الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE E POPULAIRE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de L'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة أمحمد بوقرة ببومرداس
Université M'Hamed Bougara de Boumerdes
كلية المحروقات والكيمياء
Faculté des Hydrocarbures et de la Chimie
قسم هندسة الطرائق الكيميائية والصيدلانية
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 (HSE)

Présenté par :

- YESREF Abdelkader
- MORTET Abdelillah

Thème

Étude d'efficacité d'un système anti-incendie au complexe GP1 Z

Sonatrach Arzew

Encadré par :

Dr. K. MAHDI

2021/2022

REMERCIMENTS

Nous tenons à remercier avant tout Allah le tout-puissant de nous avoir donné le courage et les moyens nécessaires d'accomplir ce modeste travail en vue d'obtenir notre diplôme.

Par la même occasion, nous tenons à remercier tous ceux qui nous étaient chers et qui ont participé de près ou de loin à l'élaboration de ce travail à savoir :

- C'est avec un plaisir particulier que nous remercions Mme Mahdi Karima qui a suivi de près notre travail et pour son aide et sa disponibilité.
- Tous les membres de jury qui nous ferons l'honneur d'examiner et de juger nos travail;
- Tous les enseignants de la faculté des hydrocarbures et de la chimie qui ont participé à notre formation ;
- Nous remercions très vivement le personnel du département de HSE, spécialement Mr.BOURAS Mourad et Mr.MANSOURI Hichem, qui nous a accueillis au sein du complexe GP1/Z, pour leurs encouragements et leurs aides ;
- Tous nos chers amis(e)s et collègues, qui nous toujours aidés et soutenus ;
- Tous les membres de nos familles qui nos tant encouragés et soutenus tout au long de nos cursus scolaires et universitaires, particulièrement à nos chers parents, qui sans eux nous n'aurons pas eu l'énergie nécessaire pour parvenir à la fin de nos cycles.

DÉDICACE

Je dédie ce modeste mémoire qui est l'accomplissement de longues années d'études, en premier lieu à :

A MA CHERE MERE

Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consentis pour mon instruction et mon bien-être, vous qui m'avez amené dans cette vie et m'avez offert tant d'affection et d'amour, vous qui avez beaucoup souffert pour moi. Je vous remercie pour vos sacrifices, pour l'amour et le soutien que vous me portez depuis mon enfance, pour votre aide et vos conseils, j'espère que votre bénédiction m'accompagne pour toujours, car vous êtes l'étoile qui illumine mon chemin sans vos maman je ne serais pas parvenu à grand-chose. Que ce modeste travail soit l'exaucement de vos voeux tant formulés, le fruit de vos innombrables sacrifices. Puisse Dieu, le très haut, vous accorde santé, bonheur et longue vie et vous garde à mes côtés éternellement.

A mon très cher père Mohamed *(Allah yarhmo)*

Tu as toujours été pour moi un exemple du père respectueux, honnête, de la personne méticuleuse, je tiens honorer l'homme que tu es. Grâce à toi j'ai appris le sens du travail et de la responsabilité. Je voudrais te remercier pour ton amour, ta générosité, ta compréhension... Ton soutien fut une lumière dans tout mon parcours. Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour l'estime et le respect que j'ai toujours eu pour toi. Ce modeste travail est le fruit de tous les sacrifices que tu as déployés pour mon éducation et ma formation. Tu me manques mon père et je prie Dieu d'avoir pitié de toi et de te pardonner et de t'entrer au paradis et de nous réunir dans la prochaine vie

A ma très chère sœur et mes chers frères

Je tiens à remercier ma sœur adorée qui a un grand cœur, je te remercie pour ton grand amour pour ton soutien pour ton aide et ta compréhension que ce soit dans la joie où la tristesse tu étais toujours à mes cotes. Que Dieu te garde à mes cotes et te protège.

*Dans tous les moments d'enfance que j'ai passés avec vous mes frères (***Fethi, Noureddine, Sofiane** *et* **SidAhmed***) comme un symbole de ma profonde appréciation pour l'aide que vous m'avez donnée. Vous m'avez soutenu et encouragé. Je souhaite que nos liens fraternels soient encore renforcés et soutenus.*

A tous mes amies

Mon binôme **Abdelilleh** *et tout le groupe de MHSE-17 spécialement :* **Rayene, Besma, Sara, Célina, Noura et Oussama,** *Mes amies de MACA-17* **: Slimane, Okba, Fadel, Didouh, et Sohaib.**, *Mes amies de MARA-17:* **Abderahmen, Yazid, Boualam, Midou, Souada** *et* **Wissal** *et mes amis de MAPC 17 :* **IMAD, OMAR** *et* **MALIA** *et sans oublié* **Hassan, Aziz, Mohamed** *et* **Youssef** *Je ne peux trouver les mots justes et sincères pour vous exprimer mon affection et mes pensées, vous êtes pour moi des frères et des sœurs sur qui je peux compter. En témoignage de l'amitié qui nous unit et des souvenirs de tous les moments que nous avons passés ensemble, je vous dédie ce travail et je vous souhaite une vie pleine de santé et de bonheur.*

Abdelkader

DÉDICACE

*Tout d'abord, nous remercions **ALLAH** le tout-puissant qui nous a donné l'aide et la confiance pour faire ce travail, c'est grâce à lui que je suis arrivé là.*

Je dédie ce mémoire à :

***A Ma chère mère**, qui a œuvré pour ma réussite, de par son amour, son soutien, tous les sacrifices, consentis et ses précieux conseils, pour son assistance et sa présence dans ma vie, reçois à travers ce travail aussi modeste soit-il, l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude.*

***A Mon cher père**, mon exemple éternel, mon soutien moral, et ma source de joie, et de bonheur, celui qui*
s'est toujours sacrifie pour me voir réussir, que dieu te garde pour moi.

Puisse Dieu le tout puissant, Vous préserver et vous accorder santé, longue vie et bonheur mes chères parents

*A Mes deux chères frères **Touati** et **Salihou**, Je prie dieu pour qu'il me les garde toujours.*
*A mes cousins **Abdelkrim, Mohammed, Abdelaziz.***

A toute ma grande famille pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire, (mes tantes, mes oncles et leurs fils et filles), Que dieu leur procure bonne santé et longue vie.

*À mon cher binôme **Abdelkader** avec qui j'ai partagé ce modeste travail.*

*A tous mes chères amies de groupe MHSE17, en particulier **Besma, Rayene, Célina, Sara, Nora** et **Taha**.*

*A tous mes amis chères de promotion H17 spécialement **Midou, Yazid, Imad, Omar, Moifek, Zaki, Amine, Boualam, Oussama, Wail, Wissal, Souada**. Et sans oublier mes chères amis **Abdellah, Aymen, Hadil, Zineb**.*

Aux personnes qui m'ont toujours aidé et encouragé, qui étaient toujours à mes côtés, et qui m'ont accompagnaient durant mon chemin d'études supérieures.

À tous ceux qui m'aiment de près ou de loin sans exception avec tous mes voeux de bonheur, de santé et de réussite.

Abdelillah

الملخص

تم تنفيذ هذا العمل في مجمع فصل غاز البترول المسال GP1Zالواقع بأرزيو لدراسة فعالية نظام إخماد الحرائق المستخدم في هذه المنشأة لإطفاء الحرائق والحد من انتشارها، يعتمد عملنا على:

أولاً: تحديد المفاهيم الأساسية للحريق وتحديد المعايير العامة لشبكة الحماية من الحريق على أساس الوثائق الواردة في الببليوجرافيا

ثانيًا، نقوم بإجراء دراستي حالة:

الأول: هو دراسة حريق على مستوى صمام مركب على سطح صهريج التخزين T0004، وذلك لحساب كمية مسحوق الاطفاء التي نحتاجها لإخماد الحريق وذلك لتحديد ما إذا كانت الكمية المتوفرة في المجمع حالياً كافية للتحكم في الموقف أم لا وايضا من أجل تقييم فعالية نظام الغمر المركب حول الخزان من خلال حساب كمية المياه الضرورية للتدخل.

الثاني: يتعلق بدراسة انسكاب غاز البروبان في حوض الاحتجاز المحيط بالخزان T0004، لحساب كمية الرغوة التي نحتاجها للحد من تبخر الغاز، لمعرفة ما إذا كانت الكمية المتاحة في المنشأة حاليًا كافية أم لا للتحكم في الموقف.

في كلتا الحالتين، نتحقق مما إذا كانت كمية المياه التي تنتجها المضخات أثناء عمليات الإطفاء فعالة.

أخيرًا، تقديم توصيات لتحسين نظام إخماد الحرائق بالمجمع و كفاءته.

Résumé

Ce travail a été réalisé au complexe de séparation de GPL GP1Z à ARZEW pour étudier l'efficacité de système anti-incendie utilisé dans ce centre. Notre travail s'appuie sur :

Premièrement : la détermination des concepts de base du feu et la définition des critères généraux d'un réseau d'anti-incendie sur la base des documents qui sont cité dans la bibliographie

Dans un second temps, nous réalisons deux études de cas :

Le premier : c’est l’étude d'un incendie au niveau d'une vanne installée sur le toit du réservoir de stockage T0004, afin de calculer le besoin en poudre extinctrice pour déterminer si la quantité présentement disponible est suffisante ou non pour contrôler la situation et évaluer l'efficacité du système déluge installé autour du réservoir par le calcul de besoin en eau pour l’extinction.

Le deuxième : il s'agit des déversements de gaz propane dans la cuvette de rétention entourant le réservoir T0004, afin de calculer la quantité de mousse, pour voir si la quantité actuellement disponible dans l’installation est suffisante ou non pour contrôler la situation.

Dans les deux cas, ont vérifié si la quantité d'eau produite par les pompes pendant les extinctions est efficace.

Enfin, nous formulons des recommandations visant à améliorer le système de lutte contre l'incendie du complexe et son efficacité.

Abstract

This work was carried out at the LPG separation complex GP1Z in ARZEW to study the effectiveness of the fire-fighting system used in this center. Our work is based on:

First: the determination of the basic concepts of fire and the definition of the general criteria of a fire protection network on the basis of the documents which are cited in the bibliography

Secondly, we carry out two case studies:

- The first is the investigation of a fire at the level of a valve installed on the roof of storage tank T0004, in order to calculate the need for extinguishing powder to determine whether the quantity currently available is sufficient to control the situation and to evaluate the effectiveness of the deluge system installed around the tank by calculating the water requirement for extinction.
- The second is concerned with propane gas spills in the retention basin surrounding tank T0004, in order to calculate the amount of foam required to determine whether the quantity currently available in the installation is sufficient to control the situation.

In both cases, we have checked whether the amount of water produced by the pumps during extinguishing is effective.

Finally, we make recommendations to improve the complex's fire-fighting system and its efficiency.

Sommaire

Introduction générale 1

CHAPITRE I

I.1 Introduction 3

I.2 Présentation du complexe GP1Z 3

I.2. Historique 3

I.2.2 Situation géographique 3

I.2.3 Objet 3

I.2.4 Organisation du complexe GP1Z 4

I.2.5 Principales installations du complexe 5

I.2.6 Description détaillée des activités et des installations 5

I.2.6.1 Description des sections fonctionnelles 6

I.2.6.2 Section d'arrivée et de stockage de la charge d'alimentation 6

I.2.6.3 Section de déshydratation 6

I.2.6.4 Section de séparation 7

I.2.6.5 Section de réfrigération 7

I.2.6.6 Section four 7

I.2.6.7 Bacs de stockage de produit réfrigéré 8

I.2.6.8 Stockage produits finis sphères sous pression et chargement camions 9

I.2.6.9 BOG (Boil-off gas) 9

I.2.6.10 Chargement de navires 10

I.2.6.11 Utilités et circuits 10

I.3 Présentation de département HSE 10

I.3.1 Service de l'environnement : 11

I.3.2 Service d'intervention : 11

I.3.3 Service de prévention : 11

CHAPITRE II

II.1 Introduction 13

II.2 Généralités sur les incendies 13

II.2.1 Définition de la combustion 13

II.2.2 Les classes des feux 14

II.2.3 Les types d'incendie 14

II.3 Principes de base de la protection contre l'incendie 15

Sommaire

II.4 Les agents extincteurs utilisés 15
II.4.1 L'eau 15
II.4.1.1 L'eau pulvérisée ou en brouillard 16
II.4.1.2 L'eau en « jet plein » ou « jet bâton » 16
II.4.1.3 L'eau avec additifs 16
II.4.2 Les mousses 16
II.4.2.1 Caractéristique de la mousse 17
II.4.2.2 Techniques de mise en œuvre des mousses 18
II.4.2.3 Modes d'application de la mousse 19
II.4.2.4 Taux d'application 20
II.4.3 Les émulseurs 21
II.4.3.1 Types d'émulseurs 21
II.4.3.2 Choix de l'émulseur 21
II.4.4 Les poudres 21
II.4.1 Types de poudre 22
II.4.2 Mode d'action 22
II.4.3 Efficacité des poudres 23
II.4.5 Les gaz inertes 24
3.5.1 Le dioxyde de carbone 24
3.5.2 Autres gaz inertes 25
II.4.6 Les hydrocarbures halogénés 25
II.4.7 Le sable 26
II.5 Les différents matériels d'extinction 26
II.5.1 Matériel de première intervention 26
II.5.1.1 Extincteurs 26
II.5.1.2 Robinets d'incendie armés (RIA) 27
II.5.1.3 Autres moyens mobiles 27
II.5.2 Matériel de deuxième intervention 28
II.5.2.1 Bouches et poteaux d'incendie 28
II.5.2.2 Tuyaux 28
II.5.2.3 Lances d'incendie 28
II.5.2.4 Colonnes sèches 29
II.5.2.5 Colonnes humides (ou en charge) 29
II.5.2.6 Postes d'incendie 29

Sommaire

II.5.3 Installations fixes d'extinction 30
II.5.3.1 Systèmes d'aspersion d'eau 30
II.5.3.2 Systèmes d'extinction à mousse 31
II.5.3.3 Systèmes d'extinction à poudre 32
II.5.3.4 Systèmes fixes d'extinction à gaz inerte 32
II.5.3.5 Systèmes fixes d'extinction à hydrocarbure halogéné 32
II.6 Conclusion : 33

CHAPITRE III

III.1 Introduction 34
III.2 Reseau d'eau installé dans le complexe GP1Z 34
III.2.1 Description générale 34
III.2.2 Description de réseau d'eau 35
III.2.3 La réserve d'eau incendie. 35
III.2.4 Accessoires de la tuyauterie du réseau d'incendie 35
III.2.4.1 Les Vannes de sectionnement 36
III.2.4.2 Les vannes motorisées 36
III.2.4.3 Les Clapets anti-retour 37
III.2.4.4 Les Indicateurs de pression 37
III.2.4.5 Les armoires d'incendie 37
III.2.5 Système déluge installé dans les bacs 37
III.2.6 Lances monitors et hydrants 39
III.2.7 Pomperie principal 39
III.2.7.1 Les pompes jockey 39
III.2.7.2 Les pompes à eau de mer 40
III.3 Système de protection par mousse 41
III.3.1 Description du système 41
III.4 Système de protection par poudre 43
III.4.1 Les skids 43
III.4.1.1 Description de SKID 43
III.4.1.2 Les composants d'un skid 43
III.4.1.3 Le principe de fonctionnement du SKID 44
III.4.1.4 Les skids utilisé dans le complexe 44
III.4.2 Les extincteurs à poudre 45

Sommaire

III.5 Véhicule de lutte contre l'incendie 45
III.6 Conclusion 46

CHAPITRE IV

IV.1 Introduction : 47
IV.2 Méthodologie de travail 47
IV.3 Présentations des guides et normes utilises 47
IV.3.1 Les standards NFPA 48
IV.3.1.1 Le Code NFPA 11 {Standard for Low-, Medium-, and High-Expansion Foam} 48
IV.3.1.2 Le Code NFPA 15 {Standard for Water Spray Fixed Systems for Fire Protection} 48
IV.3.1.3 Le Code NFPA 17 {Standard for Dry Chemical Extinguishing Systems} 48
IV.3.2 API 48
IV.3.2.1 API PUBL 2510A 49
IV.3.3 IHI Corporation 50
IV.3.4 La norme NF EN 135652 {Installation fixes de lutte contre l'incendie - Systèmes à émulseurs - Partie 2 : calcul, installation et maintenance} 51
IV.4 Matériels et Scénarios 51
IV.4.1 Les bacs de stockages 51
IV.4.1.1 Caractéristiques de bac T0004 51
IV.4.1.2 Scénario 01 : Incendie au niveau d'une vanne installée sur le toit du bac de stockage T0004. 53
IV.4.2 Les cuvettes de rétentions 54
IV.4.2.1 Cuvette de rétention de bac T0004 55
IV.4.2.2 Scénario 02 : déversement de propane dans la cuvette de rétention de bac T0004 55
IV.5 les lois de calcul 56
IV.5.1 Les lois de calcul du premier scénario. 57
IV.5.1.1 La quantité Q minimale de poudre nécessaire pour l'extinction 57
IV.5.1.2 Quantité d'eau d'extinction et de refroidissement 57
IV.5.2 Les lois concernant le calcul du second scénario. 59
IV.5.2.1 Quantité de mousse nécessaire pour l'extinction 59
IV.5.2.2 Quantité de l'émulseur et de l'eau 59
IV.6 Conclusion 60

CHAPITER V

V.1 Introduction 61
V.2 Calculs et résultats pour le premier scénario 61

Sommaire

V.2.1 Extinction a poudre 61
V.2.1.1 La quantité de poudre requise à l'extinction 61
V.2.1.2 La durée de consommation du réservoir de poudre Tx dans la zone de stockage T0004. 61
V.2.2 Extinction et refroidissement par l'eau 62
V.2.2.1 Quantité d'eau nécessaire pour l'extinction 62
V.2.2.2 Quantité d'eau nécessaire pour le refroidissement des trois bacs 62
V.3 Calculs et résultats pour le deuxième Scénario : 64
V.3.1 Quantité de mousse nécessaire pour 20 min : 65
V.3.1.1 Calcule de quantité de la solution eau-émulseur pour l'extinction 65
V.3.1.2 Calcule de la quantité d'émulseur pour l'extinction de la cuvette T0004 65
V.3.1.3 Quantité d'eau nécessaire pour l'extinction de la cuvette (extinction à mousse) 65
V.4 Discussion des résultats 66
V.4.1 Discuter des résultats du premier cas 66
V.4.2 Discuter des résultats du deuxièmes cas 66
V.5 Conclusion 67
Recommendation 67
Conclusion générale 70
Bibliographique .....
Annexe .....

Liste des Figures :

Figure I.1 : Localisation du complexe GP1Z sur la zone industrielle d'Arzew

Figure I.2 : Schéma de l'organigramme

Figure I.3 : Schéma du procédé GPL

Figure I.4 : Les Bacs de stockage

Figure II.01 : Le triangle du feu de la combustion

Figure II.02 : les types de foisonnement d'une mousse

Figure II.03 : Etapes pour la production de mousse

Figure II.04 : Extinction a poudre

Figure II.05 : Différent type des extincteurs

Figure II.06 : Robinets d'incendie armés (RIA)

Figure II.07 : Poteaux d'incendie

Figure II.08 : Les tuyaux semi-rigides

Figure II.09 : Les tuyaux de refoulement souples

Figure II.10 : Lances d'incendie

Figure II.11 : Schéma d'un système sprinkleur

Figure II.12 : rideau d'eau

Figure II.13 : Systèmes d'extinction à brouillard d'eau

Figure II.14 : Générateur fixe à mousse et barrière à mousse

Figure III.01 : Plan de réseau d'eau

Figure III.02 : Les vannes de sectionnement de réseau d'incendie

Figure III.03 : Image réel des vannes de sectionnement de réseau anti-incendie

Figure III.04 : Image réel des vannes motorisées

Figure III.05: Images réelles d'un Système déluge

Figure III.06 : Image réel des pompes jockey installé dans le complexe GP1Z

Figure III.07 : Le démarrage et l'arrêt localement et à distance

Figure III.08 : Plan de pomperie a eau de mer

Figure III.09 : Unité a mousse 31-M-0702

Figure III.10 : Unité de mousse des jetées

Figure III.11 : Image réel d'un Skid

Figure III.12 : Schéma de principe (exemple)

Figure IV.01 : L'emplacement du bac T0004 et ça cuvette de rétention

Figure IV.02 : Structure de BAC T0004

Figure IV.03 : Schéma du feu au niveau de vanne

Figure IV.04 : cuvette de rétention

Figure IV.05 : Schéma de déversement de propane dans la cuvette de rétention

Liste des tableaux :

Tableau II.1 : Les classes des feux

Tableau III.1 : Spécifications des couronnes de refroidissement et des buses de système déluge.

Tableau III.2 : Moyens mobiles GP1Z.

Tableau IV.1 : l'identité du bac de stockage T0004.

Tableau IV.2 : Taux d'application sur un bac de GIL (API 2510 A)

Abréviations

Liste des abréviations :

AFFF : Agents Formant Un Film Flottant

API : American Petroleum Institute

BOG : Boil Off Gaz

DOT : Département Of Transportation ministère

ERP : Établissements Recevant du Public

FFS : Fir Fightinig Systeme

GIL : Gaz inflammables Liquéfiée

GPL : Gaz de Pétrole Liquéfiée

HBPG : High Back Pressure Generator

ICPE : Installations classées protection de l'environnement

IHI : Ishikawajima-Harima Heavy Industries

IGH: Immeubles de Grande Hauteur

MIM : Le Ministère de L'Industrie et des Mines

NFEN : Normes Françaises et Normes Européennes

NFPA **:** National Fire Protection Association

RIA : Robinets d'Incendie Armés

RTO : Région Transport Ouest

USD : Unités de Stockage et de Dosage

Introduction générale

Introduction générale

Le risque d'incendie est la principale préoccupation de Jumbo (GP1/Z) Arzew et contrairement à d'autres types d'accidents, le feu peut causer des dommages graves et parfois irréparables à l'édifice, ainsi que des perturbations importantes des activités en cours et des services qui y sont fournis, il peut également causer des blessures ou même entraîner la mort de personnes. Par conséquent, il est important d'accorder la plus haute priorité possible à la prévention et au contrôle des incendies.

Tout doit donc être mis en œuvre pour limiter le risque d'incendie et minimiser ses effets. Si le coût de tels efforts peut sembler prohibitif, celui de de l'inaction peut l'être encore plus !

En conséquence, le complexe de séparation GP1/Z GPL a été équipé d'un réseau de lutte contre l'incendie selon les règles et les règlementations internationales de sécurité.

Au fil des ans, il peut se détériorer et ne plus répondre aux standards de sécurité mondiale. Il est logique de revérifier que le réseau répond aux normes et exigence internationales, afin de l'améliorer et de le mettre à jour avec l'évolution technologique des équipements de lutte contre l'incendie, donc ce travail fait partie du sujet écrit comme suit **: « Etude de l'efficacité du système de protection incendie ».**

Ce travail vise à étudier l'efficacité des systèmes d'extinction d'incendie installés dans le complexe GP1Z par rapport à des référentiels et réglementations spécifiques (NFPA, API, etc.). L'étude comprend notamment les systèmes de lutte contre l'incendie au niveau de la zone de stockage de GPL (réservoirs de propane et de butane), en particulier le réservoir de stockage T0004 et son bassin de rétention. Ce rapport est utilisé en cinq chapitres :

Chapitre 1 : Présenter l'historique et l'évolution du complexe GP1Z, ses installations, ses activités et décrire brièvement le service de santé, sécurité et environnement de ce complexe.

Chapitre 2 : Prescrire généralement les incendies, leurs classes, types, présentation des agents extincteurs et du matériel de combattre leur propagation.

Chapitre 3 : Décrire circonstancier le système anti-incendie (Réseau d'eau, mousse et poudre) installé dans le complexe GP1Z.

Chapitre 4 : Exposer les normes utilisées dans notre étude et les lois extraites de ces dernieres, afin de résoudre les problèmes posés dans les scénarios que nous proposons.

Chapitre 5 : Examiner les scénarios proposés, réalisation des calculs et interprétation des résultats.

Nous terminerons ce travail par une conclusion générale qui passera en revue tout ce qui a été abordé dans ce mémoire.

Chapitre 1

Présentation du complexe GP1/Z et Description des procédés

Chapitre I : Présentation générale de complexe GP1/Z

I.1 Introduction

Ce chapitre traite de l'historique et de la présentation du complexe GP1Z/ARZEW et de ses diverses activités industrielles, ainsi que de l'organigramme décrivant ses différentes orientations. Nous passons ensuite aux informations générales sur le département HSE du complexe et ses trois services.

