



جمهورية الجزائر الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de L'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة امحمد بوقرة ببومرداس
Université M'Hamed Bougara de Boumerdès
كلية المحروقات والكيمياء
Faculté des Hydrocarbures et de la Chimie



Département Génie des Procédés Chimiques et Pharmaceutiques
Mémoire de fin d'études en vue d'obtention du diplôme de Master

Spécialité : Génie des Procédés

Option : Hygiène Sécurité et Environnement

Thème

***Etude de performance du système anti-incendie selon la norme NFPA,
application aux sphères de stockage a GP1Z***

Présenté par :

- *BENAISSA Mohamed Cherif*
- *FRENDI Yanis*

Encadré par :

- *Dr F. BENRAHOU*

Année Universitaire : 2022 / 2023

Dédicace

Celui qui craint d'escalader les montagnes vivra toujours parmi les gouffres

Je dédie ce projet de fin d'étude...

A mes très chers parents

En témoignage de ma reconnaissance pour leur soutien,

Leurs sacrifices et tous les efforts qu'ils ont fournis pour mon éducation et ma formation.

A ma chère mère Hadjira et mon cher père Kamel

A ma chère grand-mère Djamila qui m'a soutenu durant mon parcours universitaire

A mes oncles Mounir et Toufik qui toujours cru en moi et mes capacités

A mon frère Achref et ma petite princesse ma sœur Ikram

A mon Binôme FRENDI Yanis et à toute sa famille

Et à tous mes amis de promo H18 et spécialement mon proche ami

RABIA Chams Eddine et mon copain de chambre Airodje youcef islem

A mes amis et collègues du Future Designer Club

BENAISSA Mohamed Cherif

Dédicace

Je dédie ce mémoire de fin d'études à :

Mes parents, étant très reconnaissants pour leur soutien, leur aide et tous les efforts qu'ils ont donnés

pour mon éducation et ma formation,

Mes très chères sœurs : Sarah et Anis

Mes très chères grands-mères Drija et Tassaadit et mon grand-père Bachir

*À la mémoire de mon oncle Hakim et mon cousin Hamid décédés en cette dernière
année, Que Dieu ait leurs âmes.*

*A mon Binôme Mohamed chérif et à toute sa famille Et à tous mes amis de la
promo 2018*

Pour leurs affections, compréhension et patience

*Et à tous ceux qui me sont chers et qui m'ont soutenu et aidé de
près ou de loin.*

Yanis Frenedi

Remerciement

En premier lieu, nous tenons à remercier Dieu, pour sa providence divine, son aide, et la patience et force qu'il nous a donné pendant ces années universitaires et durant notre stage de fin d'études.

Nous adressons aussi nos remerciements profonds à nos chers parents qui ont tant sacrifié pour nous faciliter le chemin vers le succès.

Nos profondes gratitude et remerciements à tous nos enseignants du master HSE et surtout à madame Dr. Fatima Zohra Benrahou, pour son honorable encadrement et pour les conseils judicieux qui nous ont été un très grand aide.

Nos respectueux remerciements à tous les membres du jury qui nous ont fait l'honneur de participer à l'évaluation de notre travail.

Nous ne manquerons pas de remercier également l'ensemble de personnel du complexe GP1/Z pour leur accueil chaleureux et leur aide et support, et en particulier Mr BOURAS MOURAD pour ces innombrables conseils et orientations et l'aide qu'il nous a fournis pour faire notre stage et notre mémoire.

On tient aussi à remercier tous ceux et celles qui nous ont aidés de près ou de loin pendant notre parcours universitaire.

Résumé

Le complexe GP1/Z est considéré comme l'un des plus grands complexes au monde dans le secteur gazier. Cependant, sa grande capacité de stockage sphérique présente un risque majeur pour tous autres équipements et personnes du complexe ainsi qu'il peut avoir diverses répercussions environnementales et nuire à des régions entières ce qui nécessite la mise en conformité du système anti-incendie avec les normes en vigueur. L'objectif de notre travail au niveau du complexe GP1/Z est d'étudier l'efficacité et la performance du système anti-incendie existant afin d'augmenter le niveau de confiance et apporter de nouvelles recommandations pour limiter et minimiser tout risque potentielle redouté, et pour cela nous nous sommes appuyés sur les codes, normes et standards de la NFPA (National Fire Protection Association) et sur des scénarios d'étude des cas par simulation.

Mots clés : complexe GP1/Z Arzew, NFPA, système anti-incendie, stockage sphérique

Abstract

The GP1/Z complex is considered one of the world's largest complexes in the gas sector, by production, local storage (in spherical tanks and storage reservoirs) and international trade through ships. Its large spherical storage capacity on the other hand presents a major risk for all the equipment and personnel working in the complex, there is also the risk of dangerous environmental repercussions. These major risks therefore require the compliance of the fire protection systems of the complex with the current standards. The objective of our work at the GP1/Z complex is to study the conformity and performance of the existing fire protection system of the storage spheres in order to increase their level of reliability and provide recommendations to limit and minimize any potential risks. To do this job we relied on the NFPA (National Fire Protection Association) codes, norms and standards, and on the study of possible case scenarios.

Keywords: GP1/Z Arzew complex, NFPA, fire prevention system, spherical storage

Table des matières

Liste des figures

Liste des tableaux

La liste des abréviations

Introduction Générale

Chapitre I : Présentation de l'entreprise2

Introduction3

I.1 Présentation du complexe GP1Z3

I.1.1 Objectif de complexe GP1/Z3

I.1.2 Situation géographique et voisinage du complexe GP1/Z3

I.1.3 Fiche Technique Du complexe GP1/Z4

I.1.4 Procédé de Fabrication.....5

I.1.5 Organigramme du complexe GP1Z12

I.2 Présentation des équipements.....14

I.2.1 Description de la sphère de produit fini au niveau du complexe GP1-Z.....14

I.2.2 Appareils annexes d'une sphère pour stockage d'alimentation.....15

I.2.3 Fonctionnement de la sphère17

I.2.4 Fiche Technique De la Sphère De Stockage GP1/Z.....18

I.2.5 Stockage des produits finis sous pression18

Conclusion20

Chapitre II: Généralités sur la norme NFPA21

Introduction22

II.1 Définition de la norme NFPA22

II.2 Historique.....	22
II.3 Objectif de la norme.....	23
II.5 Classification des codes et normes NFPA	24
II.5.1 Les code	24
II.5.2 Les Standards	25
II.5.3 Pratique recommandée.....	25
II.5.4 Guide	25
II.6 Principaux codes et normes de la NFPA.....	26
II.6.1 La Norme NFPA 11 pour la mousse à faible, moyen et haut foisonnement.....	26
II.6.2 La norme NFPA 13 Norme pour l'installation de systèmes de gicleurs	29
II.6.3 La norme NFPA 15 Systèmes Fixes de Pulvérisation d'Eau pour la Protection Incendie	31
II.6.4 La norme NFPA17 : Systèmes d'extinction à poudre chimique.....	34
II.7 Les codes, standard, norme NFPA secondaire.....	37
Conclusion.....	38
Chapitre III : Système anti-incendie des sphères de produits finis au niveau du complexe GP1/Z.....	39
Introduction	40
III.1 Définition du système anti-incendie	40
III.2 Définition des Différents Types de Protection.....	40
III.2.1 Protection Passive	40
III.2.2 Protection Active.....	40
III.3 Les différentes installations du système anti-incendie au niveau d'unesphère de produit fini :	41
III.3.1 Système de détection du feu (Sprinkler)	42

III.3.2 Système de détection du gaz.....	42
III.3.3 Système d'extinction à mousse.....	43
III.3.4 Système d'extinction a poudre	44
III.3.5 Système déluge.....	46
III.3.6 La cuvette de rétention	47
III.4 Système anti-incendie au niveau des Sphères de produits finis	47
III.4.1 Barrières de prévention	47
III.4.2 Barrières de protection.....	48
Conclusion.....	53
Chapitre IV : Partie Pratique d'étude de cas	54
Introduction	55
IV.1 Etude de cas : calcul de la quantité d'eau, poudre et de mousse nécessaire pour deux scenarios	55
I. Scénario 1.....	56
II. Scenario 2	62
IV.1 Etude de la conformité du système anti-incendie au niveau des sphèresde produits finis	64
IV.2 Résultats et interprétations de notre étude.....	66
Conclusion générale.....	68
Recommandations	70
Référencés Bibliographique	

Liste des figures

Figure 1.1 : Situation Géographique du complexe GP1/Z	3
Figure 1.2 : Procédé de Fabrication GP1/Z.....	6
Figure 1.3 : Les sphères de stockages.....	9
Figure 1.4 : Schéma qui représente l'organigramme du complexe GP1/Z.....	12
Figure I.5: Appareils annexes d'une sphère de stockage d'alimentation.....	16
Figure 3.1 : Schéma du principe de fonctionnement d'un skid ...	Erreur ! Signet non défini.

Liste des tableaux

Tableau 1.1 : Paramètre de chargement de navires dans les 2 jetées.	10
Tableau.I.2 : Appareils annexes d'une sphère	15
Tableau I.3: Fiche technique d'une sphère de produit fini (Butane / Propane).....	18
Tableau 3.1 : Différents types d'équipements de lutte contre l'incendie	41
Tableau.3.2 : Moyens mobiles au niveau du complexe GP1/Z	52
Tableau.4.1 : étude de conformité du réseau eau du système déluge	64
Tableau 4.2 : étude de conformité du réseau eau du système mousse.....	65
Tableau 4.3 : étude de conformité du système poudre	65
Tableau.4.4 : étude de conformité de la cuvette de rétention.....	66

La liste des abréviations

AHJ	Authorities Having Jurisdiction
ASME	American Society of Mechanical Engineers
ESFR	Early suppression-fast response
GDM	Gaz Detector Monitor
GNL	Gaz Naturel Liquéfié
GPL	Gaz Pétrolier Liquéfié
HSE	Hygiène et Sécurité Industriel
IHI	Ishikawajima heavy-industry
ISO	Organisation international de normalisation
LAHH,LAH	alarmé de très haute niveau, haute
LRP	Liquéfaction de Raffinage et Pétrochimie
NFPA	National fire Protection Association
OHSAS	Occupational Health and Safety Assessment Séries
PV	Vanne de pression
RTO	Région Transport Ouest
SPK	sprinkler

Introduction Générale

Introduction Générale

Le commerce internationale des hydrocarbures est sans doute un des plus grands à l'échelle mondiale, surtout en ce moment de crise qui a bouleversé le monde entier (la guerre de la Russie et l'Ukraine), l'Algérie joue un rôle actif dans ce secteur puisque son économie est basée essentiellement sur l'exploitation et l'exportation des hydrocarbures, dont le GPL et ses produits présente une grande partie.

Cependant, L'industrie gazière et pétrolière a de tout temps était considérée comme étant un foyer de dangers et de risques majeurs pour l'homme, les installations et l'environnement. L'accident du Complexe GL1/k de Skikda en est témoin

Le complexe GP1/Z (gaz de pétrole liquéfié) de l'activité aval (groupe SONATRACH) compte parmi les industries pétrolières classées SEVESO (La directive Seveso est le nom générique d'une série de directives européennes qui imposent aux États membres de l'Union européenne d'identifier les sites industriels présentant des risques d'accidents majeurs, appelés « sites Seveso », et d'y maintenir un haut niveau de prévention) [01] avec le traitement du gaz pétrolier et le stockage de GPL brut et ses produits finis tel que le butane et le propane au niveau des sphères de stockage pour le marché local et au niveau des bacs de stockage pour le marché internationale. Ceux-ci sont identifiés comme étant des installations présentant des risques majeurs.

Vu les conséquences néfastes sur les personnes, les biens et l'environnement qui peuvent survenir, le complexe GP1/Z prévoit plusieurs moyens de prévention à la hauteur, parmi eux les système anti-incendie des différentes installations, afin de faire face à tous types de risques.

L'objectif de ce travail consiste à vérifier la conformité et la performance du système anti-incendie des réservoirs sphériques de produits finis (Butane et propane) de la phase II du complexe GP1/Z au selon les normes NFPA afin d'augmenter le niveau de confiance et apporter de nouvelles recommandations pour limiter et minimiser tous risques potentiels redoutés.

Pour établir cette étude, le travail va être échafaudé en quatre chapitres :

- **Chapitre I** : La première partie est une présentation du complexe GP1Z, suivi par une description générale de la sphère de produit fini du complexe.
- **Chapitre II** : Les normes NFPA (code et explication).
- **Chapitre III** : Le système anti-incendie de la sphère de produit fini du complexe GP1/Z.
- **Chapitre IV** : Partie pratique : étude de cas suivie par les Résultats trouvé et les interprétations puis étude de conformité, et pour finir, on termine notre travail par une conclusion générale et quelques recommandations.

Chapitre I : Présentation de l'entreprise

I.1.3 Fiche Technique Du complexe GP1/Z

Le complexe a pour mission la production du GPL (Propane et Butane) commerciaux destinée aussibien au marché national qu'au marché international. [02]

- Nom de l'entreprise : **Complexe GP1/Z.**
- Superficie : **120 Hectares.**
- Effectifs : **1000 Employés.**
- Objet : **Séparation et liquéfaction du GPL.**
- Produits Finis : **Butane, Propane.**
- Procédé utilisé : **Distillation sous pression.**
- Nombre de trains : **09 Trains.**
- Constructeur : **Consortium Japonais IHI- ITOCHU.**
- Capacité de production : **10,8 millions de tonnes par an.**
- Date de démarrage des travaux : **10 Novembre 1980.**
- Date de mise en production de la phase 1 : **12 Décembre 1983.**
- Date de mise en production de la phase 2 : **24 Février 1998.**
- Date de mise en production de la phase 3 : **12 Février 2010.**
- Capacité Totale de stockage :
 - ❖ Stockage de la charge : **22000 m³**
 - ❖ Stockage des produits Réfrigérés : **560000 m³**
 - ❖ Stockage des produits ambiants : **2000 m³**
- Principales installations du complexe :
 - ❖ 22 sphères de stockage de la charge d'alimentation.
 - ❖ 09 Trains de traitement du GPL.

Chapitre I : Présentation de l'entreprise

- ❖ 04 Unités de liquéfaction des BOILOFF (02 pour le butane et 02 pour le propane).
- ❖ 04 Bacs de stockage de propane à basse température (Capacité de chaque bac est de 70000m³).
- ❖ 04 Bacs de stockage de Butane à basse température (Capacité de chaque bac est de 70000m³).
- ❖ 04 Sphères de stockage de produits ambiants (Propane, Butane).
- ❖ 01 Sphère de stockage de Pentane (Capacité 500 m³).
- ❖ 04 Salles de contrôle + 02 salles de supervision.
- ❖ 02 Stations électriques alimentées par SONEGAS.
- ❖ 06 Générateurs assurant l'énergie de secours du complexe (02 pour chaque phase).
- ❖ 02 Quais de chargement pouvant recevoir des navires d'une capacité de chargement variant entre 4000 m³/h et 10000 m³/h.
- ❖ 01 Rampe de chargement par camions.
- ❖ 01 Station pompière d'eau de mer.
- ❖ 01 système de télésurveillance.
- ❖ 02 Unités de traitements des eaux usées.

I.1.4 Procédé de Fabrication

Le site a été découpé en section fonctionnelles telles que suivantes :

- Section d'arrivée et de stockage de la charge.
- Section de déshydratation.
- Section de séparation.
- Section de réfrigération de propane et de butane.
- Section Four.
- Bacs de stockage produits finis réfrigérés.
- Stockage produits finis sphères sous pression et chargement camions
- Récupération du BOG (Boil of Gas) ou gaz d'évaporation.
- Chargement navires.
- Utilités : Chaudière, Circuit GN, Systèmes torches et Blow Down, Stockage diesel etc.

