



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique

جامعة وهران 2 محمد بن أحمد
Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed
معهد الصيانة والأمن الصناعي
Institut de Maintenance et de Sécurité Industrielle

Département de Sécurité Industrielle et Environnement

MÉMOIRE

Pour l'obtention du diplôme de Master

Filière : Hygiène et Sécurité Industrielle
Spécialité : Sécurité Prévention intervention

Thème

**Sécurité à bord d'un navire :Lutte et prévention
des sinistres
« Étude de cas détecteur de fumée»**

Présenté et soutenu publiquement par :

BOUGUELMOUNA Yacine

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom	Grade	Etablissement	Qualité
MR BOUHADIBA BRAHIM	MCA	IMSI	Président
MM LOUNIS ZOUBIDA	PR	IMSI	Encadrant
MR HASSINI ABDELTIF	PR	IMSI	Examineur

Année 2021/2022

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail et ma profonde gratitude à :

A mes chers parents

Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour vous.

Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être. Ce travail est le fruit de vos sacrifices que vous avez consentis pour mon éducation et ma formation.

A tous les membres de ma famille et mes amis

Veillez trouver dans ce modeste travail l'expression de mon affection.

Remercîments

Nous remercions ALLAH le tout puissant d'avoir nous donner le courage, la volonté et la patience de mener à terme ce présent travail.

Nous tenons à remercier notre encadreur Mme LOUNIS

*Zoubida pour ses soutiens, ses conseils
judicieux durant l'élaboration de ce mémoire.*

*Nous tenons à remercier d'avance les membres du jury d'avoir fait
l'honneur d'évaluer ce mémoire.*

*Nous remercions également tout le personnel de la compagnie Sonatrach
GP1/Z Mr SAKHRI Karim, et toute l'équipe du département
prévention Mr BOUSEHABA.A, Mr LAKHDARI, Mr BOURAS,
Mr BOUAKEZ, MR BOUTIBI et tout l'équipe HSE.*

*Toute l'équipe de REMORQUAGE de l'EPAP pour leur
précieux conseils.*

*Enfin, nous tenons à remercier plus fort tous ceux qui ont contribué de
près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.*

Résumer

Le transport maritime joue un rôle majeur dans les échanges mondiaux de marchandises il est donc important de garantir la sécurité de la navigation, tant pour les équipages des navires que pour l'économie mondiale. Ainsi pour les navires de charge qui transportent les hydrocarbures la sécurité doit avoir la priorité absolue.

L'objectif de notre travail, est axé d'une part sur les connaissances des sources des avaries à bord et les moyens disponibles pour y faire face, d'autre part sur les techniques pour l'identification, la détection et les modes d'interventions lors de la survenue d'un incendie afin de prévenir la vie humaine à bord.

Abstract

Maritime transport plays a major role in global trade in goods, so it is important to ensure the safety of navigation, both for ship crews and for the global economy. So, for cargo ships that transport hydrocarbons, safety must have absolute priority.

The objective of our work, is centered on the one hand on the knowledge of the sources of the damage on board and the means available to face it, on the other hand on the techniques for the identification, the detection and the modes of interventions during the occurrence of a fire in order to prevent human life on board.

Glossaire et Définition

Amarre : Cordage servant à attacher un navire à quai ou sur une bouée de chargement.

Assèchement : L'opération de drainage du liquide restant dans une citerne ou une conduite et généralement la cale.

AFFF : Agent Formant un Film Flottant

Bâbord : Côté gauche du navire lorsqu'on regarde vers l'avant.

Ballast : Compartiments situés, soit dans les doubles fonds du navire soit le long de la muraille, recevant des combustibles, de l'eau douce ou de l'eau de mer. Les ballasts d'eau de mer servent à modifier l'assiette et la gîte du navire et à assurer sa stabilité à la mer et pendant les opérations portuaires.

Ballastage : Opération qui consiste à remplir les ballasts pour assurer la stabilité du navire et modifier son assiette ou sa gîte remplie en eau.

Boil-off : Vapeur produite au-dessus d'une surface liquide de cargaison en raison de l'évaporation, causée par une entrée de chaleur ou une chute de pression.

Cale : Espace sur un navire conçu et aménagé pour recevoir les marchandises transportées, entre la quille et le pont, et séparé par des cloisons transversales et / ou longitudinales.

Cap : Direction de l'axe d'un navire.

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.

Combustible : Capable de s'enflammer et de brûler. "Combustible" et "inflammable" sont des synonymes.

Dégazage : L'évacuation de gaz toxiques, et/ou inflammables présents dans une cuve ou un espace confiné au moyen de gaz inerte, suivie de l'introduction d'air frais.

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.

Gîte : Inclinaison que prend le navire sur le bord. Pendant les opérations de manutention où il y a des mouvements de poids importants de chaque côté de l'axe longitudinal du navire le Second Capitaine suit la gîte et compense avec les ballasts pour que le navire reste horizontal.

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

Jauge : Volume intérieur d'un bateau exprimé en tonneaux.

Ligne de mouillage : Ensemble composé d'une ancre ou grappin, d'une chaîne et d'un bout.

Mille : Une minute de l'arc du méridien terrestre, un mille ou "nautique" équivaut à 1852 m.

Nœud : Vitesse équivalente à un Mille à l'heure.

SPM : « Single Point Mooring » amarrage a bouet de chargement

Soute : Cale

Terminal : Un endroit où accostent et s'amarrent des bateaux-citernes pour charger ou décharger des cargaisons d'hydrocarbures.

Tonneau : Volume de jauge d'un bateau, 1 tonneau=2,83 m³.

Tribord : Côté droit du navire lorsqu'on regarde vers l'avant.

SOMMAIRE

Dédicaces	
Remerciements	
Glossaire et Définition	
Résumer	
Abstract	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
INTRODUCTION GENERALE	16
CHAPITRE I : LA SECURITE DU TRANSPORT MARITIME	17
Introduction :	18
1. La sécurité maritime	18
1.1 Objectifs de la sécurité maritime	19
1.2 Acteurs de la sécurité maritime	20
1.3 Culture de sécurité	22
1.4 Accidentologie	22
1.5 Règles	23
2. Réglementation de la sécurité maritime	25
2.1 Conventions /Codes internationaux	26
2.2 Convention SOLAS	26
2.3 Convention MARPOL	28
2.4 Code ISGOTT	33
2.5 Code ISPS	37
2.6 Réglementation Algérienne	40
Conclusion du chapitre	43
CHAPITRE II : SECURITE LIEE AU CHARGEMENT PAR NAVIRE	44
Introduction :	45
PARTIE 1	45
1. L'infrastructure portuaire en Algérie	45
2. Présentation de L'entreprise portuaire d'Arzew	45
3. Description Générale du port d'Arzew et de Bethioua	46
3.1. Le port d'Arzew	47
3.2. Port de Bethioua	48
3.3. Le plan de développement de l'EPArzew	49
3.4. Consignation du port d'Arzew	50

4. Présentation du site GP1/Z.....	50
PARTIE 2 : SECURITE LIE AU CHARGEMENT PAR NAVIRE	53
1. Règlementation.....	53
1.1. Codes internationaux sécurité.....	53
1.2. Code international sûreté	53
2. Installation de chargement/déchargement	54
2.1. Fonctions	54
2.2. Types d’appointement	54
2.3. Amarrage	56
1. Composition d’un poste de chargement/déchargement.....	57
1.1. Tuyaux flexibles	57
1.2. Bras de chargement/déchargement.....	60
1.3. Déconnecteur d’urgence : (ou coupleur de déverrouillage de secours) (PERC).....	65
1.4. Isolation électrique terre / navire citerne	67
3. Sécurité au chargement/déchargement.....	72
3.1. Check-list de sécurité terre-bord (ship-shore safety check-list)	72
3.2. Risques électrostatiques.....	73
3.3. Coup de bélier.....	75
3.4. Situations d’urgence	77
3.5. Arrêts d’urgence à distance entre bord et terre	79
4. Équipements de lutte contre l’incendie	80
4.1. Dispositifs d’alarme (ISGOTT).....	80
4.2. Moyens disponibles au terminal	80
4.3. Moyens disponibles sur le navire citerne	83
5. Mesures préventives.....	84
5.1. Convention MARPOL 73/78.....	84
5.2. Navires citernes	84
5.3. Terminal.....	86
5.4. En cas de sinistre	86
Conclusion du chapitre :	88
CHAPITRE III : FIREFIGHTING LUTTE CONTRE INCENDIE	89
Introduction :	90
1. Le Feu	90

2.	Chimie du feu.....	90
3.	Le départ d'un incendie	90
4.	La combustion.....	91
5.	Réaction en chaîne	91
6.	Triangle du Feu	91
7.	Combustibles et caractéristiques des carburants	92
7.1.	Combustibles solides	92
7.2.	Combustibles liquides.....	93
7.3.	Combustibles gazeux	94
7.4.	Oxygène.....	95
7.5.	Chaleur.....	95
8.	Le tétraèdre du feu	95
8.1.	Extinction par tétraèdre du feu	96
9.	Propagation du feu	98
9.1.	Conduction.....	98
9.2.	Radiation.....	98
9.3.	Convection.....	98
10.	Les produits dangereux de la combustion	99
10.1.	Les Flammes	99
10.2.	La Chaleur.....	99
10.3.	Les gaz	99
10.4.	La fumée	99
11.	Classes de feu (NFPA).....	100
12.	Agents d'extinction	101
12.1.	Types d'agents d'extinction.....	102
12.2.	Agents d'extinction pour les différentes classes de feu	103
13.	Système de lutte contre l'incendie	103
13.1.	L'eau.....	103
13.2.	Mousse	106
13.3.	Gaz carbonique :	111
13.4.	Produits chimiques secs	117
13.5.	Evacuation d'urgence de E/R	123
	Conclusion du chapitre.....	127

CHAPITRE IV SYSTEME DE DETECTION	128
Introduction :	129
PARTIE1 : Théorique	130
1. Système de détection incendie :	130
2. Types des systèmes :	130
3. Principe d'une installation de détection incendie :	130
4. Centrale de détection incendie :	130
5. Systèmes automatiques de détection :	130
5.1. Alimentation normale	131
5.2. Alimentation de secours	131
5.3. Unité de contrôle de détection d'incendie	131
5.4. Détecteurs d'incendie	131
5.5. Cloches vibrantes	131
5.6. Signaux lumineux et alarme	132
6. Détecteur d'incendie a actionnement par la chaleur	132
6.1. Détecteurs à température fixe	132
6.2. Détecteur thermo-vélocimétrique :	133
7. Systèmes de détection de fumée	134
7.1. Échantillonneur d'air	134
7.2. Types de détecteurs de fumée	134
8. Détecteurs de flammes	136
9. Systèmes d'alarme incendie manuels	136
10. Patrouilles supervisées et systèmes de surveillance	137
11. Test des équipent de détection d'incendie	137
12. Systèmes de détection de gaz	137
12.1. Gaz combustible catalytique	138
13. Pyromètres	139
14. Un commentaire sur la sécurité des navires :	140
PARTIE 2 : Pratique réalisation d'un système de détection	141
1. Objectif du travail :	141
2. Principe :	141
3. Description des principales composants utilisés :	141
3.1. Carte ARDUINO MEGA 2560 :	141

3.2.	Capteur de température LM35 :.....	143
3.3.	Détecteur de fumée « «MQ2 » :	144
3.4.	Le Buzzer :.....	145
3.5.	Diode électroluminescente (LED) :.....	146
3.6.	BreadBoard (Platine d'expérimentation) :.....	146
3.7.	Câbles :.....	147
4.	Programme :.....	147
4.1.	Interface logicielle :.....	147
4.2.	Les commandes logiciels :.....	148
4.3.	Configurations du programme :.....	149
4.4.	Etapas de mise en marche :.....	149
5.	Résultat des essaie :	151
	Conclusion du chapitre :.....	154
	CONCLUSION GENERALE	155
	Bibliographie.....	157

Liste des figures :

Figure 1 Les principaux acteurs de la sécurité maritime.....	20
Figure 2 Trois aspects de la culture de sécurité.....	22
Figure 3 Localisation des grandes catastrophes pétrolières [ITOPF, 2005].....	23
Figure 4 Evolution du droit maritime.....	26
Figure 5 Règles de classification et Conventions Maritimes Internationales	28
Figure 6 Violation de la convention MARPOL par un navire \square citerne	30
Figure 7 Attaque pétrolier français Limburg.....	37
Figure 8 Attaque World Trade Center.....	37
Figure 9 6 octobre 2002	37
Figure 10 Zones de sécurité	39
Figure 11 Mise en place d'un sonar de détection.....	40
Figure 12 rôle primordial du port d'Arzew	47
Figure 13 système étudié.....	52
Figure 14 Défense de quai.....	56
Figure 15 Grue de manutention.....	57
Figure 16 Flexibles de chargements.....	57
Figure 17 Coupe sur flexible.....	58
Figure 18 Elements constitutifs d'un bras de chargement	61
Figure 19 Bras a commande hydraulique	62
Figure 20 Ligne de flottaison	62
Figure 21 Enveloppe operationnelle	63
Figure 22 Positionneurs sur un bras	63
Figure 23 Contacteur sur un bras de chargement.....	63
Figure 24 Écran de PMS	64
Figure 25 pétrolier / Chimiquier.....	64
Figure 26 Mode de fonctionnement d'un coupleur rapide manuel	65
Figure 27 Déconnecteur d'urgence	66
Figure 28 Eléments.....	66
Figure 29 Principe de fonctionnement déconnecteur d'urgence	66
Figure 29 Principe de fonctionnement déconnecteur d'urgence.....	67
Figure 30 Arc électrique par différence de potentiel.....	68
Figure 31 Corrosion galvanique.....	69
Figure 32 Isolation terre/navire au moyen d'un joint isolant.....	69
Figure 33 Joint isolant entre brides	70
Figure 34 Liaison équipotentielle.....	70
Figure 35 Branchement d'un câble équipotentiel sur un navire citerne et interrupteur ATEX (procédure non recommandée par l'ISGOTT)	71
Figure 36 Liaison équipotentielle : courants galvaniques circulant (risques de corrosion et d'étincelles)	72
Figure 37 Extrait d'une check-list de sécurité terre-bord (check-list type dans l'ISGOTT).....	73
Figure 38 Fond de citerne d'un navire chimiquier	74
Figure 39 Accident lié aux risques électrostatiques	75
Figure 40 Suppression transitoire causée par la fermeture rapide d'une vanne.....	76
Figure 41 Principe d'un accumulateur à piston.....	76

Figure 42 consignes incendie au niveau du poste de chargement / déchargement	78
Figure 43 radio bord et terre.....	79
Figure 44 Essai d'un canon mobile sur quai.....	80
Figure 45 Bateau pompe “Louis Collet” (Port de Marseille).....	81
Figure 46 Exemple de canon sur quai	81
Figure 47 Dispositif de pulvérisation sur quai	82
Figure 48 Pomperie incendie à proximité d'un quai.....	82
Figure 49 Raccord incendie international (ISGOTT).....	83
Figure 50 dispositifs d'étouffement au CO2 prêts à être installés sur un navire citerne.....	83
Figure 51 Zone de ballast dans la double coque	84
Figure 52 Pompe immergée dans une citerne de chimiquier (entraînement hydraulique).....	85
Figure 53 Bras avec flexible de récupération des COV	85
Figure 54 Bacs de traitement des eaux polluées des navires.....	86
Figure 55 Exercice POLMAR.....	86
Figure 56 Stockage d'un barrage anti-pollution.....	87
Figure 57 Véhicule d'intervention pour le transport.....	87
Figure 58 Mise en place d'un barrage anti-pollution autour d'un navire citerne à quai	87
Figure 59 confinement d'huile déversé.....	87
Figure 60 Le triangle du feu les 3 éléments nécessaires	92
Figure 61 Triangle du feu.....	92
Figure 62 Tétraèdre du feu	96
Figure 63 Les actions des agents extincteurs sur les différentes classes de feux.....	102
Figure 64 Système local de lutte contre les incendies E/R à base d'eau	104
Figure 65 Système de lutte contre l'incendie à mousse à haut foisonnement	108
Figure 66 système CO2	113
Figure 67 CO2 System Release Control Cabinet.....	114
Figure 68 Système de poudre sèche	119
Figure 69 Système de tuyau a mousse manuel.....	121
Figure 70 Symbole EEBD.....	123
Figure 71 Extincteurs portatifs.....	125
Figure 72 Tenue de pompier	126
Figure 73 ARICO	127
Figure 74 appareil respiratoire a ligne de vie.....	127
Figure 75 Sprinkler.....	132
Figure 76 Détecteur a dilatation métallique	133
Figure 77 détecteur de chaleur thermovélocimétrique.....	133
Figure 78 principe de fonctionnement du détecteur thermovélocimétrique.....	134
Figure 79 détecteurs de fumée Photo-électrique	135
Figure 80 Détecteurs par ionisation.....	135
Figure 81 Chambre des nuages	136
Figure 82 Détecteur à gaz combustible catalytique	139
Figure 83 Carte Arduino Mega	142
Figure 84 LM35	144
Figure 85 MQ2	144
Figure 86 Buzzer.....	146
Figure 87 LED.....	146
Figure 88 Breadboard.....	147

Figure 89 Cables.....	147
Figure 90 Interface logicielle	148
Figure 91 Les différents commandes du logiciels.....	149

Liste des tableaux :

Tableau 1 codes internationaux obligatoires de la SOLAS.....	27
Tableau 2 Les annexes de la convention MARPOL	28
Tableau 3 Classement des substances liquides nocives	30
Tableau 4 Classement des navires chimiques.....	31
Tableau 5- Réduction de la teneur en soufre des fuels marines	31
Tableau 6 Établissement du niveau de sûreté par les états du pavillon et les états côtiers	38
Tableau 7 complexes pétrochimiques	49
Tableau 8 Critères de consignation du port d'Arzew	50
Tableau 9 critères de normalisation des flexibles	58
Tableau 10 Caractéristiques d'un bras de chargement.....	60
Tableau 11 Débits maxi pour $v < 1$ m/s en fonction du diamètre de la tuyauterie et du nombre de citernes ouvertes en parallèle (extrait de l'ISGOTT)	74
Tableau 12 Produits et leurs limites d'explosivité.....	95
Tableau 13 Etat physique des différents agents extincteurs.....	102
Tableau 14 principaux composants utilisé	141
Tableau 15 Datasheet MQ2.....	145

INTRODUCTION GENERALE

De tous les périls qu'un navire peut rencontrer, l'incendie est la fortune de mer la plus crainte par ceux qui sont engagés dans l'expédition maritime, qu'ils soient marins, armateurs, commerçants ou assureurs. La survenance d'un incendie à bord d'un navire marchand est en effet de nature à compromettre gravement le sort de l'expédition maritime, voire parfois à y mettre fin. Ainsi, lorsque le navire se trouve isolé en haute mer, l'équipage peut être contraint, en raison de la violence du sinistre, de l'insuffisance des installations du bord et de l'absence de toute aide extérieure immédiate, d'abandonner le navire en proie aux flammes.

Tout incendie qui éclate à bord comprend en lui son extension et le risque de perte du navire si rien n'est entrepris pour lutter contre lui ou si, en dépit des efforts déployés par le bord, la malchance s'en mêle. En mer, les événements peuvent parfois s'enchaîner avec une rapidité déconcertante et mener directement à la perte du navire et de la cargaison transportée.

L'incendie à bord d'un navire diffère de l'incendie terrestre en ce que si, à terre, des moyens humains et matériels importants peuvent être rapidement déployés dès le départ du feu, en mer la lutte contre le feu ne peut être effectuée, au moins dans un premier temps, que par les membres d'équipage et avec les seuls moyens installés à bord. De plus, tout est susceptible de brûler à bord d'un navire, depuis la marchandise qui y est chargée jusqu'à la structure elle-même par élévation de température. Enfin, le risque que l'incendie dégénère en explosion est important, en raison de la présence à bord des sources de combustibles de propulsion ou encore de marchandises dangereuses explosibles.

Cette spécificité de l'incendie à bord d'un navire de commerce se retrouve également lorsque le navire en feu se trouve à quai. L'incendie d'un navire à quai est en effet sans commune mesure avec un incendie terrestre classique. La présence d'un navire en feu dans une zone portuaire représente tout d'abord un risque majeur pour les autres navires, pour les équipements industriels environnants et pour la population locale. La lutte contre le feu exige ensuite une coopération et une coordination étroite entre le bord et les moyens terrestres (remorqueur, pompier et engins d'intervention).

Enfin les décisions doivent être prises dans les plus brefs délais et en tenant compte de paramètres techniques propres aux structures flottantes, tels que le compartimentage ou la stabilité du navire.

CHAPITRE I : LA SECURITE DU TRANSPORT MARITIME

Introduction :

Le transport maritime demeure l'élément essentiel du commerce mondial et de la chaîne d'approvisionnement manufacturière : plus des quatre cinquièmes (80%) du commerce mondial de marchandises en volume sont transportés par mer.

Traditionnellement maillon d'une chaîne, le transport maritime est aussi devenu une activité tertiaire à part entière lorsque le navire devient le lieu de destination. Cette activité, par nature internationale, se caractérise par la multiplicité de ses intervenants et des marchandises transportées. La variété de ce mode de transport tient à la nature de la cargaison pour laquelle les navires ont été conçus. D'après le dictionnaire maritime (Bruno, 1999), il n'y a pas moins de 100 types de navires que l'on peut classer selon leur usage, leur taille, leur mode de propulsion principal, etc. Si, pour le citoyen, le transport maritime est généralement une activité invisible et incompréhensible parfois (les navires se font oublier car les ports sont en dehors des villes), il ne se fait remarquer qu'en cas d'accident entraînant pollution ou pertes de vie humaine. Il n'en est pas moins une activité capitale à l'économie moderne (environ 95% du commerce international algérien) (GMA CGM)

Ce premier Chapitre décrit les systèmes de la sécurité maritime et de la réglementation de la sécurité maritime. La première section présente le système de la sécurité maritime avec ses objectifs, sa culture, son accidentologie et ses règles. La deuxième section décrit le système de la réglementation de la sécurité maritime, en particulier : l'Organisation Maritime Internationale et les sociétés de classification (L'importance de la réglementation pour la sécurité maritime) et au finale la réglementation Algérienne.

1. La sécurité maritime

Avant d'aborder le système de « réglementation de la sécurité maritime », il faut d'abord décrire le système de « sécurité maritime ».

La sécurité a souvent été considérée comme, un élément crucial dans presque toutes les opérations maritimes (Jalonen, 2009)

1.1 Objectifs de la sécurité maritime

Les différentes acceptations du terme « sécurité » en matière maritime : la sécurité sanitaire, la sécurité de navigation, la sûreté de l'Etat, la sûreté du commerce auxquelles vient s'ajouter la sûreté anti-terroriste depuis 2001 [Boisson, 1998]. La sécurité de la navigation cherche à assurer la sauvegarde de la vie humaine en mer et la défense contre les dangers naturels (tempête, typhon, etc.) et navals (accident de la circulation maritime). La signification du terme sécurité maritime peut être définie par ses objectifs : protection de la vie humaine, protection de l'environnement, et protection du navire.

Du point de vue de l'ingénieur, il existe deux principaux types de risques qu'il convient d'expliquer sont les risques naturels et les risques industriels. D'abord, cette distinction est réalisée sur l'élément source de risques : l'environnement ou un système anthropique (l'être humain). La sécurité maritime est-elle donc due au domaine des risques naturels ? Bien que l'environnement soit toujours présent, affronter les événements naturels potentiels, la sécurité maritime est élaborée du point de vue des risques industriels.

Le principal objectif du développement de la sécurité maritime est de prévenir les accidents. Lorsque l'on considère les facteurs de prévention, il faut d'abord identifier la sécurité maritime et ses facteurs les plus importants. La réflexion sur la sécurité comprend des facteurs culturels et contextuels qui créent des attitudes et des comportements qui affectent la santé et la sécurité au travail.

On rappelle que quatre principes de gestion sont distingués selon la nature des risques. Le risque « avéré » : agir sur le risque relève d'une « démarche de prévention ». En l'absence de certitudes sur le phénomène, deux situations peuvent se présenter. Soit le principe de « précaution » s'instaure face à ce risque « suspecté ». Soit le phénomène n'est même pas suspecté, le risque est de « développement » et le principe « d'exonération » s'impose. Quant au risques dit « réalisés », il faut suivre le principe de « réparation ». Dans le cadre de ce travail, le risque pris en compte est le risque dit « avéré ». le principe de précaution a été introduit comme : à moins qu'il ne soit prouvé qu'une substance n'est pas dangereuse, elle ne doit pas être rejetée à la mer, en 2005 : a été ajoutée la Convention MARPOL a été mise à jour par des amendements au fil des

années Précédemment indiquent les quantité limites que les navires peuvent légalement rejeter en mer ne dépassent pas la limite maximale autorisée par MARPOL (15 ppm.), le principe était de prouver la dangerosité d'une substance, afin que son rejet soit interdit.

1.2 Acteurs de la sécurité maritime

Stakeholder est défini comme "any person, group, organisation or authority, which directly or indirectly either influences or is affected by the safety or cost effectiveness of ships and/or shipping" L'Action CA-FSEA (Concerted Action on Formal Safety and Environmental Assessment) [CA-FSEA, 1999] a identifié une liste d'acteurs (*stakeholder*) de la sécurité maritime. Cette liste comprend une quarantaine d'acteurs.

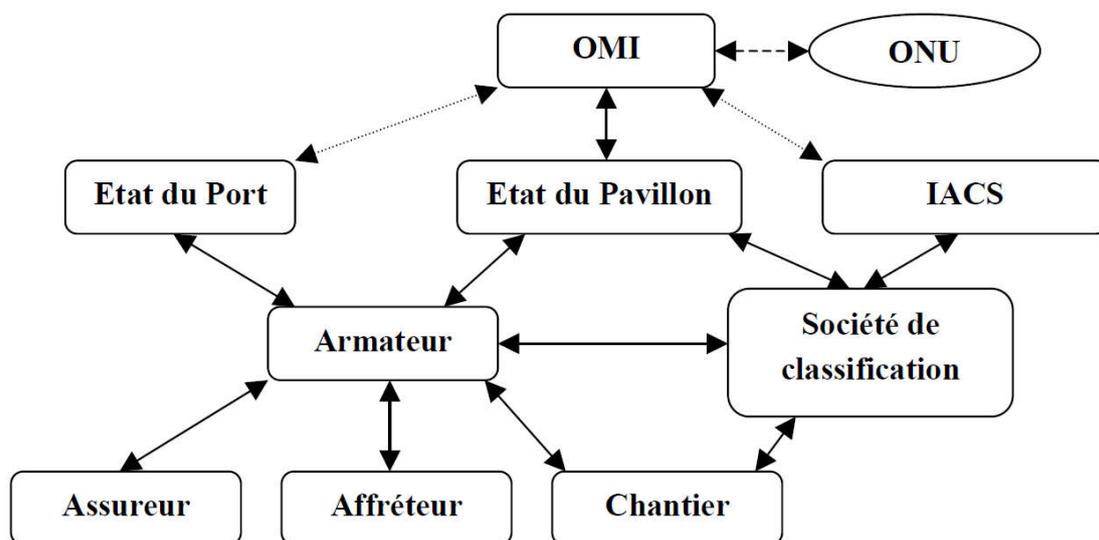


Figure 1 Les principaux acteurs de la sécurité maritime

- Acteurs principaux et fonctions critiques :

A la suite d'études de cas selon les opérateurs, le chantier et la société de classification a été identifié cinq acteurs principaux : l'opérateur, le chantier, le port, l'acteur réglementaire (l'Etat du Pavillon, l'Etat du Port et les sociétés de classification) et enfin l'Environnement. La description des acteurs est réalisée par l'intermédiaire de leurs fonctions., [Pedrali, 2003]

Actors	Functions
Operator	Personnel management Fleet exploitation Ship maintenance Training Ship government Cargo and passenger handling
Shipyard	Ship design Ship development / Production / Testing Management and subcontracting
Regulator	IMO – Definition of international standards Classification societies – Means of compliance Classification societies – Provision of assistance Port State Authorities – Ensure compliance with international standards
Port	Berthing, mooring and anchoring Traffic management Towage and pilotage Turnaround services Emergency and rescue services

Tableau 1 : acteurs principaux de la sécurité maritime et leurs fonctions

1.3 Culture de sécurité

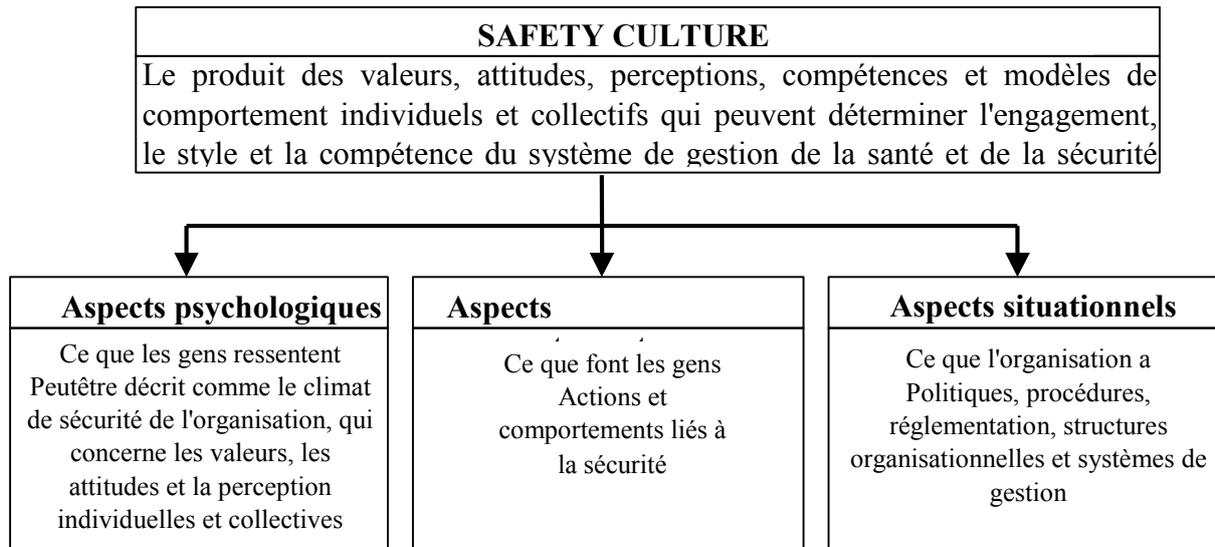


Figure 2 Trois aspects de la culture de sécurité

1.4 Accidentologie

D'après les pertes totales des navires, on distingue sept types d'événements majeurs :

La disparition, l'incendie et l'explosion, l'abordage, le contact, l'échouement (contact involontaire du navire avec le fond), la perte (par suite de dommage ou de défaillance de la coque ou des machines) et le naufrage (submersion du navire par suite du mauvais temps, d'une voie d'eau ou d'une cassure en deux).

1.4.1. Liste des grandes catastrophes maritimes :

Malgré les progrès technologiques et une baisse globale des sinistres, les grandes catastrophes maritimes responsables de milliers de dégâts environnementaux et de pertes de vie humaines considérables persistent et marquent les esprits.

La carte suivante informe sur la localisation de grandes catastrophes qui ont engendré des dégâts considérables sur les côtes Algériennes et la Méditerranée.

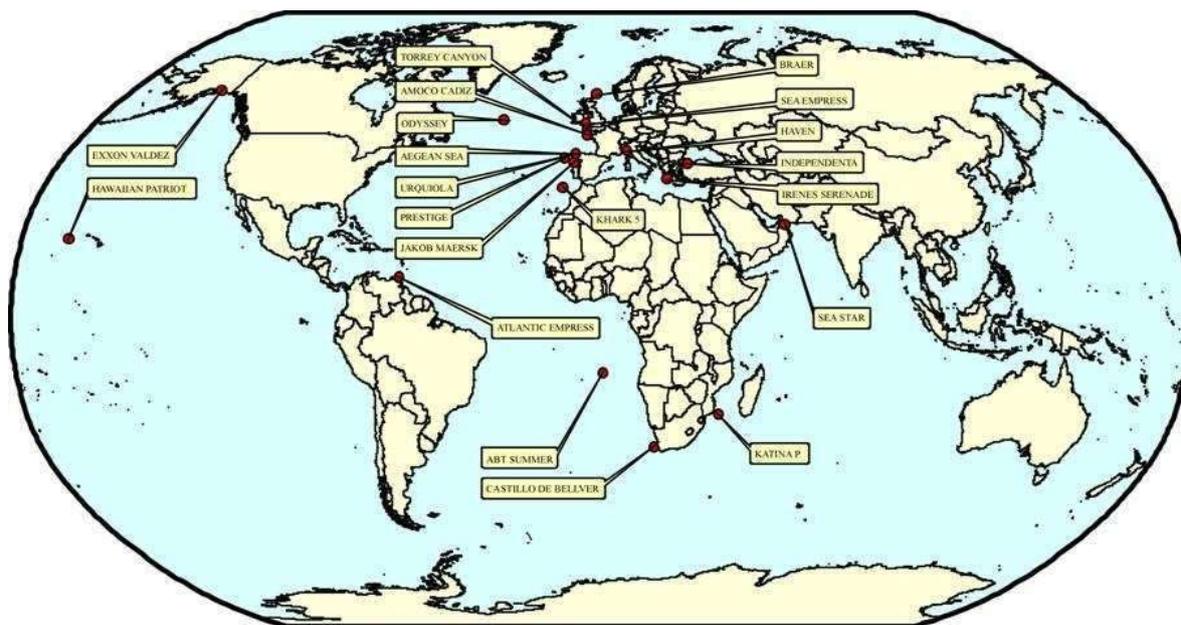


Figure 3 Localisation des grandes catastrophes pétrolières [ITOPF, 2005]

1.5 Règles

L'industrie maritime est soumise à un ensemble de règles juridiques, de par son caractère international, a de normes techniques, de pratiques, de codes de bonne conduite, à caractère obligatoire ou volontaire.

1.5.1. Droit de la Mer (Law of the Sea) :

La Convention des Nations Unies sur le Droit de la Mer de 1982 (UNCLOS) est l'instrument juridique le plus global. Elle établit les règles concernant les mers et océans ainsi que les droits et obligations des Etats. Ainsi, pour équilibrer la liberté de navigation, les mers et océans sont divisés en un certain nombre de zones ayant chacune un régime juridique différent. La haute mer - au-delà de la ZEE – est un espace où aucun droit national ne s'applique. Dans cette zone, le navire est rattaché à un élément : le Pavillon.

1.5.2. Les Conventions Maritimes Internationales

Créée en 1948, l'Organisation Maritime Internationale (OMI) est l'instance spécialisée de l'Organisation des Nations Unies pour les questions maritimes. La Convention sur le Droit de

la Mer reconnaît implicitement l'OMI comme l'instance appropriée pour l'élaboration des réglementations internationales concernant la sécurité maritime et la protection de l'environnement marin.

1.5.2.1 LeNavire

- Définition :

En droit maritime (Art.13 du CMA), est considéré comme navire, tout bâtiment ou engin flottant effectuant une navigation maritime soit par son propre moyen, soit par remorque, ou affecté à une telle navigation.

- Eléments d'identification du navire :

Comme une personne humaine, un navire possède des éléments d'identité qui permettent de le distinguer des autres navires, c'est à dire de l'identifier. Les principaux éléments d'identité d'un navire sont les suivants :

A - Son nom

B - Sa nationalité

C - Son port d'attache

D - Sa jauge

A. Le nom du navire :

Un navire doit obligatoirement recevoir un nom. Le propriétaire choisit ce nom,mais doit faire approuver ce choix par l'administration maritime compétente.En effet, ce nom ne doit pas :

- Prêter à confusion avec un autre navire

- Être de caractère injurieux ou choquant

B. La nationalité du navire : l'Algérianisation :

Un navire a obligatoirement une nationalité bien définie correspondant à un état reconnu sur le plan diplomatique. On appelle « algérianisation » la procédure par laquelle un navire reçoit la nationalité algérienne.

Pour qu'un navire puisse être algérianisé, il doit appartenir en toute propriété à une personne physique de nationalité algérienne ou à une personne morale de droit algérien où les actionnaires ou associés majoritaires doivent être de nationalité algérienne. En outre l'ensemble des membres de 'équipage doit être composé de marins algériens.

C. Port d'attache du navire :

Le port d'attache du navire est celui du lieu de son immatriculation. Le "portd'attache" du navire, c'est le "domicile" du navire.

A l'exception de ceux qui appartiennent aux forces navales, tous les naviresalgériens doivent être immatriculés par l'administration maritime compétente. Pour immatriculer un navire, il faut présenter son acte d'algérianisation.

D. La jauge du navire :

L'autre élément de l'individualisation des navires est le tonnage ou jauge, qui est défini par l'art.18 comme l'expression de la capacité intérieure du navire. Le jaugeage des navires a pour objet la détermination de leur tonnage à partir de leur volume intérieur.

2. Règlementation de la sécurité maritime

Deux types de règles existent dans le système de la sécurité maritime : les règles statutaires et les règles de classification. Les règles statutaires sont celles qui sont de la responsabilité des Etats et qui sont définies par des Conventions internationales (sous l'égide de l'OMI). Elles concernent en premier lieu la sauvegarde de la vie humaine et la protection de l'environnement. Pour ce faire, les Etats peuvent choisir d'exercer leur contrôle directement ou de déléguer leurs fonctions (en totalité ou en partie) à des organismes qu'ils habilent à cet effet. Les règles de classification sont d'origine privée et ont pour objet le navire.

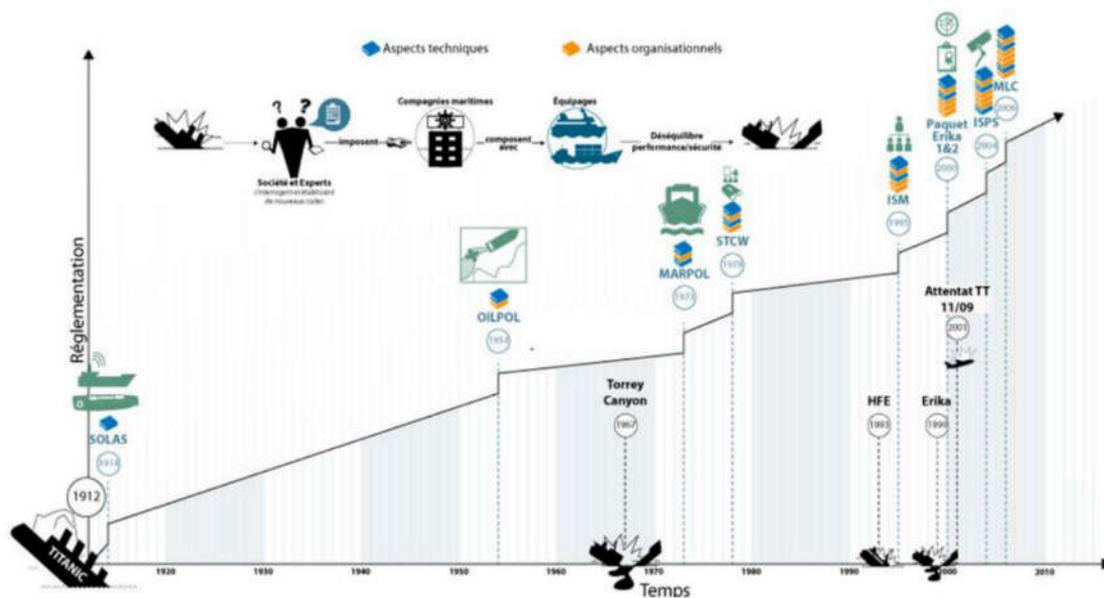


Figure 4 Evolution du droit maritime

2.1 Conventions /Codes internationaux

Les conventions et codes maritimes internationaux sont élaborés sous l'égide de l'Organisation Maritime Internationale (OMI) □ International Maritime Organizations (IMO) On distingue deux conventions importantes :

- La convention SOLAS □ 74
- La convention MARPOL □ 73/78

L'ISGOTT International Safety Guide for Oil Tankers and Terminals:

Est une recommandation professionnelle éditée par l'ICS (International Chamber of Shipping). Concerne le transport des hydrocarbures par navires citernes ainsi que les opérations de chargement / déchargement, est recommandée par l'OMI

Pour la navigation intérieure, une adaptation de l'ISGOTT a été réalisée :

ISGINTT: International Safety Guide for Inland Navigation Tank □ barges and Terminals

2.2 Convention SOLAS

SOLAS: Safety Of Life At Sea

Première version adoptée en 1914 à la suite du naufrage du Titanic ! dernière version date de 1974 et est régulièrement amendée depuis.