I.2 Présentation du complexe GP1Z

I.2. Historique

Le complexe GP1/Z dénommé "JUMBO-GPL" est le premier dans le monde pour ces grandes capacités de production 10,8 millions de tonnes par an; il a pour objectif, le traitement d'une charge GPL venant de plusieurs sources du sud algérien (HASSI-MESSAOUD et HASSI-RMEL) pour la production des produits PROPANE et BUTANE liquéfiés. Le complexe a été construit avec le concours d'un consortium Japonais IHI-C-ITOCHI dans le cadre d'un contrat clé en main, en trois phases de construction.

En 1983, le complexe disposait de quatre trains (phase I) de traitement GPL qui lui permettait de produire 4,8 millions de tonnes par an et suite à une acquisition de deux trains supplémentaires (extension du complexe en 1998) (phase II) cette extension a augmenté la production pour atteindre 7,2 millions de tonnes par an ; et en Mars 2010 une dernière extension du complexe avec 03 trains (phase III) Pour atteindre 10,8 millions de tonnes /an.[1]

I.2.2 Situation géographique

D'une superficie de 120 hectares, le complexe GP1Z est situé dans la zone industrielle d'ARZEW, entre la centrale thermique Marsa EL Hadjadj à l'EST et le complexe GNL3 à l'OUEST, entre la mer méditerranée et la route nationale N°11. (Figure I.1) **[2]**

I.2.3 Objet

Le but du complexe est de traiter le mélange brut GPL provenance des différents champs situés au Sud Algérien afin de produire du Propane et Butane destinés au marché national et international. **[1]**

Figure I.1 : Localisation du complexe GP1Z dans la zone industrielle d'Arzew [3]

I.2.4 Organisation du complexe GP1Z

La description des structures nous permet de connaître la situation géographique, l'effectif, les objectifs et le rôle de chaque département ainsi de connaître tout le fonctionnement du complexe GP1/Z. Est géré suivant un organigramme bien déterminé de façon à bien maîtrisé les tâches, il est montre dans la Figure I.2 :

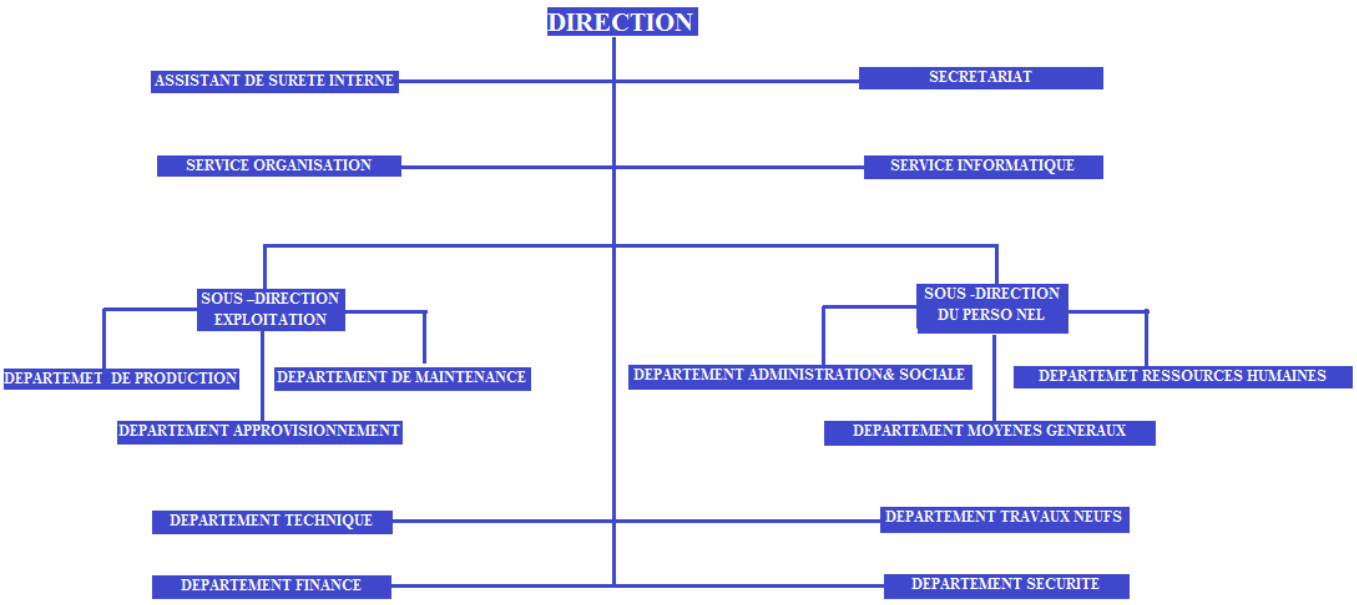


Figure I.2 : Schéma de l'organigramme

I.2.5 Principales installations du complexe

Les principales installations du complexe GP1/Z sont [4] :

- 09 Trains de traitement du GPL.
- 02 unités de liquéfaction des boil-off.
- 22 Sphères de stockage de la charge d'alimentation de 1000 m3 chacune.
- 04 Bacs de stockage de propane basse température de 70000 m3 chacune.
- 03 Bacs de stockage de butane basse température de 70000 m3 chacune.
- 01 Bacs de stockage de butane propane basse température de 70000 m3
- 04 Sphères de stockage de produits ambiants (propane et Butane) de 500m3 chacune.
- 01 Sphères de stockage gazoline de 500 m3.
- Unité de démercurisation.
- 05 salles de contrôle.
- 01 Station électrique alimentée par SONELGAZ.
- 04 Générateurs assurant l'énergie de secours du complexe.
- 02 Quais de chargement pouvant recevoir des navires d'une capacité variante entre 4000 et 5000 tonnes.
- Une rampe de chargement de camions.
- Une station de pompage d'eau de mer.
- Un système de télésurveillance.

I.2.6 Description détaillée des activités et des installations

Dans la présenté étude, le site a été « découpé » en sections fonctionnelles telles que suivantes [5] :

- Section d'arrivée et de stockage de la charge.
- Section de déshydratation.
- Section de séparation.
- Section de réfrigération de propane et de butane.
- Four.
- Bacs de stockage produits finis réfrigérés.
- Stockage produits finis sphères sous pression et chargement camions.
- Récupération du BOG ou gaz d'évaporation.
- Chargement navires.

- Utilités : Chaudière, Circuit GN, systèmes torches et Blow down, stockage diesel, etc.

Chacune de ces sections est décrite, notamment sous l'angle de la sécurité, dans les Paragraphes qui suivent :

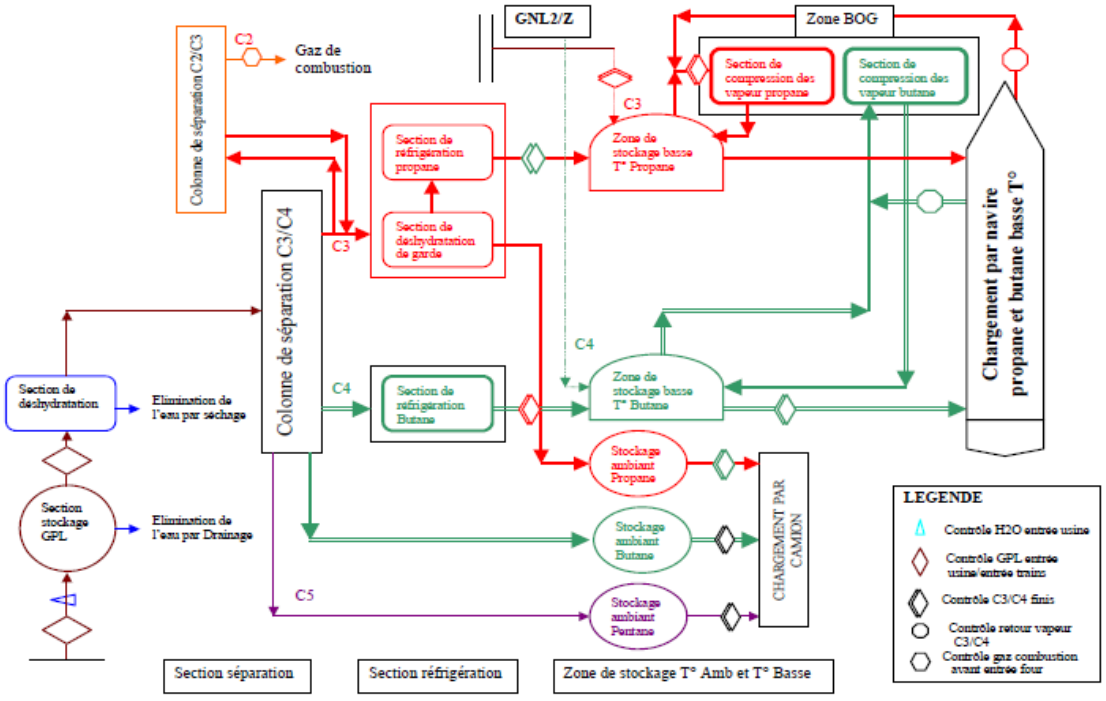


Figure I.3 : Schéma du procédé GPL

I.2.6.1 Description des sections fonctionnelles

Pour le complexe GP1Z, les activités à étudier peuvent se décomposer selon les différentes sections telles que présentées sur le schéma ci-dessous.

I.2.6.2 Section d'arrivée et de stockage de la charge d'alimentation

La charge d'alimentation est un mélange de GPL différents qui proviennent des champs gaziers et pétroliers de Hassi R'Mel et de Hassi Messaoud. Elle arrive au complexe GP1Z par Gazoduc de diamètre 24 " via le terminal RTO situé sur le plateau de Béthioua. La section de stockage d'alimentation comprend 16 sphères d'une capacité globale de 16000 m3. Ces sphères sont réparties en 4 groupes comportant chacun 4 sphères et 2 pompes D'alimentations.

I.2.6.3 Section de déshydratation

Afin de réduire la teneur en eau à moins de 5 ppm en poids par adsorption et éviter ainsi la formation de glace et de bouchons de givre dans les parties froides de l'installation, le gaz GPL

est séché dans les tamis moléculaires. Une section de déshydratation se compose de 3 sécheurs (ou colonnes d'aspiration à tamis moléculaire), d'une installation de réchauffage de gaz et d'un ballon de séparation de l'eau. A tout instant, on dispose d'une colonne en service, une deuxième colonne en régénération (Séchage de l'eau adsorbé) ou en attente et la dernière en attente.

I.2.6.4 Section de séparation

Après avoir été préchauffé à la limite de la décomposition physique par quatre échangeurs de chaleur, le GPL séché est envoyé dans une colonne de fractionnement où la séparation s'opère. Le mélange propane - éthane remonte en tête de colonne, puis envoyé par une pompe vers le dééthaniseur afin de réduire sa teneur en éthane. Le gaz riche en éthane émanant de la partie supérieure de la colonne de dééthanisation est utilisé comme combustible du four. Le propane sortant de la partie inférieure de la colonne de dééthanisation est canalisé vers la section réfrigération. Une partie du butane recueilli en fond de colonne est envoyé à la section de réfrigération, tandis que l'autre partie sera refroidie par aéroréfrigérant et envoyée vers le stockage ambiant. Les installations destinées à la séparation du pentane (en violet sur le schéma de principe) sont actuellement à l'arrêt, le GPL brut à traiter par le complexe GP1Z étant dépourvu de pentane.

I.2.6.5 Section de réfrigération

Le propane et le butane provenant de la section de séparation sont refroidis à des températures correspondant à leur point de saturation liquide (Butane : -5°C ; Propane : - 40°C). Ils sont ensuite canalisés vers les bacs de stockage à basse température. Les produits sont réfrigérés par 3 échangeurs suivant un cycle fermé formant une boucle de réfrigération au propane. Une partie du propane réfrigéré est comprimée puis envoyée à la colonne de dééthanisation de la section de séparation pour éventuellement refroidir de tête de colonne. Les vapeurs de propane émanant des ballons d'aspiration, des condenseurs de tête desdééthaniseur et des dispositifs de réfrigération du butane, sont comprimées par un turbocompresseur centrifuge à 3étages. Ces vapeurs sont ensuite condensées par des aéroréfrigérant.

I.2.6.6 Section four

Cette section produit l'huile chaude destinée aux prés chauffeurs, aux rebouilleurs et au gaz naturel de régénération utilisé dans la section de déshydratation. Le gaz combustible est de l'éthane produit dans les trains de séparation (sortant en tête de colonne des dééthaniseur) et du gaz naturel issu du réseau desservant le complexe. L'éthane et le gaz naturel sont amenés vers

un bac mélangeur pour alimenter les brûleurs des fours. L'huile sort du four à une température de 180°C.

I.2.6.7 Bacs de stockage de produit réfrigéré

La zone de stockage à basse température assure la capacité de stockage nécessaire du propane, butane et Bu-Pro de qualité commercial entre les opérations de chargement des navires. Huit bacs sont prévus pour le stockage des produits finis (Figure I.4) : quatre bacs pour le propane, trois bacs pour le butane et un pour le Bu-Pro (actuellement il sert pour le stockage du butane). Les produits propane et butane sont envoyés à partir des 9 trains de procédé à travers un collecteur commun pour chaque produit vers les bacs à la fois sous contrôle de pression. Les produits sont stockés plus ou moins à la pression atmosphérique et à leur point d'ébullition. La pression du réservoir est maintenue dans la gamme de 300 à 800 mm H2O ce grâce à la section de reliquéfaction des vapeurs (BOG). Les produits propane et butane stockés dans les bacs BT° peuvent être transférés vers la section de stockage ambiant ou vers la section stockage de la charge (cas d'un produit hors spécification) par l'intermédiaire de la section transfert. Les huit bacs (quatre pour le propane et quatre pour le butane) destinés au stockage des produits finis sont de type enveloppe cylindrique à double paroi d'une capacité de 70.000 m3 et d'une hauteur de 34 m chacun.

Phase I :	**Phase III :**
06-T0003/4/5 (propane)	**36-T0001 (propane)**
06-T0006/7/8 (butane)	**36-T0002 (butane)**

Son rôle principal est d'alimenté les navires présents au niveau des jetées à travers les lignes de chargement par le biais des pompes de chargement. Le bac est refroidi par le produit reliquéfié au niveau de la section BOG.

Figure I.4 : Les bacs de stockage

I.2.6.8 Stockage produits finis sphères sous pression et chargement camions

Le chargement simultané de 4 camions peut être effectué à température ambiante à partir des Sphères de 500 m3 au moyen de pompes de chargement. Le chargement des sphères s'effectue à partir des sections de séparation mais aussi également (et plus rarement) à partir des bacs de stockage à basse température en passant par des réchauffeurs.

I.2.6.9 BOG (Boil-off gas)

Les gaz d'évaporation provenant des différentes capacités de l'usine (bacs de stockage et l'évaporation des gaz des citernes des navires en chargement) sont dirigés vers la section BOG pour y subir les traitements successifs suivants :

• liquéfaction par compresseur.

• refroidissement à travers des échangeurs aéroréfrigérant.

• stockage dans les bacs de produits réfrigérés.

Les deux sections BOG destinés au butane et au propane sont indépendantes.

I.2.6.10 Chargement de navires

Deux systèmes de chargement sont respectivement installés au bout des jetées D.1 et M6, Le débit de chargement est le suivant :

Propane, Butane :	Maximum :	10 000 m3/h
	Jetée M.6 :	4 000 m3/h
	Jetée D.1 :	10 000 m3/h

I.2.6.11 Utilités et circuits

Le complexe comprend plusieurs systèmes annexes au procédé :

- Circuit de méthanol.
- Circuit azote
- Circuit fuel gaz
- Circuit vapeur
- Circuit air service
- Circuit air instrument
- Système sécurité vide-vite (Blow down) et torches
- Eau de refroidissement
- Eau incendie

I.3 Présentation de département HSE

Le département sécurité joue un rôle très important dans la sécurité au niveau d'un complexe ou le danger peut survenir à tout moment. [1]

Le département est organisé comme suit :

- Service d'environnement.

- Service de prévention.

- Service d'intervention.

I.3.1 Service de l'environnement :

Ce service organise des contrats afin de réaliser une bonne surveillance au sein du complexe GP1/Z. Ces contrats consistant à effectuer une vérification du matériel entrant et sortant de l'enceinte ainsi que le mouvement de l'ensemble du personnel surtout ceux de production. [1]

I.3.2 Service d'intervention :

C'est un service très important car c'est sur lui que repose la charge en cas d'incident (feu comme exemple) pour cela et pour le risque que les agents courent pendant ces opérations en adapte chez eux une devise qui est la rapidité d'intervention et l'efficacité d'exécution. Pour éviter ces incidents ils effectuant quotidiennement des inspections et assurent une maintenance par personnel. [1]

I.3.3 Service de prévention :

Service de prévention est formé d'inspecteur de sécurité affecté au niveau de chaque zone afin d'être le conseillé de chef de zone en matière de sécurité. Leur travail est le contrôle des travaux au niveau de chaque zone et l'élaboration de statistiques intérieurs sur le travail effectué. [1]

Ce service s'occupe d'offrir les équipements de sécurité recommandés aux travailleurs de chaque service tel que : combinaisons, casques, soulier de sécurité.

Le matériel de protection individuelle est comme suit [1] :

a. *Masque anti-poussière :*

Il comporte un filtre destiné à protéger les poumons des poussières de tout ordre, ces masques doivent être utilisés en particulier dans les travaux suivants : Manipulation ou manutention catalyseur et criblage, tous les nettoyages développant d'abondantes poussières etc.

a. *Protection de la tête :*

Les blessures à la tête peuvent provenir de chattes d'objet de choc contre un objet fixe, à la suite d'une chute ou d'un faux mouvement ; un casque assure la protection dans tous les cas, il n'est ni lourd ni gênant et il est recommandé de le porter pendant toute la durée d'un travail.

b. *La protection des mains :*

Les mains sont parmi les parties du corps les plus exposées, leur protection est assurée par le port de gants.

c. *Protection des pieds :*

Les pieds se trouvent naturellement sur le chemin de l'objet laissé sur terre et les pièces reçus peuvent être lourdes par exemple les brides …etc. C'est pour cette raison que le port de chaussures de sécurité possède une coquille en acier pour la protection des orteils est vivent recommandes et obligatoire à certain poste de travail.

Chapitre II

Généralité sur les incendies, les agentes et le matériel utilisé pour l'extinction

II.1 Introduction

Pour prévenir les incendies, nous utilisons divers dispositifs pour limiter ou contrôler leur propagation. Cela permet de protéger la vie humaine et de réduire ou de limiter leurs dégâts. Dans ce chapitre, nous aborderons les incendies en général, puis nous mentionnerons quelques-uns des principaux éléments de base. Protection, extinction agents et matériaux utilisés.

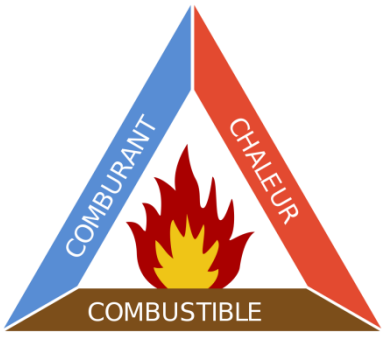
II.2 Généralités sur les incendies

Un incendie est un feu violent destructeur pour les activités humaines ou la nature. L'incendie est une réaction de combustion non maîtrisée dans le temps et l'espace.[6]

II.2.1 Définition de la combustion

C'est la manifestation visible de la combinaison d'un corps combustible avec un corps comburant en présence d'une énergie d'activation. Cette interdépendance est symbolisée par un triangle de feu :

L'*oxygène* alimente la combustion : c'est le comburant (généralement apporté par l'air qui contient 21% d'oxygène).



Une température suffisante pour amorcer la combustion : elle est apportée par *"la source de chaleur"* (allumette craquée, corps chaud, étincelle, etc.).

Le "combustible" est un matériau capable de brûler :

Papier, bois, tissu, charbon, pétrole,

Certains métaux, plastique, etc.

Figure II.1 : Le triangle du feu de la combustion

II.2.2 Les classes des feux

Les normes NFEN2 et NFEN2/Ai distinguent cinq classes de feu, le tableau II.1 présente les classes des feux et ces descriptions avec des exemples sur quelque combustible pour chaque classe. [7]

Tableau II.1 : Les classes des feux

Classe	Nom	Description
A	Feux de solides ou dits sec	Incendies impliquant des combustibles ordinaires comme le bois, le tissu, le papier. Il est attendu dans les bâtiments.
B	Feux de liquides ou dits gras	Incendies impliquant des liquides inflammables et solides liquéfiables comme huiles et graisses. Ils sont attendus dans les unités de production, ils peuvent se produire par les dégagements des gaz plutôt que des déversements de liquides.
C	Feux de gaz	Incendies concernant l'équipement électrique sous-tension situé à l'extérieur ou à l'intérieur.
D	Feux de métaux	Incendies impliquant métaux combustibles tels que le magnésium, le potassium et le sodium.
F	Feux liés aux auxiliaires de cuisson	Incendies impliquant de cuisson sur les appareils de cuisson Huiles et graisses végétales ou animales...

II.2.3 Les types d'incendie

En peut avoir dans les installations gaz/huile plusieurs types d'incendie d'hydrocarbures, celle-ci varient selon des différentes conditions probables. Les types d'incendie d'hydrocarbures comprennent : Les incendies de Jet, incendies de nuage de vapeur ou flammèches, incendies des bassins, incendie de liquide qui s'écoule (par exemple, impliquant un équipement en hauteur, incendie d'un écoulement ou fuites de pression), incendies des matières solides (bois,

papiers, cartons, plastiques, chiffons...), incendies d'entrepôt et incendies des équipements électriques sous-tension (ex. incendies de transformateurs). [6]

II.3 Principes de base de la protection contre l'incendie

La protection incendie met en œuvre l'ensemble des techniques disponibles, afin d'adapter au mieux les solutions possibles par rapport au risque identifié soit protection passive (mur coupe-feu, mur anti-explosion) ou protection active (eau, mousse, autres systèmes). La combinaison de ces différentes possibilités détermine le plan d'intervention, en permettant d'optimiser les moyens mis en œuvre et le temps de réaction associé.

II.4 Les agents extincteurs utilisés

Pour attaquer efficacement un début d'incendie, il faut disposer de l'agent extincteur le mieux approprié à la nature du feu, qui agira selon des modes d'action spécifiques. L'extinction peut être obtenue suivant les différents modes d'action des agents extincteurs, par refroidissement, étouffement, isolement et inhibition (action sur les radicaux libres).[7]

II.4.1 L'eau

L'eau est l'agent extincteur le plus utilisé ; il est toujours, sauf cas exceptionnels, disponible en quantité suffisante. Il agit à la fois en étouffant le foyer (à l'aide de l'eau et de la vapeur formée), en refroidissant les matériaux en combustion et en limitant les effets thermiques de l'incendie. Son efficacité est importante du fait de la valeur élevée de sa chaleur spécifique et de sa chaleur latente de vaporisation. L'eau ne doit pas être utilisée sur les feux de classe D (métaux) car cela induit un risque d'explosion lié à l'hydrogène produit et à la vaporisation brutale de l'eau, ce qui entraîne la projection de métal en fusion. De même, sur les feux de classe F (huiles), l'utilisation d'eau est à éviter à cause du risque de projections de produit enflammé.

Chaleur spécifique : quantité de chaleur nécessaire pour élever d'un degré Celsius un gramme de substance.

Chaleur latente de vaporisation : quantité de chaleur nécessaire pour faire passer un gramme de substance de l'état liquide à l'état gazeux, à température constante.

II.4.1.1 L'eau pulvérisée ou en brouillard

La pulvérisation augmente considérablement l'effet de refroidissement de l'eau par une vaporisation plus intense et diminue l'effet du rayonnement. L'eau pulvérisée est efficace sur les feux de classe A et sur les feux de classe B pour les liquides, lorsque le refroidissement permet d'abaisser la température en dessous du point d'éclair. Même si son utilisation est envisageable sur des feux d'origine électrique de tension inférieure à 1000 V, il est souhaitable de privilégier d'autres produits d'extinction, les eaux de ruissellement étant susceptibles de conduire le courant électrique. Le procédé fixe par brumisation de l'eau va créer un brouillard de fines gouttelettes (de l'ordre du micromètre). Les brouillards d'eau agissent par combinaison des deux effets de refroidissement et d'étouffement.

II.4.1.2 L'eau en « jet plein » ou « jet bâton »

Projetée au moyen d'une lance, en « jet plein », l'eau convient bien aux feux de classe A. Elle produit un effet mécanique qui favorise la pénétration au cœur du foyer mais aussi la dispersion des matériaux, ce qui nécessite d'être spécifiquement formé (équipes de seconde intervention ou de secours). L'utilisation du « jet plein » est à proscrire sur les installations électriques et sur les matériaux divisés (risque d'explosion suite à la remise en suspension des particules).

