentel d'une personne avec la cargaison, il est important que des mesures convenables et suffisantes soient prises pour en limiter les conséquences.</p> <p>Les fiches MSDS doivent contenir les informations sur la manière de traiter un tel contact en fonction des propriétés particulières de la cargaison, et le personnel doit connaître les procédures à suivre.</p> <p>Une douche de sécurité appropriée et un équipement de rinçage de l'œil doivent être installés et prêts à servir sur le champ à proximité immédiate des endroits, à bord et à terre, où les opérations ont lieu régulièrement.</p>	x	x	x	
5	<p>La cadence de manutention de la cargaison est compatible avec le système automatique d'arrêt d'urgence, si ce dernier est en service.</p> <p>Des vannes d'arrêt automatique peuvent être installées sur le(s) bâtiment(s) et/ou à terre. Le fonctionnement de celles-ci est automatiquement commandé, par exemple, lorsqu'un certain niveau est atteint dans les citernes du(des) bâtiment(s) ou du terminal en cours de 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 bâtiment et du terminal. D'autres moyens peuvent être installés pour faire baisser la surpression créée, comme un circuit de recirculation et des citernes tampons.</p> <p>Un accord écrit doit être passé entre l'Officier responsable du bâtiment et le responsable désigné du terminal, indiquant si la cadence de manutention de la cargaison sera modifiée ou si d'autres systèmes seront utilisés.</p>	x	x	x	
6	<p>Les systèmes de mesure et d'alarme de la cargaison sont bien réglés et fonctionnent correctement.</p> <p>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.</p> <p>Dans les cas où il est possible de régler les alarmes à différents niveaux, l'alarme doit être réglée au niveau requis.</p>	x	x	x	
7	<p>Des appareils portatifs de détection des vapeurs adaptés aux produits manutentionnés sont immédiatement disponibles.</p> <p>Le matériel présent doit être capable de mesurer, si nécessaire, les niveaux des vapeurs inflammables et/ou toxiques.</p> <p>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 en respectant les consignes du système de gestion de la sécurité.</p>	x	x	x	

Directives à suivre pour remplir les listes de contrôle		Annexe			
	Partie C – Liquides chimiques en vrac – Généralités – Vérifications verbales	1	2	3	4
8	<p>Les informations concernant le matériel et les procédures de lutte contre l'incendie ont été échangées.</p> <p>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.</p> <p>Une attention particulière doit être portée à tous les produits manutentionnés qui peuvent réagir avec l'eau ou qui nécessitent des procédures spéciales de lutte contre l'incendie.</p>	x	x	x	
9	<p>Les flexibles de transfert et les joints sont fabriqués dans un matériau approprié, résistant à l'action des produits manutentionnés.</p> <p>Chaque flexible de transfert doit être marqué de façon indélébile pour pouvoir identifier les produits pour lesquels il est adapté et connaître 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 l'ambiante, sa température de service maximale et minimale.</p>	x	x	x	x
10	<p>La cargaison est manutentionnée au moyen des conduites fixes en place.</p> <p>Tous les transferts de cargaison doivent se faire avec les systèmes de conduites installés de façon permanente à bord et à terre.</p> <p>S'il s'avère nécessaire, pour des raisons opérationnelles spécifiques, d'utiliser des conduits de cargaison mobiles à bord ou à terre, il faut s'assurer que ces conduites sont correctement installées et assemblées afin de minimiser tout risque supplémentaire lié à leur utilisation. Si nécessaire, la continuité électrique de ces conduites doit être vérifiée, et leur longueur réduite au minimum.</p> <p>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.</p> <p>Chaque fois que des flexibles de cargaison sont utilisés pour assurer des liaisons à l'intérieur du système de conduites fixes à bord du(des) bâtiment(s) et/ou à terre, ces liaisons doivent être établies de façon sûre et conservées le moins longtemps possible, et les conditions de continuité électrique avec les conduites de transport du(des) bâtiment(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.</p>	x	x	x	
11	<p>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 bâtiment.</p> <p>Le(s) bâtiment(s) et/ou le terminal doivent se mettre d'accord par écrit sur la fourniture d'azote, en précisant le volume nécessaire et le débit en mètres cubes par minute (m³/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(s) bâtiment(s) garde(nt) le contrôle de la circulation de gaz inerte. Il convient de considérer la pertinence des prises d'air ouvertes sur une citerne afin d'éviter tout risque de surpression.</p> <p>La pression dans la citerne doit être étroitement surveillée pendant toute l'opération.</p> <p>Le terminal ou le bâtiment déchargeant doit obtenir l'accord de l'autre bâtiment s'il souhaite utiliser de l'azote (ou de l'air) comprimé pour nettoyer les conduites. Le bâtiment (récepteur) doit être informé de la pression à utiliser, et de la possibilité de recevoir du gaz dans une citerne à cargaison.</p>	x		x	