Elle oblige les états signataires à définir des normes et standards minimal afin de garantir la sécurité et la sûreté des navires marchands et de leurs équipages. Un certain nombre de règles s'appliquent spécifiquement aux navires citernes qui transportent des cargaisons dangereuses et inflammables (produits chimiques, GPL, ...)

La convention SOLAS comporte de nombreuses recommandations concernant :

- La construction des navires
- La protection incendie et le matériel de sauvetage
- La sécurité de navigation et les communications
- Le transport des marchandises en particulier les marchandises dangereuses
- La gestion de la sécurité du navire (identification des risques, procédures d'intervention, situations d'urgence, ...)
- La gestion de la sûreté du navire (risque d'attentat, piraterie, ...)

La convention SOLAS fait référence à un certain nombre de codes internationaux obligatoires, en particulier :

Tableau I codes internationaux obligatoires de la SOLAS

Code	Objet du code
IBC : International Bulk Chemicals	Construction et équipement des navires chimiques
IGC : International Gas Carrier	Construction et équipement des navires transportant des gaz liquéfiés (dont les GPL)
IMDG : International Maritime Dangerous Goods	Règles du transport des matières dangereuses par mer
ISM : International Safety Management	Règles de sécurité et de management des risques
ISPS: International Ship and Port Security	Règles de sûreté à bord des navires et dans les ports

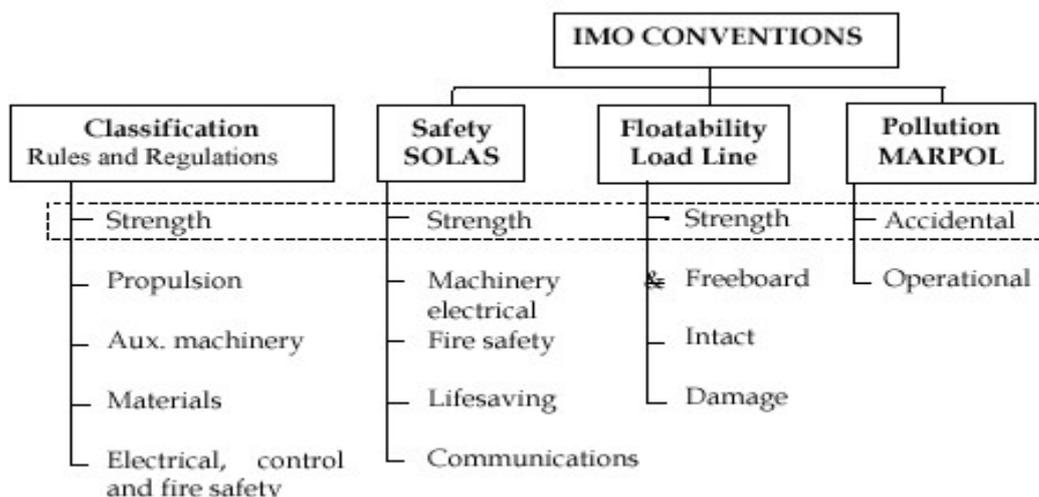


Figure 5 Règles de classification et Conventions Maritimes Internationales

2.3 Convention MARPOL

2.3.1 MARPOL : MARine POLLution

Élaborée en 1973 et complétée en 1978 à la suite de plusieurs naufrages ayant entraîné des pollutions importantes, elle est régulièrement amendée depuis.

Elle a pour but objectif de prévenir et limiter la pollution due au transport maritime, se présente sous la forme de 6 annexes :

Tableau 2 Les annexes de la convention MARPOL

Annexe	Objet	Date entrée en vigueur
I	Prévention de la pollution par les hydrocarbures (Pétroliers)	10/1983
II	Contrôle de la pollution par les substances dangereuses liquides transportées en vrac (chimiquiers)	10/1983
III	Prévention de la pollution par les substances dangereuses transportées en colis	07/1992
IV	Prévention de la pollution due aux eaux usées des navires	09/2003
V	Prévention de la pollution due aux déchets des navires	12/1988
VI	Prévention de la pollution de l'air par les navires	05/2005

Le détail du contenu des annexes I, II et VI est donné ci-après

2.3.2 Convention MARPOL □ Annexe I

Cette annexe concerne les pétroliers et le transport des hydrocarbures □ (HC)

Principales règles :

- Définition de zones spéciales en particulier mers fermées : Méditerranée, Baltique, Mer Noire, ... ;
- Obligations pour les navires d'avoir des visites régulières et une certification de conformité par un organisme agréé (Bureau Veritas, Lloyds, American Bureau of Shipping, RINA, ...) ;
- Obligation de posséder un plan d'urgence en cas de pollution ;
- Obligation pour les ports d'avoir des installations de réception et de traitement des résidus d'HC, ballasts pollués, eaux de nettoyage polluées, ... ;
- Règles particulières pour le transfert de produit en mer entre deux navires (STS : Ship To Ship) ;

2.3.2.1 Dispositifs de construction :

- Double coque
- Ballasts séparés de la cargaison (SBT □ Segregated Ballast Tank) et circuits de ballast séparés
- Protection particulière pour les citernes de fuels □ soutes
- Limitation du volume de chaque citerne de cargaison (30 000 m³)
- Citernes séparées pour les résidus d'HC
- Citernes de décantation pour eaux polluées
- Généralisation du dispositif de lavage des citernes au brut (COW : Crude Oil Washing) pour les tankers de pétrole brut

Limitation des rejets d'HC et obligation d'un dispositif de contrôle de la teneur en HC



Figure 6 *Violation de la convention MARPOL par un navire \square citerne (Repérage par satellite)*

2.3.3 Convention MARPOL \square Annexe II

Cette annexe concerne les chimiquiers. Les règles de construction et d'équipement sont définies par le code IBC

2.3.3.1 Principales règles :

- Classement des substances : les “substances liquides nocives” sont classées selon leur impact sur l'environnement et sur la santé humaine

Tableau 3 *Classement des substances liquides nocives*

Catégorie de substance	Définition	Conséquences
X	Risque grave pour l'environnement, la sécurité et la santé humaine	Rejet interdit dans le milieu naturel
Y	Risque important	Rejet limité
Z	Risque faible	Rejet possible avec limites moins rigoureuses
OS	Pas de risque Produit non classé	Pas de contrainte

Classement des navires chimiques : les navires sont classés et construits selon la nocivité des produits à transporter :

Tableau 4 Classement des navires chimiques

Type de navire	Produits transportés	Points majeurs de construction
1	Produits avec un impact majeur sur l'environnement et la sécurité Construction avec les mesures de prévention maximales destinées à éviter un abandon du navire en cas d'accident grave	Double coque Double fond Citernes distantes par rapport à la coque Volume par citerne < 1250 m3
2	Idem pour des produits dangereux avec un impact significatif sur l'environnement et la sécurité	Idem Volume par citerne < 3000 m3
3	Produits moins dangereux. Mesures destinées à améliorer la capacité de survie du navire en cas d'accident	Pas de double coque obligatoire

2.3.4 Convention MARPOL □ Annexe VI

Cette annexe concerne la prévention de la pollution de l'air par les navires suivant une classification méthodique :

- Elle prévoit la délivrance d'un certificat international de prévention de la pollution atmosphérique
- Introduction de Zones de contrôle des émissions □ Emission Control Areas □ ECAs (mer Baltique, mer du Nord, Manche)
- Contrôle des émissions de polluants : SO_x, NO_x, COV, substances destructives de la couche d'ozone (CFC, HCFC)

Tableau 5-Réduction de la teneur en soufre des fuels marines

Hors zone ECA	Zone ECA
4,5 % avant 2012	1,5 % avant 2010
3,5 % au 01/01/2012	1,0 % au 01/07/2010
0,5 % au 01/01/2020	0,1 % au 01/01/2015

- Un dispositif de lavage des gaz d'échappement est possible en alternative
- Définit des critères de qualité des fuels marines : absence d'huile inorganique, d'additifs et de résidus chimiques, ...
- Certains ports peuvent réglementer les émissions de COV depuis les navires. Dans ce cas les dispositions à mettre en œuvre doivent être clairement spécifiées à l'avance (navires acceptés ou non, mesures de contrôle, ...)

L'OMI est à l'origine de la plupart des normes techniques et règles juridiques relatives à la sécurité maritime et à la prévention des pollutions par les navires puisqu'elle a favorisé l'adoption d'une quarantaine de Conventions et élaboré plus de 800 recueils et recommandations traitant de ces problèmes. Les Conventions et les protocoles sont des instruments juridiques qui ont force de loi et, dès qu'ils entrent en vigueur, tous les États qui y sont parties doivent mettre en œuvre leurs prescriptions.

- Le navire

La Convention SOLAS sous ses formes successives est généralement considérée comme le plus important de tous les traités internationaux concernant la sécurité des navires de commerce. La SOLAS a pour principal objectif de fixer des normes minimales pour la construction, l'équipement et l'exploitation des navires qui soient compatibles avec la sécurité

La Convention MARPOL contient des exigences pour prévenir la pollution, qu'elle soit accidentelle ou opérationnelle. Elle comprend cinq Annexes qui énoncent les règles relatives à la prévention de diverses formes de pollution

La Convention internationale sur les lignes de charge (LL) fixe, sous la forme de francs-bords, les limites autorisées pour l'immersion des bateaux en fonction de la saison et du type de navire.

- Navigation, l'assistance, le sauvetage

La Convention COLREG établit le « code de la route » en mer avec les priorités et les actions à tenir pour éviter les collisions.

La Convention sur l'assistance intéresse l'assistant aux opérations de sauvegarde du milieu marin. Ce texte consacre également les droits de l'Etat côtier en matière d'assistance, lui permettant d'intervenir directement ou indirectement en cas de problème.

- Compagnie

Le Code ISM (International Safety Management) porte sur la gestion de la sécurité. Selon ce texte, la « compagnie » (c'est-à-dire le propriétaire du navire ou tout autre organisme ou personne à qui la responsabilité de l'exploitation du navire a été confiée, doit établir des plans pour les principales opérations à bord ;

- Lemarin

La Convention STCW constitue le texte de référence sur le niveau de qualification des équipages. Elle a établi des *minima* internationaux de formation pour les équipages.

- La navigation, l'assistance, le sauvetage

La Convention COLREG établit le « code de la route » en mer avec les priorités et les actions à tenir pour éviter les collisions.

La Convention sur l'assistance intéresse l'assistant aux opérations de sauvegarde du milieu marin, en lui permettant d'être indemnisé pour toute action engagée par lui en vue de prévenir un accident sans que l'assisté ne l'ait requis. Ce texte consacre également les droits de l'Etat côtier en matière d'assistance, lui permettant d'intervenir directement ou indirectement en cas de problème.

2.4 Code ISGOTT

Le code ISGOTT est un guide de recommandations destiné au personnel opérant sur les navires et terminaux pétroliers, il indique les « meilleures pratiques professionnelles » et encourage à les suivre.

Le code ISGOTT est divisé en quatre parties :

1. Informations générales sur les hydrocarbures et les dangers de leur manipulation

2. Recommandations opérationnelles pour le navire

3. Recommandations opérationnelles pour le terminal maritime

4. Recommandations pour la gestion de l'interface terre/navire

2.4.1 Liste de contrôle navire/terre □ Ship/Shore Safety Check List □SSSCL :

La sécurité des opérations sur un navire présent dans une zone portuaire appartenant au commandant du navire et au représentant du port, avant toute opération de chargement/déchargement ou de ballastage, les deux parties doivent :

- Convenir par écrit des procédures de transfert en particulier des débits maximaux à respecter
- Convenir par écrit des mesures d'urgence à prendre en cas d'incident pendant les opérations de transfert
- Pour cela compléter et signer la liste de contrôle navire/terre

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.				

2.5 Code ISPS

- Pourquoi l'ISPS ?



*Figure 8 Attaque World Trade Center
11 septembre 2001*



Figure 7 Attaque pétrolier français Limburg



Figure 9 6 octobre 2002

- Qu'est-ce que l'ISPS ?

ISPS: International Ship and Port Security :

Code international pour la sûreté des navires et des installations portuaires, élaboré par les États-Unis suite aux événements du 11 septembre 2001 et de l'attaque du LINBURG le 6 octobre 2002. Code adopté le 12 décembre 2002 lors de la conférence des gouvernements contractant à la Convention SOLAS. C'est un système de gestion de la sûreté pour les navires engagés dans des voyages internationaux et les installations portuaires qu'ils desservent, le

code concerne aussi bien les navires de transport de marchandises que les navires de passagers.

Date de mise en œuvre : 01 juillet 2004

2.5.1 Cadreréglementaire

Décomposé en 2 parties :

Partie A : obligatoire (application, responsabilité des gouvernements, Déclaration de Sûreté, obligation de la Compagnie maritime, sûreté navire, plan de sûreté, agent responsable, ...)

Partie B : recommandations pour mettre en œuvre la partie A en particulier dispositions à prévoir en fonction du niveau de sûreté

2.5.2 Domained'application :

- Les navires
- Les lieux désignés par l'état contractant où le navire et le port interfèrent : Zone Portuaire
Port Facility

2.5.3 Principes de l'ISPS applicables aux navires et aux ports :

Tableau 6Établissement du niveau de sûreté par les états du pavillon et les états côtiers

Niveau	Signification
1	Normal
2	Renforcé
3	Exceptionnel

Réalisation d'une Étude d'Évaluation des Risques Security Assessment SA pour chaque partie, Établissement de Plans de Sûreté Security Plans à partir des études d'évaluation :

- Plan de sûreté du navire Ship Security Plan SSP
- Plan de sûreté de la zone portuaire Port Facility Security Plan
PFSP

Approbation des Plans de Sûreté par le gouvernement ou des organismes de sûreté désignés

Désignation et formation d'Agents de Sûreté □ Security Officers □ port et navire :

- Agent de sûreté de la Compagnie □ Company Security Officer □ CSO basé à terre
- Agent de sûreté du navire □ Ship Security Officer □ SSO basé à bord du navire
- Agent de sûreté de la zone portuaire □ Port Facility Security Officer □ PFSO
- Réalisation d'exercices périodiques
- Réalisation d'audits de sûreté
- Assistance, vérification, certification par un Organisme de Sûreté Reconnu □ Recognized Security Organization □ RSO reconnu par le gouvernement
- Délivrance de :



Figure 10 Zones de sécurité

Moyens pratiques mis en œuvre dans le plan de sûreté

- Mise en place d'un navire de patrouille
- Fouilles du personnel et des bagages à terre
- Fouilles du personnel et des bagages à l'arrivée
- Mise en place de badges
- Installation de caméras et d'écrans de surveillance
- Installation de canons incendie à proximité des appontements

- Installation de détecteurs d'intrusion
- Installations de radar/sonar
- Mise en place de procédures
- Exercices de sûreté, formation ...

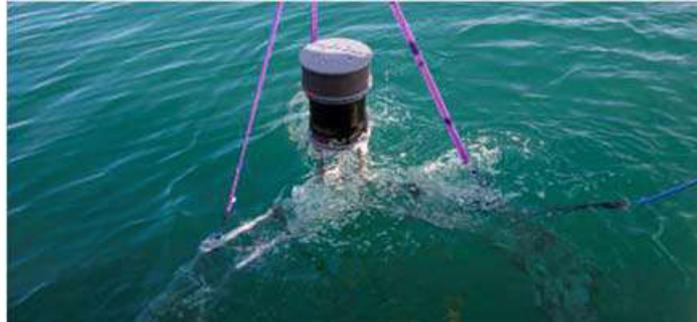


Figure 11 Mise en place d'un sonar de détection d'intrusion dans une zone portuaire

2.6 Réglementation Algérienne

2.6.1. Réglementation maritime nationale

Les principaux textes :

En Algérie, la réglementation maritime est essentiellement contenue dans le Code Maritime Algérien (Ordonnance n° 76-80 du 23 Octobre 1976 modifiée et complétée par la loi n° 98-05 du 25 juin 1998 portant code maritime).

Il est subdivisé en trois parties :

I : la navigation et des gens de mer (Art. 1 à Art. 567)

II : l'exploitation commerciale du navire (Art. 568 à Art.872)

III : l'exploitation portuaire (Art. 888 à Art. 956)

Les autres principaux textes sont :

- Ordonnance n° 73-12 du 03 Avril 1973 portant création du Service National des Gardes-côtes modifiée et complétée par le Décret n°95-164 du 14 Juin 1995,
- Loi 83-580 du 22/10/83 sur les rapports de déversements
- Décret 88-228 du 05/11/88 portant sur l'immersion de substances susceptibles de polluer la mer
- Décret exécutif 94-279 du 17/09/94 portant organisation de la lutte contre les pollutions marines et l'institution de plans d'urgence.

- Décret 95-290 du 30/09/1995 portant sur la création d'un centre national et des centres régionaux des opérations de surveillance et de sauvetage en mer
- Décret exécutif n° 96-350 du 19/10/96 relatif à l'administration maritime locale
- Décret n°96-437 du 01/12/96 portant sur la création des corps d'administrateurs des affaires maritimes, d'inspecteurs de la navigation et du travail maritimes et d'agents garde-côtes
- Décret présidentiel n° 98-232 du 18/07/98 relatif à la création du haut conseil de la mer.
- Arrêté interministériel du 21/04/97 fixant les limites géographiques, les sièges et l'organigramme des circonscriptions, des stations principales et des stations maritimes
- Arrêté interministériel du 10/10/98 portant la définition des principes généraux devant régir l'élaboration du plan Tel Bahr L'Algérie a aussi ratifié un nombre important de conventions internationales relatives à la pollution marine :
- Convention Internationale pour la prévention de la pollution des mers par les hydrocarbures (OILPOL 54)
- Convention Internationale pour la prévention de la pollution marine par les navires (MARPOL)
- Convention internationale relative à l'intervention en haute mer en cas de pollution accidentelle par les hydrocarbures
- Convention internationale sur la responsabilité civile pour les dommages dus à la pollution par les hydrocarbures (CLC)

2.6.2. L'administration maritime Algérienne

Depuis l'indépendance à ce jour, l'organisation maritime nationale a connu trois profondes étapes qui ont eu lieu successivement en 1963, en 1973 et en 1996.

En 1963 l'organisation maritime héritée de l'époque coloniale avait été reconduite par la création de trois Circonscriptions Maritimes (Oran, Alger et Annaba). Ces structures ont été elles-mêmes divisées en Stations Maritimes (SM). Elles étaient chargées de toutes les questions relatives à la police de la navigation et des pêches, aux gens de la mer, aux navires, à l'exploitation des ressources de la mer, et d'une façon générale, de tout ce qui concerne le domaine public maritime et la mer.

L'autorité maritime administrative est représentée :

- Au niveau central par le ministère chargé de la marine marchande en l'occurrence le ministère des transports ;
- Au niveau local littoral par le SNGC par le biais des circonscriptions maritimes, les stations maritimes principales et les stations maritimes.
- A l'étranger par les autorités consulaires ou diplomatiques algériennes

Elle comprend trois (3) sous-directions :

- 1) La sous-direction des transports maritimes,

- 2) La sous-direction de la sécurité et de la sûreté maritimes et portuaires,
- 3) La sous-direction des activités portuaires.

2.6.3. Le Service National des Gardes- Côtes :

Décret présidentiel n° 17-01 du 2 janvier 2017 portant missions et organisation du service national de garde-côtes.

Le Service National des Gardes- Côtes (SNGC) exerce ses activités dans les limites du domaine public maritime en particulier dans les eaux territoriales, en zone de pêche réservée et dans tout autre espace maritime placé sous juridiction nationale en vertu de la loi.

o Les missions du SNGC :

- En matière de défense nationale et de lutte contre le terrorisme, il participe, sous l'autorité du commandement des forces navales, aux plans arrêtés par le ministre de la défense nationale ;
- En matière de sûreté maritime, il contribue à la prévention et à la lutte contre les actes illicites à l'encontre des navires, de leurs équipages, de leurs passagers et des installations portuaires ;
- En matière de police, il veille à la sécurité publique en mer par une action préventive et répressive
- En matière de sécurité maritime, il veille au respect des règles de la sauvegarde de la vie humaine en mer, de la sécurité de la navigation et du travail maritimes, de facilitation maritime, de la liberté de circulation sur les voies de communications maritimes et des normes de construction des navires
- En matière de missions d'intérêt public, il dirige et coordonne les opérations de recherche, de sauvetage et d'assistance en mer et de lutte contre toutes formes de pollutions en mer ;

Le service national de garde-côtes entretient et développe des relations de coordination et d'échange d'informations avec les organes de sécurité nationaux et avec les services et institutions à statut similaire de pays étrangers.

Conclusion du chapitre

Ce Chapitre a abordé les systèmes de la sécurité maritime et de la réglementation de la sécurité maritime, la sécurité de la navigation commerciale en relation avec la sécurité de la vie humaine, la protection de l'environnement et du navire. Après avoir présenté une liste d'acteurs qui influencent la sécurité maritime, ainsi que leurs besoins en termes de sécurité, quatre groupes d'acteurs ont été identifiés comme principaux, plus l'environnement. Il s'agit des opérateurs – l'armateur au sens large -, les chantiers, les acteurs de la réglementation (l'Organisation Maritime Internationale, les sociétés de classification, les Etats du Pavillon et du Port), et finalement le système portuaire.

La culture de sécurité maritime dominante est définie comme étant une *culture de conformité* : les normes et autres standards sont respectés. Cette culture de conformité est associée à un régime réglementaire de la sécurité maritime, qui repose essentiellement sur une réglementation technique et prescriptive et une série de contrôles: développement de règles prescriptives (règles publiques et internationales relatives à la sauvegarde de la vie humaine et à la protection de l'environnement par l'intermédiaire de l'OMI et de ses Conventions, ou règles privées relatives à la structure et aux équipements d'un navire par les Sociétés de Classification) ; mise en œuvre des règles internationales par les Etats du Pavillon ; application de ces règles par les chantiers et les armateurs ; certification et classification du navire par les Etats du Pavillon et les sociétés de classification ; et finalement inspections par les Etat du Port.

La dernière partie de ce Chapitre a été consacrée à une description des deux acteurs principaux de la réglementation de la sécurité maritime : l'OMI et les sociétés de classification. Et enfin au système maritime Algérien.

CHAPITRE II : SECURITE LIEE AU CHARGEMENT PAR NAVIRE

Introduction :

Le risque de mer est omniprésent lors de la navigation maritime, c'est-à-dire, pendant la phase de transport et lorsque le navire ne navigue pas mais qu'il est utilisé à d'autres fins (ce sont les autres phases de l'exploitation maritime, comme le chargement et le déchargement au port maritime) (Decolland, 2011).

Pendant mon premier stage effectué au niveau de l'entreprise portuaire d'Arzew, tenant compte de ma formation antécédente, j'ai eu le privilège d'assister à temps partiel au terrain à bord des différents engins de l'entreprise d'une période d'un an période durant laquelle j'ai pu assister en temps réel aux opérations d'accostage, manutention, sauvetage en mer, soutage, SPM en plein mer et tous les services portuaires mais surtout les consignes de sécurité à suivre lors des différentes opérations, j'ai eu l'occasion de visiter les différents navires, engins de dragage, pontons...etc. Sachant que l'EPA couvre toute la zone comprise entre Arzew jusqu'à Megtaa (quai de chargement de la société AOA El Sharika El Djazaria El Omania Lil Asmida). Après cela, mon deuxième stage pratique universitaire au niveau de l'entreprise pétrolière et gazière SONATRACH département HSE qui couvre toute l'entreprise de l'arrivée jusqu'à chargement et transport du gaz (terminal D1 et M6) j'ai demandé à être affecté à la zone chargement par navire qui relève mon thème d'étude et vouloir en apprendre davantage sur les différents éléments nécessaires pour la sécurité durant la procédure du chargement par navire.

PARTIE 1

1. L'infrastructure portuaire en Algérie

En Algérie, de ces 3000 navires sillonnant quotidiennement la Méditerranée, seuls 27 accèdent aux côtes algériennes réparties inégalement entre les 10 ports de commerce. Sur les 2 milliards de tonnes de marchandises circulant en Méditerranée, 26 millions de tonnes de marchandises générales sont destinées aux ports algériens, à partir desquels sont chargées à l'exportation de 100 millions d'hydrocarbures.

Dans notre étude, on se focalisera sur le port d'Arzew (qui comprend le port de Bethoua). Ce choix se justifie par l'expérience acquise au terrain et par la grande capacité à l'exportation des hydrocarbures de ce port. Dont le risque d'événements est omniprésent.

2. Présentation de L'entreprise portuaire d'Arzew

L'exportation des hydrocarbures étant la principale volonté économique et politique de l'Etat, de vouloir créer une grande zone Industrielle à proximité d'Oran, qui a transformé totalement la ville et le port d'Arzew. Petit Port de pêche, Arzew est devenu en quelques années un très grand port d'hydrocarbures après l'arrivée du gazoduc puis de l'oléoduc, depuis 1960, après la découverte de Hassi Mesaoud, en 1956 (Camps, 1989).

Aujourd'hui, les ports algériens en général et le port d'Arzew spécialement sont dotés d'infrastructures conçues pour évoluer dans une sphère, offrant un service caractérisé de médiocre, les causes sont multiples à cet effet mais le plus important par rapport à cette étude sont :

- L'obsolescence de leurs infrastructures, caractérisées par la faiblesse des tirants d'eau des quais.
 - Incidence : les navires de grande portance, favorisant d'importantes économies d'échelle ne peuvent accéder à nos ports
- L'impossibilité, essentiellement pour ces raisons, d'installer des équipements performants, répondant aux exigences de la technologie des navires de générations récentes.
 - Incidence : faiblesse des rendements de chargement/déchargement des cargaisons.
- Le management, traditionnel et ignorant souvent les modes actuels de gouvernance et de prévoyance qui retarde les opérations de chargement ajoutant à cela des faux frais pour les entreprises. Sur le plan économique, environnemental et sécuritaire.

Notre pays est depuis longtemps un mono-exportateur d'hydrocarbures (97% de ses exportations (Statistiques du commerce extérieur de l'Algérie ,2010), en direction de plusieurs pays du monde ; les pays de l'Union Européenne, l'Italie, le Japon, la Turquie, les Etats Unis. Bien que l'Algérie soit un modeste producteur par rapport aux pays du Moyen Orient, son pétrole, et surtout son gaz, a vue de leurs qualités occupent une place importante dans les relations géopolitiques et économiques internationales.

Ces exportations passent par des ports dont la gestion a été confiée à des établissements publics régionaux, dénommés entreprises portuaires. Ces établissements, dotés de personnalité morale et d'autonomie financière, sont régis par les règles applicables à l'administration dans ses rapports avec l'État et réputés commerçantes dans leurs relations avec les tiers (Abid, 2009).

3. Description Générale du port d'Arzew et de Bethioua

La mission de l'entreprise portuaire consiste au développement de l'entretien, la gestion, l'exploitation, la préservation et la conservation du domaine public portuaire qui lui est affecté. Et assure des actions d'animation et de coordination entre les différents intervenants dans l'activité portuaire ainsi que la promotion commerciale des ports. Le terminal d'Arzew et celui de Bethioua sont gérés par la même entreprise portuaire, celle de l'EPArzew.

Le port n'est pas un corps isolé, il évolue en relation constante avec son environnement économique qui est toujours en mouvement, c'est-à-dire, en perpétuel changement, ce qui exige une adaptation pour faire face aux nouvelles données. Cependant, cette adaptation continue implique, des dépenses supplémentaires nouvelles et qui sont souvent coûteuses, d'où la nécessité de faire des choix d'investissement judicieux.

Le port d'Arzew a connu plusieurs stades dans sa construction qui remonte à l'époque romaine. Depuis, l'infrastructure portuaire a évolué de manière progressive, et s'est renforcée davantage avec l'avènement du pétrole et du gaz. Ainsi que, cette infrastructure comprend à l'heure actuelle : la jetée du large, le port du commerce, le port de pêche, l'appontement méthanier et les SPM« Single Point Mooring ».

3.1. Le port d'Arzew

Le port d'Arzew traite des marchandises diverses et des hydrocarbures ; pour cette raison, il est équipé de trois types de postes :

- Postes commerciaux : marchandise générale, équipés de grues.
- Postes à hydrocarbures : Pétrole, Gaz, équipés de bras de chargement spécifiques pour le pétrole, Ammoniaque, GNL et GPL.
- Nouveau quai AOA pour le chargement de l'Urée équipé de souffleuses.

Le rôle primordial du port d'Arzew est schématisé par la figure12, suivante :

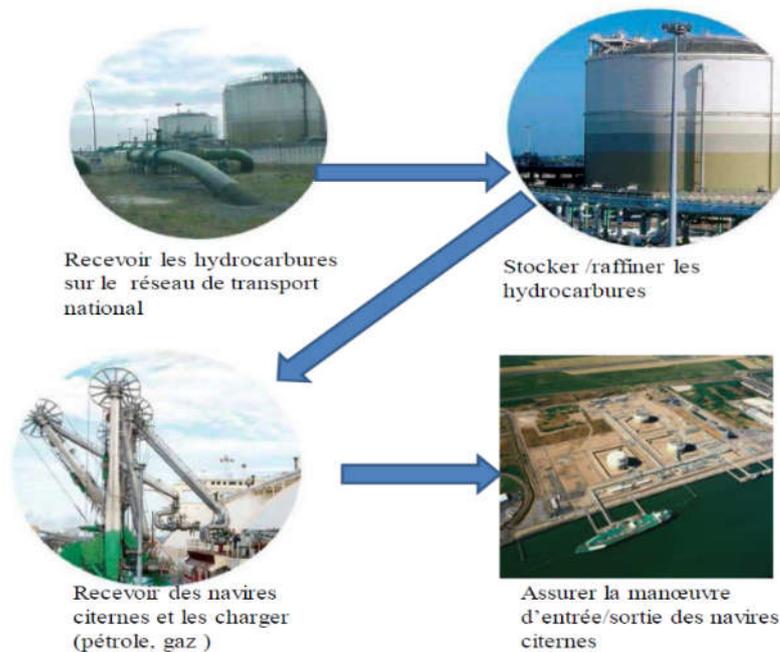


Figure 12 rôle primordial du port d'Arzew

-Les caractéristiques physiques du terminal sont (EPArzew, 2013) :

- 128 plans d'eau abrité
- 8 postes à quai pour marchandises diverses de -7 à -9,5 mètres de Tirant d'eau.
- 8 postes à hydrocarbures de -9 à -21mètres de Tirant d'eau (GNL, GPL, raffinés, condensât...etc.).

- Superficie totale : 24 ha dont 23 ha terre-plein qui sont actuellement en extension.
Nombre de bassins : 3, Superficie 153 ha/bassin
- Linéaire totale de quai : 1730 ml
- Môle II. Avec un tirant d'eau de 4,5m, ce môle est destiné aux activités de pêche.
- Môle III. Comprend cinq postes de chargements avec un tirant d'eau max de 7.40 m et une longueur totale de 650 Ml.
- Môle IV. Ce môle fait 132 Hectares de terre-pleins et 128 Hectares de plan d'eau avec un tirant d'eau de 8m à 9m, il est spécialisé dans le trafic de ciment en vrac et des marchandises diverses. Ce môle est équipé de cinq silos à ciment.
- Malgré l'existence de ces postes à cargos dans le port d'Arzew, le trafic de marchandises diverses ne représente que 0.3% du total du trafic portuaire.

- Les ouvrages de protection (EP Arzew, 2013) :

- 2500 mètres de digues de protection Jetée du large qui comprend 3 postes pétroliers P1 ; P2 et P3 d'un tirant d'eau de 12 m à 17 m
- Jetée secondaire qui comprend le S1 S2 S3 pour le chargement de Gasoil ; ammoniac ; butane propane (Gaz liquéfiés) ; bitumes ; Nafta kérosène ; essence fuel-oil et différents types d'huiles (allant des tirants d'eau de 9.20 m à 10m)
- Jetée de l'apportement méthanier Camel Nord et Camel Sud pour le chargement de gaz liquide et méthanol et eaux distillées pour un tirant d'eau de 9.20m
- Longueur des 3 jetées = 2 Km

- Installations spécialisées (EP Arzew, 2013) :

- 1 Silo à ciment capacité 1800 T avec à côté un poste pour l'exportation de l'urée en grain
- 1 Cale de halage longueur 14 m, largeur 5 m, puissance 30 Tonnes
- 1 Station de déballastage capacité de 6.000 m³.

3.2. Port de Bethioua

De construction récente (de 1975 à 1978), ce port constitue un élément essentiel dans la chaîne d'expédition de G.N.L. Le port a connu les premiers chargements de G.N.L en 1978. En plus de sa vocation gazière, ce port assure les chargements d'autres produits tels que le Brut Condensat, G.P.L et les produits raffinés.

Avec dix (10) postes de chargement destinés aux enlèvements de GNL, GPL, condensat et brut, et d'une profondeur de 13.5 à 23.5 mètres, le port de Béthioua est adapté à recevoir divers types de navires avec de gros tonnages.

- Les caractéristiques physiques du terminal sont (EP Arzew, 2013) :

- 175 hectares de plan d'eau abrité ;
- 4000 mètres de jetées ;
- 1 port de servitude ;

- 10 postes spécialisés de 13,5 à 23 mètres de profondeur (GNL, GPL, Brut, Condensât.)
- 1 Passe : largeur 400 m et une profondeur de 20 mètres.
- SPM : La rade d'Arzew dispose d'une installation de chargement de pétrole SPM, bouées de chargement, devant charger les pétroliers VLCC.
- Superficie des terre-pleins : 36 hectares
- Port de servitude : accostage des remorqueurs et des pilotines à côté de la capitainerie

3.3. Le plan de développement de l'EPArzew

L'important programme de développement de la zone industrielle d'Arzew a fait état de l'implantation, dans les années passées, de plusieurs complexes et pour les années à venir, des complexes pétrochimiques dont les productions seront destinées en totalité à l'exportation et sont prévues dans le tableau 7.

Complexe	Client/ Partenaire	Production par an	Entrée en production
GNL 3/Z	SONATRACH	4,7 millions de tonnes de GNL	01/2013
GP 1/Z (EXTENSION)	SONATRACH	3 millions de tonnes de GPL	01/2011
SORFERT	SONATRACH / Orascom	1 million de tonnes d'urée & 750 000 tonnes d'ammoniac	03/2012
AL-DJAZAIRIA EL-OMANIA – LILASMIDA(AOA)	SONATRACH / Bahwan Suhail group	2 millions de tonnes d'urée	01/2012
METHANOL	SONATRACH / Consortium	1 million de tonnes de méthanol	2014

Tableau 7 complexes pétrochimiques

D'après ce plan, nous constatons que le trafic global des ports d'Arzew et de Bethioua attendu au cours des prochaines années, atteindra les 70 millions de tonnes par an, avec 3 783 mouvements de navigation, soit près d'une douzaine de manœuvres par jour.

Beaucoup de ces projets ont vécu un énorme retard dans leur phase de réalisation et d'exploitation. D'autres n'ont pas encore vu ; le jour les complexes du Méthanol et celui de Vapocraquage.

Le complexe AOA (Al Djazaïria Al Omania Lil Asmida) dédié à la production de l'Urée dont la totale production est destinée à l'exportation. Un autre complexe, celui du GNL3/Z pour la production et l'exportation du GNL par un nouveau quai le M7, dont l'exploitation commerciale par les navires Méthanier a suscité beaucoup d'inquiétudes de la part des pilotes

et les capitaines de navires, au moment de la manœuvre portuaire car la situation géographique du quai forme un vrai obstacle pour la giration et la mise à quai des navires (PiloteArzew2014).

L'entreprise envisage l'extension des infrastructures portuaires pour attirer plus de flux pour la marchandise diverse et le trafic de conteneur.

3.4. Consignation du port d'Arzew

Les conséquences de la météorologie sur l'activité du port d'Arzew jouent un grand rôle sur la consignation du port et l'interdiction d'entrée aux navires pendant cette période.

Critères de consignation du port d'Arzew

Selon une instruction, datant de 2001, émanant de la direction de l'EPArzew, s'appliquant au port d'Arzew (Arzew, Bethioua et SPM), faisant état de la consignation probable de ce dernier à l'entrée, à la sortie ou dans les deux sens à la fois dans les cas météorologiques défavorables suivants, Les installations portuaires d'Arzew peuvent être consignées, si les limites du vent et de la houle suivantes sont atteintes.

Tableau 8 Critères de consignation du port d'Arzew

EPArzew	Vent et houle	Entrée des navires	Sortie des navires
	Vitesse du vent	>25 noeuds	>30 noeuds
Direction du vent	Toutes directions	Toutes directions	Toutes directions
Hauteur de la houle	>2 mètres	>2 mètres	>2 mètres
Arzew	>30 noeuds	>30 noeuds	>30 noeuds
	Direction du vent	Toutes directions	Toutes directions
	Hauteur de la houle	>2 mètres	>2metres
SPM	Vitesse du vent	> 15 noeuds	
	Direction du vent	Toutes directions	Toutes directions
	Hauteur de la houle	>1metres	

Noeud : représente 1852 m/heure

Le vent considéré est celui du vent établi, c'est-à-dire une moyenne sur au moins 10 minutes, les rafales qui peuvent parfois dépasser 50% en force, celles du vent établi ne sont pas considérées.

