UNIVERSITE YAHIA FARES - MEDIA

Faculté de Technologie

Département de génie de procédé

MASTER ACADEMIQUE

Filière : hygiene et sécurité industrielle

Option : hygiene et sécurité industrielle

Réalisé par :

KHOUILDI sayeh

Thème :

Evaluation de l'efficacité de système d'extinction automatique co2 selon la règle APSAD

Encadré par:

Mr, RAHMANI Ahmed Chérif

- *Président :.....*
- *Examinateurs : .....*
- *Rapporteur :.....*

Année universitaire 2019/2020

DÉDICACE

J'ai le grand plaisir de dédier ce

Modeste travail :

A ma très chère mère, qui me donne toujours l'espoir de vivre et qui

N'a jamais cessé de prier pour moi.

A mon très cher père, pour ses encouragements, son soutien, surtout

Pour son amour et son sacrifice afin que rien n'entrave le

Déroulement de mes études.

A mes frères, et mes sœurs

A toute ma grande famille

A mes meilleurs amis chacun à son nom.

REMERCIEMENTS

Premièrement louange à « Dieu » qui me a fourni de la patience au moment de besoin, de la force au moment de la faiblesse et de la volonté contre le désespoir, et aussi on le remercie car il me a mis dans des bonnes mains.

On tient à notifier un remerciement spécial à tous les professeurs du Département de Génie des procédés qui ont contribué à notre formation de Master, En particulier, Mr: RAHMANI

Particulièrement, je désire aussi, exprimer nos essentiels remerciements à tous les Travailleurs de complexe ZCINA

Enfin mes remerciements vont à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour l'aboutissement de ce travail.

Table des matières

DEDICACE……..II
REMERCIEMENT…… III
TABLE DES MATIERES ……..……...……..IV
LISTE DES FIGURES…….…VIII
LISTE DES TABLEAUX…….....IX
LISTE DES ABREVIATIONS…….. .X
RESUME……..……..XI
INTRODUCTION GENERALE……...1

CHAPITRE I:GENERALITES SUR L'INCENDIE

1.1 GENERALITES SUR L'INCENDIE 3
1.1.1 Qu'est-ce que le feu? *3*
1.1.2 Les éléments de la combustion *3*
1.1.3 Les origines de l'incendie *4*
1.1.4 Les types de combustion *4*
1.1.5 Propagation de l'incendie *4*
1.1.6 Classe de feux *5*
1.1.7 Les types d'incendie *5*
1.1.8 Effets de l'incendie *6*

CHAPITRE II: PRESENTATION DE CHAMP D'ETUDE

2.1 PRESENTATION DU CHAMPS HASSI MESSAOUD: 8
2.2 PRÉSENTATION DE L'ENTREPRISE: 9
2.2.1 Organigramme de la Region de Hassi Messaoud *10*
2.2.2 Division Sécurité *10*
2.3 PRÉSENTATION DE ZCINA 12
2.3.1 Description des Unités GPL: *12*
2.3.2 Description des Unités LDHP: *23*

CHAPITRE III: SYSTEME DE DETECTION ETEXTINCTION AUTOMATIQUEINCENDIE

3.1 INTRODUCTION : 30
3.2 QU'EST-CE QU'UN SYSTEME DE DETECTION INCENDIE ? 30
3.2.1 Principe de fonctionnement *31*
3.3 LES DÉTECTEURS D'INCENDIE 31
3.3.1 Définition *31*
3.3.2 Détecteurs optique de fumée *32*
3.3.3 Détecteurs de chaleur *32*
3.3.4 Détecteurs linéaires *34*
3.3.5 Détecteurs de flamme *34*
3.3.6 Choix du type de détecteur *35*

3.3.7 Phénomènes et erreurs susceptibles de perturber les détecteurs 36
3.3.8 Les déclencheurs manuels (D.M) 36
3.4 DEFINITION DE SYSTEME EXTINCTION AUTOMATIQUE D'INCENDIE 37
3.5 LES MODES D'EXTINCTION D'INCENDIE 37
3.6 LE SPRINKLAGE 38
3.6.1 Définition 38
3.6.2 Principe de fonctionnement 39
3.6.3 Têtes sprinklers : 39
3.6.4 Le groupe de pompage 39
3.7 SYSTEME D'EXTINCTION D'INCENDIE AVEC LA MOUSSE 40
3.7.1 Généralités 40
3.7.2 Composition du réseau à mousse 40
3.7.3 La mousse et les émulseurs 41
3.7.4 Les différents « Types » d'émulseurs 44
3.8 SYSTEMES D'EXTINCTION A POUDRE 44
3.8.1 Généralités 44
3.8.2 Description du système de contrôle 45
3.8.3 Instrumentation 46
3.8.4 Fonctionnement des skids poudre 46
3.9 EXTINCTION D'INCENDIE AVEC LE FM-200 48
3.9.1 L'avantage de l'utilisation du FM-200 48
3.10 CONCLUSION 49

CHAPITRE IV:ETUDE DE CAS

4.1 INTRODUCTION 51
4.2 EXTINCTION AUTOMATIQUE D'INCENDIE AVEC LE DIOXYDE DE CARBONE (CO2) 52
4.2.1 Qu'est-ce qu'est le CO2 ? 52
4.2.2 Principe d'extinction de CO2 52
4.2.3 Domaines d'applications 53
4.3 LES CRITERES DE CHOIX DE GAZ CO2 53
4.3.1 Le périmètre géographique 53
4.3.2 La performance recherchée 53
4.3.3 La compatibilité entre agents extincteurs et biens à protéger 53
4.3.4 La réactivité du système de sécurité 54
4.4 CALCUL DU BESOIN EN CO2 ET L'EVALUATION DE PERFORMANCES DU SYSTEME PENDANT LEUR REACTION EN CAS D'UN DEBUT DE FEU. 54
4.4.1 Calcule la quantité de CO2 et nombre des bouteilles nécessaire pour local protégée (sous station électrique) 54
4.4.2 Évaluation de performances du système pendant leur réaction en cas d'un début de feu 58
4.4.3 Evaluation du système extinction automatique 61
4.4.4 Interprétation : 61

Liste des figures

Figure	Titre des figures	Page
Fig.I.1	le Tétraèdre du feu	3
fig.I.2	Les types de combustion	4
Fig.II.1	Carte géographique du champs de Hassi Messaoud	8
Fig.II.2	Organigramme de la direction régionale	10
Fig.II.3	Organigramme de la division Sécurité	10
Fig.II.4	séparation de gaz de charge	13
Fig.II.5	Compression du gaz de charge	14
Fig.II.6	Déshydratation du gaz de charge	14
Fig.II.7	Refroidissement du gaz de charge	16
Fig.II.8	Section de Dééthanisation du gaz de charge	18
Fig.II.9	Section de Débutanisation du gaz de charge	19
Fig.II.10	Stockage du GPL	20
Fig.II.11	Stockage du condensat	24
Fig.II.12	Système de Collecte des Hydrocarbures	24
Fig.II.13	Ligne de by-pass	28
Fig.III.1	Constitution d'un S.D.I	32
Fig.III.2	Type de détecteur suivant l'évolution d'u incendie	33
Fig. III.3	Détecteur de fumée optique	33
Fig. III.4	Détecteur de chaleur	34
Fig. III.5	Détecteurs linéaires	35
Fig. III.6	Détecteur ultraviolet UV	36
Fig. III.7	Détecteur infrarouge IR	36
Fig. III.8	déclencheur manuel	38
Fig.III.9	Composition du réseau à mousse	42

Fig.III.10	**Production de la mousse**	**42**
Fig.III.11	**Mode d'action de la mousse**	**43**
Fig.III.12	**Caractéristique d'une mousse**	**44**
Fig. III.13	**Schéma de principe**	**48**

Liste de tableau

Tableau	Titre du tableau	Page
Tableau IV.1	**évaluation des performances du système extinction automatique**	**61**

Liste des abréviations

LDHP : Line direct Haut pression

PV : Procès verbal

HP : Haut pression

ZCINA : Zone Complexe industriel Naili Abdalhalim

PCD : panneau de contrôle déporté

DP : Division Production

CIS : Complexe Industriel Sud

CINA : Centre Industriel Naili Abd elhalim

C.F.P.A : Compagnie Française de Pétrole d'Algérie

SN.REPAL : Société Nationale de Recherche Pétrolière en Algérie

XP : exploitant

SE : Sécurité

MN : Maintenance

ECS : Equipement de Contrôle et de Signalisation

APS : Automate programmable sécurité

SDI : Système de détection incendie

SSI : Système de Sécurité Incendie

DM : Déclenchement manuel

DCS : Distributed Control System

APSAD : Assemblée Plénière des Sociétés d'Assurances Dommages

GPL : Gaz pétrolier liquéfie

Résumé

Le but de ce travail est de connaitre les différents systèmes d'extinction automatique qui doivent être utilisés pour la protection contre les incendies dans les installations gaz/huile.et évalué l'efficacité de système d'extinction avec le gaz de dioxyde de carbone.

Notre travail est basé sur :

En premier lieu : la détermination des notions de base sur l'incendie et la définition de système de détection déférents systèmes d'extinction automatique d'incendie à partir de La regèle APSAD

En deuxième lieu, nous avons fait une étude de cas :

- Calcule le besoin de quantité de CO2 et la réaction de système extinction automatique on cas début de feu, et leur évaluation de performance.

Summary

The purpose of this work is to know the different automatic systems of extinguishing that should be used for fire protection in gas / oil fields and to evaluate the efficiency of the extinguishing system of carbon dioxide.

Our work is based on:

First: determination of the basic concepts on the fire and the definition of the deferens systems of automatic extinction of fire from: the APSAD refreezes

In the second part,

- we have made a case study: calculates the need of quantity CO2 and the reaction of the system, be cases beginning of Fire, and evaluation of system performance

INTRODUCTION

Introduction :

Dans l'historique et les statistiques de l'industrie d'hydrocarbures (gaz-huile) on rencontre plisseur accidents majeurs d'incendies qui a laissé derrière elle des nombreuses victimes, des dégâts matériels et des impacts environnementaux. C'est pour cela que les entreprise de cette industrie mètre on œuvre dans c'est installations toujours plusieurs barrières de sécurité préventive et protective spécialement pour la protection contre ce type d'accident et assuré la sécurité de leur personnelle, leur matériel et de leur environnement .Cette protection doit être réalisée par des dispositifs de protection contre incendie parmi ces dispositifs les systèmes d'extinction automatique

Donc dans les installations gaz /huile on trouve des nombreux types de scénarios d'incendie probables, et des différentes systèmes d'extinction automatique selon la nature de l'installation protégé. Mais est-ce que ces dispositifs sont efficaces par rapport à les règles d'installation ?

Pour vérifier l'efficacité de ces systèmes, il faut bien étudier et comparer les systèmes avec les règles d'installation APSAD (R3, R7).

Dans cette étude nous allons découvrir les déférents systèmes de protection contre l'incendie et choisir un système pour faire notre évaluation de leurs performances pour la protection contre l'incendie.

Le présent travail a été structuré selon la manière suivante :

- Un premier chapitre qui contient les généralités sur l'incendie
- Un deuxième chapitre qui contient la présentation de l'entreprise.
- Un troisième chapitre qui s'occupe des systèmes d'extinction d'incendie.
- Un quatrième chapitre consacré sur le système étudié (extinction à gaz CO_2).

Problématique :

Avec l'évolution technique le rôle de l'être-humain en matière de prévention des incendies a été réduit par des systèmes automatiques qui minimisent le temps d'intervention, dans cette étude nous voulons :

- évaluer l'efficacité des systèmes d'extinction automatique ;
- évaluer leurs performances.

A cet effet, nous avons choisi le système d'extinction automatique à gaz CO2 installé à la sous station électrique pour étudier leur efficacité dans les conditions réelles du travail par rapport les normes APSAD (R3, R7).

Chapitre I

Généralités sur l’incendie

1.1 Généralités sur l'incendie

1.1.1 Qu'est-ce que le feu?

- Pour la plupart des gens, le feu est représenté par une flamme qui dégage de la lumière, de la chaleur et de la fumée.
- Selon l'Office québécois de la langue française (2003), le feu est défini comme un phénomène de combustion accompagné de flammes visibles et de fumée.
- De façon plus scientifique, on pourrait définir le feu comme étant une réaction chimique exothermique impliquant l'oxydation d'un combustible et émettant du rayonnement visible.

1.1.2 Les éléments de la combustion

Pour comprendre le feu, il faut donc définir en premier lieu ce qu'est la combustion. Même si elle peut prendre plusieurs formes la combustion doit toujours réunir trois éléments de base pour avoir lieu;

a) **source de chaleur (énergie d'activation, énergie thermique)**
b) **combustible (réducteur)**
c) **comburant (oxydant)**

Une fois réunis, ces éléments peuvent amorcer une série complexe de réactions chimiques appelées souvent;

d) **réactions en chaîne**

La combinaison de ces quatre éléments est appelée: **tétraèdre du feu**. [1]

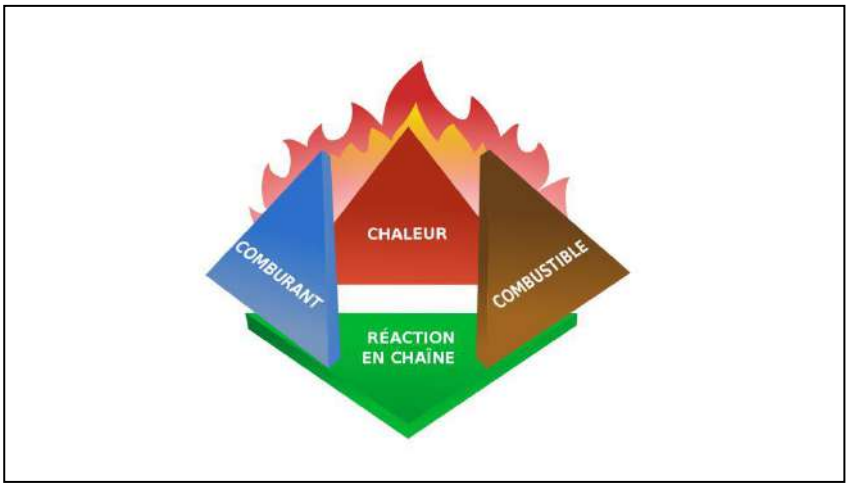


Fig.I.1: le Tétraèdre du feu. [1]

1.1.3 Les origines de l'incendie

Électrique: - statique: accumulation de charges sur une surface (frottement entredeux mauvais conducteurs, foudre…)

- Dynamique: courant électrique (appareil électrique, ampoule, fusible…)

Chimique: réactions exothermiques (combustion, polymérisation, acide-base…)

Mécanique: potentielle et cinétique (chute d'un corps, frottement, choc entre 2 corps…)

Biochimique: réactions du monde vivant (fermentation, réactions bactériennes…)

Nucléaire: fusion (bombe thermonucléaire, soleil) et fission (réacteur nucléaire…)

Naturelle: phénomènes de la nature (soleil, foudre, volcan, météorites…). [1]

1.1.4 Les types de combustion

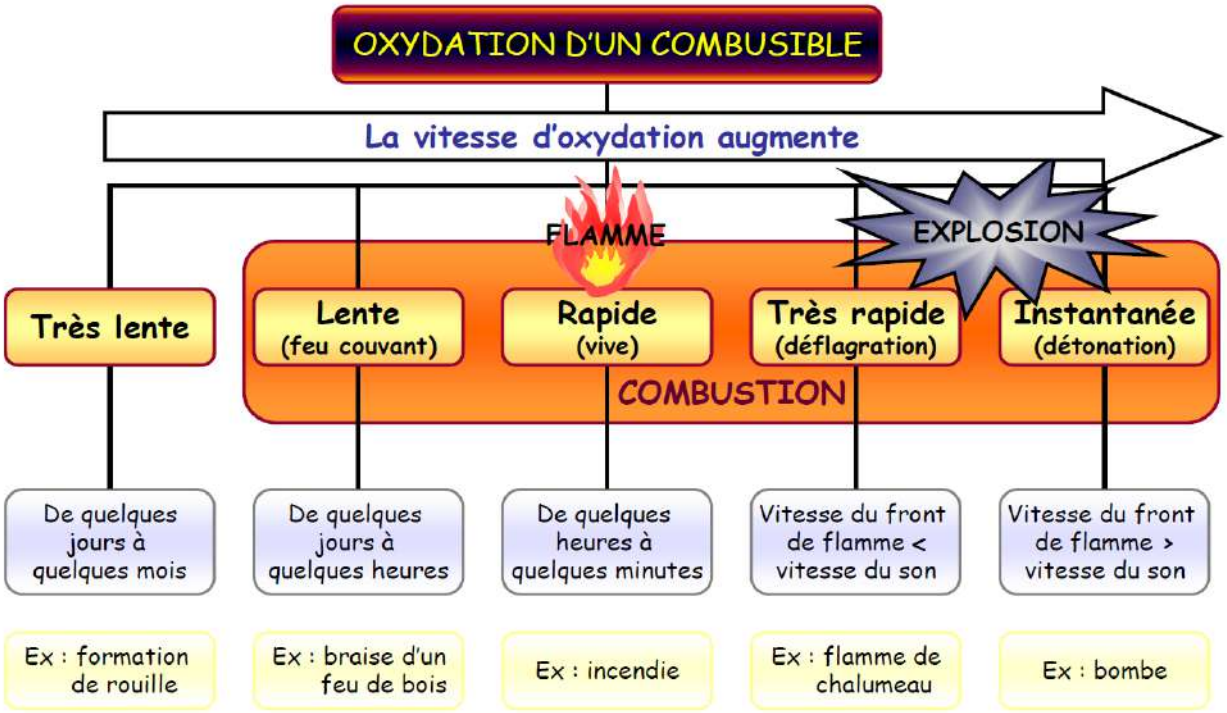


Fig.I.2: Les types de combustion [2]

1.1.5 Propagation de l'incendie

Dans un incendie, les transferts de chaleur peuvent se faire de plusieurs façons, dont les trois principales sont: la convection, le rayonnement et la conduction. Par exemple, la chaleur se propage:

Par **convection**, lorsqu'un courant ascendant d'air chaud (panache) est créé au-dessus d'une flamme; les particules chauffées par la flamme emportent avec elles leur énergie thermique et la diffusent par collision à d'autres particules plus froides.

Par **rayonnement**, lorsqu'une matière en feu se trouve à proximité d'un objet, avec un volume d'air qui les sépare; des particules de lumière (photons) transportent de l'énergie à travers des gaz.

Par **conduction**, lorsqu'un solide froid touche directement à un objet en feu; les particules du solide s'agitent sous l'effet de la chaleur et font bouger les autres particules qu'elles touchent. [3]

1.1.6 Classe de feux

Feux de classe A

Ce sont des feux de matériaux solides formant des braises (bois, papier, carton, tissu, fourrage, coton, etc.); aussi appelés feux secs.

L'eau reste le moyen le plus efficace pour éteindre ces feux nécessitant un refroidissement.

Feux de classe B

Ce sont les feux de liquides ou de solides liquéfiables inflammables (essence, alcool, solvants, plastiques, paraffines, etc.). Il peut s'agir de feux de nappes pour les liquides, pour lesquels la surface de la nappe est un critère déterminant dans la sévérité de l'incendie.

Les poudres et mousses (et éventuellement le CO2 pour les petites surfaces), sont les agents extincteurs les plus adaptés.

Feux de classe C

Ce sont des feux de gaz tels que le méthane, le butane, le propane, l'acétylène. Une action sur la source, c'est à dire une fermeture de vanne, est la solution la plus sûre pour assurer l'extinction de ce type de feux. L'extinction, sans coupure à la source, d'une fuite de gaz enflammée est susceptible de créer une atmosphère explosive (fuite de gaz).

Feux de classe D

Il s'agit des feux de métaux (limaille de fer, copeaux d'aluminium, poussières métalliques, titane, sodium, etc). Au contact de l'eau, ces feux sont susceptibles de générer de l'hydrogène, hautement inflammable, et entraîner une explosion. Les poudres (sèches) sont conseillées.