Directives à suivre pour remplir les listes de contrôle			Annexe			
Partie C – Liquides chimiques en vrac – Généralités – Vérifications verbales			1	2	3	4
12	<p>Si nécessaire, le système d'arrosage en pluie du pont du bâtiment est prêt pour une utilisation immédiate.</p> <p>Un système d'arrosage en pluie fonctionnant correctement peut être utilisé pour empêcher l'élévation de température du pont du bâtiment provoquée par les rayonnements.</p>		x	x	x	

Directives à suivre pour remplir les listes de contrôle		Annexe			
	Partie D – Gaz liquéfiés en vrac – Vérifications verbales	1	2	3	4
1	<p>Les fiches de données de sécurité (MSDS) ou des documents équivalents sont disponibles et fournissent les données nécessaires pour manipuler la cargaison en toute sécurité.</p> <p>Les renseignements sur chaque produit à manutentionner doivent être disponibles à bord du(des) bâtiment(s) et/ou à terre, avant et pendant l'opération.</p> <p>Les informations sur la cargaison, disponibles sous forme écrite, doivent comprendre :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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	<p>Un certificat d'inhibition a été fourni par le fabricant, le cas échéant.</p> <p>Quand la cargaison doit être stabilisée ou inhibée avant d'être manutentionnée, le bâtiment doit être en possession d'un certificat du fabricant établissant :</p> <ul style="list-style-type: none"> - le nom et la 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. <p>Le document doit se trouver à bord avant le départ du bâtiment.</p>	x	x	x	
3	<p>Le système d'arrosage en pluie du pont du bâtiment est prêt pour une utilisation immédiate.</p> <p>Quand des produits inflammables ou toxiques sont manipulés, les systèmes d'arrosage doivent être testés régulièrement. Les détails des derniers tests doivent être échangés.</p> <p>Pendant les opérations, les installations doivent être prêtes à fonctionner immédiatement.</p>	x	x	x	

Directives à suivre pour remplir les listes de contrôle		Annexe			
Partie D – Gaz liquéfiés en vrac – Vérifications verbales		1	2	3	4
4	<p>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.</p> <p>Des équipements de protection appropriés, y compris des appareils de respiration autonome, des dispositifs de protection oculaire et des vêtements protecteurs, adaptés aux dangers spécifiques du produit manutentionné, doivent être immédiatement disponibles en nombre suffisant pour le personnel, aussi bien à bord qu'à terre.</p> <p>Les endroits où sont rangés ces équipements doivent être protégés des intempéries et clairement signalés.</p> <p>Toutes les personnes directement impliquées dans l'opération doivent utiliser ces équipements et ces vêtements chaque fois que la situation l'exige.</p> <p>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.</p>	x	x	x	
5	<p>Les espaces de cales et entre barrières sont correctement inertés ou remplis avec de l'air sec, selon les besoins.</p> <p>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 bâtiment avant l'arrivée.</p>	x	x	x	
6	<p>Toutes les vannes télécommandées sont en bon état de marche.</p> <p>Toutes les vannes télécommandées du système de transfert de cargaison du(des) bâtiment(s) et/ou du terminal et leurs systèmes d'indication de position doivent être vérifiés régulièrement. Les détails des derniers tests doivent être échangés.</p>	x	x	x	
7	<p>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 bâtiments ou entre le bâtiment et la terre.</p> <p>Un accord écrit doit être passé quant à la pression maximale de service admissible dans les conduites de cargaison lors des opérations.</p>	x	x	x	
8	<p>Les équipements de reliquéfaction ou de contrôle de l'évaporation de la cargaison sont en bon état de marche.</p> <p>Il faut vérifier avant le début des opérations que les dispositifs de reliquéfaction et de contrôle de l'évaporation, si nécessaire, fonctionnent correctement.</p>	x	x	x	