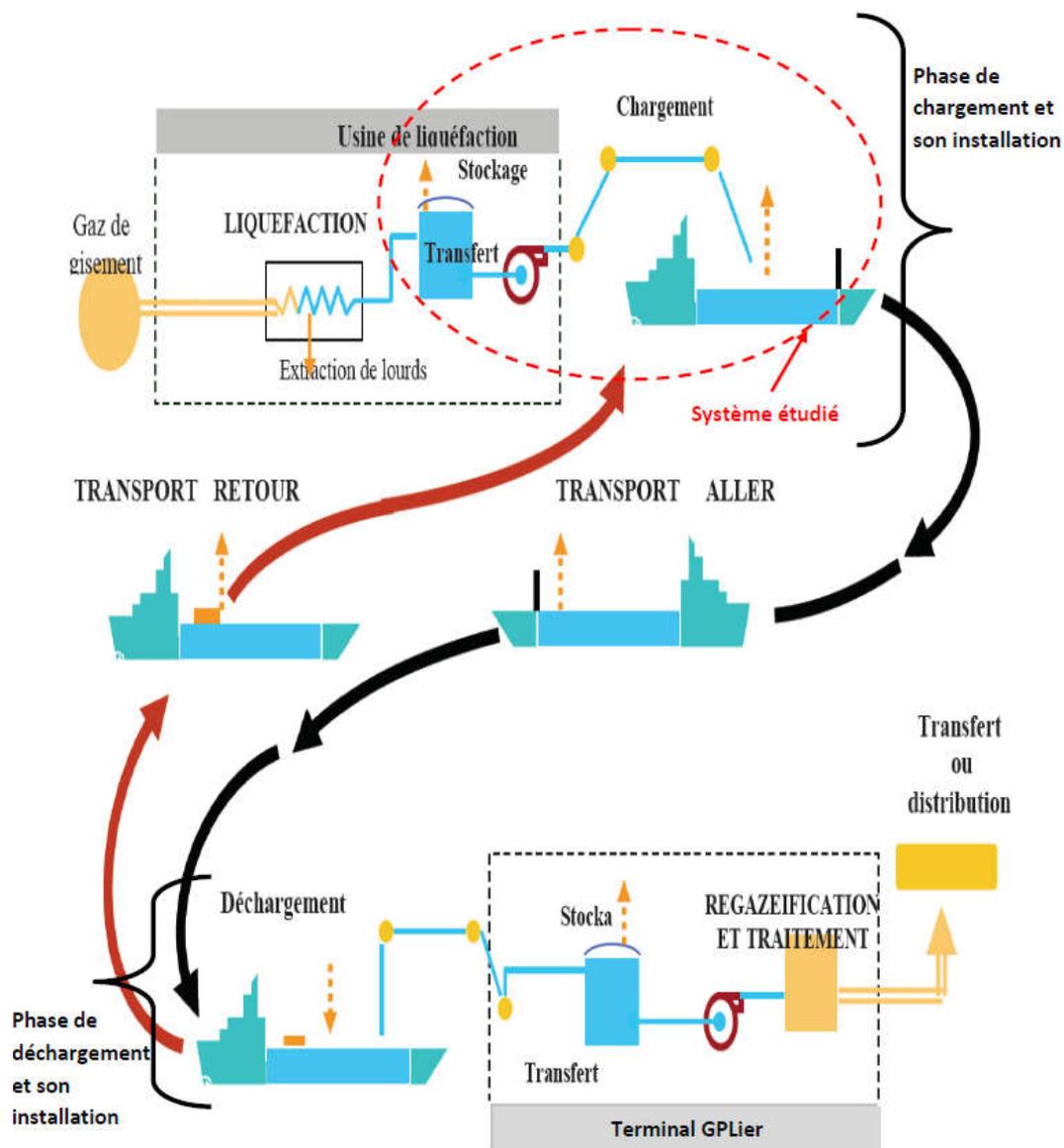
4. Présentation du site GP1/Z

Le complexe GP1/Z de l'entreprise nationale SONATRACH dénommé (jumbo GPL) pour ses grandes capacités et le dernier-né des ensembles industriels de la zone d'ARZEW. Construit avec le consortium japonais IHI-C-HTOH, dans le cadre d'un contrat clé en main, réceptionné le 02-09-1984. Conçu dans le but de traiter le mélange brut de GPL venant de plusieurs sources du sud algérien, et de produire du propane et du butane comme produits finis pour les

commercialisés, soit par navires ou par camions citernes. La capacité annuelle de la production de quatre trains de l'usine est de 4 millions tonnes par an. Avec l'extension de sa première phase en construisant deux autres trains par le même constructeur, durant l'année 1998, le complexe a vu sa production augmenter à 6 millions de tonnes Par ans. Actuellement la production du complexe GP1/Z a été produit 10.2 millions de tonnes par an grâce à la performance de ces capacités. Durant l'année 2010, le complexe a vu sa production augmenter avec la réception de sa troisième phase de 3 trains par le même constructeur.

La principale méthode de l'expédition des hydrocarbures afin que le produit arrive aux quatre coins du monde est par la voie maritime, outil de transport le plus efficace et le plus sûr jusqu'à présent malgré les différents accidents occasionnels, les opérations de chargement et de déchargement des navires quant à elles représentent un grand danger si ce n'est pour l'environnement que pour l'homme et le matériel. Dans cette partie du mémoire on va étudier les risques encourus lors du chargement et déchargement par navires et les outils à notre disposition pour éviter toute complication

Le transport des hydrocarbures se fait soit par voie terrestre (camion, pipes, train) ou par voie



maritime (chargement par navire), sur ce chapitre on va s'intéresser à la voie maritime :

Figure 13 système étudié

PARTIE 2 : SECURITE LIE AU CHARGEMENT PAR NAVIRE

1. Règlements

Les terminaux de chargement/déchargement maritimes et fluviaux font l'objet de codes internationaux concernant la Sécurité et la Sûreté.

1.1. Codes internationaux sécurité

L'ISGOTT (International Safety Guide for Oil Tankers and Terminals) contient des recommandations concernant les navires et terminaux d'hydrocarbures liquides :

- équipements du navire
- organisation du terminal
- équipement des postes
- procédures de sécurité à respecter
- procédures opératoires de chargement/déchargement
- gestion des situations d'urgence
- lutte anti-incendie
- communication terre-bord

Les gaz liquéfiés font l'objet du code IGC (International Code for the Construction and Equipment of Ships carrying Liquefied Petroleum Gas in Bulk). Pour la navigation intérieure, ce code est repris et adapté. Il devient l'ISGINTT (International Safety Guide for Inland Navigation Tank-barges and Terminals).

Le code IBC (International Code for the Construction and Equipment of Ships carrying Dangerous Chemicals in Bulk) concerne la construction des navires chimiques.

1.2. Code international sûreté

L'ISPS (International Ship and Port Security) contient des recommandations sur la sûreté des navires et terminaux portuaires (conséquence des attentats du 11/09/2001 aux USA). Des plans de sûreté doivent être définis par les navires et les terminaux

Des agents de sûreté sont nommés par le bord (Ship Security Officer - SSO) et par le terminal (Port Facility Security Officer - PFSO). Ils sont chargés de mettre en oeuvre les plans de sûreté.

2. Installation de chargement/déchargement

2.1. Fonctions

Une installation de **chargement/déchargement** constitue un point essentiel car située à l'interface entre navire citerne la mère et la terre.

Elle est conçue pour transférer des liquides : pétroles bruts, les gaz liquéfiés, produits pétroliers et chimiques.

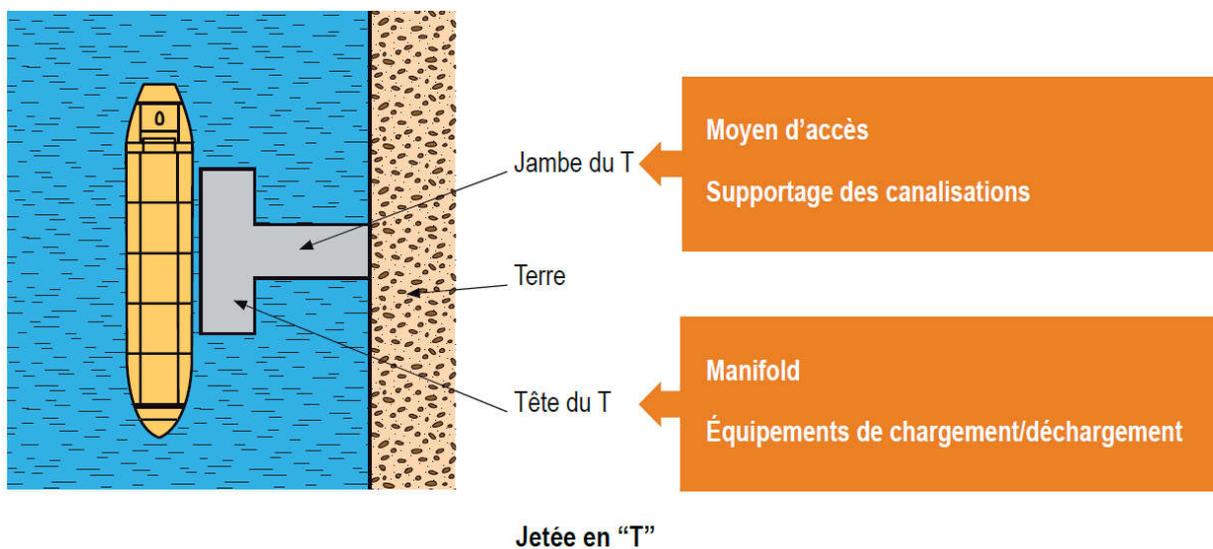
Pour remplir cette fonction en sécurité et dans le respect de l'environnement, les équipements d'une installation de chargement/déchargement doivent permettre de :

- suivre le mouvement d'allègement ou d'enfoncement du navire
- suivre les mouvements des marées
- suivre les mouvements de dérive
- résister aux poussées et tractions du navire

2.2. Types d'appointement

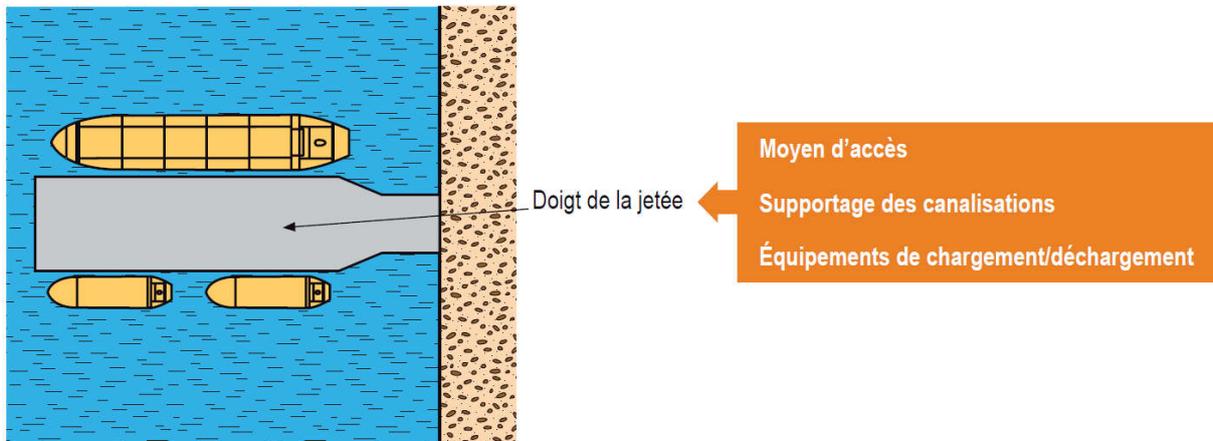
- *Jetée en T (T-head jetty)*

Communément utilisée pour le déchargement de tanker de brut. La longueur de la jambe dépend du tirant d'eau.



- **Jetée en forme de doigt (Finger jetty)**

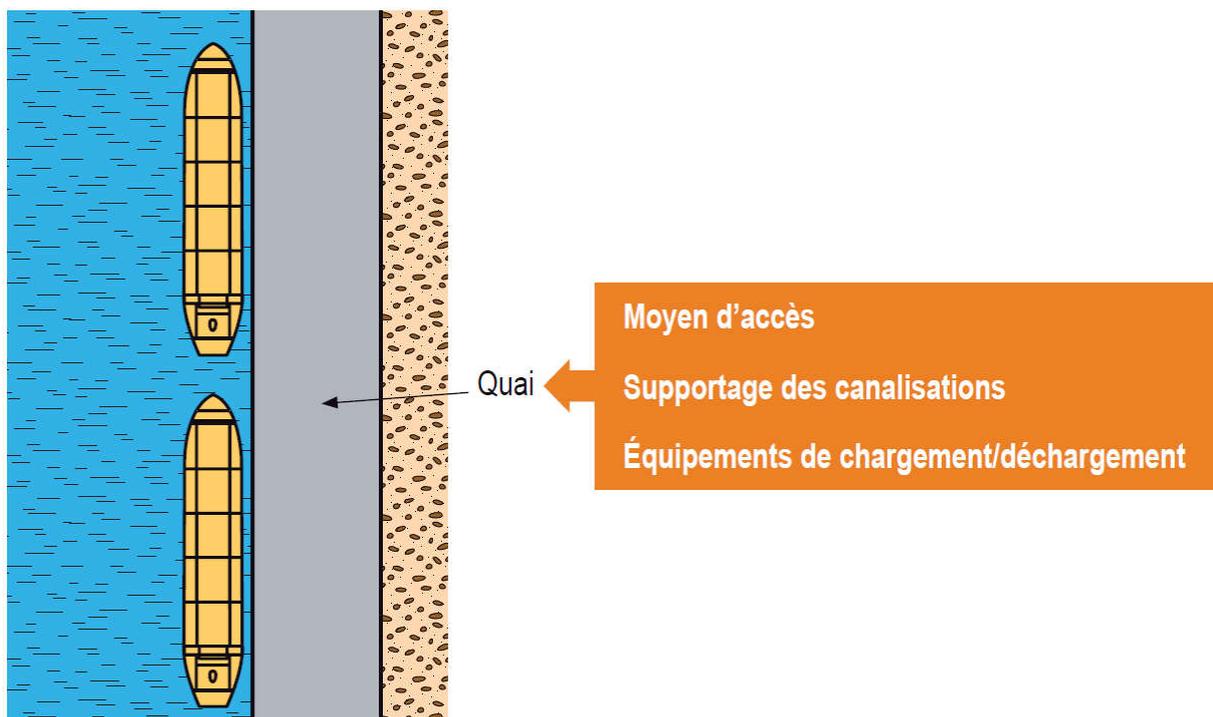
Utilisée lorsque : la hauteur d'eau est importante ou quand il n'y a pas de forts courants



Jetée en forme de doigt

- **Quais (Wharfs)**

Ce type d'équipement est le plus commun. Un quai peut avoir un ou plusieurs postes d'amarrage.



2.3. Amarrage

L'amarrage permet le contrôle des mouvements transversaux et longitudinaux du navire citerneon distingue :

- les amarres de bouts avant et arrière
- les traversiers
- les gardes montantes

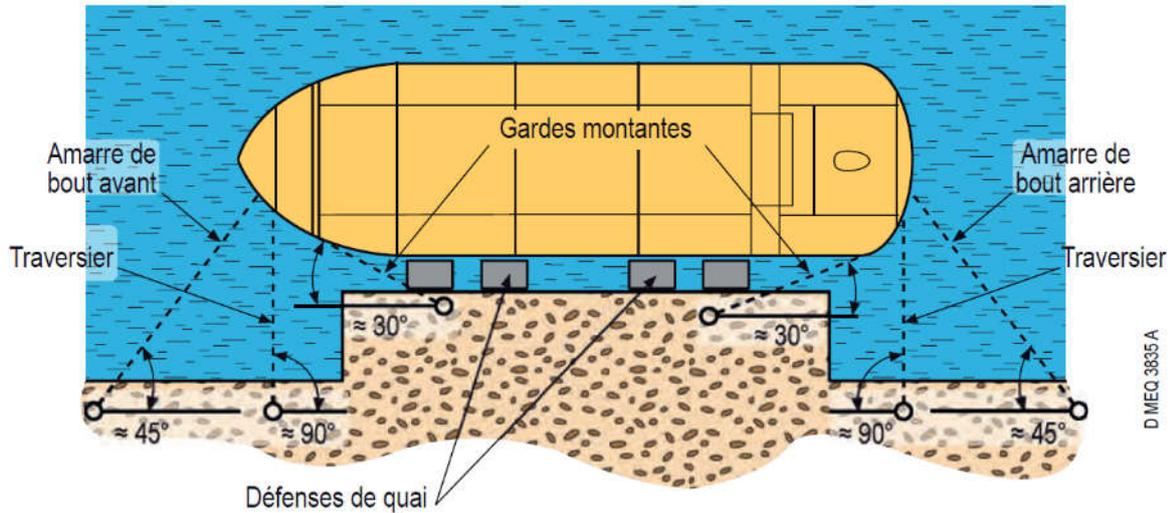


Schéma type d'amarrage d'un navire citerne (vu de dessus)



Amarrage d'un navire citerne sur un quai

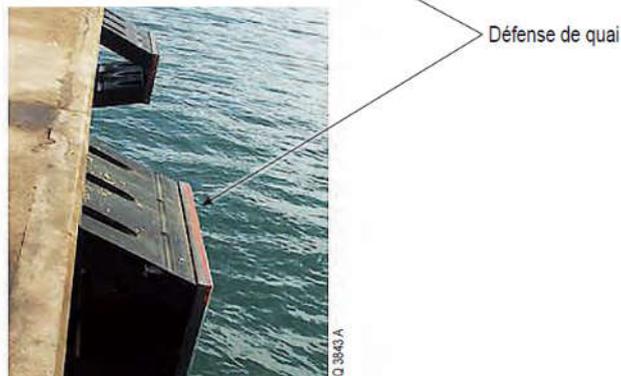


Figure 14 Défense de quai

1. Composition d'un poste de chargement/déchargement

1.1. Tuyaux flexibles

1.1.1. Fonctionnalités

Les flexibles sont en général utilisés dans les installations simples de faible capacité, multiproduits, pour l'avitaillement des navires citernes en soutes ainsi pour la récupération des vapeurs

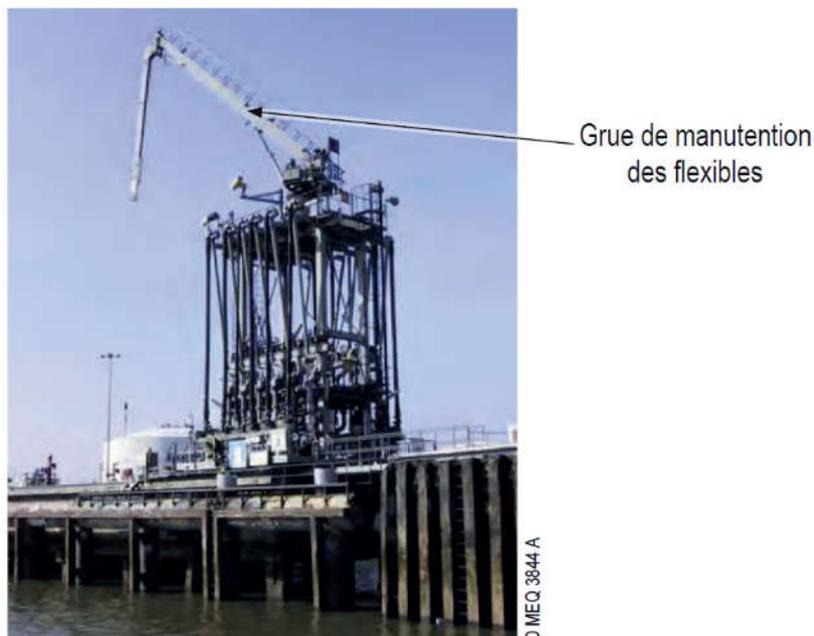


Figure 15 Grue de manutention

Certains navires peuvent disposer de leurs propres flexibles et la manutention se fait alors depuis le bord.

Les flexibles doivent résister :

- aux efforts subis au cours de leur manutention (traction, torsion, frottement)



Figure 16 Flexibles de chargements

- à l'action des produits transportés
- aux conditions de transfert (pression, température)

1.1.2. Conformité

Les flexibles doivent répondre aux critères suivants :

Tableau 9 critères de normalisation des flexibles

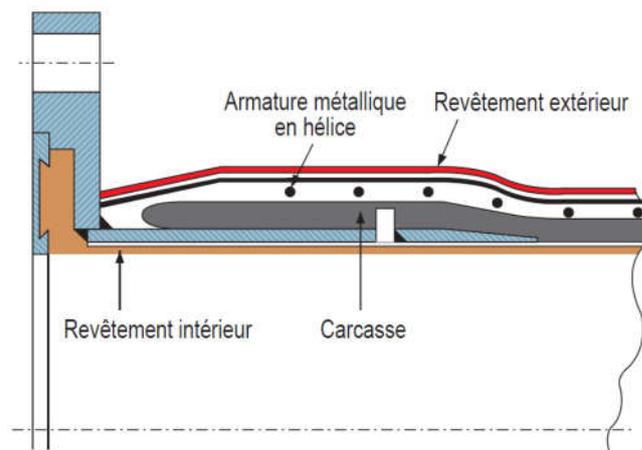
Hydrocarbures	<ul style="list-style-type: none"> • Conformes aux spécifications de standards reconnus • Ou conformes aux recommandations de l'OCIMF (Oil Companies International Marine Forum)
Produits à haute ou basse température (bitumes, gaz liquéfiés)	Fabrication spéciale
Produits chimiques	Classe adaptée

1.1.3. Fabrication

Pour un usage normal, il existe trois principaux types de flexibles :

- intérieur rugueux (R) :

- tuyau lourd et robuste (par exemple : 250 kg pour un flexible L = 10 m, DN200)
- les flexibles hydrocarbures sont, par exemple, constitués :
 - D'une série de couches en élastomère et en tissus
 - D'une carcasse composée de plusieurs nappes de fils
 - D'une armature métallique en hélice
- utilisé pour les quais des terminaux
- également usages flexibles sous-marins et flottants



Coupe d'un flexible à intérieur rugueux

Figure 17 Coupe sur flexible

- intérieur lisse (S) :

- fabrication plus légère
- revêtement non soutenu par une hélice en fil d'acier
- mêmes usages que le tuyau à intérieur rugueux quand les contraintes sont moindres

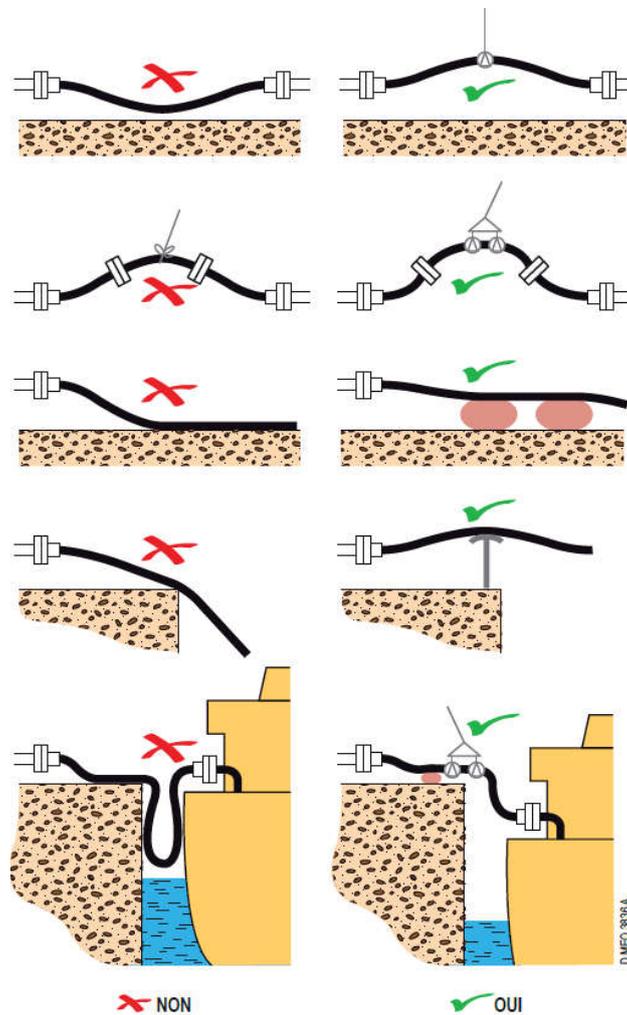
- léger (L) :

- destiné principalement à l'avitaillement où flexibilité et légèreté sont indispensables

1.1.4. Manutention

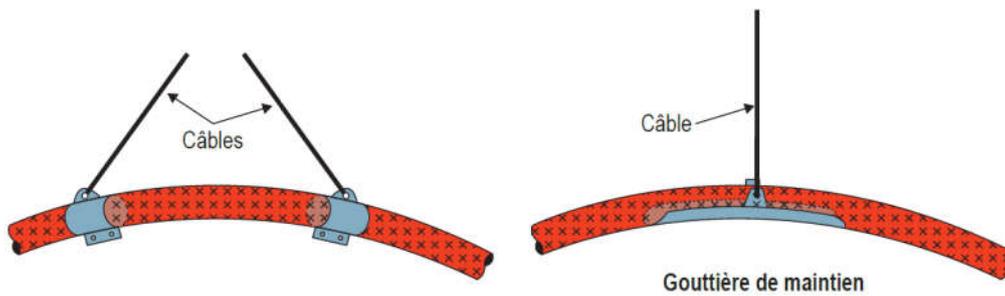
Les flexibles doivent toujours être manipulés avec soin :

- pas de mise en contrainte avec des rayons de courbures trop faibles. Le rayon de courbure minimal est spécifié par le fabricant du flexible
- pas de traînage sur le sol
- pas de contact avec une surface chaude



Manutention des flexibles (réf. ISGOTT)

Pour les opérations de levage des colliers ou gouttières doivent être utilisés avec un rayon de courbure suffisant.



Supportage de flexibles

1.1.5. Contrôles

- Contrôle visuel avant chaque utilisation
- Contrôle standardisé au moins annuellement :
 - o Recherche visuelle de détériorations, enveloppe et brides
 - o Essai de pression : 1,5 fois la Pression Maximale de Service
 - o Test de continuité électrique

Ces contrôles s'appliquent également aux flexibles appartenant au navire citernemais utilisés pour des liaisons terre-bord.

1.1.6. -Réforme

La législation sur le Transport des Matières Dangereuses impose qu'un flexible soit réformé au plus tard 6 ans après la date d'épreuve initiale (3 ans pour les flexibles d'ammoniac).

Toutefois l'exploitant peut décider de durées plus courtes en fonction :

- des recommandations du fabricant du flexible
- de la fréquence d'utilisation
- des résultats des contrôles

1.2. Bras de chargement/déchargement

a Caractéristiques d'un bras

Tableau 10 Caractéristiques d'un bras de chargement

	Caractéristiques
Nature du bras	<ul style="list-style-type: none"> - Produit à transférer (corrosivité) - Température du produit (de - 200°C à + 300°C) - Pression de service de PN10 à PN 40
Longueur du bras	<ul style="list-style-type: none"> - Tonnage des navires - Variation du niveau de l'eau - Longueur de 10 à 35 m
Diamètre du bras	<ul style="list-style-type: none"> - Débit de produit à transférer, par exemple : - DN 100 : 200 m³/h - DN 600 : 8000 m³/h

b - Principaux éléments constitutifs d'un bras

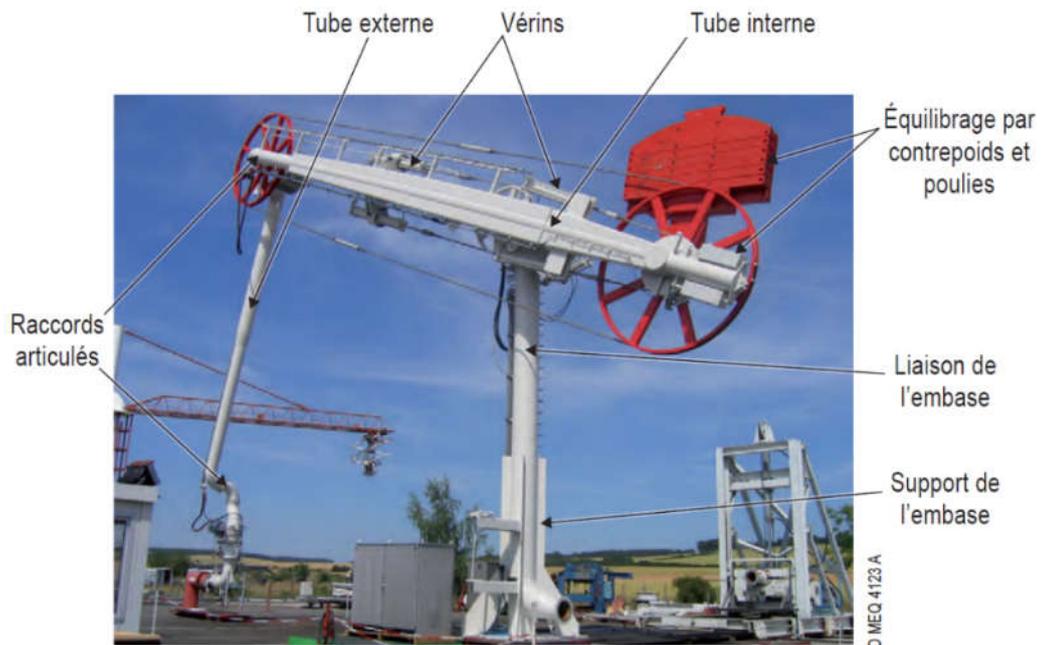


Figure 18 Elements constitutifs d'un bras de chargement

Embase autoporteuse remplissant deux fonctions :

Support : hauteur, supportage et épaisseur du tube de l'embase.

Liaison : permet le passage du fluide entre les tuyauteries terre et la tuyauterie articulée du bras (tubes internes et externes).

Tuyauterie articulée : éléments reliés entre eux et à l'embase par des raccords articulés.

Elle permet, une fois le bras connecté, de suivre le déplacement du navire citerne à l'intérieur de la zone de débattement.

Équilibrage : réalisé de telle sorte que le bras soit équilibré à vide dans toutes les positions (pour une valeur de vitesse de vent déterminée), sans intervention d'aucune force mécanique extérieure.

Calorifugeage ou double enveloppe réchauffée pour certains services particuliers (bitumes par exemple).

c Commande d'un bras

• Commande hydraulique

Le bras se manoeuvre à distance au moyen d'une commande hydraulique.

Avantages :

- opérations plus faciles
- gain de temps
- meilleure sécurité, les commandes étant situées hors zone dangereuse

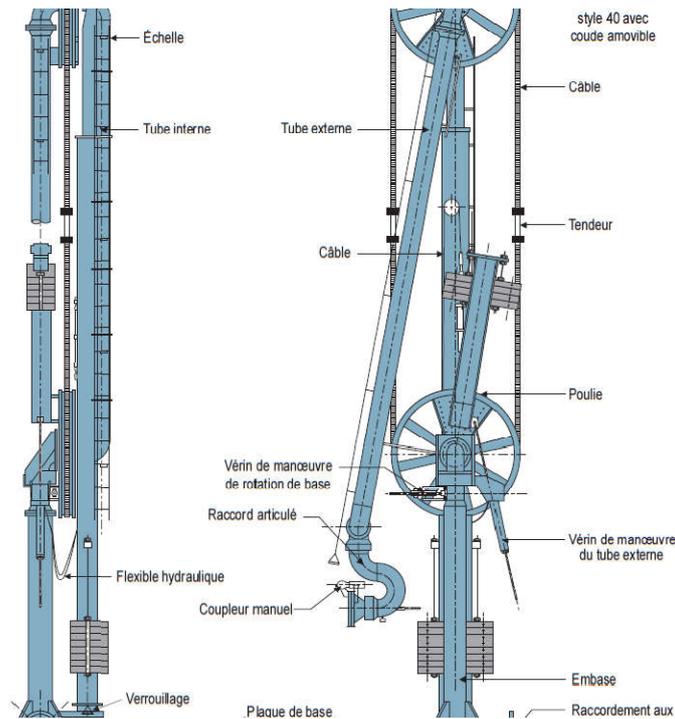


Figure 19 Bras à commande hydraulique

d -Enveloppe opérationnelle

Tous les bras possèdent une enveloppe opérationnelle, qui prend en compte les variations du niveau de l'eau au poste et le franc-bord maximum et minimum du plus grand et plus petit des navires citernes ;



Marques de franc-bord d'un navire citerne (ou ligne internationale de charge ou ligne de Plimsoll)

Figure 20 Ligne de flottaison

- le retrait maximum et minimum des collecteurs par rapport au bord du pont
 - l'espace minimum et maximum en cas d'opérations avec des bras voisins
- Les limites de cette enveloppe opérationnelle doivent comporter une indication visuelle

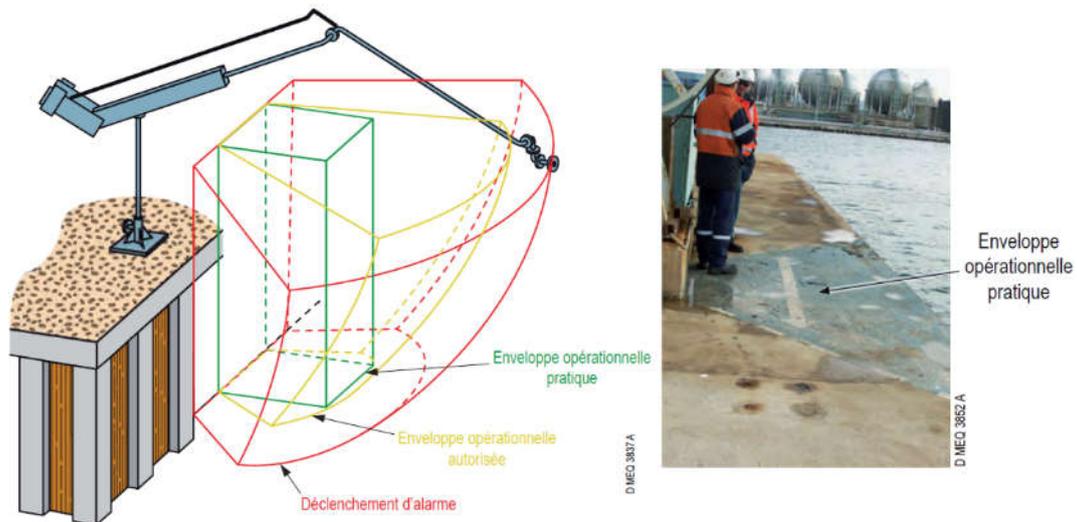


Figure 21 Enveloppe opérationnelle

et/ou être équipés de positionneurs et de contacteurs avec alarmes signalant une dérive excessive et éventuellement provoquant une déconnexion d'urgence du bras (voir paragraphe e)



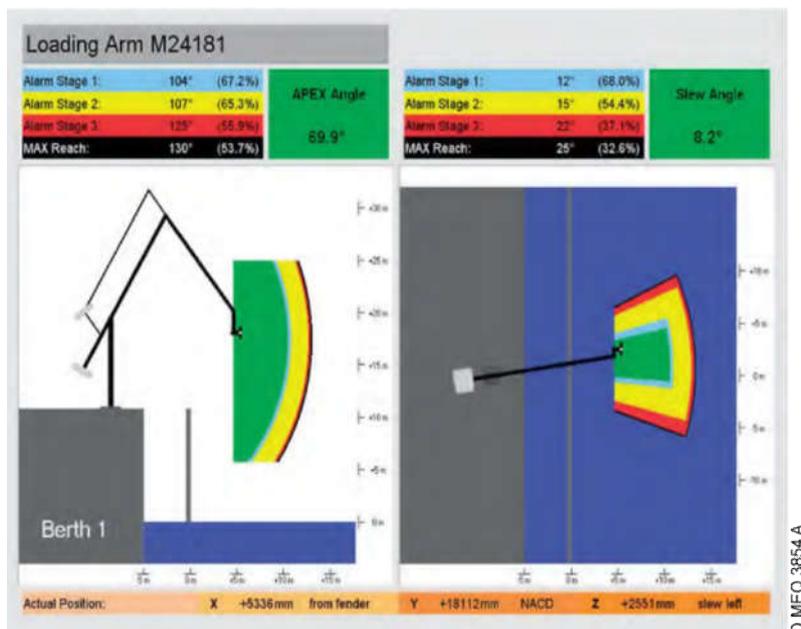
Figure 22 Positionneurs sur un bras



Figure 23 Contacteur sur un bras de chargement

Le bon fonctionnement des positionneurs/contacteurs est primordial car un incident de dépassement de la zone de travail peut avoir des conséquences graves (épandage de produit).

D'autres systèmes permettent de visualiser sur écran la position du bras dans son enveloppe opérationnelle (Position Monitoring System).



Zone verte : zone de travail normal (Enveloppe de fonctionnement)

Zone Jaune : alarme 1 = Dépassement de la zone de travail

Zone rouge : alarme 2 = sécurité de Déconnexion

Position verticale bras Position horizontale bras

Figure 24 Écran de PMS

e - Connexion au navire

La connexion d'un bras (et également d'un flexible) se fait sur le manifold du navire relié aux différentes citernes. Dans la plupart des cas, plusieurs bras peuvent être connectés simultanément.



Figure 25 pétrolier / Chimiquier

La plupart des bras sont équipés de :

Coupleur rapide : Ces coupleurs comportent

- Des mâchoires de serrage rapide
- Un joint fixé dans la gorge de la bride du coupleur qui permet d'obtenir une bonne étanchéité. Ces équipements peuvent être manuels ou hydrauliques.

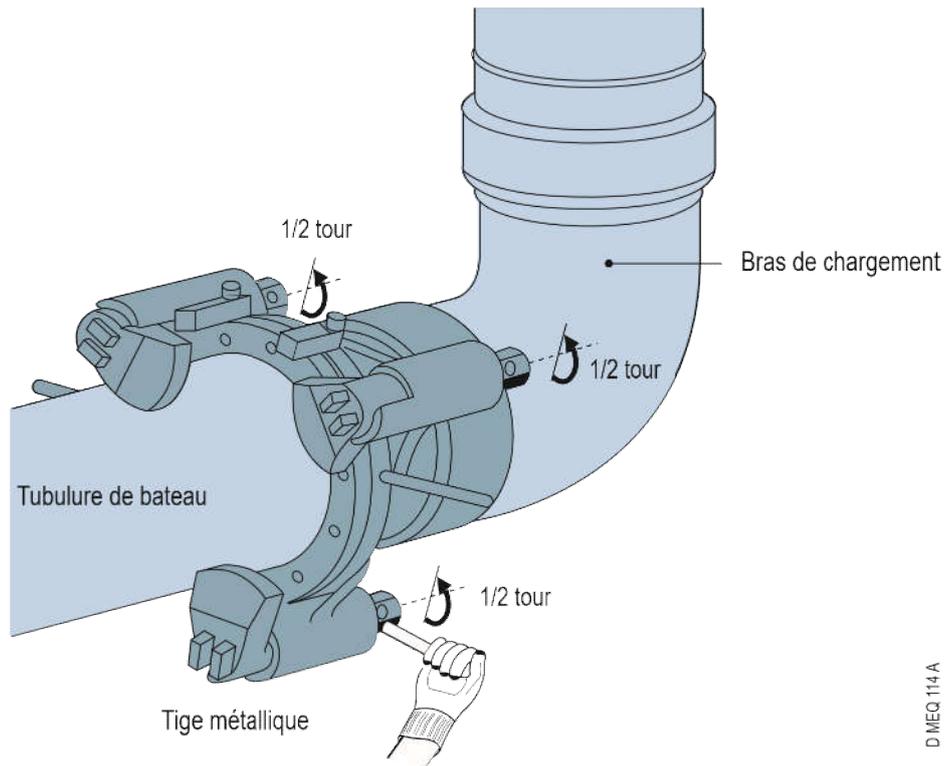


Figure 26 Mode de fonctionnement d'un coupleur rapide manuel

Connecté à un navire Pour assurer une bonne étanchéité, il faut que la bride du collecteur du navire citerne soit en bon état ensuite lors de la connexion que l'ensemble soit bien centré et que toutes les griffes tirent sur la bride de façon homogène pour assurer aucun déversement ou fuite

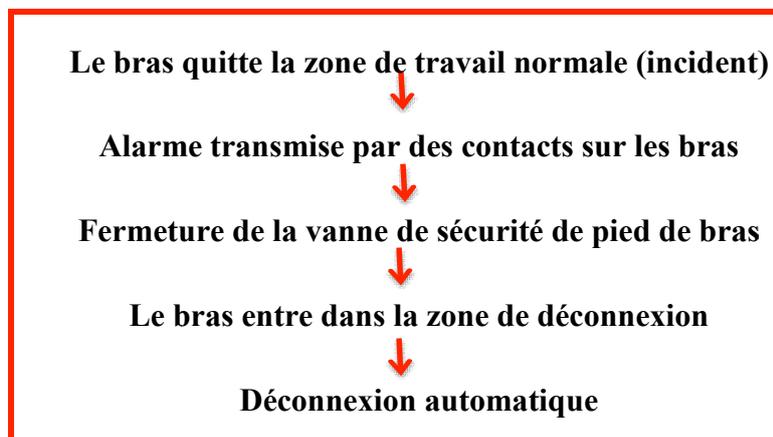
1.3. Déconnecteur d'urgence : (ou coupleur de déverrouillage de secours) (PERC)

a Description

Un déconnecteur d'urgence est un dispositif hydraulique qui assure la déconnexion rapide d'un bras :

- Par action manuelle en cas d'urgence
- Ou lorsque l'enveloppe opérationnelle d'un bras de chargement est dépassée : son action est déclenchée sur la rotation ou sur l'extension d'ouverture du bras.