Feux de classe F

Il s'agit des feux d'huiles ou de graisses, provoqués par l'utilisation d'un appareil de cuisson (friteuses). En théorie, il ne s'agirait que d'un feu de liquide inflammable, mais dans un contexte particulier: milieu clos, à proximité de sources électriques et de chaleur. [1]

1.1.7 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:

- Incendies de Jet
- Incendies de nuage de vapeur ou flammèches
- Incendies de bassin
- Incendie de liquide qui s'écoule (par exemple, impliquant un équipement en hauteur, incendies d'un écoulement ou fuites de pression)
- Liquide bouillant dégageant des vapeurs explosives (BLEVE) et/ou des boules de feu.

D'autres incendies peuvent se produire dans des zones particulières de l'installation du procédé, tels que:

- De matières solides (bois, papiers, cartons, plastiques, chiffons…).[4]

1.1.8 **Effets de l'incendie**

a. Conséquences sur l'Homme

Les effets de l'incendie sont surtout dus à deux phénomènes: les gaz - fumées et la chaleur.

Les gaz et fumées présentent les dangers suivants:

- Dégagement de température avec risque de brûlure interne par inhalation des chauds.
- Opacité gênant l'évacuation.
- Asphyxie (la concentration d'oxygène diminuant lors d'un incendie).
- Toxicité.

Les flammes et la chaleur:

La température au cœur du foyer peut varier de 600 à 1 200°C. Au contact des flammes, les brûlures sont immédiates. Des lésions peuvent apparaître lors de l'exposition de la peau pendant plusieurs secondes à une température de l'ordre de 60°C.

On distingue trois catégories de brûlures:

- le premier degré : atteinte superficielle (typiquement : le « coup de soleil »)
- le second degré : destruction de l'épiderme avec apparition de cloques
- le troisième degré : destruction du derme et de l'épiderme ; à ce stade, la peau n'est plus capable de se régénérer seule.

L'effet lumineux des flammes constitue également un danger pour les yeux.

b. Conséquences sur les bâtiments et les biens

La destruction des bâtiments et des biens représente un tribut important payé à l'incendie. La protection contre l'incendie nécessite de connaître la charge calorifique1 et le comportement au feu des matériaux et des éléments de construction. [4]

Chapitre II

Présentation de champ d’étude

2.1 Présentation du champ Hassi Messaoud:

Le champ de Hassi Messaoud se situe à 850 km au Sud- Est d'Alger et à 350 km des frontières tunisiennes. Par sa superficie qui s'étend sur prés de 2200 km2, il est le plus grand gisement de pétrole en Algérie et l'un des champs les plus complexes du monde.

IL est caractérisé par:

- La légèreté de l'huile.
- La pression de gisement varie entre 120 et 400 kg/cm2
- La température est de l'ordre de 118 °C.
- La porosité est faible.

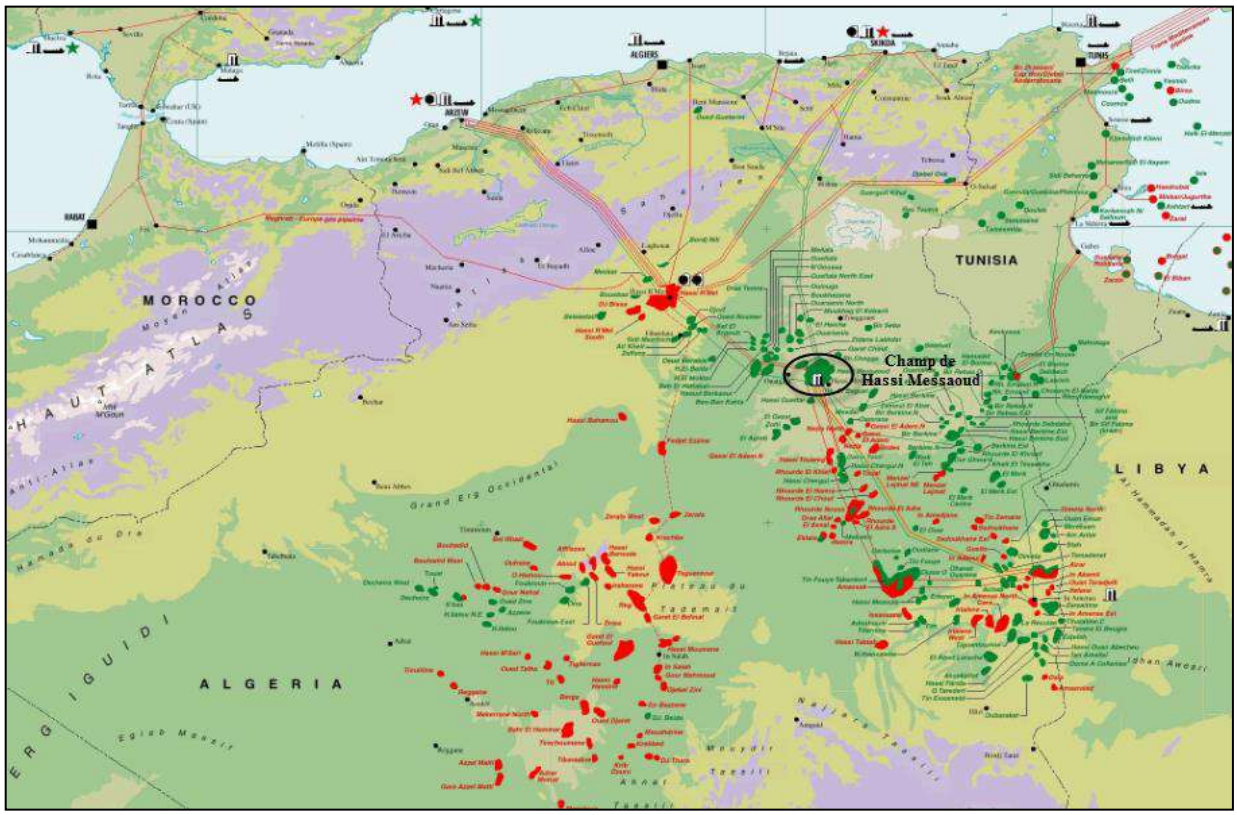


Fig.II.1: Carte géographique du champ de Hassi Messaoud. [5]

Le gisement pétrolier de Hassi Messaoud, d'une superficie de 2500 Km², est subdivisé géographiquement en deux zones nord et sud.

Cette répartition remontant à 1956 lors de la découverte et l'exploitation du champ par les deux compagnies françaises CFPA au nord et la SNREPAL au sud, a engendré la creation de deux centres de production.

Au départ ces centres regroupaient uniquement des installations de séparation, de traitement, de stockage et expédition du pétrole brut, par la suite, d'autres unités de traitement de gaz et de réinjection sont venues s'y greffer pour étendre davantage les centres de production. [5]

2.2 Présentation de l'entreprise:

La SONATRACH (Société Nationale pour la Recherche, la Production, le Transport, la Transformation, et la Commercialisation des Hydrocarbures spa) a été créent 1963. C'est la plus importante compagnie d'hydrocarbures en Algérie et en Afrique.

Elle intervient dans l'exploration, la production, le transport par canalisations, la transformation et la commercialisation des hydrocarbures et de leurs dérivés. Adoptant une stratégie de diversification, SONATRACH se développe dans d'autres activités telles que la génération électrique, les énergies nouvelles et renouvelables, le dessalement d'eau de mer, et la recherche et d'exploitation minière. Poursuivant sa stratégie d'internationalisation, SONATRACH opère dans plusieurs régions du monde en Afrique: (Mali, Niger, Libye, Egypte), en Europe (Espagne, Italie, Portugal, Grande Bretagne), en Amérique Latine (Pérou) et aux USA. Avec un chiffre d'affaires de près de 64,975 milliards de US$ réalisé en 2008, SONATRACH est classée:

- 1ère Compagnie Africaine.
- 12ème Compagnie pétrolière Mondiale.
- 13ème Compagnie Mondiale concernant les hydrocarbures liquides (réserves et production).
- 6ème Compagnie Mondiale en matière de Gaz Naturel (réserves et production).

Ses activités constituent environ 30% du PNB de l'Algérie. Elle emploie 120.000 personnes dans l'ensemble du groupe. Elle est divisée en quatre Activités: Amont, Aval, Transport par canalisation et Commercialisation. La Division Production (DP) fait partie intégrante de l'Activité Amont de DP. Les sites de production de la Division Production

sont répartis en trois lots en fonction de leur situation géographique. Le lot 1 regroupe les directions régionales de Hassi Messaoud (CINA, CIS, Unités satellites, Borma, Mesdar), Hamra, Rhourde Nouss et Gassi Touil. Le lot 2 regroupe les directions régionales de Hassi R'Mel (Centre, Nord, Sud, Djebel Bissa, Oued Noumer et Ait Kheir) et de Haoud Berkaoui (Guellala et Benkahla). Le lot 3 regroupe les directions régionales d'In Amenas, Stah (Alrar, Stah, Mereksen), Tin Fouye Tabankort et Ohanet. [5]

2.2.1 Organigramme de la Region de Hassi Messaoud

La direction régionale de Hassi Messaoud est divisée en 5 directions, 6 divisions:

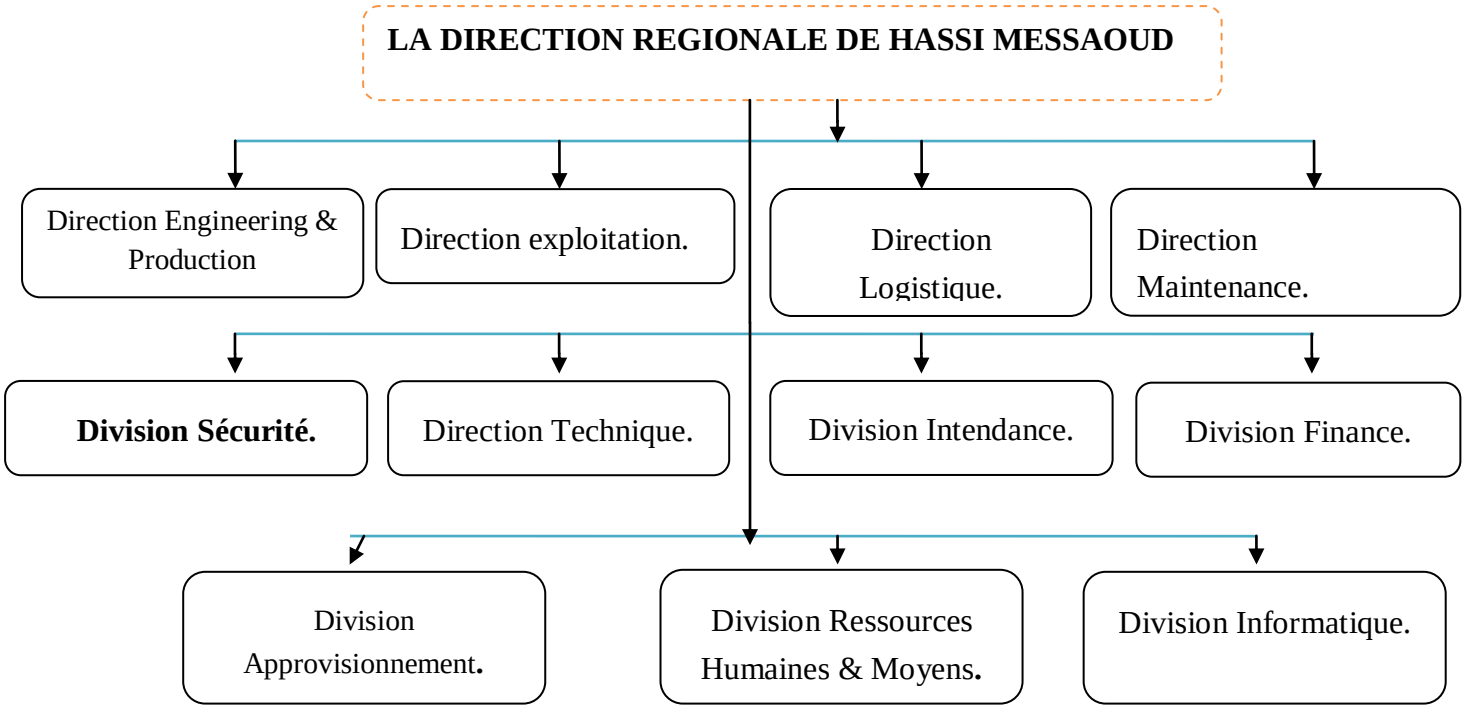


Fig.II.2: Organigramme de la direction régionale [5]

2.2.2 Division Sécurité

Organigramme de la division Sécurité

Les différentes structures de la division sécurité sont représentées par l'organigramme ci-dessous:

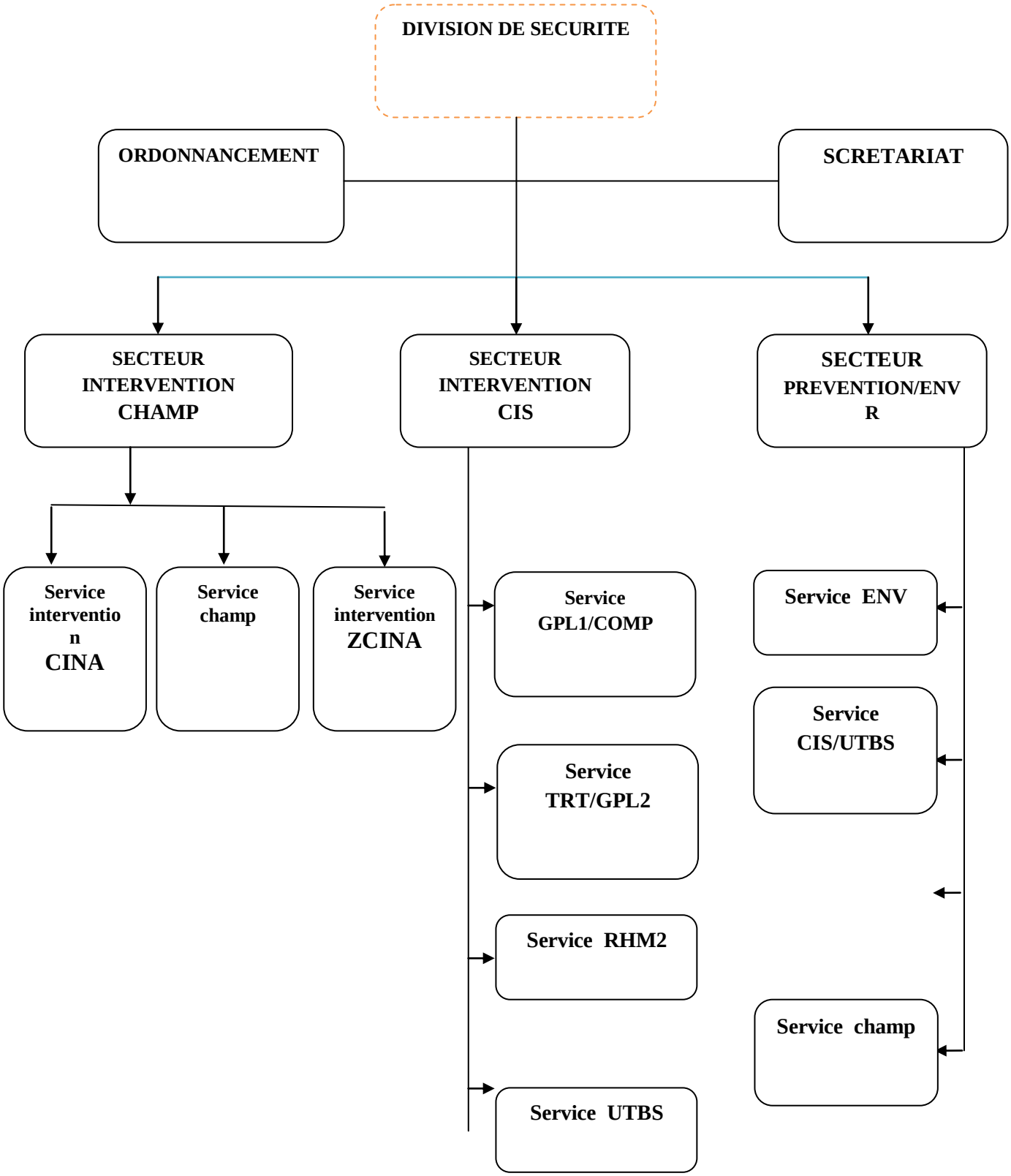


Fig.II.3: Organigramme de la division Sécurité [5]

2.3 Présentation de ZCINA

L'unité **ZCINA** (nouvelle Zone Complexe industriel Naili Abdalhalim) a été mise en service en juin 2013, l'objectif de l'unité est l'extraction des liquides du gaz associé provenant de l'unité de compression CINA et de l'unité séparation d'huile LDHP ZCINA pour produire du GPL et Condensats

Le site ZCINA se situe environ 05 km au nord de CINA, sa superficie est de l'ordre de 34.4 ha (33ha unité GPL et 1.4ha unité LDHP) porte sur l'ensemble des installations de la section de séparation d'huile LDHP ZCINA et de la section GPL et des infrastructures et des bâtiments (centrale sécurité, atelier de maintenance, bâtiment de contrôle, sous stations électriques).

Le projet ZCINA a été réalisé par:

- Entrepreneur : SAIPEM
- Construction: GTP / KAHRIF/ LEAD / BENTINI.

L'unité ZCINA est conçue pour:

- ✓ Le traitement de la totalité des gaz associés produits au niveau du champ Nord pour l'extraction du GPL et Condensats,
- ✓ Le dégoulottage du réseau de collecte existant par la pose d'un nouveau réseau,
- ✓ La création d'un étage de séparation de 32 barg et ségrégation des puits selon leur pression et l'augmentation de la capacité de séparation huile. [6]

2.3.1 **Description des Unités GPL:**

a. Séparation d'Entrée:

Cette unité est commune à tout le complexe de GPL ZCINA. Le séparateur d'entrée G01-VL-20-01 reçoit le gaz de charge acheminé par la canalisation de 40″ depuis CINA. Ce gaz peut contenir de l'eau générée par la condensation en ligne. Le séparateur d'entrée G01-VL-20-01 sépare le gaz, dirigé vers la section de compression, de la phase aqueuse. Une injection d'inhibiteur de corrosion est prévue au niveau de la sortie gaz du séparateur. Le ballon de flash des condensats d'entrée G01-VD-20-01 reçoit le liquide du séparateur d'entrée G01-VL-20-01 envoyé via un contrôle de niveau. Ce ballon permet de dégazer l'eau saturée en hydrocarbures et d'envoyer les gaz dissous à la torche basse pression. Le liquide de fond du ballon est expédié vers le système de traitement des eaux huileuses sous contrôle de niveau. [6]

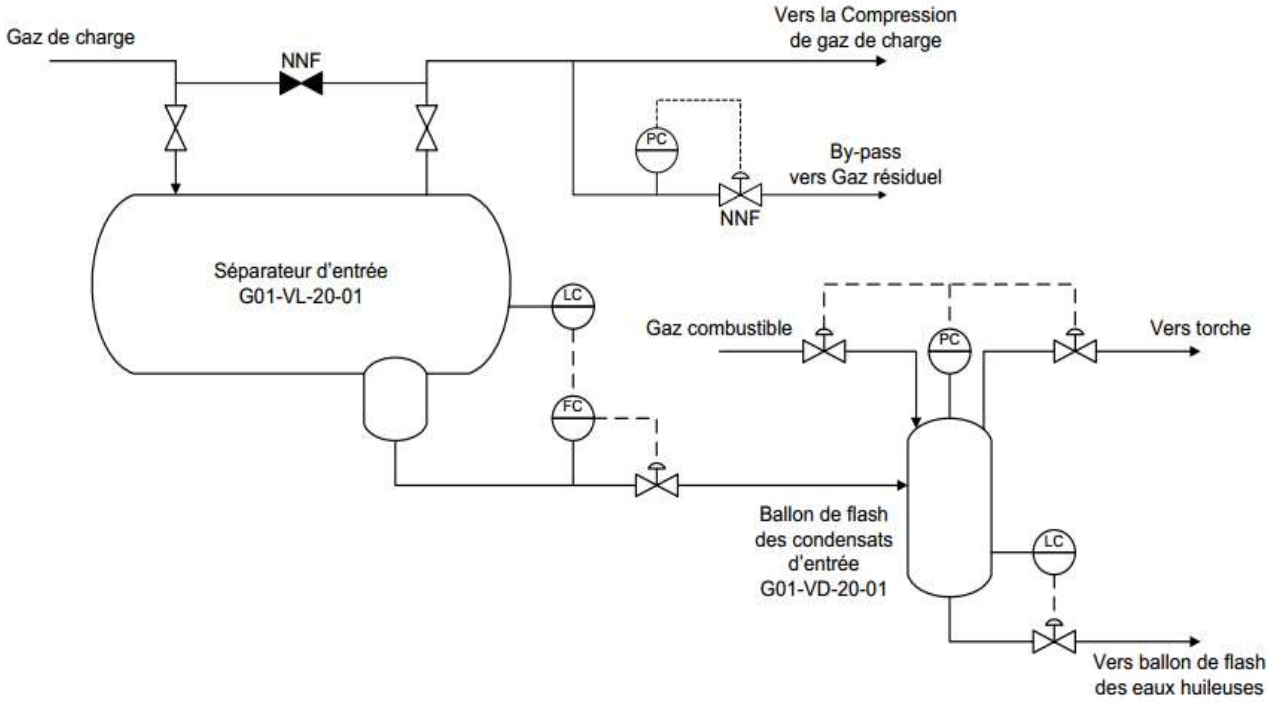


Fig.II.4: séparation de gaz de charge. [6]

b. Compression du Gaz de Charge:

Le gaz de charge en provenance du séparateur d'entrée G01-VL-20-01 est envoyé sur le collecteur commun d'aspiration des compresseurs de gaz de charge G05/G06/G07/G08-KA-23-01. Dans le futur, le collecteur commun d'aspiration des compresseurs recevra également le gaz associé issu de l'unité de séparation d'huile LDHP (également située à ZCINA).