Chapitre I : Présentation de l'entreprise

Les activités à étudier peuvent se décomposer selon les différentes sections telles que présentées sur le schéma ci-dessous :

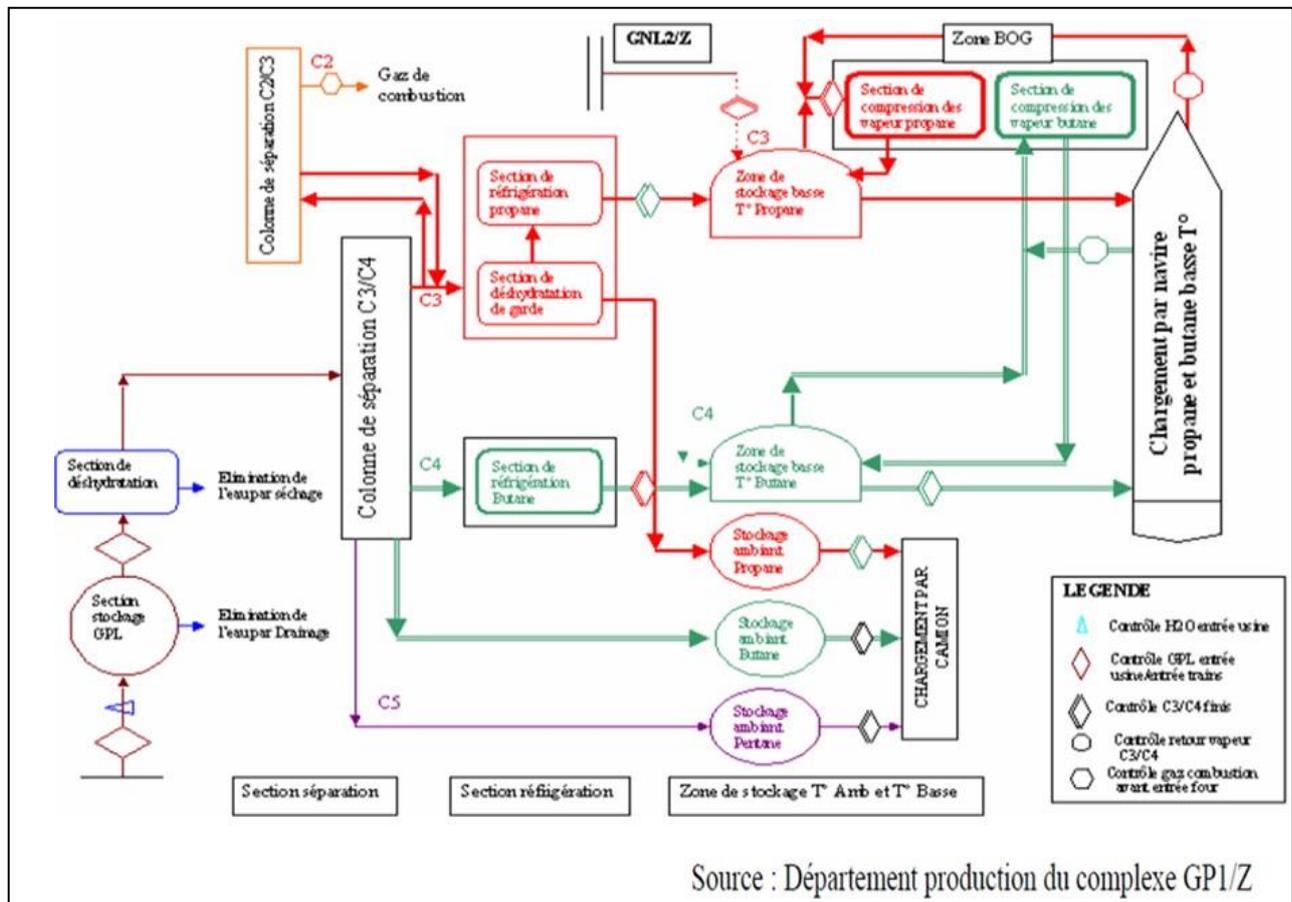


Figure 1.2 : Procédé de Fabrication GP1/Z

I.1.4.1 Section d'arrivée et de stockage de la charge

L'alimentation se fait à partir des champs gaziers et pétroliers du sud Algérien par un Gazoduc24 via la terminal RTO situé sur le plateau de Béthioua, l'alimentation de la section de déshydratation est effectuée par huit (08) pompes.

Chapitre I : Présentation de l'entreprise

Le GPL est stocké dans seize (**16**) sphères réparties en quatre (**04**) groupes comportant chacun quatre (**04**) sphères et deux (**02**) pompes d'alimentation.

I.1.4.2 Section déshydratation

Le but de cette section est de réduire la teneur d'eau dissoute dans le GPL de **100 ppm** à **5ppm** en poids et éviter ainsi la formation de glace et de bouchons de givre dans la partie réfrigération de l'installation.

Cette section comprend trois (**03**) sécheurs d'adsorption à tamis moléculaires, un en service et l'autre en régénération et le dernier en stand-by.

Le GPL passe dans le sécheur du bas vers le haut, l'humidité est extraite lors du passage du GPL à travers les tamis moléculaires, la durée de cette opération est de 36 heures.

Une fois les 36 heures dépassées le sécheur passe automatiquement en régénération, cette dernière comprend les séquences suivantes :

- Drainage (**01 heure**).
- Dépressurisation (**30 minutes**).
- Réchauffage (**11 heures**).
- Refroidissement (**05 heures**).
- Pressurisation (**30 minutes**).
- Remplissage.

I.1.4.3 Section séparation

C'est la section qui assure la séparation du GPL en deux produits finis, Propane et Butane en plus de très faibles quantités d'éthane et pentane.

Le GPL déshydraté avant de passer au Fractionnateur, il doit être porté à sa température d'ébullition (**710°C**), en passant à travers trois préchauffeurs le premier est chauffé par le produit de fond du Dééthaniseur, le second par les produits de fond de Fractionnateur et le dernier par l'huile chaude provenant du four. Le GPL ainsi préchauffé à **710°C** passe directement dans le Fractionnateur (il est constitué de **55** Plateaux à clapets) ou il est séparé en (**Propane + éthane**) en tête de colonne et en (**Butane + Pentane**) au fond de la colonne.

Chapitre I : Présentation de l'entreprise

Les produits de tête de colonne sont condensés et récupérés au niveau du ballon de reflux. Les produits du fond de la colonne sortent à une température de (**1100°C**) préchauffent la charge de GPL et passent vers le Dépénantiseur.

➤ **Dééthaniseur**

Dans le but de produire du propane commercial plus au moins pur, les produits de tête de colonne passent au Dééthaniseur, ce dernier est une colonne de fractionnement équipée de **25** plateaux à clapets. Le gaz riche en éthane sortant de la partie supérieure du Dééthaniseur est utilisé comme combustible du four, le propane sortant du fond de la colonne à une température de **620°C** se dirige directement vers le premier réchauffeur de Fractionneur.

➤ **Dépénantiseur**

Il existe un seul Dépénantiseur commun pour les **06** trains, son rôle est d'éliminer les traces de pentane contenues dans le butane, Le Dépénantiseur est une colonne constituée de **50** plateaux à clapets.

Le butane sortant de la tête du Dépénantiseur, mélangé au reste du butane non dépénantisé, est envoyé à la section de réfrigération.

Le pentane recueilli du fond du dépénantiseur sera refroidi par Aéroréfrigérant, et envoyé vers le stockage ambiant.

I.1.4.4 Section de Réfrigération

Le But de cette section est de refroidir les produits finis à leur température de stockage (**-420°C** pour le propane et **-90°C** pour le Butane). Les produits sont réfrigérés par trois (**03**) échangeurs suivant un cycle fermé formant une boucle de réfrigération au propane.

Le propane est évaporé dans les échangeurs de chaleur, cette évaporation provoque l'abaissement de température du produit à réfrigérer, Une partie du propane réfrigéré sera comprimée et envoyée au dééthaniseur de la section de séparation comme réfrigérant de tête de colonne.

Chapitre I : Présentation de l'entreprise

La vapeur de propane générée dans les ballons d'aspiration , les condenseurs de tête des dééthaniseur et les dispositifs de réfrigération du butane , sont comprimés par un compresseur centrifuge a trois (03) étages entraîné par une turbine à gaz , Elle est ensuite condensée dans les condenseurs de types aéroréfrigérant , Les produits finis sont ensuite canalisés vers les bacs de stockage.

I.1.4.5 Section d'huile chaude

Cette section est utilisé comme source de chaleur pour le troisième réchauffeur, les rebouilleurs et finalement pour le gaz naturel de régénération utilisé à la section de déshydratation .l'huile sort du four à une température de **1800°C**.

I.1.4.6 Section de stockage des produits

Il existe deux types de stockage :

a- Stockage à température ambiante :

Prévu pour la commercialisation du gaz à l'échelle nationale, le chargement camions se fait à partir des **04 sphères** ayant une capacité de **500m³** chacune dans lesquelles sont stockés le propane et le butane sous pression.



Figure 1.3 : Les sphères de stockages.

b- Stockage à basse température

Les gaz réfrigérés sont véhiculés aux bacs ou ils seront stockés dans les conditions de basse température sachant que la capacité de chacune est **70.000 m³** et sont munis de pompes immergées pour la circulation du gaz et le chargement navires.

I.1.4.7 Section chargement par camion (cc)

S'occupe de la gestion d'enlèvement par camion au niveau de la rampe de chargement par camion (Client NAFTAL et les opérateurs privés). Grace au système de control distribué (**DCS**) à travers tous le complexe , on peut visualiser et avoir tous les renseignements .

I.1.4.8 Section chargement de navires

Deux systèmes de chargement sont respectivement installés au bout des jetées D.1 et M.6, le débit de chargement est le suivant :

Tableau 1.1 : Paramètre de chargement de navires dans les 2 jetées.

Propane	Butane
Maximum: 10 000 m³/h	Maximum: 10 000 m³/h
Jetée D.1 : 4000 m³/h	Jetée D.1 : 4000 m³/h
Jetée M.6 : 10 000 m³/h	Jetée M.6 : 10 000 m³/h

I.1.4.9 La zone utilité

La zone utilité est une étendue de terrain du GP1Z contenant tout le matériel nécessaire au bon fonctionnement du complexe. Elle est divisée en sections:

- **Section Azote (N₂):** L'azote est chargé par des camions à partir d'autres sociétés telles que COGIZ à l'état liquide, il est transformé en vapeur et transporté vers les installations pour travaux divers tels que chasser les gaz pour éviter le déclenchement d'étincelles.
- **Section gasoil:** Le gasoil est chargé par des camions dans un ballon de **81.5 m³**. Il est utilisé dans les générateurs de sécurité, les turbines à gaz, les moteurs diesels,...
- **Section méthanol:** Le méthanol est chargé par des camions dans un ballon de **22.5 m³**, il est utilisé dans le dégivrage des conduites surtout pendant l'hiver.

Chapitre I : Présentation de l'entreprise

- **Section GN:** Le GN est vendu au GP1Z par RTO, il arrive avec une pression de **50 bars** et à la température ambiante. Il subit un réchauffement par la vapeur d'eau dans un échangeur. Deux vannes sont responsables de la distribution du GN aux différents équipements et doivent assurer une pression de **25 bars**. Le GN est conduit après vers un ballon tampon où il sera prêt à être utilisé dans différents domaines tels que déshydratation, chaudière, four, cuisine, turbine à gaz, compresseur.
- **Section eau distillée:** L'eau distillée est obtenue grâce à la société internationale de dessalement de l'eau de mer (**SIDEM**), elle est stockée dans un bac de **469 m3** et est utilisée pour alimenter les chaudières à l'aide de **02 pompes**.
- **Section eau industrielle:** Cette eau est assurée par l'EPEOR et est utilisée dans les bâtiments et dans le refroidissement des bacs et des sphères en cas de feu (système de déluge). Le bac contenant cette eau a une capacité de **2424 m3**.
- **Section eau de refroidissement:** On trouve dans cette section 03 pompes, un réservoir et des aéros. L'eau de refroidissement vient essentiellement du bac eau distillée et est utilisée dans le refroidissement des équipements tels que les compresseurs. Cette eau réalise un circuit fermé du réservoir où elle est aspirée puis refoulée par des pompes vers des aéros et est conduite pour refroidir l'équipement désiré et retourne chaude au réservoir.

I.1.5 Organigramme du complexe GP1Z

Le complexe GP1/Z est composé d'une direction et deux sous directions et des départements de contrôles [02] :

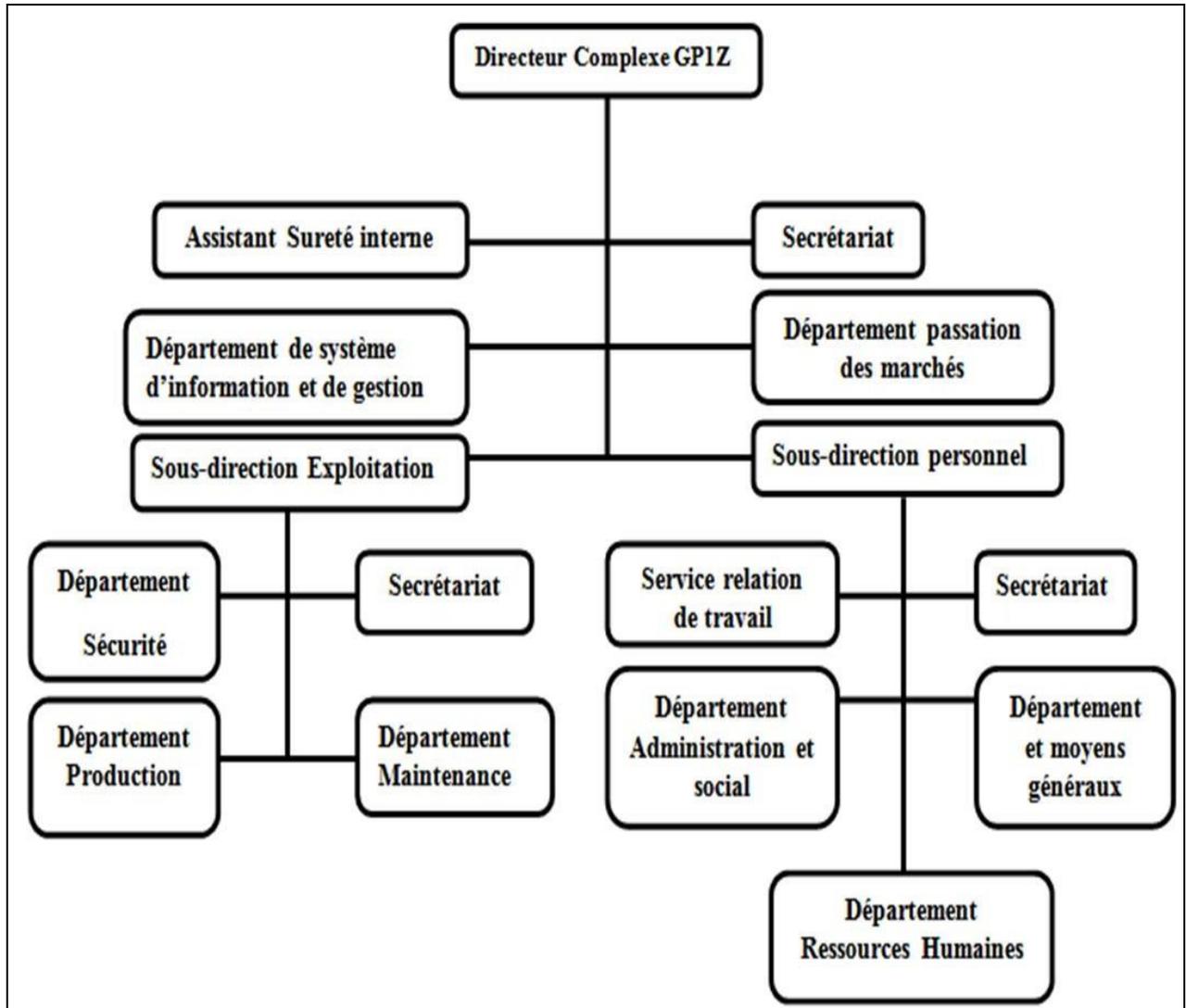


Figure 1.4 : Schéma qui représente l'organigramme du complexe GP1/Z

I.1.5.1 Département Sécurité

Le département Sécurité est chargé de veiller à ce qu'aucun incident ni accident ne viennent perturber la continuité de la production ou mette en danger des vies humaines ou les installations de l'unité. Pour effectuer cette tâche ce département se compose de deux services:

1- Service Prévention

Ce service met en œuvre les moyens dont il dispose afin de fournir les meilleures conditions de travail et de sécuriser toutes les interventions.