En cas de mouvement anormal du bras, le séquençement est le suivant :



Une vanne de chaque côté du point de déconnexion permet de limiter les déversements.

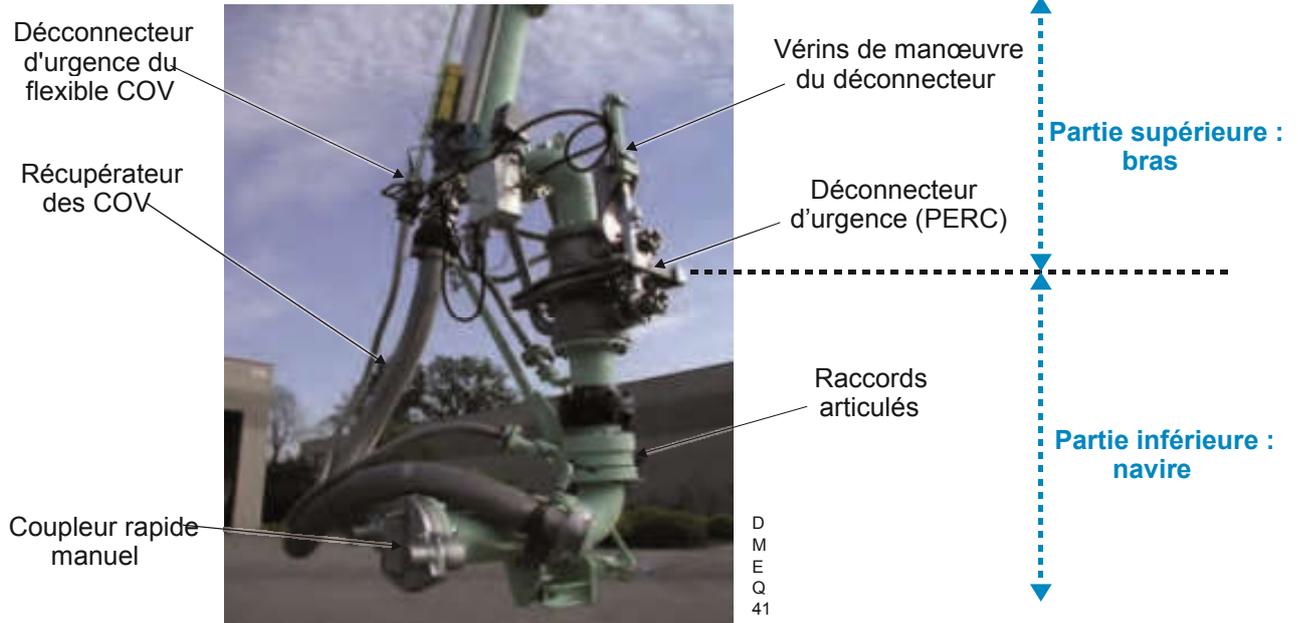


Figure 27 Déconnecteur d'urgence

b Principe de fonctionnement

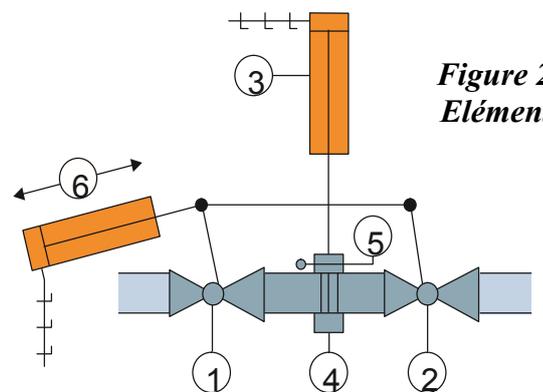
Deux vannes à boisseau sphérique (1) et (2) reliées entre elles par un collier métallique (4). Le collier est maintenu par une goupille (5).

- (1) - (2) Double vanne de sectionnement
- (1) - (3) Vérin auxiliaire de sectionnement
- (1) - (4) Collier de verrouillage
- (1) - (5) Goupille de fixation
- (1) - (6) Vérin de manœuvre des vannes

- Principe du système PERC

Sur incident (sortie du bras hors de sa zone opérationnelle, action manuelle) :

- Les deux vannes (1) et (2) se ferment actionnées par le vérin hydraulique (6)
- Un couteau actionné par un vérin auxiliaire (3) sectionne la goupille qui en libérant le collier permet la séparation des deux vannes
- La vanne (1) reste solidaire du bras de chargement
- La vanne (2) reste sur le système de branchement à bord du bateau



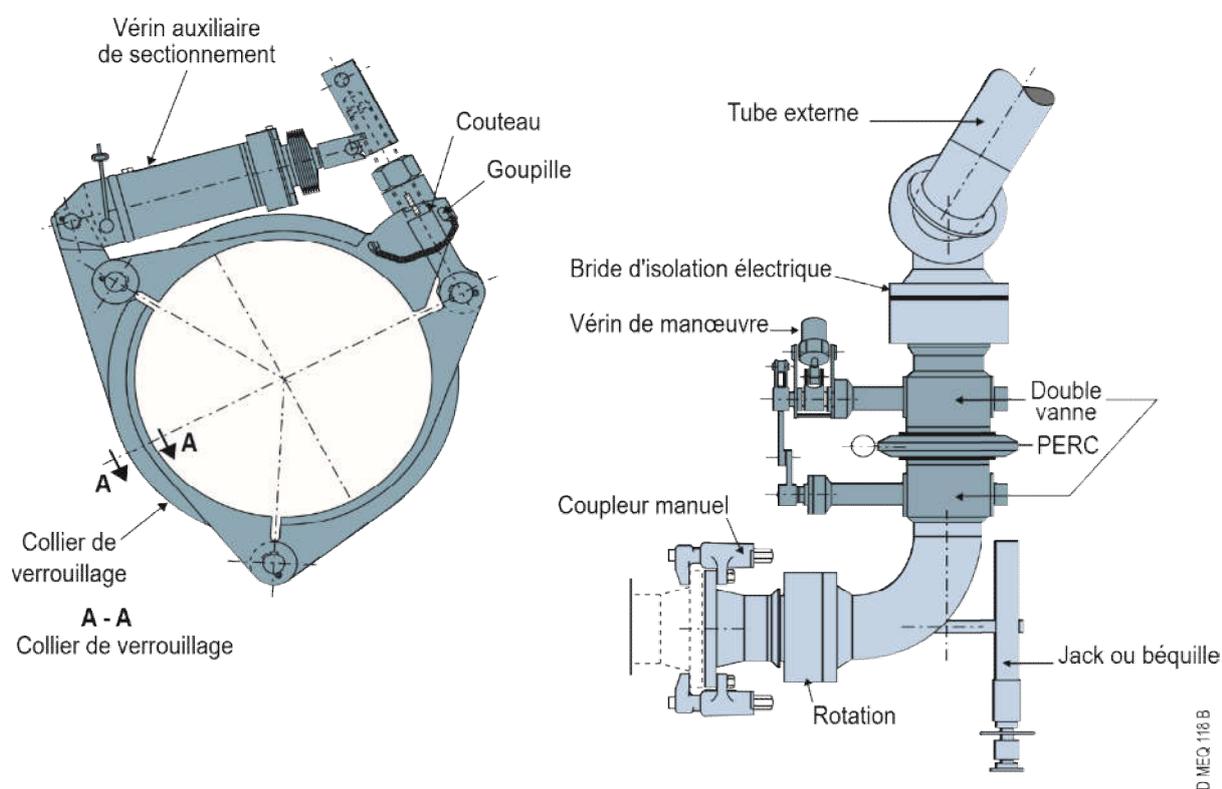


Figure 30 Principe de fonctionnement déconnecteur d'urgence

c - Vidange d'un bras

Pour la vidange d'un bras avant déconnexion, plusieurs solutions sont possibles :

- Injection d'azote installée au point haut du bras :
 - o Dans le tube externe le liquide est chassé vers le navire
 - o Dans le tube interne de l'embase le liquide est chassé côté terre
- Renvoi du produit dans le navire : une pompe installée au pied du bras aspire le produit contenu dans le tube interne de l'embase et le refoule par l'intermédiaire d'une ligne de petit diamètre dans le tube externe

1.4. Isolation électrique terre / navire citerne

2.4.1. Explication des phénomènes rencontrés

Le navire et l'appontement ont des potentiels électriques différents, les deux ensembles pouvant être comparés aux deux électrodes d'une batterie :

- L'eau salée jouant le rôle de l'électrolyte
- La connexion bras/manifold navire citerne fermant le circuit électrique

Deux phénomènes peuvent avoir lieu.

- *Création d'un arc électrique par différence de potentiel*

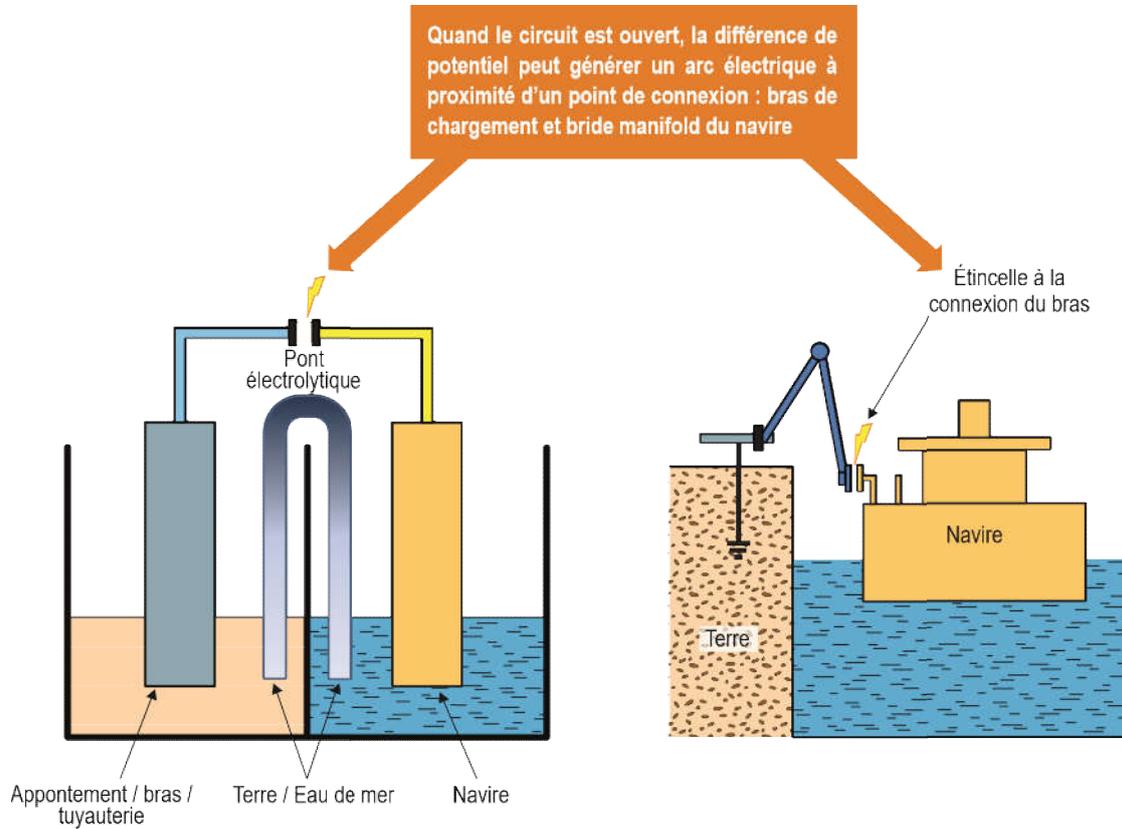


Figure 31 Arc électrique par différence de potentiel

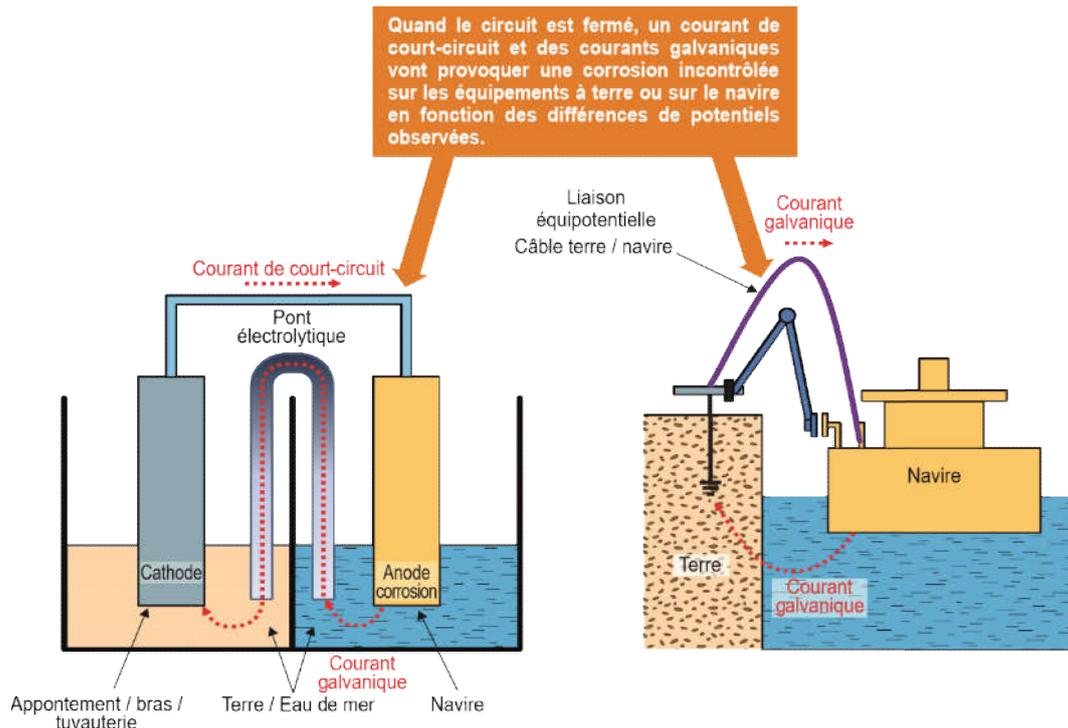


Figure 32 Corrosion galvanique

- **Corrosion due à la circulation de courants galvaniques**

La tension des courants galvaniques dans cette situation reste faible (< 1 Volt) mais ils peuvent débiter une intensité très importante (10 à 100 A).

2.4.2. - Arrêté du 12 octobre 2011

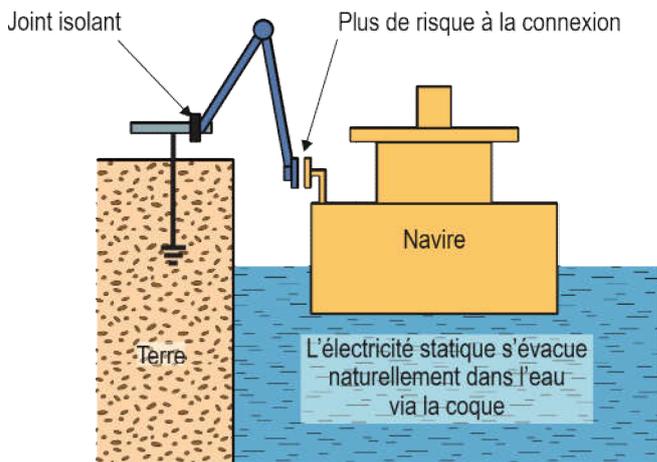


Figure 33 Isolation terre/navire au moyen d'un joint isolant

Afin d'éviter tout risque (arc électrique, corrosion) et conformément aux recommandations de l'ISGOTT, la réglementation demande de :

- mettre en place un joint Isolant en pied de bras (le bras étant mis à la terre via le navire) ou dans le cas de flexibles d'utiliser un flexible isolant
- de mettre les équipements en amont du joint isolant à la terre

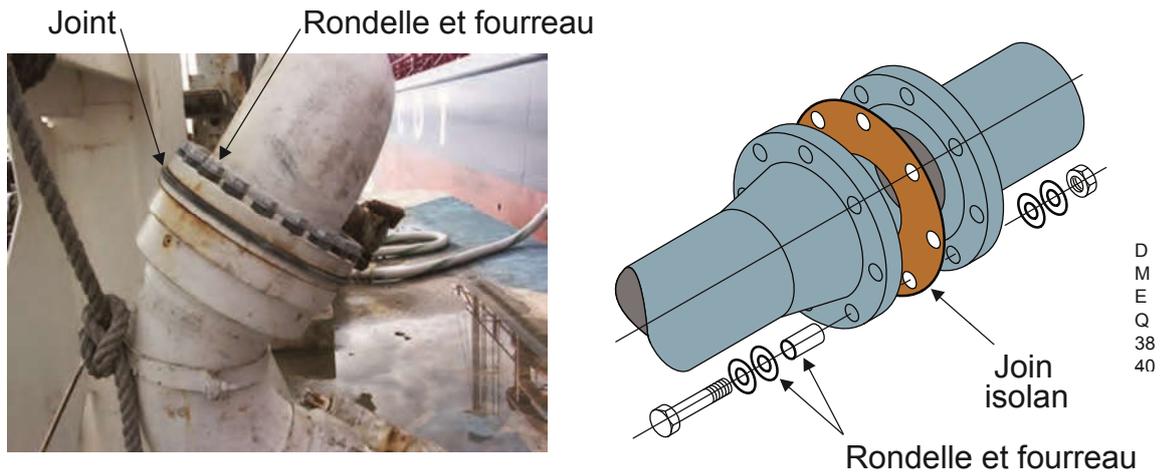


Figure 34 Joint isolant entre brides

Les brides et joints isolants :

- Doivent être inspectés et testés au moins une fois par an, ou plus fréquemment si nécessaire
- La valeur mesurée ne doit pas être inférieure à 1000 Ohms
- Le terminal doit consigner tous les tests effectués

a Règlements RPM

Le règlement RPM (antérieur à l'arrêté mais également en vigueur) permet la mise en place d'un joint isolant ou d'une liaison équipotentielle alors que l'ISGOTT déconseille clairement l'utilisation d'une liaison équipotentielle.

• **Utilisation d'une simple liaison équipotentielle**

Afin d'éviter toute étincelle au moment de la connexion du câble de liaison au navire, la liaison équipotentielle doit être équipée d'un interrupteur ATEX :

- En position ouverte lors du branchement du câble (circuit ouvert)
- Fermé après branchement

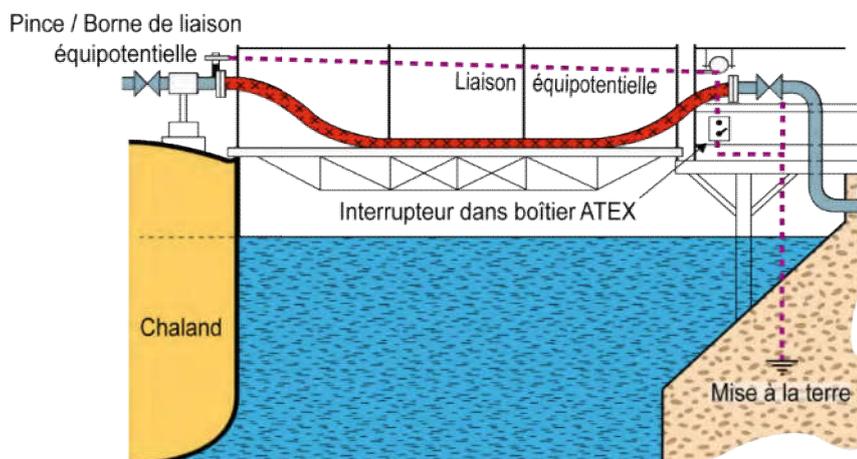


Figure 35 Liaison équipotentielle

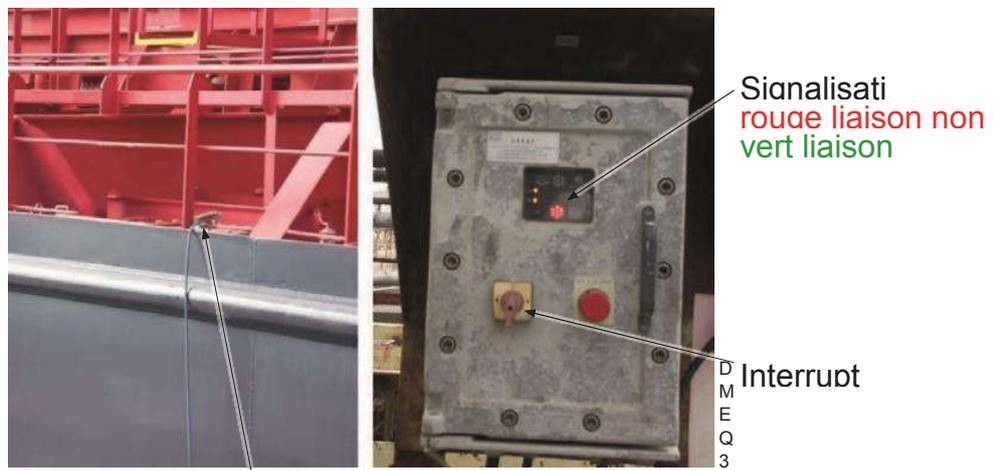


Figure 36 Branchement d'un câble équipotentiel sur un navire citerne et interrupteur ATEX (procédure non recommandée par l'ISGOTT)

- **Risques résiduels avec une simple liaison équipotentielle**

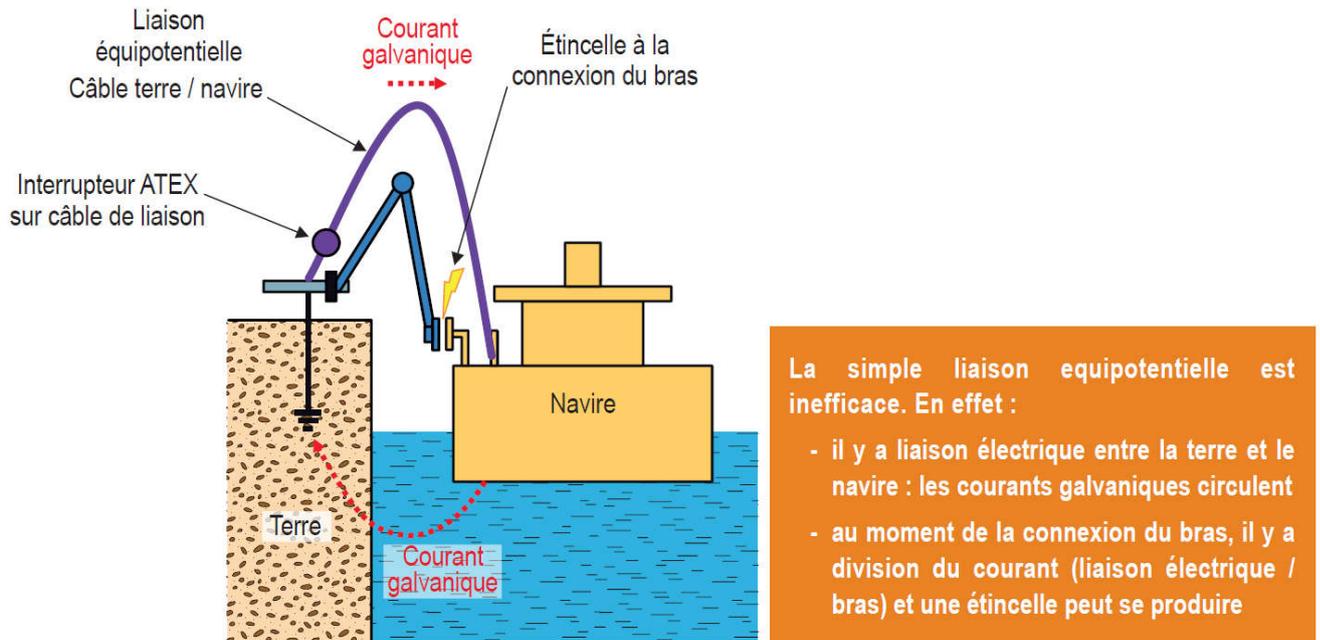


Figure 37 Liaison équipotentielle : courants galvaniques circulant (risques de corrosion et d'étincelles)

- *Utilisation simultanée d'un joint isolant et d'une liaison équipotentielle*

La mise en place d'un joint isolant permet d'éviter le risque d'étincelles à la connexion du bras. Par contre la liaison équipotentielle permet la circulation des courants galvaniques et le risque de corrosion demeure.

3. Sécurité au chargement/déchargement

3.1. Check-list de sécurité terre-bord (ship-shore safety check-list)

La responsabilité du déroulement des opérations en sécurité, quand un navire citerne se trouve dans un terminal portuaire, est partagée conjointement entre :

- Le commandant du navire citerne
- Le représentant du terminal

Avant le début des opérations ces représentants doivent :

- Convenir par écrit des procédures de transfert (qualités et quantités des produits, débits, pressions, températures, ...)
- Convenir par écrit des mesures à prendre en cas d'urgence
- Remplir et signer la check-list de sécurité

La check-list de sécurité doit être remplie conformément aux recommandations de l'annexe 2

Ship's Name _____

Berth _____ Port _____

Date of Arrival _____ Time of Arrival _____

Part 'A' – Bulk Liquid General – Physical Checks

Bulk Liquid – General	Ship	Terminal	Code	Remarks
1. There is safe access between the ship and shore.			R	
2. The ship is securely moored.			R	
3. The agreed ship/shore communication system is operative.			A R	System: Backup System:
4. Emergency towing-off pennants are correctly rigged and positioned.			R	
5. The ship's fire hoses and fire-fighting equipment are positioned and ready for immediate use.			R	
6. The terminal's fire-fighting equipment is positioned and ready for immediate use.			R	
7. The ship's cargo and bunker hoses, pipelines and manifolds are in good condition, properly rigged and appropriate for the service intended.				
8. The terminal's cargo and bunker hoses or arms are in good condition, properly rigged and appropriate for the service intended.				
9. The cargo transfer system is sufficiently isolated and drained to allow safe removal of blank flanges prior to connection.				
10. Scuppers and save-alls on board are effectively plugged and drip trays are in position and empty.			R	
11. Temporarily removed scupper plugs will be constantly monitored.			R	
12. Shore spill containment and sumps are correctly managed.			R	
13. The ship's unused cargo and bunker connections are properly secured with blank flanges fully bolted.				
14. The terminal's unused cargo and bunker connections are properly secured with blank flanges fully bolted.				

Figure 38 Extrait d'une check-list de sécurité terre-bord (check-list type dans l'ISGOTT)

du règlement RPM.

3.2. Risques électrostatiques

L'ISGOTT fournit des recommandations à suivre par la Terre et le Bord :

- Pour le jaugeage, le sondage ou l'échantillonnage :
 - o Pas de mesure durant le chargement et pendant 30 minutes après la fin du chargement
 - o Ensuite mise au potentiel de la structure du navire des équipements
 - Avant le début de toute opération
 - Durant toute l'opération
- Enlèvement de tout objet conducteur qui ne pourrait pas être mis au même potentiel que le navire
- Éviter les projections en utilisant la tuyauterie de remplissage aboutissant au fond de la citerne. Le remplissage en "pluie" est interdit



Tubulure de
de fond de citerne

Figure 39 Fond de citerne d'un navire chimiquier

- limitation de la vitesse de remplissage < 1 m/s au manifold d'entrée des citernes jusqu'à ce que :

- Tuyauterie de remplissage et toute autre structure au fond de la citerne submergées sur une hauteur supérieure au double du diamètre de la tuyauterie pour éliminer les projections et turbulences en surface
- Toute eau éventuellement contenue dans la tuyauterie de remplissage ait été évacuée par pompage :
 - Soit pendant 30 min minimum
 - Soit jusqu'à ce que deux volumes de conduite (du bac à terre à la citerne du bateau) aient été chargés

Tableau 11 Débits maxi pour $v < 1$ m/s en fonction du diamètre de la tuyauterie et du nombre de citernes ouvertes en parallèle (extrait de l'ISGOTT)

Nombre de citernes ouvertes - Débit en m ³ /h								
Diamètre de la conduite de remplissage / DN	1	2	3	4	5	6	7	8
6"/150	65	130	200	260	325	390	450	520
8"/200	120	240	350	460	580	700	820	
10"/250	180	360	540	720	910			
12"/300	260	520	780					

- Poursuivre la limitation à 1m/s si le produit contient :
 - 0,5 % volume d'eau libre autre liquide non miscible
 - > 10 mg/l de matières en suspension

D'autres recommandations sont également importantes :

- Ne pas utiliser des EPI (chaussures, vêtements) de mauvaise qualité
- Éviter l'utilisation de filtres fins < 30 μ m sur la conduite de remplissage
- Pas de chute d'objet dans une citerne
- Pas de création de brouillard d'eau dans une citerne



Figure 40 Accident lié aux risques électrostatiques

Explosion du chimiquier Chassiron due à la création d'un brouillard d'eau lors d'un nettoyage de citerne

3.3. Coup de bélier

Un coup de bélier dans une conduite est généré quand il y a modification brusque de la vitesse d'écoulement du liquide par :

- Fermeture rapide d'une vanne de régulation / de sécurité / manuelle
- Fermeture brusque d'un clapet anti-retour
- Arrêt d'une pompe

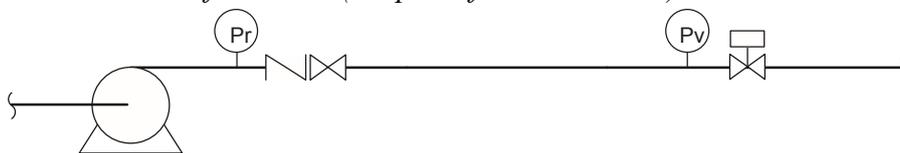
L'énergie cinétique du liquide est transformée en énergie de pression qui se propage le long de la conduite à la vitesse du son dans le liquide.

Il peut en résulter d'importants dégâts :

- Rupture de conduite / joint / bras / flexible
- Déplacement de conduite
- Épanchage de produit au sol et/ou en mer/rivière

Les pressions transitoires peuvent atteindre des valeurs importantes, en particulier sur des conduites de grande longueur ce qui est fréquemment le cas sur des postes de chargement marine.

Dans l'exemple ci-dessous la pression à la vanne de sectionnement Pv passe de 1 bar à plus de 50 bar au moment de sa fermeture (temps de fermeture ≈ 2 s).



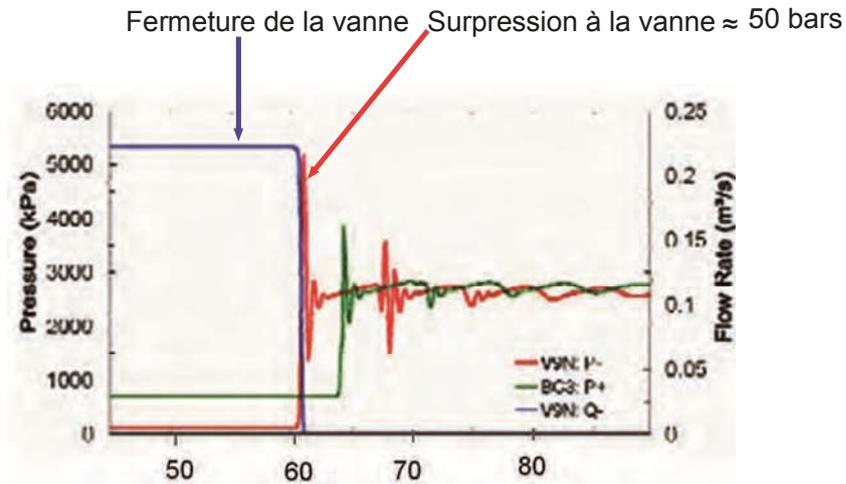


Figure 41 Surpression transitoire causée par la fermeture rapide d'une vanne

Courbe bleue : débit

Courbe verte : pression P_r refoulement de la pompe

Courbe rouge : pression P_v à la vanne

- Précautions

On réduit le risque d'un coup de bélier par :

- Fermeture progressive des vannes manuelles ou de vannes de régulation (à spécifier clairement dans les consignes d'exploitation)
- Lorsque des vannes motorisées tout ou rien sont installées :
 - Réduction préalable du débit de transfert
 - Temps de fermeture des vannes (30s au minimum)

Utiliser un dispositif de protection contre les coups de bélier : accumulateurs à piston

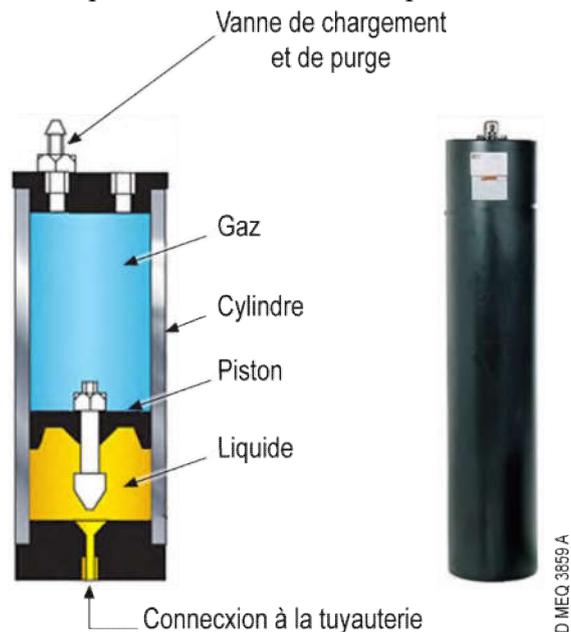


Figure 42 Principe d'un accumulateur à piston

3.4. Situations d'urgence

Les mesures d'urgence sont définies :

- Dans le POI du terminal
- Dans le plan d'urgence du navire citerne (tanker emergency plan)

Elles doivent être connues :

- De tout le personnel à terre
- Du personnel bord par consignes ou par check-list

En cas de sinistre (terre ou bord) les facteurs à prendre en considération pour décider d'éloigner ou non un navire citerne du poste doivent être examinés :

- Maintien du navire citerne à quai si possible et pour plus d'efficacité
- Éloignement du navire citerne si le sinistre est incontrôlé, décidé conjointement par :
 - o Le représentant de l'autorité portuaire ou le représentant du terminal
 - o Le commandant du navire
 - o Le chef du service incendie de l'autorité locale

Un exemple de consignes incendie bord-terre est donné ci-après :

Actions à prendre par le 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
Actions à prendre par la 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 43 consignes incendie au niveau du poste de chargement / déchargement

Pour un sinistre à bord, des mesures spécifiques sont à prendre :

- Éloigner toute embarcation située à côté du navire citerne en feu
- Fermer toutes les portes, ouvertures, orifices de citernes après évacuation du personnel
- Arrêter la ventilation mécanique
- Refroidir à l'eau les planchers, cloisons, structures, citernes adjacentes au sinistre
- Si possible manœuvrer le navire citerne pour mieux résister à la propagation du sinistre et permettre une attaque dos au vent
- Si possible mettre en place des barrages flottants anti-pollution

Se rappeler qu'en cas de sinistre à bord d'un navire citerne, la responsabilité de l'intervention appartient au commandant du navire.

3.5. Arrêts d'urgence à distance entre bord et terre

Une communication fiable doit être établie entre le navire citerne et la terre. Elle doit permettre d'arrêter en urgence toute opération en cours en cas d'incident. La communication doit être active en permanence.

Exemples de moyens de communication

- *Téléphone filaire*
- *Radio VHF/UHF*
- *Arrêt d'urgence par valise de sécurité placée à bord du navire citerne*

La communication entre le bord et la terre est assurée soit par liaisons radio ou par liaison filaire.

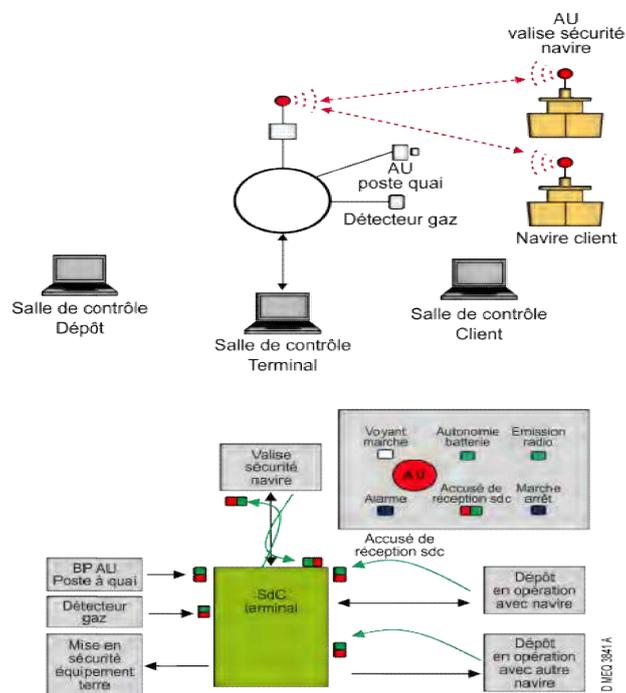


Figure 44 radio bord et terre

- Communication par valise de sécurité

Dans l'exemple ci-dessus, en cas d'arrêt d'urgence, la salle de contrôle du terminal :

- Reçoit et émet les informations provenant du navire citerne et du terminal

- Émet des informations vers un autre navire citerne client pouvant avoir une interférence avec l'arrêt d'urgence (par exemple navire citerne amarré à proximité).

Un système d'accusé de réception permet de savoir si l'information de l'arrêt d'urgence est bien connue de tous.

4. Équipements de lutte contre l'incendie

4.1. Dispositifs d'alarme (ISGOTT)

Le terminal doit être équipé d'un dispositif d'alarme et d'avertissement qui doit :

- Transmettre rapidement un signal en cas de détection incendie ou fuite de gaz si le terminal est équipé de détecteurs
- Permettre le déclenchement de l'évacuation du personnel
- Éventuellement déclencher un dispositif d'extinction automatique
- Avoir un dispositif d'autotest afin de vérifier son bon fonctionnement

4.2. Moyens disponibles au terminal

Les moyens disponibles dans un terminal doivent être proportionnés à son activité :

- Configuration des quais
- Taille de navire citernes
- Nature des produits chargés/déchargés
- Impact d'un sinistre
- Moyens de secours extérieurs

4.2.1. Moyens mobiles :

Les équipements suivants doivent être disponibles sur chaque quai et parfaitement repérés (ISGOTT) :

- Des extincteurs portatifs et mobiles pour des petits feux
- Des canons mobiles à eau/mousse assortis de tuyaux correspondant et de longueur suffisante



Figure 45 Essai d'un canon mobile sur quai

L'utilisation de bateaux-pompes anti incendie peut-être prise en compte à condition qu'ils puissent intervenir rapidement (typiquement 15 à 20 min).



Figure 46 Bateau pompe "Louis Collet" (Port de Marseille)

4.2.2. Moyens fixes :

- Canons à eau ou mousse :
- Les canons à eau doivent être placés au niveau du quai ou montés sur une tour
- Ils sont équipés de buses réglables permettant une projection en jet ou en aspersion

En règle générale, les canons fournissent une longueur de jet de 30 mètres et une hauteur de jet de 15 mètres en l'absence de vent.

Ils doivent pouvoir refroidir la structure du quai ainsi que la coque du navire.



Figure 47 Exemple de canon sur quai

Pour les jetées de grande longueur des dispositifs de pulvérisation d'eau/mousse peuvent être installés sur l'appontement pour assurer le refroidissement des structures.



Figure 48 Dispositif de pulvérisation sur quai

- Pompes incendie

Dans les terminaux, l'eau incendie est en général disponible en quantité illimitée (mer, fleuve, rivière, ...).