L'ensemble du gaz se répartit sur les quatre trains de compression (le 4ème train de compression est utilisé comme secours tant que le 4ème train de traitement n'est pas opérationnel).

Le gaz de régénération issu de la section de déshydratation de chaque train de traitement est recueilli sur un collecteur commun puis il se répartit également sur les compresseurs au niveau de la dernière roue, constituant ainsi l'inter-étage de ces derniers. Les quatre trains de compression sont identiques. La description de fonctionnement qui suit s'applique à n'importe lequel des trains de compression. La valeur de X dans la numérotation des équipements est fonction du numéro du train de compression concerné (X=5 pour le train 1, X=6 pour le train 2, X=7 pour le train 3 et X=8 pour le train 4). [6]

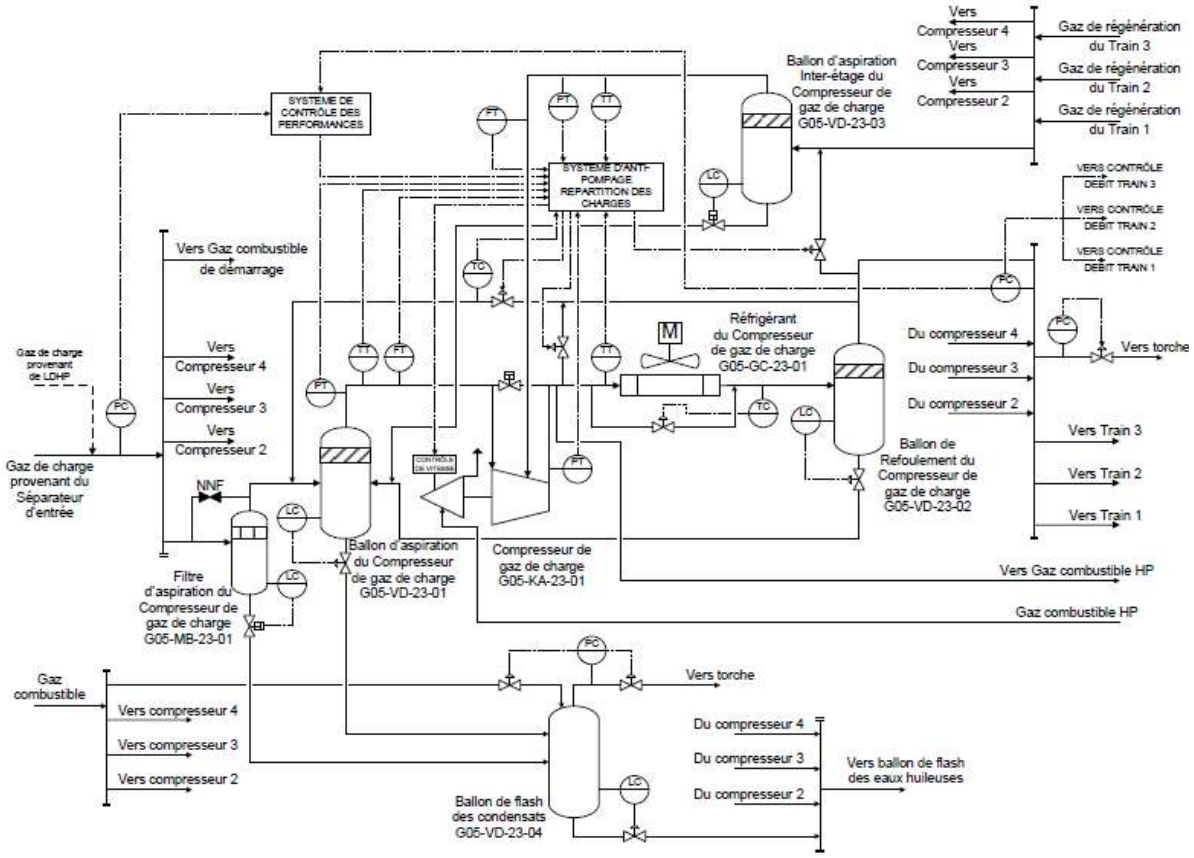


Fig.II.5: Compression du gaz de charge. [6]

c. Déshydratation du gaz de charge:

Le gaz de charge comprimé, en provenance des compresseurs de gaz de charge, est transféré vers le collecteur de distribution de gaz de charge qui alimente les trois trains de traitement.

La pression au niveau du collecteur de refoulement des compresseurs de gaz de charge (c'est-à-dire à l'entrée de l'unité de déshydratation de chaque train de traitement) est contrôlée par le système de répartition de charge des expandeurs via le débit "aspiré" par chaque expandeur. C'est l'expandeur qui régit le débit de gaz entrant dans chaque train de traitement. Le système de répartition de charge de l'expandeur permet de contrôler la pression tout en répartissant vers les trains de traitement à disposition le gaz délivré par les unités de compression de gaz de charge.

L'unité de déshydratation de chaque train a pour fonction de diminuer la quantité d'eau dans le gaz d'alimentation (saturé en eau) pour atteindre la valeur spécifiée de 1 ppm vol. En

sortie d'unité. L'eau est ôtée du gaz humide pour éviter la formation d'hydrates dans la section froide de l'installation.

Les trois trains de traitement sont identiques. La description de fonctionnement qui suit s'applique à n'importe lequel des trains de traitement. La valeur de X dans la numérotation des équipements correspond au numéro du train de traitement concerné (X=1 pour le train 1, X=2 pour le train 2 et X=3 pour le train 3). [6]

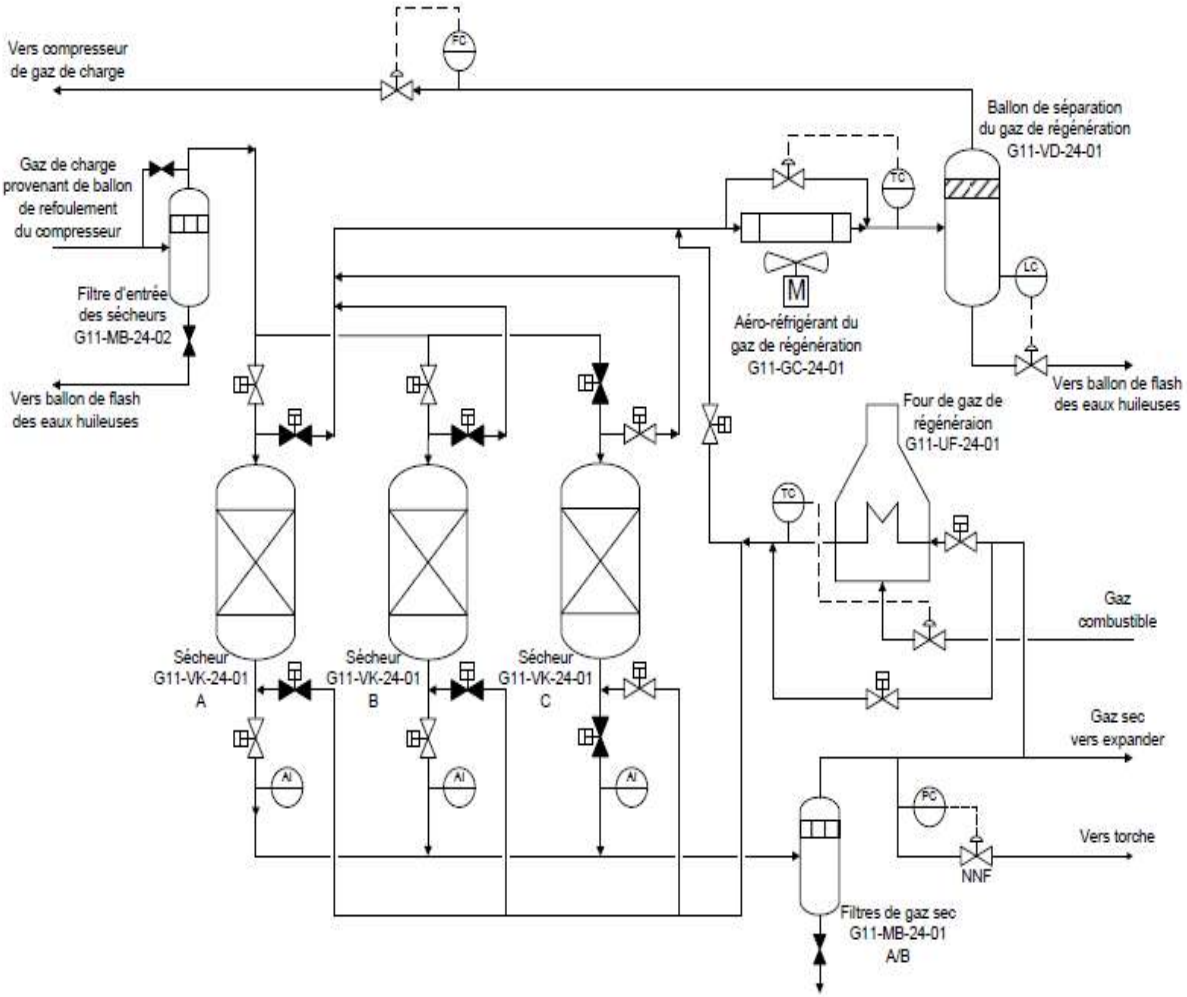


Fig.II.6: Déshydratation du gaz de charge. [6]

d. Section de Refroidissement du Gaz et Section de Dééthanisation:

Le gaz sec filtré provenant de l'unité de déshydratation est acheminé vers la section de refroidissement du gaz. Le débit de gaz est réparti entre l'échangeur gaz de charge/charge dééthaniseur G1X-GA-32-01 (côté tubes) et l'échangeur gaz de charge/gaz résiduel G1X-GA-32-02 A/B (côté calandre) fonctionnant en parallèle. Une partie du gaz déshydraté est refroidi

dans l'échangeur G1X-GA-32-01 par la sortie liquide froide provenant du ballon d'alimentation du déethaniseur G1X-VL-32-03.

Le débit restant est refroidi dans l'échangeur G1X-GA-32-02 A/B par le gaz résiduel provenant du système de tête de l'absorbeur G1X-CA-32-01. Les deux flux froids sont mélangés et dirigés vers le ballon d'alimentation de l'expandeur G1X-VL-32-01. [6]

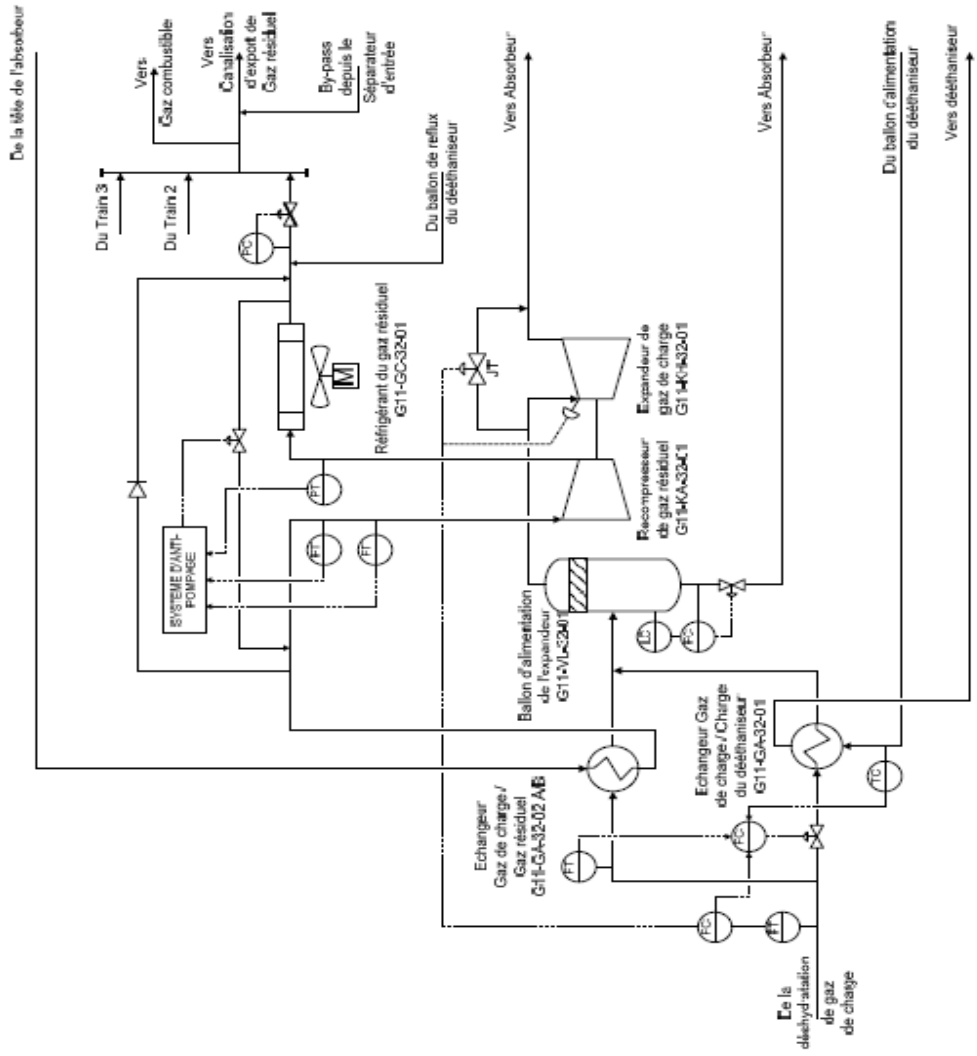


Fig.II.7: Refroidissement du gaz de charge. [6]

e. Section de Dééthanisation:

L'absorbeur G1X-CA-32-01 reçoit des flux bi-phasiques (liquide / vapeur) provenant de la sortie de l'expandeur de gaz de charge G1X-KH-32-01 (ou de la vanne Joule-Thomson) et du fond du ballon d'alimentation de l'expandeur G1X-VL-32-01. L'absorbeur G1X-CA-32-01 est une colonne à plateaux à reflux sans rebouillage où la majorité de l'éthane et des composants plus légers sont séparés en tête de l'absorbeur. Le reflux liquide de l'absorbeur provient du gaz de tête du déethaniseur G1X-CE-32-01, condensé dans l'échangeur de tête de

l'absorbeur G1XGA-32-04 par le gaz froid sortant en tête de l'absorbeur. Le liquide est récupéré dans le ballon de désengagement de l'absorbeur G1X-VL-32-06 avant d'alimenter l'absorbeur G1X-CA-32-01 sur le plateau de tête de la colonne.

Le liquide récupéré en fond de colonne est envoyé par la pompe d'alimentation du déethaniseur G1X-PA-32-01 A/B vers le condenseur du déethaniseur G1X-GA-32-03, où celui-ci est partiellement vaporisé. Le flux biphasique ainsi formé entre dans le ballon d'alimentation du dééthaniseur G1X-VL-32-03. Le liquide récupéré dans ce ballon alimente l'échangeur gaz de charge / charge du déethaniseur G1X-GA-32-01 du coté calandre; le liquide y est partiellement vaporisé. Ce fluide constitue l'alimentation principale du dééthaniseur G1X-CE-32-01 au niveau du plateau n°21 du dééthaniseur. Le gaz sortant du ballon d'alimentation du déethaniseur G1X-VL-32-03 est lui envoyé, sous contrôle de pression différentielle, dans la colonne au niveau du plateau n°30, constituant ainsi l'alimentation secondaire du déethaniseur.

Le gaz de tête du déethaniseur G1X-CE-32-01 est partiellement condensé dans le condenseur du déethaniseur G1X-GA-32-03 par le liquide froid provenant du fond de l'absorbeur G1X-CA-32-01, puis envoyé vers le ballon de reflux du déethaniseur G1X-VL-32-02. Le liquide condensé est renvoyé en tête du déethaniseur (au niveau du plateau n°41) via la pompe de reflux du déethaniseur G1X-PA-32-02 A/B. En fonctionnement normal, la pression du déethaniseur est maintenue à 28 barg par l'action de la vanne située sur la sortie gaz du ballon de désengagement de l'absorbeur G1X-VL-32-06. [6]

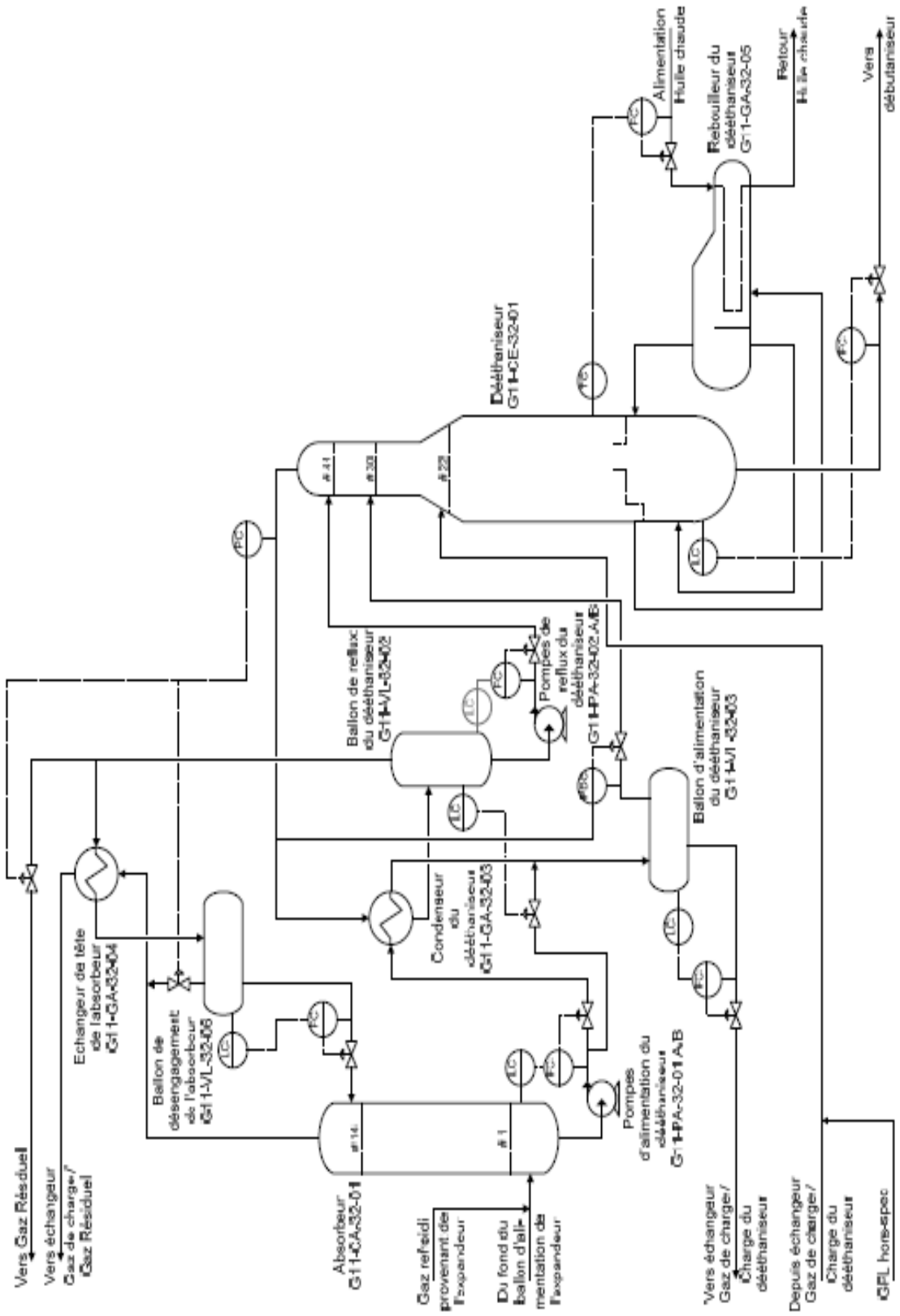


Fig.II.8: Section de Déséthanisation du gaz de charge. [6]

f. Section de Débutanisation

Les trois trains de traitement sont identiques. La description de fonctionnement qui suit s'applique à n'importe lequel des trains de traitement. La valeur de X dans la numérotation des équipements correspond au numéro du train de traitement concerné (X=1 pour le train 1, X=2 pour le train 2 et X=3 pour le train 3).