II.4.1.3 L'eau avec additifs

Pour accroître le pouvoir extincteur de l'eau, on peut lui adjoindre des tensioactifs (ou mouillants). Ces produits, ajoutés dans des proportions convenables (1 à 6 %), ont pour rôle d'abaisser la tension superficielle de l'eau pour faciliter sa pénétration au cœur du combustible. L'eau et ces additifs agissent sur les feux des classes A et B par refroidissement et isolement. Parmi ces additifs, il faut signaler la famille des AFFF qui grâce à des propriétés tensioactives particulières, complètent leur propre action par celle d'un film isolant qui flotte en surface du combustible et le sépare ainsi de l'oxygène contenu dans l'air.

II.4.2 Les mousses

La mousse est un assemblage de bulles constituées par une atmosphère d'air emprisonnée dans une paroi mince de solution moussante. Les mousses utilisées pour la lutte contre le feu sont produites par brassage d'un émulseur avec l'eau, puis introduction d'air ; cette double action s'effectue dans des équipements spéciaux. Les mousses agissent par refroidissement et isolement. Certains des tensioactifs de l'eau, dits « émulseurs », utilisés à des concentrations comprises entre 3 et 6 %, permettent d'obtenir des mousses après injection d'air au moyen de générateurs appropriés.

II.4.2.1 Caractéristique de la mousse

Une mousse peut être caractérisée par sa vitesse de décantation, sa fluidité, son adhérence et son foisonnement, ce dernier est le plus important.

Le taux de foisonnement est le rapport du volume de mousse à celui de l'eau additionnée d'émulseur exprimé en L/m^2.min, on a trois types [8] :

Bas foisonnement : inférieur à 20 est obtenu à partir de lances ou de canons permettant de projeter la mousse à longue distance. Pratiquement insensible aux conditions atmosphériques, cette mousse lourde est utilisée pour les interventions extérieures sur des feux à fort rayonnement.

Moyen foisonnement : de 20 à 200 est obtenu à partir de lances ayant une portée n'excédant généralement pas 10 m ou de générateurs. Il est utilisé, soit pour consolider une extinction faite avec une mousse à bas foisonnement, soit préventivement sur une nappe de liquide. Sa résistance à la ré-inflammation est inférieure à celle de la mousse à bas foisonnement.

Haut foisonnement : supérieur à 200 est produit par un générateur qui se compose d'un gros ventilateur muni d'un tamis contre lequel est pulvérisée la solution moussante. La mousse n'est pas projetée mais déversée à la sortie même de l'appareil. Très sensible aux intempéries, la mousse légère est utilisée principalement en espace clos tels que caves, entrepôts, cales de navires, galeries de câbles, ... ou encore lorsque l'eau est rare ou qu'il y a risque de pollution. Pour les feux des cuvettes de refroidir les tôles des réservoirs en utilisant le système fixe en place (eau ou mousse).

Figure II.2 : les types de foisonnement d'une mousse

II.4.2.2 Techniques de mise en œuvre des mousses

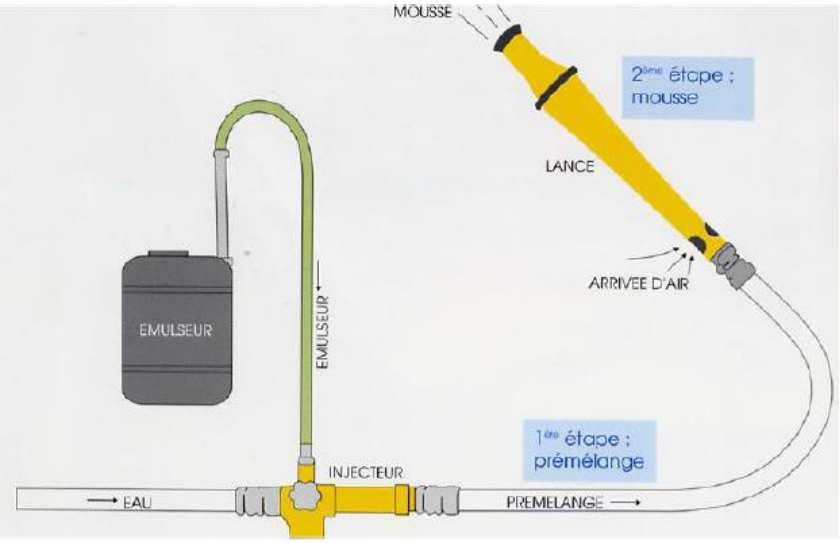
La mise en œuvre de la mousse conditionne largement la qualité du produit final. Il convient d'être particulièrement vigilant sur la pression de l'eau, son débit et le dosage de l'émulseur. Elle comprend deux étapes : le prémélange et la production de mousse à partir de la solution moussante. [8]

II.4.2.2.1 Prémélange

Le mélange eau-émulseur est réalisé soit : Au moyen d'injecteurs équipés d'un système venturi qui crée une dépression permettant l'aspiration de l'émulseur concentré à partir de la réserve et son mélange avec l'eau. La concentration d'émulseur est réglable, en général, de 1 à 6 %. Au moyen d'unités comprenant une pompe volumétrique qui injecte l'émulseur sous pression vers un proportionneur où s'effectue le mélange en rapport constant avec l'eau du réseau, quels que soient la viscosité de l'émulseur, la pression et le débit d'eau. Ces systèmes sont utilisés pour la mise en œuvre d'émulseurs à haute viscosité et lorsque de grandes quantités sont nécessaires, car, la réserve à émulseur étant atmosphérique, son ravitaillement est possible en cours d'intervention. Au moyen de systèmes appelés « unités de stockage et de dosage » ou USD. Ils comprennent un réservoir à eau à l'intérieur duquel est située une poche souple contenant la réserve d'émulseur. L'eau entrant sous pression comprime la poche et l'émulseur est ainsi propulsé en même temps que l'eau et à la même pression vers un proportionneur qui assure un dosage constant du prémélange quels que soient, en amont, le débit et la pression de l'eau. Ce système autorise des variations de débit de 1 à 10. Ces deux derniers systèmes présentent l'avantage de diminuer considérablement les pertes de charge et de produire un mélange constant quelles que soient les conditions d'alimentation en eau.

II.4.2.2.2 Production de la mousse

La production de mousse est assurée au moyen d'équipements spécifiquement adaptés pour produire une mousse à bas, moyen ou haut foisonnement, suivant la nature du générateur, l'air étant entraîné par la dépression créée au passage de la solution moussante. Lorsque le volume d'air aspiré est de 6 à 10 fois supérieur à celui de la solution moussante, on obtient une mousse à bas foisonnement, lorsque le volume d'air est de 50 à 150 fois celui de la solution moussante, on obtient une mousse à moyen foisonnement. Il existe une grande diversité de matériels : portatifs, mobiles, remorquables ou fixes, ces derniers étant positionnés au plus près du risque à couvrir et alimentés soit en solution moussante, soit en mousse par un réseau de tuyauteries



1ère étape : pré-mélange (aussi appelé solution moussante) Mélange eau – émulseur, à une concentration comprise entre 1 et 6%.

2ème étape : génération Injection d'air dans le prémélange pour fabriquer la mousse.

Figure II.3 : Etapes pour la production de mousse

II.4.2.3 Modes d'application de la mousse

L'épaisseur de la couche à appliquer est d'environ 10 cm en bas foisonnement et de 20 à 50 cm en moyen foisonnement. En haut foisonnement, on procède au noyage total de l'enceinte. Suivant les possibilités d'approche du foyer, on procédera à une application douce ou directe de la mousse.[9]

II.4.2.3.1 L'application douce

Cette méthode consiste à provoquer l'épandage de la mousse sur le foyer de façon à produire une couverture isolante d'épaisseur suffisante, sans contact violent entre la mousse et le liquide en feu. Elle implique l'emploi de déversoirs (installés à poste fixe) ou, si on ne dispose que de lances ou de canons, la projection de la mousse contre une paroi ou un obstacle dans le foyer qui la fasse glisser ensuite vers le feu. L'intervention doit être réalisée le plus près possible du foyer. L'application douce est la seule méthode valable pour lutter contre les feux d'hydrocarbures avec des émulseurs de classe II et III, notamment ceux à base protéinique ou synthétique standard ; elle est le seul moyen de lutter contre les feux de liquides polaires, quel que soit le type d'émulseur employé.

II.4.2.3.2 L'application directe

Il est évident que, pour les interventions à la lance ou à la lance canon, l'obligation d'avoir recours à l'application douce de la mousse constitue une contrainte importante pour les opérateurs, particulièrement lorsqu'il s'agit de foyers de grande ampleur dont l'approche est

difficile ou de feux de réservoirs attaqués depuis le sol. On y a donc recours lorsque l'application douce n'est pas réalisable. La mise au point d'émulseurs fluorés a permis de lever cette contrainte. Ces émulseurs donnent, en effet, des mousses qui résistent assez bien à la contamination au contact des hydrocarbures et autorisent, de ce fait, une projection directe. Pour ce mode d'application, seuls les émulseurs de classe I sont appropriés ; ce sont actuellement les fluorés et les filmogènes (qui sont également fluorés). On veillera toutefois, dans le cas d'interventions avec plusieurs lances, à concentrer dans la mesure du possible les jets en un seul point de pénétration sur le foyer.

II.4.2.3.3 L'injection à la base

La technique d'injection de mousse directement à la base de réservoirs peut présenter des avantages, mais le risque de contamination est important. Elle est utilisée pour des stockages en bacs à toit fixe d'hydrocarbures non additifs et dont la viscosité n'est pas trop importante. La mousse est fournie par un générateur à contre poussée dit HBPG (high back pressure generator) ; elle est donc propulsée sous pression à la base du réservoir, traverse la nappe de liquide et se répartit à la surface. Les générateurs HBPG peuvent être montés en poste fixe, en installation semi-fixe ou sur des unités mobiles remorquables. Les émulseurs utilisables pour ce type d'application doivent être fluorés ou filmogènes, pour opposer une bonne résistance à la contamination.

II.4.2.3.4 Autres emplois de la mousse

Les mousses peuvent être déversées à des fins préventives à la surface de liquides inflammables répandus accidentellement, afin de constituer un écran bloquant les vapeurs et s'opposant à leur diffusion dans l'atmosphère. Il en est de même en cas de liquides volatils (gaz liquéfiés) ou toxiques. La teneur en vapeurs toxiques est ainsi rabaissée en-dessous du seuil de sécurité et les opérations de récupération ou de dilution peuvent être entreprises. En outre, dans les installations fixes d'extinction automatique à eau de type sprinklers (modifiées), l'eau est remplacée par une solution moussante généralement à base d'émulseurs filmogènes.

II.4.2.4 Taux d'application

Il convient de ne pas confondre le taux d'application avec la concentration d'emploi qui est la quantité d'émulseur que l'on ajoute à l'eau pour en faire de la solution moussante. Il s'agit de deux notions totalement différentes et, en aucun cas, un surdosage d'émulseur ne saurait pallier un taux d'application insuffisant. Le taux d'application est, conventionnellement, la quantité de solution moussante, exprimée en litres par minute, à utiliser pour éteindre un feu d'une surface

donnée, exprimée en mètres carrés, soit le nombre de litres de solution moussante par mètre carré de foyer à éteindre et par minute.[8]

II.4.3 Les émulseurs

Les émulseurs sont principalement utilisés contre les feux de liquides inflammables. [9]

II.4.3.1 Types d'émulseurs

On distingue différents types d'émulseurs, suivant la nature des additifs :

- Les émulseurs standards qui sont obtenus par l'utilisation de ces bases après ajout de divers produits : stabilisants, antigel, etc. Ces émulseurs doivent être utilisés en application douce et installations fixes pour éviter la « contamination ». Leur utilisation la plus courante est la protection des « gros » risques : unités de stockage, cales de navires...
- Les émulseurs fluorés qui sont obtenus par l'utilisation de ces bases après ajout d'agents de surface fluorés qui en améliorent les qualités, notamment la résistance à la contamination. De ce fait, ils peuvent être projetés directement sur les feux de liquides n'ayant pas d'affinité pour l'eau
- Les émulseurs filmogènes qui sont obtenus par l'utilisation de ces bases après ajout d'agents de surface fluorés filmogènes. Il en résulte la propriété de former à la surface des hydrocarbures un mince film aqueux les isolant de l'air (ils ne forment pas de film aqueux sur les liquides ayant une affinité pour l'eau).

II.4.3.2 Choix de l'émulseur

Le choix doit d'abord se faire en fonction de la nature du risque. En fonction des risques encourus (propagation, voisinage...), on prendra en compte les critères de performances (rapidité d'extinction, résistance au ré-allumage) mis en évidence par les essais normalisés et donnant lieu à classification. D'autres critères de choix doivent être considérés en fonction de l'utilisation (type de foisonnement pouvant être obtenu, taux d'application nécessaire) et en fonction des moyens disponibles en eau (débit, pression), et en matériel (capacité de dosage en fonction de la viscosité de l'émulseur, types de générateurs).

II.4.4 Les poudres

Les poudres d'extinction sont des agents extincteurs très efficaces et rapides. L'effet extincteur brutal tridimensionnel du nuage de poudre découle de l'effet d'inhibition puis de l'effet d'étouffement.[9]

Figure II.4 : Extinction à poudre

II.4.1 Types de poudre

On distingue trois grandes catégories de poudre [9] :

- Les poudres BC, utilisées pour l'extinction des feux de classe B ou de classe C Elles sont à base de bicarbonate de sodium ou de sels de potassium.
- Les poudres ABC « polyvalentes » parce qu'utilisables non seulement sur les types de feux précédents, mais aussi sur les feux de classe A. Elles sont à base de phosphate monoammonique.
- Les poudres D, utilisables sur les feux de classe D. Elles sont aussi utilisables pour les feux de métalloïdes.

II.4.2 Mode d'action

II.4.2.1 Inhibition

La combustion vive d'une matière organique se représente par une réaction chimique dans laquelle l'hydrocarbure et l'oxygène, en présence de calories, donnent du gaz carbonique et de l'eau. Mais entre les deux états ainsi connus se déroulent des réactions intermédiaires où prennent naissance des produits éphémères qui se recombinent immédiatement entre eux. Il s'agit de radicaux libres, corpuscules à la durée de vie de quelques fractions de seconde, mais qui se déplacent à grande vitesse et possèdent une très forte énergie. Qu'ils rencontrent seulement sur leur trajectoire une molécule organique, et ils la brisent en au moins deux morceaux, qui deviennent à leur tour d'autres radicaux libres. Une réaction en chaîne démarre alors, qui explique la propagation exponentielle du feu. Pour l'empêcher, il faut bloquer le

déplacement des « radicaux libres » en provoquant une réaction dite « d'inhibition », caractéristique des poudres BC et ABC.[9]

II.4.2.2 Isolement par rapport à l'air

Il s'agit d'un mode d'action caractéristique des poudres ABC. Pour un feu de solide, de bois, de textile, de carton, ou de certaines matières plastiques, la pyrolyse n'est pas arrêtée après l'inhibition des flammes, et elle continue à générer des gaz combustibles, qui s'enflamment au contact des braises. L'agent extincteur capable de faire face à cette éventualité, doit avoir une action multiple : en plus de l'élimination des flammes, il doit supprimer les points chauds et stopper la formation de gaz inflammables. Dans les poudres BC, les produits utilisés ne possèdent que la faculté de suppression des flammes, mais pas celle d'intervenir dans l'élimination du danger que présentent les sources de chaleur. Le phosphate monoammonique des poudres ABC, outre ses excellentes propriétés inhibitrices de la flamme, fond sous l'effet de la chaleur et forme un vernis qui isole les surfaces chaudes, tant de l'air ambiant que des vapeurs et gaz inflammables. [9]

II.4.3 Efficacité des poudres

II.4.3.1 Les feux de fuites de gaz

Les poudres sont particulièrement efficaces dans ce cas, pourvu que soit réalisée une condition indispensable : être assurées d'arrêter immédiatement la fuite, dès l'extinction effectuée. Dans le cas contraire, il faut laisser brûler, pour éviter la formation d'un mélange air/gaz inflammable extrêmement dangereux, à la merci de la moindre étincelle. [9]

II.4.3.2 Explosion

Les poudres extinctrices à base de phosphates ont une autre application, plus récente : la suppression des explosions dans les réacteurs chimiques ou dans toute enceinte travaillant sous pression. Une explosion, c'est en effet une combustion ultra-rapide, propagée par un milieu particulièrement chargé en radicaux libres. Or, les poudres possèdent un fort pouvoir inhibiteur qui bloque leur prolifération. Il est toutefois nécessaire, dans ce cas, de disposer d'un système de détection fiable et ultrasensible, les temps de réponse ne dépassant pas quelques millièmes de seconde. [9]

II.4.3.3 Emploi conjugué avec la mousse physique

Les responsables de la sécurité des établissements industriels ou des endroits « sensibles » (aéroports, zones portuaires, centres commerciaux...) ne se fient jamais à un seul agent extincteur. Ils savent en effet que l'action d'un inhibiteur de flamme (poudre ou gaz) est une action « tout ou rien » qui ne peut réussir que si toutes les flammèches résiduelles sont éliminées à la fois. Or, l'action d'une poudre ou d'un gaz est de courte durée, surtout en milieu ouvert ou même seulement normalement ventilé : en quelques secondes, les turbulences de l'air dispersent les particules actives et font baisser leur concentration. Les poudres suffisent généralement à éteindre un départ de feu, mais si on doit sauver des vies, ou même protéger des équipements de haute valeur économique, on ne peut prendre le risque qu'il subsiste une seule flamme non éteinte. C'est pourquoi on doit toujours disposer d'un agent complémentaire d'extinction, qui consiste en une mousse à bas ou moyen foisonnement, employée simultanément ou très rapidement après. Ainsi, les flammes, abattues par la poudre, sont dans le même temps achevées par la mousse. On évitera bien sûr d'employer une poudre traitée au stéarate, et les responsables des centres de secours d'aéroports ou d'unités industrielles examineront préalablement la faisabilité de la mise en œuvre simultanée ou consécutive de la mousse et de la poudre. Dans le cas d'un incendie comportant une grande surface de liquide, on procédera de façon inverse : mousse d'abord, puis poudre dès que le feu est maîtrisé dans une proportion comprise entre 75 et 90 %. Cette dernière méthode devient d'ailleurs obligatoire en cas de liquide hautement volatil (spécialement en cas de gaz liquéfié), afin d'écarter le danger d'explosion en retardant le dégagement de vapeur. La poudre « nettoie » ensuite les poches résiduelles de feu. [9]

II.4.5 Les gaz inertes

L'extinction par l'utilisation de gaz inertes (dioxyde de carbone, azote, argon, un mélange de ces gaz...) est obtenue par diminution de la teneur en oxygène dans l'atmosphère (principe de l'étouffement). Il faut cependant noter que leur présence dans l'atmosphère de travail va diminuer la quantité d'oxygène disponible et créer un risque d'anoxie/hypoxie (défaut d'apport d'oxygène au niveau de tissus vivants). [7]

4.5.1 Le dioxyde de carbone

Le dioxyde de carbone ou gaz carbonique (CO2) est, parmi les gaz inertes, celui qui présente une toxicité propre pour l'homme (voir p. 27 et 28). Un kilogramme de CO2 liquéfié produit, à 30 "C et à pression atmosphérique, 560 I de gaz détendu dont un tiers environ se transforme en neige carbonique qui agit sur un foyer par étouffement, le reste du gaz est projeté violemment

et donne un effet de souffle puissant. En outre, le dioxyde de carbone agit aussi par refroidissement (la température du $C0_2$ à la sortie d'un diffuseur est de - 52 °C à l'état de gaz et de -78°C à l'état de neige carbonique). Les principales applications du dioxyde de carbone concernent la lutte contre les feux de classe B. C'est un très bon agent contre les feux d'origine électrique ; il ne peut cependant être projeté qu'à une distance assez faible. [7]

4.5.2 Autres gaz inertes

D'autres gaz inertes sont utilisés : l'argon, l'azote, 5 (mélange 50/50 argon/ azote), (mélange argon/azote/CC>2).

Les gaz inertes présentent, généralement, des avantages par rapport à d'autres agents extincteurs [7] :

- Matériel protégé non détérioré.
- Absence de brouillard au moment de l'émission, ce qui permet une bonne visibilité du local.
- Absence d'effet corrosif.
- Absence de produit de décomposition.

II.4.6 Les hydrocarbures halogénés

Ces hydrocarbures, obtenus par la substitution des atomes d'hydrogène par des atomes d'halogène (chlore, brome, fluor), agissent par inhibition contre un début d'incendie. Si, à froid, ils ne présentent que peu de risques, ils donnent naissance, à de hautes températures et sur des feux étendus et prolongés, à des produits de pyrolyse qui peuvent être toxiques et corrosifs, en particulier des hydracides (HF, HCI, HBr). Les principaux hydrocarbures halogénés sont le FM 200® (HFC 227 ea ou 1,1,1,2,3,3,3-hepta- fluoropropane), le FE 13® (HFC 23 ou trifluorométhane) et le Novec 1230® (FK 5-1-12 ou dodéca- fluoro-2-méthylpentan-3-one). Par ailleurs, du fait de leur impact environnemental, les agents extincteurs gazeux contenant des gaz à effet de serre fluorés ou ayant un impact sur la couche d'ozone sont soumis à un contrôle spécifique, conformément au Code de l'environnement. [7]

II.4.7 Le sable

C'est un agent extincteur utile pour attaquer des feux de flaques de liquide par exemple. Le sable agit par isolement. Lorsqu'il est totalement sec, il peut être déposé sur un métal en combustion. [7]

Note : en cas d'incendie où sont impliqués des comburants, l'agent d'extinction préconisé sera adapté à la nature de ceux-ci.

II.5 Les différents matériels d'extinction

Il faut choisir judicieusement les moyens de lutte contre l'incendie pour qu'ils soient adaptés et suffisants. Il sera tout aussi primordial de les contrôler régulièrement. Les dispositions du Code du travail concernant le matériel d'extinction imposent la mise en place d'au moins un extincteur portatif à eau pulvérisée de 6 litres pour 200 m^2 de plancher, avec un minimum d'un appareil par niveau. Lorsque les locaux présentent des risques d'incendie particuliers, notamment des risques électriques, ils doivent être dotés d'extincteurs dont le nombre et le type sont appropriés aux risques. Les établissements sont équipés, suivant les conclusions de l'évaluation des risques, de robinets d'incendie armés (RIA), de colonnes sèches, de colonnes humides, d'installations fixes d'extinction automatique d'incendie ou encore d'installations de détection automatique d'incendie (éventuellement reliées à un système d'extinction). Tous les dispositifs non automatiques doivent être d'accès et de manipulation faciles. D'autres réglementations (ERP, IGH, ICPE...) peuvent compléter ces dispositions. [7]

II.5.1 Matériel de première intervention

Dans l'entreprise, les moyens de lutte mis en œuvre contre un incendie naissant sont principalement des extincteurs mobiles (portatifs et sur roues) et des robinets d'incendie armés (RIA). [7]

II.5.1.1 Extincteurs

Le premier secours est assuré par des extincteurs en nombre suffisant et maintenus en bon état de fonctionnement. Les extincteurs portatifs sont d'un emploi facile (Figure II.5) . Les plus utilisés sont les appareils de 6 kg (bon compromis entre efficacité et facilité de mise en œuvre) ou de 9 kg. Les extincteurs doivent être placés au niveau des piliers ou des murs à des endroits bien dégagés, de préférence à l'entrée des ateliers ou des locaux et signalés si non visibles. Dans

certains locaux, on utilise souvent d'autres extincteurs mobiles de capacité plus grande (50, 100, 200 litres) qui sont montés sur roues et qui doivent être placés à proximité directe d'un passage. Les extincteurs mobiles actuellement vendus doivent être conçus selon les normes en vigueur. La preuve de la conformité à ces normes est délivrée par un organisme certificateur accrédité. Ils doivent être fabriqués, éprouvés, ré-éprouvés et chargés selon les prescriptions réglementaires et les bonnes pratiques.