Les pompes incendie sont :

- Installées de façon permanente
- En nombre suffisant pour pallier un cas de maintenance / panne
- Équipées d'un moteur à source d'énergie fiable (électrique / diesel)
- Installées dans un emplacement sûr



Figure 49 Pomperie incendie à proximité d'un quai

- Connexion internationale

Les terminaux qui reçoivent des navires citernes internationaux doivent posséder au moins une connexion internationale permettant la connexion des réseaux incendie bord et terre.

L'emplacement de cette connexion doit être parfaitement repéré.

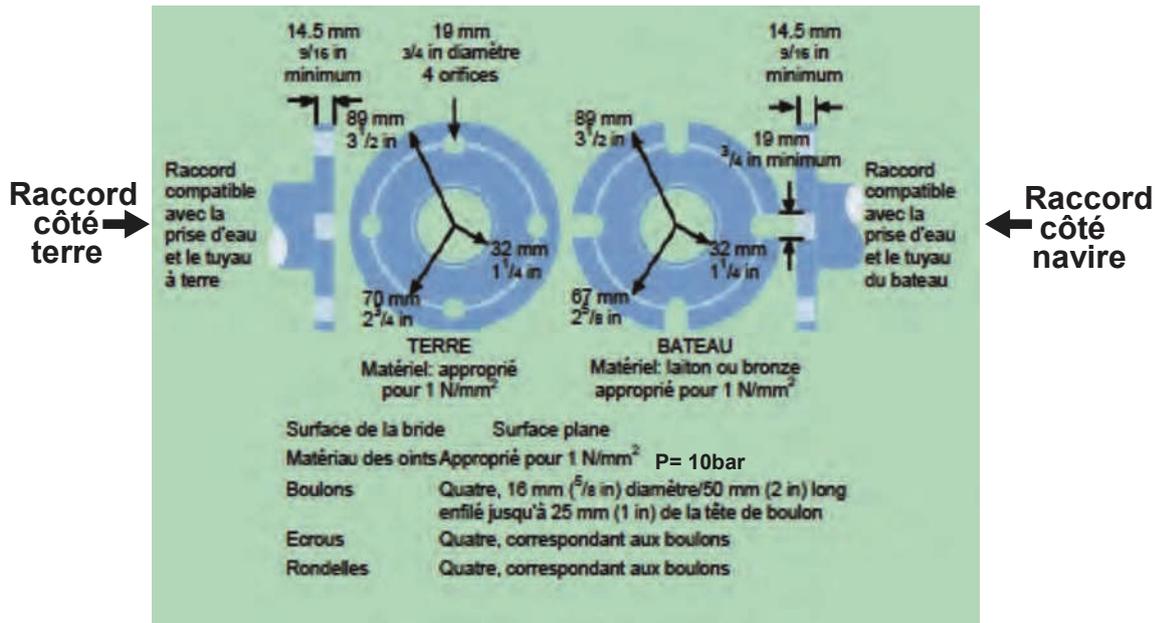


Figure 50 Raccord incendie international (ISGOTT)

4.3. Moyens disponibles sur le navire citerne

Les navires citernes sont équipés de moyens en accord avec la législation de l'État d'enregistrement.

L'ISGOTT préconise les équipements suivants :

- Dispositifs de refroidissement avec lances et jets permettant d'atteindre tout point du navire citerne
- Dispositifs d'étouffement, par exemple :
 - CO₂ pour les salles de pompes, salle des machines
 - Mousse : cargaison, pont, salles des pompes, salle des machines
 - Brouillards d'eau : orifices des citernes
 - Rideaux d'eau entre la superstructure et la zone de cargaison
 - Gaz inerte des citernes de la cargaison

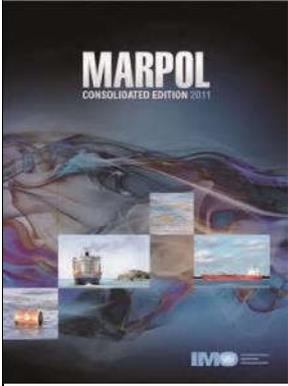


Figure 51 dispositifs d'étouffement au CO₂ prêts à être installés sur un navire citerne

5. Mesures préventives

5.1. Convention MARPOL 73/78

Les règles pour la prévention de la pollution due au transport maritime sont définies dans la **convention internationale MARPOL** adoptée en 1973 et régulièrement amendée depuis.

	<table border="1"><thead><tr><th data-bbox="762 439 1209 483">Pollutions concernées</th></tr></thead><tbody><tr><td data-bbox="762 483 1209 819">- Hydrocarbures - Substances liquides nocives - Substances transportées en colis - "Eaux grises" des navires - Ordures des navires - Air</td></tr></tbody></table>	Pollutions concernées	- Hydrocarbures - Substances liquides nocives - Substances transportées en colis - "Eaux grises" des navires - Ordures des navires - Air
Pollutions concernées			
- Hydrocarbures - Substances liquides nocives - Substances transportées en colis - "Eaux grises" des navires - Ordures des navires - Air			
<i>Convention MARPOL 73/78</i>			

5.2. Navires citernes

5.2.1. Pollution de l'eau

La convention définit les règles concernant la construction des navires citernes, comme par exemple :

- Double coque
- Ballasts séparés de la cargaison

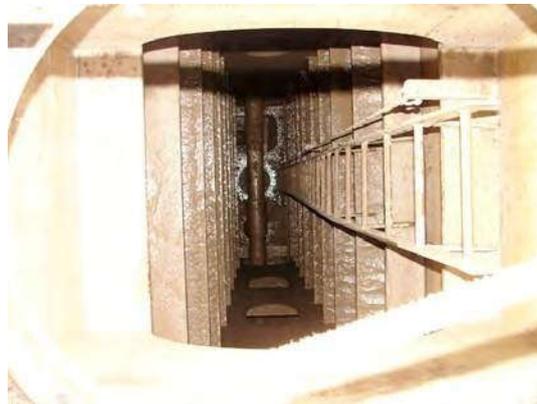


Figure 52 Zone de ballast dans la double coque

- Dispositif de lavage au brut pour les navires citernes de transport de pétrole brut
- Traitement et contrôle de tout rejet
- Ségrégation complète des cargaisons : suppression des chambres de pompes et généralisation des pompes immergées afin de faciliter le lavage complet des citernes (en particulier pour les navires chimiques)



Figure 53 Pompe immergée dans une citerne de chimiquier (entraînement hydraulique)

5.2.2. Pollution de l'air en zone portuaire :

- Utilisation de fuel soutes BTS dans certaines zones
- Récupération des COV lors du chargement des citernes (pas d'obligation en France actuellement sauf produits toxiques, benzène par)



Flexible de récupération des vapeurs



D
M
E
Q
39
14

Figure 54 Bras avec flexible de récupération des COV

5.3. Terminal

Éviter toute rupture incontrôlée des équipements de transfert terre-bord par :

- La surveillance de l'enveloppe opérationnelle d'un bras de chargement
- Éventuellement le déclenchement d'un déconnecteur d'urgence

Le terminal doit pouvoir récupérer et traiter les eaux polluées des navires (ballasts, eaux de lavage, ...).



Figure 55 Bacs de traitement des eaux polluées des navires

5.4. En cas de sinistre

La convention MARPOL oblige tout navire citerne à posséder un Plan d'Urgence de Bord en cas de pollution accidentelle.

En Algérie, le plan POLMAR est déclenché lors d'une pollution maritime.



Figure 56 Exercice POLMAR

Il permet de définir la stratégie de lutte contre la pollution et de mettre en œuvre les moyens nécessaires, en particulier :

- Le déploiement de barrages anti-pollution

Figure 57 Stockage d'un barrage anti-pollution



Figure 58 Véhicule d'intervention pour le transport



Figure 59 Mise en place d'un barrage anti-pollution autour d'un navire citerne à quai

- la mise en place d'écumeurs (hydrocarbures ou produits chimiques non solubles dans l'eau)
- pour les produits chimiques dangereux (produits HNS : Hazardous and Noxious Substances), utilisation de matières absorbantes ou dispersantes



Figure 60 confinement d'huile déversé

Conclusion du chapitre :

De nombreux liquides et gaz en vrac présentent des risques liés à leurs propriétés chimiques intrinsèques. En particulier, nombre d'entre eux ont un point d'éclair bas et présentent de sérieux risques d'incendie et d'explosion. Étant donné les dangers inhérents à ces produits et le volume des cargaisons qui sont entreposées et manutentionnées, ces liquides et gaz en vrac devraient en règle générale être manutentionnés dans des terminaux spécialement construits et situés loin des installations portuaires principales.

Les liquides et les gaz en vrac devraient être manutentionnés conformément aux procédures préconisées dans les recommandations reconnues sur le plan international.

CHAPITRE III : FIREFIGHTING LUTTE CONTRE INCENDIE

Introduction :

Le moyen le plus sûr de protéger un navire et son équipage du feu est de prévenir les incendies à bord. En mer ou au port, un incendie de navire, quelle que soit sa taille, entraînera des dommages au navire, à sa cargaison ou aux deux. Si le feu a pris de l'ampleur et est difficile à maîtriser, il peut également causer des blessures ou des décès. Un incendie non maîtrisé peut signifier la perte du navire et une situation de vie ou de mort pour l'équipage et les passagers. Au port, un tel incendie pourrait se propager aux installations terrestres. Les incendies commencent petits mais se développent rapidement. Les dommages et le danger de blessures et de décès peuvent être minimisés par une détection, un contrôle et une extinction précoces. Pour lutter efficacement contre le feu, il est important de connaître l'ennemi. Les incendies sont classés selon les propriétés des matériaux impliqués et, ainsi, selon les moyens de contrôle et d'extinction les plus efficaces. Plus tôt un incendie est découvert, moins il a de chances de se propager et plus tôt l'équipage peut commencer à le combattre. Plusieurs types de systèmes de détection d'incendie sont utilisés à bord des navires.

1. Le Feu

Une fois qu'un incendie s'est déclaré, il continuera à brûler tant qu'il y aura quelque chose à brûler. Mais qu'est-ce qui déclenche un incendie et comment brûle-t-il ? Pourquoi certaines substances sont-elles plus ou moins inflammables que d'autres ? dans ce chapitre, nous examinons comment les incendies se propagent et comment les empêcher de se propager.

2. Chimie du feu

L'oxydation est un processus chimique dans lequel une substance se combine avec l'oxygène. Au cours de ce processus, de l'énergie est dégagée, généralement sous forme de chaleur. La rouille du fer et la pourriture du bois sont des exemples courants d'oxydation lente. Le feu, ou la combustion, est une oxydation rapide ; la substance brûlante se combine avec l'oxygène à un taux très élevé. L'énergie est dégagée sous forme de chaleur et de lumière

3. Le départ d'un incendie

Toute matière existe dans l'un des trois états suivants : solide, liquide ou gazeux (vapeur). Les molécules d'une vapeur ne sont pas du tout entassées ; ils sont libres de se déplacer. Pour qu'une substance s'oxyde, ses molécules doivent être assez bien entourées de molécules d'oxygène. Ainsi, les vapeurs peuvent brûler. Cependant, lorsqu'un solide ou un liquide est chauffé, ses molécules se déplacent rapidement. Si suffisamment de chaleur est appliquée, certaines molécules se détachent de la surface pour former une vapeur juste au-dessus de la surface. Ainsi cette vapeur peut s'enflammer sous certaines conditions.

4. La combustion

Ce que nous appelons la combustion est l'oxydation rapide de millions de molécules de vapeur. Les molécules s'oxydent en se séparant en atomes individuels et en se recombinant avec l'oxygène en nouvelles molécules. C'est au cours du processus de décomposition-recombinaison que l'énergie est libérée sous forme de chaleur et de lumière. La chaleur dégagée est de la chaleur rayonnante, qui est de l'énergie pure. C'est le même type d'énergie que le soleil rayonne et que nous ressentons sous forme de chaleur.

5. Réaction en chaîne

Le début d'une réaction en chaîne : la vapeur qui brûle produit de la chaleur qui libère et enflamme plus de vapeur. La vapeur supplémentaire brûle, produisant plus de chaleur, qui libère et enflamme encore plus de vapeur. Et ainsi de suite. Tant qu'il y a suffisamment de combustible disponible, le feu continue de croître et davantage de flammes sont produites. Cela continue généralement jusqu'à ce que la majeure partie du carburant ait été consommée. Un combustible solide peut laisser un résidu de cendres et continuer à couvrir pendant un certain temps. Un combustible liquide brûle généralement complètement. Les gaz brûlent plus intensément que les solides ou les liquides, car ils sont déjà à l'état de vapeur. Toute la rétroaction du rayonnement sert à enflammer la vapeur, de sorte qu'elle est plus complètement enflammée. Les gaz brûlent sans fumée ni laisser de résidus.

6. Triangle du Feu

D'après la section précédente, il est évident que trois éléments sont nécessaires à la combustion : le carburant (pour se vaporiser et brûler), l'oxygène (pour se combiner avec la vapeur de carburant) et la chaleur (pour élever la température de la vapeur de carburant à sa température d'inflammation). Le triangle du feu illustre ces exigences.

Il illustre également deux faits importants dans la prévention et l'extinction des incendies :

1. Si un côté du triangle de feu manque, un incendie ne peut pas démarrer.
2. Si un côté du triangle de feu est enlevé, le feu s'éteindra.

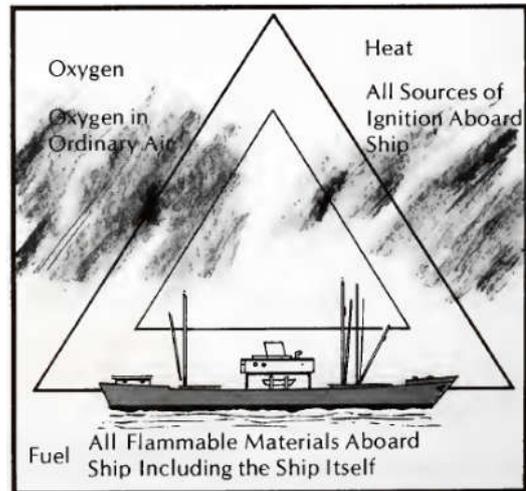


Figure 61 *Le triangle du feu les 3 éléments nécessaires*

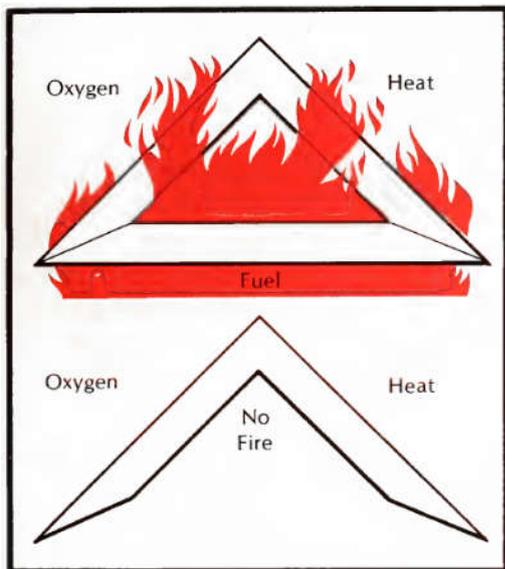


Figure 62 *Triangle du feu*

7. Combustibles et caractéristiques des carburants

7.1. Combustibles solides

Les combustibles solides les plus évidents sont le bois, le papier et le tissu. Ceux-ci se trouvent à bord des navires sous forme de cordages, de toiles, de calage, de meubles, de contreplaqué, de chiffons d'essuyage et de matelas. La peinture des cloisons est également un combustible solide. Les navires peuvent transporter une grande variété de combustibles solides en tant que cargaison. Les métaux tels que le magnésium, le sodium et le titane sont également des combustibles solides qui peuvent être transportés en tant que fret.

7.1.1. Pyrolyse :

Avant que le combustible solide ne brûle, il doit être changé à l'état de vapeur. Dans une situation d'incendie, ce changement résulte généralement de l'application initiale de chaleur. Le processus est connu sous le nom de pyrolyse, qui est généralement défini comme "la décomposition chimique par l'action de la chaleur". Dans ce cas, la décomposition provoque un passage de l'état solide à l'état vapeur.

7.1.2. Taux de combustion :

La vitesse de combustion d'un combustible solide dépend de sa configuration. Les combustibles solides sous forme de poussière ou de copeaux brûleront plus rapidement que les matériaux volumineux (c'est-à-dire que les petits copeaux de bois brûleront plus rapidement qu'une poutre en bois solide). Les combustibles finement divisés ont une surface beaucoup plus grande exposée à la chaleur. Par conséquent, la chaleur est absorbée beaucoup plus rapidement et la vaporisation est plus rapide. Plus de vapeur est disponible pour l'allumage, donc elle brûle avec une grande intensité et le carburant est rapidement consommé. Par contre, un combustible volumineux brûlera plus longtemps qu'un combustible finement divisé. Les nuages de poussière sont constitués de très petites particules. Lorsqu'un nuage de poussière inflammable (telle que la poussière de grain) est bien mélangé à l'air et enflammé, il brûle extrêmement rapidement, souvent avec une force explosive (exemple : chargement et du déchargement de céréales)

7.1.3. Température d'inflammation :

La température d'inflammation d'une substance (solide, liquide ou gaz) est la température la plus basse à laquelle une combustion soutenue se produira sans l'application d'une étincelle ou d'une flamme. Les températures d'inflammation varient selon les substances. Pour une substance donnée, la température d'inflammation varie également en fonction du volume, de la surface et d'autres facteurs. Les températures d'inflammation des matériaux combustibles courants se situent entre 149°C (300°F) et 538°C (1000°F).

7.2. Combustibles liquides

Les liquides inflammables que l'on trouve le plus souvent à bord des navires sont le combustible de soute, l'huile de lubrification, le carburant diesel, le kérosène, les peintures à base d'huile et leurs solvants. Les cargaisons peuvent contenir des liquides inflammables et des gaz inflammables liquéfiés.

7.2.1. Vaporisation :

Les liquides inflammables libèrent de la vapeur de la même manière que les combustibles solides. Le taux de libération de vapeur est plus élevé pour les liquides que pour les solides. De plus, les liquides peuvent libérer de la vapeur sur une large plage de températures

Une fois qu'un liquide inflammable léger ou lourd brûle, la rétroaction du rayonnement et la réaction en chaîne augmentent rapidement la production de flammes.

La vapeur produite par un liquide inflammable est plus lourde que l'air. Cela rend la vapeur très dangereuse, car elle cherchera des endroits bas, se dissipera lentement et se déplacera vers une source d'inflammation éloignée. Le résultat peut être une grave explosion et un incendie.

7.2.2. Combustion :

À poids égal, les liquides inflammables produisent environ 2,5 fois plus de chaleur que le bois. Cette chaleur est dégagée 3 à 10 fois plus vite des liquides que du bois. Ces rapports illustrent assez clairement pourquoi la vapeur de liquide inflammable brûle avec une telle intensité. Lorsque des liquides inflammables se renversent, ils exposent une très grande surface, dégagent une grande quantité de vapeur et produisent ainsi de grandes quantités de chaleur lorsqu'ils s'enflamment. C'est l'une des raisons pour lesquelles les grands incendies de réservoirs à ciel ouvert et les incendies de déversements de liquides brûlent si violemment.

7.2.3. Point d'éclair :

Le point d'éclair d'un combustible liquide est la température à laquelle il dégage suffisamment de vapeur pour former un mélange inflammable près de sa surface. Un mélange inflammable est un mélange de vapeur et d'air qui peut être enflammé par une source d'inflammation, mais qui n'est généralement pas suffisant pour entretenir la combustion. La combustion soutenue a lieu à une température légèrement plus élevée, appelée point d'inflammation. Les points d'éclair et d'inflammation (températures) des liquides sont déterminés lors d'essais contrôlés.

7.3. Combustibles gazeux

Il existe des gaz inflammables naturels et manufacturés. Ceux que l'on peut trouver à bord d'un navire comprennent l'acétylène, le propane et les butanes.

7.3.1. Combustion :

Les combustibles gazeux sont déjà à l'état de vapeur requis. Seul le bon mélange avec de l'oxygène et une chaleur suffisante sont nécessaires pour l'allumage. Les gaz, comme les liquides inflammables, produisent toujours une flamme visible ; et ne produisent pas de fumé.

7.3.2. Limites d'explosivité (limite d'inflammabilité) :

Un gaz inflammable ou la vapeur inflammable d'un liquide doit se mélanger à l'air dans la bonne proportion pour former un mélange inflammable. Le plus petit pourcentage d'un gaz (ou d'une vapeur) qui formera un mélange air-vapeur inflammable est appelé la limite inférieure d'explosivité (LIE) du gaz. S'il y a moins de gaz dans le mélange, il est trop pauvre pour brûler. Le plus grand pourcentage de gaz (ou de vapeur) dans un mélange air-vapeur inflammable est appelé sa limite supérieure d'explosivité (LSE). Si un mélange contient plus de gaz que la LSE, il est trop riche pour brûler. La plage de pourcentages entre les limites d'explosivité inférieure et supérieure est appelée la plage d'explosivité du gaz ou de la vapeur.



Tableau 12 Produits et leurs limites d'explosivité

PRODUIT	LIE	LSE
Gazoline	1.4	7.6
Kérosène	0.7	6.0
Propane	2.1	9.5
Hydrogène	4.0	74.2
Méthane	5.0	15.0
Ethylène Oxide	2.0	100.0

7.4. Oxygène

Le côté oxygène du triangle du feu fait référence à la teneur en oxygène de l'air ambiant. Ordinairement, une concentration minimale de 16 % d'oxygène dans l'air est nécessaire pour entretenir une combustion avec flammes. Cependant, la combustion lente peut avoir lieu dans environ 3% d'oxygène. L'air contient normalement environ 21 % d'oxygène, 78 % d'azote et 1 % d'autres gaz, principalement de l'argon.

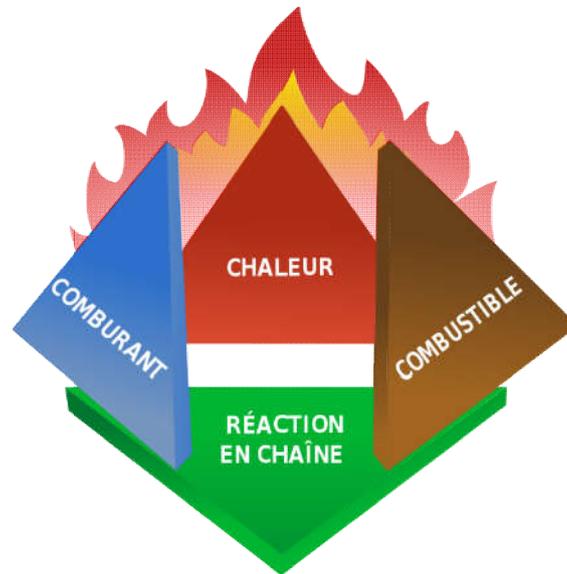
7.5. Chaleur

La chaleur est le troisième côté du triangle du feu. Lorsque suffisamment de chaleur, de carburant et d'oxygène sont disponibles, le triangle est complet et le feu peut exister. La chaleur d'allumage déclenche la réaction chimique appelée combustion. Il peut provenir de la flamme d'un briquet, d'étincelles causées par des métaux ferreux qui s'entrechoquent, de la chaleur générée par frottement, de la foudre, d'un chalumeau coupant ou soudant du métal, d'un court-circuit électrique, d'un arc électrique entre conducteurs ou de la surchauffe d'un conducteur ou moteur. Une chaleur suffisante peut également être produite à l'intérieur du combustible par une réaction chimique.

8. Le tétraèdre du feu

Le triangle du feu est un moyen simple d'illustrer les trois conditions d'existence d'un incendie. Cependant, cela n'explique pas la nature du feu. En particulier, il n'inclut pas la réaction en chaîne qui résulte de réactions chimiques entre le combustible, l'oxygène et la chaleur. Le tétraèdre du feu est une meilleure représentation du processus de combustion. (Un tétraèdre est une figure solide à quatre faces triangulaires. Il est utile pour illustrer et mémoriser le processus de combustion car il laisse de la place pour la réaction en chaîne et parce que chaque face touche les trois autres faces.)

La différence fondamentale entre le triangle du feu et le tétraèdre du feu est la suivante : le tétraèdre illustre comment la combustion enflammée est soutenue et entretenue à travers la réaction en chaîne. Dans un sens, la face à réaction en chaîne empêche les trois autres faces de s'effondrer. Ceci est un point important, car les agents extincteurs utilisés dans de nombreux extincteurs portables modernes, systèmes d'extinction automatiques et systèmes de suppression d'explosion attaquent et décomposent directement la séquence de réaction en



chaîne.

Figure 63 Tétraèdre du feu

8.1. Extinction par tétraèdre du feu

Un incendie peut être éteint en détruisant le tétraèdre du feu. Si le combustible, l'oxygène ou la chaleur sont retirés, le feu s'éteindra. Si la réaction en chaîne est interrompue, la réduction résultante de la production de vapeur et de chaleur éteindra le feu. (Cependant, un refroidissement supplémentaire avec de l'eau peut être nécessaire lorsqu'une combustion lente ou un reflash est une possibilité.)

8.1.1. Retirer le combustible (fuel)

Une façon d'enlever le combustible d'un feu est de procéder physiquement. Dans la plupart des cas, il s'agit d'une technique de lutte contre les incendies peu pratique. Cependant, il est souvent possible d'éloigner les combustibles proches du voisinage immédiat d'un incendie, de sorte que le feu ne s'étende pas. Parfois, un incendie dans un brûleur à mazout défectueux peut être maîtrisé et éteint en fermant la vanne d'alimentation.

8.1.2. Retirer l'oxygène

Un incendie peut être éteint en éliminant son oxygène ou en réduisant le niveau d'oxygène dans l'air à moins de 16 %. De nombreux agents extincteurs (dioxyde de carbone et mousse, par exemple) éteignent le feu avec une action étouffante qui prive le feu d'oxygène.

Cette méthode d'extinction est difficile (mais pas impossible) à utiliser dans un espace ouvert. Les navires-citernes qui transportent des produits pétroliers sont protégés par des systèmes à mousse avec des buses de surveillance sur le pont. Lorsqu'elle est utilisée rapidement et efficacement, la mousse est capable d'éteindre un feu de pont important.

Pour éteindre un incendie dans un espace clos tel qu'un compartiment, une salle des machines ou une soute, l'espace peut être inondé de dioxyde de carbone.

8.1.2.1. Substances comburantes

Une substance comburante est une matière qui libère de l'oxygène lorsqu'elle est chauffée ou, dans certains cas, lorsqu'elle entre en contact avec de l'eau. Les substances de cette nature comprennent les hypochlorites, les chlorates, les perchlorates, les nitrates, les chromates, les oxydes et les peroxydes. Tous contiennent des atomes d'oxygène qui sont faiblement liés dans leur structure moléculaire. C'est-à-dire qu'ils transportent leur propre approvisionnement en oxygène, suffisant pour soutenir la combustion. Cet oxygène est libéré lorsque les substances se décomposent, comme lors d'un incendie. Pour cette raison, les oxydants en combustion ne peuvent pas être éteints en éliminant leur oxygène. Au lieu de cela, de grandes quantités d'eau, limitées par les besoins de sécurité de la stabilité du navire (eau de ballaste), sont utilisées pour accomplir l'extinction.

8.1.3. Retirer la chaleur

La méthode la plus couramment utilisée pour éteindre un incendie consiste à évacuer la chaleur. La base du feu est attaquée avec de l'eau pour détruire la capacité du feu à se maintenir. L'eau est un absorbeur de chaleur très efficace. Lorsqu'il est correctement appliqué, il absorbe la chaleur du carburant et absorbe une grande partie du retour de rayonnement. En conséquence, la réaction en chaîne est indirectement attaquée à la fois à la surface du combustible et au niveau des flammes. La production de vapeur et de chaleur rayonnante est réduite. Une application continue contrôlera et éteindra le feu. L'eau pulvérisée peut être un agent extincteur très efficace. Pour une extinction complète, de l'eau doit être appliquée sur le siège du feu.

8.1.4. Briser la réaction en chaîne

Une fois la séquence de réaction en chaîne interrompue, un incendie peut être éteint rapidement. Les agents extincteurs couramment utilisés pour attaquer la réaction en chaîne et inhiber la combustion sont les produits chimiques secs et les halons. Ces agents attaquent directement la structure moléculaire des composés formés lors de la séquence de réaction en chaîne. La décomposition de ces composés affecte négativement la capacité de production de flammes du feu. L'attaque est extrêmement rapide ; dans certains systèmes automatiques, le feu est éteint en 50 à 60 millisecondes. En raison de leur action ultrarapide, les halons et les produits chimiques secs sont utilisés dans les systèmes automatiques de suppression des explosions.

9. Propagation du feu

Si un incendie est attaqué tôt et efficacement, il peut facilement être confiné à la zone dans laquelle il s'est déclaré. S'il est autorisé à brûler sans contrôle, il peut générer de grandes quantités de chaleur qui s'éloigneront de la zone d'incendie, allumant des incendies supplémentaires partout où du carburant et de l'oxygène sont disponibles. Et les deux sont en abondance dans la plupart des navires. Les cloisons et ponts en acier et autres barrières coupe-feu peuvent arrêter ou retarder le passage de la chaleur dans une certaine mesure, mais pas complètement. Au fur et à mesure que la source de combustible d'origine est consommée, la chaleur, et donc le feu, s'étendra à de nouvelles sources de combustible.

La chaleur d'un incendie est transférée par une ou plusieurs des trois méthodes suivantes : conduction, rayonnement et convection.

9.1. Conduction

La conduction est le transfert de chaleur à travers un corps solide. Les métaux sont de bons conducteurs de chaleur. Étant donné que la plupart des navires sont construits en métal, le transfert de chaleur par conduction est un danger potentiel.

9.2. Radiation

Le rayonnement thermique est le transfert de chaleur d'une source à travers un espace intermédiaire ; aucune substance matérielle n'est impliquée. La chaleur se propage à partir du feu de la même manière que la lumière, c'est-à-dire en lignes droites. Lorsqu'il entre en contact avec un corps, il est absorbé, réfléchi ou transmis. La chaleur absorbée augmente la température du corps absorbant.

Une chaleur rayonnante intense peut rendre l'approche du feu extrêmement difficile. Pour cette raison, des vêtements de protection doivent être portés par les pompiers et la chaleur doit être réduite grâce à l'utilisation d'un écran thermique tel que de l'eau pulvérisée ou de la poudre chimique.

9.3. Convection

La convection est le transfert de chaleur par le mouvement de la matière chauffée, c'est-à-dire par le mouvement de la fumée, de l'air chaud, des gaz chauffés produits par le feu et des braises volantes. Lorsqu'elle est confinée (comme dans un navire), la chaleur se déplace selon des schémas prévisibles. C'est le cycle de convection.

La chaleur provenant d'un incendie sur un pont inférieur se déplacera horizontalement le long des passages, puis vers le haut via les ouvertures des échelles et des écoutilles. Il enflammera les matériaux inflammables sur son passage.

10. Les produits dangereux de la combustion

Le feu produit des flammes, de la chaleur, des gaz et de la fumée. Chacun de ces produits de combustion peut causer des blessures graves ou la mort.

10.1. Les Flammes

Le contact direct avec les flammes peut entraîner des brûlures cutanées totalement ou partiellement invalidantes et des lésions graves des voies respiratoires. Pour éviter les brûlures cutanées lors d'une attaque par le feu, les membres d'équipage doivent maintenir une distance de sécurité par rapport au feu, à moins qu'ils ne soient correctement protégés et équipés pour l'attaque. Des vêtements de protection doivent être portés lors de la lutte contre un incendie grave.

10.2. La Chaleur

Le feu génère très rapidement des températures supérieures à 93 °C et la température peut atteindre plus de 427 °C dans un espace clos. Les températures supérieures à 50 °C sont dangereuses pour les humains, même s'ils portent des vêtements de protection et un appareil respiratoire. Les effets dangereux de la chaleur vont des blessures mineures à la mort. L'exposition directe à l'air chaud peut provoquer une déshydratation, un épuisement dû à la chaleur, des brûlures et un blocage des voies respiratoires par des fluides.

10.3. Les gaz

Les gaz particuliers produits par un incendie dépendent principalement du combustible. Les gaz dangereux les plus courants sont le dioxyde de carbone (CO₂), produit d'une combustion complète, et le monoxyde de carbone (CO), produit d'une combustion incomplète. Le monoxyde de carbone est le plus dangereux des deux. Lorsque de l'air mélangé à du monoxyde de carbone est inhalé, le sang absorbe le CO avant d'absorber l'oxygène. Le résultat est un manque d'oxygène dans le cerveau et le corps. L'exposition à une concentration de 1,3 % de CO entraînera une perte de conscience en deux ou trois respirations et la mort en quelques minutes.

Le dioxyde de carbone agit sur le système respiratoire. Lorsque la teneur en oxygène de l'air chute de son niveau normal de 21 % à environ 15 %, le contrôle musculaire humain est réduit. À 10 % à 14 % d'oxygène dans l'air, le jugement est altéré et la fatigue s'installe. L'inconscience résulte généralement de concentrations d'oxygène inférieures à 10 %.

Plusieurs autres gaz générés par un incendie préoccupent également les pompiers. Par conséquent, toute personne pénétrant dans un incendie doit porter un appareil respiratoire approprié.

10.4. La fumée

La fumée est un produit visible du feu qui ajoute au problème de respiration. Il est composé de carbone et d'autres substances non brûlées sous forme de particules en suspension. Il transporte également les vapeurs d'eau, d'acides et d'autres produits chimiques, qui peuvent être toxiques ou irritants lorsqu'ils sont inhalés. La fumée réduit considérablement la visibilité dans et au-dessus de la zone d'incendie. Il irrite les yeux, le nez, la gorge et les poumons.

11. Classes de feu (NFPA)

Le système de classification des incendies utilisé a été initialement conçu par la National Fire Protection Association (NFPA). Dans ce schéma, les feux sont classés selon le combustible et les agents extincteurs les plus efficaces, comme suit :

- Incendies de classe A : Incendies impliquant des matériaux combustibles courants (produisant des cendres), qui peuvent être éteints à l'aide d'eau ou de solutions aqueuses. Les matériaux de cette catégorie comprennent le bois et les matériaux à base de bois, le tissu, le papier, le caoutchouc et certains plastiques.
- Feux de classe B : Feux de liquides inflammables ou combustibles, de gaz inflammables, de graisses et produits assimilés. L'extinction s'effectue en coupant l'alimentation en oxygène du feu ou en empêchant le dégagement de vapeurs inflammables.
- Incendies de classe C : Incendies impliquant des équipements, des conducteurs ou des appareils électriques sous tension. Des agents extincteurs non conducteurs doivent être utilisés pour la protection des membres d'équipage.
- Incendies de classe D : Incendies impliquant des métaux combustibles, par exemple, le sodium, le potassium, le magnésium, le titane et l'aluminium. L'extinction s'effectue par l'utilisation d'agents extincteurs absorbant la chaleur tels que certaines poudres sèches qui ne réagissent pas avec les métaux en combustion.

Cependant, certains combustibles se trouvent dans des combinaisons et les incendies électriques impliquent toujours du combustible solide. Par conséquent, à des fins de lutte contre l'incendie, il existe en réalité six classes :

- Incendies de classe A (combustible solide inflammable commun).
- Incendies de classe B (combustible liquide ou gazeux inflammable).
- Feux combinés de classe A et de classe B (combustible solide combiné à un combustible liquide ou gazeux).
- Incendies combinés de classe A et de classe C (combustible solide combiné à un équipement électrique).
- Incendies combinés de classe B et de classe C (combustible liquide ou gazeux combiné à un équipement électrique).
- Feux de classe D (combustible à base de métal).

Cette liste comprend tous les types de feu connus. Notez que l'environnement d'un incendie, c'est-à-dire l'endroit où il se produit, n'affecte pas sa classification. Par exemple, les incendies

de classe B sont des incendies de classe B, qu'ils se produisent dans une salle des machines ou sur un quai.

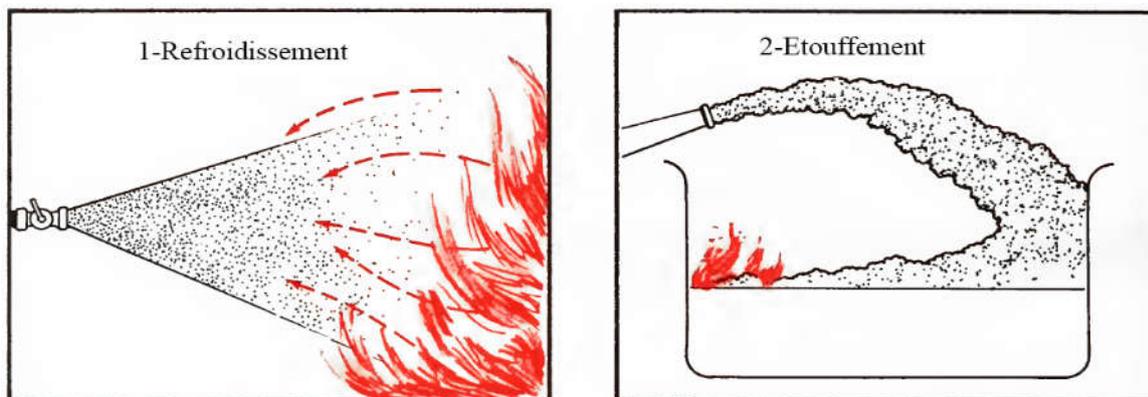
L'objectif principal de ce système de classification est d'aider les membres d'équipage à choisir le meilleur agent extincteur. Le choix d'un agent extincteur dépend de la classe d'incendie, des risques encourus et des agents disponibles. Il ne suffit pas de savoir que l'eau est ce qu'il y a de mieux pour organiser une classe. Un incendie parce qu'il refroidit ou qu'un produit chimique sec fonctionne bien pour éteindre les flammes d'un liquide en combustion. L'agent extincteur doit être appliqué correctement et de bonnes techniques de lutte contre l'incendie doivent être utilisées.

12. Agents d'extinction

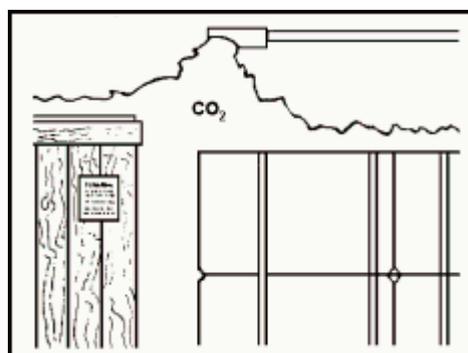
Un agent extincteur est une substance qui éteint un incendie. Chaque agent extincteur agit en attaquant un ou plusieurs côtés du triangle de feu.

Refroidissement : Réduit la température du carburant en dessous de sa température d'allumage. Il s'agit d'une attaque directe sur le côté chaleur du triangle de feu.

Étouffement : Sépare le carburant de l'oxygène. Cela peut être considéré comme une attaque sur le bord du triangle de feu où les côtés combustible et oxygène se rencontrent.



Dilution d'oxygène : Réduit la quantité d'oxygène disponible en dessous de celle nécessaire pour entretenir la combustion. Il s'agit d'une attaque du côté oxygène du triangle.



3- Dilution de l'O2

12.1. Types d'agents d'extinction

Huit agents extincteurs sont d'usage courant. Chacun est appliqué sur le feu sous forme de liquide, de gaz ou de solide, selon son action extinctrice et ses propriétés physiques. Certains peuvent être utilisés sur plusieurs types de feux, tandis que d'autres sont d'utilisation plus limitée.