Le débutaniseur G1X-CB-32-01 est une colonne de distillation avec reflux et rebouillage comportant 43 plateaux et deux alimentations. L'alimentation principale entre dans la colonne au niveau du plateau n°28. L'iso-pentane provenant du séparateur M4, situé au CPF CINA constitue la seconde alimentation du débutaniseur de chaque train. Cette alimentation se fait au niveau du plLa pression du débutaniseur est maintenue à 17.9 barg par la vanne de contrôle de tête de colonne. Le gaz de tête est totalement condensé dans l'aéro-réfrigérant G1X-GC-32-02.

Le GPL condensé est recueilli dans le ballon de reflux du débutaniseur G1X-VL-32-05. Une partie du débit liquide formé est pompée vers le plateau de tête du débutaniseur par la pompe de reflux G1X-PA-32-03 A/B : ceci constitue le reflux de la colonne. Le reste du débit de GPL correspond à la production du train de traitement. En condition normale, la production en GPL du train est dirigée sur le collecteur commun de GPL "aux spécifications" puis envoyé vers la section de stockage et d'export du GPL. [6]

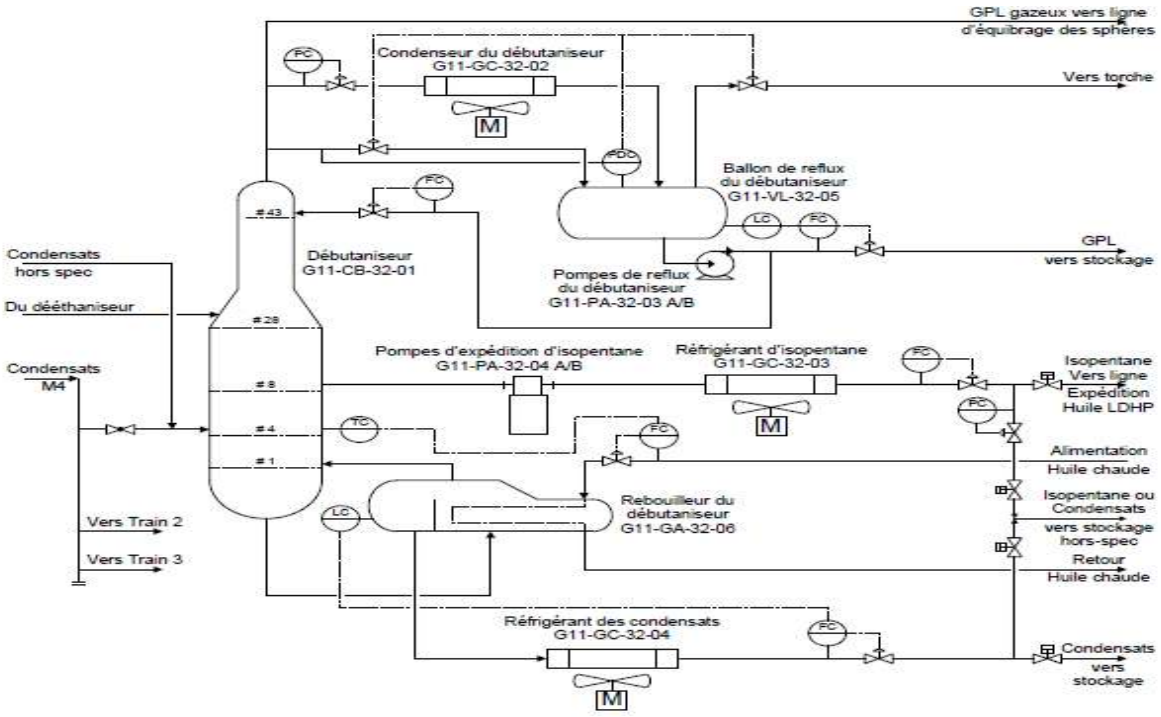


Fig.II.9: Section de Débutanisation du gaz. [6]

g. Stockage, Export et Recyclage du GPL :

❖ Stockage du GPL:

Le GPL produit au niveau du ballon de reflux du débutaniseur de chaque train G11/G12/G13-VL-32-05 alimente la section de stockage via le collecteur commun de GPL aux spécifications et/ou le collecteur commun de GPL hors spécifications.

Le système de stockage de GPL se compose au total de quatre sphères identiques d'un volume total unitaire de 500 m3. Trois de ces sphères (31G-RD-33-01 A/B/C) sont uniquement dédiées à recevoir et stocker du GPL répondant aux spécifications (fractions en C2- et en C5+) et ne sont donc alimentées que par le collecteur de GPL on-spec. La sphère de stockage de GPL hors-spec 32G-RD-33-01 est normalement dédiée à recevoir et stocker temporairement du GPL hors-spec lorsque l'on en produit, mais elle peut aussi être utilisée comme une sphère "on-spec" si on le désire. En effet, elle est à la fois connectée au collecteur de production de GPL hors-spec et au collecteur de production de GPL on-spec.

La pression de toutes les sphères est régulée pour être maintenue entre 15 barg et 21 barg. La mise sous pression à 15 barg est assurée par une ligne commune de gaz provenant de la tête des débutaniseurs. En cas d'augmentation de pression, le ciel gazeux des sphères est évacué vers l'une des torches froides (via le collecteur évent GPL) à partir d'une pression de 21 barg. Les sphères peuvent fonctionner selon quatre configurations: service normal / vidange / remplissage / isolée. En plus de cela, un commutateur permet de choisir le mode dans lequel opère la sphère 32G-RD-33-01: soit "on-spec", soit "hors-spec".

Les sphères sont utilisées comme volume tampon avant l'export du GPL.

❖ Système d'export du GPL:

Les sphères de stockage de GPL alimentent les pompes d'export de GPL 35G-PA-33-01 A/B (2 x 100%). Les pompes 35G-PA-33-01 A/B sont des pompes centrifuges verticales permettant de fournir la pression nécessaire à l'export du GPL.

Les pompes d'export de GPL ont une capacité unitaire égale à la production maximale de quatre trains de traitement. En fonctionnement normal le niveau moyen des sphères est régulé et le débit d'export correspond au débit de production de GPL par les trains de traitement. Il est également possible d'exporter plus, ou moins, que la production elle-même (en contrôlant directement en débit) en fonction de l'accumulation dans les sphères et de la capacité de réception en GPL des installations en aval (hors de l'usine GPL ZCINA). Il est ainsi possible d'exporter l'équivalent de la production journalière en 16 heures en utilisant les deux pompes d'export 35G-PA-33-01 A/B en parallèle.

Le débit de GPL expédié est mesuré par le package de comptage transactionnel 360-UJ-33-01, comportant deux lignes de mesure et une ligne d'étalonnage. Le système de comptage mesure avec exactitude le débit de liquide qui coule à travers les lignes de mesure. A partir d'une mesure primaire du débit volumique, et grâce à des mesures de pression et de température, le calculateur du comptage détermine le volume brut, la masse et le volume standard exporté.

Les vannes de contrôle en aval du package de comptage transactionnel permettent de réguler l'export suivant différents paramètres: soit sous contrôle du niveau moyen des sphères (paramètre recommandé en fonctionnement normal), soit sous imposition du débit d'export (recommandé lors des phases d'accumulation ou de vidange partielle des sphères) ou soit sous contrôle de la pression d'aspiration des pompes d'export (à n'utiliserque lorsque les sphères ne sont pas utilisées).

❖ **Recyclage du GPL:**

Le GPL hors-spécifications stocké dans la sphère 32G-RD-33-01 peut être recyclé vers le dééthaniseur de chacun des trains de production. Le recyclage est réalisé par les pompes centrifuges verticales 35G-PA-33-02 A/B (2 x 100 %) quand les opérateurs le souhaitent. [6]

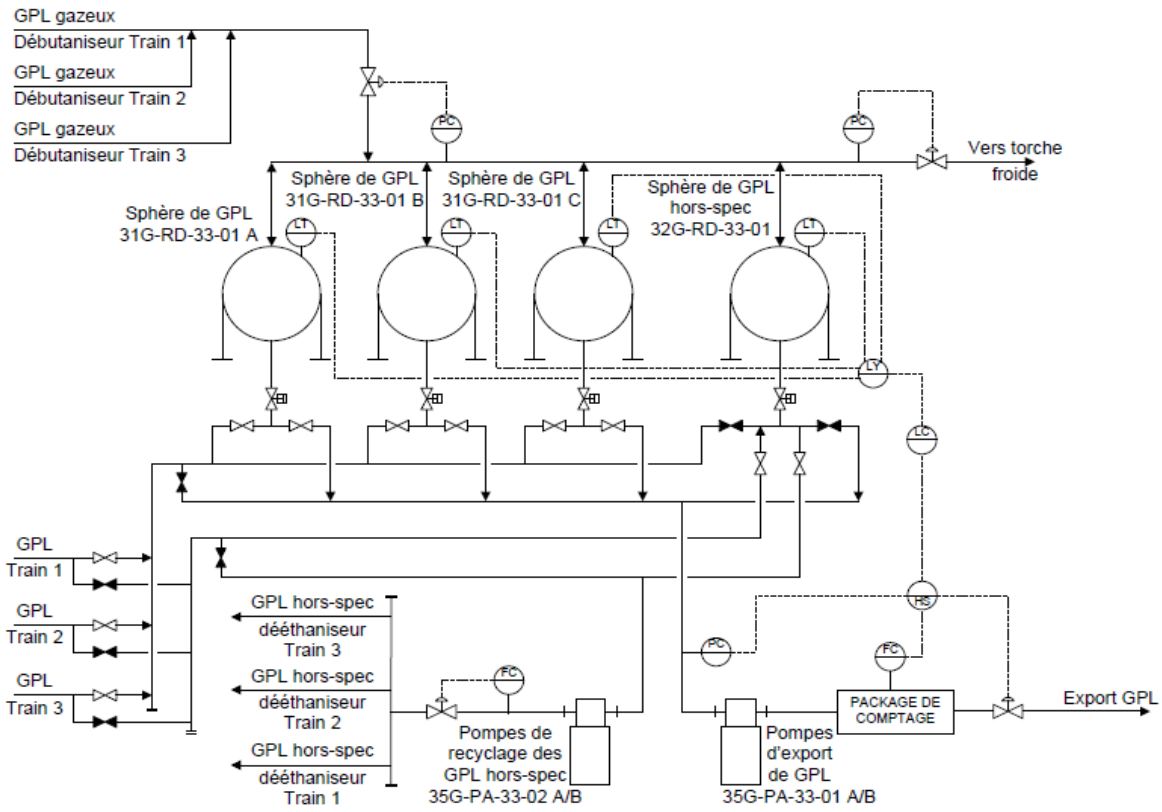


Fig.II.10 Stockage du GPL. [6]

h. Stockage, Export et Recyclage du Condensat:

❖ **Stockage des Condensats:**

Les condensats produits au niveau du rebouilleur du débutaniseur de chaque train G11/G12/G13-GA-32-06 sont refroidis et alimente la section de stockage via le collecteur commun de condensats stabilisés et/ou le collecteur commun de condensats hors spécifications.

Le système de stockage des condensats se compose au total d'un ballon et de trois bacs. Deux de ces bacs (31CRA- 35-01 A/B) sont des bacs à toit flottant d'une capacité unitaire totale d'environ 1000 m3. Ils sont dédiés à recevoir des condensats stabilisés répondant aux spécifications (TVR inférieure à la valeur limite prévenant le dégazage selon la saison) et provenant des trains de production via le collecteur de condensats stabilisés. Dans le cas de non-respect des spécifications, les condensats non stabilisés sont acheminés par le collecteur "hors-spec" vers le bac de stockage hors-spec à toit fixe 32C-RL-35-01 d'une capacité totale de 1000 m3 avec passage intermédiaire par le ballon de dégazage 32C-VD-35-01, qui permet l'élimination du gaz flashé vers la torche basse pression.

Le bac de stockage de condensats hors spec 32C-RL-35-01 reçoit aussi d'autres flux d'hydrocarbures:

- Des flux ayant été dégazés et ne passant pas par le ballon de dégazage: les liquides des ballons de torche chaude et basse pression.
- Des flux provenant des trains de production et empruntant le collecteur hors spec vers le ballon de dégazage: les liquides des ballons de drains fermés et l'iso-pentane produit lorsqu'il n'est pas possible de l'exporter.

En opération normale, un bac de stockage à toit flottant 31C-RA-35-01 A ou B est en remplissage pendant que le second est en phase de vidange vers l'export.

❖ **Export des Condensats:**

Après disposition manuelle des circuits, un bac de stockage de condensats (31C-RA-35-01 A ou B) alimente les pompes d'export de condensats 35C-PA-35-04 A/B (2 x 100 %). Les pompes 35C-PA-35-04 A/B sont des pompes centrifuges verticales permettant de fournir la pression nécessaire à l'export des condensats stabilisés.

Ces pompes ont une capacité unitaire égale à la production maximale de 4 trains de traitement. Elles permettent dans tous les cas d'exporter un bac de stockage au moins aussi vite l'autre ne se rempli. L'export se fait directement sous contrôle du débit exporté. Il est aussi possible d'exporter l'équivalent de la production journalière maximale de ZCINA en 16 heures en utilisant les deux pompes 35C-PA-35-04 A/B en parallèle.

❖ **Recyclage des Condensats:**

Les condensats hors spec stockés temporairement dans le bac à toit fixe 32C-RL-35-01 doivent être retraités. Pour cela, ils sont envoyés vers le débutaniseur de chaque train de traitement au moyen des pompes de recyclage des condensats (centrifuges verticales) 35C-PA-35-03 A/B (2 x 100%) lorsque le souhaite l'opérateur. [6]

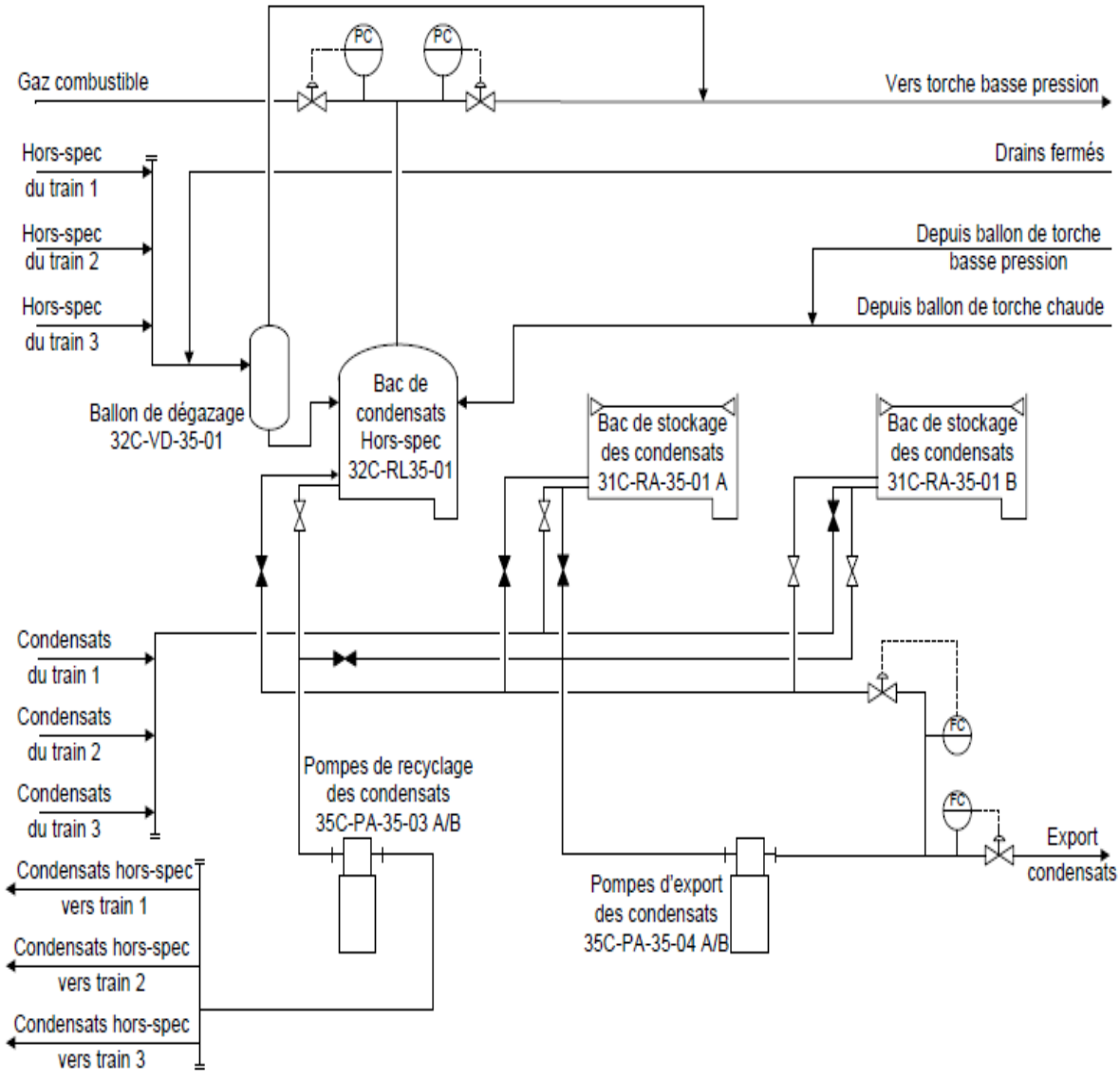


Fig.II.11: Stockage du Condensat. [6]

2.3.2 Description des Unités LDHP:

Cette section a pour but de rappeler les objectifs de chacune des installations de l'usine LDHP ZCINA afin de traiter les hydrocarbures provenant de nombreux puits et acheminés via le réseau de collecte.

a. Système de Collecte des Hydrocarbures:

La production arrivant à LDHP provient de 200 puits situés au Nord de Hassi Messaoud et répartis dans les secteurs dénommés CINA, OMKZ72, OMO13, OMP53 et OML75. Les têtes de puits possèdent une classe de tuyauterie de 600# et sont protégées des surpressions par des disques de rupture tarés à 90 barg. 11.1.1.2.2 Manifolds, sous-manifolds, lignes d'inter-connexion et trunklines.

Des manifolds et sous-manifolds collectent la production des différents puits pour la diriger vers 5 trunklines principales: OML75, OMKZ72, CINA, OMP53 et OMO13. Chaque manifold ou sous manifold est constitué des éléments suivants:

• Des lignes d'arrivée 6", chacune étant équipée d'une vanne d'isolement, d'un joint d'isolement, d'un clapet anti-retour, d'indicateurs locaux de pression et de température, de connexions d'échantillonnage adaptées aux fluides multiphasiques et de vannes d'isolement à l'entrée de chaque transversale.

• Une transversale de production, qui collecte toutes les lignes d'écoulement équipées de connexions d'échantillonnage et de vannes de drain et d'évent 1''1/2, et sur chaque pression et de température et de vannes d'isolement.

