



République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de L'enseignement Supérieur et de la Recherche  
Scientifique Université Kasdi Merbah-Ouargla

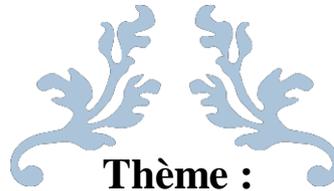


Faculté de Technologie

Département de HSE

Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Licence  
professionnelle en HSE



**Thème :**

---

Etude et dimensionnement d'un  
réseau anti incendie dans une unité  
industrielle

---



**Présenté par :**

- ❖ DEBBI Boumediene
- ❖ BELAIACHI Salah

**Devant le jury composé de :**

**Président : HADEF Hefaid**

**Examineur : ABBES Abdelbari**

**Encadreur : BOULAJOUL Younes**

2018/2019

# *Dédicaces*

*A ceux que j'ai tant aimé avec beaucoup d'affection et je suis très fière de les avoir et tous les mots du monde ne peuvent exprimer l'amour et le respect que je leur porte ; mes très chers parents pour leurs sacrifices, leurs aide, leurs conseils et leurs patience*

*que Dieu les protège.*

*A mon très cher et unique frère : Bahaa eddine*

*A mes adorables et très chères sœurs*

*A ma grande famille, petite et grande.*

*A celui avec qui j'ai partagé ce modeste travail, cher Salah.*

*A tous mes chers amis.*

*A toutes la promotion HSE 2018/2019.*

*Boumediene*

# *Dédicaces*

*Je tiens vivement, à dédier ce travail en signe de respect et de reconnaissance :*

*Aux deux personnes très chères qui ont partagés mes joies et mes peines, qui ont été toujours à mes côtés, qui ont fait de moi ce que je suis aujourd'hui : ma mère et mon père.*

*A mes frères et sœurs et leurs enfants.*

*A tous mes proches sans exception.*

*A mon binôme Boumediene.*

*A toutes la promotion HSE 2018/2019.*

*A tous ceux qui ont contribué à m'aider à la réalisation de ce mémoire.*

*Salah*

# Remerciement

---

*En premier lieu, nous tenons à remercier  
notre Dieu, notre créateur, pour le courage et la  
patience qu'il nous a donné pour accomplir ce  
travail.*

*Ainsi nos parents qui nous aident.*

*Je remercie mon chef de département Mr :  
BOULAJOUL Younes et mon encadreur*

*Nous adressons nos vifs remerciements à tout le personnel de  
SONATRACH/Complexe GL3/Z. Spécialement département  
sécurité.*

*Mme : KACHER Kheira, pour ses orientations et conseils.*

*Je remercie aussi toute personne ayant contribué de près ou de  
loin au bon déroulement de cette recherche,*

*Je tiens aussi à exprimer mes profonds remerciements à  
mes collègues de travail.*

*Enfin mes remerciements s'adressent aux membres de  
jury qui nous feront l'honneur de juger mon travail.*

# Sommaire

---

Dédicace.....	I
Remerciements.....	III
Résumé.....	IV
Liste des tableaux.....	V
Liste des figures.....	VI
Abréviations.....	VII
Introduction générale.....	01

## LA PARTIE THEORIQUE

### CHAPITRE I : DESCRIPTION DU RESEAU ANTI-INCENDIE

Introduction	
I.1. GENERALITE SUR LE RESEAU ANTI-INCENDIE.....	02
I.1.1.Composition du réseau d'eau d'incendie.....	02
I.2 PRINCIPES DE BASE DE LA PROTECTION INCENDIE.....	02
II.2.1. Définition de la norme NFPA.....	03
I.3. SYSTEME DE POMPAGE .....	03
Généralités.....	03
I.3.1 Unité de pompage .....	03
I.3.2 Pomperie incendie.....	04
I.3.3 Pompes principales.....	04
I.3.4 Pompes auxiliaires.....	04
I.4. LE RESEAU MAILLE.....	04
I.5. COUVERTURE TOTALE DE LA SURFACE PROTEGE.....	05
I.6. PRESSION SET DEPITS.....	05
Conclusion.....	05

## LA PARTIE PRATIQUE

### CHAPITRE II : PRESENTATION DE COMPLEXE GL3Z ET LE RESEAU ANTI INCENDIE EXISTANT

Introduction	
II.1. PRESENTATION DE COMPLEXE GL3Z.....	06
II.1.1. Historique.....	06
II.1.2. Situation géographique du Complexe.....	06