Tableau 13 Types d'agents extincteurs

LIQUIDES	GAZ	SOLIDES
Eau pulvérisé	Dioxyde de carbone CO2	Phosphate Monoammonique
Mousse	Halon 1301	Bicarbonate
		Bicarbonate de Potassium
		Chlorure de potassium

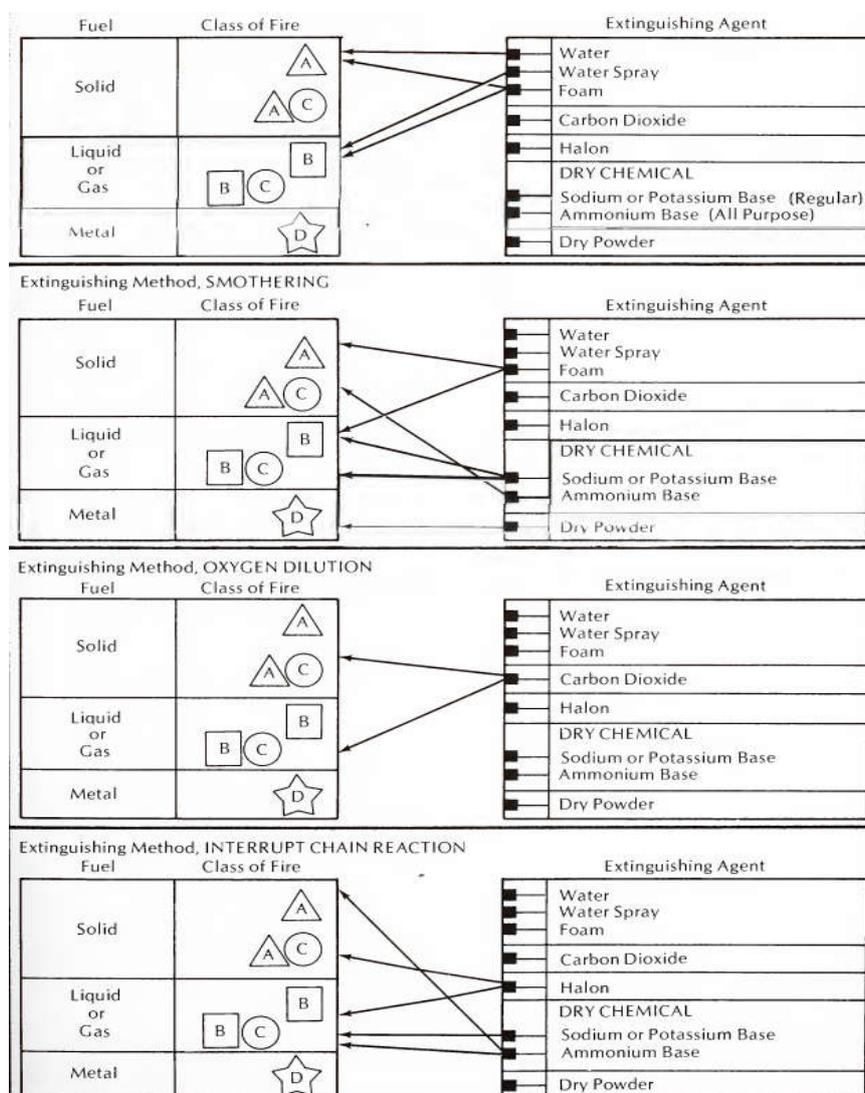


Figure 64 Les actions des agents extincteurs sur les différentes classes de feux.

12.2. Agents d'extinction pour les différentes classes de feu

Il est nécessaire d'utiliser le type d'agent d'extinction le plus approprié pour éteindre un incendie. Sélectionnez un agent extincteur qui effectuera la tâche en un minimum de temps, causera le moins de dégâts et entraînera le moins de danger pour les membres d'équipage.

13. Système de lutte contre l'incendie

13.1. L'eau

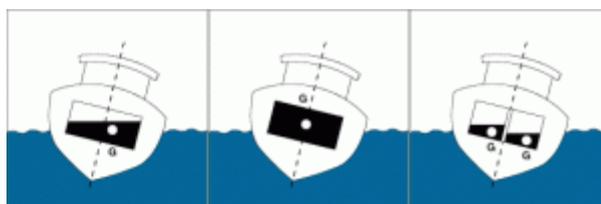
L'eau est avant tout un agent de refroidissement. Il absorbe la chaleur et refroidit les matériaux en combustion plus efficacement que tout autre agent extincteur couramment utilisé. L'eau a un effet secondaire important. Lorsqu'il se transforme en vapeur, il passe de l'état liquide à l'état gazeux (vapeur). L'eau de mer est tout aussi efficace pour combattre en premier que l'eau douce.

13.1.1. L'eau de Mer :

« Déplacer l'eau vers le feu » En mer, l'approvisionnement en eau est illimité ; cependant, déplacer l'eau est une autre affaire. La quantité d'eau qui peut être déplacée vers un incendie à bord d'un navire dépend du nombre de pompes transportées et de leurs capacités. L'eau doit toujours être utilisée de manière économique et judicieuse. Si ce n'est pas le cas, son poids peut affecter l'équilibre du navire. Cela est particulièrement vrai si de grandes quantités d'eau sont introduites et restent à un point haut du navire : le poids de l'eau soulève le centre de gravité du navire, ce qui nuit à sa stabilité. Dans de nombreux cas, le navire gîtera ou même chavirera. L'eau qui n'est pas confinée mais qui peut s'écouler vers les parties inférieures du navire peut affecter la flottabilité du navire.

- Effet de carène liquide :

Lorsqu'un navire dont les caisses sont remplies s'incline, le contenu des caisses ne se déplace pas. Le centre de gravité de la caisse ne change pas et n'influe donc pas sur la stabilité du navire.



Dans une caisse ou dans une cale partiellement remplie, le contenu se déplace avec le mouvement du bateau. Cet effet de carène liquide accroît le danger d'un chavirement. Lorsqu'un navire qui a des compartiments partiellement remplis s'incline, le contenu des compartiments se déplace. Le centre de gravité se déplace latéralement ce qui rend le navire moins stable. (canada.ca/securite-maritime)

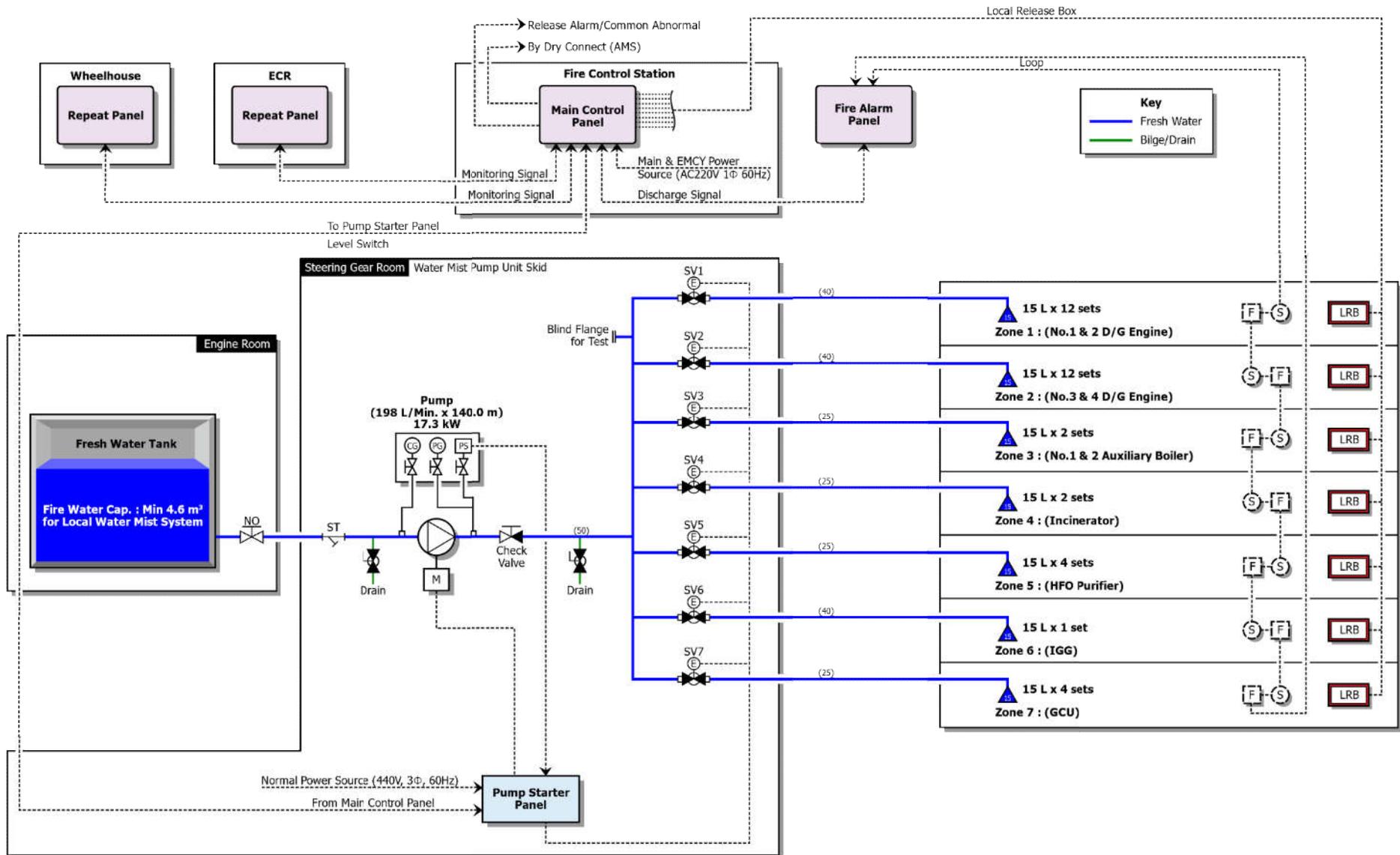


Figure 65 Système local de lutte contre les incendies E/R à base d'eau

13.1.2. Principe d'extinction d'incendie par brouillard d'eau :

Ce brouillard d'eau éteint le feu local sur les équipements désignés à la fois par effet de refroidissement et d'étouffement.

Lorsque le brouillard d'eau est pulvérisé sur le feu, il s'évapore rapidement et se transforme en vapeur, qui entoure la zone d'incendie et refroidit l'objet et empêche un nouvel apport d'air de l'extérieur vers le feu, ce qui entraîne l'étouffement de la zone d'incendie.

- Rinçage à l'eau de la canalisation :

La canalisation du skid de brouillard d'eau à la buse doit être bien rincée avant l'installation des buses. La buse peut être bloquée en raison de particules résiduelles ou de débris dans le tuyau. Ainsi, avant le montage de la buse, il est nécessaire de rincer la conduite avec de l'eau propre en plus du soufflage d'air comprimé.

- Démarrage automatique du système :

1) Le système fonctionne lorsque le sélecteur de démarrage du système est en position automatique.

2) La brume est automatiquement libérée lorsque les détecteurs d'incendie sont activés. Et les alarmes visuelles et sonores sont toutes actionnées. Par conséquent, aucune opération pour le système n'est nécessaire.

3) Dans ce mode, le panneau de déverrouillage à distance et le boîtier de déverrouillage local sont en fonction et lorsque le bouton-poussoir de déverrouillage est enfoncé, le système est activé de la même manière que la procédure de démarrage automatique du système.

- Arrêt automatique du système :

1) Appuyez sur le bouton "System Stop" après avoir confirmé que le feu a été éteint.

REMARQUE :

Lorsque la position manuelle est sélectionnée, le système ne peut pas démarrer automatiquement.

En cas de fonctionnement manuel et de fonctionnement d'urgence, la procédure suivante doit être effectuée ;

- Démarrage manuel du système dans le panneau de commande principal :

1) Le système fonctionne lorsque le sélecteur de démarrage du système est en position manuelle.

2) En cas d'incendie, appuyez sur l'interrupteur de démarrage du système pour la zone protégée concernée. Confirmez que la pompe à eau basse pression est activée et que la brume est libérée avec le voyant lumineux sur le panneau.

- Arrêt manuel du système :

1) Appuyez sur le bouton "System Stop" après avoir confirmé que le feu a été éteint.

Démarrage d'urgence du système :

- 1) Ouvrir la vanne de section pour la zone dangereuse en actionnant le dispositif de commande manuelle.
- 2) Changez le mode de contrôle sur "local" à l'aide du sélecteur et appuyez sur le bouton de démarrage de la pompe sur le démarreur de la pompe locale.
- 3) Le système fonctionne maintenant.

- Arrêt d'urgence du système :

- 1) Appuyez sur le bouton « arrêt de la pompe » sur le démarreur de la pompe locale.

Après le fonctionnement du système

- 1) Changez le mode de contrôle sur "à distance" par le commutateur de sélection sur le démarreur de pompe local.
- 2) Réinitialisez la vanne de section pour la zone dangereuse en actionnant le dispositif de commande manuelle.
- 3) L'interrupteur de l'appareil de chauffage doit toujours être maintenu sur "chauffage en marche".

13.2. Mousse

La mousse est une couverture de bulles qui éteint le feu, principalement par étouffement. Le mélange d'eau et d'un agent moussant (concentré de mousse) produit des bulles. Le résultat est appelé une solution moussante. Les différentes solutions moussantes sont plus légères que la plus légère des huiles inflammables. Par conséquent, lorsqu'ils sont appliqués sur des huiles en combustion, ils flottent à la surface de l'huile (Figure 11-13).

13.2.1. Effets d'extinction de la mousse

La mousse anti-incendie est utilisée pour former une couverture à la surface des liquides enflammés, y compris les huiles. La couverture de mousse empêche les vapeurs inflammables de quitter la surface et empêche l'oxygène d'atteindre le carburant. Le feu ne peut pas exister lorsque le combustible et l'oxygène sont séparés. L'eau contenue dans la mousse a également un effet refroidissant, ce qui confère à la mousse sa capacité d'extinction de classe A. La qualité de la mousse est généralement définie en fonction de son temps de drainage de 25 %, de son taux d'expansion et de sa capacité à résister à la chaleur (résistance au retour de flamme). Ces qualités sont influencées par :

- La nature chimique des émulseurs.
- La température et la pression de l'eau.
- L'efficacité du dispositif de fabrication de mousse.

Les deux types de mousse de base sont chimiques et mécaniques :

- Mousse chimique : Vous pouvez former une mousse chimique en mélangeant un alcalin (généralement du bicarbonate de sodium) avec un acide (généralement du sulfate d'aluminium) dans de l'eau.

- Mousse mécanique (à air) : La mousse mécanique est produite en mélangeant un concentré de mousse avec de l'eau pour produire une solution de mousse. Le mélange turbulent de l'air et de la solution de mousse produit des bulles. Comme son nom l'indique, les bulles sont remplies d'air. La conception de l'équipement détermine la quantité de mousse produite.

Il existe plusieurs types de mousses mécaniques. Ils sont de nature similaire, mais chacun a ses propres capacités spéciales de lutte contre les incendies. Les tensioactifs sont utilisés pour produire une mousse filmogène aqueuse, communément appelée AFFF.

13.2.2. Avantages de la mousse :

Malgré ses limites, la mousse est assez efficace pour lutter contre les incendies de classe A et de classe B. Les nombreux avantages de la mousse sont les suivants :

- Agent d'étouffement très efficace. Fournit également un refroidissement comme effet secondaire.
- Établit un pare-vapeur qui empêche les vapeurs inflammables de monter. La surface d'un réservoir exposé peut être recouverte de mousse pour le protéger d'un incendie dans un réservoir voisin.
- Agent extincteur le plus efficace pour les incendies impliquant de grands réservoirs de liquides inflammables.
- Fabriqué avec de l'eau douce ou de l'eau de mer et de l'eau dure ou douce.
- Ne se décompose pas facilement ; il éteint le feu progressivement lorsqu'il est appliqué à un taux adéquat.
- Reste en place, couvre et absorbe la chaleur des matériaux qui pourraient provoquer une réinflammation.
- Utilise l'eau de manière économique. Ne taxe pas les pompes à incendie du navire.
- Les concentrés ne sont pas lourds et les systèmes de mousse ne prennent pas beaucoup de place.

13.2.3. Limites d'utilisation de la mousse

Les mousses sont des agents extincteurs efficaces lorsqu'elles sont utilisées correctement. Cependant, certaines limitations sur la mousse incluent ce qui suit :

- Parce qu'il s'agit de solutions aqueuses (eau), elles sont électriquement conductrices et ne doivent pas être utilisées sur des équipements électriques sous tension.
- Comme l'eau, les mousses ne doivent pas être utilisées sur les feux de métaux combustibles.

- Spécification :

Fabricant: NK Co., Ltd.

Type : 1 % de mousse à haut foisonnement

Mousse 1%, eau douce 99%

13.2.4. Description générale

Ce système utilise une mousse à haut foisonnement pour éteindre les incendies dans une zone à risque d'incendie telle que les salles des machines.

13.2.5. Règle d'application

Tout système fixe à mousse à haut foisonnement requis dans les locaux de machines doit être capable de décharger rapidement par des sorties de décharge fixes une quantité de mousse suffisante pour remplir le plus grand espace à protéger à une vitesse d'au moins 1 m de profondeur par minute.

La quantité de liquide moussant disponible doit être suffisante pour produire un volume de mousse égal à cinq fois le volume du plus grand espace à protéger. Le taux d'expansion de la mousse ne doit pas dépasser 1 000 pour 1.

Différents types d'émulseur ne doivent pas être mélangés dans un système de mousse à haut foisonnement. Les registres, portes et autres ouvertures appropriées du niveau supérieur restent ouverts en cas d'incendie.

Réintégrer l'espace protégé après une décharge du système, porter un appareil respiratoire afin de se protéger de l'air appauvri en oxygène et des produits de combustion entraînés dans la couverture de mousse. La salle du générateur de mousse doit être ventilée pour se protéger contre la surpression et doit être chauffée pour éviter la possibilité de gel

13.2.6. Composants principaux

Générateur de mousse à haut foisonnement :

Le générateur de mousse produit une mousse à haut foisonnement à l'aide d'un mélange mousse-eau. À la pression de conception de 0,4 MPa, la mousse est produite au taux d'expansion de la mousse de 670 fois.

Assurez-vous que les générateurs disposent d'un espace libre sans obstacles plus importants, comme une cloison, une grande tuyauterie, des armoires, etc., devant la sortie de mousse. Les petits obstacles tels que les petits tuyaux, les câbles, etc. ne provoqueront pas de dégradation particulière de la mousse.

13.2.7. Doseur équilibré :

Un doseur équilibré induit un liquide moussant dans l'eau d'incendie circulant à l'intérieur des tuyaux, produisant une solution d'eau moussante à un rapport de mélange constant (concentration). Ne touchez pas après avoir réglé la vis de réglage pour le taux de mélange, 1 %.

- Unité de réservoir de mousse :

Le réservoir d'émulseur stocke la mousse liquide nécessaire au système d'extinction d'incendie à mousse à haut foisonnement.

La surface intérieure de ce réservoir est recouverte d'époxy pour empêcher la corrosion de la mousse liquide. Des instruments tels qu'une soupape de reniflard qui maintient la pression à l'intérieur du réservoir à la pression atmosphérique, une soupape de sécurité qui empêche la pompe à mousse liquide d'augmenter la pression en ligne, un indicateur de niveau de liquide et des vannes de vidange sont installés sur le réservoir.

13.2.8. Mode automatique :

- Commencer

- 1) Appuyez sur le bouton d'ouverture de la vanne principale de la zone d'incendie concernée.
- 2) La vanne d'aspiration de mousse (FSV), la vanne d'aspiration d'eau de mer (SSV), la pompe à incendie em'cy, la pompe à mousse, fonctionneront automatiquement.

- Arrêter :

- 1) Appuyez sur le bouton de fermeture de la vanne principale de la zone d'incendie concernée.
- 2) La vanne d'aspiration de mousse (FSV), la vanne d'aspiration d'eau de mer (SSV), la pompe à incendie em'cy, la pompe à mousse, se suspendront automatiquement.

13.2.9. Mode manuel :

- Commencer

- 1) Appuyez sur le bouton d'ouverture de la vanne principale de la zone d'incendie concernée.
- 2) Appuyez sur le bouton d'ouverture de la vanne d'aspiration de mousse (FSV) et de la vanne d'aspiration d'eau de mer (SSV).
- 3) Appuyez sur le bouton de démarrage de la pompe à incendie em'cy.
- 4) Appuyez sur le bouton de démarrage de la pompe à mousse anti-incendie.

13.3. Gaz carbonique :

Systèmes d'extinction au CO₂ sont, depuis longtemps, homologués pour l'installation sur navire ainsi que pour les occupations industrielles à terre. À bord des navires, le dioxyde de carbone a été approuvé pour les compartiments de cargaison et de citerne, les espaces contenant des machines de propulsion principales à combustion interne ou à turbine à gaz et d'autres espaces.

13.3.1. Propriétés d'extinction du dioxyde de carbone :

Le dioxyde de carbone éteint le feu principalement par étouffement. Il dilue l'air entourant le feu jusqu'à ce que la teneur en oxygène soit trop faible pour entretenir la combustion. Pour cette raison, il est efficace sur les incendies de classe B, où la considération principale est de maintenir les vapeurs inflammables séparées de l'oxygène dans l'air. Le CO₂ a un effet refroidissant très limité. Il peut être utilisé sur des feux de classe A dans des espaces confinés, où l'atmosphère peut être suffisamment diluée pour arrêter la combustion. Cependant, l'extinction au CO₂ prend du temps. La concentration de dioxyde de carbone doit être maintenue jusqu'à ce que tout le feu soit éteint. Il faut de la contrainte et de la patience.

Le dioxyde de carbone est parfois utilisé pour protéger les zones contenant des objets de valeur. Contrairement à l'eau et à certains autres agents, le dioxyde de carbone se dissipe sans laisser de résidu. Comme il ne conduit pas l'électricité, il peut être utilisé sur des équipements électriques sous tension. Cependant, les pompiers doivent maintenir une distance raisonnable lorsqu'ils utilisent un extincteur à CO₂ portatif ou un tuyau d'arrosage d'un système semi-portable sur un appareil à haute tension.

13.3.2. Utilisations du dioxyde de carbone :

Le dioxyde de carbone est principalement utilisé pour les incendies de classe B et de classe C. Il peut également être utilisé pour abattre un incendie de classe A. Il est particulièrement efficace sur les feux impliquants :

- Huiles et graisses inflammables.
- Équipements électriques et électroniques, tels que moteurs, générateurs et appareils de navigation.
- Matières solides dangereuses et semi-dangereuses (comme certains plastiques, à l'exception de ceux qui contiennent leur propre oxygène [comme la nitrocellulose]).
- Espaces machines, salles des machines, peinture et casiers à outils.
- Espaces de chargement pouvant être inondés de dioxyde de carbone.
- Cuisines et autres zones de cuisson, telles que les cuisines diététiques.
- Compartiments contenant des cargaisons de grande valeur, des machines délicates et d'autres matériaux qui seraient détruits ou endommagés par de l'eau ou des agents extincteurs à base d'eau.
- Espaces où le nettoyage après incendie serait un problème.

13.3.3. Limitations de l'utilisation du dioxyde de carbone :

Les extincteurs portatifs au CO₂ sont principalement utilisés pour les petits incendies électriques (classe C) et ont une efficacité limitée sur les incendies de classe B. Leur utilisation sera limitée aux feux de piscine de classe B ne dépassant pas quatre pieds carrés. Un fonctionnement réussi nécessite une approche rapprochée en raison des caractéristiques de courte portée de l'extincteur (4 à 6 pieds).

- Efficacité :

Le CO₂ n'est pas efficace sur les substances qui contiennent leur propre oxygène (agents oxydants).

Usage extérieur. Pour être pleinement efficace, le gaz doit être confiné. Pour cette raison, le CO₂ n'est pas aussi efficace à l'extérieur que dans un espace confiné. Cela ne signifie pas qu'il ne peut pas être utilisé à l'extérieur.

- Possibilité de rallumage :

Comparé à l'eau, le dioxyde de carbone a une capacité de refroidissement très limitée. Il peut ne pas refroidir le carburant en dessous de sa température d'inflammation et il est plus susceptible que d'autres agents extincteurs de permettre une reflash.

- Dangers :

Bien que le dioxyde de carbone ne soit pas toxique pour le système humain, il suffoque à la concentration nécessaire à l'extinction. Une personne exposée à cette concentration souffrirait de vertiges et d'inconscience. À moins d'être évacuée rapidement à l'air frais, la victime pourrait mourir.

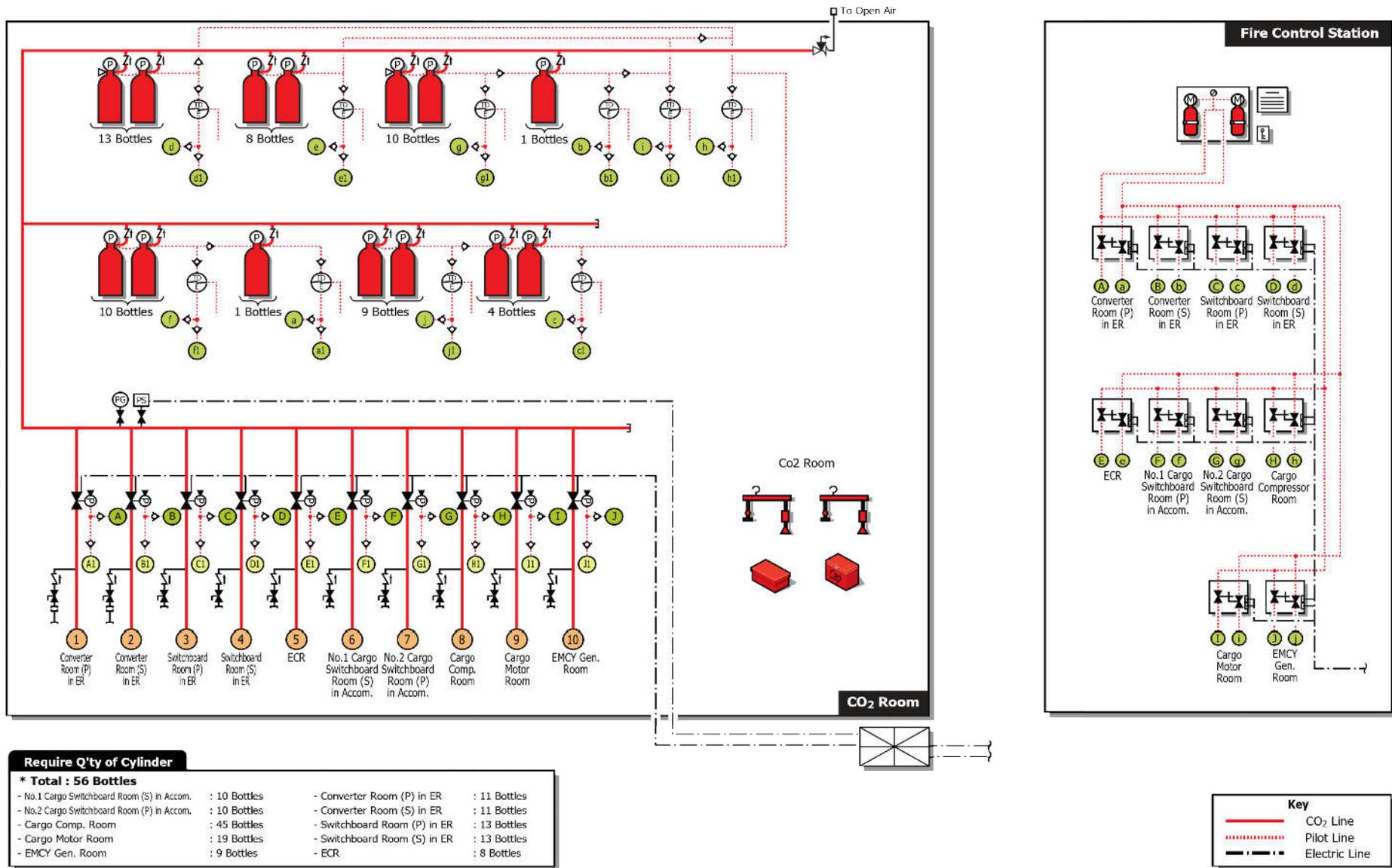


Figure 67 système CO₂

13.3.4. Système d'inondation de CO2

Le système d'injection de CO2 se compose de 56 bouteilles contenant chacune 45 kg et de bouteilles haute pression. Ceux-ci sont contenus dans la salle CO2, située sur le pont supérieur du carter de la salle des machines.

L'inondation des zones protégées est réalisée par la manœuvre des vannes à boisseau sphérique à partir de leurs armoires respectives dans le poste de contrôle incendie ou dans la salle CO2 et la libération des bouteilles de CO2 pilotes (armoires de libération dans le poste de commande incendie et dans la salle CO2). A l'ouverture de la porte de l'armoire d'alimentation, l'alarme CO2 est activée et les ventilateurs s'arrêtent à l'ouverture des vannes principales.

Le gaz pilote est dirigé par le fonctionnement de la vanne principale respective (ayant d'abord actionné le commutateur de temporisation en aval des cylindres HP) et la vanne principale pour la zone sélectionnée.

Le fonctionnement du système de CO2 peut être effectué dans le poste de contrôle des incendies, la salle de CO2 et localement.

ATTENTION :

La libération de CO2 dans n'importe quel espace ne doit être envisagée que lorsque toutes les autres options ont échoué et uniquement sur les instructions directes du Maître.



Figure 68 CO2 System Release Control Cabinet

13.3.5. Composants :

- Stockage de CO2
- Soupape de cylindre
- Actionneur de pression
- Soupape pilote
- Disposition du collecteur
- Vanne principale actionnée par pression
- Ventilation du pilote CO2
- Type Vent-Bleed pour ligne pilote
- Boîtier de commande

13.3.6. Mode d'emploi :

Les petits incendies dans la salle des machines doivent être éteints immédiatement à l'aide des extincteurs portatifs disponibles ou des lignes à main à eau et mousse.

Si l'extinction échoue et qu'il est nécessaire de quitter la pièce en raison de la chaleur et de la fumée, les groupes de mazout, y compris la pompe de transfert, les super éjecteurs et les séparateurs en fonctionnement, doivent être arrêtés.

En même temps, tous les ventilateurs sont arrêtés, toutes les ouvertures fermées et l'alarme incendie est donnée. Sur instruction du capitaine, le système d'extinction au CO2 pour l'envahissement total de la salle des machines et d'autres locaux doit être déclenché conformément aux instructions détaillées dans le boîtier de commande.

13.3.7. En cas d'incendie dans un compartiment protégé

Si un incendie dans le compartiment protégé ne peut pas être éteint par un équipement portatif de lutte contre l'incendie, le système au CO2 doit être utilisé le plus rapidement possible.

Ainsi, procédez comme suit :

- 1) Couper l'alimentation en carburant, le cas échéant.
- 2) Assurez-vous que toutes les personnes ont évacué le compartiment protégé en feu.
- 3) Fermez toutes les portes, écrouilles et autres ouvertures du compartiment protégé en feu.

MISE EN GARDE :

Ne pas entrer à moins que le système CO2 ne soit verrouillé. Lorsque l'alarme retentit, évacuez la zone dangereuse. Au bout de 30 secondes après le déclenchement de l'alarme, le gaz d'extinction d'incendie CO2 sera déchargé. Après la décharge de CO2, ne pas rentrer avant d'avoir été complètement ventilé.

ATTENTION :

Lorsque l'alarme retentit, évacuez immédiatement. Au bout de 30 secondes après le déclenchement de l'alarme, le gaz d'extinction d'incendie CO2 sera déchargé.

13.3.8. Au poste de contrôle des incendies :

- 1) Allez à la boîte à clés et cassez l'acrylique et récupérez la clé.
- 2) Ouvrir la porte de l'armoire de la vanne de régulation correspondante.
 - a) Ouvrez la porte.
 - L'alarme sera activée.
 - Les ventilateurs de ventilation doivent être arrêtés.
 - b) Ouvrir la vanne n°1 et la vanne n°2.
- 3) Allez dans l'armoire du cylindre de commande.
 - a) Ouvrez la porte avec la clé.
 - b) S'assurer que tout le personnel a quitté l'espace à inonder avec CO2.
 - c) Assurez-vous que l'évent est arrêté et que les ouvertures des trappes, des portes fermées.
 - d) Ouvrez le robinet de la bouteille.
 - Après environ 30 secondes de temporisation, le CO2 sera évacué des cylindres de CO2 et le système fonctionnera.

13.3.9. Opération d'urgence pour libérer manuellement le CO2

En cas d'échec de fonctionnement du système à partir de l'armoire de commande, rendez-vous dans la salle CO2.

- 1) Assurez-vous que tout le personnel a été évacué de l'espace à inonder de CO2.
- 2) Vérifiez que tous les ventilateurs de ventilation sont arrêtés, les portes et les écoutilles fermées.
- 3) Ouvrir la vanne principale correspondante. Tournez la poignée de la vanne dans le sens inverse des aiguilles d'une montre ou tirez le levier de la vanne vers le haut.
- 4) Allez à la bouteille et ouvrez le robinet de la bouteille.
 - Retirer la goupille de sécurité de l'actionneur monté sur le robinet de la bouteille.
 - Abaissez le levier de commande et le gaz CO2 est évacué.
- 5) Effectuez la même action rapidement pour les quantités requises de bouteilles de CO2.
- 6) Le système fonctionne maintenant.

- Après la sortie :
 - 1) Prévoyez suffisamment de temps pour que le gaz CO₂ éteigne le feu.
 - 2) Fermez les bouteilles pilotes de CO₂.
 - 3) Ne pas rouvrir l'espace tant que toutes les précautions raisonnables n'ont pas été prises pour s'assurer que le feu est éteint.
 - 4) Lorsque le feu est éteint, aérez bien l'espace.
 - 5) Les personnes qui rentrent dans l'espace doivent continuer à porter un appareil respiratoire à air comprimé jusqu'à ce que l'atmosphère ait été vérifiée et qu'il ait été constaté qu'elle contient au moins 21 % d'oxygène.

13.4. Produits chimiques secs

. Les agents extincteurs à poudre sont des produits chimiques sous forme de poudre. Il ne faut pas les confondre avec les poudres sèches, destinées uniquement aux feux de métaux combustibles.

13.4.1. Types d'agents d'extinction chimiques :

Cinq types différents d'agents extincteurs chimiques secs sont utilisés. Comme les autres agents extincteurs, les produits chimiques secs peuvent être installés dans un système fixe ou dans des extincteurs portatifs et semi-portatifs.

- Bicarbonate de sodium.
- Bicarbonate de potassium (Violet-K).
- Chlorure de potassium.
- Urée bicarbonate de potassium.
- Phosphate monoammonique (ABC, polyvalent)

13.4.2. Effets d'extinction des produits chimiques secs :

Les agents chimiques secs éteignent le feu en refroidissant, en étouffant, en protégeant de la chaleur rayonnante et en brisant la chaîne de combustion.

- Refroidissement. Aucun produit chimique sec ne présente une grande capacité de refroidissement. Cependant, une petite quantité de refroidissement a lieu simplement parce que le produit chimique sec est à une température inférieure à celle du matériau en combustion.
- Étouffement. Lorsque les produits chimiques secs réagissent avec la chaleur et le matériau en combustion, du dioxyde de carbone et de la vapeur d'eau sont produits. Ceux-ci diluent les vapeurs de combustible et l'air entourant le feu. Le résultat est un effet d'étouffement limité.

- Blindage de la chaleur rayonnante. Les produits chimiques secs produisent un nuage opaque dans la zone de combustion. Ce nuage réduit la quantité de chaleur renvoyée au cœur du feu, c'est-à-dire que le nuage opaque absorbe une partie de la rétroaction de rayonnement nécessaire pour entretenir le feu.

13.4.3. Utilisations des produits chimiques secs

Le produit chimique sec de phosphate de monoammonium (ABC, polyvalent) peut, comme son nom l'indique, être utilisé sur les incendies de classe A, de classe B et de classe C et sur des combinaisons de ceux-ci. Cependant, comme indiqué ci-dessus, la poudre chimique ABC peut uniquement contrôler, mais pas éteindre, certains incendies profonds de classe A et une méthode d'extinction auxiliaire, telle qu'un tuyau d'eau, est nécessaire. Tous les agents chimiques secs peuvent être utilisés pour éteindre les incendies impliquant les éléments suivants :

- Huiles et graisses inflammables.
- Équipement électrique.
- Hottes, conduits et cuisinières dans les cuisines et les cuisines diététiques.
- Les surfaces des textiles en balles.
- Certains solides combustibles tels que le brai, le naphthalène et les plastiques (sauf ceux qui contiennent leur propre oxygène).
- Espaces machines, salles des machines, casiers à peinture et casiers à outils.

Les agents extincteurs chimiques secs sont très efficaces sur les feux de gaz. Cependant, les flammes de gaz ne doivent pas être éteintes tant que l'alimentation en combustible n'a pas été coupée en amont de l'incendie.

13.4.4. Limitations sur l'utilisation de produits chimiques secs

Les limites d'utilisation des produits chimiques secs sont les suivantes :

- Le rejet de grandes quantités de produits chimiques secs pourrait affecter les personnes à proximité.
- Comme d'autres agents extincteurs qui ne contiennent pas d'eau, les produits chimiques secs ne sont pas efficaces sur les matériaux qui contiennent leur propre oxygène.

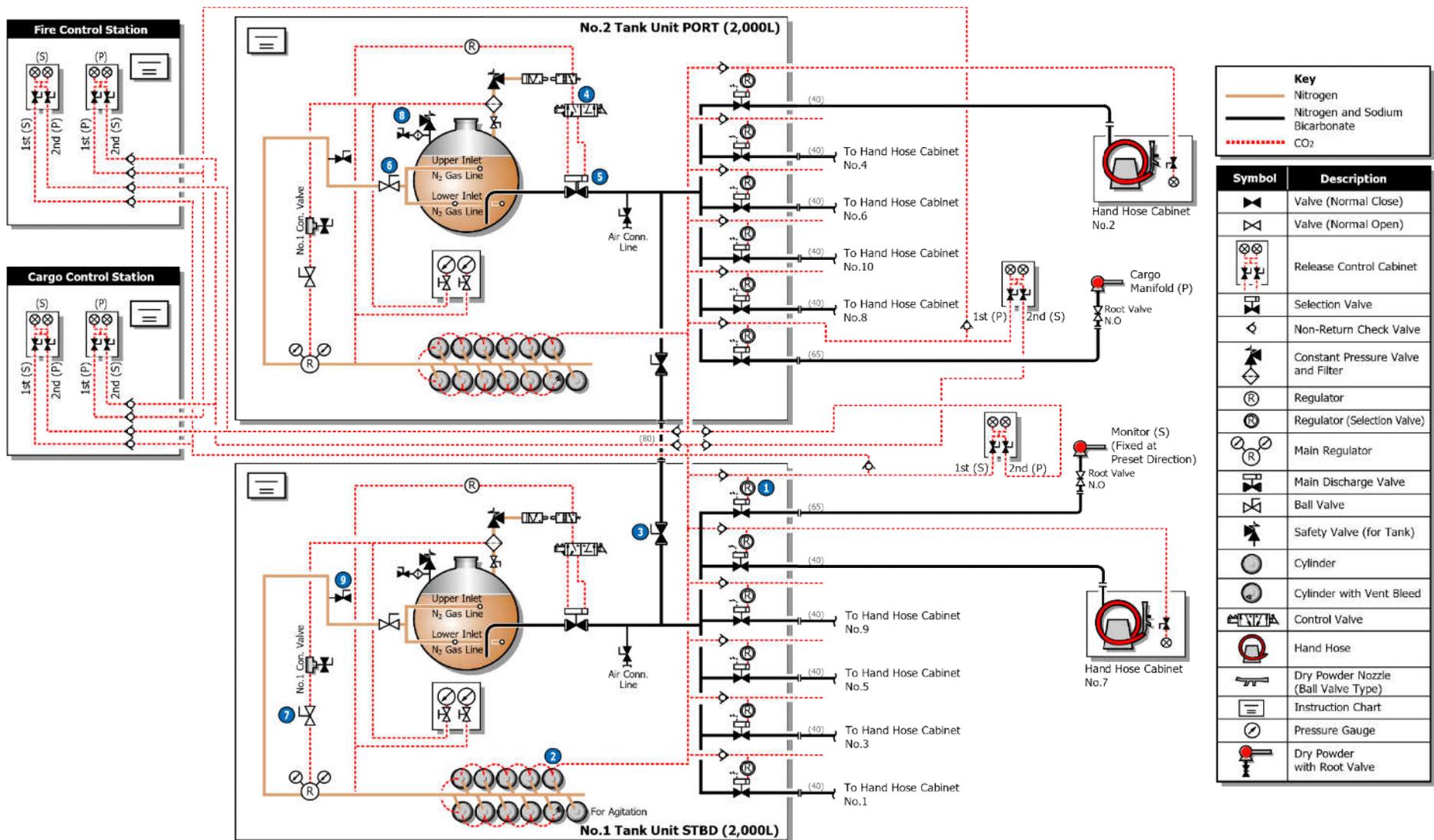


Figure 69 Système de poudre sèche

- Description générale

Le système de lutte contre les incendies à poudre sèche est fourni par NK Co., Ltd. et se compose de 2 réservoirs de poudre sèche séparés avec 2 moniteurs et 10 armoires à main.