• Une transversale de test, pour permettre le test individuel des puits, équipé de vannes de drain et d'évent

1''1/2 et d'indicateurs locaux de pression et de température à chaque extrémité. Le collecteur de test sera connecté à un équipement temporaire de test.

• Une ligne de torche, pour permettre le brûlage des hydrocarbures issus des évents et drains des lignes d'écoulement, gares de racleur et autres équipements de test temporaires.

• Des points de tie-in pour des injections chimiques sur chaque ligne d'interconnexion ou trunk line.

Il est prévu un total de 15 lignes d'interconnexion reliant les sous-manifolds aux manifolds et 5 trunk lines reliant les manifolds à l'unité de séparation LDHP située à ZCINA suivant le schéma : [6]

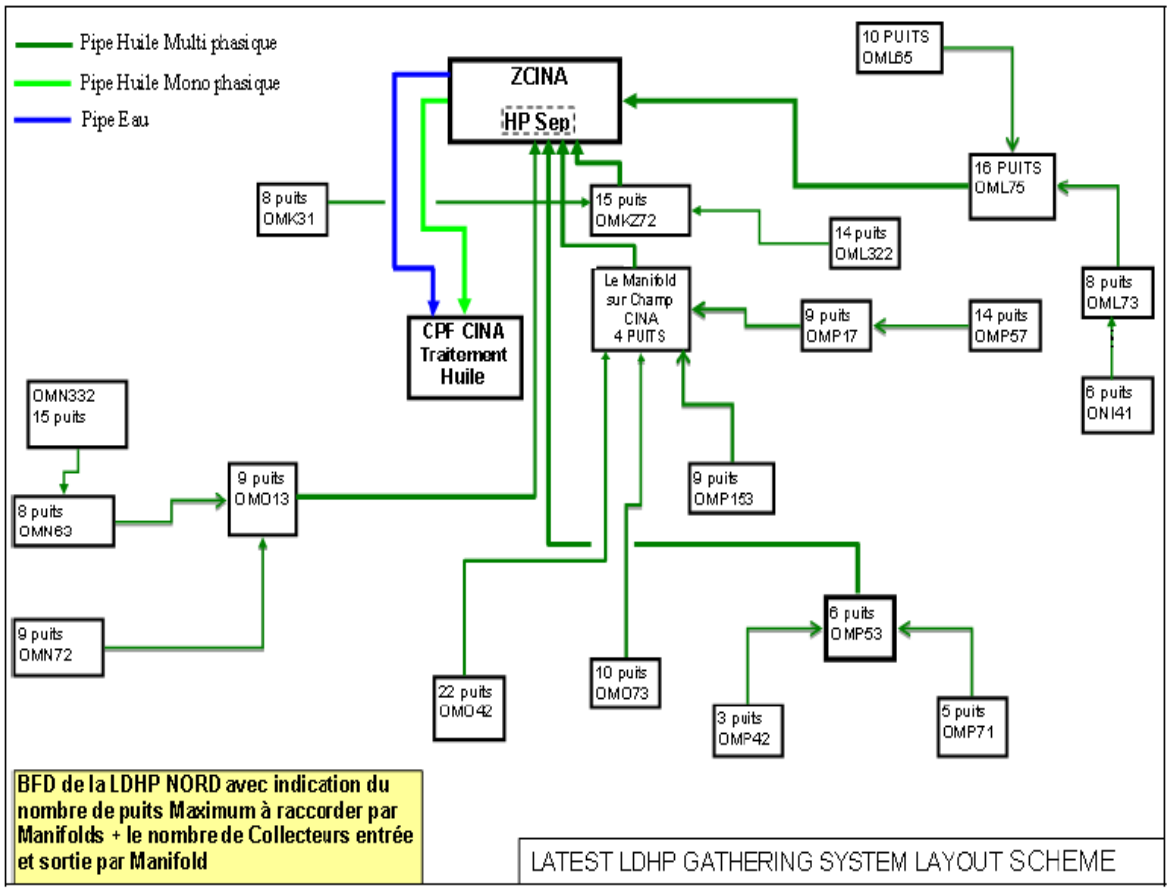


Fig.II.12: Système de Collecte des Hydrocarbures.[6]

b. Système de Séparation Tri-phasique et d'Expédition du Gaz:

La production provenant du collecteur d'entrée de l'unité LDHP est répartie dans les séparateurs tri-phasiques P10- VA-20-10 A/B/C (3x33%) qui réalisent la séparation du gaz, de l'huile et de l'eau de production. Les trois séparateurs sont capables de gérer l'arrivée du plus gros slug calculé par les études hydrauliques en régime transitoire représentant un volume total de 200 m3.

La séparation s'opère à une pression de 32 barg lorsque le gaz est envoyé vers GPL ZCINA et à 33.3 barg lorsque le contrôleur de pression 20-PIC-90008 commence à envoyer du gaz vers le pipeline de gaz résiduel / d'excès. Si la pression mesurée dans un ballon tri-phasique atteint la valeur seuil de 34 barg, notamment en raison d'un bouchage sur la ligne de sortie gaz du séparateur, le contrôleur 20-PIC-91004/92004/93004 agit sur la vanne "PV vers torche" associée (20-PV-91004/92004/93004) pour envoyer le gaz excédentaire vers la torche en prenant le pas sur tout autre contrôle agissant sur cette vanne.

Le dimensionnement des séparateurs tri-phasiques résulte, d'une part, de la capacité de traitement à assurer:

• 21 857 138 Sm3/j de gaz (année design 2016 Cas 27)

• 22 542 Sm3/j d'huile (année design 2011 Cas 27)

• 1 577 Sm3/j d'eau de production (année design 2025 Cas 21)

Et d'autre part, du volume maximal de slug attendu à l'entrée de l'unité LDHP. Les calculs indiquent que ce volume peut atteindre 200 m3 pendant les opérations de raclage des trunklines.

Les séparateurs tri-phasiques sont équipés de plaques de tranquillisation ainsi que de plaques de coalescence pour améliorer la séparation eau/huile. Un dévésiculeur est installé sur la sortie gaz pour limiter l'entraînement de liquide vers le collecteur de gaz intermédiaire.

L'huile est expédiée sous contrôle de niveau vers CINA. La phase aqueuse est envoyée sous contrôle de niveau vers le ballon de dégazage 4K0-VD-44-10, avant d'être pompée vers CINA. [6]

c. Expédition du Gaz:

Le gaz sortant des trois séparateurs tri-phasiques est mélangé dans le collecteur d'export avant d'être expédié dans une ligne 36" vers GPL ZCINA, où il arrive dans le collecteur de distribution du gaz de charge de cette unité placé en amont de l'unité de compression.

Le contrôleur 20-PIC-90011, sur le collecteur de gaz LDHP, maintient une pression de 31.2 barg dans le collecteur d'export. Dans un cas normal d'opération, 20.2 MMSm3/j de gaz sont envoyé vers GPL ZCINA en été et 19.1 MMSm3/j en hiver.

L'usine GPL ZCINA est alimentée prioritairement par le gaz de charge venant de CINA. Ainsi, en cas de pression haute dans le collecteur de charge des compresseurs de GPL ZCINA, le contrôleur 23-PIC-00003 placé sur l'unité GPL ZCINA prend le contrôle des vannes de détente 20-PV-90011 A/B pour les fermer. La fermeture des détendeurs provoque une augmentation de pression en amont qui est surveillée par le contrôleur de pression 20- PIC-90008 dont la consigne est fixée à 32.5 barg, et qui permet le renvoi de l'excès de gaz sortant des séparateurs tri-phasiques vers le pipeline de gaz résiduel, dans la limite de capacité de ce dernier. En effet, le pipeline de gaz résiduel vers CINA/CIS est prioritairement réservé au gaz résiduel produit par l'usine GPL ZCINA, et en cas d'indisponibilité de ce pipeline, le contrôleur 20-PIC-90008 agit split range sur les vannes 20 PV 91004 / 92004 /93004 (associées aux séparateurs tri-phasiques) et les ouvre successivement pour évacuer le gaz LDHP en excès vers la torche. [6]

d. Ligne de by-pass:

Un by-pass général de l'unité LDHP est installé entre le manifold de production à l'entrée de l'unité et le manifold d'expédition de l'huile produite. D'un diamètre nominal de 18", cette

ligne permet d'évacuer 15 à 20 % de la production maximale prévue et évite un arrêt total des puits de production lorsque LDHP subit un arrêt général de production.

Pour des raisons de différence de classe de tuyauterie (à CINA, la ligne d'expédition d'huile 600# se raccorde sur un réseau 300#), le by-pass est équipé d'un système de protection instrumenté (avec voting 2 sur 3). Ce système déclenche la fermeture de deux vannes ESDVs (20-ESDV-90002 et 90003) installées en série lorsqu'une surpression est détectée en aval de ces mêmes vannes (mesure de pression tripliquée). Le passage au mode de production dégradé par le by-pass peut intervenir suite à l'arrêt général de l'unité LDHP (PSD1), ou à l'occasion d'un arrêt simultané des trois séparateurs tri-phasiques. Dès lors, les vannes 20 ESDV 90002 / 90003 s'ouvrent à la double condition d'absence de fuite dans le pipeline d'export d'huile et d'absence d'alarme de pression haute dans le by-pass. [6]

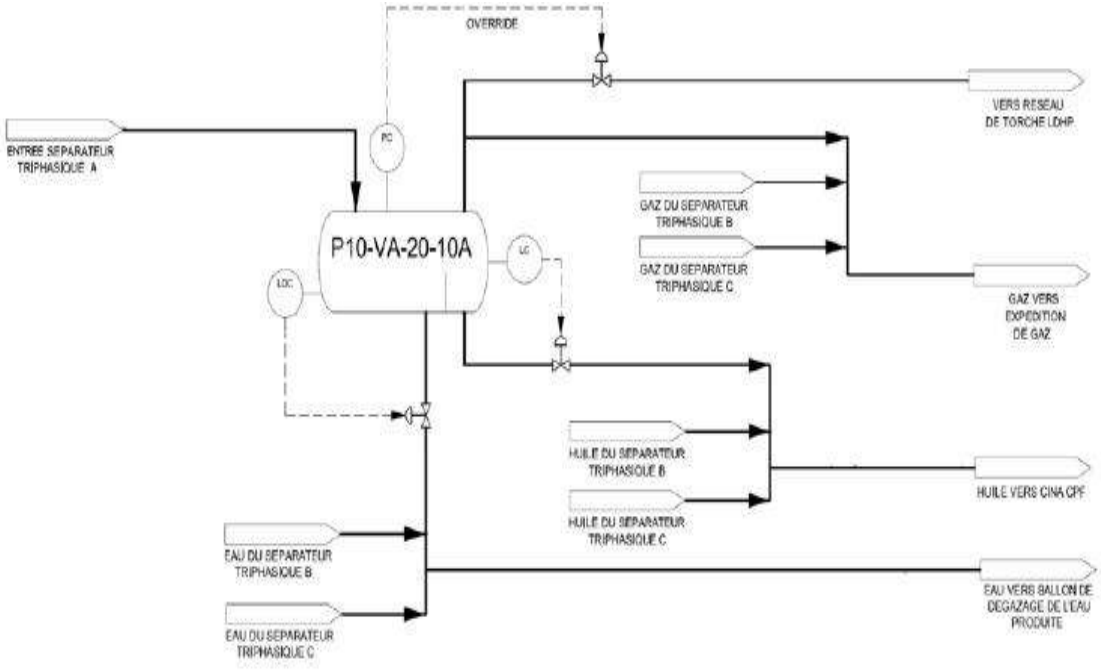


Fig.II.13: Ligne de by-pass. [6]

e. Système d'Export d'Huile vers CINA:

-L'huile séparée est envoyée vers le complexe CINA (distant d'environ 7.5 km) par une ligne d'expédition dédiée de 18''.

-La pression d'arrivée à CINA doit être de 21 barg et la pression de calcul de la ligne d'expédition d'huile est de 45 barg.

-Le pipeline d'huile est enterré et protégé contre la corrosion externe par un revêtement anti corrosion et un système de protection cathodique. Un système de détection de fuites est

installé sur ce pipeline. Le débit nominal exporté est de 963 t/h en été et de 1023 t/h en hiver. [6]

f. Système de Dégazage de l'Eau de Production:

Afin de désorber le gaz qui y est contenu, l'eau de production est envoyée des séparateurs tri-phasiques vers le ballon de dégazage atmosphérique 4K0-VD-44-10.

La ligne de sortie gaz du ballon de dégazage est reliée directement au ballon de torche LDHP à travers un collecteur de décharge 6", permettant de maintenir une pression quasi-atmosphérique dans le ballon de dégazage.

Dans le cas le plus défavorable de montée en pression dans le réseau de torche (torchage d'urgence de la production), la pression dans le ballon de dégazage peut monter jusqu'à 5 barg. [6]

g. Système d'export de l'eau vers CINA:

Des pompes d'export d'eau dégazée 4K0-PA-44-10 A/B (2x100 %) permettent d'envoyer sous contrôle de niveau, l'eau de production depuis le ballon de dégazage 4K0-VD-44-10 vers le bassin de décantation API de la zone CINA via un pipeline d'expédition dédié.

La pression d'arrivée à CINA est de 1 atm et la pression de calcul du pipeline d'export de l'eau dégazée vers CINA est de 18 barg (compatible avec la pression vanne fermée des pompes d'expédition). Le pipeline d'eau produite est enterré. Le débit nominal d'eau de production est de 1490 m3/j (61.2 t/h) en été et 1510 m3/j (63.4 t/h) en hiver. [6]

Chapitre III

Système de détection et Extinction automatique Incendie

2.4 Introduction :

Les systèmes de détection d'incendie font partie du système de sécurité incendie. Ce dernier est classé en 5 catégories : A, B, C, D et E, par ordre d'exigence décroissante, il se compose par l'ensemble des matériels servant à collecter les informations et les ordres liés à la seule sécurité incendie. Ce qui lui permet de traiter et d'effectuer les fonctions nécessaires à la mise en sécurité des personnes et du matériel.

Le rôle primordial de toute mesure de protection contre l'incendie est d'assurer un degré de sécurité adéquat aux occupants d'un bâtiment. C'est pour cette raison que, dans la plupart des pays, les prescriptions légales de sécurité incendie se fondent sur la sauvegarde de la vie humaine. Les caractéristiques de protection des biens sont destinées à limiter les dommages matériels. Dans beaucoup de cas, les deux objectifs sont complémentaires.

En effet, la connaissance des causes et du principe de développement d'un incendie a permis la création de plusieurs systèmes de lutte contre l'incendie. Afin de connaître l'objectif à atteindre, il est impératif de savoir quel risque de feu est présent dans l'environnement à protéger et quel système d'extinction automatique est à adopter

2.5 Qu'est-ce qu'un système de détection Incendie ?

Un système de détection incendie a pour objectif de déceler de façon aussi précoce que possible les prémices d'un incendie. Dans cette optique, il permet de réduire le délai de mise en oeuvre des mesures de lutte contre l'incendie et d'en limiter ainsi l'impact. Il comprend des organes de détection incendie (déclencheurs manuels, détecteurs automatiques...) et un équipement de Contrôle et de Signalisation (ECS), également dénommé « tableau de signalisation » ou « tableau de contrôle », qui alerte de toute sollicitation du système, en cas de dérangement ou d'alarme feu. Les organes sont disposés sur des boucles ou lignes, reliées à l'ECS. [7]

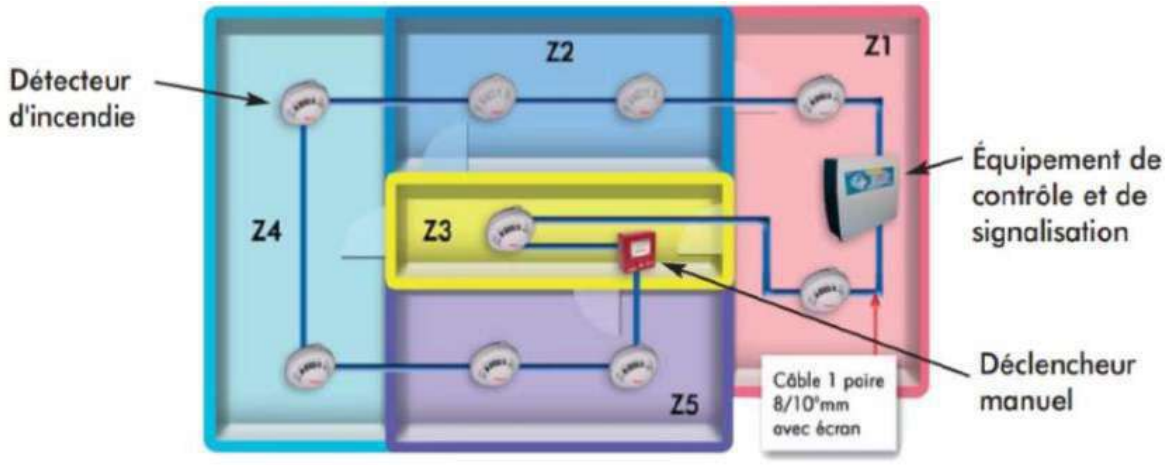


Fig.III.1: Constitution d'un S.D.I [7]

2.5.1 **Principe de fonctionnement**

L'objectif de détecter un incendie de manière précoce se fait par l'intermédiaire de capteurs. Ces derniers sont appelés détecteurs automatiques d'incendie. Ils utilisent différentes technologies qui permettent de chercher les phénomènes liés à l'incendie : chaleur, fumée, flamme, gaz de combustion etc.…

Lors d'un incendie, le détecteur est activé, il envoie un signal à la centrale incendie. Ce signal est traduit d'une part en une information claire pour l'utilisateur et d'autre part, dans le cadre d'un Système de Sécurité Incendie (SSI), il met en œuvre les automatismes à commander pour protéger les personnes et les biens. [8]

2.6 Les détecteurs d'incendie

2.6.1 **Définition**

Un détecteur est appareil conçu à fonctionner lorsqu'il est influencé par certains phénomènes physiques et/ou chimiques précédant ou accompagnant un début d'incendie, provoquant ainsi la signalisation immédiate de celui-ci. [8]

En fonction du phénomène physique à détecter, on trouvera plusieurs technologies de détecteur :

- ✓ Détecteurs de fumée,
- ✓ Détecteurs de Chaleur,
- ✓ Détecteurs de flammes.

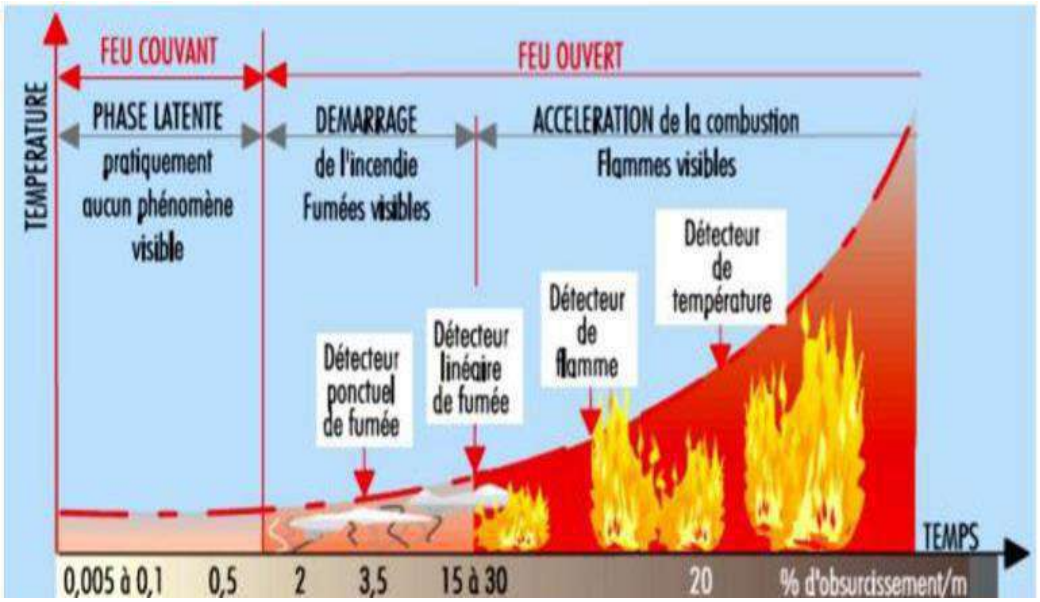


Fig.III.2: Type de détecteur suivant l'évolution d'u incendie [7]

2.6.2 **Détecteurs optique de fumée**

Ces détecteurs sont particulièrement adaptés pour les feux couvant qui mettent longtemps à se déclarer et qui sont les plus courants. Ils fonctionnement selon le principe de l'effet Tyndall[5] (lumière diffusée). Ils sont formés d'une chambre de détection contenant une source de lumière et une cellule photoélectrique qui transforme la lumière en un faible courant électrique. Lorsque les particules de fumée pénètrent dans cette chambre de détection, la lumière est réfléchie sur la surface des particules de fumée et entre en contact avec la cellule, ce qui déclenche l'alarme. [8]



Fig. III. 3: Détecteur de fumée optique [8]

Avantage:

- La sensibilité de ces détecteurs est bonne ; leur emploi est indiqué dans le cas des feux couvant ou à évolution lente.
- Ils permettent de ce fait, la détection des premières manifestations d'un incendie et c'est d'ailleurs pour cette raison qu'ils sont très largement utilisés.