Ce service compte trois sections :

a- Section animation:

Le rôle principal de cette section est de :

- Informer et sensibiliser le personnel sur les mesures de sécurité à prendre par des affiches, messages et formation.
- Faire une analyse des accidents par une méthode qui s'appelle l'arbre de cause pour éviter sa reproduction.

b- Section contrôle et suivi des travaux :

Cette section a pour rôle l'inspection et le contrôle afin de sécuriser tous les travaux d'intervention sur les équipements.

- Tous les travaux de réparation ou bien de maintenance doivent être autorisés par un inspecteur de prévention, en élaborant un permis de travail (ex : permis de travail à chaud, à froid, permis de pénétration...).

c- Section Etude des Risques HSE:

Sa mission est la mise en œuvre de la politique du complexe en matière d'environnement, comme l'établissement de rapport concernant les rejets liquides, rejet atmosphérique, déchets de toutes sortes et nuisance sonores et autres.

2 - Service Intervention

Ce service est composé de deux sections :

a- Section Intervention :

Cette section intervient en cas d'urgence et à tout moment. A cet effet elle est dotée d'un système de télésurveillance audio comprenant des caméras fixes et mobiles, d'un système de communication comprenant des téléphones, des radios **VHF** et Gene phone, et d'un système de contrôle à distance (**DCS**), tous sont reliés à une salle de contrôle à distance.

En cas d'incident ou d'accident, ce service dispose d'un matériel d'intervention considérable fixe ou mobile (les camions d'intervention, les ambulances, les extincteurs, les SKIDS, le système de déluge).

Ce service peut demander assistance aux unités avoisinantes grâce au PAM (protocole d'assistance mutuelle), Ce service s'occupe aussi de la maintenance des équipements de la sécurité.

b- Section Equipement :

Cette section s'occupe de tout ce qui est matériel de sécurité, assurer son entretien et sa disponibilité pour toute intervention.

I.2 Présentation des équipements

I.2.1 Description de la sphère de produit fini au niveau du complexe GP1-Z

Une sphère de stockage de produits finis, destinée à contenir du butane et du propane, est un réservoir cylindrique de grande taille conçu pour stocker en toute sécurité des gaz liquéfiés sous pression. Fabriquée en acier de haute qualité, cette sphère offre une structure robuste et résistante, capable de supporter les contraintes exercées par les gaz liquéfiés à l'intérieur.

La sphère est soigneusement conçue pour garantir une étanchéité absolue, empêchant toute fuite potentiellement dangereuse. Elle est équipée de systèmes de sécurité avancés, tels que des soupapes de sûreté, qui assurent la libération contrôlée de la pression excessive pour prévenir tout incident indésirable.

Grâce à sa forme sphérique, cette structure permet une répartition uniforme de la pression interne, garantissant ainsi une distribution équilibrée des contraintes structurelles. Cette conception optimisée renforce la résistance et la stabilité de la sphère, assurant un niveau élevé de sécurité dans les environnements de stockage industriels.

De par leur capacité généreuse, les sphères de butane et de propane sont adaptées au stockage de quantités importantes de gaz liquéfié. Elles sont couramment utilisées dans des installations de grande envergure, telles que les terminaux de gaz naturel liquéfié (GNL) et les sites de stockage, pour approvisionner divers secteurs industriels, commerciaux et résidentiels en gaz butane et propane.

Ces sphères peuvent être enterrées partiellement ou complètement, en fonction des exigences spécifiques du site et des réglementations locales. Elles sont accompagnées d'infrastructures connexes, telles que des systèmes de remplissage et de vidange sophistiqués, des dispositifs de

Chapitre I : Présentation de l'entreprise

surveillance de la pression et de la température, ainsi que des dispositifs de sécurité supplémentaires, garantissant le bon fonctionnement et la sécurité de la sphère.

Il est important de souligner que les caractéristiques précises d'une sphère de produit fini pour le stockage de butane et de propane peuvent varier selon les réglementations en vigueur, les normes de sécurité applicables et les spécifications spécifiques de chaque installation

I.2.2 Appareils annexes d'une sphère pour stockage d'alimentation

Tableau.I.2 : Appareils annexes d'une sphère

N°	Diamètre	Quantité	Désignation	Situation
M	24''	1	Trou d'homme	Calotte supérieur
N3	3''	1	Retour liquide	
N4	2''	1	Entrée vapeur	
N5	3''	1	Entrée/sortie vapeur	
N6	3''	1	Ventilation	
K1	2''	1	T.E. (élément de température)	
K2	2''	1	Instrument de niveau et de pression	
K4	6''	1	L.I. (indicateur de niveau)	
K6	4''	2	P.S.V. (vanne de sécurité de pression)	
M1	24''	1	Trou d'homme	Calotte inférieur
N1	6''	1	Entrée liquide	
N2	10''	1	Sortie liquide	
K1	2''	1	T.I. (indicateur de température)	
K3	2''	1	Instrument de niveau	
N7	3''	1	Drainage	
K5	2''	2	L.G. (niveau à glace)	

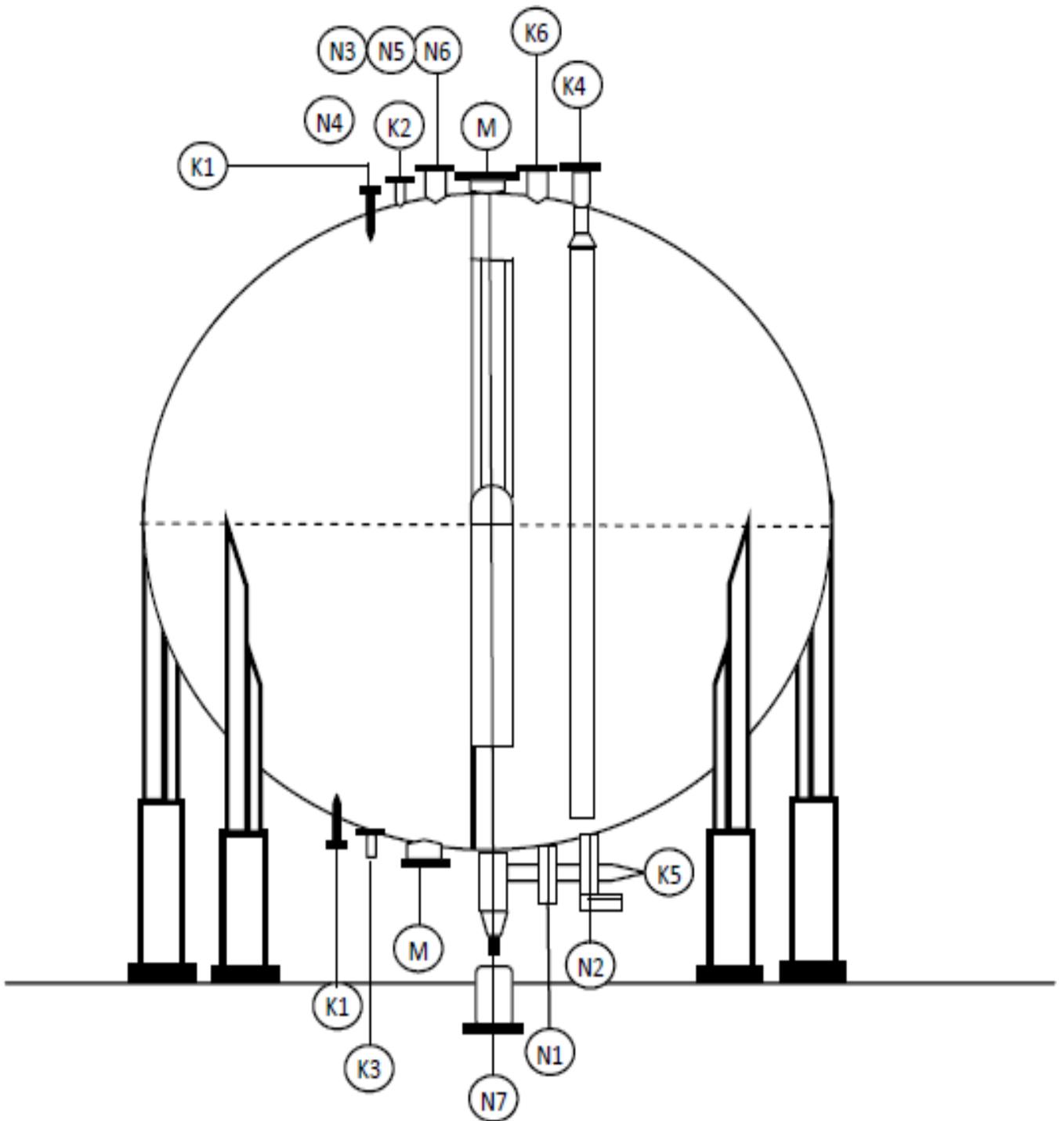


Figure I.5: Appareils annexes d'une sphère de stockage d'alimentation

I.2.3 Fonctionnement de la sphère

En opération normal, il faut effectuer la surveillance en pensant à la fois que les appareils peuvent tomber en panne et qu'ils marchent toujours correctement, ils reflètent la réalité du procédé.

La surveillance consiste à s'apercevoir de l'anomalie le plus vite possible, lorsqu'on constate une anomalie on doit la confirmer sur site, et il faut éviter un jugement basé sur l'indication d'un seul appareil, il est donc nécessaire de comprendre les relations entre l'évolution du procédé et le changement des indications de chaque appareil. Surveillance lors de la réception et de l'évacuation de liquide:

- Surveillance du niveau.
- Surveillance du thermomètre.
- Surveillance du manomètre.
- Vérification d'absence d'anomalies sur les autres appareils.
- Vérification d'absence de fuites de liquide sur divers points (joints, drainage).
- Vérification d'absence d'anomalies sur les pompes.

En cas de mauvais fonctionnement des appareils annexes tels que l'indicateur de niveau, le thermomètre et le manomètre [3].

- Frapper légèrement les tuyaux pour les faire vibrer.
- S'il s'agit d'un appareil équipé d'un robinet d'isolement, fermer ce robinet et enlever l'appareil pour le régler ou le changer.
- S'il s'agit des tuyères engorgées de tuyauterie de refroidissement du réservoir, les nettoyer. En cas de problème de la pompe, permuter la pompe avec la pompe de réserve.
- En cas de fuite de liquide:
 - S'il s'agit d'une fuite que l'on peut isoler à l'aide d'une vanne, fermer la vanne et effectuer les réparations.
 - S'il s'agit d'une fuite que l'on ne peut pas isoler à l'aide d'une vanne, arrêter la réception, vider la sphère en envoyant le liquide dans une autre et effectuer les réparations.

I.2.4 Fiche Technique De la Sphère De Stockage GP1/Z

Tableau I.3: Fiche technique d'une sphère de produit fini (Butane / Propane)

Volume	550 m³
Pression de service	MIN 1.2 MAX 16.6 Kg/cm²
Pression d'épreuve HYDRO	33 Kg/cm²
Relaxe de contrainte	Oui
Fluide	Butane / Propane
Etat du fluide	Liquide
Poids à vide	119,750 Kg
Densité moyenne	560 Kg/m³
Hauteur	14 ,76 m
Température de calcul	65 °C
Température de service	Min 5°C Max 43 °C
Surépaisseur de corrosion	1.5 mm
Radiographie	100%
Diamètre intérieur	12850mm
Date de fabrication	1992

I.2.5 Stockage des produits finis sous pression

Les produits finis Propane comme le Butane, Pentane et le mélange (Bu Pro) sont stockés dans leurs sphères respectives à leur tension de vapeur et à la température ambiante de transfert.

La température de la sphère où est stocké le produit peut varier durant l'attente, d'où la pression peut baisser ou augmenter (Hiver/Eté) pour cette raison, chaque sphère est protégée par deux PIC un en cas de Surpression, l'autre de basse pression pour éviter tout problème, ils sont réglés entre (0.5Kg/cm² et 18.0Kg/cm²).

Si la tension de vapeur du produit tombe au-dessous de 0.5Kg/cm²eff, par suite d'une température ambiante basse le GN est introduit dans la sphère de façon à maintenir cette pression

Chapitre I : Présentation de l'entreprise

de service minimale ; dans le cas contraire la pression dépasse 18Kg/cm²eff, le PIC s'ouvre vers torche afin de limiter la pression de la sphère à sa valeur de service maximale, en plus des PIC, la sphère est protégée par des soupapes de sécurités qui déchargent vers torche HP.

La répartition des sphères de stockage des produits finis se fait comme suit :

- 07-T-0023 → **Pentane.**
- 07-T-0024 → **Propane.**
- 07-T-0025 → 07-T-0026 → 07-T-0027 → **Butane.**

REPARTITION DES SPHERES SELON CONCEPTION DE L'USINE (1984) :

- 07-T-0023 → **Pentane.**
- 07-T-0024 → **Propane.**
- 07-T-0025 → **Mélange Bu Pro (C3/C4).**
- 07-T-0026 / 07-T-0027 → **Butane.**

Remarque : 07-T-0023 → Pentane : Cette sphère qui travaille à une pression basse (0.1kg/cm² et 1.5 kg/cm²) est équipée d'une ligne supplémentaire d'azote en cas d'une panne de Gaz Naturel (GN).

Conclusion

Ce chapitre donne l'opportunité de savoir quelques connaissances d'ordre technique essentiellement sur le complexe GP1Z. En essayant d'extraire le maximum d'information sur tous ce qui concerne le côté administratif processus en se basant sur le côté sécurité. Ceci permet d'avoir des idées et des visions sur tout le complexe pour commencer la partie pratique qui sera dans les prochains chapitres.

Chapitre II: Généralités sur la norme NFPA

Introduction

Les règles et normes de sécurité publiées par la NFPA (National Fire Protection Association) ne se limitent pas aux incendies, mais couvrent également d'autres risques.

Plus de 100 ans plus tard, ces règles et spécifications NFPA sont devenues l'un des systèmes de développement de documents techniques les plus équitables et les plus efficaces au monde.

Dans ce chapitre, nous allons donner une vision générale de la NFPA, ces cahiers des charges, et ces normes.

II.1 Définition de la norme NFPA

La NFPA (National Fire Protection Association), est un organisme américain fondé en 1896 dans le but de lutter contre les dommages physiques et matériels dus aux incendies. Elle réalise entre autres des normes de sécurité pour lutter contre ces dommages ainsi que d'autres risques [5].

II.2 Historique

En 1895, un comité sur la protection automatique des gicleurs a été formé par des hommes affiliés à plusieurs compagnies d'assurance incendie et un fabricant de tuyaux pour élaborer une norme uniforme pour la conception et l'installation de systèmes de gicleurs d'incendie. À l'époque, il y avait neuf normes de ce type en vigueur à moins de 160 km de Boston, dans le Massachusetts, et une telle diversité causait de grandes difficultés aux plombiers travaillant dans la région de la Nouvelle-Angleterre.