II.5.1.2 Robinets d'incendie armés (RIA)

Un RIA est un tuyau semi-rigide, de 30 mètres maximums et de diamètre normalisé, installé sur un dévidoir raccordé à une alimentation en eau et muni d'une lance pouvant générer un jet diffus (Figure II.6). L'utilisation d'un cône de diffusion en jet plein doit être réservée à des personnes bien formées du fait des risques présentés (projection de matières enflammées, remise en suspension d'un feu couvant dans un tas de poussières...). Les RIA doivent être implantées de telle sorte que chaque point de la surface à protéger puisse être atteint par au moins un jet. Ils doivent être implantés à des emplacements abrités du gel et à proximité des accès. Ils sont signalés de façon claire.[8]

Figure II.5 : Différent type des extincteurs

Figure II.6 : Robinets d'incendie armés (RIA)

II.5.1.3 Autres moyens mobiles

Les autres moyens utilisables pour une intervention immédiate peuvent être des seaux d'eau, des bacs de sable et des couvertures anti-feu, notamment dans des locaux où l'inflammation de

vêtements portés par des personnes est à craindre (des douches de sécurité peuvent aussi être utilisées). [7]

II.5.2 Matériel de deuxième intervention

Le matériel de deuxième intervention, plus puissant et plus lourd, comprend généralement des installations fixes d'alimentation en eau (colonnes sèches, colonnes humides...), des tuyaux à brancher sur les bouches d'incendie ou sur le refoulement d'une motopompe complétée par des lances d'incendie permettant d'obtenir un jet plein ou un jet diffus. Des générateurs de mousse peuvent aussi être utilisés. Les ressources en eau sont évidemment essentielles, la création de bassins ou réserves peut être nécessaire (s'assurer que les canalisations, disposées de préférence en boucle autour des établissements à protéger, sont hors gel).

II.5.2.1 Bouches et poteaux d'incendie

Généralement installés à l'extérieur des locaux, les bouches et poteaux d'incendie **(**Figure 07) peuvent être utilisés non seulement par le personnel de l'entreprise, mais surtout par les sapeurs-pompiers qui y raccordent leur matériel. La bouche d'incendie est disposée au ras du sol et le poteau d'incendie est une installation semblable dont les prises sont au-dessus du sol. Leur emplacement indiqué par des panneaux de signalisation « prises et points d'eau ».

II.5.2.2 Tuyaux

D'après leur constitution, les tuyaux d'incendie sont divisés en deux catégories :

Les tuyaux semi-rigides (Figure II.8), utilisés pour l'aspiration avec une motopompe (ils doivent résister à l'aplatissement) et pour le refoulement (RIA).

Les tuyaux de refoulement souples (Figure II.9), raccordés sur les bouches ou poteaux d'incendie, qui servent essentiellement à l'alimentation en eau des lances d'incendie des secours extérieurs. Ils sont dits « souples » car ils sont plats et ne deviennent cylindriques que lors de leur mise en pression d'eau.

II.5.2.3 Lances d'incendie

Les lances d'incendie **(**Figure II.10), fixées à l'extrémité des tuyaux, servent à former et à diriger un jet d'eau sous pression. Elles projettent l'eau soit en jet plein, soit en jet diffus, selon la position du levier du robinet.

Figure II.7 : Poteaux d'incendie

Figure II.8 : Les tuyaux semi-rigides

Figure II.9 : Les tuyaux de refoulement souples

Figure II.10 : Lances d'incendie

II.5.2.4 Colonnes sèches

La colonne sèche est une tuyauterie d'incendie, fixe, rigide, essentiellement installée dans les escaliers des bâtiments possédant de nombreux étages ou sur des installations industrielles (silos...) et munie, à chaque niveau, d'une ou plusieurs prise(s) précédée(s) d'un robinet d'isolement (idéalement à 1,35 m du sol). Elle est normalement vide d'eau et destinée à être raccordée aux tuyaux des sapeurs-pompiers et doit être signalée.

II.5.2.5 Colonnes humides (ou en charge)

La colonne humide est une tuyauterie d'incendie, fixe, rigide et alimentée par une réserve d'eau. Ces colonnes doivent être disposées à l'abri du gel, dans des zones protégées (dispositif d'accès à l'escalier, escalier, gaine aménagée...). Les prises et robinets d'isolement sont idéalement situés à 1,35 m du sol.

II.5.2.6 Postes d'incendie

À l'intérieur d'un établissement, l'installation de postes d'incendie rassemblant les moyens de lutte et de protection individuelle peut être recommandée. Par exemple, à proximité d'un robinet d'incendie armé, il peut être pertinent de retrouver des extincteurs de différents types, des appareils respiratoires isolants, des gants isolants, des appareils portatifs d'éclairage... De même, un poste d'incendie peut être implanté à proximité des bouches et poteaux d'incendie pour abriter les tuyaux, lances et autres matériels d'incendie. Même si de tels postes sont créés, les installations d'extincteurs isolés ou en batterie doivent être respectées, conformément aux dispositions décrites précédemment.

II.5.3 Installations fixes d'extinction

Diverses installations fixes d'extinction, généralement automatiques, peuvent être mises en place lorsque les risques sont importants ou ponctuels (opérations dangereuses de laboratoires ou d'ateliers, brûleurs de chaudières, stockage de produits inflammables...) ou lorsque la valeur des biens à protéger est grande (matériel informatique, centraux téléphoniques, produits pharmaceutiques...). Ces procédés permettent d'éteindre un foyer d'incendie par une intervention précoce et rapide, en l'absence des occupants. Une installation fixe comprend généralement cinq parties principales : La source ou réserve d'agent extincteur, le réseau de distribution de l'agent extincteur, les diffuseurs, le dispositif de mise en œuvre et le dispositif d'alarme.

II.5.3.1 Systèmes d'aspersion d'eau

II.5.3.1.1 Type sprinkleur

Le rôle d'un système sprinkleur (Figure II.11) est de déceler un foyer d'incendie, de donner une alarme et d'éteindre le feu à ses débuts ou, au moins, de le contenir de façon à ce que l'extinction puisse être menée à bien par des équipes de secours internes ou externes.

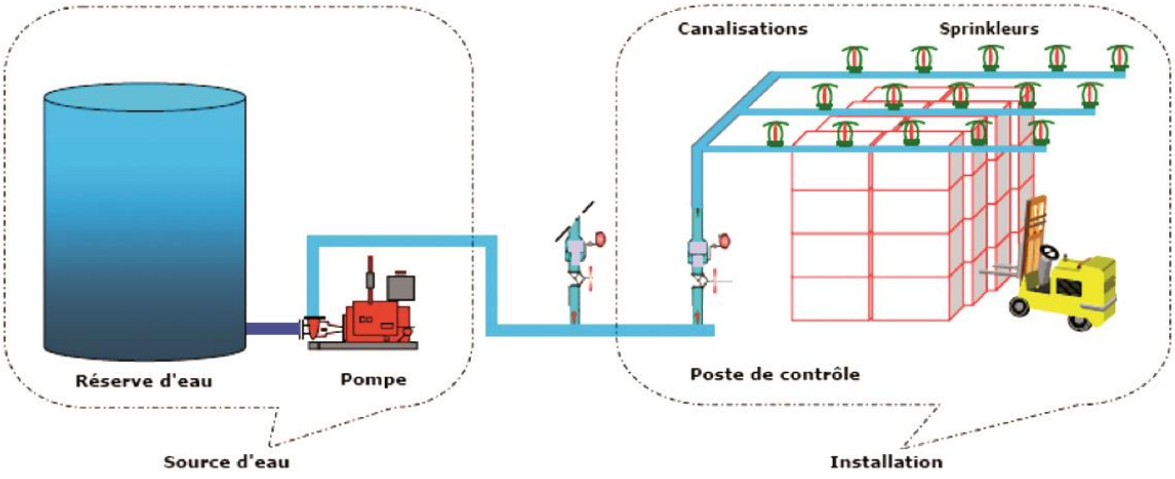


Figure II.11 : Schéma d'un système sprinkleur

II.5.3.1.2 Systèmes d'aspersion d'eau, type « rideau d'eau » ou « drencher »

Ces systèmes sont destinés à créer un rideau d'eau (Figure II.12), soit pour former un écran protecteur, soit pour arroser des surfaces exposées au rayonnement d'un incendie voisin, les installations comprennent : Un réseau de distribution d'eau, la source d'eau devant toujours être disponible, indépendante et suffisant et les diffuseurs, qui assurent la formation du rideau.[8]

II.5.3.1.3 Systèmes d'extinction à brouillard d'eau

Ces systèmes mettent en œuvre de l'eau sous forme de gouttelettes de diamètre inférieur à 90 mm. On rencontre deux technologies de pulvérisation : Les systèmes à simple fluide, où seule l'eau parvient aux têtes d'atomisation ; ils peuvent fonctionner sous différentes pressions et Les systèmes à double fluide où l'adjonction d'un réseau gazeux est nécessaire pour permettre la pulvérisation ; le gaz utilisé est très souvent de l'azote. **(**Figure II.13)

Figure II.12 : rideau d'eau

Figure II.13 : Systèmes d'extinction à brouillard d'eau

II.5.3.2 Systèmes d'extinction à mousse

L'équipement ou le local à protéger est muni d'une installation fixe destinée à produire et à déverser la mousse (Figure II.14) à moyen ou haut foisonnement. De telles installations protègent plus particulièrement les stockages des produits pétroliers. Les installations de ce type comprennent essentiellement : une source d'eau, un réservoir de produit émulseur, un proportionneur assurant le mélange émulseur/eau, des vannes de distribution ; un ou des générateur(s) de mousse émulsionnant le prémélange avec l'air. Il est nécessaire de prévenir le personnel car le déversement de grandes quantités de mousse risque de submerger les occupants, obstruant la vision et créant des difficultés respiratoires. Par ailleurs, par grand froid, il conviendra de surveiller l'émulseur afin de s'assurer qu'il n'y a pas de perte importante des performances du produit.[8]

Figure II.14 : Générateur fixe à mousse et barrière à mousse

II.5.3.3 Systèmes d'extinction à poudre

Ils sont généralement installés dans des locaux de surface limitée et dans des cas particuliers : dépôts d'hydrocarbures ; chaufferies ; dépôts de peinture ; laboratoires. La poudre est propulsée par un gaz comprimé (dioxyde de carbone ou azote).

II.5.3.4 Systèmes fixes d'extinction à gaz inerte

Le principe de l'extinction consiste à remplacer l'air par le gaz inerte (réduction de la concentration en oxygène). Les installations comprennent : un système de détection automatique d'incendie, une réserve de gaz inerte, un réseau de distribution, un système de déclenchement, des diffuseurs, un dispositif d'alarme sonore et visuel.[7]

II.5.3.5 Systèmes fixes d'extinction à hydrocarbure halogéné

Le principe de l'extinction repose essentiellement sur l'inhibition de la combustion. Le noyage d'un volume restreint s'effectue de la même façon qu'avec un gaz inerte. Toutefois, le volume d'hydrocarbure halogéné nécessaire est plus faible. Les réservoirs peuvent être installés dans le local à protéger. L'ensemble des dispositions des installations utilisant du gaz inerte qui concourt à la sécurité des personnes doit être repris pour les installations à hydrocarbure halogéné.[7]

II.6 Conclusion :

Dans ce chapitre, après avoir présenté les incendies, leurs principales classes et leurs types, nous avons décrit les principes de base de la sécurité incendie et l'énumération des agents extincteurs (eau, mousse et poudre etc.) et le matériel le plus adapté couramment utilisé pour l'extinction (extincteur, rideau d'eau, sprinkleur, etc.). Au prochain chapitre, nous décrirons en détail le système de protection incendie installer dans le complexe JUMBO

Chapitre III

Description de Système anti-incendie du complexe GP1Z

III.1 Introduction

Après avoir parlé des agents extincteurs et des matérielles les plus couramment utilisés dans la lutte contre les incendies dans le chapitre précédent. Ce chapitre détaille le système d'extinction d'incendie équipé dans le complexe GP1Z, constitué d'un réseau d'eau, de mousse et de poudre, ainsi que les engins de pompiers.

III.2 Réseau d'eau installé dans le complexe GP1Z

III.2.1 Description générale

Le système d'eau de lutte contre l'incendie constitue un des systèmes de sécurités les plus importantes de l'usine. Par conséquent un fonctionnement stable devra être assuré par ce système tant en cas d'urgence qu'en période de maintenance. [10]

Lorsque l'agent extincteur utilisé est de l'eau, une installation de protection fixe contre l'incendie comprend classiquement :

• la réserve d'eau incendie.

• les systèmes de détection et d'alarme.

• les systèmes de traitement de l'information.

• la pomperie principale (pompes jockey pomperie d'eau de mer)

• les consommateurs :

1. Réseau déluge constitué d'un réseau sec, d'une vanne déluge et de pulvérisateurs.
2. Réseau sprinkleur constitué d'un réseau humide en appui sur des bouchons.
3. Fusibles qui se rompent sous l'effet de la chaleur.
4. Lance monitor.
5. Hydrant (poteau incendie) associé à des lances mobiles.

Quand le système entre en fonctionnement, les vannes déluges s'ouvrent (ou sont ouvertes) et l'eau est envoyée vers les pulvérisateurs qui la projettent sur l'équipement à protéger.

III.2.2 Description de réseau d'eau

Deux lignes principales d'eau de mer sont installées à partir de la station a eau de mer jusqu'aux installations de l'usine et chaque ligne est d'une dimension suffisante pour permettre une capacité de refoulement de 8000 m3/h. Le réseau incendie comportent plusieurs boucles et sont munis de vannes adéquates pour permettre d'isoler n'importe quelle section de l'usine en cours de maintenance sans affecter le reste de l'usine. (Figure III.1)

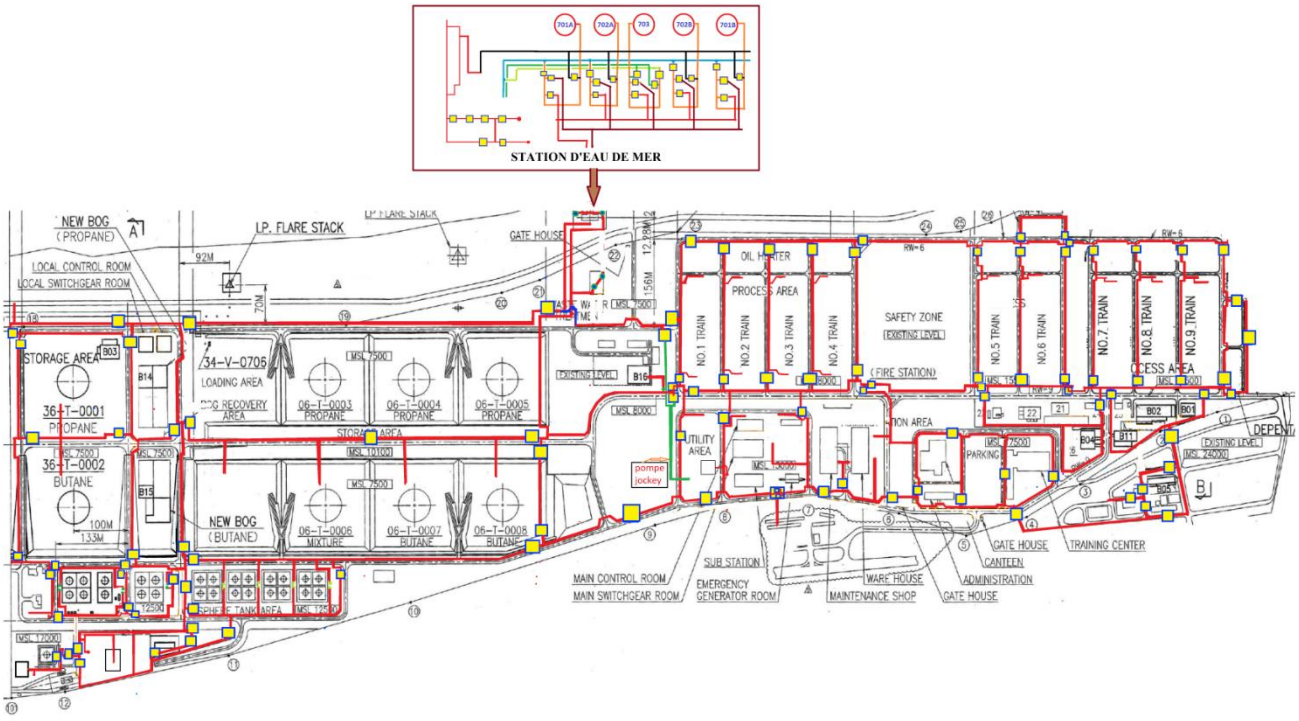


Figure III.1 : plan de réseau d'eau

III.2.3 La réserve d'eau incendie.

Les différents moyens d'approvisionnement en eau sont :

- Bassin de 18000 m^3 en eau douce.
- Bassin de l'eau de mer située à une distance de 385 mètres de la ligne côtière avec une capacité de 2200 m^3.

III.2.4 Accessoires de la tuyauterie du réseau d'incendie

Pour accomplir sa fonction de lutte contre l'incendie convenablement, le réseau d'eau d'incendie comporter certains accessoires tels que [11] :

III.2.4.1 Les Vannes de sectionnement

Leur but, comme indiqué ci-dessus, est de permettre l'isolation de n'importe quelle partie de réseau en cas de nécessité, tels que des travaux de réparation, d'entretien ou de vérification. Leur emplacement ainsi que leur répartition doivent être très bien étudiés pour pouvoir maîtriser n'importe quel tronçon du réseau pendant l'exploitation du système.

Leur emplacement à chaque intersection est comme indiqué dans les schémas ci-dessous (Figure III.2-3) /dans le respect de la règle Nb vannes = Nb branches – 1

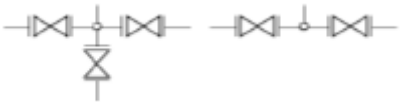


Figure III.2 : Les vannes de sectionnement de réseau d'incendie

III.2.4.2 Les vannes motorisées

Sont utilisées pour contrôler le débit d'eau dans le réseau anti-incendie et sont actionnées électriquement. Figure III.4

Chaque bac de C3 et C4 est équipé de 04 vannes motorisées situé à l'extérieur de la cuvette de rétention.

- Chaque 02 vanne couvrent la moitié de la surface du bac.
- Chaque zone d'équipements est pourvue d'une boucle d'eau incendie le long des routes aux alentours de la zone des bouches incendies sont installées sur les boucles d'eau incendies à des intervalles convenables.

Figure III.3 : Image réel des vannes de sectionnement de réseau anti-incendie

Figure III.4 : Image réel des vannes motorisées

III.2.4.3 Les Clapets anti-retour

Comme leur nom l'indique, ils permettent la circulation de l'eau uniquement dans un sens. Ils installés sur :

- La tuyauterie de refoulement des différentes pompes du réseau
- La tuyauterie des différents piquages du réseau

III.2.4.4 Les Indicateurs de pression

Le but de leur utilisation est d'indiquer la pression dans le réseau. Ils ont une échelle de mesure de pression (bar). Ils sont d'une grande utilité pour le contrôle visuel du réseau.
Leur installation sera utile sur :

- La tuyauterie de refoulement des pompes du réseau
- À proximité de certains poteaux d'incendie à risque

III.2.4.5 Les armoires d'incendie

Ceux sont des équipements, conçus pour le stockage de certains matériels d'intervention en cas d'incendie.
Leur utilisation a pour but de :

- Préserver le matériel de lutte contre l'incendie
- Gagner du temps en cas d'incendie

Elles sont installées à proximité des prises d'eau (bouches / poteaux), peintes en rouge et sont fermées constamment en situation normale.

III.2.5 Système déluge installé dans les bacs

Le système déluge est installé dans tous les bacs et les sphères de stockages (propane et butane).

Le système de refroidissement par pulvérisation installé comprend six couronnes dans chaque bac (Figure III.5), chaque couronne est composée des buses. La tuyauterie qui compose chaque couronne de refroidissement est connectée par des brides. [12]

Tableau III.1 : Spécifications des couronnes de refroidissement et des buses de système déluge.

Couronne n° 1	**Diamètre de la couronne : 6m** **Diamètre du tube : 4"** **Epaisseur du tube : 4.5mm**	**Type de la buse 3/8"** **Débit : 25litre/min à 2 kg/cm²** **Le nombre : 93 par couronne**
Couronne n° 2	Diamètre de la couronne : 30m Diamètre du tube : 6" Epaisseur du tube : 5mm	Type de la buse 3/4" Débit : 60litre/min à 2 kg/cm² Le nombre : 120 par couronne
Couronne n° 3	Diamètre de la couronne : 59.1m Diamètre du tube : 4" Epaisseur du tube : 4.5mm	Type de la buse 1/4" Débit : 10litre/min à 2 kg/cm² Le nombre : 220 par couronne
Couronne n° 4	Diamètre de la couronne : 58.053m Diamètre du tube : 4" Epaisseur du tube : 4.5mm	Type de la buse 1/4" Débit : 7.5litre/min à 2 kg/cm² Le nombre : 264 par couronne
Couronne n° 5	Diamètre de la couronne : 58.054m Diamètre du tube : 4" Epaisseur du tube : 4.5mm	Type de la buse 1/4" Débit : 7.5litre/min à 2 kg/cm² Le nombre : 264 par couronne
Couronne n° 6	Diamètre de la couronne : 58.058m Diamètre du tube : 6" Epaisseur du tube : 5 mm	Type de la buse 1/2" Débit : 50litre/min à 2 kg/cm² Le nombre : 252 par couronne

Une buse

Une couronne

Système déluge installée dans un bac

Figure III.5: Images réelles d'un système déluge.

III.2.6 Lances monitors et hydrants

Les lances monitors complètent les systèmes déluge et ont vocation à fournir de l'eau ou de la mousse pour le refroidissement ou l'extinction des incendies. Elles peuvent être commandées localement ou à distance, à réglage fixe ou oscillante, et ont une portée horizontale moyenne de 40 m. Elles fournissent classiquement un débit de 120 m3/h à 7 à 10 bars maximum et peuvent délivrer un jet plein (grande portée, effet de choc) ou un jet diffusé en cône ou en nappe (pour refroidir, ventiler et couvrir une grande surface). Le nombre de lances monitors doit être suffisant pour pouvoir atteindre tous les équipements dans un rayon de 40 m, et elles sont localisées à une distance minimale de 15 m des équipements à protéger. Les hydrants permettent de connecter des tuyaux incendie. Ils doivent être facilement accessibles depuis la route ou les voies d'accès, à 15 m au moins des équipements à protéger.

III.2.7 Pomperie principal

III.2.7.1 Les pompes jockey

Deux pompes jockey ayant une capacité de 100 m3/h sont installées, une en service et l'autre à l'arrêt (Figure III.6). Une de ces pompes fonctionne de façon continue pour maintenir le système d'incendie à 8kg/cm2 la deuxième pompe est à l'arrêt elle ne démarre qu'en cas de chute de pression.[12]

Figure III.6 : Image réel des pompes jockey installé dans le complexe GP1Z

Les deux pompes jockey sont entrainées par des moteurs électriques. Le démarrage et l'arrêt de ces deux pompes se fait localement ou à partir de la salle de contrôle sécurité (Figure III.7).