Inconvénients:

- Ces détecteurs sont relativement sensibles aux courants d'air, aux variations d'hygrométrie et de température, à des échappements de gaz de non combustion et à la poussière.
- Ces types de détecteurs étant susceptible d'avoir une micro charge radioactive ; cela pourrait aboutir à leur disparition.

2.6.3 **Détecteurs de chaleur**

Ils réagissent à une élévation de la température. On distingue: [8]

- **Détecteurs thermostatique** : Ces détecteurs sont particulièrement adaptés pour la détection de feux à évolution rapide et à foyer ouvert. Les détecteurs de température contrôlent les paramètres de température à deux niveaux :

➢ Différentiel : il entre en état d'alarme lorsqu'une augmentation brusque de température dépasse les paramètres qui sont programmés (65°C pour notre installation) dans une période de temps déterminée.

➢ Thermique : Il entre en état d'alarme lorsqu'une augmentation lente de température, non détectée par le système différentiel, atteint une température prédéfinie.



Fig. III. 4: Détecteur de chaleur [8]

- **Détecteurs thermo-vélocimétriques** : Ils réagissent lorsque la vitesse d'augmentation de la température excède une certaine valeur ; ce sont des détecteurs ponctuels (surveillance d'une aire de 18 à 25 m² avec une hauteur maximale de 6m).

Avantage:

➢ Quel qu'en soit le principe, ces détecteurs sont plus sensibles que les détecteurs thermostatiques simples.

➢ De plus, un seuil de température élevé n'est pas nécessaire à leur action. Cette caractéristique est intéressante lorsqu'une alarme précoce est demandée et lorsqu'un échauffement trop faible ou trop intense pourrait être préjudiciable au matériel à protéger.

Inconvénients:

- Comme le cas des détecteurs thermostatiques, le fonctionnement des thermo vélocimétriques est lié à l'apparition d'un échauffement ; on doit donc s'assurer au préalable que le risque à surveiller est générateur de chaleur en cas de sinistre. [8]

2.6.4 **Détecteurs linéaires**

Le détecteur linéaire de fumée contient un émetteur et un récepteur et fonctionne selon le principe de l'atténuation de lumière par la fumée. L'émetteur envoie un faisceau lumineux infrarouge très concentré sous forme d'impulsion au réflecteur. Quand il n'y a pas de fumée, une grande partie du rayon infrarouge atteint le réflecteur et est renvoyée vers le récepteur. La lumière qui arrive génère un signal électrique sur la photodiode du récepteur. [8]



Fig. III. 5: Détecteurs linéaires [9]

2.6.5 **Détecteurs de flamme**

Détecteur Sensibles à l'énergie dépensée par les flammes : réaction aux infrarouges et ultraviolets (IF/UV).



Fig. III.6: Détecteur ultraviolet UV [8]



Fig. III.7: Détecteur infrarouge IR [8]

2.6.6 Choix du type de détecteur

L'objectif principal du choix d'un détecteur est d'obtenir une détection précoce et sûre d'un incendie.

Une installation de détection qui surveille un local devrait en principe donner l'alarme pour n'importe quelle nature de feu qui s'y déclare. L'emploi d'un seul type de détecteur ne permet généralement pas à l'installation d'être sensible à tous les phénomènes caractéristiques d'un début d'incendie.

L'analyse des causes du feu et des scénarios de développement les plus probables permet de choisir les détecteurs les mieux adaptés en fonction de la nature des biens, de leur sauvegarde et de la protection des personnes. Il est recommandé de faire cette analyse par un organisme spécialisé.

Le choix du type de détecteur dépend de deux critères :

- ✓ **Le champ d'action**
- ✓ **Mode de détection.**

a.Champ d'action d'un détecteur

- Détecteur ponctuel : détecteur qui répond au phénomène détecté au voisinage d'un point déterminé.
- Détecteur linéaire : détecteur qui répond au phénomène détecté au voisinage d'une ligne continue.
- Détecteur multi-ponctuel : détecteur qui répond au phénomène détecté au voisinage d'un certain nombre de points déterminé

b. Mode de détection

Il y'a lieu de distinguer quatre classes :

- Classe C : mode de détection de nature thermique.
- Classe E mode de détection de nature électrique.
- Classe L : mode de détection de nature optique.
- Classe S : mode de détection de nature acoustique.

Pour parvenir à ces objectifs, la sélection de la classe et du type de détection à installer dans un local devra tenir compte, entre autre, des critères suivants :

- Dimensions du local et notamment sa hauteur.
- formes géométriques et occupation du local.
- conditions générales d'environnement (température et taux d'humidité ambiant, empoussiérage, ventilation, etc.…).
- causes possibles de perturbations susceptibles de provoquer des alarmes intempestives.
- Emplacement des détecteurs : les détecteurs, ainsi que le rappel la règle R7 de

l'APSAD, doivent être placés de façon à ce que leur efficacité ne soit pas atténuée. En général, il convient de laisser libre un volume d'une demi sphère de 50 cm de rayon centrée autour du détecteur de fumée, ce rayon passe à un mètre pour les détecteur de chaleur. [7]

2.6.7 Phénomènes et erreurs susceptibles de perturber les détecteurs

La règle APSAD R7 définit certaines conditions à respecter ou à éviter pour qu'un détecteur puisse bien assurer sa fonction ; on peut citer :

- Ne jamais implanter un détecteur à proximité d'une source de chaleur (éclairage, ...).
- Ne pas positionner ou alimenter un détecteur à moins de 0,50 m d'un ballast ou d'un transformateur (perturbation du détecteur).
- Ne pas implanter un détecteur dans les locaux humides (douches, toilettes) car risques d'alarmes intempestives dues à l'humidité.
- Eviter d'installer les détecteurs sur des plafonds métalliques (risques de condensation).
- Choisir judicieusement le type de détecteur adapté au local à surveiller. [7]

2.6.8 Les déclencheurs manuels (D.M)

Les déclencheurs manuels conventionnels permettent, après une action manuelle en pressant sur une membrane déformante ou en brisant la vitre protectrice, de transmettre une information d'alarme feu à un ECS. [8]



Fig. III. 8: déclencheur manuel. [8]

2.7 Définition de système extinction automatique d'incendie

Ce système est actionné soit automatiquement (reçoit le signal par système de contrôle) ou manuellement (brise-glace) a la proche de la salle protégé ou distance (salle contrôle). L'extinction se fait par la décharge de l'agent d'extinction :

- ✓ CO_2 pour les endroits confinés.
- ✓ La mousse et la poudre pour les endroits ouverte.
- ✓ L'eau pour isolé l'espace brulé aux autres (rideau d'eau). [8]

2.8 Les modes d'extinction d'incendie

Rappelons qu'à chaque classe de feux correspond un ou plusieurs types d'agents et de procédés d'extinction que l'on peut retrouver, par exemple, sur les étiquettes informatives des extincteurs ou dans le nom de certains produits.

Pour maîtriser un incendie, il faut rompre l'association des trois éléments du triangle du feu ; cette rupture peut être réalisée selon quatre modes :

- ❖ **Le refroidissement**, qui consiste à absorber l'énergie calorifique émise par le foyer, a pour objectif d'abaisser la température du combustible au-dessous de la température d'inflammation afin de bloquer la distillation des gaz inflammables.
- ❖ **L'étouffement** permet d'abaisser la teneur en oxygène aux alentours du foyer afin de rendre l'atmosphère incomburante. En fonction de la nature du combustible et s'il s'agit

d'un feu profond (sans braise), il peut être nécessaire de réduire cette teneur audessous de 8% (15 %suffisent pour la plupart des combustibles).

- **L'isolement**, mode d'action proche du précédent, sépare « physiquement » les gaz de distillation par rapport à l'oxygène de l'air. L'agent extincteur forme donc une couche isolant le combustible même après l'extinction.
- **L'inhibition** a pour rôle de bloquer la réaction chimique du feu. Une flamme est le siège d'une multitude de réactions au sein desquelles des produits éphémères apparaissent et disparaissent rapidement. Ces produits, les radicaux libres, sont « piégés » par les inhibiteurs qui les empêchent de passer à la séquence suivante. La réaction de la flamme est alors bloquée.

Les agents extincteurs agissent sur le feu selon un ou plusieurs modes d'action. La bonne maîtrise de ces procédés permet de déterminer l'agent extincteur le plus approprié en fonction du risque à protéger, de l'environnement et des moyens de mise en oeuvre.

En dehors de ces quatre modes d'extinction classiques, il existe également une technique qui consiste à faire passer le feu d'une classe à une autre pour permettre son extinction. Ainsi, pour certains feux de type D (feux de métaux), le métal est noyé dans un liquide inflammable. Le feu devient alors de classe B et est plus facile à éteindre. [8]

2.9 Le sprinklage

2.9.1 **Définition**

Une installation de sprinklage ou extinction automatique d'incendie à l'eau consiste à libérer dans les plus brefs délais une quantité d'eau adaptée au sinistre redouté sur une zone où un début d'incendie est détecté. Elle assure un refroidissement et limite le développement de fumées toxiques, donnant ainsi aux occupants le temps d'évacuer les bâtiments et aux pompiers les moyens de combattre le feu plus aisément. [8]



Fig. III. 8 : Le sprinklage [8]

2.9.2 Principe de fonctionnement

Lorsqu'un incendie éclot, la chaleur dégagée s'élève et atteint une des têtes de sprinkler réparties sur le plafond. Sous l'effet de la chaleur, l'ampoule ou le fusible qui maintient la tête fermée se rompt.

La pression permanente de la canalisation sur laquelle est posée la tête se libère au travers de la tête arrosant ainsi la zone enflammée. La chute de pression provoquée par l'ouverture de la tête va conduire la ou les pompes à entrer en action pour maintenir la pression et l'alimentation en eau de la tête. Cette baisse de pression actionne un gong hydraulique qui donne l'alarme (avec un renvoi sur une centrale d'alarme incendie). Si l'incendie n'est à ce stade pas maîtrisé, l'accroissement du dégagement de chaleur entraîne l'ouverture de têtes supplémentaires. [8]

2.9.3 Têtes sprinklers :

Il existe plusieurs types de sprinklers : à ampoules et à fusibles. Les modèles diffèrent par la forme et la position du déflecteur, par le diamètre de l'ouverture et par la température de fonctionnement. Les plus utilisés sont les sprinklers qui déclenchent à 68°C et à 93°C. [8]

2.9.4 Le groupe de pompage

Le groupe de pompage est la solution technique la plus courante permettant de délivrer le débit et la pression requise dans le réseau. Le groupe de pompage ou groupe motopompe est constitué des éléments principaux suivants : [8]

- ✓ Une pompe Jockey.
- ✓ Deux électropompes.
- ✓ Deux motopompes.

2.10 Système d'extinction d'incendie avec la mousse

2.10.1 **Généralités**

Les réseaux à mousse sont des installations fixes généralement implantés dans les endroits où l'intervention humaine est difficile, délicate ou dangereuse, et lorsque les moyens mobiles sont inexistants ou éloignés. Les éléments qui les constituant, doivent être d'une grande fiabilité.

La tuyauterie d'alimentation en eau est piquée sur le réseau d'eau d'incendie.

Cependant, il existe des installations utilisant des matériels mobiles qui sont d'un principe généralement voisin à celui des installations fixés, à la différence près que les points d'alimentation sont situés dans des lieux accessible (poteaux d'incendie), ou mobiles (camion, véhicules divers), et que la tuyauterie ainsi que les générateurs et déversoirs, sont en général remplacés par des tuyaux souples prolongés de lances ou de canons. Pour les complexes importants, les matériels mobiles sont complémentaires des installations fixes. [8]

2.10.2 **Composition du réseau à mousse**

La production de mousse par une installation fixe doit avoir un réseau composé de [8]

- Une réserve d'eau.
- Pompes.
- Une réserve d'émulseur.
- Doseurs.
- Générateurs de mousse.

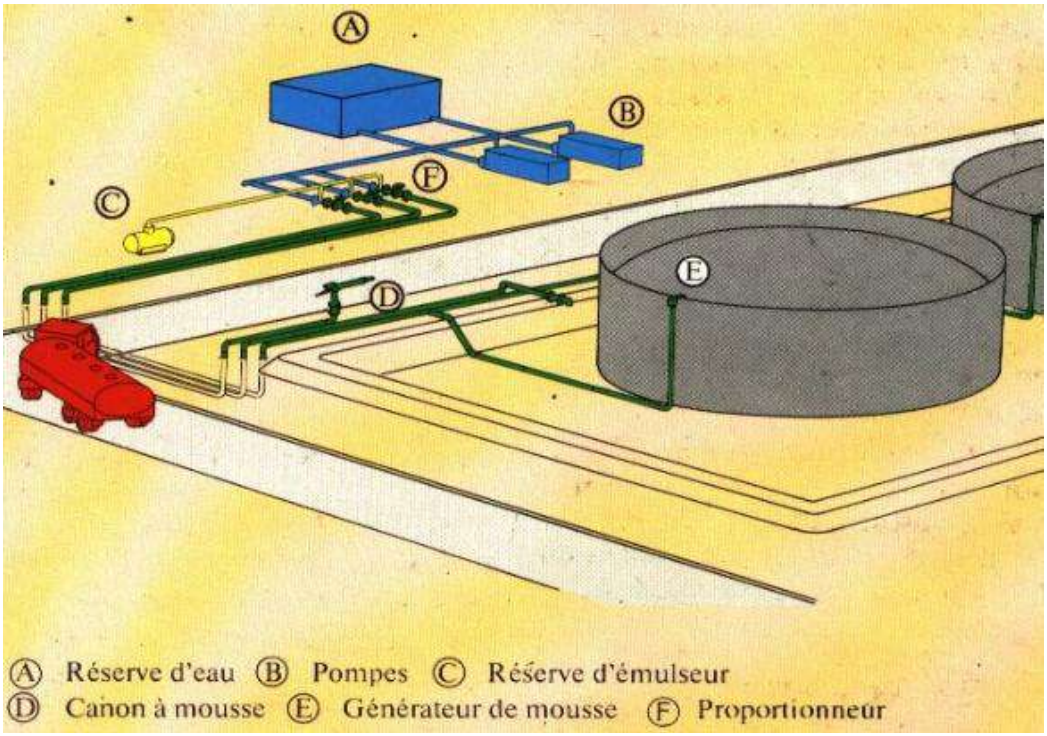


Fig.III.9 : Composition du réseau à mousse [8]

2.10.3 **La mousse et les émulseurs** [8]

a. Définition de la mousse

La mousse est un assemblage de bulles constituées par une atmosphère d'air emprisonnée dans une paroi mince de solution moussante. Cette solution, ou pré-mélange, est composée d'eau et d"un pourcentage d'émulseur compris entre 1% et 6%: la concentration d"emploi la plus courante est de l'ordre de 5%

b. Production de la mousse

La mousse est produite par un brassage d'eau, d'émulseur et d'air. La mise en oeuvre comprend deux étapes:

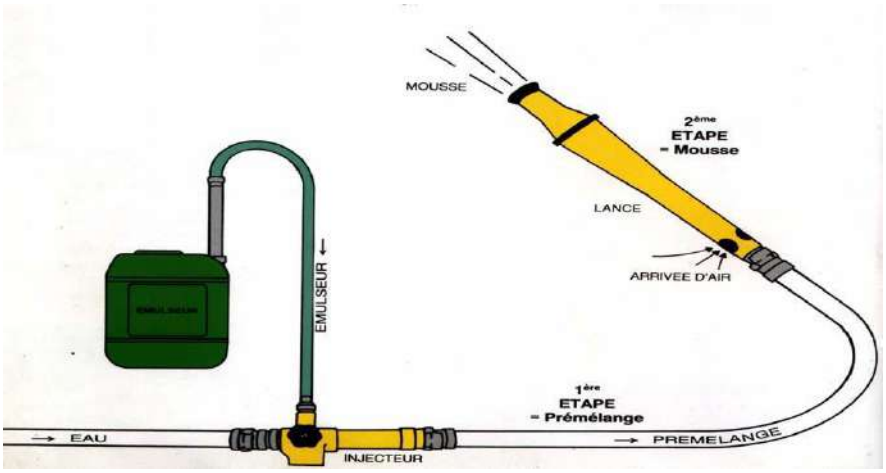


Fig.III.10: Production de la mousse. [8]

c. Action de la mousse

La mousse opère par la combinaison de 3 actions simultanées:

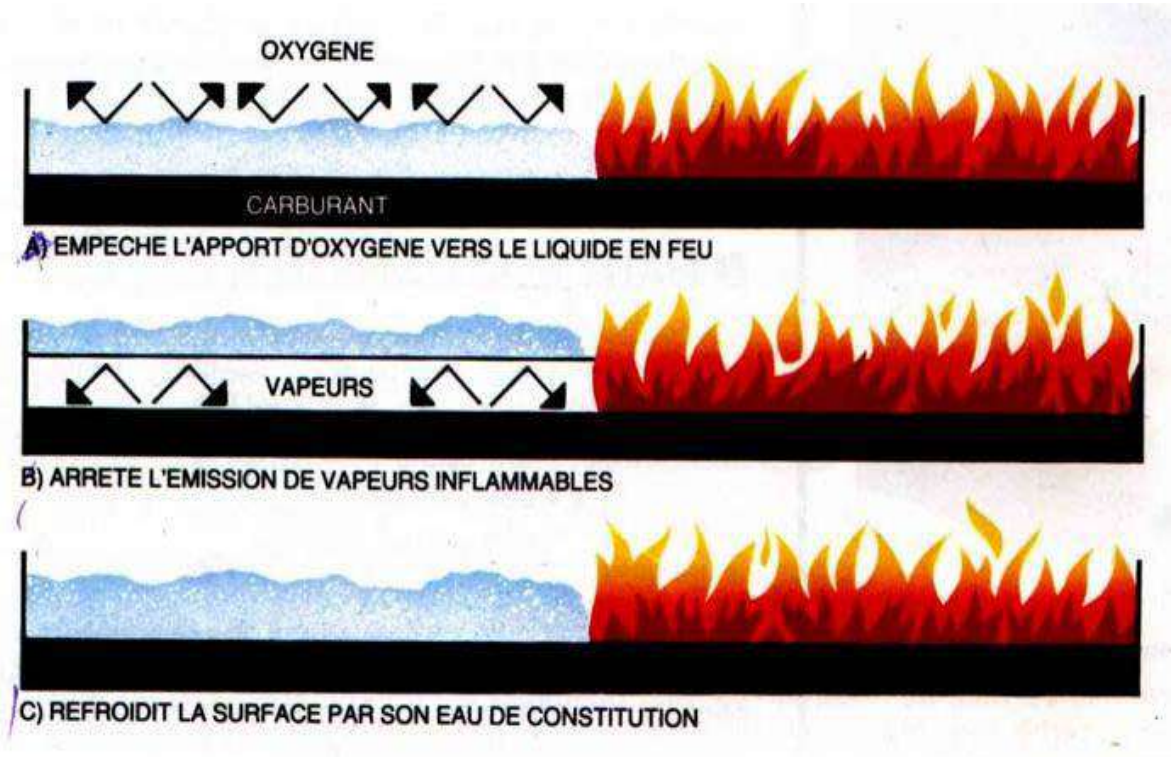


Fig.III.11 : Mode d'action de la mousse. [8]

d. Le foisonnement

Le foisonnement est le rapport entre le volume de mousse obtenu et le volume de la solution moussante (eau/émulseur) ayant servi à produire cette mousse. Il existe trois types de foisonnement selon que l'on introduit plus ou moins d'air: plus il y a d'air, plus le foisonnement est élevé.

$$F = \frac{\text{Volume de mousse}}{\text{Volume du Prémélange}}$$

Il existe 03 types de foisonnement :

- Bas Foisonnement : 2<F<20
- Moyen Foisonnement : 20<F<200
- Haut Foisonnement : 200<F<1000

Taux de foisonnement	Type d'installation	Application
0 à 20	Bas foisonnement	Zones de dépotage Postes de chargement Couronnes d'arrosage de cuves Déversoirs de cuvette de rétention (industries pétrolières)
20 à 200	Moyen foisonnement	Déversoirs de cuvette de rétention (industries pétrochimiques) Noyage de petits volumes jusqu'à une hauteur de 2m maxi. (caves, groupes électrogènes)
Plus de 200	Haut foisonnement	Noyage de grands volumes, grandes hauteurs Entrepôts de stockage (solvants...) Ateliers de production chimique Salles machines, galeries techniques Locaux d'archives

Fig.III.12 : Caractéristique d'une mousse [8]

2.10.4 Les différents « Types » d'émulseurs [8]

a. Les émulseurs à base protéinique

Dont la base moussante est constituée par un hydrolysat de protéines obtenu à partir de poudre de cornes et de sabots de bovins.