L'année suivante, le comité a publié son rapport initial sur une norme uniforme et a formé la NFPA à la fin de 1896. Le rapport initial du comité est devenu NFPA 13, Standard for the Installation of Sprinkler Systems, qui est maintenant le plus largement utilisé. Norme de gicleurs d'incendie [5].

Vers 1904, la NFPA a commencé à élargir ses membres des sociétés affiliées d'assurance-incendie à de nombreuses autres organisations et individus, et a également élargi sa mission au-delà de la promulgation des normes de gicleurs d'incendie.

II.3 Objectif de la norme

Les objectifs de la norme NFPA sont de promouvoir la science et d'améliorer les méthodes de protection et de prévention des incendies, la sécurité électrique et d'autres objectifs de sécurité connexes ; obtenir et diffuser des informations et promouvoir l'éducation et la recherche sur ces sujets et d'obtenir la coopération de ses membres et du public pour établir des garanties appropriées contre la perte de vies et de biens [6].

II.4 Le processus d'élaboration des codes et des normes

Étape 1 : Appel à propositions

- Le nouveau document proposé ou la nouvelle édition d'un document existant est soumis à l'un des deux cycles de révision annuels et un appel à propositions est publié.

Étape 2 : Rapports sur les propositions (ROP)

- Le comité ou le panel se réunit pour donner suite aux propositions, élaborer ses propres propositions et préparer son rapport.
- Le Comité vote par scrutin écrit pour approuver ses actions sur les propositions. Si l'approbation n'est pas obtenue, le rapport revient au comité.
- S'il est approuvé, le rapport sur les propositions (ROP) est publié pour examen et commentaires publics.

Étape 3 : Rapports sur les commentaires (ROC)

- Le comité ou le panel se réunit pour donner suite aux commentaires publics, élaborer ses propres commentaires et préparer son rapport.
- Le Comité vote par vote écrit pour approuver ses actions sur les Commentaires. Si l'approbation n'est pas obtenue, le rapport revient au comité.
- S'il est approuvé, le rapport sur les commentaires (ROC) est publié pour examen public

Étape 4 : Réunion technique de l'association

- Des « avis d'intention de présenter une motion » sont déposés, sont examinés et les motions valides sont certifiées pour être présentées à la réunion technique de l'Association.

Étape 5 : Appels du Conseil et délivrance du document

- La notification de l'intention de déposer un appel auprès du conseil des normes sur une action de l'association doit être déposée dans les 20 jours suivant la réunion technique de l'association.
- Le Conseil des normes décide sur la base de toutes les preuves, de publier ou non le Document ou de prendre d'autres mesures.
- Les membres de la NFPA se réunissent chaque juin lors de la réunion technique de l'association et agissent sur les rapports des comités techniques pour les documents avec des « motions de modification certifiées ».
- Le(s) comité(s) technique(s) et le(s) panel(s) votent sur toute modification apportée aux rapports du comité technique par les membres de la NFPA lors de la réunion technique de l'association.

II.5 Classification des codes et normes NFPA

La norme NFPA regroupe divers codes, pratiques recommandées et guides visant à fournir un ensemble complet de services de sécurité. L'association publie une vaste gamme de codes et de normes consensuels, totalisant plus de 300, dans le but de réduire au minimum les risques d'incendie et d'autres dangers. Ces codes et normes sont supervisés par plus de 250 comités techniques, composés d'environ 8 000 bénévoles engagés [6].

II.5.1 Les code

Un code se compose d'un ensemble de règles élaborées par des experts du domaine et recommandées aux individus. Il s'agit d'un modèle qui, bien que n'étant pas une loi en soi, peut être adopté. Un code énonce ce qui doit être fait, sans toutefois fournir les détails sur la manière de le faire.

Lorsqu'une norme est officiellement adoptée par des organismes gouvernementaux et a force de loi, elle est alors considérée comme un code. De même, une norme peut également être transformée en code lorsqu'elle est intégrée à un contrat commercial [7].

Exemples :

- **NFPA 1** Code de prévention des incendies
- **NFPA 30** Codes des Liquides inflammables et combustibles
- **NFPA 101** Code de sécurité des personnes

II.5.2 Les Standards

C'est un ensemble de définitions techniques, de spécifications et de directives. Ils fonctionnent comme des instructions pour les concepteurs, les fabricants, les opérateurs ou les utilisateurs d'équipements [7].

Exemples

- **NFPA 3** Norme pour la mise en service et les essais intégrés des systèmes de protection incendie et de sécurité des personnes
- **NFPA 10** Norme pour les extincteurs portatifs
- **NFPA 12A** Norme sur les systèmes d'extinction d'incendie au halon

II.5.3 Pratique recommandée

C'est un Savoir ou une manière de faire, dans une organisation, conduit au résultat souhaité et qui est porté en exemple auprès des pairs afin de leur faire partager l'expérience qui permettra une amélioration collective [7].

Exemples

- **NFPA 3E** Pour les opérations des services d'incendie dans les propriétés protégées par des systèmes de gicleurs
- **NFPA 80A** Pratique recommandée pour la protection des bâtiments contre les expositions au feu extérieur
- **NFPA 291** Pratique recommandée pour les essais de débit d'incendie et le marquage des bouches d'incendie

II.5.4 Guide

Ils proposent des conseils utiles aux rédacteurs de normes pour traiter des questions spécifiques lors de la rédaction des normes [7].

Exemples :

- **NFPA 101A** Guide sur les approches alternatives à la sécurité des personnes

- **NFPA 402** Guide for Aircraft Rescue and Fire-Fighting Operations
- **NFPA 550** Guide to the Fire Safety Concepts Tree

II.6 Principaux codes et normes de la NFPA

II.6.1 La Norme NFPA 11 pour la mousse à faible, moyen et haut foisonnement

II.6.1.1 Définition

C'est une norme qui couvre la conception, l'installation, le fonctionnement, les essais et l'entretien des systèmes de mousse à air comprimé à faible, moyen et haut foisonnement pour la protection contre les incendies [8].

II.6.1.2 Objectif

Cette norme est destinée à être utilisée et guidée par les responsables de la conception, de l'installation, des essais et de l'inspection.

Approuver, répertorier, exploiter ou entretenir des systèmes d'extinction d'incendie fixes, semi-fixes ou portables à faible, moyen et haut foisonnement et à mousse à air comprimé pour les dangers intérieurs ou extérieurs.

Les systèmes de mousse à faible, moyen et haut foisonnement et la mousse à air comprimé sont destinés à assurer la protection des biens et non la sécurité des personnes.

II.6.1.3 Application

Cette norme ne s'applique pas aux types de systèmes suivants :

- Mousses et systèmes chimiques (considérés comme obsolètes).
- Systèmes de gicleurs ou de pulvérisation de mousse-eau déluge.
- Systèmes de gicleurs à tête fermée mousse-eau.
- Systèmes d'agents combinés
- Appareil mobile à mousse.
- Mousse et systèmes de classe A.

II.6.1.4 Conception

Le système d'alimentation en eau doit être conçu et installé conformément à la norme NFPA 24.

Des crépines doivent être fournies là où des solides d'une taille suffisamment grande pour obstruer les ouvertures ou endommager l'équipement sont présents.

Les bouches d'incendie fournissant l'alimentation en eau pour l'équipement à mousse doivent être fournies dans le nombre requis.

Les bouches d'incendie doivent être situées selon les exigences de l'auteur dans sa juridiction compétente (AHJ).

II.6.1.5 Exigence de la norme sur le système

a. L'approvisionnement en eau

- **Qualité**

L'alimentation en eau des systèmes à mousse doit pouvoir être épaisse ou douce, fraîche ou salée, mais doit être de haute qualité de tels effets néfastes sur la formation de mousse ou la stabilité de la mousse ne se produisent pas.

Aucun inhibiteur de corrosion, produit chimique de rupture d'émulsion ou autre additif ne doit être présent sans pour autant consultation préalable du fournisseur d'émulseur.

Cette quantité doit comprendre non seulement la quantité requise pour l'équipement à mousse, mais aussi l'eau dont l'utilisation est autorisée dans d'autres opérations de lutte contre l'incendie, en plus des besoins normaux de l'usine [8].

- **Pression**

La pression de l'eau vers le système de mousse sous les conditions de débit requises doivent être au moins égales à la pression minimale pour laquelle le système a été conçu.

- **Température**

La production optimale de mousse doit être obtenue en utilisant de l'eau à des températures comprises entre 4 °C (40 °F) et 37,8 °C (100 °F).

b. Stockage

L'approvisionnement en eau ou la solution pré mélangée doit être protégée contre le gel dans les climats où des températures de gel sont attendues. Pompes à eau et à concentrer de mousse. Lorsque des pompes à eau ou à émulseur sont requises pour le fonctionnement d'un système à mousse automatique, elles doivent être conçues et installées conformément à la norme NFPA 20

Le concentré utilisé dans un système de mousse doit être répertorié pour une utilisation sur le liquide inflammable ou combustible spécifique à protéger. Les émulseurs pour la protection des hydrocarbures doivent être de l'un des types suivants :

- Protéine
- Protéine de fluor
- Mousse filmogène aqueuse (**AFFF**)
- Protéine fluorée filmogène (**FFFP**)
- Résistant à l'alcool
- Haute expansion
- Moyenne expansion (Autres répertoriés à cet effet)

b.1 Réservoirs de stockage d'émulseur

Les réservoirs de stockage de liquide en vrac doivent être fabriqués ou revêtus de matériaux compatibles avec le concentré.

Le réservoir de stockage doit être conçu pour minimiser l'évaporation de l'émulseur. Les systèmes de dosage doivent avoir une signalisation pour fournir des instructions sur la séquence appropriée d'arrêt du système afin d'éviter une perte accidentelle d'émulseur et/ou des dommages au système.

Dans les réservoirs de stockage atmosphérique, l'entrée d'aspiration doit être située à au moins 25,4 mm (1 po) au-dessus du fond du réservoir.

- Conception et densité de décharge

Le système doit être conçu conformément au manuel de conception du fabricant, qui doit faire partie de la liste.

Les dispositifs de décharge doivent être du type indiqué pour l'usage prévu. Les dispositifs de décharge doivent être situés conformément aux limitations d'espacement, de couverture au sol et d'alignement de la liste.

La densité de décharge de conception doit être conforme aux normes d'occupation applicables et conformément à la liste du fabricant, mais en aucun cas inférieure à 1,63 L/min m² (0,04 gpm/ft²) pour les applications d'hydrocarbures et 2,3 L./min m² (0,06 gpm/ft²) pour les applications d'alcool et de cétone. Lorsque des systèmes fixes de type pulvérisation sont utilisés pour protéger un équipement tridimensionnel, la densité minimale doit être appliquée sur la surface projetée de l'enveloppe du prisme rectangulaire pour l'équipement et ses accessoires [8].

- **Limites**

Les systèmes de mousse à air comprimé doivent être conçus et installés conformément à leur liste pour les risques spécifiques et les objectifs de protection spécifiés dans la liste. Ces limites sont décrites dans le manuel de conception répertorié du fabricant, qui doit faire partie de la liste du système.

b.2 Durée de décharge.

Le système doit être conçu pour décharger de la mousse à air comprimé pendant une période minimale de 10 minutes sur toute la surface pour les systèmes de type déluge et un minimum de 5 minutes pour les systèmes fixes de type pulvérisation et doit être conforme à la liste du fabricant.

II.6.2 La norme NFPA 13 Norme pour l'installation de systèmes de gicleurs

II.6.2.1 Définition

La norme NFPA 13 présente des règles claires et précises pour les systèmes sprinklers de la conception jusqu'à l'installation et pour l'ensemble des risques, notamment : des critères d'installation permettant de satisfaire des besoins spéciaux en architecture, des spécifications complètes pour les stockages, les bases de l'installation des sprinklers et des bases de la conception de la protection des risques spécifiques [9].

II.6.2.2 Objectif

Le but de cette norme doit être de fournir un degré raisonnable de protection de la vie et des biens contre les incendies grâce à la normalisation des exigences de conception, d'installation et d'essai pour les systèmes de gicleurs, y compris les conduites de réserve privées, sur la base de principes d'ingénierie solides, les données de test et l'expérience de terrain.

II.6.2.3 Application

Cette norme s'applique aux éléments suivants :

- Caractère et adéquation des approvisionnements en eau
- Gicleurs
- Raccords
- Vannes
- Tous les matériaux et accessoires.

II.6.2.4 Exigence de la norme sur les composants du système

II.6.2.4.1 Systèmes de canalisations humides

a. Manomètres

Un manomètre approuvé conforme à la norme NFPA 13 doit être installé dans chaque colonne montante du système.

Des manomètres doivent être installés au-dessus et au-dessous de chaque clapet anti-retour d'alarme ou clapet anti-retour de colonne montante du système lorsque de tels dispositifs sont présents.

b. Soupapes de décharge

Un système de conduites sous eau doit être fourni avec une soupape de décharge homologuée d'au moins Win. (15 mm) et réglé pour fonctionner à 175 psi (12 bar) ou 10 psi (0,7 bar) au-delà de la pression maximale du système, selon la valeur la plus élevée.

Lorsque des réservoirs d'air auxiliaires sont installés pour absorber les augmentations de pression, une soupape de décharge n'est pas nécessaire.

c. Systèmes auxiliaires

Un système sous eau doit être autorisé à alimenter un système auxiliaire sous air, à pré action ou déluge, à condition que l'alimentation en eau soit adéquate.

Le traçage thermique ne doit pas être utilisé à la place des boîtiers de vanne chauffés pour protéger la vanne et le tuyau d'alimentation contre le gel. Ventilation. Un évent unique avec une connexion conforme à 8.16.6 doit être fourni sur chaque système de conduite sous eau utilisant une conduite métallique [9].

II.6.2.4.2 Systèmes de conduites sèches

Les manomètres approuvés doivent être connectés comme suit :

- Côté eau et côté air de la vanne sous air
- Au niveau de la pompe à air alimentant le réservoir d'air le cas échéant
- Au récepteur d'air où il est prévu
- Dans chaque tuyau indépendant de l'alimentation en air au système de tuyau sec
- Aux appareils à ouverture rapide.

II.6.3 La norme NFPA 15 Systèmes Fixes de Pulvérisation d'Eau pour la Protection Incendie

II.6.3.1 Définition

Cette norme fournit les exigences minimales pour la conception, l'installation et les tests d'acceptation du système d'eau systèmes fixes de pulvérisation pour le service de protection contre les incendies et les exigences minimales pour les essais et l'entretien périodiques de systèmes fixes d'aspersion d'eau à très haut débit, les systèmes fixes de pulvérisation d'eau doivent être spécifiquement conçus pour assurer un contrôle efficace des incendies, l'extinction, la prévention ou protection contre l'exposition [10].

II.6.3.2 Objectif

Le but de cette norme doit être de fournir les exigences minimales pour les systèmes fixes à pulvérisation d'eau sur des principes d'ingénierie solides, des données d'essai et une expérience sur le terrain.

II.6.3.3 Application

La pulvérisation d'eau est applicable pour la protection contre quelques dangers spécifiques, plus notamment ceux impliquant les groupes suivants :

- Matières inflammables gazeuses et liquides
- Risques électriques tels que transformateurs, commutateurs d'huile, moteurs, chemins de câbles et chemins de câbles
- Combustibles ordinaires tels que le papier, le bois et les textiles
- Certains solides dangereux tels que les propulseurs et les techniques
- Atténuation des vapeurs

II.6.3.4 Exigence de la norme sur Composants du système

Tous les composants doivent être coordonnés pour fournir des systèmes complets.

Les composants qui n'affectent pas le fonctionnement du système, tels que les vannes de vidange et les panneaux, ne doivent pas être répertoriés. Seuls de nouveaux matériaux et dispositifs doivent être utilisés dans l'installation de nouveaux systèmes de pulvérisation d'eau.