Directives à suivre pour remplir les listes de contrôle		Annexe			
Partie D – Gaz liquéfiés en vrac – Vérifications verbales		1	2	3	4
9	<p>Le dispositif de détection de gaz a été correctement réglé pour la cargaison, étalonné, testé et inspecté, et est en bon état de marche.</p> <p>Une quantité de gaz appropriée doit être disponible pour pouvoir effectuer un test opérationnel sur le dispositif de détection de gaz. L'installation fixe de détection de gaz doit être testée pour le produit à manutentionner, avant le début des opérations. Le fonctionnement des alarmes doit avoir été testé et les informations concernant le dernier essai échangées.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>Un étalonnage des instruments doit être effectué en respectant les consignes du système de gestion de la sécurité.</p>	x	x	x	
10	<p>Les systèmes de mesure et d'alarme de la cargaison sont bien réglés et fonctionnent correctement.</p> <p>Les systèmes de jauges et d'alarmes du(des) bâtiment(s) et/ou du terminal doivent être vérifiés régulièrement pour s'assurer qu'ils sont en bon état de marche.</p> <p>Dans les cas où il est possible de régler les alarmes à différents niveaux, l'alarme doit être réglée au niveau requis.</p>	x	x	x	
11	<p>Les arrêts d'urgence ont été testés et fonctionnent correctement.</p> <p>Si possible, les dispositifs d'arrêt d'urgence du(des) bâtiment(s) et/ou du terminal doivent être testés avant le début des opérations de transfert de la cargaison.</p>	x	x	x	
12	<p>Les deux bâtiments ou le bâtiment et la terre ont échangé les temps de fermeture de leurs vannes d'arrêt d'urgence, leurs vannes automatiques ou leurs dispositifs similaires respectifs.</p> <p>Des vannes d'arrêt automatique peuvent être installées sur les conduites de(s) bâtiment(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.</p> <p>Le temps de fermeture de toutes les vannes automatiques doit être connu, et cette information doit être échangée.</p> <p>Quand des vannes automatiques sont installées et utilisées, la cadence de manutention de la cargaison doit être ajustée de telle sorte qu'une surpression se développant à la suite de la fermeture automatique d'une telle vanne n'excède pas la pression nominale d'utilisation du système de conduites du(des) bâtiment(s) et/ou du terminal.</p> <p>D'autres moyens peuvent être installés pour faire baisser la surpression créée, comme un circuit de recirculation et des citernes tampons.</p> <p>Un accord écrit doit être passé entre le(s) Officier(s) responsable(s) du(des) bâtiment(s) et/ou le responsable désigné du terminal, indiquant si la cadence de manutention de la cargaison sera ajustée ou si d'autres systèmes seront utilisés. La cadence de sécurité doit être mentionnée dans cet accord.</p>	x	x	x	

Directives à suivre pour remplir les listes de contrôle		Annexe			
Partie D – Gaz liquéfiés en vrac – Vérifications verbales		1	2	3	4
13	<p>Des informations ont été échangées entre le(s) bâtiment(s) et/ou la terre sur les valeurs maximales/minimales de température et de pression de la cargaison à manutentionner.</p> <p>Avant que les opérations ne commencent, il faut que les informations sur la température et la pression requises pour la cargaison soient échangées entre le(s) Officier(s) responsable(s) et le responsable désigné du terminal.</p> <p>Ces informations doivent être consignées par écrit.</p>	x	x	x	
14	<p>Les citernes à cargaison sont protégées en permanence contre un risque éventuel de débordement tout au long des opérations de manutention.</p> <p>Des dispositifs d'arrêt automatique sont normalement conçus pour fermer les vannes à liquides, et en cas de déchargement, pour couper les pompes de cargaison si le niveau de liquide dans une citerne quelconque dépasse le niveau maximal autorisé. Ce niveau doit être défini avec précision, et le fonctionnement des dispositifs doit être testé régulièrement.</p> <p>Si les dispositifs d'arrêt d'urgence du(des) bâtiment(s) et/ou à terre sont interconnectés, leur fonctionnement doit être vérifié avant le début des opérations de transfert de la cargaison.</p>	x	x	x	
15	<p>La salle des compresseurs est correctement ventilée, la salle des moteurs électriques est correctement pressurisée, et le système d'alarme fonctionne.</p> <p>Les ventilateurs doivent fonctionner au moins 10 minutes avant le début des opérations de transfert de la cargaison, puis en continu pendant ces opérations.</p> <p>Les alarmes sonores et visuelles, installées au niveau des clapets à air associés aux salles des compresseurs/moteurs, doivent être testées régulièrement.</p>	x	x	x	
16	<p>Les soupapes de sûreté des citernes sont correctement réglées, et les réglages effectifs affichés de façon claire et visible.</p> <p>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) bâtiment(s). Les réglages des soupapes de sûreté doivent être inscrits sur la liste de contrôle.</p>	x	x	x	
17	<p>Les paramètres de fonctionnement (pression d'ouverture) des soupapes (tarage maximal admissible des soupapes de sûreté) du bâtiment ont été pris en compte et ont fait l'objet d'un accord.</p> <p>L'abréviation anglaise MARVS (Maximum Allowable Relief Valve Setting) désigne le tarage maximal admissible des soupapes de sûreté des citernes à cargaison du bâtiment, tel que précisé sur le certificat de conformité/d'agrément de ce dernier.</p>	x	x	x	

Directives à suivre pour remplir les listes de contrôle			Annexe			
Partie D – Gaz liquéfiés en vrac – Vérifications verbales			1	2	3	4
18	Si nécessaire, les autorités (portuaires) ont été informées avant le début des opérations de manutention de la cargaison.		x	x	x	
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 bâtiments.			x	x	