Les émulseurs à base protéinique, donnent des mousses présentant, même sur des feux très « chauds » (longue durée de combustion préalable), les qualités d'efficacité et de résistance à la ré-inflammation nécessaires à la lutte contre les grands feux.

Ils constituent la base de la protection de l'industrie chimique et pétrolière.

b. Les émulseurs à base synthétique

Dont la base moussante est constituée de tensio-actifs hydrocarbonés. Les émulseurs synthétiques offrent l'avantage de pouvoir donner, selon de type de matériel utilisé, tous les types de foisonnement. Par contre, du fait même de la nature chimique des bases moussantes hydrocarbonées, les mousses synthétiques assurant une efficacité moindre sur les feux très « chauds » et une moins bonne résistance à la ré-inflammation, ce qui limite leur domaine d'application.

c. Les émulseurs polyvalents

Les liquides polaires, caractérisés par la présence d groupements fonctionnels hydrophiles, appartiennent à diverses familles : alcools, cétones, aldéhydes, esters, amines…

Ils sont très destructeurs de mousse en raison de leur faible tension superficielle et de leur grande affinité pour l'eau : les émulseurs polyvalents sont spécialement formulés pour résister à cette destruction et sont donc application sur feux de liquides polaires comme sur feux d'hydrocarbures.

Leurs propriétés sur feux d'hydrocarbures sont voisines de celles émulseurs pour feux d'hydrocarbures de même type.

2.11 Systèmes d'extinction à poudre [8]

2.11.1 Généralités

Les systèmes d'extinction à poudre sont utilisés dans les cas suivant :

- pour éteindre des feux de LPG situés au niveau des brides d'aspiration et de refoulement des compresseurs
- pour éteindre des feux de LPG situés au niveau des brides d'aspiration et de refoulement des turbo expandeurs-recompresseurs

- Pour éteindre des feux d'huile situés au niveau des brides et des bacs de rétention d'huile des transformateurs et des bacs de rétention d'huile qui leur sont associés.

Ces systèmes d'extinction sont constitués chacun de :

- (1) skid comprenant les (2) réservoirs de poudre de 480 kg « (1 réservoir principal et 1 réservoir de secours) », les bouteilles d'azote servant à la mise en pression des réservoirs, les accessoires, les tuyauteries nécessaires au fonctionnement de l'ensemble et un panneau de contrôle local.
- (1) panneau de contrôle déporté (PCD) situé en lieu protégé à proximité du skid.
- (8) buses de projection de la poudre positionnées à proximité immédiate de l'équipement à protéger.
- (1) réseau de distribution (tuyauterie) depuis la sortie du skid jusqu'aux buses de projection

2.11.2 **Description du système de contrôle**

Un panneau de contrôle local pour chaque skid comprend les fonctions suivantes :

- Sélection Auto / inhibition (bouton tournant à clé)
- (1) voyant blanc de présence tension
- (1) voyant jaune signalant l'inhibition du skid poudre
- (1) voyant blanc signalant que le skid est en position Auto
- (1) voyant jaune signalant que le réservoir principal est à reconditionner (réservoir poudre ou bouteille(s) azote)
- (1) voyant jaune signalant que le réservoir de secours est à reconditionner (réservoir poudre ou bouteille(s) azote)
- (1) voyant rouge signalant l'émission de poudre
- (1) bouton poussoir de test des voyants

L'alimentation électrique des voyants est en 230 VAC. Cette alimentation sert également à alimenter les relais nécessaires au fonctionnement.

Les alarmes renvoyées au FGS sont les suivantes :

- Etat système (Auto / Inhibition)
- Défaut système (manque de pression sur au moins 1 bouteille d'azote)
- Confirmation d'émission de poudre

Ces alarmes sont des contacts secs dans le panneau de contrôle.

Un panneau de contrôle déporté pour chaque skid comprend les fonctions suivantes :

- Sélection réservoir principal / réservoir de secours (bouton tournant)
- (1) bouton poussoir (contact sec) de déclenchement du skid poudre

Le déclenchement des bouteilles starter se fait en 24 VDC, par impulsion. Cette impulsion provient du FGS. Elle est unique.

Le déclenchement "principal" ou "secours" est déterminé par la position du bouton tournant "Réservoir principal / Réservoir de secours". Lorsqu'un poste a été déclenché à distance et que le feu n'est pas maîtrisé, il faut une action manuelle sur le panneau de contrôle déporté pour déclencher le poste de secours.

2.11.3 **Instrumentation**

Les instruments installés dans le skid sont les suivants :

- (1) pressostat de surveillance pour chaque bouteille starter et compensatrice. Seuil de déclenchement : 110 barg à la baisse.
- (1) pressostat de surveillance pour la sortie de poudre. Seuil de déclenchement : 2 barg à la hausse.

Chaque pressostat délivre un contact sec, utilisé dans le panneau de contrôle pour alimenter des relais, dont les contacts sont renvoyés au SGS pour alarmes.

- (1) manomètre de surveillance 0-250 barg pour chaque bouteille starter et compensatrice.
- (1) manomètre de surveillance 0-16 barg pour chaque réservoir principal/secours.
- Soupape calibrée à 12 barg pour chaque réservoir principal/secours.
- Régulateur de pression calibré à 10 barg

2.11.4 **Fonctionnement des skids poudre**

Les réservoirs de poudre ne sont pas sous pression lorsqu'ils sont en stand-by. Ils sont mis sous pression au moment de l'emploi.

L'impulsion électrique déclenche la bouteille starter (bouteille d’azote de 13.4L) du poste sélectionné. Celle-ci se vide directement dans le réservoir : ceci provoque le détassage de la poudre et la montée en pression du réservoir.

Cette montée en pression, déclenche la vanne de la bouteille compensatrice (bouteille d’azote de 67.5L) via un actionneur pneumatique (pression de déclenchement 6 barg).

Celle-ci se vide alors dans le réservoir, par l'intermédiaire d'un régulateur de pression qui assure la pression de service de 10 barg dans le réservoir.

L'ouverture de la bouteille compensatrice provoque l'ouverture de la vanne pneumatique de sortie poudre (pression d'ouverture de 6 barg).

Dès lors, la poudre est libérée dans le réseau poudre.

Note : toutes les fonctions automatiques sont doublées d'un secours manuel.

L'émission dure 30 secondes. Un pressostat situé en aval de la vanne de sortie poudre déclenche une alarme à 2 barg pour signaler que le processus de déclenchement s'est déroulé normalement.

A la fin du déclenchement du skid, le voyant du réservoir à reconditionner s'allume.

Puis après fonctionnement du skid, procéder au soufflage des lignes et basculer le commutateur sur le skid de réserve.Reconditionner le réservoir vide (voyant sur panneau de contrôle) à l'aide de l'entonnoir fourni.

Il n'est pas nécessaire de déposer les bouteilles d'azote du skid pour les recharger. Un collecteur de remplissage permet de recharger les bouteilles à 150 barg de N2, via un surpresseur mobile.

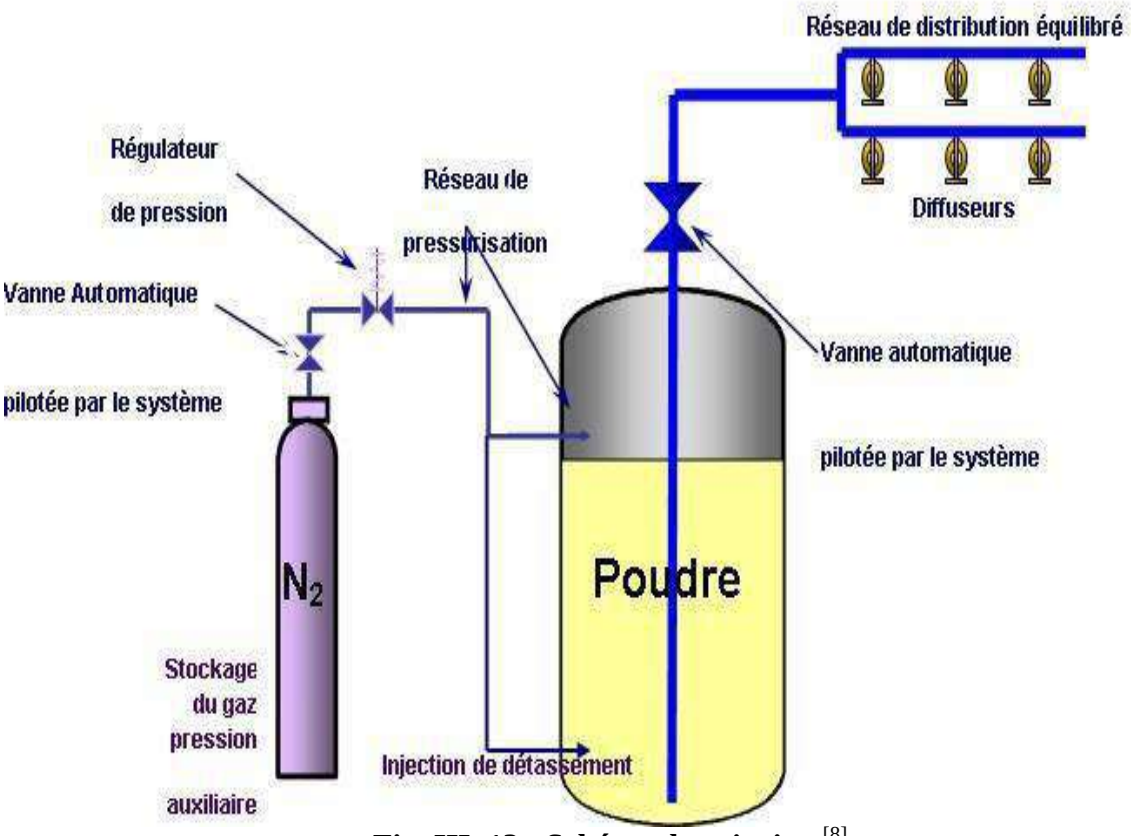


Fig. III. 13 : Schéma de principe [8]

2.12 Extinction d'incendie avec le FM-200 [8]

Le FM-200 est le nom commercial de l'Heptafluoropropane (HFC-227ea) qui est un gaz inhibiteur. Il agit principalement par le mécanisme physique de l'absorption de la chaleur et par l'inhibition de la réaction en chaîne responsable de la combustion, sans pour autant abaisser de manière significative la teneur en oxygène de l'air. Le FM-200 est efficace lorsque l'énergie dégagée est nécessaire à la poursuite de la combustion et est utilisable sur les feux de gaz, de liquide et sur les feux de solides brûlant sans présence de braises.

2.12.1 **L'avantage de l'utilisation du FM-200**

Ce système est utilisé pour remplacer progressivement les gaz appauvrissant l'ozone comme le Halon 1301, désormais interdit. Utilisé à sa concentration nominale d'extinction (maximum 9%), le FM-200 n'appauvrit pas le niveau d'oxygène à un niveau trop bas pour que les occupants puissent rester dans la pièce.

Suite à un incendie, le gaz peut être dispersé par le biais d'une ventilation naturelle grâce à l'absence d'effets secondaires toxiques du FM-200 et comme il ne contient ni brome ni de chlore, son potentiel de destruction de l'ozone est nul. Il est stocké dans des bouteilles sous forme liquide, pressé à l'azote. Il occupe donc une faible surface. Il n'existe aucun risque de dommage dû au choc thermique des équipements électroniques sensibles et le FM-200 est non conducteur et non corrosif. Par ailleurs, il ne laisse aucun dépôt ni résidu huileux qui pourraient endommager les logiciels, fichiers de données ou équipements de communication, ce qui implique une réduction des coûts et du temps de nettoyage après la décharge.

2.9.2. Domaine d'application

Le système FM-200 est utilisé dans les locaux où l'utilisation de l'eau peut conditionner la destruction du matérielle ; on peut citer :

- Les salles informatiques et chambres électriques.
- Les turbines à gaz
- L'Exploration pétrolière et installation de production offshore
- Les centres de télécommunications
- Les générateurs d'électricité
- Les Musées, archives et stockage des données.

Remarque : L'agent extincteur FM-200 n'est pas utilisable sur les feux profonds ou couvant (copeaux de bois ou sciure, carton, textile, câbles en nappes importantes…).

2.13 Conclusion

Dans ce chapitre, Après avoir présenté les différents moyens de détection d'incendie et le choix de détecteurs à utiliser pour la prévention, et les modes d'extinction automatique d'incendie (sprinklage, la mousse, la poudre et le FM200). Dans le prochain chapitre, nous allons procéder à l'étude détaillée du système d'extinction automatique à gaz CO2.

Chapitre IV
Etude de cas

Le besoin de CO2 et la réaction de système on cas début de feu et leur évaluation de performances

<u>Phase 01</u> : Calcule la quantité de co2 et nombre des bouteilles nécessaire pour local protégée (sous station électrique) Et La réaction de système (le déclenchement)

<u>Phase 02</u> : Evaluation des performances de système (Les tests, les maintenances, Le temps de réponse)

3.1 Introduction

Après avoir étudié le système de détection et les systèmes d'extinction automatique d'incendie avec l'eau, la mousse, la poudre, le FM200, ce chapitre vient dans le but d'évaluer l'efficacité du système d'extinction à gaz CO_2 et leurs performances.

Objectif

L'objectif d'une installation d'extinction automatique à gaz est double :

- Eteindre le feu à un stade précoce de son développement ;
- Maintenir les conditions d'extinction pendant une durée suffisante afin d'éliminer tout risque de ré-inflammation.

3.2 Extinction automatique d'incendie avec le dioxyde de carbone (CO2) [9]

3.2.1 Qu'est-ce qu'est le CO2 ?

Le CO2 est un gaz inodore, incolore, non corrosif et non conducteur de l'électricité et les mécanismes électriques sensibles. C'est un gaz asphyxiant potentiellement dangereux pour l'homme aux concentrations utilisées en extinction automatique.

La force des systèmes d'extinction par dioxyde de carbone réside dans la lutte rapide et efficace contre le feu. Il agit par étouffement en abaissant la concentration d'oxygène jusqu'à un niveau où la flamme ne peut plus se développer. Le taux de concentration utilisé pour le CO2 est mortel, c'est pourquoi il a été conçu pour réaliser la protection de locaux non occupés en permanence.



Fig. IV.1 : Bouteille CO2. [9]

3.2.2 Principe d'extinction de CO2

Lorsqu'un incendie se déclenche, le CO_2 pénètre rapidement dans la zone et réduit le niveau d'oxygène de 21% jusqu'à 14%, la quantité suffisante pour que la combustion s'arrête et soit sûre pour les personnes qui occupent la salle.

3.2.3 Domaines d'applications

Une installation d'extinction au CO_2 est très efficace, génère peu de frais de nettoyage après extinction. Le CO_2 est principalement utilisé pour la protection volumétrique tel que :

- Les zones de stockage de matières inflammables
- Les transformateurs
- Salle de câble
- Les rotatives
- Les générateurs de puissance
- Les industries de transformation du métal
- Les imprimeries
- Mélangeurs de peinture
- Machines industrielles…

3.3 Les critères de choix de gaz CO_2 [9]

3.3.1 Le périmètre géographique

Il s'agit de définir clairement les points névralgiques que l'on veut protéger :

- Un bâtiment (protection totale)
- Un local (protection d'ambiance)
- Une machine (protection ponctuelle)

3.3.2 La performance recherchée

Tous les systèmes d'extinction… n'éteignent pas l'incendie ! Selon leur dimensionnement, les systèmes permettent l'extinction, la suppression (il reste des braises ou des flammes réduites) ou le contrôle de l'incendie

3.3.3 La compatibilité entre agents extincteurs et biens à protéger

Il est important de mesurer l'innocuité des agents extincteurs sur les biens à protéger. En effet, en fonction de leur nature physique ou chimique, les agents extincteurs peuvent présenter les effets suivants :

- Corrosivité
- Abrasivité
- Pollution

3.3.4 La réactivité du système de sécurité

Plus le système de détection incendie est précoce, plus le système d'extinction sera performant. Car sa réactivité dépend du type de détection et du délai de mise en oeuvre du système (temporisation de l'émission).

3.4 Calcul du besoin en CO_2 et l'évaluation de performances du système pendant leur réaction en cas d'un début de feu.

3.4.1 Calcule la quantité de CO2 et nombre des bouteilles nécessaire pour local protégée (sous station électrique)

a. Description du local :

Le volume de sous station est 525m^3 et contient de 36 armoires électrique pour alimenté les matériels de l'Unité.et deux ports, et un package de ventilation.



Fig. IV.2 : sous station électrique

b. Calcul la quantité de base de CO2 pour la sous station principal (R3)

Selon la règle **APSAD R3** la quantité de base de CO2 requise doit être déterminée en appliquant la formule suivante aux installations de protection ponctuelle et aux installations de protection d'ambiance :

$$Q= KB (0.2 A + 0.75 V)$$

Les variables prises en compte dans ces formules sont les suivantes :

$$V = VV + 4 VZ - VG$$

$$A = AV + 30 A0$$

AV : Superficie totale des murs, plancher et plafond (y compris les ouvertures A0) de l'enceinte en m2.

A0 : Superficie totale de toutes les ouvertures pouvant être supposées ouvertes dans le cas d'un incendie, en m2.

Q : quantité de base de CO2 en Kg.

VV : Volume de l'enceinte ou le volume de l'objet (réel ou fictif). En m3.

VZ : volume d'air en valeur absolue qui sera introduit dans l'enceinte ou évacué de l'enceinte au cours du temps d'émission et du temps d'imprégnation par des systèmes de ventilation qui ne peuvent être fermés, en m3.

VG : volume de la structure du bâtiment qui peut être déduit, en m3 (éléments fixes incombustibles).

KB : Facteur imputé à la matière à protéger qui peut être égal ou supérieur à 1 on a choisir valeur 1selon le tableau (voir l'annexe)

c. Calcul de volume et de superficie pour l'enceinte « sous station électrique » :

- les dimensions de locale :
- La hauteur **3,5 m**.
- La longueur **15m**.
- La largeur **10 m**.