L'utilisation de vannes et de dispositifs remis à neuf, autres que les bus automatiques de pulvérisation d'eau, comme équipement de remplacement dans les systèmes existants est autorisée.

Les composants du système doivent être dimensionnés pour la pression de service maximal à laquelle ils sont exposés, mais pas moins de 175 psi (12,1 bar). Sont aussi installés à l'extérieur, ou en présence d'une atmosphère corrosive, doivent être construits avec des matériaux qui résistent à la corrosion ou seront convenablement protégés contre la corrosion [10].

II.6.3.4.1 Buses de pulvérisation d'eau.

Les buses de pulvérisation d'eau doivent être d'un type répertorié pour une utilisation dans les systèmes de pulvérisation d'eau avec les caractéristiques de décharge suivantes :

- Facteur K
- Modèles de pulvérisation à différentes pressions, distances et angles d'orientation
- Uniformité de la distribution de l'eau sur son modèle de pulvérisation.

Les buses de pulvérisation d'eau doivent être marqués de manière permanente Avec leurs caractéristiques conformément à leur liste. Les cotes de température standard et les désignations de code de couleur des bus de pulvérisation d'eau automatiques doivent être conformes aux exigences pour les gicleurs automatiques dans la norme NFPA 13.

II.6.3.4.2 Revêtements spéciaux

Des buses de pulvérisation résistants à la corrosion répertoriée doivent être installés dans des endroits où existent des produits chimiques, de l'humidité ou d'autres vapeurs corrosives suffisantes pour provoquer la corrosion de ces dispositifs.

Des revêtements résistants à la corrosion doivent être appliqués par le fabricant de la buse de pulvérisation. Tout dommage au revêtement protecteur survenant au moment de l'installation doit être réparé immédiatement, en utilisant uniquement le revêtement du fabricant de la buse de pulvérisation de la manière approuvée afin qu'aucune partie de la buse de pulvérisation ne soit exposé après l'installation. .

II.6.3.4.3 Atténuation des vapeurs inflammables.

Le système de pulvérisation d'eau doit être conçu pour fonctionner dans le temps nécessaire et doit évacuer l'eau pendant la durée nécessaire pour dissoudre, diluer, disperser ou refroidir les vapeurs, gaz ou matières dangereuses inflammables. La durée de la libération des matériaux inflammables doit être incluse dans la détermination de la durée de pulvérisation d'eau.

Le taux d'application net minimum doit être basé sur l'expérience sur le terrain avec le produit ou sur des données d'essai réelles.

La zone de conception du système de pulvérisation d'eau doit couvrir toute la zone de tout déversement potentiel anticipé, comme la zone d'une digue de confinement, d'une fosse, etc. Les buses du système de pulvérisation d'eau doivent être situées de manière à couvrir tous les points de fuite potentiels, tels que les raccords de remplissage et de décharge, les soupapes de décharge, les raccords flexibles, les brides, les pompes, les vannes, les récipients, etc.

Le système de pulvérisation d'eau doit être activé automatiquement par détection de gaz/vapeur, et manuellement depuis la zone du système et à distance, par exemple depuis une salle de contrôle [10].

II.6.4 La norme NFPA17 : Systèmes d'extinction à poudre chimique

II.6.4.1 Définition

C'est une norme qui comprend des exigences minimales pour les systèmes d'extinction d'incendie à poudre chimique qui évacuent la poudre chimique à partir de buses fixes ou de tuyaux à main au moyen d'un gaz propulseur [11].

II.6.4.2 Objectif

Cette norme est préparée pour l'utilisation et l'orientation des personnes chargées de l'achat, de la conception, de l'installation, des essais, de l'inspection, de l'approbation, de la liste, de l'exploitation ou de l'entretien des systèmes d'extinction d'incendie à poudre chimique afin que ces équipements fonctionnent comme prévu tout au long du processus.

II.6.4.3 Application

Elle est appliquée pour mettre en place les équipements d'extinction à poudre chimique qui évacuent la poudre chimique à partir de buses fixes, de tuyaux à main ou au moyen d'un gaz propulseur dans un système anti incendie donné.

II.6.4.4 Exigences de la norme sur le Systèmes d'extinction à poudre chimique

II.6.4.4.1 Tuyau manuel et ensemble de buse

a. Flexible

Les conduites flexibles des systèmes doivent être couplées à l'alimentation en produits chimiques secs et doivent incorporer des flexibles homologués pour cette utilisation.

Un embout de tuyau doit être conçu de manière à pouvoir être manipulé par une seule personne.

Une buse de tuyau doit incorporer un dispositif d'arrêt pour contrôler le débit de produit chimique sec.

Le tuyau doit être enroulé sur un dévidoir ou un support afin qu'il puisse être facilement déroulé avec un minimum de retard. S'il est installé, le tuyau flexible stocké à l'extérieur doit être protégé contre les intempéries.

b. Buses de décharge

Les buses de décharge doivent être :

- répertoriées pour leur utilisation prévue, doivent être d'une résistance adéquate pour une utilisation avec les pressions de travail prévues.
- en laiton, en acier inoxydable ou en d'autres matériaux résistant à la corrosion ou doivent être protégées à l'intérieur et à l'extérieur contre la corrosion [11].
- faites de matériaux incombustibles et doivent résister à l'exposition au feu prévue sans déformation. Les buses de décharge doivent être marquées de façon permanente pour identification.
- munies de bouchons de soufflage ou d'autres dispositifs ou matériaux appropriés pour empêcher l'entrée d'humidité, de contaminants environnementaux ou d'autres matières étrangères dans la tuyauterie. Le dispositif de protection doit s'ouvrir, s'ouvrir ou s'éteindre lors de la décharge de l'agent.

c. Actionneurs manuels

Les actionneurs manuels ne doivent pas exiger une force supérieure à 40 lb (178 N). Les actionneurs manuels ne doivent pas nécessiter un mouvement de plus de 14 po (356 mm) pour assurer le fonctionnement.

Tous les dispositifs de commande manuelle facilement accessibles sur les systèmes à buses fixes doivent identifier les dangers qu'ils protègent. Les instructions d'utilisation doivent être autorisées à inclure l'utilisation de pictogrammes et doivent comporter des lettres d'au moins 4 po (6,35 mm) de hauteur. Tous les dispositifs de commande manuelle à distance doivent être identifiés quant au danger qu'ils protègent.

d. Vannes

Les vannes de sélection doivent être du type à ouverture rapide et doivent permettre le libre passage du produit chimique sec.

La pression interne utilisée pour le calcul ne doit pas être inférieure à la plus grande des valeurs suivantes :

- La pression de charge normale dans le réservoir d'agent à 70 °F (21 °C)
- 80 % de la pression maximale dans le conteneur d'agent à une température de stockage maximale d'au moins 130 °F (54 °C)

II.6.4.4.2 Produit chimique sec

Le type de produit chimique sec utilisé dans le système ne doit pas être modifié à moins qu'il ne soit répertorié pour ce système.

Les systèmes doivent être conçus sur la base des caractéristiques de débit et d'extinction d'une marque et d'un type spécifiques de poudre chimique. Les types de produits chimiques secs ne doivent pas être mélangés.

II.6.4.4.3 Gaz propulseur

Le dioxyde de carbone utilisé dans les cartouches de gaz propulseur doit répondre aux spécifications suivantes :

- La phase vapeur ne doit pas contenir moins de 99,5 % de dioxyde de carbone.
- La teneur en eau de la phase liquide ne doit pas dépasser 0,01 % en poids [point de rosée de -30 °F (-34,4 °C)].
- La teneur en huile ne doit pas dépasser 10 ppm en poids.

II.6.4.4.4 Exigences et distribution de produits chimiques secs

Les facteurs suivants doivent être pris en compte pour déterminer la quantité de produit chimique sec nécessaire :

- Quantité minimal de poudre chimique
- Débit minimum de produit chimique sec
- Limitations de placement des buses, y compris l'espacement, la distribution et les obstacles
- Taux de ventilation élevés, le cas échéant
- Conditions de vent dominantes, le cas échéant [11].

II.6.4.4.5 Approvisionnement en produits chimiques secs et en gaz propulseur

a. La quantité

La quantité de poudre chimique dans le système doit être au moins suffisante pour le plus grand danger protégé ou pour le groupe de dangers à protéger simultanément.

b. Le récipient

Le conteneur de poudre chimique et les ensembles de gaz propulseur doivent être situés à proximité du ou des dangers protégés, mais pas là où ils seront exposés à un incendie ou à une explosion dans ces dangers.

Ces derniers ne doivent être situés de manière à ne pas être soumis à des conditions météorologiques extrêmes ou à des dommages mécaniques, chimiques ou autres

Le contenant de poudre chimique et les ensembles de gaz propulseur utilisant de l'azote doivent être situés à un endroit où la température ambiante est normalement de -40 °F à 120 °F (-40 °C à 48,9 °C). Le conteneur de poudre chimique et les ensembles de gaz propulseur doivent être situés là où ils seront accessibles pour l'inspection, l'entretien.

II.7 Les codes, standard, norme NFPA secondaire

Dans notre travail, Ces normes nous ont aidés à compléter ce qui nous manquait dans les normes principales :

NFPA 20, Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection, 2016 edition

NFPA 30, Flammable and Combustible Liquids Code, 2015 edition

NFPA 750, Standard on Water Mist Fire Protection Systems, 2015 edition

NFPA 1962, Standard for the Care, Use, Inspection, Service Testing, and Replacement of Fire Hose, Couplings, Nozzles, and Fire Hose Appliances, 2013 edition

NFPA 2001, Standard on Clean Agent Fire Extinguishing Systems, 2015 edition.

Conclusion

Les codes et normes NFPA sont largement adoptés et utilisés comme base pour la réglementation de la sécurité par les agences gouvernementales ainsi que pour un usage privé, national ou mondial comme la SONATRACH, c'est pour cela que ce chapitre est important et essentiel afin d'introduire ces normes, les expliquer et les connaître.

Chapitre III : Système anti-incendie des sphères au niveau du complexe GP1/Z

Introduction

Vue que les produits gaziers trouvés au niveau du complexe GP1Z sont facilement inflammables et explosives, la sécurité de travail et les normes suivies exigent que les systèmes anti-incendie du complexe soient fiables et de performance optimale en tout le complexe.

Chaque zone du complexe GP1/Z, surtout celle de stockage où se situent les sphères et les bacs de stockage, est dotée d'un système anti-incendie spécial mise en place après étude en suivant les instructions et exigences des normes NFPA.

Dans ce chapitre, le système anti-incendie installé en une sphère de produit fini est expliqué en détail.

III.1 Définition du système anti-incendie

Le système anti incendie représente tous les composants pour sécuriser la zone contre les éventuels incendies. Le principe du système anti incendie consiste à détecter rapidement la présence d'un feu et puis diffuser un message d'alerte [12]. Il inclut des détecteurs d'incendie, des organes intermédiaires, tableau signalisation, des systèmes d'extinction ...

III.2 Définition des Différents Types de Protection

Les méthodes de protection anti-incendie sont classifiées comme étant soit de type passif ou actif :

III.2.1 Protection Passive

La protection contre le feu est dite passive si elle est mise en œuvre sans nécessiter un apport d'énergie (ex : intervention humaine, action mécanique). Les distances de sécurité entre unités, l'espacement entre les équipements, les constructions résistantes au feu sont des formes de protection passive

III.2.2 Protection Active

La protection active met en œuvre les systèmes de refroidissement et/ou d'extinction à eau, mousse, poudre, etc. En pratique, l'ensemble des techniques de lutte contre l'incendie (protection active et protection passive) peuvent être combinées afin d'adapter au mieux les solutions de protection par rapport au scénario identifié.

On distingue trois types d'équipements de lutte contre l'incendie : les systèmes fixes, semi-fixes et mobiles. Le tableau ci-dessous précise les caractéristiques de chaque système [13].

Tableau 3.1 : Différents types d'équipements de lutte contre l'incendie

Systèmes fixes	Systèmes semi-fixes	Moyens mobiles
Installés en permanence Connectés à une source d'agent extincteur (eau, poudre, gaz inerte / inhibiteur, mousse)	Installés en permanence Non connectés à une source d'agent extincteur (connexion effectuée par du personnel entraîné)	Amenés sur le lieu de l'incendie et mis en œuvre manuellement
Exemples :	Exemples :	Exemples :
Déluge, rideau d'eau, lance monitor, système d'extinction à poudre, etc.	Poteau incendie, robinet d'incendie armé, colonne sèche, etc.	Camion d'intervention, lance incendie, ambulance

III.3 Les différentes installations du système anti-incendie au niveau d'une sphère de produit fini :

Le système anti incendie-doit être obligatoirement composé des éléments suivants :

- Système de détection d'une fuite de gaz.
- Système de détection du feu.
- Système d'extinction à mousse.
- Système d'extinction a poudre.
- Système de déluge.
- Une cuvette de rétention

III.3.1 Système de détection du feu (Sprinkler)

Le système de sprinkler est conçu pour permettre de déceler le feu, de donner l'alarme et quelques sprinklers permettent même de contenir, voire d'éteindre l'incendie à ses débuts.

Le système sprinklers qu'on trouve dans notre installation est constitué d'un réseau de canalisations en acier, maintenu sous pression permanente d'air.

En cas de montée de chaleur le liquide à l'intérieure de l'ampoule se dilate et augmente la pression, à une certaine température l'ampoule s'éclate libérant l'air de la canalisation, la différence de pression est détectée par des instrument de mesure de pression et l'information est transformée vers un signal électrique envoyé à la salle de contrôle HSE où une alarme déclare un incendie.

III.3.1.1 Les Têtes SPK

La tête ou sprinkler, est une buse fixée sur le réseau et située au-dessus du stockage ou de l'installation à protéger. La tête est fermée par un fusible ou une ampoule en verre.

Cependant dans quelques cas particuliers, dans les systèmes déluge, la tête est au contraire totalement ouverte et contrôlée à distance à partir de la salle de contrôle, et c'est ce qu'on trouve dans notre installation.

En cas de départ d'incendie, les têtes permettent :

- De détecter la montée en température° (si la tête est dotée d'une ampoule en verre)
- De diffuser l'eau.

III.3.2 Système de détection du gaz

Le détecteur de gaz est un appareil fait pour donner une alarme lorsque l'atmosphère devient explosible (présence d'un gaz combustible) ou toxique (présence d'un gaz dangereux pour la santé, ou absence d'oxygène) [15].

III.3.2.1 Les détecteur de gaz GDM-63

Ce sont Les détecteurs de gaz utilisé dans complexe GP1-Z (plus précisément dans les réservoirs sphérique).

Partout où la densité de gaz doit être indiquée localement et en même temps, les circuits doivent être commutés, le moniteur de densité de gaz modèle GDM-63 trouve son utilisation.

Les densimètres à gaz sont des manomètres à contact modifiés, spécialement développés pour la détection du gaz. Les influences de la température agissant sur le gaz enfermé sont

compensées par un système spécialement conçu pour l'application respective dans l'appareillage (mélanges de gaz, pression d'étalonnage, etc....).

Ces détecteurs de gaz sont placés en dessous des sphères de produits finis car ces gaz sont plus denses que l'air et donc se propagent sur le sol.

III.3.3 Système d'extinction à mousse

La mousse est un agrégat de bulles constituées par une atmosphère d'air emprisonné dans une paroi mince de solution moussante, solution (ou pré-mélange) composée d'eau et d'un pourcentage d'émulseur compris typiquement entre 1% et 6%.

Cet émulseur est un produit chimique à base protéinique (base moussante obtenue par hydrolysate de protéines animales) ou synthétique (base moussante constituée de tensioactifs hydrocarbonés). En plus de la nature de la base moussante, la nature des feux à éteindre intervient dans la classification des émulseurs. Le mode d'application de la mousse (douce ou violente, taux d'application, etc.) dépend du type d'émulseur utilisé [16].