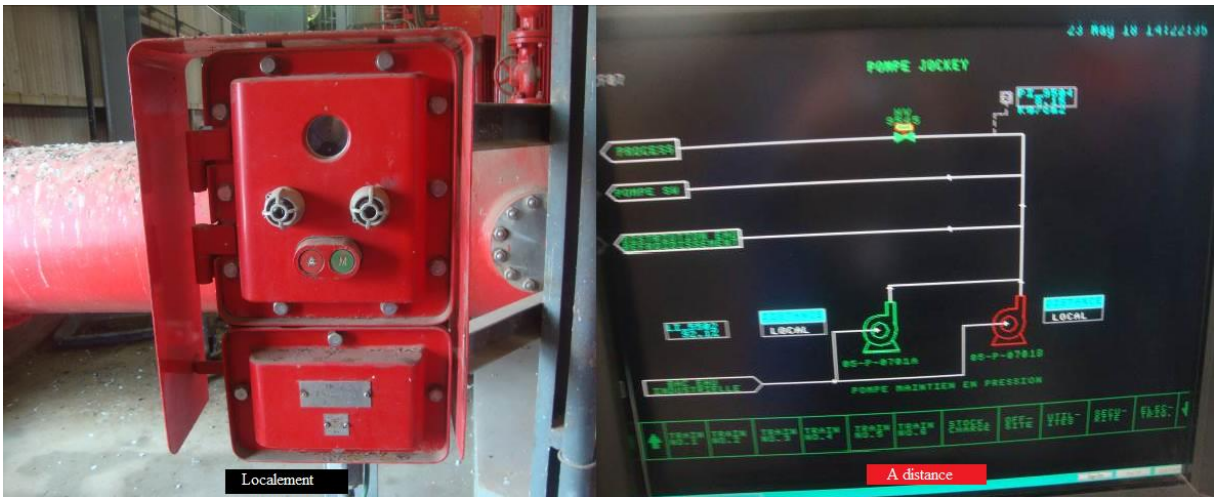


Figure III.7: Le démarrage et l'arrêt localement et à distance

III.2.7.2 Les pompes à eau de mer

Une pompe entraînée par un moteur électrique sous le repère 10-PM-0703 est installée au niveau de la Pomperie a eau de mer son utilisation pour la lutte contre un incendie de petite envergure. Cette pompe à une capacité de 200m3/h et une pression de refoulement de 14 kg/cm2. Cette pompe est actionnée automatiquement par un Switch. La commande de démarrage est arrêt à distance de la pompe est assurée à partir du centre de sécurité. Des boutons de démarrage et arrêt locale sont également installés. Quatre pompes à eau de mer sont installées. Deux d'entre elles sont entraînés par moteur électrique et les deux autres pompes par moteur diesel. Chaque pompe a une capacité de 4000 m3/h et une pression de refoulement de 14 kg/cm2. (Figure III.8)

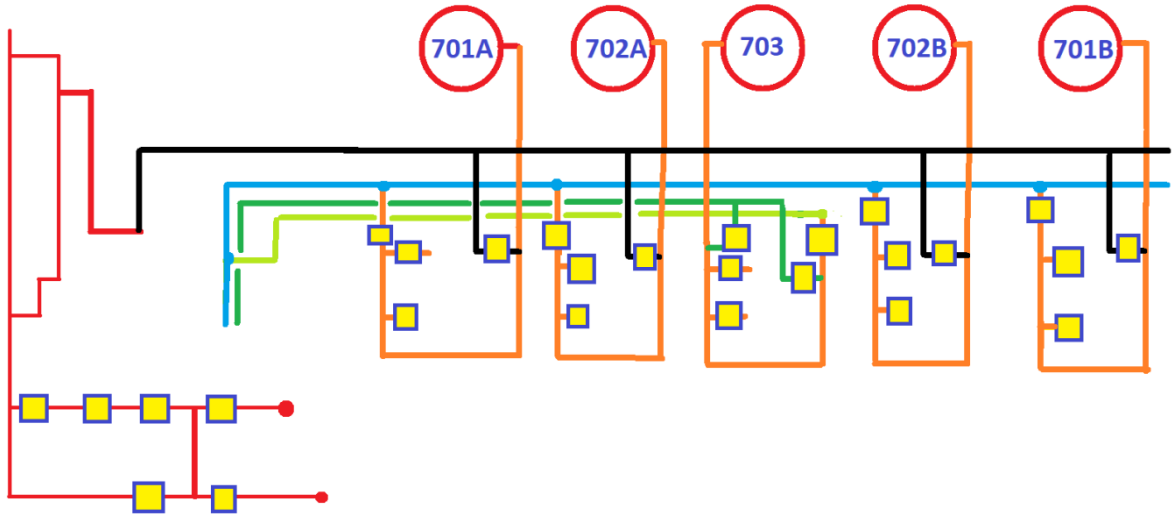


Figure III.8 : Plan de pomperie a eau de mer

En cas d'incendie au niveau des bacs, les deux pompes électriques seront mises en service et les deux pompes diesel serviront comme pompe de secours, ils ne seront utilisés qu'en l'absence de l'électricité avec une chute de pression. Si la pression chute sur le réseau incendie à 6kg/cm2 la pompe à eau de mer 10P-0703 se déclenche automatiquement de manière à ce que le système soit pressurisé à 14kg/cm2. Si la demande en eau débitée augmente et que la pression du système ne peut être maintenue à 12kg/cm2 quelques minutes après le démarrage de la pompe 10P-0703 la pompe principale d'eau de mer 10P-0701A se met automatiquement en marche. La pompe à eau de mer entraîné par un moteur diesel n'est utilisée qu'en cas de panne électrique. Même si une panne générale de courant se produit la pompe jockey est alimentée par le générateur de secours et le système est maintenu à 8 kg/cm2. Si l'eau incendie est utilisé par plusieurs partis du système la pression de celui-ci baisse à 6kg/cm2 la pompe 10P-0702A se met automatiquement en marche et le système se trouve pressurisé. Si la pression sur le réseau incendie ne peut être maintenue à 12 kg/cm2 quelques minutes après le démarrage de la 10P-0702A la pompe 10P-0702B démarre automatiquement.

III.3 Système de protection par mousse

III.3.1 Description du système

Le système de lutte contre l'incendie par mousse est prévu pour les réservoirs de gas-oil et les jettes ou risquent un déclenchement des feux d'huiles les mousse sont obtenue à partir de l'émulseur Fluoro-protéinique a un foisonnement de de 6 à 10%, l'eau nécessaire est fournie à partir du réseau incendie.[13]

Unité d'extinction par mousse (31-M-0702) pour le réservoir de gas-oil (05-T0551). L'unité est composée d'un réservoir d'émulseur pressurisé à partir du réseau d'eau incendie lors du démarrage un proportionneur de mousse est installé sur le bac de gas-oil. Aux alentours de la cuvette de rétention là où le bac gas-oil est implanté deux lances à mousse avec coffret sont installés. (Figure III.9)

Unité de mousse des jetées composée d'un réservoir de mousse d'une quantité de 2000 litres des pompes à eau et émulseur des lances monitors à mousse. Deux lances monitor a mousse sont installés sur chaque skid de façon que les mousses puisent atteindre le bateau amarré à la jeté D1 ou M6. Un dévidoir est placé sur le skid en vue d'éteindre les feux de faible envergure qui se déclare autour de l'unité. (Figure III.10)

Figure III.09 Unité a mousse 31-M-0702

Figure III.10 : Unité de mousse des jetées

En cas d'incendie confirmer visuellement l'incendie actionné le bouton de mise en service installé sur le tableau de commande localement ou à partir de la cabine d'observation ou à partir de la salle de contrôle sécurité. Le démarrage du dévidoir à tuyau se fait uniquement à partir du tableau de commande locale Les vannes motorisées s'ouvrent et la mousse sera injectée à l'intérieur du bac à gas-oil via le générateur de mousse ou à partir des lances à mousse. Les équipements tels que les pompes de surcompression –pompes à émulseur vannes motorisé entreront en fonction et les mousses seront injectés à partir des lances monitors à mousse ou du dévidoir à tuyaux. Il est possible d'orienter les lances monitors en azimut les lances monitors a mousse à partir de la cabine d'observation ou la salle de contrôle des jetées à l'aide de la télévision industriel il est possible de manipuler les lances sur place.

L'installation de protection fixe est complétée par :

• l'émulseur stocké dans les boites tractables des capacités suivants : 200 L, et 6070 L stocké dans les camions (M1, S2, M2, MS1, M52). Le taux de concentration de l'émulseur lorsqu'il est mélangé avec de l'eau est de 3% par volume, cela veut dire que la concentration de l'émulseur dans la solution moussante (mélange émulseur et eau) est de 3% de volume totale de la solution moussante.

• un pré-mélange pour chaque bac de stockage.

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 projette, à des débits variants, suivant le système de décharge, de quelques litres par minute à quelques milliers de litres par minute.

III.4 Système de protection par poudre

Le système de lutte contre l'incendie par poudre sèche est prévu pour étendre un feu causé par les fuites de gaz au niveau des vannes ou brides de la tuyauterie de GPL.

III.4.1 Les skids

Dans le complexe GP1Z, un système spécifique fixe développé pour l'extinction des feux par poudre au niveau des bacs et les sphères de stockage et dans les autres installations, appelé Skid a poudre anti-incendie.[14]

III.4.1.1 Description de SKID

L'ensemble des réservoirs fixes à poudre (Figure III.11), bouteilles d'azote de chasse et de réserve ainsi que les cartouches (starter/pilote) construits suivant le code de construction des récipients sous pression et approuvés par MIM (le ministère de l'industrie et des mines) selon la réglementation Algérienne en vigueur. Les réservoirs équipés conformément aux exigences des codes et normes standards et équipé d'un système de poudre de 1500 Kg.

Figure III.11 : Image réel d'un Skid

III.4.1.2 Les composants d'un skid

- ✓ Des réservoirs contenant la poudre.
- ✓ Des bouteilles de C02 ou d'azote comprimé nécessaire à l'expulsion de la poudre.
- ✓ Des canalisations.
- ✓ Des diffuseurs.

- ✓ Un système de déclenchement manuel ou 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.

III.4.1.3 Le principe de fonctionnement du SKID

Le déclenchement s'effectue suivant deux modes manuellement et localement.

- **Mode Local :** en appuyant le bouton-poussoir du panneau de commande du

Skid sur site, et ce en agissant directement sur la bouteille pilote.

- **Mode manuel :** Déclenchement manuel par l'ouverture de la tête de la bouteille starter.

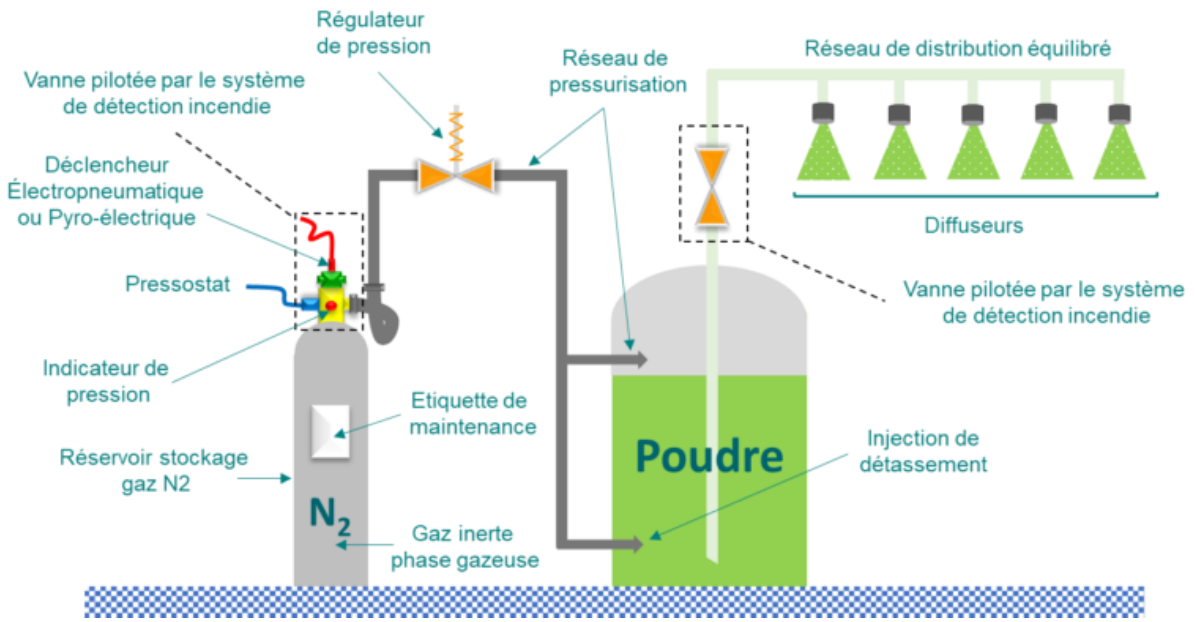


Figure III.12 : Schéma de principe (exemple)

III.4.1.4 Les skids utilisé dans le complexe

Deux skids automatiques de capacité de 1500 kg pour chaque bac, (un pour la paroi et le deuxième pour les soupapes, les vannes et les brides).

Un skid de capacité de 1500 kg pour chaque quatre sphères et un skid dans chaque bâtiment dans le complexe (les salles de contrôle, la direction générale et tous les départements).

III.4.2 Les extincteurs à poudre

En parallèle avec la protection par système fixe il existe des moyennes mobiles sous forme des extincteurs à poudre des types ABC, AB et BC (Ils renferment des poudres constituées de bicarbonate de sodium ou plus fréquemment de phosphates mono- ou di-ammoniaques) qui se décomposent à haute température en libérant de l'ammoniac qui étouffe les braises, de capacité de 25kg, 15 kg, 12 kg et 9 kg. Ils sont placés dans différentes sites dans le complexe selon les normes.

Note : Pour l'extinction par Co_2 et les hydrocarbures halogénés ils utilisant les extincteurs mobiles de 6 kg et 9 kg

III.5 Véhicule de lutte contre l'incendie

Les camions d'incendies à eau et à mousse ou poudre sont prévus pour compléter les installations fixes de lutte contre l'incendie. Ces camions comportent les équipements énumérés ci-dessous

1. Réservoir d'eau
2. Réservoir d'émulseur ou poudre
3. Lance moniteur
4. Tuyaux incendie
5. Emetteur-récepteur a deux voies
6. Divers
7. Jeu d'outils, échelle, extincteurs à poudre, barre à mine.

Tableau III.2 : Moyens mobiles dans le complexe GP1Z.

Désignation	Capacité
Camion Trivalent S2 (12 M-0708)	1000 Kg Poudre. 9000 L d'eau 2000 L d'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 Mousse M1 (22 M 0711)	2000 L d'eau, 2000 L d'émulseur
Camion Mousse M2 (12 M-0706)	3000 L d'eau, 2000 L d'émulseur
Camions PS MS1 (12-M 0715)	500 L d'eau, 30 L d'émulseur
Camion P5 M52 (12-M-0709)	500 L d'eau ,40 L d'émulseur 300 Kg Poudre
Camion Eau E1 (12 M 0713)	6000 L d'eau
PICK UP 1ER secours immatricule 02177-310-31	300 Kg poudre
PICK UP 1ER secours immatricule 02178-310-31	300 Kg poudre

III.6 Conclusion

Dans les pages précédentes, nous avons mentionné tout ce qui concerne le système de protection contre les incendies installé dans ce complexe. Dans le chapitre suivant nous présentons les normes, les méthodes et matériels utilisés pour étudier l'efficacité de ce système.

Chapitre IV

La méthodologie de travaille, les normes et les scénarios d'accidents

IV.1 Introduction

Ce chapitre décrit la méthodologie de travaille, les normes utilisées dans cette étude, les lois qui en sont extraites, les équipements et les scénarios d'accidents proposés à examiner.

IV.2 Méthodologie de travail

Comme nous avons dit au début, ce travail vise à examiner les systèmes de protection contre les incendies installés dans le complexe GP1Z.

À cette fin, nous avons adopté une méthode de travail qui commence par des recherches bibliographiques sur la gestion et la protection contre les incendies, telles que les normes et les lignes directrices pour les équipements fixes et mobiles de protection contre les incendies. Nous avons visité le site du stockage de GPL sur place pour mieux cerner l'identité des installations à protéger (réservoirs de stockage et leurs cuvettes de rétention), leurs dimensions et caractéristiques, et voir les moyens d'extinction des incendies installés dans cette zone. On a trouvé des équipements fixes tels que le système déluge, le système sprinkleur et les skids à poudre, etc., tandis que des équipements mobiles telles les boîtes tractables du mousse et les extincteurs, etc.

Ces recherches bibliographiques et ces sorties au terrain ont permis de diagnostiquer la méthode d'étudier l'efficacité du système anti-incendie installé dans le complexe, décrit comme suit :

Comme on l'a dit lors de l'introduction, dans ce chapitre, nous commençons par identifier les standards utilisés dans notre étude, puis nous citons les règles extraites de ces derniers et proposées des scénarios pour examiner le système anti-incendie de JUMBO.

Après tout ce qui précède, dans le chapitre suivant, nous procédons aux calculs et interprétons leurs résultats et faire des comparaisons simples entre les valeurs trouvées et les valeurs réel, afin de nous assurer que le système est efficace ou pas.

IV.3 Présentations des guides et normes utilises

Au cours de nos recherches, nous nous sommes appuyés sur diverses critères de gestion des incendies disponibles, telles que les normes NFPA et API, ainsi que sur les directives d'installation des systèmes de protection contre les incendies tels qu'IHI CORPORATION.

IV.3.1 Les standards NFPA

National Fire Protection Association a été créé en 1896. C'est un international not-for-profit et sa fonction première est de définir et de réglementer les normes de sécurité, l'objectif principal de NFPA est la protection contre l'incendie, mais il porte aussi sur les autres dangers des bâtiments et environnementaux.[15]

IV.3.1.1 Le Code NFPA 11 {Standard for Low-, Medium-, and High-Expansion Foam}

Le standard NFPA 11 concerne les systèmes d'extinction par mousse (bas, haut et moyen foisonnement).

Ce standard a pour objectif de guider :

- Les personnes responsables de la conception, des installations, des tests, listing, des inspections, des opérations et de la maintenance.
- Les autorités compétentes.

Et ce, concernant les systèmes d'extinctions par mousse bas, moyen et haut foisonnement et par mousse sous-pression. Ces systèmes d'extinctions par mousse sont les plus souvent utilisés pour l'intérieur des bâtiments ou pour des risques extérieurs.

IV.3.1.2 Le Code NFPA 15 {Standard for Water Spray Fixed Systems for Fire Protection}

Le standard NFPA 15 concerne les systèmes d'arrosage à eau (déluge). Ce standard est particulièrement utilisé en Risques Spéciaux, pour la protection des feux à développement rapide et le refroidissement des équipements (réacteurs, réservoirs, colonnes de distillation, transformateurs, convoyeurs, etc.).

IV.3.1.3 Le Code NFPA 17 {Standard for Dry Chemical Extinguishing Systems}

Cette norme comprend les exigences minimales pour garantir que les systèmes d'extinction d'incendie à poudre chimique fonctionneront comme prévu tout au long de leur durée de vie pour protéger la vie et les biens contre le feu. Il est destiné à être utilisé et guidé par ceux qui achètent, conçoivent, installent, testent, inspectent, approuvent, répertorient, exploitent ou entretiennent ces équipements.

IV.3.2 API

L'American Petroleum Institut (API) est la principale association commerciale des USA pour l'industrie du pétrole et du gaz naturel. Il représente près de 600 entreprises impliquées dans la

production, le raffinage, la distribution et de nombreux autres aspects de l'industrie pétrolière. Une grande partie de son travail a été consacrée à la promotion du déni du changement climatique et au blocage des lois sur le climat pour servir les intérêts de ses organisations membres. L'association décrit sa mission comme *« promouvoir la sécurité sur le lieu de travail et l'ordre public à l'échelle mondiale pour soutenir une industrie pétrolière et gazière forte et viable aux États-Unis »*. Les principales responsabilités de l'API au nom de l'industrie comprennent le plaidoyer, la négociation et le lobbying auprès des gouvernements, des organismes juridiques et réglementaires ; recherche sur les impacts économiques, toxicologiques et écologiques ; établir et certifier les normes de l'industrie et la conscience. Depuis plus de 90 ans, API dirige le développement d'équipements et de normes d'exploitation pour le pétrole, le gaz naturel et la pétrochimie. Cela représente la sagesse collective de l'industrie dans tous les domaines, de la protection de l'environnement, au pratique d'ingénierie, aux d'exploitation éprouvées, aux équipements et matériaux interchangeables et sûrs. L'API maintient plus de 800 normes et pratiques recommandées. Beaucoup sont incorporés dans les réglementations nationales et fédérales et sont également des normes souvent citées par la communauté internationale de réglementation, comme les normes de prévention et de contrôle des incendies tels qu**'API PUBL 2510A** (Fire-Protection Considerations for the Design and Operation of Liquefied Petroleum Gas (GPL) Storage Facilities).[16]

IV.3.2.1 API PUBL 2510A

Cette publication publiée le 1 Décembre 1996 traite de la conception, de l'exploitation et de l'entretien des installations de stockage de GPL à partir des points de vue de la prévention et du contrôle des rejets, de la conception de la protection et des mesures de contrôle. L'historique de la défaillance de l'installation de stockage de GPL, la philosophie de conception de l'installation, les procédures d'exploitation et d'entretien, ainsi que diverses approches de protection et d'éclairage sont présentés. Cette publication, puisqu'elle complète la norme 2510 de l'API et fournit la base de nombreuses exigences formulées dans cette norme, doit être utilisée conjointement avec la norme 2510 de l'API. En cas de conflit, la norme API 2510 prévaudra. D'autres conceptions sont acceptables à condition qu'une sécurité égale puisse être démontrée.[16]

Les installations de stockage visées par la présente publication sont les installations de GPL (réservoirs de stockage et systèmes de chargement/déchargement/transfert associés) aux terminaux maritimes et pipeliniers, aux raffineries de traitement du gaz naturel, aux usines

pétrochimiques et aux bacs de stockage. Les types d'installations de GPL suivants ne sont pas recommandés :

a. Stockage souterrain, comme les réservoirs enfouis, les cavernes de stockage, les dômes de sel ou les puits.

b. Réservoirs de stockage empilés.

c. Entreposage réfrigéré à des pressions inférieures à 15 livres par pouce carré.

d. Les Installations couvertes selon la norme API 2508.

e. Installations visées par les normes 58 ou 59 de la NFPA.

F. Conteneurs du ministère des Transports (DOT).

g. Parties des systèmes de GPL couvertes par la norme NFPA 54

h. Petites installations avec un seul réservoir de GPL de moins de 2000 gallons.

j. Equipement de traitement pour la fabrication ou le traitement du GPL avant le stockage du GPL.

IV.3.3 IHI Corporation

L'usine GP/1Z de GPL a été construite pendant trente ans dans la zone industrielle d'Arzew dans l'ouest de l'Algérie par IHI.

IHI est un fabricant complet de l'industrie lourde qui crée de la valeur pour les clients dans quatre domaines clés - ressources, énergie et environnement ; infrastructures sociales et installations maritimes ; systèmes industriels et mécanismes polyvalents ; moteur aérien, espace et défense. IHI est fermement engagé à contribuer à la société par la technologie, en combinant diverses capacités d'ingénierie pour répondre aux besoins mondiaux croissants en matière d'énergie, d'urbanisation, de fabrication et d'efficacité des transports.

En basant sur un guide de concept «FFS» fondé par cette entreprise, c'est un document du concept (b0200-4601) de base du système de protection contre les incendies dans l'usine, spécialement les réservoirs de stockage, et décrit sa configuration. [19]

IV.3.4 La norme NF EN 135652 {Installation fixes de lutte contre l'incendie - Systèmes à émulseurs - Partie 2 : calcul, installation et maintenance}

C'est une norme européenne édition française, spécifie les exigences et décrit les méthodes relatives au calcul, à l'installation, aux essais et à la maintenance de systèmes d'extinction à mousse bas, moyen et haut foisonnement. Il fournit des lignes directrices pour le calcul des différents systèmes à mousse, destinées à des personnes ayant suffisamment de connaissances et d'expérience pour sélectionner les systèmes d'extinction à mousse qui seront efficaces dans certaines configurations de risques spécifiques. Il ne concerne pas l'analyse des risques réalisée par une personne compétente.

IV.4 Matériels et Scénarios

IV.4.1 Les bacs de stockages

Les réservoirs de stockage ont des capacités fixes destinées au stockage de divers liquides corrosifs, inflammables ou dangereux pour l'environnement en cas de perte de confinement. Ils sont stockés à pression quasi atmosphérique afin de pouvoir stocker de très gros volumes avec de faibles coûts d'investissement. Les types de réservoirs de stockage de liquides inflammables sont classés en trois types principaux : les réservoirs à toit fixe, les réservoirs à toit flottant et les réservoirs à toit fixe avec crépine intérieure. Les toitures fixes sont conçues pour le stockage d'hydrocarbures non volatils tels que le pétrole brut dégazé, le carburant ou le bitume, qui produisent de faibles émissions dans l'atmosphère (la pression interne en fonctionnement normal est presque nulle).[8] Dans notre travail, nous examinons le bac de stockage T0004.

IV.4.1.1 Caractéristiques de bac T0004

C'est un réservoir de stockage de propane, à basse température il est situé entre les réservoirs T0003 et T0005. Face au réservoir T0007 et à la mer de l'autre côté (Figure IV.1) [03], le réservoir T0004 est équipé d'un toit fixe hémisphérique autoportant et est le moins cher à installer. Il est identifié dans le tableau IV.1.

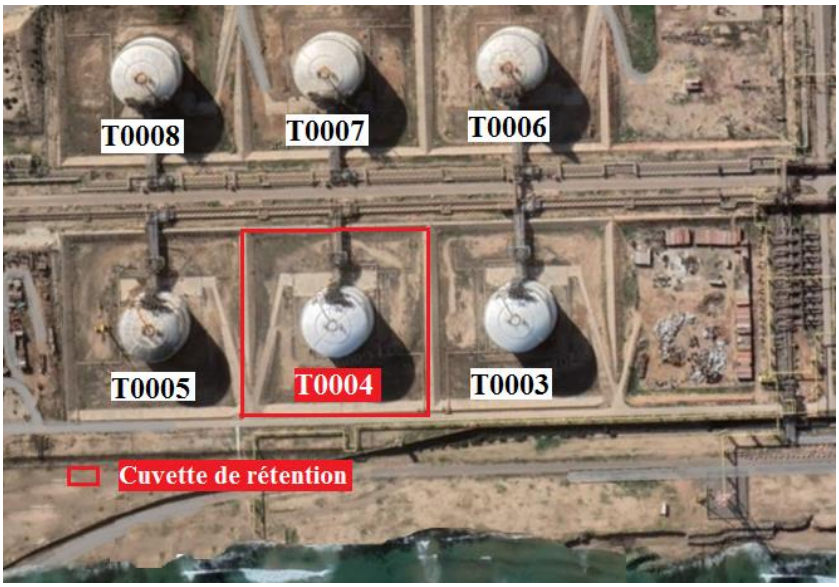


Figure IV.1 : L'emplacement du bac T0004 et ça cuvette de rétention

Tableau IV.1 : l'identité du bac de stockage T0004.