- Le volume de l'enceinte **Vv :**

$$Vv= 3,5 \times 15 \times 10 = 525\ m^3$$

$$Vv=525\ m^3$$

- La superficie totale de l'enceinte **Av**:

$$\mathbf{Av = 2x\ ((3,5x10) + (10x15) + (15x3,5)) = 475\ m^2}$$

$$\mathbf{Av = 475\ m^2}$$

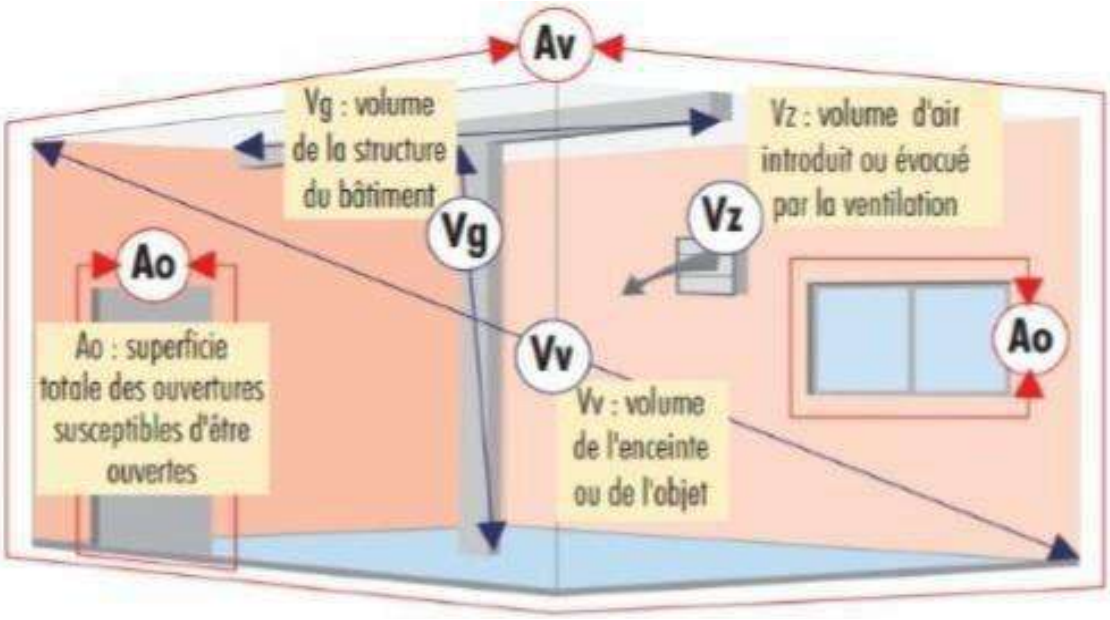


Fig. IV.3 : Les paramètres de calcul de la quantité de CO2

d. Calcule de volume de la structure du bâtiment qui peut être déduit, en m3 (éléments fixes incombustibles) VG :

Il y a 36 armoires électriques donc :

$$\mathbf{V_{G1} = V_{G2} = V_{G36} = 2,2x0,7x0,8 = 1,23\ m^3}$$

Alors VG :

$$\mathbf{V_G = 1,23x\ 36 = 44,35\ m^3}$$

$$\mathbf{V_G = 44,35\ m^3}$$

e. Calcule de volume d'air en valeur absolue qui sera introduit dans l'enceinte ou évacué de l'enceinte V_Z :

Il y a un package de systèmes de ventilation

V_{Z1}=2x (0,7 x 0.6 x 3) = 2 ,52 m^3

V_{Z2}= 2x (0,7 x 0.6 x 5) = 4,2 m^3

V_{Z3}=2x (0,7 x 0.6 x 12) =10,08 m^3

V_{Z4}= 0,7x 0.6x 10=4.2 m^3

V_Z= V_{Z1}+ V_{Z2}+ V_{Z3}+ V_{Z4}

V_Z= 2,52 +4,2+10,08+4,2= 21 m^3

V_Z= 21 m^3

f. Calcule de Superficie des ouvertures peuvent être supposées ouvertes A_0:

A_0= (1x2) + (2,5x2)= 7 m^2

A_0= 7 m^2

Les variables V et A:

$V = V_V + 4 V_Z - V_G$

V= 525+4(21)- 44,35 = 564,65 m^3

V= 564,65 m^3

$A = A_V + 30 A_0$

A= 475 + 30(7)= 685m^2

A= 685m^2

Calcule de la quantité de base de CO_2 pour cette enceinte :

Appliquons la loi :

$$Q= KB (0.2 A + 0.75 V)$$

Kb = 1 pour ce type d'installation

$$Q_{co2}= 1. (0.2 \times 685+ 0.75 \times 564,65)$$

$$Q_{co2}= 560,48Kg$$

Quand utilisant la capacité d'une bouteille est 45Kg, le nombre des bouteilles nécessaire est :

$$NB= 560,48 / 45 = 12,45 \approx 12 \text{ bouteilles}$$

3.4.2 Évaluation de performances du système pendant leur réaction en cas d'un début de feu

a. La réactivité de système extinction à gaz CO2

- **Détection :**

  pour assure la détection de début de feu par le détecteur de fumée (optique et linéaire), Ce dernies le plus utilisable dans les sous station électrique puisque il couvre tous les aspects du local protégé par des rayonnements (émetteur et récepteur), le première détection passage de la centrale (APS) en mode pré-alarme par la déclenchement d'un détecteur de fumée sur le première zone.

- **Confirmation :**

  Le système fonctionne en double détection, donc après la 1ère détection on à attendue une deuxième détection par le déclenchement d'un détecteur de fumée sur le deuxième zone pour la confirmation de détection et déclenchée une alarme sonore et d'un panneau lumineux (à l'intérieur et l'extérieur de local) pour l'évacuation immédiate de local.

- **Déclenchement :**

  Après la confirmation de détection déclenche une alarme (sirène et gyrophare) à duré de 30 s pour l'évacuation immédiate de local Le système de ventilation était fermé et les portes aussi ensuit un courant électrique est envoyé dans la sparklet qui a

reliée à la bouteille pilote pour déclenche par pression de 60bar les autres bouteilles (rampe principale) qui contient ce dernier un clapet anti-retour de double fonction (élément de connexion entre les réservoirs et un élément de sécurité), est autre bouteilles (rampe de réserve) fonctionne on cas ou le système principal s'arrête , après le déclenche de système la décharge de CO_2 rapide sur une canalisation qui a connecté par des diffuseurs vers local protégée pour minimiser la concentration de O_2 et maintenir le taux d'oxygène à 14% et but de l'étouffement de flamme et éteindre le feu , on cas le système ne fonctionne pas automatiquement , nous pouvons l'exécuter manuellement par une brise glace qui au proche de local au à distance de la salle de contrôle.

b. Inspection

❖ **But :**

Une inspection est une « **vérification rapide »** permettant d'avoir une assurance raisonnable que le système d'extinction est opérationnel. Cela se fait par visualisation que le système est en place, qu'il n'est pas actionné ou trifouillé et qu'il ne présente aucun dommage physique ou obstruction empêchant son fonctionnement.

❖ **Periodicite :**

L'inspection doit être conduite **Mensuellement.**

❖ **Points à observer :**

Lors d'une inspection, les items suivants feront l'objet d'une observation attentionnée et d'un compte rendu.

- Bouteilles de CO2 sont en place et remplies
- Les connexions des bouteilles au manifold de décharge
- Les connexions des bouteilles au dispositif de commande (actuateur)
- Tous les actuateurs manuels (leviers) sont en place et les joints intacts
- Les diffuseurs sont en place et ne sont pas obstrués
- Les détecteurs sont en place et ne sont pas obstrués
- Le panneau de commande est en service et n'affiche aucune alarme ou défaut.

❖ **Documents :**

Après inspection, un compte rendu d'inspection doit être rempli et archivé. Sur ce compte-rendu doit apparaître l'état actuel du système, toute anomalie ainsi que les dispositions prises.

c. Test

❖ **But :**

Le but du test et de la maintenance du système de détection et extinction automatique ne doit pas être uniquement l'assurance de son bon fonctionnement mais aussi d'avoir une indication sur son fonctionnement jusqu'au prochain test.

❖ **Periodicite :**

Tous les systèmes à CO2 doivent être entièrement inspectés et testés **Annuellement** ou après arrêt d'une machine

❖ **Moyens :**

a) Humain :

- Un ingénieur de sécurité et un instrumentiste au niveau de la salle de contrôle pour visualiser les alarmes sur le tableau de contrôle
- Un exploitant au niveau de la salle de contrôle pour visualiser toutes les alarmes qui sur le DCS.
- Deux agents de sécurité sur site pour visualiser toutes les alarmes et effets sur site ainsi que reporter les tags nombres des différents détecteurs
- Un instrumentiste sur site pour l'excitation des détecteurs

b) Matériel :

- Une bouteille de gaz de calibrage (pleine) pour l'excitation des détecteurs de gaz
- Un thermo-contrôle (séchoir) pour l'excitation des détecteurs de température
- Une lampe test UV/IR pour l'excitation des détecteurs UV/IR
- Deux radios pour une communication permanente entre la salle de contrôle et le site
- PV pour reporter tous les résultats remarque par l'excitation du système (alarmes sonore et visuelle, excitation des électrovannes, arrêt de la ventilation etc…..)

❖ **Procedure :**

- Le train doit être à l'arrêt
- Faire une réunion (briefing) entre le personnel des divisions concernées (SE, EXP et INSTR) pour discuter des différentes étapes des tests
- S'assurer qu'aucune alarme ou défaut n'est affiché sur le tableau de commande
- Démonter les leviers de percussion manuelle des bouteilles pilotes de CO2 (principales et réserves)
- S'assurer que toutes les électrovannes des bouteilles pilotes sont réarmées et que leurs bobines électriques sont connectées
- S'assurer que tout est prêt pour le test
- Réarmer toutes les alarmes activées et les électrovannes

- S'assurer qu'aucune alarme ou défaut n'apparaît sur le panneau de contrôle
- Remettre les leviers de percussion manuelle sur les bouteilles pilotes de CO2
- Evaluer le test s'il est positif ou négatif en comparant les effets causés par le test à ceux établis par le constructeur
- Remplir le compte rendu du test en signalant toute anomalie observée ainsi que les dispositions prises ou à prendre

3.4.3 **Evaluation du système extinction automatique**

Indicateur	**Théorique**	**Pratique**	**Remarque**	**Taux d'efficacité**
Nombre de bouteille	12	13	+ 1	100%
Temps de réponse	30 S	30 S	Le temps c'est exact	100%
Temps d'imprégnation	Le temps nécessaire pour maintenir la concentration de CO2 et supérieure ou égale à 34%	Le temps d'étouffement(Le temps est Variable)	Selon l'étanchéité du local	70% - 100%

Tableau IV.2 : évaluation des performances du système extinction automatique

3.4.4 **Interprétation :**

D'après les résultats présentés au tableau ci-dessus, nous pouvons dire que:

- Le nombre de bouteilles est suffisant
- Le temps de réponse est fiable à 100 % ;
- Le temps d'imprégnation est variable tout dépond l'étanchéité du local ;

CONCLUSION

Conclusion générale

Pour faire face au risque d'incendie il est primordial d'avoir une bonne connaissance sur ce dernier, les zones de danger. L'existence des systèmes d'extinction automatique dans les installations industrielles, et l'efficacité de leurs performances utilisées pour la protection contre l'incendie pour éliminer ou diminuer les effets de ce risque.

Dans notre travail nous avons calculé la quantité de gaz CO2 requise pour l'installation protégée et le réserve nécessaire, ensuit nous avons procédé à l'évaluation des performances du système étudié (la réactivité et déclenchement de système, le temps de réponse et tests et maintenance).

Après avoir étudié de système d'extinction automatique d'incendie à gaz CO2, Nous recommandons les actions suivantes :

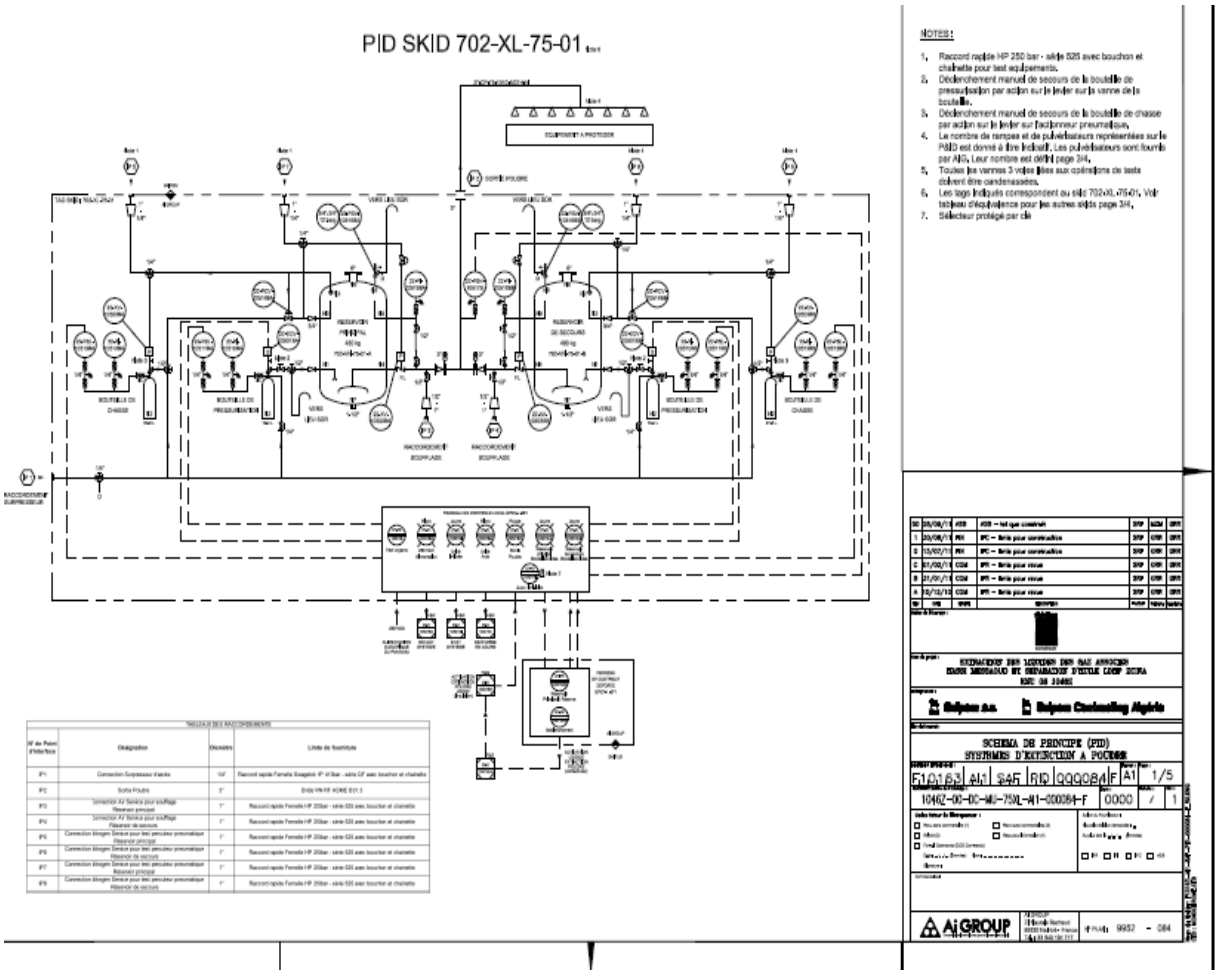
- L'étanchéité et la fermeture des portes lors d'une décharge doivent être revues pour assurer un temps d'imprégnation efficace ;
- Veiller sur le suivi et la surveillance des équipements et leurs fiabilité pour assurer une bonne réponse durant l'incident ;
- installer un système de désenfumage pour faciliter l'évacuation et limiter l'augmentation de température à l'intérieur des locaux ;
- Doter l'installation d'une tapie isolant ;

Référence bibliographie

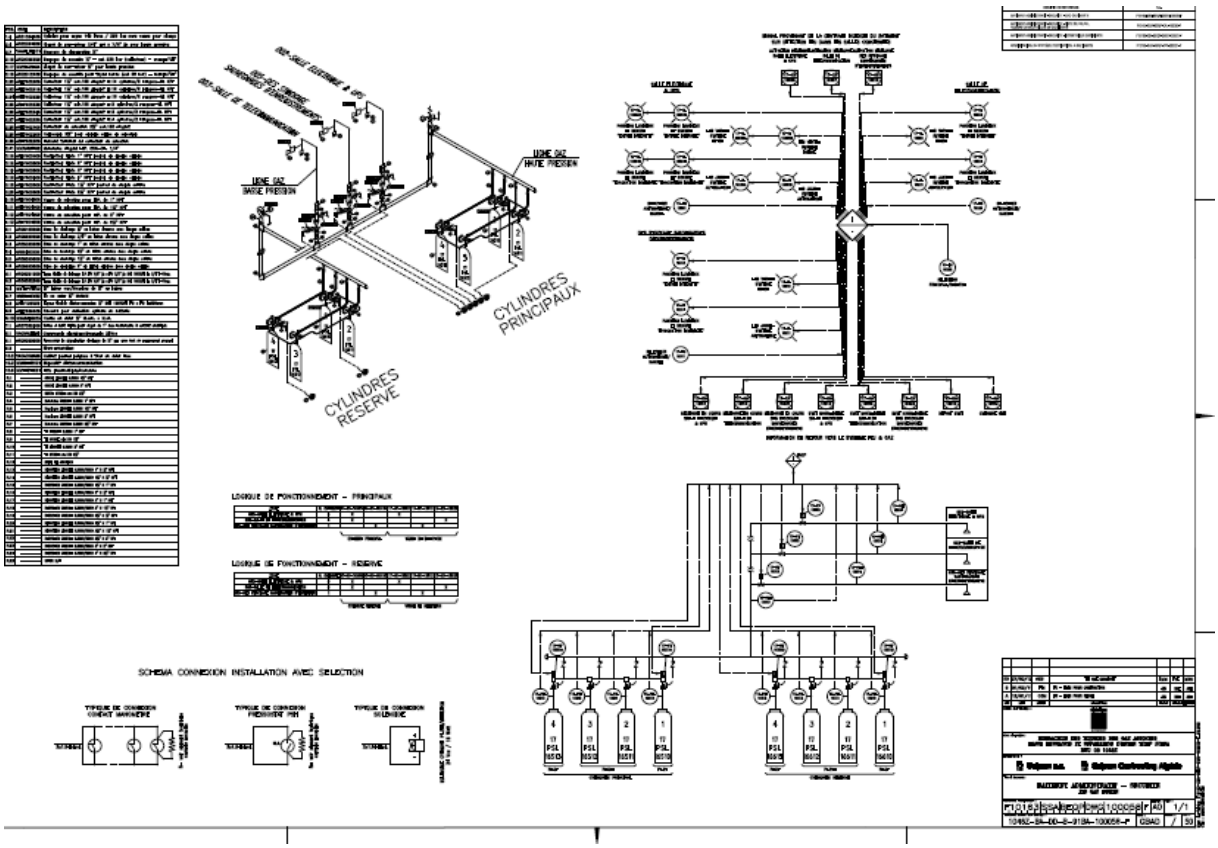
1) Article 1: Le feu et ses composantes, Josianne Roy, www.spiq.ca
2) Article 2 : les types de combustion, par Josianne Roy en collaboration avec www.spiq.ca
3) Article 6 : Les transferts de chaleur, tous droits réservés _ Josianne Roy, www.spiq.ca
4) www.pfi-sécurité-incendie.com
5) Documents interne du complexe industriel ZCINA, DP SH, Hassi Messaoud
6) Manuel opératoire de ZCINA. (saipem contracting algerie)
7) APSAD R7
8) Documents interne de service exploitation ZCINA, DP SH, Hassi Messaoud
9) APSAD R 3

Annexes

Annexe 1 : Système d'extinction à poudre



Annexe 2 : Système d'extinction à CO2



Annexe 1 : les valeurs du coefficient KB

Tableau 3 : Facteurs Ka pour équipements spéciaux

Matières	Ka	%
Salles de câbles, gaines contenant des câbles	1.50 (1)	47
Zones de traitement de données (bandothèque,...)	2.25 (1) (3)	61
Ordinateurs	1.50 (1)	47
Salles de commande et de distribution électrique	1.20 (2)	40
Générateurs, y compris système de refroidissement	2.00 (2)	57
Transformateur à bain d'huile	2.00 (2)	57
Zones d'imprimantes	2.25 (1) (3)	61
Installations de peinture par pulvérisation et de séchage	1.20	40
Métiers à tisser	2.00 (1) (4)	57

(1) une concentration de 34 % doit être maintenue pendant au moins 10 minutes.
(2) le temps d'imprégnation doit être maintenu jusqu'à l'arrêt des générateurs
(3) le papier doit être uniquement traité et non stocké
(4) selon la nature des produits, se conformer au tableau 1