- Système principal

Le système d'extinction d'incendie à poudre sèche se compose de deux (2) systèmes identiques, situés à bâbord et à tribord des coursives du pont supérieur, alimentant deux (2) moniteurs et dix (10) armoires à main. Les moniteurs sont situés au niveau des collecteurs de fret et les armoires à tuyaux à main sont stratégiquement situées pour couvrir la zone du pont de fret.

Le fonctionnement du système peut être effectué à partir d'une armoire dans le poste de contrôle des incendies (FCS), CCR et localement. L'activation des cylindres pilotes de CO₂ dans les armoires permet au gaz à haute pression de s'écouler dans l'actionneur de la vanne principale (avant le moniteur), provoquant ainsi l'ouverture de la vanne. Le CO₂ est maintenant acheminé vers le mécanisme de libération du banc de cylindres d'expulsion d'azote.

Après l'utilisation du système, il est nécessaire de s'assurer que la tuyauterie d'expulsion fonctionne et, plus important encore, que les vannes principales sont débarrassées de toute poudre sèche restante.

- Système de tuyau manuel

Les dix (10) armoires à poudre sèche sont situées le long de la ligne médiane du pont principal, de l'avant vers l'arrière. Chaque tuyau à main a une longueur de 33 m.

Le fonctionnement de l'unité s'effectue à partir de l'une des cinq armoires flexibles associées. L'activation des cylindres pilotes N₂ dans l'une des armoires permet au gaz à haute pression de s'écouler dans l'actionneur de la vanne principale (avant le tuyau), provoquant ainsi l'ouverture de la vanne. L'azote est maintenant acheminé vers le mécanisme de libération du groupe de cylindres d'expulsion d'azote.

Les cylindres d'azote haute pression sont maintenant libérés et s'écoulent dans le réservoir principal de poudre sèche à travers un tuyau d'injection supérieur et inférieur. Lorsque la pression du réservoir a atteint une pression suffisante, une soupape de surpression s'active, permettant ainsi à l'azote résiduel dans la tuyauterie d'expulseur d'ouvrir la sortie principale du réservoir.



Figure 70 *Système de tuyau à mousse manuel*

Le fonctionnement de la vanne manuelle sur l'une des dix (10) armoires à tuyaux fournies par le réservoir permettra désormais d'utiliser la poudre sèche au besoin.

Une fois que le système a été utilisé, il est nécessaire de s'assurer que le tuyau d'expulsion fonctionne et, plus important encore, que les vannes principales sont débarrassées de toute poudre sèche restante.

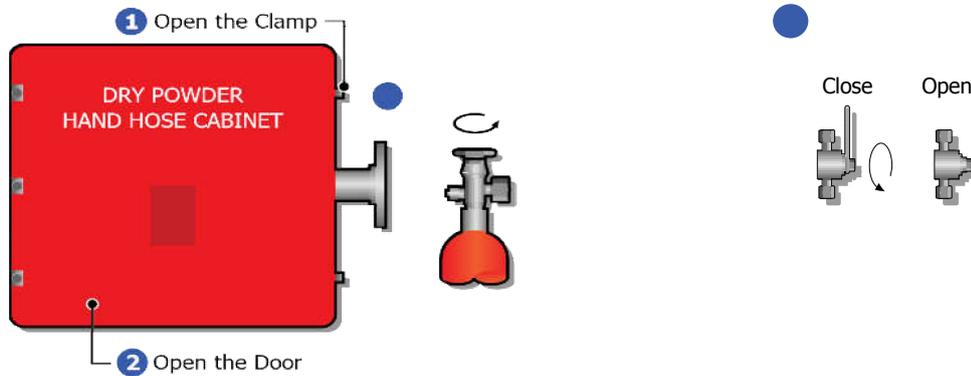
- Spécifications des composants
 - Réservoir de stockage de poudre sèche
 - La valve principale
 - Vanne de sélection
 - Unité de cylindre N2
 - Armoire à tuyau à main
 - Armoire de contrôle de libération
 - Moniteur de poudre sèche
 - Buse de tuyau à main (pistolet)

- Mode opératoire

Chaque embout de tuyau manuel peut être utilisé en actionnant le dispositif d'actionnement situé dans le boîtier FRP. Ce dispositif d'actionnement est lié à la lance à main (pistolet) puisque la séquence est prise en considération.

1) Actionnement :

Ouvrez la porte, retirez le dispositif de fixation de la bouteille N2 d'actionnement et tournez fortement la poignée de la vanne.



2) Extraction du tuyau manuel (pistolet) :

Sortez du tuyau flexible avec la buse et portez la buse jusqu'au point d'incendie.



3) Lutte contre l'incendie :

Ouvrez la vanne marche-arrêt de la buse à main et tirez au feu

Ouvrir : décharger la poudre sèche

Fermer : arrêter la décharge de poudre sèche quand le feu est éteint

13.5. Evacuation d'urgence de E/R

13.5.1. Description générale

Un coffre d'urgence est installé au centre de la salle des machines pour permettre au personnel de s'échapper en cas de situation mettant la vie en danger. Le coffre de secours mène à l'arrière du bloc de logement sur le pont supérieur.

Il y a des appareils respiratoires d'évacuation d'urgence (EEBD) situés à tous les niveaux de la salle des machines, qui peuvent être utilisés pour protéger le personnel lors de l'évacuation de la salle des machines.

Pour sortir de la salle des machines :

Passez à la porte coupe-feu de classe « A » menant au coffre d'urgence et montez l'échelle verticale jusqu'au pont supérieur.

13.5.2. Appareil respiratoire d'évacuation d'urgence

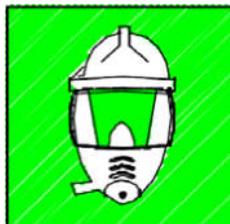
Ils sont composés d'un masque respiratoire et d'une petite bouteille d'air qui fournit 10 minutes d'air pour permettre l'évacuation à l'air frais.

Ils sont situés aux endroits suivants dans :

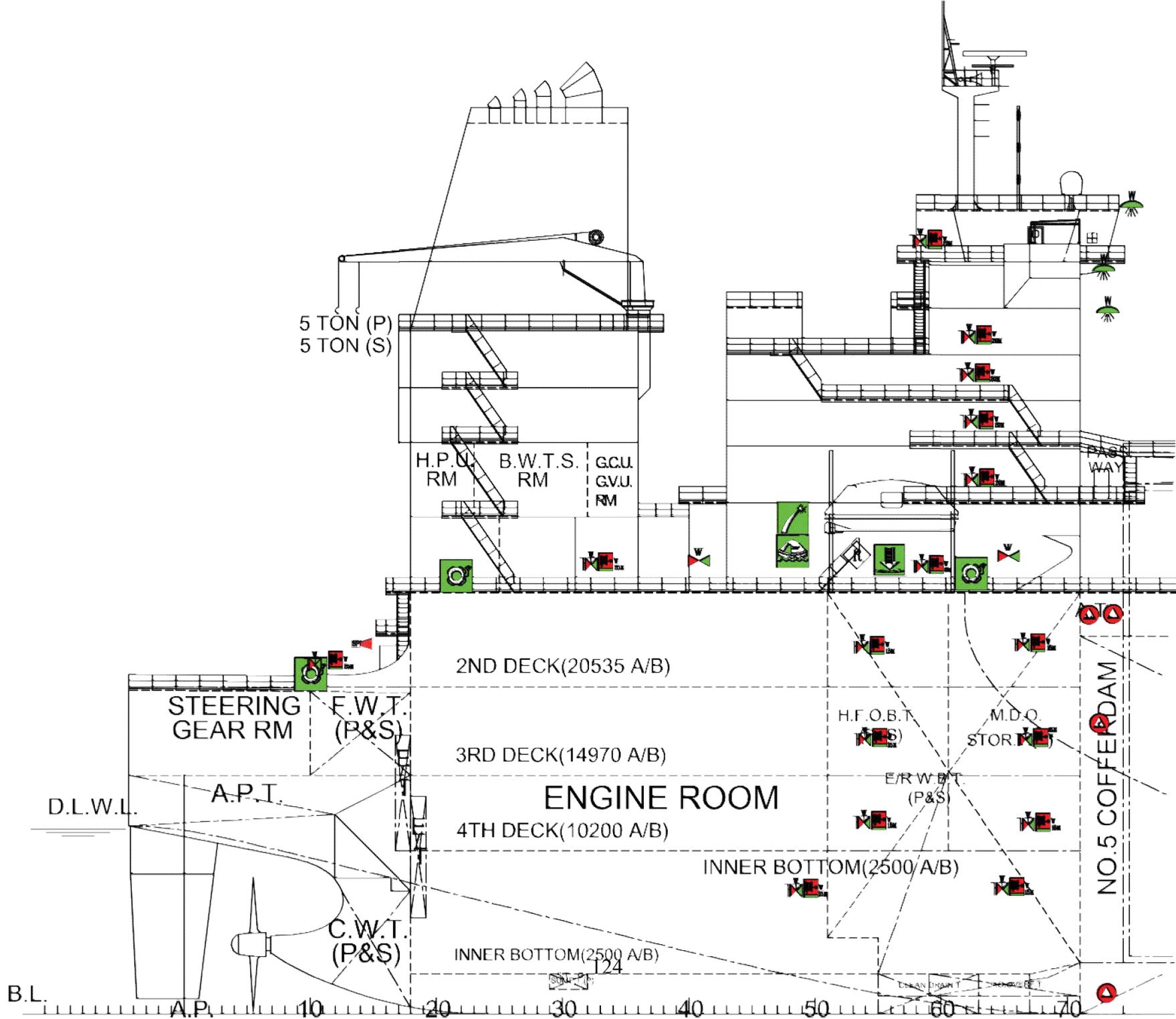
- C-deck : 1 unité
- Pont A : 1 unité
- Pont supérieur : 2 unités
- 2ème pont : 3 unités
- 3e pont : 1 unités
- 4ème pont : 2 unités
- Plancher : 2 unités

Total 12 unités

Figure 71 Symbole EEBD



Schémas sorties de secours de la salle des machines :



Type of extinguisher		Type of Fire, Class and Suitability						Comments (Refer Appendix B)
		A	B	C	E	F	D**	
Colour scheme	Extinguishant	Wood, paper, plastics, etc	Flammable liquids	Flammable gases	Energized electrical equipment	Cooking oils and fats	Metal fires	
AS/NZS 1841-1997 AS 1841-1992	Water							Dangerous if used on flammable liquid, energized electrical equipment and cooking oil/fat fires
	Wet Chemical							Dangerous if used on energized electrical equipment
	Foam***							Dangerous if used on energized electrical equipment.
	Powder	ABE						Special powders are available specifically for various types of metal fires (see **).
		BE						
	Carbon Dioxide							Generally not suitable for outdoor use. Suitable only for small fires.
	Vaporizing Liquid							Check the characteristics of the specific extinguishant.
	Fire Blanket							

* Limited indicates that the extinguishant is not the agent of choice for the class of fire, but that it will have a limited extinguishing capability.

** Class D fires (involving combustible metals). Use only special purpose extinguishers and seek expert advice.

*** Solvents which may mix with water, e.g. alcohol and acetone, are known as polar solvents and require special foam. These solvents break down conventional AFFF.

Australian Standard 2444-2001 |

Figure 72 Extincteurs portatifs

13.5.3. Extincteurs portatifs

Chaque extincteur est classé selon les normes NFPA pour montrer le type de feu qu'il peut éteindre. Des pictogrammes verts et rouges indiquent le type de feux que l'extincteur doit être appliqué et les pictogrammes verts illustrés ici seront imprimés selon le cas sur chaque type d'extincteur portable pour indiquer que l'extincteur convient à ce type d'incendie, enfin les pictogrammes de couleur rouge sont des pictogrammes d'interdiction signifiant "ne pas utiliser sur ce type de feu".

13.5.4. Appareil mobile

Les appareils mobiles peuvent être mieux décrits comme de grands extincteurs mobiles montés sur des chariots. L'extincteur mobile constitue un matériel d'intervention particulièrement adapté quand les risques d'incendie sont importants.

- Le différent type d'appareils mobiles sont :
 - A dioxyde de carbone
 - A poudre avec gaz propulseur
 - A mousse
- Utilisations des appareils mobiles :

L'équipement mobile se trouve dans des zones telles que les salles des machines où le risque d'incendie peut être trop grand pour les extincteurs portatifs et un agent autre que l'eau est préférable.

13.5.5. Tenue de pompier

L'équipement de protection individuelle doit être d'un type et d'une norme approuvés standardiser.

Une tenue de pompier comprend les équipements personnels suivants :

- Vêtements de protection en matière protégeant la peau de la chaleur dégagée par le feu et des brûlures par la vapeur. La surface extérieure est résistante à l'eau.
- Les porteurs doivent s'assurer qu'aucune peau nue n'est exposée et qu'ils portent la bonnetaille des vêtements pour leur taille et leur poids.
- Bottes et gants en caoutchouc ou autre matériau électriquement non conducteur. Les chaussettes doivent toujours être portées à l'intérieur des bottes pour protéger la peau et prévenir l'infection croisée par d'autres porteurs.
- Les vêtements doivent être enfilés dans le bon ordre afin de minimiser le temps nécessaire pour attaquer le feu - Pantalon, Bottes, Manteau, Casque, SCBA et Gants dans cet ordre.
- Un casque rigide offrant une protection efficace contre les chocs
- Une lampe électrique de sécurité (lanterne à main) d'un type approuvé avec une combustion minimale période de trois heures.
- Une hache.



Figure 73 Tenue de pompier

13.5.6. Types d'appareils respiratoires

A bord des navires obligatoirement disposer d'au moins deux appareils respiratoire à bord.

Il existe deux principaux types de systèmes alimentés en air :

- ARICO Appareil Respiratoire Isolant a Circuit Ouvert
- Appareil respiratoire a circuit fermé



Figure 74 ARICO

Figure 75 appareil respiratoire a ligne de vie

Conclusion du chapitre

L'information seule est presque inutile en cas d'incendie à bord d'un navire. Elle doit être associée à une connaissance des caractéristiques de construction du navire, de l'équipement de lutte contre l'incendie et de la cargaison si elle doit être utilisée efficacement. En d'autres termes, le succès d'une opération de lutte contre les incendies et peut-être la survie dépendra de la qualité de la formation de l'équipage et de la connaissance et de l'entretien de son navire et de ses systèmes de lutte contre les incendies.

Les incendies de navires sont parmi les plus difficiles à contrôler. La diversité des combustibles à bord des navires et la manière dont leurs produits de combustion peuvent entraver les opérations de lutte contre l'incendie. De plus, la configuration du navire complique l'extinction. Ce qui brûle réellement détermine le type d'agent extincteur approprié, mais l'emplacement de l'incendie dicte la méthode d'attaque. Dans certains cas, l'emplacement de l'incendie détermine à la fois l'agent extincteur et la méthode d'attaque.

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 IV SYSTEME DE DETECTION

Introduction :

Un détecteur d'incendie est un appareil qui donne un avertissement lorsqu'un incendie se déclare dans la zone protégée par l'appareil. Le système de détection d'incendie, comprenant un ou plusieurs détecteurs, relie l'alarme aux personnes mises en danger par l'incendie et/ou aux responsables des opérations de lutte contre l'incendie.

À terre, un détecteur d'incendie déclenche une alarme afin que les occupants puissent quitter rapidement un bâtiment en feu et que les pompiers puissent être convoqués. Le système de détection peut également activer les équipements d'extinction d'incendie. En mer, cependant, il n'y a pas d'issues de secours et aucun service d'incendie professionnel à appeler. Un système de détection d'incendie à bord alerte l'équipage du navire, qui doit faire face à l'urgence en utilisant les ressources dont il dispose à bord. La découverte précoce du feu est essentielle. L'incendie doit être confiné, maîtrisé et éteint à ses débuts, avant qu'il ne devienne incontrôlable et ne mette en danger le navire et la vie des personnes à bord.

Un système de détection d'incendie bien conçu, correctement installé et entretenu, et compris par ceux qui doivent interpréter ses signaux, donnera l'alerte précoce d'un incendie dans la zone qu'il protège et son emplacement. Les systèmes de détection d'incendie à bord d'un navire sont disposés de manière à ce qu'en cas d'incendie, une alarme visuelle et sonore soit reçue dans la timonerie ou le poste de contrôle d'incendie (normalement le pont) et pour les navires de plus de 150 pieds de longueur, il devrait y avoir une alarme sonore dans la salle des machines.

L'équipement de réception (ou consoles) indique à la fois l'apparition d'un incendie et sa localisation à bord du navire. Lorsqu'il entend une alarme incendie, l'officier de quart sur la passerelle déclenche l'alarme générale pour appeler l'équipage à ses postes d'incendie et d'urgence, comme indiqué sur le rôle d'incendie. Cependant, dans tous les cas, le capitaine doit être alerté immédiatement et la cause de l'alarme doit être recherchée. Si l'alarme concernait un incendie réel, des mesures doivent être prises pour le confiner, le contrôler et l'éteindre. S'il s'agissait d'une fausse alarme, sa cause doit être recherchée et corrigée, si possible. Dans les deux cas, le système de détection d'incendie doit être vérifié et le système remis en service après que les mesures appropriées ont été prises.

PARTIE1 :Théorique

1. Système de détection incendie :

Le système de détection d'incendie est une partie vitale du système de lutte contre l'incendie sur la plupart des navires. Les détecteurs d'incendie sont conçus pour fournir une alarme visible et audible sur le navire pour indiquer l'emplacement d'un incendie. Les détecteurs dans tout le navire sont câblés à un panneau de contrôle d'incendie qui fournit des alertes visuelles et auditives et éventuellement des alarmes dans d'autres parties du navire également.

Il comprend des organes de détection incendie (déclencheurs manuels, détecteurs automatiques...), des organes intermédiaires (réseaux filaires...) et un équipement de contrôle et de signalisation, également dénommé « tableau de contrôle »

2. Types des systèmes :

Les types de systèmes de protection contre l'incendie approuvés pour une utilisation à bord des navires comprennent les suivants :

1. Systèmes de détection automatique d'incendie
2. Systèmes d'alarme incendie manuels
3. Systèmes de détection de fumée
4. Système de surveillance des officiers
5. Combinaisons de ce qui précède.

3. Principe d'une installation de détection incendie :

L'installation d'un détecteur d'incendie a pour but de signaler, à un poste central ou au personnel de sécurité de l'établissement, tout événement susceptible de signaler un départ d'incendie.

4. Centrale de détection incendie :

En général, un panneau de commande de détection d'incendie n'est qu'une partie d'un système de sécurité incendie plus complexe qui combine la détection, la sécurité et éventuellement l'extinction.

5. Systèmes automatiques de détection :

Les systèmes de détection automatique d'incendie sont constitués d'alimentations électriques normales et de secours, d'une centrale de détection d'incendie, de détecteurs d'incendie et de sonneries vibrantes.

5.1. Alimentation normale

L'alimentation normale peut être fournie soit par un circuit de dérivation séparé du tableau principal du navire, soit par des batteries d'accumulateurs. Lorsque l'alimentation est fournie par des batteries de stockage, elles doivent être utilisées uniquement pour les systèmes d'alarme incendie et de détection d'incendie. Les batteries de stockage doivent être par paires, une de chaque paire étant utilisée et l'autre étant chargée. Sinon, des batteries simples, connectées à un panneau de charge, peuvent être utilisées.

5.2. Alimentation de secours

L'alimentation de secours peut être fournie par un circuit de dérivation séparé prélevé sur le tableau de distribution d'éclairage et d'alimentation de secours temporaire ou par des batteries de stockage. Si des batteries de stockage en double fournissent l'alimentation normale, la batterie en cours de chargement peut servir de source d'alimentation de secours.

5.3. Unité de contrôle de détection d'incendie

L'unité de contrôle de détection d'incendie se compose d'un panneau fermé anti-gouttes contenant les dispositifs de signalisation d'alarme incendie, d'alarme de panne et d'alarme de panne de courant. Ces appareils doivent enregistrer à la fois un signal visuel et un signal sonore. Les signaux visibles sont des lumières :

- Un voyant rouge indique un feu ou de la fumée.
- Une lumière bleue indique un problème dans le système.
- Un voyant blanc indique que le système est sous tension.

L'unité de contrôle contient également un commutateur de transfert d'alimentation pour engager l'alimentation de secours en cas de panne de l'alimentation normale. Des dispositifs de protection contre les surintensités sont intégrés au système pour éviter tout dommage en cas de dysfonctionnement électrique. Si un équipement de charge de batterie est utilisé, il peut être situé dans l'unité de commande.

5.4. Détecteurs d'incendie

Les détecteurs d'incendie détectent (et déclenchent un signal en réponse à) la chaleur, la fumée, les flammes ou toute autre indication d'incendie. Tous les types de détecteurs ne sont pas utilisés à bord des navires - certains ne sont pas praticables et d'autres ne sont pas nécessaires. Les types de détecteurs couramment utilisés à bord des navires sont abordés dans les prochaines sections.

5.5. Cloches vibrantes

Les cloches vibrantes sont, comme les voyants rouges de l'unité de contrôle, des signaux d'alarme incendie. Le fonctionnement de tout système de détection automatique d'incendie (ou d'alarme incendie manuelle dans un système d'alarme incendie manuel) doit automatiquement provoquer le déclenchement de

1. Une cloche d'incendie de type vibrant avec un diamètre de gong d'au moins 15,24 cm (6 po) sur le panneau de commande

2. Une cloche d'incendie de type vibrant avec un diamètre de gong d'au moins 20,32 cm (8 po) située dans la salle des machines.

Ces signaux doivent retentir en plus du voyant rouge sur le panneau de contrôle et d'une indication de la zone de détection d'incendie d'où provient le signal.

5.6. Signaux lumineux et alarme

Lorsqu'un incendie est détecté, les voyants d'alarme restent allumés et les cloches continuent de sonner jusqu'à ce qu'un dispositif de réinitialisation soit actionné manuellement. Un dispositif d'arrêt peut être utilisé pour faire taire les cloches. Cependant, éteindre les cloches n'éteindra pas les voyants d'alarme. Les voyants d'alarme ne peuvent être éteints qu'avec le dispositif de réarmement manuel. Comme les boîtiers d'alarme incendie modernes sur terre, les alarmes incendie à bord des navires n'interfèrent pas ; n'importe quel nombre d'alarmes peut être reçu simultanément. Une alarme reçue sur un circuit n'empêchera pas une alarme d'être reçue sur un autre circuit.

6. Détecteur d'incendie à actionnement par la chaleur

Comme leur nom l'indique, les détecteurs d'incendie actionnés par la chaleur détectent (et sont activés par) la chaleur d'un incendie. Les principales classes d'appareils actionnés par la chaleur sont les détecteurs à température fixe et les détecteurs de vitesse de montée. Certains appareils sont des combinaisons des deux.

6.1. Détecteurs à température fixe

Un détecteur à température fixe déclenche une alarme incendie lorsque la température de l'appareil atteint une valeur prédéfinie. Notez que l'appareil ne fonctionne que lorsque le détecteur lui-même, et non l'air ambiant, atteint la température prédéfinie. La différence entre ces deux températures, celle de l'air ambiant et celle nécessaire pour actionner le détecteur, s'appelle le retard thermique. Cela résulte du fait que la chaleur doit être transférée de l'air ambiant vers le détecteur, pour amener le détecteur à sa température de fonctionnement. Ce transfert de chaleur prend du temps ; il n'est jamais aussi parfait que l'air et le détecteur soient à la même température. Ainsi, lorsqu'un détecteur à température fixe est actionné, l'air ambiant est toujours plus chaud que le détecteur. Le décalage thermique, ou retard, est proportionnel à la vitesse à laquelle la température augmente dans la zone.

6.1.1. Types de détecteurs à température fixe

Les détecteurs à température fixe diffèrent par leur conception et leur fonctionnement. Plus précisément, ils diffèrent dans la façon dont leurs éléments de détection détectent et réagissent à la chaleur. Les types courants sont bimétalliques, électriques (à résistance ou à câble), à métal fusible et à expansion du liquide.

- A dilatation métallique
- A câble thermostatique
- A fusible métallique



Figure 76 Sprinkler

- A dilatation du liquide (Sprinkler)

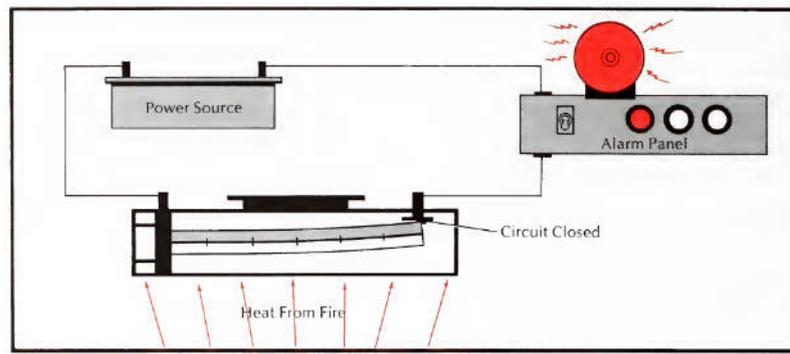


Figure 77 Détecteur a dilatation métallique

6.2. Détecteur thermo-vélocimétrique :

Les détecteurs thermovélocimétrique détectent les changements de température plutôt que la température elle-même. Ils sont actionnés lorsque la température augmente plus rapidement qu'une valeur prédéfinie. Par exemple, supposons qu'un détecteur soit réglé pour un taux d'augmentation de 8,3 °C par minute. Si la température du détecteur devait augmenter de 38°C à 46°C (100°F à 115°F) en 1 minute, l'alarme se déclencherait. Cependant, si la température montait de 41°C à 46°C (105°F à 115°F) en une minute, ce détecteur ne serait pas actionné. Le taux de montée en température qui actionne ce type de détecteur dépend de sa conception, qui à son tour dépend de l'endroit où il est utilisé. Par exemple, les détecteurs pneumatiques homologués pour les navires à passagers et à marchandises sont réglés pour se déclencher lorsque la température augmente d'environ 22 °C par minute au centre du circuit.

Deux types de détecteurs thermovélocimétrique : pneumatiques et thermoélectriques, sont couramment utilisés.



Figure 78détecteur de chaleur thermovélocimétrique

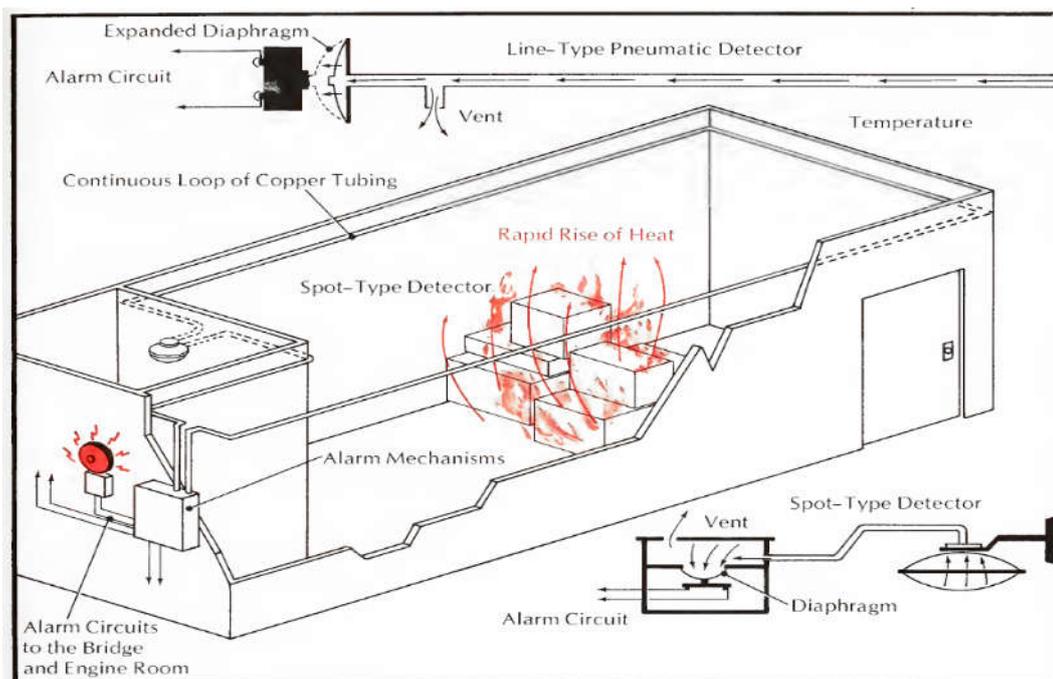


Figure 79 principe de fonctionnement du détecteur thermovélocimétrique

7. Systèmes de détection de fumée

Un système de détection de fumée est un système complet de détection d'incendie. A bord des navires, les systèmes de détection de fumée consistent généralement en un moyen d'évacuation en continu d'échantillons d'air des espaces protégés ; un moyen de tester l'air pour la contamination par des fumées de toutes couleurs et tailles de particules, et un moyen visuel (ou visuel et sonore) pour indiquer la présence de fumée.

7.1. Échantillonneur d'air

Un échantillonneur de fumée peut être utilisé avec n'importe quel dispositif de détection de fumée qui prélève des échantillons d'air hors de l'espace protégé. Cet air échantillonné se déplace généralement à travers les tubes jusqu'au dispositif de détection. Une connexion en T dans le système conduit une partie de l'air échantillonné, à travers des tubes supplémentaires, vers la timonerie. A la timonerie, cette tubulure est normalement découverte. Ainsi, toute fumée dans l'air prélevé serait relevée par l'officier de quart, ainsi que par le dispositif de détection. Le tube de la timonerie a un capuchon. Il peut être placé au-dessus du tube pour garder la fumée lourde d'un incendie hors de la timonerie. Des combinaisons de détecteurs et de systèmes de détection sont fréquemment utilisées. Les plus courants sont les détecteurs de fumée photoélectriques combinés à un échantillonneur de fumée.

7.2. Types de détecteurs de fumée

Le détecteur de fumée est l'appareil qui teste les échantillons d'air pour détecter la fumée. Les types disponibles incluent les détecteurs photoélectriques, à ionisation, à échantillonneur de fumée, à pont de résistance et à chambre à brouillard. Parmi ceux-ci, certains se prêtent à une utilisation à bord de navires, tandis que d'autres conviennent mieux aux grands bâtiments terrestres.

7.2.1. Photo-électrique.

Les détecteurs de fumée photoélectriques sont utilisés sur les navires et dans les installations terrestres. Dans le détecteur de fumée photoélectrique à faisceau, un faisceau lumineux est généralement réfléchi à travers l'espace protégé. Dans certains cas, l'air de l'espace protégé est soufflé dans une chambre d'échantillonnage et le faisceau lumineux est réfléchi à travers la chambre. Le faisceau de lumière brille sur une surface de réception photoélectrique. La surface réceptrice n'active pas l'alarme tant qu'elle détecte le faisceau lumineux. Cependant, lorsque des particules de fumée sont présentes dans l'air, elles obscurcissent le trajet du faisceau lumineux. Cela réduit la quantité de lumière tombant sur la surface de réception, ce qui active alors l'alarme.

Le détecteur de fumée à réfraction contient une source lumineuse et un élément récepteur photoélectrique qui ne se trouve pas dans le trajet du faisceau lumineux. Si l'air est clair, aucune lumière ne tombe sur la surface réceptrice ; c'est l'état normal. Cependant, si des particules de fumée passent devant le faisceau lumineux, elles réfractent (détournent) la lumière sur l'élément récepteur. Lorsque l'élément récepteur détecte la lumière, il actionne l'alarme.

7.2.2. Ionisation.

Les détecteurs de fumée à ionisation sont maintenant approuvés pour une utilisation à bord des navires. En fonctionnement, l'air échantillonné traverse le détecteur. Ce faisant, une petite quantité de matière radioactive à l'entrée du détecteur ionise (ajoute ou supprime des électrons de) l'air. Cela provoque un petit courant électrique. La fumée dans l'air interfère avec le flux de particules ionisées et le courant est diminué ; une alarme est déclenchée par cette diminution de courant. La quantité infime de matière radioactive utilisée dans le détecteur n'est pas considérée comme un danger pour la santé

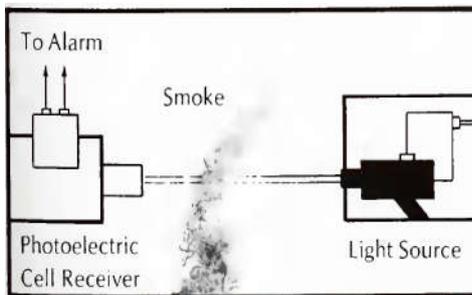


Figure 80 détecteurs de fumée Photo-électrique

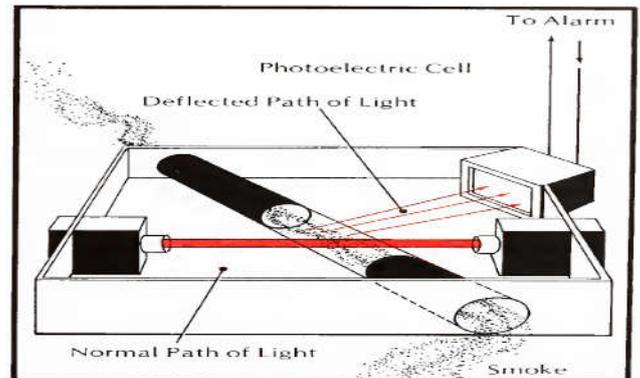


Figure 81 Détecteurs par ionisation

7.2.3. Pont de la Résistance.

Les détecteurs de fumée à pont résistif sont activés par une augmentation des particules de fumée ou de l'humidité. (De la vapeur d'eau est dégagée pendant les premiers stades d'un incendie.) Ces détecteurs sont plus applicables aux installations terrestres qu'aux navires.

7.2.4. Chambre des nuages :

L'utilisation d'une chambre à brouillard (parfois appelée chambre à brouillard de Wilson) comme détecteur de fumée est relativement nouvelle. Ce détecteur teste l'air échantillonné. Si des particules de fumée sont présentes, l'humidité les amène à former un nuage plus dense que

l'air normal. Un dispositif photoélectrique balaye l'air échantillonné. Il déclenche une alarme lorsque l'air est plus dense qu'une certaine valeur prédéfinie.

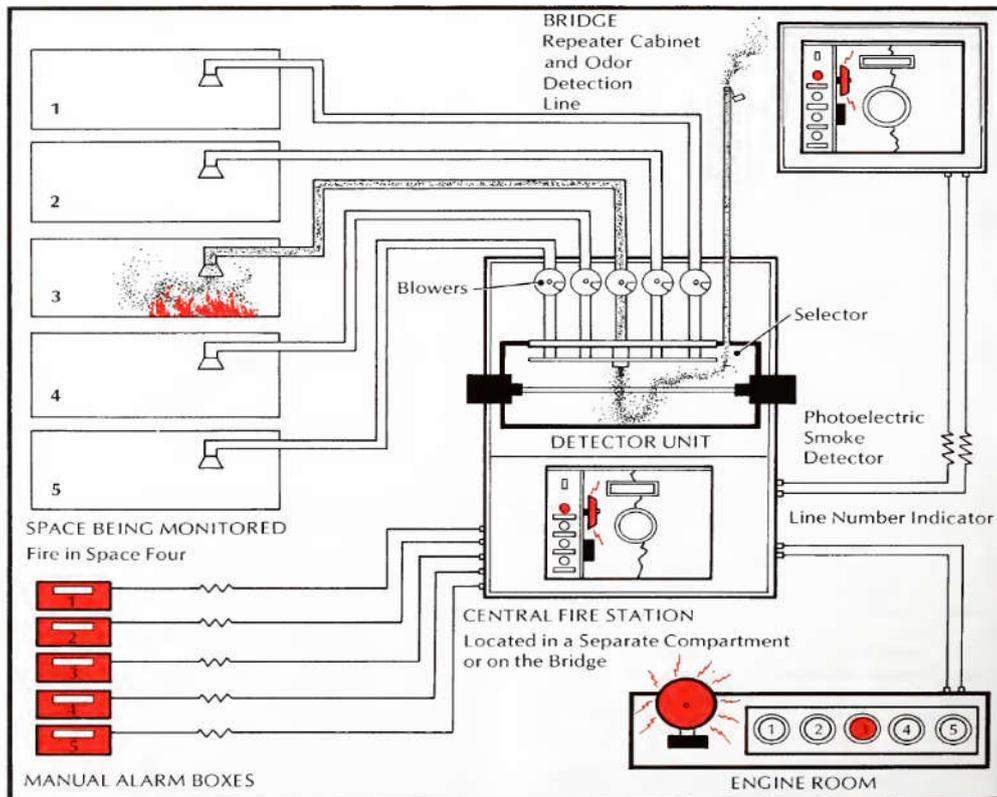


Figure 82 Chambre des nuages

8. Détecteurs de flammes

Les détecteurs de flammes sont conçus pour reconnaître certaines caractéristiques des flammes : l'intensité lumineuse, la fréquence de scintillement (pulsation) ou l'énergie rayonnante. Alors que les détecteurs de flammes sont utilisés dans les installations à terre telles que les entrepôts, les quais et les hangars d'avions, il est peu probable qu'ils se trouvent à bord des navires pour un certain nombre de raisons.

Premièrement, une flamme doit être directement devant le détecteur pour être reconnue. Si la flamme est sur le côté ou obscurcie par de la fumée, le détecteur ne s'activera pas. Deuxièmement, certains détecteurs de flamme transmettent une fausse alarme lorsqu'ils sont soumis à l'énergie rayonnante d'une source autre qu'un incendie. Certains s'activent lorsqu'ils détectent des réflexions lumineuses scintillantes (par exemple, la lumière réfléchiée par la surface de l'eau) ou des arcs provenant d'opérations de soudage. Troisièmement, certains détecteurs de flammes réagissent au scintillement des flammes. Les ampoules des lampes électriques à bord des navires vibrants pourraient imiter ce scintillement suffisamment près pour provoquer une fausse alarme.

9. Systèmes d'alarme incendie manuels

Les systèmes d'alarme incendie manuels se composent d'alimentations électriques normales et de secours, d'une unité de contrôle d'incendie pour recevoir l'alarme et des boîtiers d'alarme incendie nécessaires. L'unité de contrôle d'incendie est similaire à l'unité de contrôle de

détection automatique d'incendie ; il doit contenir des moyens pour recevoir les signaux d'alarme et traduire ces signaux en alarmes sonores et visuelles. Il doit également avoir des dispositions pour enregistrer les signaux de dérangement. Et, comme pour les systèmes automatiques, des cloches vibrantes sont nécessaires pour la notification de la salle des machines.