La mousse peut être appliquée depuis :

- Une lance à mousse
- Une lance à mousse/eau (système double tube) des réservoirs de mousse

Un équipement externe de lutte anti-incendie (camion de pompiers, bateau anti incendie, etc.).

III.3.3.1 Principe de Fonctionnement du système d'extinction à mousse

Quand le système entre en fonctionnement, l'eau et l'émulseur sont transportés séparément vers les mélangeurs où ils sont mélangés puis envoyés vers le générateur qui crée la mousse par mélange avec l'air et la projecteur, à des débits variables, suivant le système de décharge, de quelques litres par minute à quelques milliers de litres par minute.

Cet assemblage de bulles, non toxique, non agressif vis-à-vis des matériaux et plus léger que les liquides, est envoyé sur la surface du feu ou dans le volume en feu afin de contenir ou d'éteindre l'incendie.

Une mousse agit principalement par étouffement, mais aussi par refroidissement.

L'étouffement par la couverture isolante de mousse empêche l'apport d'oxygène vers le liquide en feu, arrête les émissions de vapeurs inflammables et isole les flammes du combustible.

Une mousse peut également donner naissance par décantation à un film aqueux flottant qui limite l'évaporation [16].

a. Réserve d'émulseur

Différentes formes de stockage d'émulseur et différents types de réseau mousse associés existent :

- Réserve d'émulseur centralisée, protégée des effets thermiques et de surpression éventuels. Est associé à ce type de stockage un réseau avec pré-mélange, c'est-à-dire que le prémélange est réalisé à proximité de la réserve commune d'émulseur (réseau vide).
- Réserve d'émulseur dédiée à un équipement ou à un groupe d'équipements : chaque équipement (le plus souvent des lances monitors) possède sa propre réserve d'émulseur. Est associé à ce type de stockage un réseau avec réserves locales d'émulseur, c'est-à-dire que le pré-mélange est réalisé à proximité de chaque consommateur (réseau plein).

La quantité d'émulseur nécessaire est en fonction du taux et de la durée d'application, de la concentration, etc.

III.3.4 Système d'extinction a poudre

Dans les Systèmes d'extinction à poudre, des poudres chimiques sont utilisées pour extinction du feu, cette poudre constitue une couche sur les matériaux combustibles. Cette couche coupe le contact entre la flamme et l'air et alors éteint le feu.

Ce système contient des fonctionnalités telles :

- Le temps de lutte contre le feu est assez faible par rapport à d'autres systèmes d'extinction.
- Peut-être préféré pour éteindre le feu localement.
- Exige un diamètre minimal de tuyau [17].

III.3.4.1 Composition Du Système d'extinction automatique de poudre

- Des réservoirs contenant la poudre,
- Des bouteilles de CO₂ et d'azote comprimé nécessaire à l'expulsion de la poudre
- Des canalisations,
- Des diffuseurs,
- Un système de déclenchement manuel et automatique (le déclenchement automatique est obtenu par un système de détection d'incendie),
- Des dispositifs permettant de donner l'alarme, de commander diverses actions mécaniques (fermeture d'orifices d'aération, de ventilation, etc.)

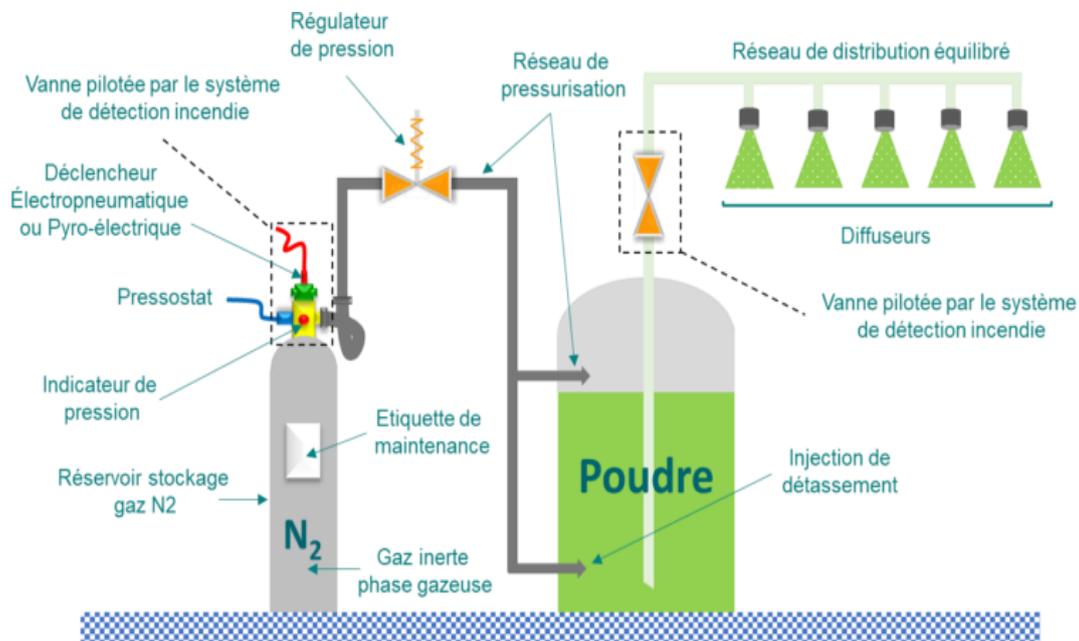


Figure 3.1: Schéma de principe de fonctionnement d'un SKID.

L'ensemble des réservoirs fixes à poudre du système d'extinction automatique et les bouteilles d'azote de chasse et de réserve doivent être construites suivant le code, normes et standards de la norme **NFPA 15**.

III.3.5 Système déluge

Le système déluge est un système fixe de protection contre les incendies conçu pour protéger contre les risques graves liés au carburant. Un grand nombre de gicleurs agissent simultanément pour maîtriser tout incendie indésirable.

Constitué d'une tuyauterie sèche non pressurisée et de têtes de gicleurs ouvertes, le système déluge est directement connecté à une alimentation en eau et lors de son activation, une vanne déluge libère l'eau vers toutes les têtes de gicleurs ouvertes simultanément.

Le déclenchement de ce système peut être manuel ou automatique avec une détection de nature hydraulique (réseau pilote équipé de sprinklers) ou électrique (sonde de température, sonde de pression, caméra thermique...) [18].

III.3.5.1 Les Principes application du système déluge

- ❖ **Refroidissement** : L'eau est pulvérisée sur les parois de réservoir de produit inflammable lors de hausse de température.
- ❖ **Rideau d'eau** : L'ensemble des jets des pulvérisateurs crée un écran qui permet de séparer des zones non compartimentées et ainsi limiter la propagation d'un feu (dilution thermique). Cet écran est également utilisé pour limiter la propagation de gaz toxique en cas de fuite (dilution chimique).
- ❖ **Protection d'équipement** : L'eau est directement projetée sur l'équipement à protéger en cas de départ de feu (transformateur, groupe électrogène, poste de chargement camion-citerne)
- ❖ **Protection de zone** : Comme pour le sprinklage, l'objectif est de couvrir des zones avec un arrosage par le dessus.
- ❖ **Protection de navire militaire** : Le système déluge est utilisé pour protéger la salle des machines, les salles de munitions, les sas, les ponts mais également pour rincer les façades

III.3.6 La cuvette de rétention

Une cuvette de rétention a pour fonction de recueillir et de contenir les produits qui peuvent accidentellement s'y répandre, et donc de réduire les conséquences d'une éventuelle pollution. Elle a également pour fonction de réduire la surface de contact entre le produit et l'air, et par conséquent :

- Réduire les conséquences d'un éventuel incendie de nappe en cas d'inflammation,
- Limiter le volume du nuage toxique ou explosif en limitant l'évaporation [19].

La cuvette de rétention peut contenir d'autres dispositifs de sécurité tels que : les détecteurs de gaz, les détecteurs de liquide, les dispositifs d'arrosage à l'eau ou à la mousse.

Les cuvettes ne doivent pas être inondables c'est-à-dire que les eaux d'incendie et pluviales doivent pouvoir en être évacuées. Le système d'évacuation des eaux hors de la cuvette de rétention peut s'effectuer soit au moyen d'un drain, soit au moyen d'un système de pompage d'eau au fond de la cuvette. Ce système doit être actionnable depuis l'extérieur de la cuvette. Un couvercle peut aussi être utilisé pour éviter l'intrusion des eaux pluviales dans la cuvette de rétention. Elles doivent être conçues en fonction de l'environnement (séismes, grands vents, périodes de gel, fortes précipitations etc...).

III.4. Système anti-incendie au niveau des Sphères de produits finis

Le système anti-incendie au niveau des sphères de stockage GPL est composé de ce qui suit :

III.4.1 Barrières de prévention

III.4.1.1 Une vanne contrôle de pression

Le circuit maintient la pression dans la sphère à 8 bars à l'aide de la HV003A qui est sur la ligne d'entrée du bloc. En cas d'augmentation de haut niveau dans les quatre sphères, la HV 003 de chaque sphère se ferme [20]

III.4.1.2 Soupape de sécurité

Deux (02) soupapes SV0003A/B pour la sphère tarées supérieure à 12,5 bars, ces soupapes de décharge doivent être installées de manière à préserver la sphère contre les pressions élevées ou évacuer le gaz en cas de sur-remplissage d'une sphère (défaillance des boucles de sécurité sur les alarmes de niveau très haut); ce cas étant très peu probable.

Toutes les canalisations du GPL sont équipées de soupapes de sécurité tarées au-delà de la pression de calcul de l'équipement. Ces soupapes sont destinées à protéger les équipements contre

une augmentation de pression interne qui serait provoquée par l'expansion thermique du gaz.

III.4.1.3 Alarmes De Niveaux

Trois alarmes de niveaux configurés au niveau du système comme suit :

- Niveau haut LAH
- Niveau très haut LAHH : Si la hauteur du liquide arrive à un niveau très haut (14 mètres), on assiste à une fermeture automatique de la vanne de réception HV
- Niveau bas LAL : Fermeture automatique des vannes d'aspiration et arrêt automatique des pompes afin d'empêcher l'arrivée de la phase gazeuse aux pompes

III.4.1.4 Alarme de pression

Deux alarmes de pression qui peuvent indiquer des valeurs hautes ou basses

- Pression haute PAH 12.5 bars
- Pression basse PAL 2.7bars

III.4.1.5 Indicateur de température TI

Des thermocouples pour suivre l'évolution de la température qui ne doit pas fluctuer au-delà de 45°C, un point consigne (TI) fait déclencher le système d'arrosage pour diminuer la pression à l'intérieur de la capacité et se maintient à la température ambiante [20].

III.4.2 Barrières de protection

III.4.2.1 Cuvettes de rétention

Chaque sphère est entourée d'une cuvette de rétention à paroi de béton armé et leurs supports pieds sont enrobés en béton ignifuge (réfractaire) pour qu'ils soient protégés du feu qui peut faire perdre les caractéristiques mécaniques de la tubulure à cause de sa température (entre 600 et 1200° C) et éviter par la même occasion l'effondrement de la sphère.

III.4.2.2 Détecteurs de flamme

Huit (08) pour chaque sphère, quatre sprinklers sont installés au sommet du toit de la sphère et quatre autres détecteurs sont installés en partie basse servent à détecter la présence d'un feu et reliés à une alarme arrêtant le processus de réception et transfère de la charge de gaz et isolant toutes les sphères.

III.4.2.3 Détecteurs de gaz

Quatre (04) pour chaque bloc de 04 sphères, servant à détecter une fuite de gaz [19].

III.4.2.4 Extincteurs

Vingt (20) de 9kg à poudre répartis sur l'ensemble des armoires au nombre de sphère, Trois (03) extincteurs à poudre rétractable de 100 kg, répartis sur la zone de stockage de la charge

III.4.2.5 Poteaux incendie : Cinq (5)

III.4.2.6 Armoires

Cinq (5), elles contiennent : Les tuyaux et les lances 45'' et 70'', Les colonnes d'arrosage des sphères et leurs accessoires et une autre pour les pompières GPL [20].

III.4.2.7 SKID

Un SKID à poudre de 1500kg.

<p>Désignation de l'équipement :SKID poudre</p> <p>Repère Equipement : 37-M-0701</p> <p>Date et mise en service : 13-11-2008</p> <p>N° de série : /</p> <p>Localisation : T11-T16 Ph III</p> <p>Caractéristiques :</p> <ul style="list-style-type: none">- Réservoir de poudre sèche poids : 1500kg- Bouteille starter (N2) V=68.7L- 03 Bouteilles d'azote de chasse V=67L- Ps=10Bar G

Figure 3.8: fiche technique d'un SKID au niveau du complexe GP1/Z

III.4.2.8 Système de pulvérisation des sphères GPL

Le but d'installation de ce système est :

- Assurer le refroidissement des parois des sphères GPL en cas d'augmentation de la température.
- Le débit de refroidissement doit être conforme aux exigences de la norme NFPA 15 soit 10.2 l/min/m².

Le système d'arrosage de la sphère de stockage se compose d'une série de boucles de tuyauterie (couronne) autour de chaque sphère (quatre (04) couronne par sphère).

Chaque boucle est équipée d'un certain nombre de buses d'arrosage (60 buses pour une sphère complète de produit fini et 72 buses pour une sphère de GPL)

Les buses sont installées de façon à ne pas être sur la génératrice inférieure de la tuyauterie, afin d'éviter la corrosion et l'accumulation de dépôt au niveau de la buse.

La vanne déluge est une vanne spéciale à ouverture « rapide », maintenue en position fermée par la pression de l'eau incendie, à passage direct pour éviter toute obstruction en cours de fonctionnement [20].

III.4.2.9 La réserve d'eau

En matière quantitative, les besoins en eau d'un réseau d'eau d'incendie représentent la réserve d'eau nécessaire pour assurer une autonomie de lutte contre l'incendie par les moyens de l'unité sinistrée, et ce pendant un temps bien défini par les normes de sécurité relatives aux risques à protéger.

La réserve d'eau doit assurer en minimum une autonomie de 2h.

Concernant la nature de cette réserve d'eau, elle se représente sous deux formes :

- Réserves d'eau naturelles : Eau de mer, cours d'eau, nappes phréatiques...
- Réserves d'eau artificielles : Elles peuvent exister sous différentes formes, les plus utilisées sont : Bac eau douce, bâche d'eau, réservoirs, bassin...

III.4.2.10 Système de pompage

Les équipements de pompage ont pour but de fournir automatiquement de l'eau sous pression dans une installation de lutte contre l'incendie.

Devant l'éventualité d'un incendie, il se produit une demande d'eau, soit par l'ouverture d'un poteau d'incendie, soit automatiquement par les arroseurs installés, l'équipement de pompage doit fournir le débit et la pression nécessaires en mettant en service sa pompe principale, en alimentant ainsi tous les points requis.

a. La salle des pompes

La salle des pompes doit être mitoyenne à la réserve d'eau. Elle doit abriter tous les moyens nécessaires pour le pompage de l'eau vers le réseau d'eau d'incendie. Elle doit renfermer tous les appareils et accessoires électriques indispensables à la commande automatique et manuelle des pompes d'incendies. L'énergie de secours doit y exister aussi.

b. Pomperie incendie

Deux groupes de pompage principal avec des sources d'énergie différentes, électricité et gas-oil sont obligatoires. Chaque pompe doit être capable d'assurer seuls tous les besoins des installations, en débits d'eau et en pressions.

c. Pompes principales

Ces pompes doivent fournir le débit et la pression requis par l'installation de lutte contre l'incendie. Leur démarrage est manuel ou automatique par chute de pression importante dans le réseau (ouverture de bouche ou de poteau d'incendie), l'arrêt est uniquement manuel.

d. Pompes auxiliaires

Elles sont connues sous le nom de « pompes JOCKEY », elles sont au nombre de deux dans le réseau d'eau d'incendie, travaillant en alternance. Ce sont des petites pompes, entraînées électriquement, avec démarrage et arrêt automatique ou manuelle, dont la fonction est de maintenir constamment le réseau pressurisé, en compensant ainsi les possibles pertes pouvant avoir lieu dans l'installation.

e. Système de pompage au niveau du complexe GP1-Z

Le système de pompage réseau eau incendie du complexe GP1/Z est composé de :

- Deux (02) pompes jockey de capacité de 100 m³/h pour maintenir le réseau sous pression.
- Deux (02) pompes à eau de mer entraînés par moteur électrique, Chaque pompe a une capacité de 4000 m³/h et une pression de refoulement de 14 kg/cm² Deux (02) pompes diesel qui ont les mêmes caractéristiques que les pompes électriques
- Une pompe auxiliaire entraînée par moteur électrique pour nettoyer la grille et pour extinction d'un petit feu, elle est d'une capacité de 200 m³/h et une pression de refoulement de 14 kg/cm².