# Sommaire

---

II.1.3. Capacité de l'usine GL3Z.....	07
II.1.4. Principales caractéristiques de Complexe GL3Z.....	09
II.1.5. Organisation du complexe GL3/Z.....	10
II.2. LE GAZ NATUREL.....	11
II.2.1. Définition du gaz naturel.....	11
II.2.2. Origine du mot « GAZ NATUREL ».....	11
II.2.3. Origine du Gaz naturel.....	11
II.2.4. Les composants du gaz .....	12
II.2.5. Les conditions du Gaz « GN » entré.....	12
II.2.6. Importance du gaz naturel.....	12
II.2.7. La consommation mondiale d'énergie.....	13
II.3. DESCRIPTION DU PROCEDE DE LIQUEFACTION DU GAZ NATURAL.....	13
II.3.1. Généralité.....	13
II.3.2. Brève description des unités :.....	14
A) Unités de procédé .....	14
B) Unités Off-sites.....	15
C) Unités des Utilités.....	15
II.4. BASES DE CONCEPTION DU SYSTEME D'EAU D'INCENDIE DANS LE COMPLEXE GL3/Z .....	16
II.4.1. Réservoir de stockage d'eau douce anti-incendie 63-MF01 .....	16
II.4.2. Equipements rotatifs (pompes) .....	17
A) Pompes « Jockey » d'eau douce incendie (63-MJ03-A/B.....	17
B) Pompe d'eau incendie (63-MJ01-A) et pompe d'eau incendie diesel (63-MJ01-B).....	18
C) Pompe d'eau de mer incendie (77-MJ01-A) et pompes d'eau de Mer incendie diesel (77MJ01B/C) .....	19
II.4.3. Soupapes de sécurité et soupapes d'expansion thermique.....	20
II.4.4. Vanne régulatrice de pression .....	20
II.5. DESCRIPTION DU PROCEDE.....	21
II.5.1. Système d'alimentation en eau d'incendi.....	21
II.5.2. Actionnement du système de pompage de l'eau d'incendie.....	22

# Sommaire

---

II.5.3. Description de la séquence de démarrage automatique.....	23
II.5.4. Ensemble de l'unité de chloration d'eau de mer.....	26
II.5.5. TEST HEBODAMAIR DES UNITES 63 ET 77.....	26
A) Procédure de test hebdomadaire de l'unité 63 applicables au complexe GL3.Z .....	26
B) Procédure de test hebdomadaire de l'unité 77 applicables au complexe GL3.Z.....	27
Conclusion.....	30
<b>CHAPITRE III : PROGRAMME INFORMATIQUE ET RESULTATS DES CALCULS</b>	
Introduction	
III.1 LOGICIEL DE CALCUL.....	31
III.2 LES FORMULES DE MODELESATION .....	31
III.2.1 Les Pertes de charge par la méthode de Hazen-Williams.....	31
III.2.2 facteur C de la conduite.....	32
III.3 PROCEDUR DE CALCUL HYDRAULIQUE.....	32
III.4 DONNEES D'ENTREE.....	34
III.4.1 Unité de Mesure.....	34
III.4.2Condition d'Approvisionnement d'Eau d'Incendie.....	34
III.5 RESULTATS.....	35
III.5.1 Acceptabilité du système.....	37
III.5.2 Récapitulatif des Résultats.....	37
Conclusion.....	40
CONCLUSION ET PERSPECTIVES.....	41
Bibliographie.....	VIII

# *Liste des Tableaux*

---

<b>Tableau I.1</b> : Composition du Gaz d'Alimentation du Complexe GL3/Z.....	07
<b>Tableau I.2</b> : Principales caractéristiques de Complexe GL3/Z.....	09
<b>Tableau I.3</b> : Les composants du gaz naturel et leur température d'ébullition.....	12
<b>Tableau I.4</b> : Condition d'entrée du GN à l'alimentation.....	12
<b>Tableau I.5</b> : La consommation d'énergie dans le monde en 1978-1990.....	13
<b>Tableau II.1</b> : Données Principales des pompes 63-MJ03-A/B.....	17
<b>Tableau II.2</b> : Données Principales des pompes 63-MJ01-A/B.....	18
<b>Tableau II.3</b> : Données principales des pompes 77-MJ01-A/B/C.....	19
<b>Tableau II.4</b> : Soupapes de sécurité et d'expansion thermique.....	20
<b>Tableau III.1</b> : Cas de base 1 (Zone d'incendie FA-15).....	32
<b>Tableau III.2</b> : Cas de base 2 (Zone d'incendie FA-38).....	32
<b>Tableau III.3</b> : Cas de base 3 (Zone d'incendie FA-07).....	32
<b>Tableau III.4</b> : Cas de base 4 (Zone d'incendie FA-43).....	33
<b>Tableau III.5</b> : Donnée de Conception du système.....	37
<b>Tableau III.6</b> : Résultats de Calcul (cas de base 1).....	38
<b>Tableau III.7</b> : Résultats de Calcul (cas de base 2).....	38
<b>Tableau III.8</b> : Résultats de Calcul (cas de base 3).....	39
<b>Tableau III.9</b> : Résultats de Calcul (cas de base 4).....	39