10. Patrouilles supervisées et systèmes de surveillance

Le but d'une patrouille supervisée est fondamentalement le même que celui d'un système - se prémunir contre les incendies et déclencher une alarme si un incendie est découvert. La différence entre les deux systèmes est la manière dont la vigilance est maintenue. Le système de patrouille supervisée s'apparente à un système d'agents de police marchant sur leurs pas. Le patrouilleur de chaque navire suit un itinéraire prescrit, conçu pour s'assurer qu'il visite chaque station lors de sa ronde. Le gardien, quant à lui, est plutôt une sentinelle fixe. Il est stationné dans une zone spécifique et reste dans cette zone.

11. Test des équipement de détection d'incendie

À chaque inspection annuelle, tous les systèmes de détection (et d'extinction) d'incendie, les commandes de tuyauterie, les vannes et les alarmes doivent être vérifiés pour s'assurer qu'ils sont en état de fonctionnement. Les systèmes de détection de fumée doivent être vérifiés en introduisant de la fumée dans les accumulateurs. Les systèmes de détection d'incendie et d'alarme manuelle doivent être vérifiés au moyen de stations d'essai ou en actionnant des détecteurs ou des boîtes de tirage. Les systèmes de gicleurs doivent être vérifiés au moyen de stations d'essai ou en ouvrant les têtes. En plus des inspections annuelles ou semestrielles requises pour la délivrance d'un certificat d'inspection, les systèmes de détection d'incendie doivent être testés à intervalles réguliers. Par exemple, il est du devoir du capitaine de veiller à ce que le système de détection de fumée soit vérifié au moins une fois tous les 3 mois. Les entrées de fumée dans les cales à cargaison doivent être examinées pour déterminer si les entrées sont obstruées par de la corrosion, de la peinture, de la poussière ou d'autres matières étrangères. Des tests de fumée doivent être effectués dans toutes les cales ; le système doit être jugé opérationnel ou rendu opérationnel. La date du test et les conditions trouvées doivent être inscrites dans le journal. La réglementation exige que les thermostats de détection d'incendie soient testés à intervalles réguliers. Les intervalles ne sont pas précisés, mais la réglementation précise que 25 % des thermostats (détecteurs thermosensibles) doivent être testés annuellement.

12. Systèmes de détection de gaz

Deux types de systèmes sont utilisés sur les navires pour avertir des concentrations dangereuses de gaz combustible. Il s'agit du système de détection catalytique et du détecteur de gaz infrarouge. Bien qu'il ne s'agisse pas de systèmes de détection d'incendie en tant que tels, ils détectent la présence de situations pouvant entraîner une explosion et un incendie. Le type catalytique nécessite une atmosphère enrichie en air ; le moniteur infrarouge fonctionnera dans n'importe quelle atmosphère. Les deux systèmes peuvent être fabriqués et installés pour surveiller les gaz combustibles à un seul endroit ou à plusieurs endroits.

12.1. Gaz combustible catalytique

12.1.1. Système de détection :

Le système catalytique est conçu pour échantillonner en continu l'atmosphère de l'espace protégé et pour détecter la présence de gaz ou de vapeurs inflammables jusqu'à la limite inférieure d'explosivité (LIE). Les composants du système sont une ou plusieurs têtes de détection, une unité de contrôle-indication et des alarmes.

12.1.2. Détecteur de fuite de gaz combustible infrarouge et le système de surveillance de l'air :

Le système infrarouge détecte automatiquement les gaz toxiques non combustibles ou les gaz combustibles. Il peut être utilisé pour surveiller des atmosphères inertes ou remplies d'air. Par exemple, le système peut être utilisé pour détecter du gaz méthane dans une atmosphère d'azote inerte, telle que celle utilisée pour protéger les réservoirs de GNL. Comme autre exemple, il pourrait être utilisé pour surveiller le niveau de monoxyde de carbone dans la cale remplie d'air d'un navire roulier. Bien que le système soit adaptable à de nombreux gaz, il ne peut être configuré que pour détecter un gaz particulier à un moment donné. De plus, il ne détectera pas les gaz, tels que l'azote et l'oxygène, qui n'absorbent pas le rayonnement infrarouge.

Un échantillon de l'atmosphère de chaque espace protégé est pompé vers une station centrale via sa propre ligne d'échantillonnage. Au poste central, un analyseur de gaz infrarouge non dispersif analyse l'échantillon pour détecter des concentrations de gaz anormales. S'il détecte un niveau dangereux de gaz, le système déclenche une alarme sonore et allume un indicateur qui indique l'espace protégé concerné.

12.1.3. Entretien :

Comme pour tous les dispositifs de sécurité, l'entretien est important pour le bon fonctionnement de l'analyseur infrarouge. Un bon entretien comprend

- Étalonnage périodique comme détaillé dans le manuel d'utilisation du fabricant
- Remplacement des bouteilles de gaz d'étalonnage lorsque leur pression tombe en dessous du minimum
- Vérifications périodiques du fonctionnement de l'équipement, y compris les ampoules
- Lubrification et nettoyage des pompes
- Remplacement périodique des filtres de flux
- Nettoyage général des armoires et autres équipements et des espaces occupés par ces équipements.

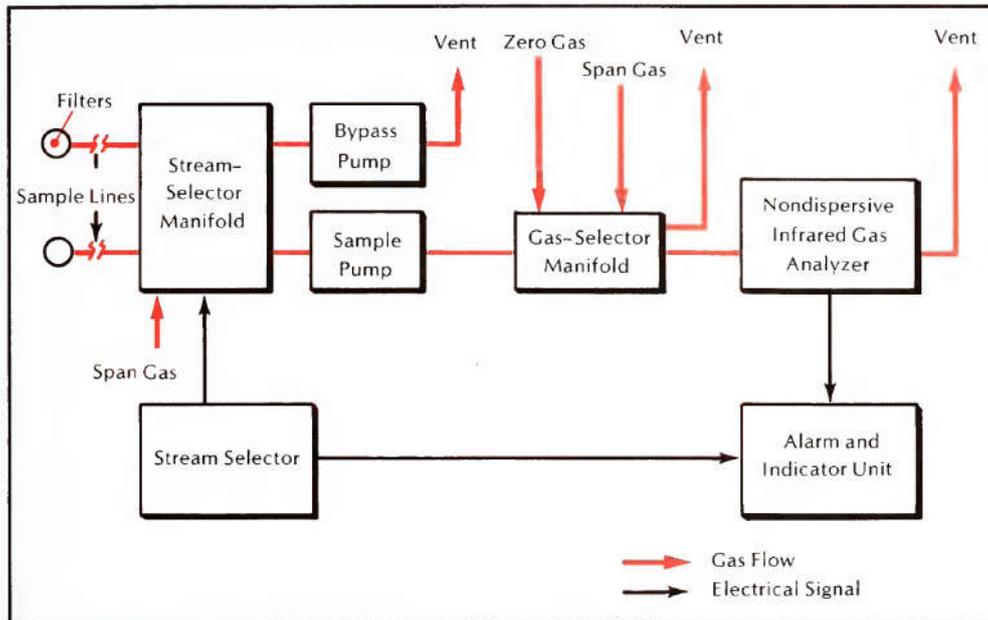


Figure 83 Détecteur à gaz combustible catalytique

13. Pyromètres

Un pyromètre est un instrument pour mesurer des températures trop élevées pour un thermomètre ordinaire. Il est utilisé pour trouver la température d'un feu. Une utilisation importante des pyromètres consiste à vérifier la progression d'un incendie qui ne peut pas être vu, par exemple, un incendie qui a été confiné dans un compartiment ou une cale fermée. En prenant des mesures au même endroit à différents moments, on peut dire si le feu gagne ou diminue en intensité. En déplaçant le pyromètre à différents endroits le long d'une cloison ou d'un pont, on peut déterminer si le feu s'étend. Les pyromètres sont fixés ou intégrés à l'un des deux types de bases. Habituellement peut être placée sur le pont au-dessus de l'espace feu. Le type magnétique peut être "claqué" sur l'extérieur d'une cloison d'un espace brûlant. Une chaîne doit être attachée à la base du pyromètre. Il peut être utilisé pour tirer l'instrument sur un pont trop chaud pour le personnel. Il est également utile pour abaisser le pyromètre dans une zone chaude. Un pyromètre peut être utile pour évaluer le succès ou l'échec lors de l'inondation d'un compartiment en combustion avec du dioxyde de carbone. Il faut se rappeler qu'une grande patience est nécessaire pour réussir à éteindre les incendies de soute avec du dioxyde de carbone. On ne peut pas « jeter un coup d'œil » pour voir comment les choses se passent. L'ouverture diluerait considérablement le gaz d'extinction dans le compartiment à bagages, détruisant ainsi son efficacité. L'utilisation d'un pyromètre et la vérification des variations de température devraient donner des informations significatives. Une augmentation de la température après l'introduction de dioxyde de carbone indiquerait deux possibilités : 1) la quantité de dioxyde de carbone introduite est insuffisante et il en faut plus, ou 2) le dioxyde de carbone n'atteint pas le feu (dirigé vers la mauvaise zone de feu, un contrôle vanne est fermée ou dysfonctionnement du système). Une baisse régulière de la température indiquerait que le dioxyde de carbone a soit éteint le feu, soit qu'il est maîtrisé. Cependant, bien qu'une baisse régulière de la température soit observée ou même si la lecture de la température est inférieure ou égale à 66 °C (150 °F), ces lectures encourageantes ne doivent pas être interprétées comme un signal d'ouverture du compartiment pour examen. Au risque d'être

répétitif, il est dit à nouveau qu'il faut être très patient avec le dioxyde de carbone. Il ne devrait pas être nécessaire d'ouvrir une trappe de chargement jusqu'à ce que le port soit atteint. Après tout, les dommages à la cargaison ont déjà été causés par l'incendie ; le dioxyde de carbone ne peut plus causer de dommages.

14. Un commentaire sur la sécurité des navires :

La réglementation en vigueur exige que les navires soient équipés de certains dispositifs ou procédures de personnel (patrouilles et gardiens) comme norme minimale de sécurité. Ils veulent le meilleur équipement qui puisse être fourni ; les équipes formées à la prévention des incendies, à la protection contre les incendies et à la lutte contre les incendies ; des exercices d'incendie fréquents et significatifs ; et présenter des équipements testés et entretenus selon les normes de perfection les plus élevées. Les systèmes et dispositifs de détection décrits dans ce chapitre sont ceux actuellement disponibles. Certains, comme le détecteur de fumée et le détecteur électrique (thermostat), sont particulièrement applicables pour une utilisation à bord.

PARTIE 2 : Pratique réalisation d'un système de détection

1. Objectif du travail :

L'objectif de ce travail est de réaliser un système de détection afin de mieux comprendre le principe de fonctionnement à bord

2. Principe :

Principe de ce système similaire aux installations à bords est de :

- Assurer une détection précoce d'un feu
- Donner des alertes visuelles et sonores due l'augmentation de monoxyde ou de fumée.
- Assurer le contrôle de la température de la zone étudiée.
- Identifier et afficher le taux de concentration de fumée, de monoxyde de carbone

3. Description des principales composants utilisés :

3.1. Carte ARDUINO MEGA 2560 :

Une carte Arduino est une petite carte électronique équipée d'un micro-contrôleur. Le micro-contrôleur permet, à partir d'événements détectés par des capteurs, de programmer et commander des actionneurs ; la carte Arduino est donc une interface programmable.

Tableau 14 principaux composants utilisés

Microcontrôleur	ATMEGA2560
Tension d'alimentation	7 à 12V
Broches E/S numérique	54 (dont 14 disposent de sortie PWM)
Broches d'entrées analogiques	16
Fréquence	16 MHz
Mémoire programme Flash	25 6KB dont 8 KB utilisés en bootloader
Mémoire SRAM	8 KB
Mémoire EEPROM	4 KB

3.1.1. Description de la carte :

Le microprocesseur ATmega2560 est le cerveau de la carte Arduino Mega. Grâce à ce microprocesseur (et à l'oscillateur à cristaux qui lui est associé), la carte Arduino Mega est cadencée à 16 MHz et possède

une mémoire flash de 256 Ko, une mémoire vive de 8 Ko et une mémoire EEPROM de 4 Ko. La puissance supérieure du processeur permet aussi à la carte Mega de disposer de 54 broches d'E/S numérique (dont 15 peuvent servir de sortie PWM) et de 16 broches analogiques.

Afin d'être reliée à un ordinateur, la carte Mega présente quatre ports série pour des raccordements généraux, une connexion USB (avec un processeur ATmega16U2 dédié pour l'interface avec votre ordinateur), un bouton de réinitialisation et un port d'alimentation.

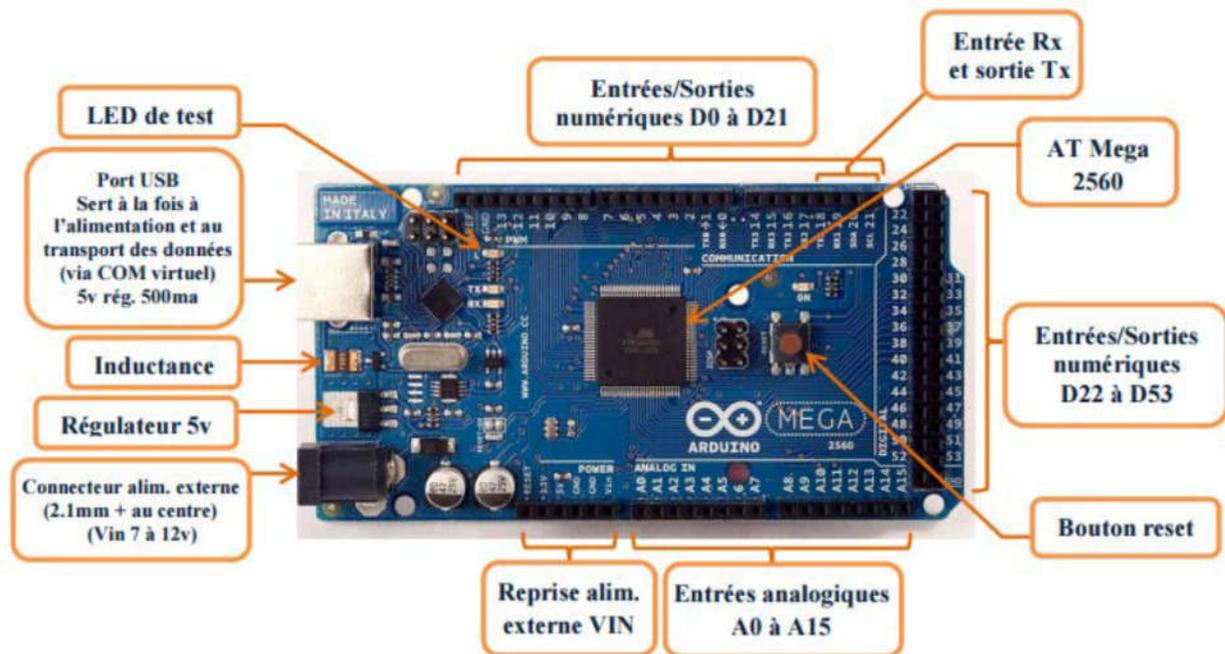


Figure 84 Carte Arduino Mega

3.1.2. Sources de l'alimentation :

Equipe de 3 modes d'alimentation :

- **VIN** : La tension d'entrée positive lorsque la carte Arduino est utilisée avec une source de tension externe (à distinguer du 5V de la connexion USB ou autre source 5V régulée)
- **5V**. La tension régulée utilisée pour faire fonctionner le microcontrôleur et les autres composants de la carte. Le 5V régulé fourni par cette broche peut donc provenir soit de la tension d'alimentation VIN via le régulateur de la carte, ou bien de la connexion USB ou de toute autre source d'alimentation régulée.
- **3.3V** : Une alimentation de 3.3V fournie par le circuit intégré FTDI (circuit intégré faisant l'adaptation du signal entre le port USB de votre ordinateur et le port série de l'ATmega) de la carte. L'intensité maximale disponible sur cette broche est de 50mA

- GND : Broche de masse (0V).

3.1.3. Entrées et sorties numériques :

Chacune des 54 broches numériques de la carte Mega peut être utilisée soit comme une entrée numérique, soit comme une sortie numérique.

Certaines broches ont des fonctions spécialisées :

- **Communication Série** : Port Série Serial : 0 (RX) et 1 (TX) ; Port Série Serial 1 : 19(RX) and 18 (TX) ; Port Série Serial 2 : 17 (RX) and 16 (TX) ; Port Série Serial 3 : 15(RX) and 14 (TX).
- **Interruptions Externes** : Broches 2 (interrupt 0), 3 (interrupt 1), 18 (interrupt 5), 19(interrupt 4), 20 (interrupt 3), et 21 (interrupt 2). Ces broches peuvent être configurées pour déclencher une interruption sur une valeur basse, sur un front montant ou descendant, ou sur un changement de valeur.
- **Impulsion PWM** (largeur d'impulsion modulée): Broches 0 à 13. Fournissent une impulsion PWM 8-bits à l'aide de l'instruction `analogWrite()`.
- **SPI** (Interface Série Périphérique): Broches 50 (MISO), 51 (MOSI), 52 (SCK), 53 (SS). Ces broches supportent la communication SPI (Interface Série Périphérique).
- **I2C** : Broches 20 (SDA) et 21 (SCL). Supportent les communications de protocole I2C.
- **LED** : Broche 13. Il y a une LED incluse dans la carte connectée à la broche

3.1.4. Entrées et sorties analogiques :

La carte Mega2560 dispose de 16 entrées analogiques, chacune pouvant fournir une mesure d'une résolution de 10 bits (c.à.d. sur 1024 niveaux soit de 0 à 1023) à l'aide de la très utile fonction `analogRead ()` du langage Arduino. Par défaut, ces broches mesurent entre le 0V (valeur 0) et le 5V (valeur 1023), mais il est possible de modifier la référence supérieure de la plage de mesure en utilisant la broche AREF et l'instruction `analogReference ()` du langage Arduino. (HINAULT, 2010)

3.2. Capteur de température LM35 :

Le capteur de température LM35 est un capteur analogique de température fabriqué par Texas Instruments. Il est extrêmement populaire en électronique, car précis, peu coûteux, très simple d'utilisation et d'une fiabilité à toute épreuve.

Le capteur de température LM35 est capable de mesurer des températures allant de -55°C à +150°C dans sa version la plus précise et avec le montage adéquat, de quoi mesurer n'importe quelle température.

N.B. Les versions grand publiques sont capables de mesurer des températures comprises entre -40°C et $+110^{\circ}\text{C}$.

La sortie analogique du capteur est proportionnelle à la température. Il suffit de mesurer la tension en sortie du capteur pour en déduire la température. Chaque degré Celsius correspond à une tension de $+10\text{mV}$. (LM35 Datasheet)

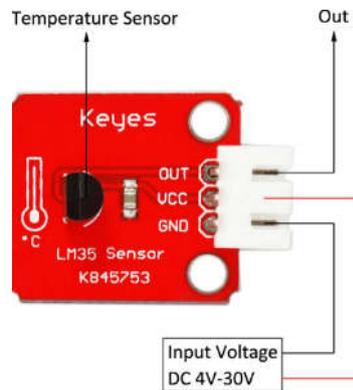


Figure 85LM35

3.3. Détecteurde fumée « «MQ2 » » :

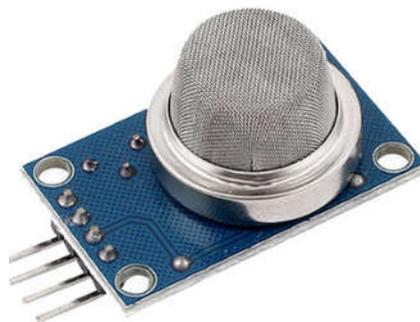


Figure 86MQ2

Le MQ-2 est un capteur qui permet de détecter du gaz ou de fumée à des concentrations de 300 ppm à 10000 ppm. Après calibration, le MQ-2 peut détecter différents gaz comme le GPL (LPG), l'i-butane, le propane, le méthane, l'alcool, l'hydrogène ainsi que les fumées. Il est conçu pour un usage intérieur à température ambiante.

Le matériau sensible du capteur de gaz MQ-2 est le SnO_2 , qui a une conductivité plus faible dans l'air pur. Lorsque le gaz combustible cible existe, la conductivité du capteur est plus élevée avec

l'augmentation de la concentration de gaz. Convertir le changement de conductivité pour correspondre au signal de sortie de la concentration de gaz.

Le capteur de gaz MQ-2 a une sensibilité élevée au GPL, au propane et à l'hydrogène, peut également être utilisé pour le méthane et d'autres vapeurs combustibles. (MQ2 Datasheet)

Tableau 15 Datasheet MQ2

Les Caractéristiques du MQ2	<ul style="list-style-type: none">• Puce principale : LM393, ZYMQ-2 détecteur de gaz• Haute sensibilité et bonne sélectivité• Tension de fonctionnement : 5V DC• Tension de sortie analogique : 0 ~ 5V (plus la concentration est élevée, plus la tension est élevée)• Plage de détection : 200 à 10000ppm• Longue durée de vie et stabilité fiable
Les différents pins d'un capteur MQ2	<ul style="list-style-type: none">• VCC : alimentation positive (5V)• GND : alimentation négative• DO : sortie du signal du commutateur• TTL AO : sortie du signal analogique• Quatre trous de vis pour un positionnement facile• Dimensions : 32 x 22 x 27mm

3.4. Le Buzzer :

Un buzzer est un composant composé essentiellement d'ailettes qui réagissent à l'effet piézoélectrique. La piézoélectricité est une propriété de certains minéraux qui se déforment lorsqu'ils sont exposés à un champ électrique. Ce phénomène est réversible. La déformation de ce minéral produit de l'énergie électrique. Sur ce système le buzzer cert a emmétré un son.



Figure 87 Buzzer

3.5. Diode électroluminescente (LED) :

Une diode électroluminescente (LED) est un dispositif optoélectronique capable d'émettre de la lumière lorsqu'il est parcouru par un courant électrique. Comme une diode classique la LED laisse passer le courant dans un sens (polarisation direct) et le bloque dans le sens inverse (polarisation inverse).

Ainsi, chaque LED possède une tension de seuil propre à elle. (Dulex, 2018)



Figure 88 LED

3.6. BreadBoard(Platine d'expérimentation) :

Platine d'expérimentation, est une base de construction pour le prototypage de l'électronique. Utiliser sans soudure qui la rend réutilisable.

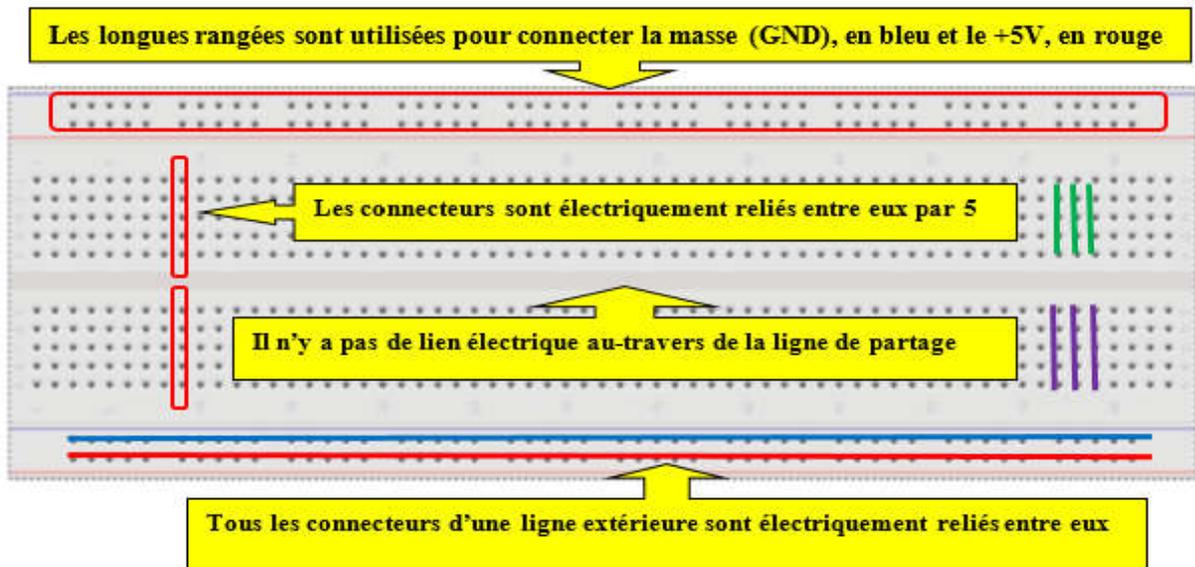


Figure 89 Breadboard

3.7. Câbles :

Utiliser pour la connexion entre les différents composants.



Figure 90 Cables

4. Programme :

4.1. Interface logicielle :

L'interface du logiciel se présente de la façon suivante :

1. options de configuration du logiciel.
2. boutons pour la programmation des cartes.

3. Zone pour programmer.
4. débogueur (affichage des erreurs de programmation).
5. partie déclaration de variables (globales).

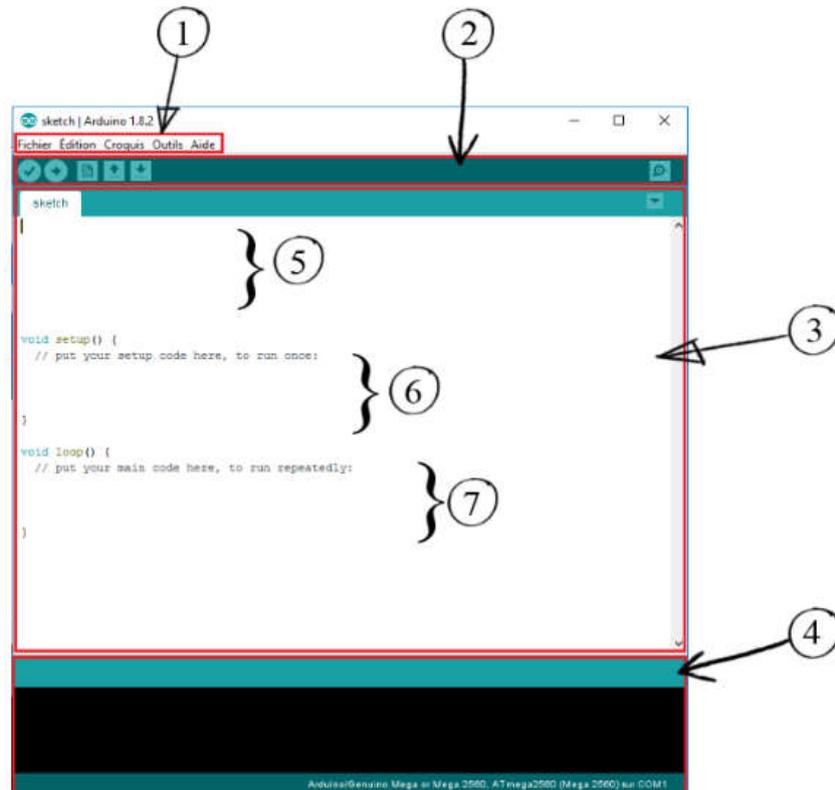


Figure 91 Interface logicielle

4.2. Les commandes logicielles :

1. Vérifier : permet de vérifier le programme, il actionne un module qui cherche les erreurs dans Le programme.
2. Téléverser : compiler et envoyer le programme vers la carte.
3. Nouveau : créer un nouveau fichier.
4. charger un programme existant.
5. Sauvegarder le programme en cours.
6. Moniteur série : de base sur la carte Arduino on ne peut pas afficher de texte, il faut ajouter un module d'affichage ou bien se servir du moniteur série pour utiliser l'écran de notre ordinateur pour savoir où on en est dans l'exécution du programme



Figure 92 Les différents commandes du logiciel

4.3. Configurations du programme :

Un programme Arduino est une série d'instructions de base sous forme de texte (ligne par ligne). La carte lit puis exécute les instructions en séquence identifiées par des lignes de code. Les commentaires, en programmation informatique, font partie du code source ignorés par le compilateur ou l'interpréteur, car ils n'ont aucun effet sur l'exécution du programme.

- a) Définition des variables : Pour notre montage, on va utiliser une sortie numérique de la carte qui est par exemple la deuxième sortie numérique ; cette variable doit être définie et nommée ; la syntaxe pour désigner un nombre entier est **int**.
- b) Configuration des entrées et des sorties **void setup ()** : Les broches numériques de l'Arduino peuvent aussi bien être configurées en entrées numériques ou en sorties numériques ; ici on configure pin en sortie ; pin mode (nom, état). l'état est soit OUTPUT pour les sorties ou INPUT lorsqu'il s'agit d'entrées.
- c) Programmation des interactions **void loop** : Dans cette boucle, on définit les opérations à effectuer dans l'ordre digitalwrite(nom, état) est une autre des quatre fonctions relatives aux entrées – sorties numériques.
 - delay(temps en milli-seconde) est la commande d'attente entre deux instructions.
 - Chaque ligne d'instruction est terminée par un point-virgule.
 - Ne pas oublier les accolades qui encadrent la boucle.

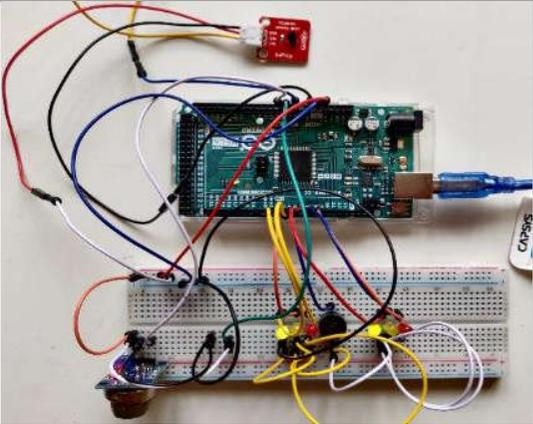
4.4. Etapes de mise en marche :

En premier lieu, avant d'envoyer un programme dans la carte, il est nécessaire de sélectionner le type de la carte (Arduino Mega2560) et le numéro de port USB (COM)

Un simple enchaînement d'étapes doit être suivie pour introduire le code dans la carte Arduino via le port USB :

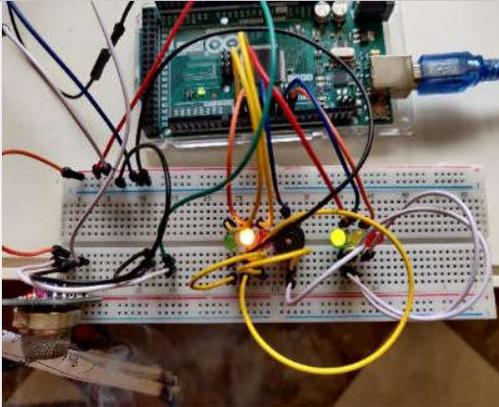
1. On conçoit ou on ouvre un programme existant avec le logiciel IDE Arduino.
2. On vérifie ce programme avec le logiciel Arduino (compilation).
3. Si des erreurs sont signalées, on modifie le programme.
4. On charge le programme sur la carte.
5. On câble le montage électronique.
6. L'exécution du programme est automatique après quelques secondes.
7. On alimente la carte soit par le port USB, soit par une source d'alimentation autonome (pile 9 volts par exemple).

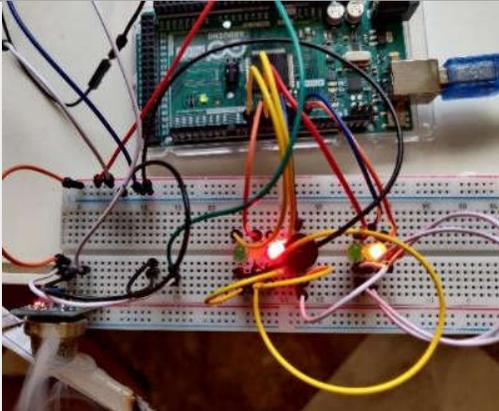
N°	Affichage numérique (a)	Détecteur	Les couleurs des LED	L'état des LED	Affichage numérique (b)
----	-------------------------	-----------	----------------------	----------------	-------------------------

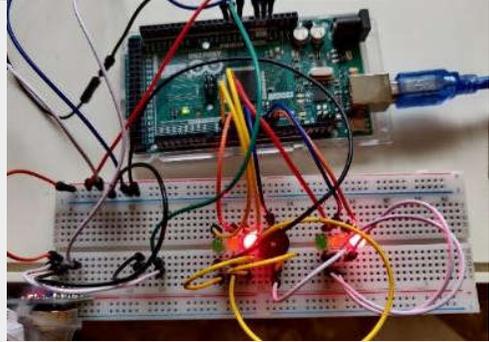
N°	Affichage numérique (a)	Détecteur	Les couleurs des LED	L'état des LED	Affichage numérique (a)
01	1: Temperature in degrees celcius = 27.86°C 2: SMOKE concentration = 31 PPM 3: CARBON MONOXIDE concentration = 136 PPM	MQ2 Fumée	Verte	On	
			Orange	Off	
			Rouge	Off	
		MQ2 CO	Verte	On	
			Orange	Off	
			Rouge	Off	

5. Résultat des essaie :

Voici les résultats des différents essayer lors d'application de fumes :

02	1: Temperature in degrees celcius = 28.84°C 2: SMOKE concentration = 104 PPM 3: CARBON MONOXIDE concentration = 160 PPM	MQ2 Fumée	Verte	Off	
			Orange	On	
			Rouge	Off	
		MQ2 CO	Verte	On	
			Orange	Off	
			Rouge	Off	

N°	Affichage numérique (a)	Détecteur	Les couleurs des LED	L'état des LED	Affichage numérique (c)
03	1: Temperature in degrees celcius = 28.35°C 2: SMOKE concentration = 284 PPM 3: CARBON MONOXIDE concentration = 230 PPM	MQ2 Fumée	Verte	Off	
			Orange	Off	
			Rouge	On	
		MQ2 CO	Verte	Off	
			Orange	On	
			Rouge	Off	

N°	Affichage numérique (a)	Détecteur	Les couleurs des LED	L'état des LED	Affichage numérique (d)
04	1: Temperature in degrees celcius = 27.86°C 2: SMOKE concentration = 387 PPM 3: CARBON MONOXIDE concentration = 317 PPM	MQ2 Fumée	Verte	Off	
			Orange	Off	
			Rouge	On	
		MQ2 CO	Verte	Off	
			Orange	Off	
			Rouge	On	

Conclusion du chapitre :

Il existe cinq technologies courantes utilisées pour la détection d'incendie sur les navires. Le système de détection sélectionné dépendra de la mission du navire particulier, sur la base du constructeur. Il se peut également que plus d'un système de détection soit nécessaire. La plupart des alarmes incendie sont examinées par les membres d'équipage avant que le système d'extinction d'incendie ne soit activé, en raison de l'incidence des fausses alarmes.

Avec les améliorations de la technologie au fil des ans, la plupart des fausses alarmes aujourd'hui sont une indication d'un manque de maintenance ou d'autres problèmes. Un bon programme de maintenance préventive gèrera les fausses alarmes.

Fondamentalement, un système adressable peut être configuré pour indiquer où se trouve une alarme, comme la cuisine, une cabine ou la salle des machines. Le panneau d'alarme affiche le nom de l'endroit où l'alarme retentit. Le système adressable est conçu pour donner plus d'informations à l'équipage plus rapidement, une détection précoce veut dire plus de chance d'éviter une catastrophe et des pertes de vies et de biens et surtout la préservation de l'environnement.

Il est crucial d'utiliser des systèmes de détection d'incendie approuvés, y compris des détecteurs de fumée et de monoxyde de carbone. Malheureusement, les exploitants de navires non inspectés en particulier peuvent prendre des raccourcis.

CONCLUSION GENERALE

La maîtrise d'un incendie à bord d'un navire de commerce dépendant en large partie des connaissances théoriques et pratiques du bord en la matière, on perçoit dès lors l'intérêt crucial que présente la formation des officiers et du reste de l'équipage aux techniques avancées de lutte contre le feu. L'incendie est en effet un danger qui menace en permanence le navire, et sa fréquence de survenance n'est pas négligeable. Ainsi par exemple, de 2006 à 2013, l'EPA a fait face à 15 incidents, dont 10 incendies parmi eux des navires à quai, Bilan EPA 2016.

Les causes d'un incendie peuvent être globalement classées en trois groupes. La cause de l'incendie peut tout d'abord être extérieure au navire, par exemple lorsqu'un incendie ayant éclaté à terre dans un entrepôt situé à proximité des bassins ou à bord d'un autre navire amarré à quai se communique au navire, lorsque le navire est victime de phénomènes naturels ou encore lorsqu'une embarcation remplie de gaz explosifs frappe la coque d'un pétrolier.

L'incendie peut ensuite trouver son origine dans la cargaison transportée à bord du navire. Près des $\frac{3}{4}$ des incendies frappant les navires prennent naissance dans leurs cales, et 46% de ceux-ci résultent d'une combustion spontanée des marchandises.

Enfin les navires transportant des marchandises particulièrement inflammables ou explosibles, tels que les pétroliers transportant du fuel léger extrêmement volatil, les chimiquiers ou les méthaniers, sont particulièrement exposés au risque d'incendie à bord.

L'incendie peut enfin trouver son origine dans un défaut de navigabilité du navire ou dans sa mauvaise administration. Hormis les risques d'incendie liés à un abordage, une collision ou encore une mauvaise manipulation lors du chargement des matériaux dangereux, le navire constitue en lui-même une formidable source potentielle d'incendie. Les locaux d'habitation, la salle des machines, la salle des pompes et les cales sont incontestablement les parties du navire les plus vulnérables à la survenance d'un incendie.

Les réglementations internationale et nationale s'efforcent de prévenir les risques d'incendie et d'améliorer constamment la sécurité des navires en émettant des règles techniques imposant un standard minimum pour la construction, l'équipement et les opérations menées à bord des navires.

Il est toutefois fréquent que la cause de l'incendie ne puisse être clairement identifiée par les experts. L'incendie à bord d'un navire est en effet à ce point destructeur qu'il est toujours extrêmement difficile, et voire même souvent impossible, de déterminer son origine exacte.

Au finale notre travail permet d'aboutir à réaliser un système pour identifier et mesurer la concentration de fumée du monoxyde de carbone et la température en degré Celsius, cela en émettant un signal sonore suivie d'une alerte visuelle tout dépend de la concentration et aux seuils fixer au préalable, cela va permettre la détection rapide de l'incendie traduite par une intervention au moment opportun et la sauvegarde la vie en mène.

Bibliographie

- Hyproc SC Ougarta, Cargo Operating Manual, Classification, Rules and Regulations, P1.
- Lloyd's register, Rules and Regulations for the Construction and Classification of Ships for the Carriage of Liquefied Gases in B, LR IV, Information and plans, P18-20, Edition Juillet2020
- Article transport maritime Algérien 2011
<https://journals.openedition.org/mediterranee/5410?lang=fr>
- CNUCED 2015unctad.org
- Code maritime algérien, Titre1 de la navigation maritime, Chapitre 3 : police et sécurité maritime
- Transports Canada, Petits bateaux de pêche manuelle de sécurité, Sécurité de la navigation, P13-P19, Edition03/2003.
- ISGINTT guide international de sécurité pour les bateaux-citernes de la navigation intérieure et les terminaux<https://www.isgintt.org>
- Entreprise portuaire d'Arzew arzewports.dz
- Transport maritimewikipedia.org/wiki/Transport_maritime
- Arduino Mega 2560 Rev3arduino.cc
- MQ2 Datasheet pololu.com/file/0J309/MQ2.pdf