Capacite	70.000 m^2
Diamètre du bac intérieur	55.630 mm
M hauteur du bac intérieur	31.790 mm
Code adopte pour la conception du bac api	620 APP. R
Pression de calcul	0,1 $^{kg}/_{cm}$ 26
Température de calcul	-51°C
Poids spécifiques max du contenu	0.59
Hauteur max de remplissage	28.800 mm
Hauteur max d'eau en cas d'essai	21.240 mm
Date de fabrication	1983
No de sérié de MFR	P94

Le fond de réservoir est constitué de tôles superposées et soudées entre elles, sa structure est représentée sur la figure ci-dessous.[17]

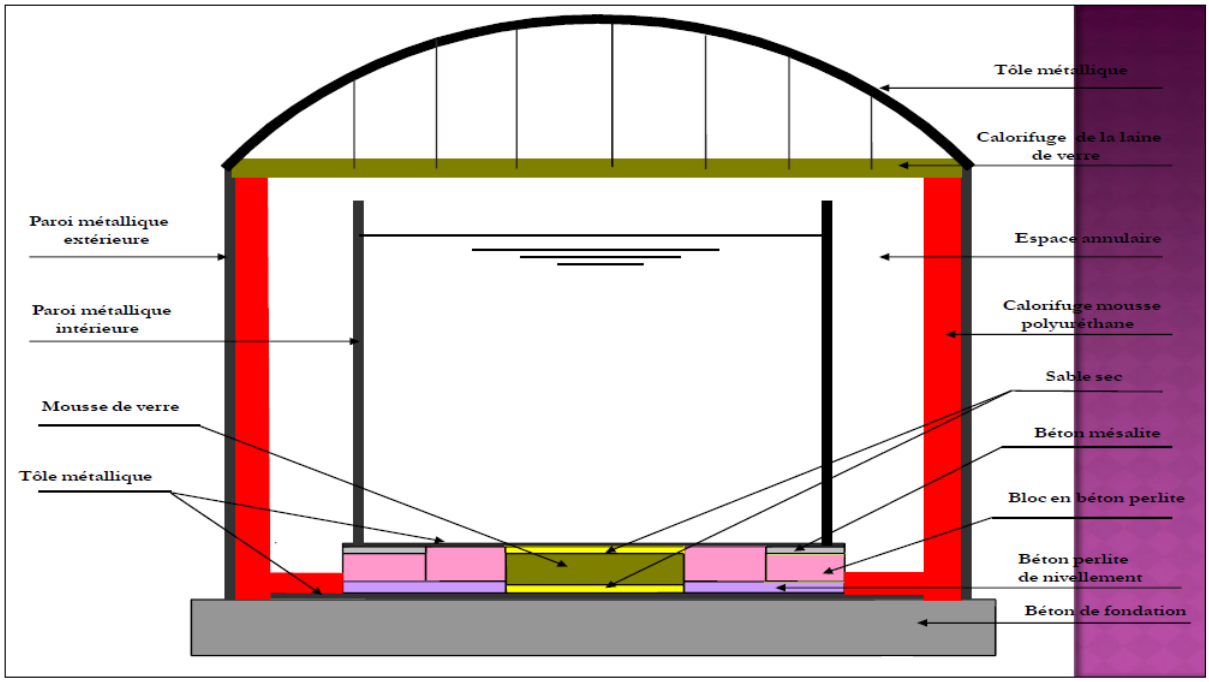


Figure IV.2 : Structure de bac T0004

IV.4.1.2 Scénario 01 : Incendie au niveau d'une vanne installée sur le toit du bac de stockage T0004.

Une fuite de gaz propane au niveau d'une vanne dans un collecteur installé sur le toit du réservoir T0004, en présence d'une étincelle, l'allumage immédiat sera un jet de flamme au niveau de la fuite en amont de la rupture (Figure IV.3). Pour limiter la propagation du feu, le système anti-poussière (skid) [voir : III.3.1.4] démarre automatiquement, parallèlement à l'ouverture du système déluge [voir : III.5.1] pour refroidir les réservoirs de stockage T0003, T0004 et T0005 pendants 30 min, afin d'éviter que les bacs n'explosent sous le rayonnement provoqué par cet incendie.

Pour ce scénario la recherche était :

La quantité de poudre dans zone de stockage du GPL est-elle suffisante pour éteindre le feu ?

Le système déluge installé autour des réservoirs de stockage est-il efficace ?

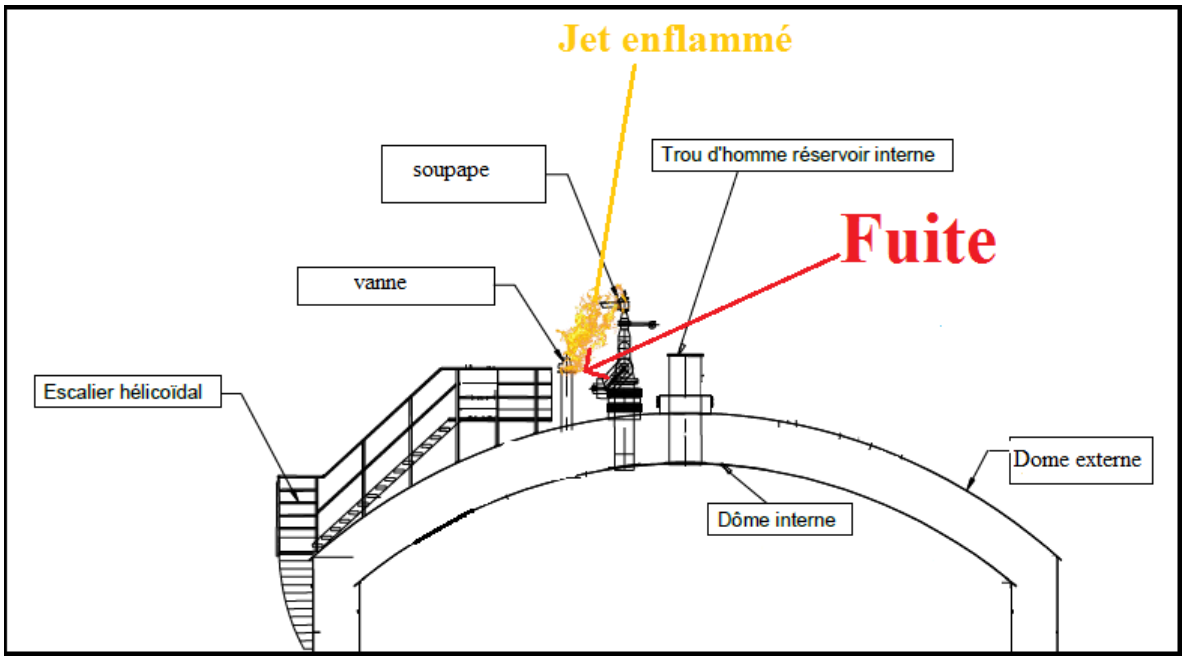


Figure IV.3 : Schéma du feu au niveau de vanne

IV.4.2 Les cuvettes de rétentions

Les cuvettes de rétention sont constituées des fondations et des enceintes (Figure IV.4). Elles sont construites sous un ou plusieurs réservoirs, sous des canalisations ou dans une zone de chargement/déchargement. 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. **[8]**

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.

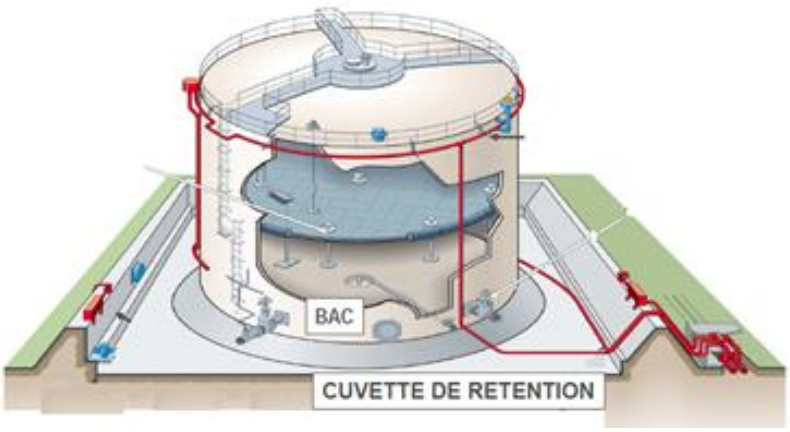


Figure IV.4 : cuvette de rétention

Selon le scénario d'accident envisagé, la cuvette de rétention peut être associée à 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. Dans notre scénario (scénario 02), nous avons étudié la cuvette de rétention du réservoir T0004 étudié dans le scénario précédent.

IV.4.2.1 Cuvette de rétention de bac T0004

Elle est construite autour de bac T0004 de surface de 25600 m^2. L'enceinte de cette cuvette c'est des murs en béton armé (Figure IV.1), utilisée dans le cas où une rupture de réservoirs ne peut pas être exclue. A pour but de limiter le volume du nuage explosif en limitant l'évaporation de propane et évitant l'effet domino en cas d'incendie.

IV.4.2.2 Scénario 02 : déversement de propane dans la cuvette de rétention de bac T0004

Une fissure dans le fond du réservoir de stockage provoquée par la corrosion interne. Le propane liquéfié stocké dans le bac T0004 se déverse en formant une vague dans la cuvette de rétention (Figure IV.5), le bac s'est vidé en à peine 20 min. pour éviter le contact avec une source de chaleur et empêcher l'évaporation des gaz, créer un écran qui bloque les vapeurs et s'oppose à leur diffusion dans l'atmosphère en déversant la mousse à la surface du liquide.

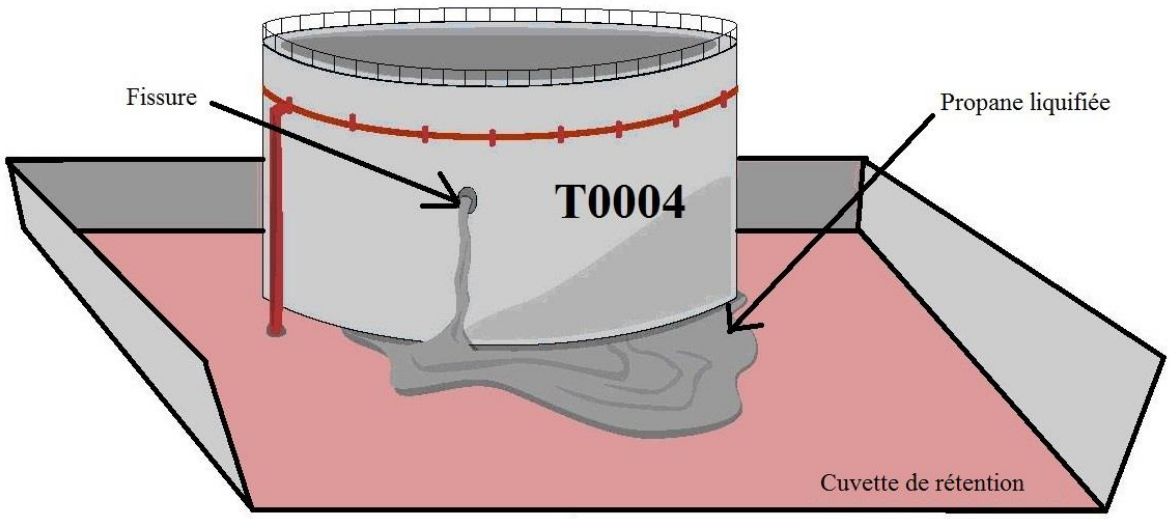


Figure IV.5 : Schéma de déversement de propane dans la cuvette de rétention

Pour ce scénario on cherche :

- Est-ce que la quantité de l'émulseur est suffisante pour éteindre le feu ?
- Est-ce que la cuvette de rétention La cuvette de rétention installée à une capacité qui peut contenir le volume du gaz déversé plus le volume de mousse d'extinction.

Pour les deux cas, nous distinguons :

- Si la pomperie du système anti-incendie [voir : III.2.7.2] installés dans le complexe est efficace dans les deux scénarios.

IV.5 les lois de calcul

Pour déterminer les stocks minimaux d'émulseur et d'eau, le cas échéant, la durée de la phase d'extinction et de refroidissement selon les codes NFPA ci-dessus est de [18] :

1/ Feu de réservoir :

- **20 minutes** en cas d'usage de moyens fixes ou semi-fixes.
- **20 minutes** pour une surface de réservoir inférieure à 2000 mètres carrés, plus 10 minutes par tranche de 1000 mètres carrés de surface de réservoir au-delà des 2000 mètres carrés en cas d'usage de moyens mobiles.

2/ Feu de cuvette rétention ou de sous-rétention :

Réduction du flux thermique par application de mousse d'extinction le temps de réunir l'intégralité des moyens d'extinction est de **20 minutes**.

3/ la durée de la phase de refroidissement :

La Refroidissement est pendant **30 minutes**, Toujours la durée d'extinction est grande que la durée d'extinction (durée refroidissement = 1,5 de durée d'extinction)

IV.5.1 Les lois de calcul du premier scénario.

IV.5.1.1 La quantité Q minimale de poudre nécessaire pour l'extinction

La quantité minimale de poudre **Q** nécessaire pour l'extinction à travers trois éléments principaux situé ci-dessous :

- La surface couvée par les buses des projections de poudre As, exprimé en (m^2).
- Le Temps d'extinction **T** exprimé en (s), c'est le temps proposé dans notre scénario.
- Le taux de diffusion $\boldsymbol{\tau}$ exprimé en ($kg/s.m^2$), Constante de diffusion des buses de la poudre donnée par le fournisseur

À partir d'IHI CORPORATION [19] On utilise la loi suivante :

$$Q\ (kg) = \text{As}\ (\boldsymbol{m^2}) \times \boldsymbol{T(s)} \times \boldsymbol{\tau}\left(\frac{\boldsymbol{kg}}{\boldsymbol{s}}.\boldsymbol{m^2}\right) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots [\textbf{IHI}]$$

IV.5.1.2 Quantité d'eau d'extinction et de refroidissement

IV.5.1.2.1 Extinction

La quantité de l'eau pour l'extinction est calculée à travers la surface de l'incendie, le taux d'application d'extinction et le temps d'extinction selon [NFPA15-01] [20]**:**

Quantité d'eau d'extinction = surface de l'incendie × taux d'application d'extinction × temps d'extinction

IV.5.1.2.2 Refroidissement

La quantité d'eau de refroidissement d'un système déluge à calculer est basée sur trois paramètres nécessaires qui sont :

- La surface latérale du bac
- Le temps de refroidissement
- Le taux d'application de refroidissement,

- La loi [NFPA 15-02] [20] qui permet de calculer la quantité minimum d'eau requise pour le refroidissement des bacs :

Quantité d'eau = surface latérale du bac× taux d'application de refroidissement× le temps de refroidissement

Note 01 : Pour le refroidissement des bacs adjacents au bac en feu, les normes internationale (**NFPA**, **API**) détaille les taux d'application selon la technologie du bac (toit fixe, toit flottant), sa capacité et le point éclair du produit qu'il contient, dans le cas des stockages de gaz inflammables liquéfiés. La norme NFPA15 indique un taux d'application minimum de 10 L /min.m² d'enveloppe, l'API 2510A spécifie la quantité d'eau requise en fonction du type d'exposition figurant dans le tableau suivant. [18]

Tableau IV.2: Taux d'application sur un bac de GIL (API 2510 A).

Exposition	Taux d'application d'eau
Radiation	4,1 L/min.m²
Contact direct avec les flammes	10,2 L/min.m²

- Les lois d'hydraulique appliquée aux installations d'extinction pour calculer la quantité d'eau de refroidissement d'un système déluge [21].

  En basant sur deux paramètres nécessaires qui sont :

  1. Le temps de refroidissement.
  2. Le débit d'eau **Q** qui est calculé selon la **[Loi 01]** : $\mathbf{Q = K \times \sqrt{P}}$

  Tell que :

  - **Q :** est le débit d'eau
  - **K :** est un facteur de valeur constant équivalent à : 14.4 m^3 /min. $(bar)^{0.5}$
  - **P :** est la pression de fonctionnement

Donc pour calculer l'eau de refroidissement on utilise la **[Loi 02]**

La quantité d'eau de refroidissement = débit ***d'eau × temps de refroidissement***

IV.5.2 Les lois concernant le calcul du second scénario.

IV.5.2.1 Quantité de mousse nécessaire pour l'extinction

La quantité de mousse à appliquer dans une cuvette de rétention, selon NFPA11 est calculée à travers trois éléments-clefs qui ressortent en premier lieu dans une étude de protection incendie :

1. La surface de la cuvette de rétention sans la surface du bac.
2. La durée d'extinction.
3. Le taux d'application de solution moussante [voir : II.3.2.4].

Alors la quantité de mousse sera calculée à partir de la loi [NFPA11-01] [22] indiqué ci-dessous :

La quantité de mousse = Surface de la cuvette de rétention sans la surface du bac × Le taux d'application × durée

Note 02 : La norme NF EN 135652 précise les taux d'applications minimales avec lesquelles la mousse doit être appliquée en fonction du type de combustible et du type de générateur de mousse. Le tableau IV.3 ci-dessous montre ces valeurs. [18]

Tableau IV.3 : Taux d'application de solution moussante dans le cas de feu de GIL

Combustible	Type de générateur	Taux d'application de la solution moussante (L/min/m²)
GNL	Haut foisonnement	10
		7
GPL	**Haut foisonnement**	**10**
	Moyen foisonnement	12

IV.5.2.2 Quantité de l'émulseur et de l'eau

IV.5.2.2.1 Quantité de la solution eau-émulseur pour l'extinction

La quantité de la solution eau-émulseur pour l'extinction est calculée à travers le taux de foisonnement [voir : II.3.2.1] et la quantité de mousse qui est déjà calculé selon [NFPA11-01]

Alors**,** en applique la loi [NFPA11-02] [22] mentionné ci-dessous :

$$\textbf{\textit{Quantité de solution eau} – \textit{émulseur}}\ (\boldsymbol{l}) = \frac{\textbf{\textit{Quantité de mousse}}\ (\boldsymbol{l})}{\textbf{\textit{Le taux de foisonnement}}}$$

Note 03 : Dans le cas où l'épandage n'est pas enflammé (comme notre scenario), on applique une mousse à haut foisonnement **(750),** qui permet de réduire la concentration des vapeurs de gaz. [18]

IV.5.2.2.2 La quantité d'émulseur et de l'eau pour l'extinction

Le besoin du volume de l'émulseur à appliquer est calculé à travers la concentration (X%) de l'émulseur utilisé et quantité de la solution eau-émulseur calculé à partir de la loi [NFPA11-02], Par conséquent**,** nous appliquons la loi [NFPA11-03] [22] situé ci-dessous **:**

$$\textbf{\textit{Quantité d'émulseur} = X\% \times \textit{la solution eau-émulseur}}$$

En déduire que la quantité d'eau est calculé en vertu de la loi [NFPA11-04] **:**

$$\textbf{\textit{Quantité d'eau} = (100\text{-}X)\ \% \times \textit{solution eau-émulseur}}$$

IV.6 Conclusion

Dans ce chapitre, après avoir présenté les normes et la matérielle, nous avons décrit les lois de calcul et les scénarios d'accidents à étudier, dans le chapitre suivant nous effectuerons les calculs et interpréterons les résultats

Chapitre V

Résultats et Discussion

V.1 Introduction

Dans ce chapitre, nous allons effectuer des calculs basés sur les règles extraites des normes présentées dans le chapitre précédent, interpréter les résultats, et répondre aux questions soulevées ci-dessus et vérifiez si le système est efficace ou pas.

V.2 Calculs et résultats pour le premier scénario.

Sous le titre : Incendie au niveau d'une vanne installée sur le toit du bac de stockage T0004, on va calculer la quantité de poudre nécessaire pour l'extinction et la quantité d'eau pour le l'extinction et le refroidissement.

V.2.1 Extinction a poudre

V.2.1.1 La quantité de poudre requise à l'extinction

En a les valeurs de la surface couvées par les buses des projections de poudre $\mathbf{A_s}$, ainsi que le temps d'extinction **T** et le taux de diffusion $\boldsymbol{\tau}$ sont citées ci-dessous :

$\mathbf{A_s}$=15 m², **T**= 20 min, $\boldsymbol{\tau}$ = 0.36 kg/s.m²

En se basant sur la loi **[IHI]** qui permet de calculer la quantité minimale de poudre nécessaire pour l'extinction : $Q\ (kg) = \text{As}\ (\boldsymbol{m^2}) \times \boldsymbol{T(s)} \times \boldsymbol{\tau(kg/s.m^2)}$

Application numérique :

La quantité Q minimale de poudre nécessaire pour l'extinction = $15 \times 1200 \times 0.36$, résultant en un montant Q équivalent à : $\boldsymbol{6480\ Kg}$

V.2.1.2 La durée de consommation du réservoir de poudre Tx dans la zone de stockage T0004.

Sachant que :

- Capacité du réservoir de poudre : 1500 kg.
- La quantité minimale de poudre nécessaire pour l'extinction 6480 kg sera consommée pendant une durée de 20 min.

En applique la Proportionnalité $\text{Tx} = \frac{\text{Capacité du réservoir de poudre} \times \text{la durée d'extinction (20)}}{\text{la quantité minimale de poudre nécessaire pour l'extinction}}$

Application numérique

Le temps de consommation du réservoir à poudre **Tx** $= \frac{1500 \times 20}{6480}$, Ceci se traduit par une période de 4,63 minutes.

V.2.2 Extinction et refroidissement par l'eau

Sachant que :

Les trois bacs de stockage (T0003, T0004 et T0005) sont identiques, d'une surface latérale totale de 8370 m.

Le taux d'application d'extinction : 15 L/min.m^2

Le taux d'application de refroidissement de bac en feu (T0004) = 10.2 L/min.m^2

Le taux d'application de refroidissement des installations voisines (bac T0003 et bac T0005) : 4.1 L/min.m^2

Le temps de l'extinction : 20 min

Le temps de refroidissement : 30 min

V.2.2.1 Quantité d'eau nécessaire pour l'extinction

D'après la norme NFPA 15 en applique la loi [NFPA15-01] :

Quantité d'eau d'extinction = surface de l'incendie × taux d'application d'extinction × temps d'extinction

Application numérique

Quantité d'eau d'extinction = 1174 × 15 × 20, Cela donne une quantité de : **352200 L**, correspond à **352,2 m^3.**

V.2.2.2 Quantité d'eau nécessaire pour le refroidissement des trois bacs

On va d'abord calculer la quantité d'eau de système déluge installé autour du bac pendant 30 minutes selon les lois hydrauliques mentionnées dans le chapitre précédent, puis on calculer selon les réglés de la norme NFPA 15.

V.2.2.2.1 Quantité d'eau de système déluge installé dans les trois bacs pendant 30 min

1. **Selon les lois hydrauliques**

a) **Calcul de débit d'eau**

D'après [Loi 01] on a : **Q = K** ×√***P***

Q : Le débit d'eau dans le système déluge

P : La pression d'eau =14 bar.

K = 14.4 m^3 /min. $(bar)^{0.5}$

Application numérique

Q = 14.4× √14, Ce qui donne : **53.9 m^3 /min**

b) Calcul de la quantité d'eau pour un bac

En applique la loi **[Loi 02]** :

Quantité d'eau de système déluge pour un bac = Débit d'eau (m^3 /min) ×temps de refroidissement (min)

Application numérique

Quantité d'eau de système déluge = 53.9 × 30, Ce qui donne une quantité de **1617 m^3**

c) Calcul de la quantité d'eau pour les trois bacs

Quantité d'eau de système déluge pour les trois bacs = Quantité d'eau de système déluge pour un bac ×3

Application numérique

Quantité d'eau de système déluge pour les trois bacs **=** 1617 × 3**,** Ce qui donne une quantité de **4851 m^3**

2. En vertu de la norme NFPA

En se basant sur la loi [NFPA 151] qui permet le calcul de la quantité minimale d'eau nécessaire pour refroidir les réservoirs.