III.4.2.11 Système de tuyauterie

Aussi appelé réseau de distribution. Il est constitué par une série de conduites desservant les différents points de distribution. Il doit assurer la fonction « TRANSPORT » de l'eau, de l'endroit de la réserve jusqu'à l'extrémité de la tuyauterie, atteignant ainsi la totalité des prises d'eau.

III.4.2.12 Moyen d'intervention du complexe GP1-Z

a. Les camions d'intervention

Le complexe est doté d'un ensemble de moyen mobile, camions trivalents et poudre ainsi que camion Poudre.

Tableau.3.2 : Moyens mobiles au niveau du complexe GP1/Z

Désignation	Capacité
Camion Trivalent S2 (12-M-0708)	1000 Kg poudre 9000 L'eau 2000 L émulseur
Camion Poudre P1 (12-M-0711)	4500 Kg poudre
Camion Poudre P2 (22-M-0712)	2000Kg poudre
Camion Poudre P3 (12-M-0707)	4000 Kg poudre
Camion PS MS2 (12-M-0709)	500 L'eau 40 L émulseur 300 Kg Poudre
2 PICK-UP 1ER secours immatriculent 02177-310-31/02178-310-31	300 Kg poudre
Camion Mousse M1 (22-M-0711)	2000 L'eau 2000 L émulseur
Camion Mousse M2 (12-M-0706)	3000 L'eau 2000 L émulseur
Camions PS MS1 (12-M-0715)	500 L'eau 30 L émulseur
Camion Eau E1 (12-M-0713)	6000L'eau

- a. Véhicules d'évacuation sanitaire le complexe a en sa disposition une totalité de neuf (9) ambulances.

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons recensés le système anti-incendie existant au complexe GP1Z au niveau des réservoirs sphériques de produits finis et ses éléments nécessaires à la prévention, protection, détection et intervention, aussi nous avons recensés les moyens de lutte humains et matériels, pour faire face à toutes éventualité d'un phénomène dangereux (fuite de GPL, explosion, feu torche) et pour réduire la probabilité d'occurrence d'un événement majeur.

Chapitre IV : Etude de l'efficacité du système anti-incendie

Introduction

L'exploitant est libre du choix de la méthodologie pour l'évaluation du niveau performance de son installation fixe de système anti incendie. Il doit cependant veiller à respecter les critères définis dans la Norme NFPA, à savoir que l'installation doit :

- Être efficace et être en mesure de remplir la mission/fonction de sécurité qui lui est confiée pendant une durée donnée et dans son contexte d'utilisation.
- Avoir une cinétique de mise en œuvre en adéquation (significativement plus courte) avec celle du ou des phénomène(s) à maîtriser.
- Être testée et maintenue de façon à maintenir son niveau de performance.

Le niveau de confiance attribué à l'installation fixe de système anti incendie traduit la fiabilité de l'installation et le niveau de réduction du risque qu'elle apporte.

C'est dans ce contexte que nous voulons vérifier l'efficacité du système anti-incendie des sphères de produits finis du complexe GP1/Z et sa performance selon la réglementation NFPA et pour cela on a choisi deux scénarios d'études.

IV.1 Etude de cas : calcul de la quantité d'eau, poudre et de mousse nécessaire pour deux scénarios

Concernant les équipements de stockage des produits finis (Propane et Butane) au niveau du complexe GP1-Z, il y'a huit (8) bacs de stockage (4 pour propane et 4 pour Butane) et quatre sphères de produits finis (2 de Propane et 2 de Butane), avec une sphère de pentane qui est hors service.

Cette étude concerne les sphères des produits finis, ces dernières contiennent des gaz considérés très dangereux et facilement inflammable.

La zone de stockage de notre étude consiste de quatre sphères, **T-24 – T-25 – T-26 – T-27**, contenues dans une cuvette de rétention de 2809 m², chaque sphère est d'une capacité de stockage de 550 m³, à des pressions variables entre 8 – 15 bars, la température à l'intérieure des sphères est ambiante, leur Diamètre 1307 m². Chaque sphère a un système anti-incendie installé en suivant les normes NFPA, ce système se compose de plusieurs parties : sept (07) sprinklers au sommet de la sphère pour détecter les incendies, soixante (60) buses de système déluge et seize (16) buses de poudre anti incendie.

Un appareil de détection du gaz de type **GDM-63** est installé au bas des sphères.

On trouve également, un système de refroidissement par pulvérisation (système déluge) installé au niveau des quatre (04) couronnes qui entourent la sphère, la première couronne du bas contient 3 buses, la deuxième 17 buses, la troisième 20 buses et la couronne supérieure contient 20 buses.

Chaque Bloc (quatre sphères) est entouré par une cuvette de rétention (53m x 53m) chaque Cuvette de rétention est équipée d'un SKID a poudre pour assurer l'alimentation des quatre sphères avec 16 buses de poudre par sphère installé au sommet.

Notre étude est réalisée afin d'évaluer la performance d'un système anti-incendie existant au niveau du complexe GP1Z selon le code NFPA des réservoirs sphériques, et pour cela on a choisi deux scénarios d'études ou il y'aura calcul de la quantité d'eau, de poudre et de mousse nécessaires par temps pour les deux scénarios.

I. Scénario 1

❖ Feu de sphère (sphère T-24 situé proximité des 3 autres sphères avoisinante)

Partie 01 : Une fuite se déclare au sommet de la sphère de propane T-24, les détecteurs de gaz présents déclenchent une alarme à la salle de contrôle sécurité au département HSE, la fuite a été réparé immédiatement par l'équipe technique de maintenance.

Après plusieurs études, il s'avère que la cause de cette fuite est dû à la corrosion de la canalisation attachée à la vanne sphérique à bride.

Partie 02 : après une semaine, un feu a eu lieu au même endroit, un chalumeau de feu intense apparu lors des travaux à chaud effectué a 100m de la sphère de stockage T-24, Le système de détection du feu (sprinkler) détecte une augmentation de température, un signal d'alerte est transmis à la salle de contrôle, les sirènes du complexe ont été déclenchés ainsi que le système déluge et le système d'extinction a poudre (skid), Des travailleurs ont des brulures du 2eme degré à cause du gaz qui s'est répandu autour d'eux très rapidement, Après 4min l'équipe d'intervention arrive sur le lieu.

Suite à plusieurs jours de recherche, il se révèle que le feu est dû à une mauvaise manipulation de la vanne sphérique à bride et la vanne d'urgence par un technicien, ce qui a déclenché une deuxième fuite non détectée par le détecteur précédent car il s'est bloqué lors de la première fuite et non remit à sa position initiale (mouvement du pointeur est resté bloqué).

- Afin d'évaluer la conformité du système anti-incendie par rapport aux exigences on doit calculer les quantités d'eau, poudre et mousse et le temps de réponse de chaque système.

❖ Données :

- Surface de La sphère **1307 m²**
- Facteur de buse (k), selon la norme NFPA 15 relative au système déluge **14.4**
- Pression de chaque buse de système déluge, selon la documentation GP1-Z **1.625 Kg/cm²**
- Facteur de buse (k) selon la norme NFPA 13 relative au système gicleur **360**
- Pression de chaque buse de système gicleur selon la documentation GP1-Z P=3 **Kg/cm²**
- Volume total de l'enceinte **550 m³**
- Réservoir de poudre sèche poids **1500 Kg**
- Débit de service de chaque buse **0.36 Kg/min**
- La surface totale de l'ouverture supérieure **2.636 m²**
- Facteur de quantité de base selon la norme NFPA 15 **0.65 Kg/m³**
- Facteur quantité complémentaire relatif aux ouvertures selon la norme NFPA 15 : **2.5 Kg/m³**

1. La Quantité d'eau nécessaire pour le refroidissement d'une sphère :

Selon la norme **NFPA 15**, la quantité d'eau nécessaire doit être calculée à l'aide de la formule suivante :

$$Q = k \times \sqrt{P}$$

Avec :

Q : débit d'une buse **L/min**

P : pression d'une buse **BAR**

K : facteur constant selon la norme **NFPA 15 = 14.4**

Selon la norme NFPA pour calculer la quantité d'eau nécessaire, il faut connaître le débit de la buse de pulvérisation.

Dans la documentation du complexe du GP1-Z, la pression du service est 15 bar et la pression d'un buse égale à 1.625 bar, la pression minimale pour les buses de l'eau c'est 1.4 bar selon la norme NFPA.

Application numérique :

$$\text{Débit d'une buses} = 14.4 \times \sqrt{1.625}$$

$$Q = 23.7 \text{ l/min}$$

✓ La quantité d'eau nécessaire pour l'extinction de la sphère T-24 est **23.7 L/min**

2. Quantité d'eau nécessaire pour le refroidissement de sphère pendant 1 h :

Selon la norme NFPA 15 la formule pour calculer la quantité d'eau nécessaire pour l'extinction du feu de sphère pendant 1 h est la suivante :

$$\text{Quantité d'eau} = \text{débit moyen des buses} \times \text{surface de la sphère}$$

Au niveau des sphères de stockage des produits finis, on trouve 60 buses répartie en quatre couronnes comme on a déjà mentionné (20 buses au sommet, 20 buses 2 eme couronne, 17 buses à la 3eme couronne et 3 buses sur la couronne inferieure)

Tous les buses de pulvérisation ont le même débit dans ce cas le débit moyenne des buses est 23.7 L/min

Application numérique :

$$\text{Quantité d'eau} = 23.7 \times 1307.91 = 30997.66 \text{ L/Min}$$

$$= 1\ 859\ 859.33 \text{ L/h}$$

Quantité d'eau nécessaire pour le refroidissement de la sphère pendant 1 h est **1 859 859.33 L/h**

3. Quantité d'eau nécessaire pour le refroidissement des quatre sphères pendant 1 h :

Le bloc contient quatre réservoirs sphériques, donc la formule est la suivante :

$$\text{Quantité d'eau nécessaire} = \text{quantité d'eau nécessaire d'une sphère} \times 4$$

Application numérique :

$$\text{Quantité d'eau nécessaire} = 1859859.33 \times 4 = 7\,439\,437.34 \text{ L/h}$$

✓ Quantité d'eau nécessaire du le refroidissement des quatre sphères pendant 1 h est :

$$7\,439\,437.34 \text{ L/h}$$

NB : dans le cas d'un feu, le système déluge doit se déclencher pour la sphère enflammée et toutes celles avoisinantes, et pour cela la disponibilité de la quantité d'eau nécessaire pour les 4 sphères est obligatoire.

4. Quantité d'eau consommée par le système déluge :

Selon la norme NFPA13, la formule est la suivante :

$$Q = k * \sqrt{P}$$

Application numérique :

$$\text{Débit d'une buses} = 360 \times \sqrt{3}$$

$$\text{Débit d'une buses} = 683.53 \text{ L/min}$$

$$= 41\,011.8 \text{ L/h}$$

✓ Quantité d'eau consommée par le système de sprinkler **41 011.8 L/h**

5. La quantité nécessaire de poudre pour l'extinction de feu de sphère T-24 :

La quantité de poudre émise et le taux d'application doivent être suffisants pour produire et maintenir la quantité de calcul (Q) de part et d'autre de l'enceinte.

Selon la norme **NFPA17**, la quantité minimale de poudre doit être calculée à l'aide de la formule suivante :

$$Q = K1 * V + K2 * As + K3 * AL + K4 * Rv * T$$

Où :

Q : est la quantité de poudre, exprimée en kg.

K1 : est le facteur de quantité de base, exprimé en kg/m³.

K2 : est le facteur de quantité complémentaire relatif aux ouvertures 1 % < AR < 5 % de la surface totale AR, exprimé en kg/m².

K3 : est le facteur de quantité complémentaire, exprimé en kg/m², relatif aux ouvertures supérieures à 5 % de la surface totale.

K4 : est le facteur de quantité complémentaire, exprimée en kg/m³, destinée à compenser les pertes engendrées par tout système de ventilation ne pouvant être mis hors service ou obturé au cours de l'émission.

V : est le volume total de l'enceinte, en m³.

AR : est la surface totale, en m².

AS : est la surface totale, en m², des ouvertures inférieures à 5 % d'AR.

AL : est la surface totale, en m², des ouvertures 5 % < AR < 15 % de AR.

RV : est le débit du dispositif de ventilation, en m³/s.

T : est la durée de l'émission, en s.

- Les valeurs suivantes du facteur K correspondent aux feux d'hydrocarbures (selon les données du complexe) :

$$K1 = 0,65 \text{ kg/m}^3 \quad K3 = 5 \text{ kg/m}^2 \quad K2 = 2,5 \text{ kg/m}^2 \quad K4 = 0.65 \text{ kg/m}^2$$

Pour les autres types de feu, les facteurs K peuvent être définis en effectuant des essais de résistance au feu ou peuvent être repris des installations de référence.

La surface totale des ouvertures du réservoir sphérique (supérieure 2.63m^2 + inférieure 2.63m^2) on a trouvé 5.27 m^2 , donc :

$$1307.91\text{ m}^2 \text{ ---> } 100\%$$

$$5.27\text{ m}^2 \text{ ---> } AR\%$$

$$AR = 5.27 * 100 / 1307.91 = 0.4\%$$

- Lorsque la surface des ouvertures est $AR < 5\%$ le $K3$ est égale à 0.
 - $K2$ aussi est égale à 0 quand AR n'est pas entre 1% et 5%
 - le système de ventilation dans le réservoir sphérique n'existe pas donc le $K4$ est égale à 0.
- Et donc pour calculer la quantité de la poudre c'est par la formule suivant :

$$Q = \text{le facteur de quantité de base} \times \text{volume total de l'enceinte}$$

Application numérique :

$$\text{Quantité de la poudre} = 0.65 \times 550 = 357.5\text{ Kg}$$

- La quantité nécessaire de poudre pour l'extinction de feu de sphère T-24 est **357.5 kg**

6. Temps nécessaire pour la consommation du réservoir à poudre sèche :

Le temps de consommation de réservoir skid doit être calculé par la formule suivante :

$$T \text{ nécessaire} = \text{quantité de poudre de SKID} \div (\text{débit de la buse de poudre} \times \text{la surface d'ouverture})$$

Le complexe GP1-Z est doté par un réservoir SKID d'une charge de **1500kg** de poudre, le buse de poudre a un débit égal à **0.36kg/s/m²**.

$$\text{En convertissant : } 0.36\text{ kg/s/m}^2 = \mathbf{21.6\text{kg/min/m}^2}$$

Application numérique :

$$\text{Temps nécessaire} = 1500\text{kg} \div (27.6 \text{ kg/min/m}^2 \times 5.27\text{m}^2)$$

Le Temps Nécessaire = **13.18 min**

✓ Temps nécessaire pour la consommation du réservoir à poudre sèche est **13 minutes**

II. Scenario 2

❖ Un déversement du GPL au niveau de la cuvette de rétention-sphère T-24 :

Dans la salle de contrôle, l'opérateur constatâtes que le contenu de la sphère de stockage T-27 s'est déversé : l'indicateur de niveau affiche subitement le niveau le plus bas et une alarme se déclenche. La sphère contenait environ 390 m³ de butane. Des données provenant du système informatique de la salle de contrôle démontrent qu'après une courte période le débit de fuite est croissant, la quasi-totalité du contenu du réservoir s'est libéré.