Quantité d'eau pour un bac selon NFPA = surface latérale du bac × taux d'application × le temps de refroidissement

Application numérique

a) Le bac T0004

Quantité d'eau pour le bac T0004 = 8370 × 10.2 × 30, Cela donne une quantité de **2561220** L correspond à **2561,22 m^3** ……A

b) Les bacs T0003 et T0005

Quantité d'eau nécessaires pour les bacs T0003 et T0005 = 2 × (8370×4.1 × *30),* Ce qui donne une quantité de **2059020 L**, équivalente à **2059.02 m^3 …..*B***

c) La quantité totale d'eau nécessaire pour le refroidissement pour les trois bacs

La quantité totale pour le refroidissement selon NFPA =A + B, Ce qui donne : **4620.24 m^3**

d) La quantité totale d'eau nécessaire pour l'extinction et le refroidissement

La quantité totale d'eau nécessaire pour l'extinction et le refroidissement = La quantité d'eau d'extinction + La quantité d'eau de refroidissement, Ce qui donne : **10758.6 m^3**

V.3 Calculs et résultats pour le deuxième Scénario :

Sous le titre : Déversement du gaz de propane dans la cuvette de rétention du bac T0004, on va calculer la quantité de mousse et d'eau nécessaire pour l'extinction.

Telle que :

La surface de la cuvette de rétention sans la surface du bac est : **20310.37 m^2**

Le taux d'application d'après la norme NFPA11 **[**voir **:** Tableau IV.3] est : **10 L/min.m^2**

La concentration d'émulseur utilisé dans le complexe GP1Z est : **3%**

La mousse à un haut foisonnement d'après NFPA 11 en prend un foisonnement de 750. [Voir : IV.5.2.2.1]

Volume de cuvette : 128000 m^3.

On prend la durée d'extinction 20 min. [18]

V.3.1 Quantité de mousse nécessaire pour 20 min :

En se basant sur la loi [NFPA11-01] :

La quantité de mousse = Surface de la cuvette de rétention × Le taux d'application × durée d'extinction

Application numérique :

La quantité de mousse **=** (20310.37 × 10 × 20), **Ce qui donne une** quantité de : **4062074 L, équivalente à : 4062.074 m^3**

V.3.1.1 Calcule de quantité de la solution eau-émulseur pour l'extinction

En se basant sur la loi [NFPA11-02]

La quantité de solution eau-émulseur = Quantité de mousse / le foisonnement

Application numérique :

La quantité de la solution eau-émulseur = (**4062074** / 750) , Cela donne une quantité de

5416.098 L équivalente à **5.416 m^3**

V.3.1.2 Calcule de la quantité d'émulseur pour l'extinction de la cuvette T0004

En se basant sur la loi [NFPA11-03]

Quantité d'émulseur = (3% de la solution eau émulseur)

Application numérique :

La quantité d'émulseur pour l'extinction de la cuvette = 5416.098 × 0.03, Ce qui donne une quantité d'émulseur de : **162.48 L**, équivalente à : **0.16 m^3**

V.3.1.3 Quantité d'eau nécessaire pour l'extinction de la cuvette (extinction à mousse)

En appliquant la loi [NFPA11-04] :

Quantité d'eau nécessaire pour l'extinction = (97% de La solution eau émulseur)

Application numérique

a) **Pendant 20 min**

La quantité d'eau nécessaire pour l'extinction de la cuvette (extinction à mousse**)** pendant 20 min **=** 5416.098 × 0.97, Ce qui donne une quantité de : **5253.61** équivalente à : **5.3 m^3**

b) **Pendant une heure**

La quantité d'eau nécessaire pendant une heure = La quantité d'eau d'extinction à mousse dans 20 min × 3, Ce qui donne une quantité de **: 15.9 m^3**

La quantité du gaz déversé plus La quantité de mousse d'extinction = 35000 +**4062.074,** Ce qui donne un volume de : **39062.74 m^3**

V.4 Discussion des résultats

V.4.1 Résultats du premier cas

- En se référant sur les résultats trouvés dans **I.1.1**, La quantité de poudre minimale pour l'extinction (**6480 kg**) est supérieure à la quantité de poudre stockée (**1500 kg**), ce qui résulte qu'elle n'est **pas suffisante** pour l'extinction du feu.

- La quantité de poudre stocké peu couvrirez le feu pendant une durée de **4.63 minutes,** alors elle n'est pas adéquate au temps proposé par le scénario 01 (**20 minutes).**

- La quantité d'eau minimale nécessaire pour le refroidissement calculé selon NFPA (**4620.24 m^3)** est inférieure à la quantité d'eau du système déluge pour les trois bacs (**4851 m^3),** ce qui indique un système déluge efficaces.

- En comparant la quantité d'eau nécessaire pour l'extinction et le refroidissement dans une heure (**10758.6 m^3)** avec la quantité générée par les pomperies d'eau de mer **16200 m^3** on peut dire que cette dernière est largement suffisante pour couvrir l'extinction en cette durée. Pour couvrir l'extinction et le refroidissement il faut démarrer **3 pompes de 4000 m^3/h**.

V.4.2 Résultats du deuxièmes cas

- En se référant sur la norme NFPA11 les résultats trouvés prouvent que la quantité d'émulseur stockée dans la zone de bac de stockage est **suffisante 162.48 L**.
- En comparant la quantité d'eau nécessaire pour l'extinction en une heure (**15.9 m^3)** avec la quantité générée par la pompe **200 m^3** on peut dire que cette dernière est largement suffisante pour couvrir l'extinction en cette durée. Donc une seule pompe suffira.
- La cuvette de rétention installée à une capacité de **128000 m^3,** elle peut contenir la quantité du gaz déversé plus la quantité de mousse d'extinction **(39062.74 m^3).**
- Le système de protection incendie équiper dans le complexe Gp1Z est efficace, mais pas à cent pour cent.

V.5 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons effectué des calculs et exploité leurs résultats, tout en répondant à notre question principale sur l'efficacité des systèmes de protection contre l'incendie équipés dans le complexe, de ce qui précède le système anti-incendie est efficace, mais contient des points négligés, qui doivent être modifiés pour pouvoir contrôler tous types d'incendies, dont nous parlerons dans le chapitre suivant. "Recommandations"

Recommandations

Recommandations

- Le dispositif d'extinction de poudre (skid) doit être dupliqué pour chaque bac de stockage.
- Il faut installer un système fixe d'extinction automatique par mousse au niveau des cuvettes des rétentions. **Figure 01**

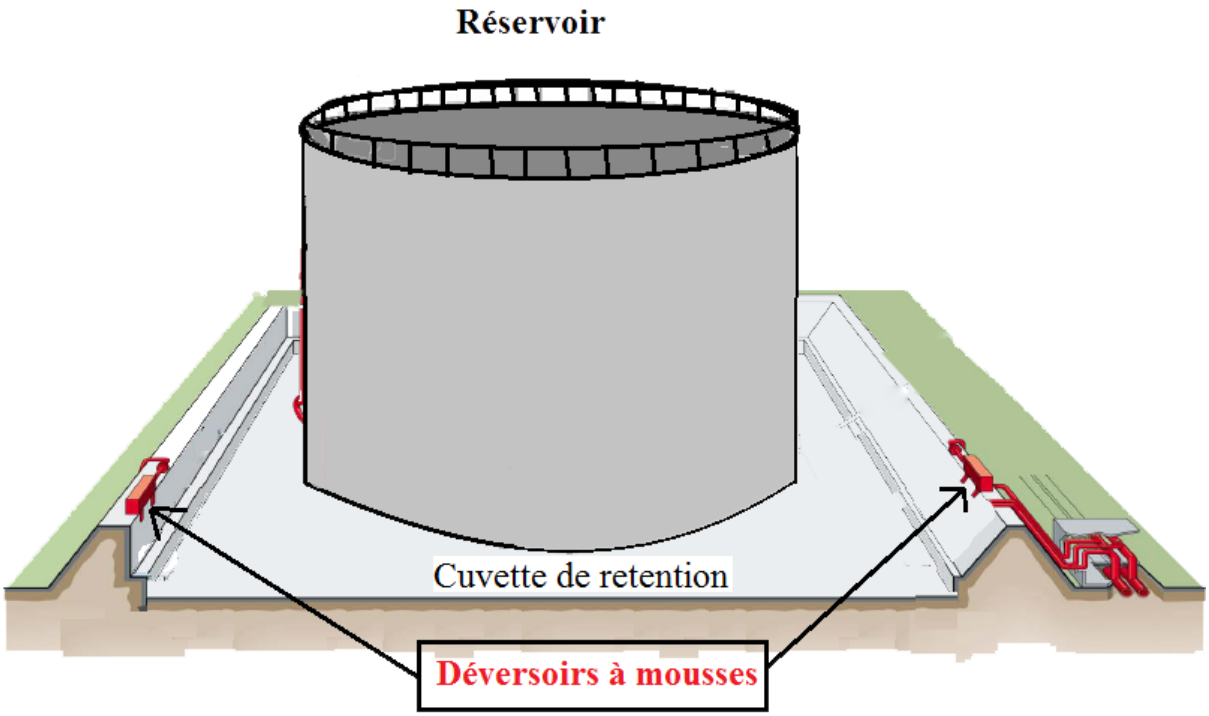


Figure 01 : schéma système fixe d'extinction automatique par mousse

- Il faut installer plusieurs détecteurs automatiques de feu et de fuite.
- Les buses de la couronne de refroidissement de système déluge doivent être mixtes (eau-mousse haut foisonnement), pour éloigner le feu de la robe du bac avec de la solution moussante et refroidir le bac au même temps.
- Pour faciliter l'extinction des feux au niveau des toits des bacs, il est préférable d'installer des colonnes sèches autour des bacs. Afin d'éviter de porter les tuyaux dans les escaliers et réduire le temps d'intervention. **Figure 02**
- Installations des radeaux d'eau entre les bacs.

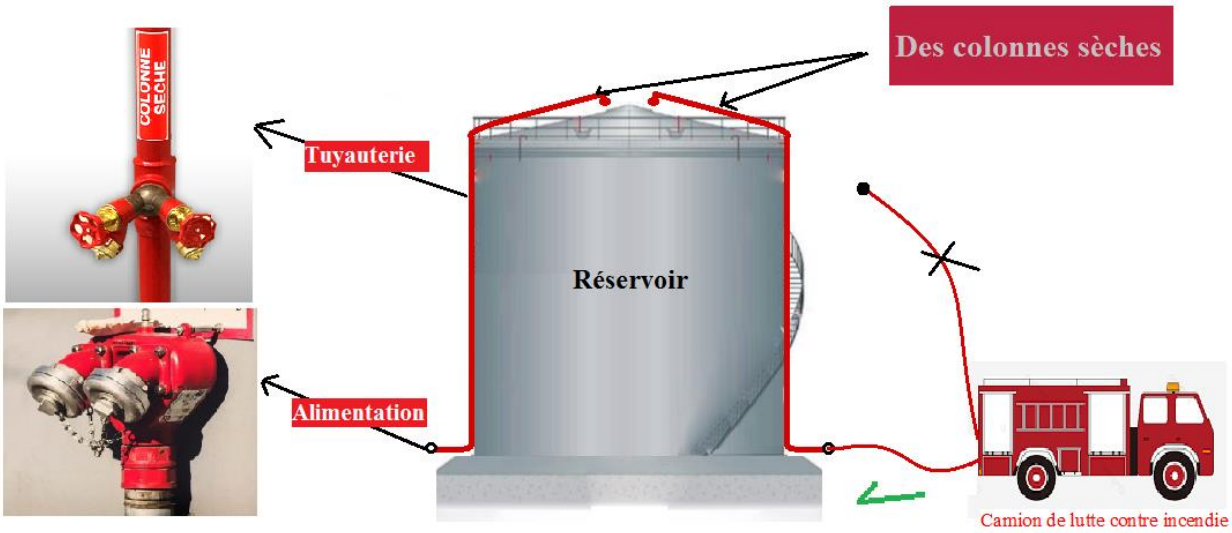


Figure 02 : Schématisation des colonnes sèches

Conclusion générale

Conclusion générale

Les feux des hydrocarbures qui apparaissent sur les réservoirs de stockages constituent un risque majeur dont les conséquences sont catastrophiques avec un effet direct lors de l'occurrence (blessés, fatalités, dommage matériels et environnementaux) et ainsi un effet indirect pendant l'intervention (blessés, fatalités, dommage matériels et environnementaux).

Au terme de notre étude, nous avons montré que nous pouvons prévoir avec certitude la quantité d'eau, de mousse et de poudre qui peut satisfaire simultanément les besoins en termes de protection et en termes d'extinction et cela face aux types des scénarios d'incendie choisi. Ceci passe par une évaluation des conséquences susceptibles d'être engendrées par ces scénarios, cette étude est souvent appelée « Étude des dangers ». Dans notre cas le scénario choisi est celui d'un feu d'une vanne sur un bac à toit fixe et un autre cas le scénario de déversement de gaz dans la cuvette.

En effet, un accident doit être restitué dans son contexte et en particulier son contexte technologique. La plupart de ces accidents de réservoir peuvent éviter si l'art dans la conception, la construction, l'entretien et l'exploitation a été pratiquées et les exigences de système de la sécurité a été mis en œuvre et exécuté.

Enfin nous espérons avoir répondu, ne serait-ce que partiellement au problème réel qui nous a été posé par l'entreprise jumbo et que ce modeste travail puisse constituer un point de départ certain pour le traitement futur des autres aspects de ce problème. Toutefois, il est nécessaire de rappeler que combien même le réseau, les réserves en eau, en mousse et en poudre peuvent ainsi les moyens de protections peuvent être bien dimensionnés, le facteur humain s'avère encore plus prépondérant lorsqu'un incendie se déclare ; ceci impose bien évidemment une bonne formation des équipes d'interventions avec beaucoup d'exercices de simulation.

BIBLIOGRAPHIQE

Bibliographiques

Rapports scientifiques et/ou techniques

[07] : Guide pédagogique -sécurité incendie-dpi

[08] : Moyens fixes de lutte contre l'incendie –Stockages de liquides inflammables et de gaz inflammables liquéfiés. Document de synthèse sur une barrière de sécurité ouvragée (B.T.S.) INERIS

[09] : Manuel des dispositifs d'extinction fixes by Jean-Pierre Bonneville

[11] : NFPA 20 « Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection » version 2007

[15] : Les publications dès Non profit organisation National Fire Protection Association

[16] : Les publications dès L'API

[18] : Programme Étude & Recherche DRA-71 - Opération A-1 (Référentiels, normes et guides de bonnes pratiques pour les dépôts de volumes importants de liquides inflammables)

[20] : NFPA 15 « Standard for Water Spray Fixed Systems for Fire Protection » version 2017

[21] : L'hydraulique appliquée aux installations d'extinction (3° Éd)

[22] : NFPA11 « Standard for Low, Medium, and High-Expansion Foam » version 2017

Documents interne de Sonatrach :

Documents donnés par L'ingénieure MANSOURI Hichem

[10] : Module réseau incendie.

[12] : Réseau d'eau de lutte contre l'incendie.

[14] : spécifications techniques skid a poudre compress.

[19] : Fire Fighting concept IHI CORPORATION

Documents donnés par L'ingénieure BOURAS Mourad.

[13] : Système a mousses anti incendies.

[17] : les bacs de stockage.

Bibliographiques

Thèses et Mémoires

[01] : (BEGLOUL Zineb, BAHA Imene .2020), description du procède au niveau du complexe GP1/Z, Rapport de stage pratique licence académique - Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem

[02] : (BELHADJ Wiam Farah, BELAL Amina .2018), Rapport de stage pratique licence académique

[04] : (HAMMADI Omar HAMMOU Benadda .2019), Etude et vérification des vapeurs de propane dans les bacs de stockage à basse température, Mémoire présenté pour obtenir le diplôme de master - Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem

[05] : (HIBA Kheira /GOUMIDI Hayette .2019), Dysfonctionnement de la Section de Réfrigération Au Niveau de l'unité 72. Mémoire présenté pour obtenir le diplôme de master en industries pétrochimiques 2018 /2019 – Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem

[06] : (MOUHOUB Nadhir, ARRIF Oussama .2017) Efficacité d'un réseau anti-incendie, Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention d'une licence professionnelle

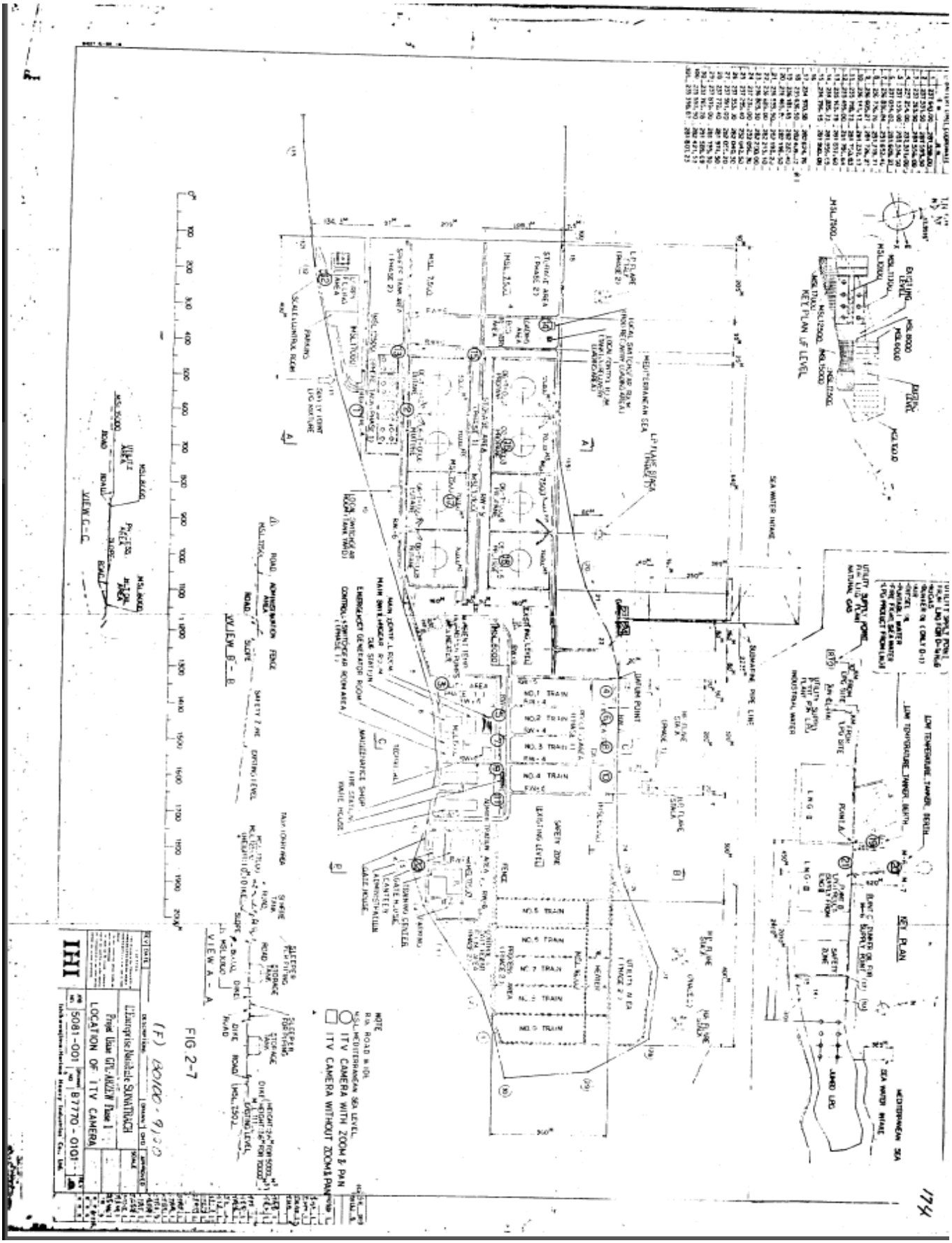
Références internet

[03] : Google Earth

ANNEXE

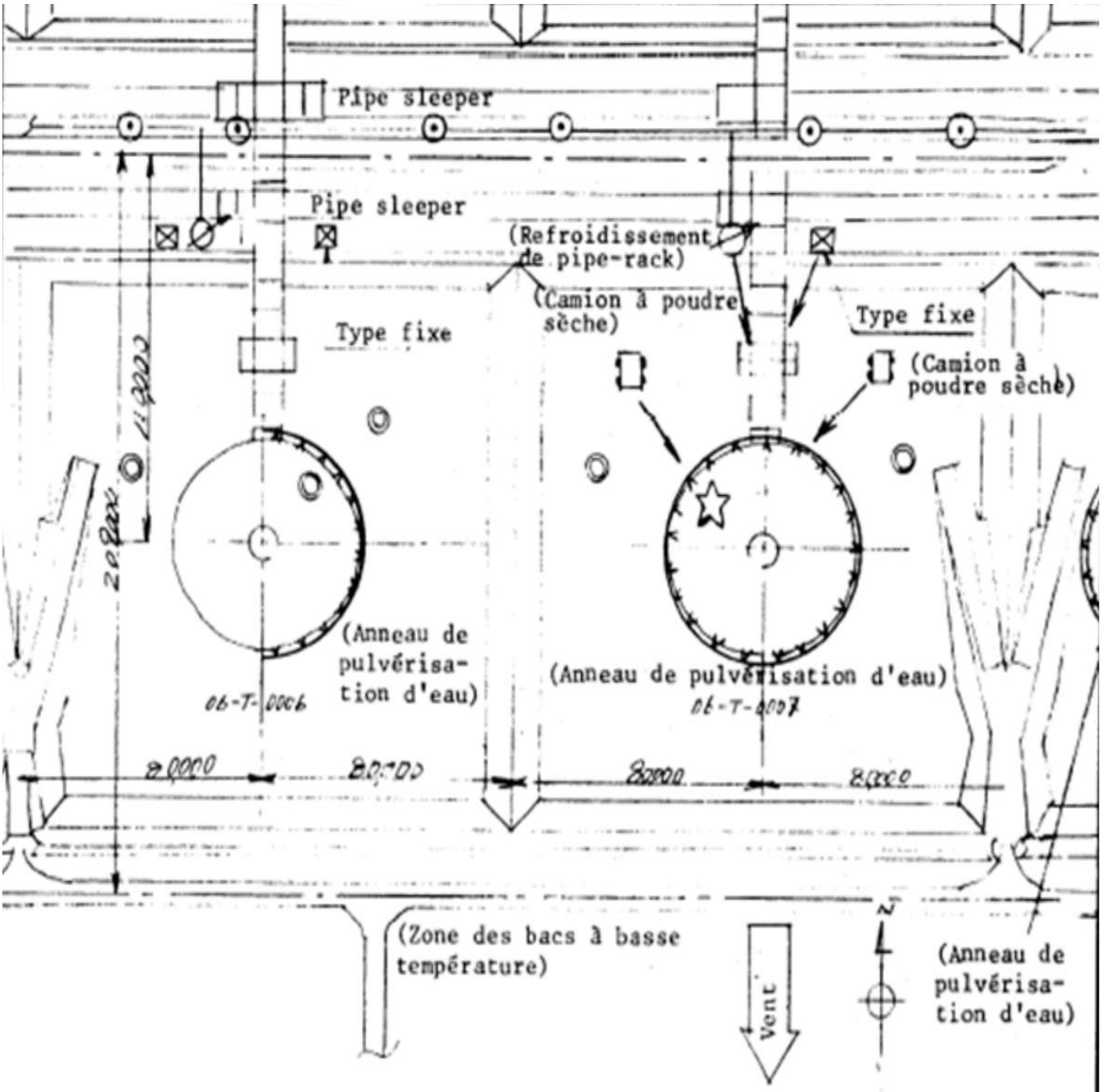
ANNEXE

Annexe A : schéma du complexe GP1/Z



ANNEXE

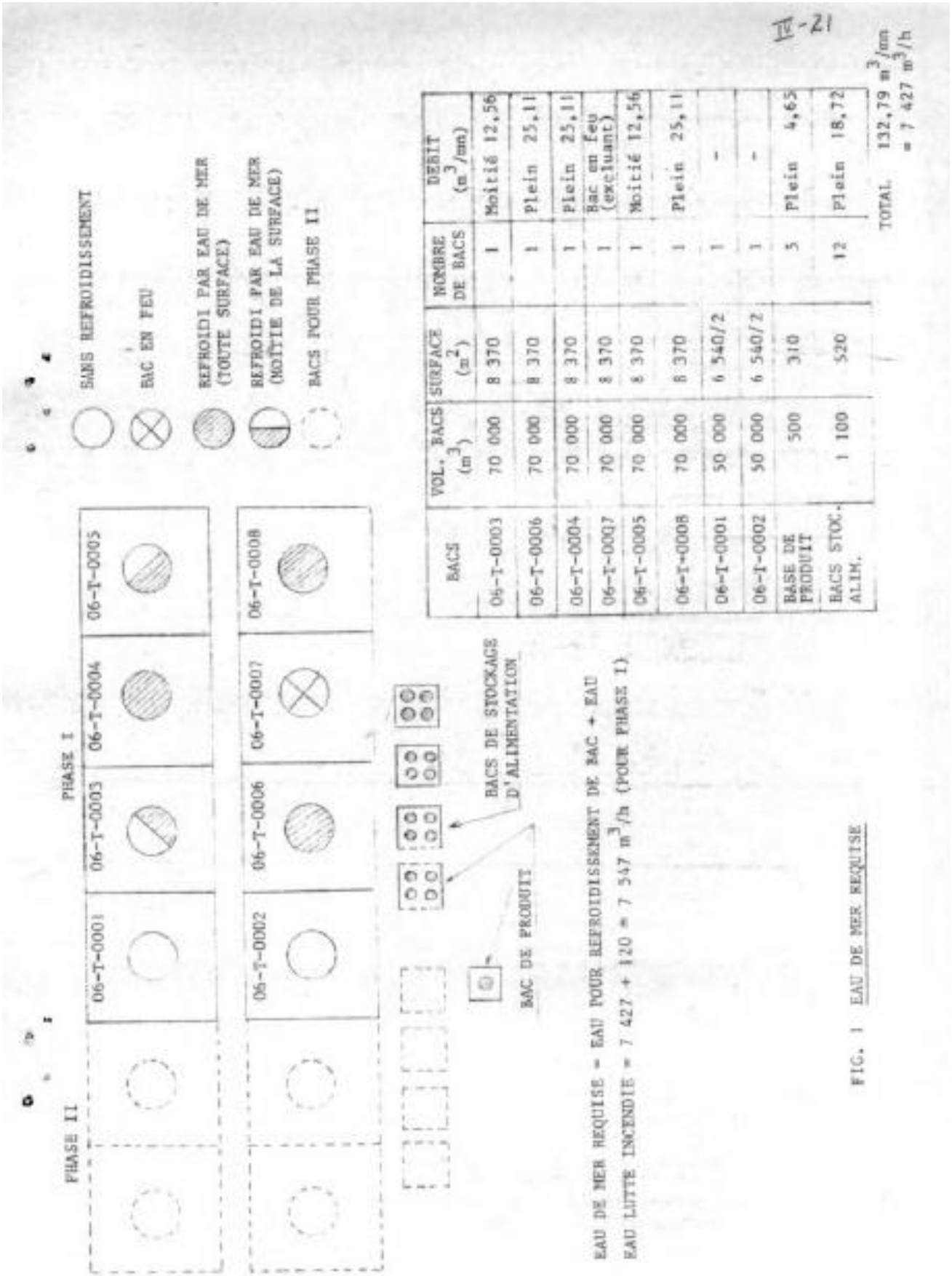
Annexe B : Scénario d'un plan d'attaque sur un incendie dans la zone de stockage



Note

Installation de lutte contre l'incendie	Nbre requis	Nbre de sapeurs	Longueur de tuyau (m)	Remarques

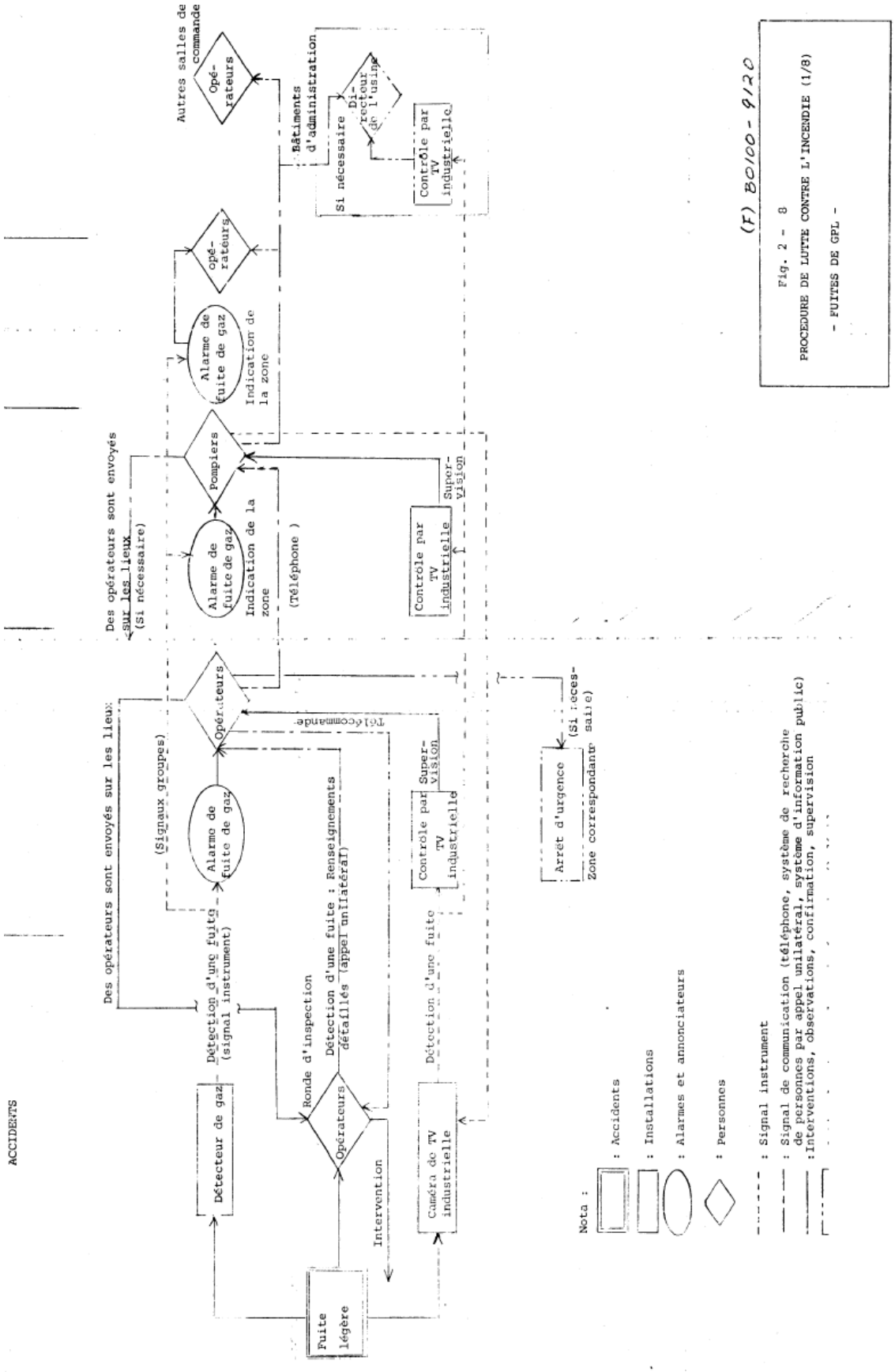
Annexe C: Simulation de fonctionnement du système déluge



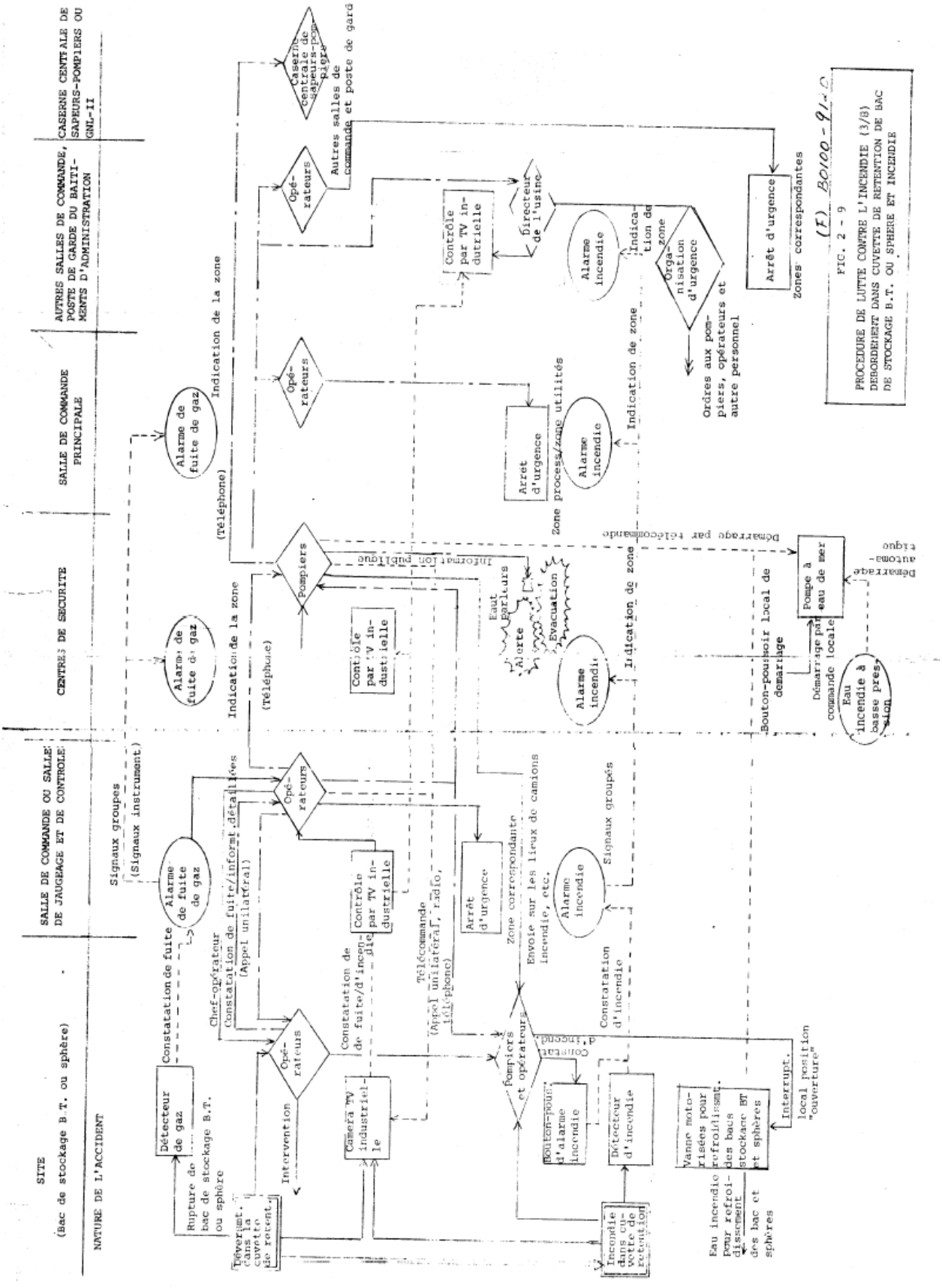
BACS	VOL. BACS (m^3)	SURFACE (m^2)	NOMBRE DE BACS	DEBIT (m^3/mn)
06-T-0003	70 000	8 370	1	Moitié 12,56
06-T-0006	70 000	8 370	1	Plein 25,11
06-T-0004	70 000	8 370	1	Plein 25,11
06-T-0007	70 000	8 370	1	Bac en feu (exclusif)
06-T-0005	70 000	8 370	1	Moitié 12,56
06-T-0008	70 000	8 370	1	Plein 25,11
06-T-0001	50 000	6 540/2	1	-
06-T-0002	50 000	6 540/2	1	-
BASE DE PRODUIT	500	310	5	Plein 4,65
BACS STOCK. ALIM.	1 100	520	12	Plein 18,72
			TOTAL	132,79 m^3/mn = 7 427 m^3/h

FIG. 1 EAU DE MER REQUISE

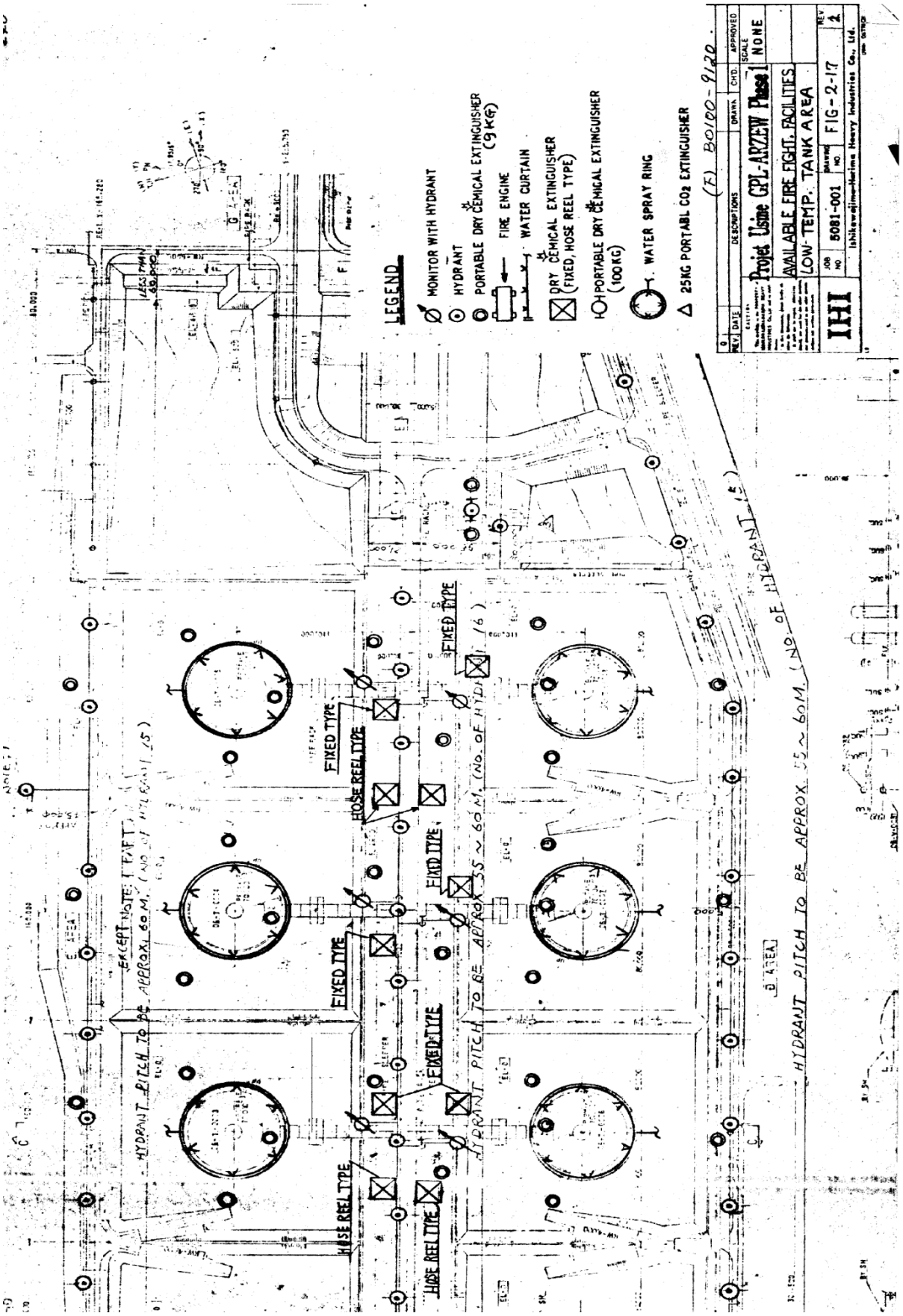
Annexe D : Procédure de lutte contre l'incendie-fuite de GPL



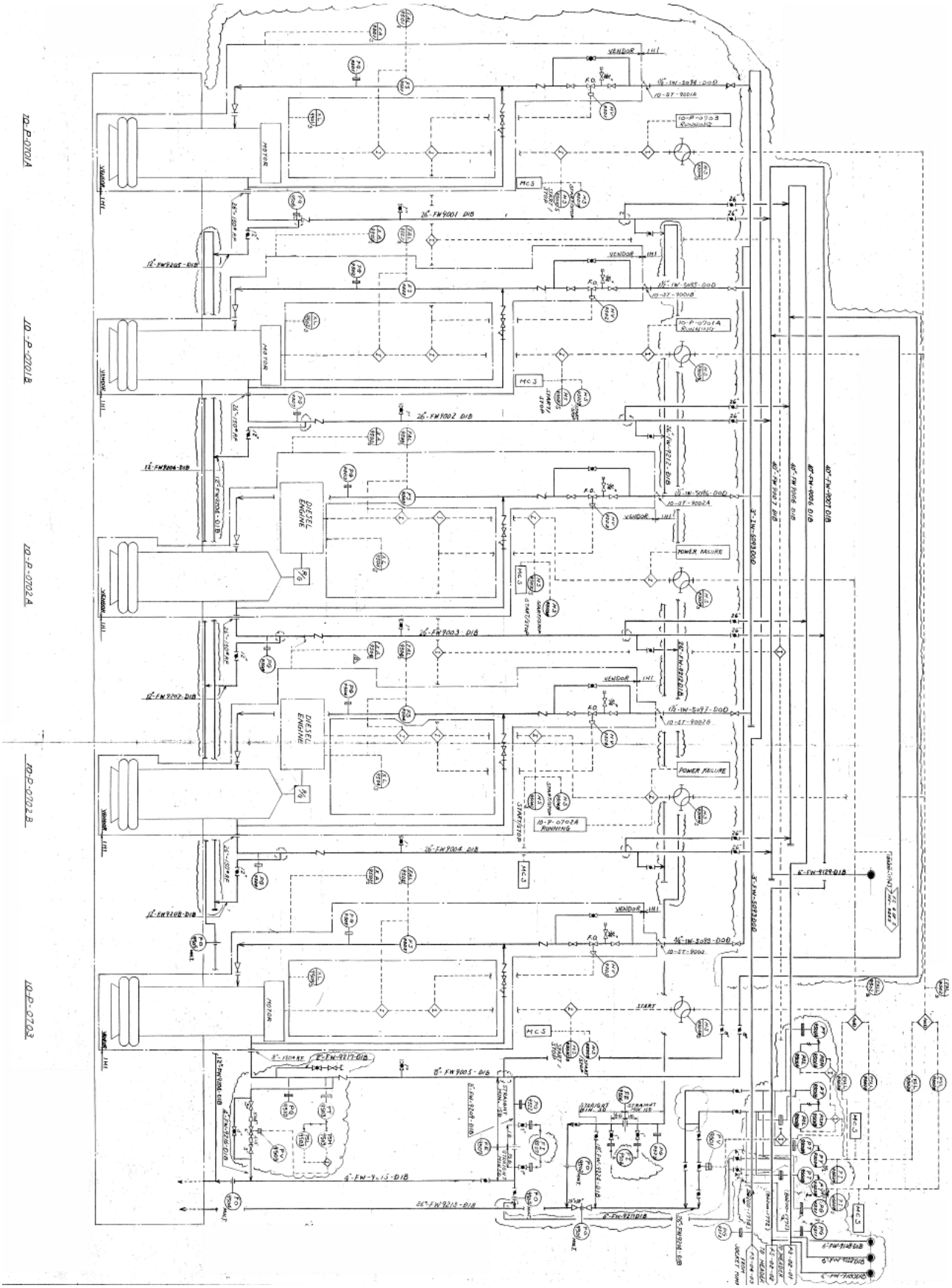
Annexe E : Procédure de lutte contre l'incendie- débordement dans la cuvette de rétention de bac de stockage



Annexe F : les installations de protection contre les incendies à la zone de stockage



Annexe G : Schémas pompes à eau de mer



Annexe H : Schéma des installations de protection fixe par mousse et poudre

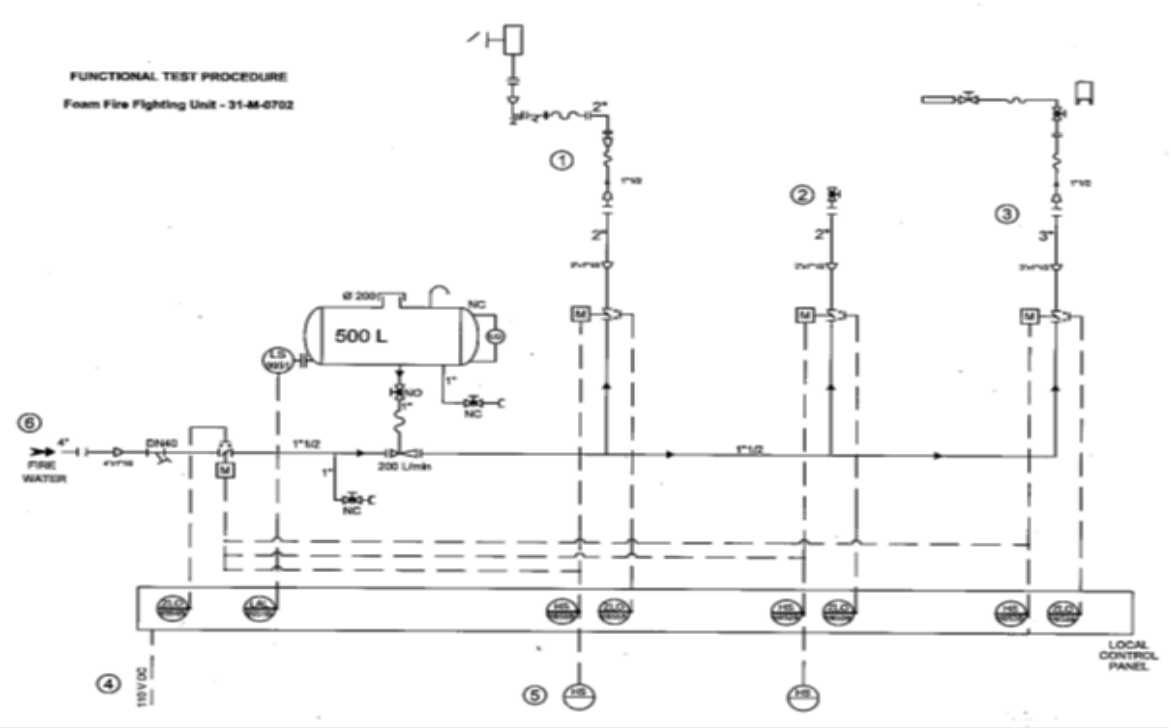


Schéma d'installation de protection fixe par mousse.

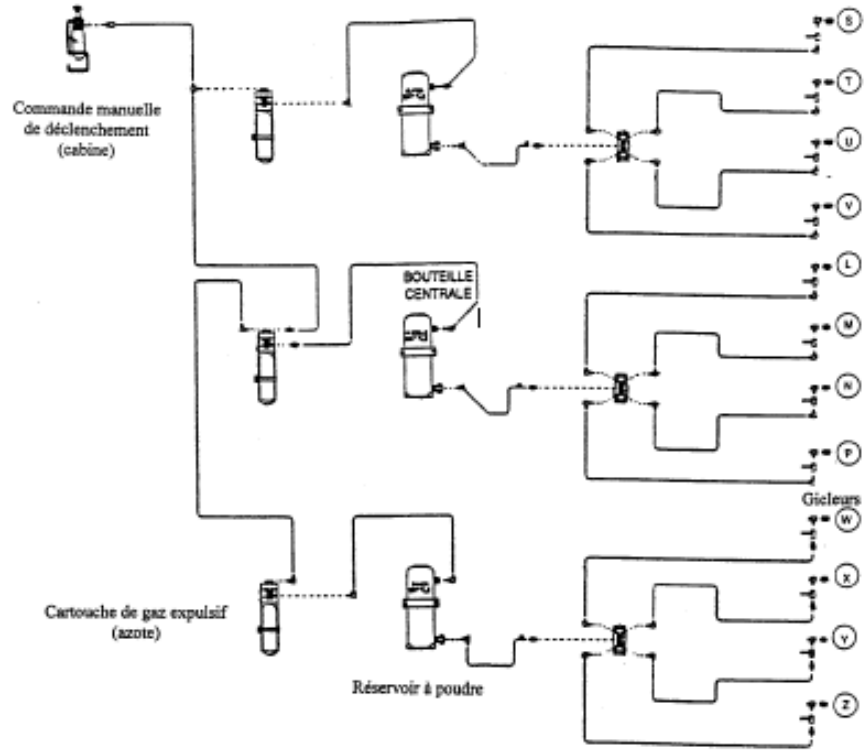


Schéma d'installation de protection fixe par poudre

ANNEXE

Annexe I : Condition de démarrage automatique des pompes à eau de mer.

Désignation	Condition de démarrage
10-P-0703	La pression sur le réseau baisse à 6 kg/cm2
10-P-0701A	10-P-0703 en marche La pression du système est inférieure à 12 kg/cm2 quelques minutes après le démarrage de la 10-P-0703
10-P-0701B	10-P-0701A en marche La pression du système est inférieure à 12 kg/cm2 quelques minutes après le démarrage de la 10-P-0701A
10-P-0702A	Panne générale de courant La pression baisse sur le réseau incendie à 6 kg/cm2
10-P-0702B	Panne générale de courant 10-P-0702A en marche La pression du système est inférieure à 12kg/cm2 quelques minutes après le démarrage de la 10-P-0702A