Après des recherches et des tests permettent de détecter la fuite, le déversement est dû à la corrosion de la paroi en partie basse de la sphère, cet incident été à cause de manque d'inspection périodique de la part de l'équipe maintenance et l'équipe hygiène et sécurité industriel.

- Ce scenario nécessite de couvrir la cuvette de rétention de mousse à partir des déversoirs de mousse des camions afin d'éviter toute sorte d'inflammation.

❖ Données

- La Surface de la cuvette de rétention des sphères **2650 m²**
- Le taux d'application d'après la norme **NFPA 11** est **6 L /min.m²**
- La concentration d'émulseur utilisée dans le complexe : **3 %** (d'après la qualité d'émulseur)

1. Quantité de mousse nécessaire pour l'extinction dans 10min :

Selon la norme NFPA 11, la formule est la suivante :

$$Q = S \times D \times T$$

Avec :

Q : la quantité de la mousse nécessaire en **L**

D : le taux d'application en **L/m²/min**

S : la surface de la cuvette de rétention en **m²**

T : le temps d'extinction en **min**

- La norme NFPA exige pour calculer la quantité exacte de la mousse d'avoir la surface de la cuvette de rétention des quatre sphères.

Pour calculer la surface de la cuvette de rétention des quatre sphères de produits finis on utilise l'outil de mesure de distances du site web google earth [22]

Application numérique :

$$Q = 2809 \times 6 \times 10 = 168\,540 \text{ L}$$

✓ La quantité de mousse nécessaire pour l'extinction dans 10min est **168 540 L**

2. Calcule de la quantité d'émulseur nécessaire pour la couverture de la cuvette :

$$Q_e = Q \times C$$

Avec

Q_e : la quantité d'émulseur nécessaire en **L**

Q : la quantité de la mousse **L**

C : le taux de concentration de l'émulseur en %

-Le taux de concentration dans le complexe : **3%**

Application numérique :

$$Q_e = 168\,540 \text{ L} \times 3\%$$

$$Q_e = 5056 \text{ L}$$

- La quantité d'émulseur nécessaire pour la couverture de la cuvette est **5056 L**

NB : Selon la norme **NFPA 11** le temps d'extinction minimal est 10min pour couvrez toute la surface de la cuvette.

IV.1 Etude de la conformité du système anti-incendie au niveau des sphèresde produits finis

1. Réseau d'eau

Tableau.4.1 : étude de conformité du réseau eau du système déluge

La réglementation	Conformité	Observation/ Commentaire
<p>NFPA 15 5.1.3 Les composants du système doivent être dimensionnés pour la pression de service maximale à laquelle ils sont exposés, mais pas moins de 175 psi (12,1 bar).</p>	<p>Oui</p>	<p>La pression de service pour les réservoirs sphérique au niveau du complexe est 12bar</p>
<p>NFPA 15 7.2.3.1.4 L'alimentation en eau doit être capable de fournir un débit de 946 L/min pendant une durée minimale de 1 heure.</p>	<p>Oui</p>	<p>Le système de pulvérisation au complexe est doté de 60 buses, ils peuvent donc assurer un débit plus de 2000L/min, ajoutons aussi les deux pompes d'eau de mer existante rendent le besoin d'alimentation en eau peu probable</p>
<p>7.2.3.3.2 Les modèles de décharge des buses de pulvérisation d'eau doivent envelopper, à un débit net d'au moins 10,2 L/min/ m²</p>	<p>Oui</p>	<p>Les modèles de décharge des buses de pulvérisation d'eau sont conformes aux exigences selon le département HSE (données sur les buses inaccessibles)</p>
<p>8.1.2 La pression de fonctionnement minimale de toute buse protégeant des dangers extérieurs doit être de 20 psi (1,4 bar).</p>	<p>Oui</p>	<p>La pression de fonctionnement des buses est de 1.625 Bar</p>
<p>NFPA 13 23.3.1. La pression de la buse du gicleur minimale est de 2.7 Bar selon le tableau de la NFPA 13</p>	<p>Oui</p>	<p>La pression des buses des gicleurs est de 3 Bar</p>
<p>NFPA 13 20.3.3 Les gicleurs doivent avoir un débit de tuyau de 500 gpm (1 900 L/min) pendant une durée de 2 heures</p>	<p>Oui</p>	<p>Selon nos calculs le système gicleur du complexe GP1/Z doit avoir un débit de 683.53 L/Min d'après la norme NFPA, au niveau du complexe on trouve un débit de 2 000L/min</p>

2. Ressources en mousse

Tableau 4.2 : étude de conformité du réseau eau du système mousse

La réglementation	Conformité	Observation/ Commentaire
<p>NFPA 11 5.2.4.2.2 Le taux d'application minimal de la mousse pour la protection des réservoirs de stockage des hydrocarbures est 6.5 L/min .m2</p>	Non	Le taux d'application de mousse existant est 6 L/min.m²
<p>NFPA 11 7.16.1 le système doit être conçu pour décharger de la mousse pendant une période minimale de 10min</p>	Oui	Le système est capable de décharger la mousse pendant une période minimale de 10 min selon les techniciens intervention du département HSE (données précises introuvables)

3. Ressources en poudre

Tableau 4.3 : étude de conformité du système poudre

La réglementation	Conformité	Observation/ Commentaire
<p>NFPA 17 7.2.7 La quantité requise de produit chimique sec ne doit pas être inférieure à 250 kg, et l'équipement doit contenir une quantité suffisante de produit chimique sec pour permettre son utilisation efficace pendant au moins 30 secondes.</p>	Oui	Le complexe est équipé de Plusieurs systèmes d'extinction a poudre (Skid) de 1500 Kg , une quantité largement suffisante pour permettre une utilisation efficace pour une durée de 13 minutes selon nos calculs.

4. La cuvette de rétention

Tableau.4.4 : étude de conformité de la cuvette de rétention

La réglementation	Conformité	Observation/ Commentaire
<p>NFPA 11 6.4.1.2 Le nombre maximal de réservoirs d'hydrocarbures dans une cuvette de rétention est de 6 réservoirs.</p>	<p>Oui</p>	<p>Chaque cuvette de rétention contient quatre (4) sphères.</p>

IV.2 Résultats et interprétations de notre étude

Les principaux résultats sont résumés dans les points suivant :

- La quantité d'eau stockée pour le complexe GP1-Z est : **2 424 000 L**
- La quantité de poudre stockée à la zone de stockage sphérique de la phase II au complexe GP1/Z est : **1500 Kg**
- La quantité d'émulseur stocké au moyen mobile du complexe GP1/Z est **6 070L**
- La quantité d'eau nécessaire pour l'extinction et le refroidissement du feu des sphères selon le scénario 1 au complexe GP1-Z est : **3 027 211 L/ h**
- La quantité de poudre nécessaire pour l'extinction d'incendie selon le scénario 1 au Complexe GP1-Z est : **767.15 kg**
- La quantité de mousse nécessaire pour l'extinction selon le scénario 2 au complexe GP1Z est : **140 450 L**
- La quantité d'émulseur nécessaire pour la couverture de rétention selon le scénario 2 est : **4 213.5 L**
 - La quantité d'eau stockée au complexe GP1-Z **n'est pas suffisante** pour le refroidissement des installations dans le 1^{er} scénario pour le système déluge et le système gicleur, mais le complexe dispose des pompes d'eau de mer pour compenser tout manque d'eau.
 - La quantité de poudre stockée au niveau du SKID du complexe GP1-Z **est suffisante pour** l'extinction du feu selon le 2eme scénario.

- La quantité **d'émulseur** stocké au moyen mobile du complexe GP1-Z est **suffisante** pour la couverture de la cuvette de rétention dans le 2eme scénario.

On distingue suite au tableau que le système anti-incendie du complexe GP1/Z applique la norme NFPA en vigueur, sauf pour le taux d'application de la mousse qui n'est pas conforme à cette dernière.

Conclusion générale

Conclusion générale et recommandations

Conclusion générale

Dans cette étude, nous nous sommes familiarisés avec le système anti-incendie et son rôle dans la sécurité des sphères de stockage des produits finis au niveau du complexe GP1-Z, nous avons évalué l'état de l'application des normes NFPA relatives aux systèmes anti-incendie, et pour cela on a fait une étude de cas avec deux scénarios adéquats.

D'après ces études de cas, il apparaît que les mesures et des moyens importants sont consacrés pour la sécurité des réservoirs de stockage avec quelques petites déviations enregistrées dans la manière d'application des normes NFPA :

- On a constaté que la quantité d'eau stockée pour l'extinction du feu et le refroidissement par système déluge et gicleur au niveau des sphères n'est pas suffisante, le complexe GP1-Z a une réserve de **2 424 000 L** d'eau douce plus son réserve d'eau stockée au moyen mobile de lutte contre l'incendie qui est de seulement **21 000 L**, et avec une totalité de **2 445 000 L** d'eau stockée, le complexe est désigné non conforme à la norme NFPA 15 des systèmes fixes de pulvérisation d'eau pour la protection contre les incendies et à la Norme NFPA 13 concernant l'installation de systèmes de gicleurs qui exigent une totalité d'eau **3 027 211 L/h**. Par contre son emplacement stratégique à proximité de la mer méditerranéenne et le fait qu'il y a présence de quatre pompes d'eau de mer le rendent conforme pour satisfaire ces besoins en eau de manière efficace grâce à des quantités d'eau illimitées assurant la capacité d'une extinction d'incendie pendant des jours.

- La quantité de poudre pour l'extinction d'incendie du système d'extinction automatique à poudre –SKID est suffisante et conforme selon la norme NFPA17 qui exige une quantité de poudre chimique d'environ **767kg**, le complexe GP1-Z est équipé d'un SKID de **1500Kg** pour chaque bloc contenant quatre sphères. Donc le complexe est conforme et capable de satisfaire ses besoins en poudre.

Pour la quantité nécessaire d'émulseur, on a constaté que le besoin est suffisant et conforme à la norme NFPA 11 pour Mousse à Faible, Moyen et haut foisonnement avec une petite déviation, La quantité d'émulseur nécessaire pour la couverture de la cuvette de rétention est **5056 L** selon la norme NFPA 11, La quantité d'émulseur stockée au moyens mobiles du complexe GP1/Z est **6070 L** donc la quantité est désignée conforme. Le taux d'application selon la documentation du complexe GP1-Z est **6 L/min.m²**, ce taux est un petit peu plus bas que celui désigné par la norme NFPA 11 qui est estimé à **6.5 L/min.m²**.

Conclusion générale et recommandations

Cependant, on a constaté un certain niveau de dégradation de quelques équipements comme les buses d'eau, les buses de poudre et les détecteurs de gaz au niveau des sphères.

Il faut noter également l'existence d'écarts par rapport à la norme NFPA en ce qui concerne la formation du personnel, son instruction, et sa participation aux exercices de simulation et aussi en ce qui concerne l'entretien des moyens de lutte anti-incendie.

Finalement, des études de performance et des études de cas sont toujours recommandés pour réduire et éliminer les risques dans la zone de stockage qui peuvent causer des dommages significatifs sur les biens, l'homme et l'environnement.

Recommandations

Suite à la conclusion nous recommandons les actions suivantes :

- Une plus solide Formation et instruction du personnel sur les risques, les méthodes de travail sûres et les actions à faire en cas d'accident.
- Considérer l'amélioration du programme de maintenance et d'entretien du matériel du système anti-incendie et remplacement des anciens équipements dégradés.
- Optez pour les nouvelles technologies dans le monde des détecteurs de gaz, comme les détecteurs infrarouges plus avancés qui ont : une Performance certifiée, un fonctionnement à sécurité intégrée (avertit l'utilisateur des anomalies), un Contrôle automatique du gain (compense le système optique sale, la pluie et le brouillard), et une protection contre les dommages causés par un mauvais câblage.
- Utiliser des moyens plus efficaces pour la lutte contre la corrosion au niveau des sphères et les canalisations.
- Protection passive contre incendie : revêtement de la canalisation aérienne par une couche de résine ignifuge aux surfaces des canalisations pour offrir une protection anti-incendie plus forte.
- Introduction du système de câbles thermosensibles dans la zone des sphères.
- Etablir et optimiser les moyens de lutte contre la corrosion au niveau des canalisations d'eau du complexe.

Références Bibliographique

- [1] «wikipedia,» wikipedia, 30 01 2019. [En ligne]. Available: <http://fr.m.wikipedia.org>. [Accès le 30 05 2023].
- [2] K. H. L. Nekkab Nadir, «raport de stage GP1-Z,» sonatrach, oran, 2017-2018.
- [3] B. K. Yasmine et C. H. , «Évaluation des risques professionnels au niveau de l'atelier,»USTO, Oran, 2019-2020.
- [4] Z. A. e. M. kheireddine, «Analyse des risques et modélisation des conséquences d'explosion d'une sphère au niveau du complexe GP1 /Z,» GP1-Z, Oran, 2013-2014.
- [5] «wikipedia,» wikipedia, 24 01 2019. [En ligne]. Available: <http://fr.m.wikipedia.org>. [Accès le 11 06 2022].
- [6] «slideplayer.com,» KF UBIS, 10 2009. [En ligne]. [Accès le 17 05 2022].
- [7] «sawakinom,» [En ligne]. Available: <http://fr.sawakinom.com>. [Accès le 30 05 2022].
- [8] «NFPA 11 Norme pour Mousse Faible, Moyen à haut foisonnement,» *NFPA*, 2016.
- [9] «NFPA 13 Norme pour l'installation de systèmes de gicleurs,» *NFPA*, 2019.
- [10] «NFPA 15 Systèmes Fixes de Pulvérisation d'Eau pour la Protection Incendie,» *NFPA*, **2022**.
- [11] «norme NFPA17 : Systèmes d'extinction à poudre chimique,» *NFPA*, 2021.
- [12] «securite-incendie.info,» [En ligne]. [Accès le 01 05 2022].
- [13] «nullifire,» CPG EUROPE, 2022. [En ligne]. Available: <http://nullifire.fr>. [Accès le 20 05 2022].
- [14] «entreprise.mma.,» 17 01 2017. [En ligne]. Available: <http://entreprise.mma.fr>. [Accès le 06 06 2022].
- [15] «technique-ingenieur.fr,» 17 03 2015. [En ligne]. [Accès le 07 06 2022].
- [16] «ffmi.asso,» [En ligne]. Available: <http://ffmi.asso.fr>. [Accès le 10 06 2022].
- [17] «ekselyangin,» [En ligne]. Available: <http://www.ekselyangin.com>. [Accès le 08 05 2022].
- [18] «minimax,» [En ligne]. Available: <http://minimax.com>. [Accès le 20 06 2022].
- [19] «primarisk.ineris,» ineris, juin 2010. [En ligne]. Available: <http://www.primarisk.ineris.fr>. [Accès le 27 5 2022].
- [20] M. Abdelkader et k. Zouaneb, «Analyse des risques et modélisation des conséquences d'explosion d'une sphère au niveau du complexe GP1 /Z,» Oran, 2014.
- [21] «NFPA-C,» *NFPA Journal -the men who made NFPA*, p. 97, mai-juin 1995.
- [22] «<https://earth.google.com/web/>,» [En ligne]. [Accès le 27 05 2022].