# *Liste des figures*

---

<b>Figure I.1</b> : Réseau maillé.....	04
<b>Figure II.1</b> : Situation géographique de GL3Z.....	06
<b>Figure II.2</b> : Composition des différents GN d'alimentation du Complexe GL3/Z.....	08
<b>Figure II.3</b> : Organigramme du Complexe GL3Z.....	10
<b>Figure II.4</b> : Schéma de procédé de liquéfaction de GL3Z.....	14
<b>Figure II.2</b> : Réservoir de stockage d'eau douce anti-incendie 63-MF01.....	16
<b>Figure II.3</b> : Pompes « Jockey » d'eau douce incendie (63-MJ03-A/B).....	17
<b>Figure II.4</b> : Pompe d'eau incendie (63-MJ01-A) et pompe d'eau incendie diesel (63-MJ01-B).....	18
<b>Figure II.5</b> : Pompe d'eau de mer incendie (77-MJ01-A) et pompes d'eau de mer incendie diesel (77-MJ01-B/C).....	20
<b>Figure II.6</b> : Vannes régulatrices de pression.....	20
<b>Figure II.7</b> : La séquence de démarrage automatique.....	25
<b>Figure II.8</b> : Unité 77.....	29
<b>Figure III.1</b> : Réseau d'incendie avec les diamètres final.....	37

# Abréviations

---

**SONATRACH:** Société Nationale de Transport et Commercialisation des hydrocarbures

**GNL:** Gas Natural Liquéfié

**GPL:** Gas Pétrolier Liquéfié

**MMTPA:** Millions de Tonnes/an

**PPM:** Partie par Million

**TEP:** Tonne Equivalent Pétrole

**MDEA:** Amine Méthyle Diéthylamide Active

**HP:** Haute de Pression

**BP:** Bas de Pression

**MR:** Réfrigérant mixte

**NFPA:** National Fire Protection Association

**PRV:** Pressure Relief Valve

**TRV:** Thermal Relief Valve

**LIC:** Level Indicated Contrôle

**PT:** Transmetteur de pression

**PV:** Pression Valve

**PY:** Calculeur de Pression

**PIC:** Indicateur Contrôle Pression

**FGS:** Fire and Gas Détection Système

**DCS:** Système de Contrôle Centralise

**CCR:** Central Control Room

## ***RESUME***

Dans le cadre de ce projet, nous nous intéresserons au problème de protection contre un **incendie** dans une installation de stockage pétrolier.

L'objectif principal de ce travail est d'étudier le réseau de lutte contre l'incendie puis une étude de dimensionnement du réseau est effectuée à l'aide d'un logiciel de calcul appelé PIPENET.

L'étude de ce réseau est un processus complexe, nous le traitons dans ce travail en trois étapes, nous faisons la présentation globale de l'installation afin de comprendre **le réseau hydraulique** et de mieux cerner la problématique qui nous est posée. En second lieu nous donnons les généralités sur les éléments qui constituent de telles installations, afin de connaître les méthodes de **dimensionnement**.

Les calculs effectués et l'analyse des résultats, nous a permis de déterminer les **diamètres** appropriés pour le réseau.

Mots clés : réseau anti incendie- dimensionnement réseau anti incendie - logiciel PIPENET.

---

## ***ABSTRACT***

As part of this project, we will focus on the problem of protection against a **fire** in an oil storage facility.

The main objective of this work is to study the firefighting network and consequently then the sizing of the firefight is done using a PIPENET software.

The study of this network is a complex process, we treat it in this work in three stages, we make the overall presentation of the installation in order to understand **the hydraulic network** and understand the problem that has been posed to us. In the second place we give the generalities on the elements which constitute such installations, in order to know the methods of such **sizing**, and finally, the calculations to be made. One of the originalities of our work is the computerization of **the method of calculation**.

Calculations performed and analysis of the results, allowed us to determine the appropriate **diameters** for the network

Key Words: sizing Firefighting network- PIPENET Software

# Introduction générale

---

Le risque d'incendie est un agent de détérioration très dangereux qui peut causer des dommages graves et parfois irréparables aux biens et installations industriels ainsi que des interruptions majeures aux activités qui s'y déroulent et aux services qui y sont offerts, il peut également causer des blessures, et même la mort, chez les personnes ainsi que un effet néfaste sur l'environnement, ce que fait que ce risque d'incendie est parmi les soucis majeurs de l'entreprise SONATRACH ARZEW, à cet effet l'entreprise a accordé la plus haute priorité possible à la prévention et à la lutte contre les incendies.

Par conséquent, des efforts ont été consacrés afin de minimiser ou bien d'éliminer à limiter les risques qu'un incendie survienne. De ce fait, l'entreprise SONATRACH ARZEW s'est dotée d'un réseau incendie qui au cours des années se dégradé et ne répond plus aux normes et exigences internationales de sécurité. C'est dans une logique de conception d'un nouveau réseau conforme à ces normes que s'inscrit le présent travail dont le thème est libellé comme suit « Etude et dimensionnement d'un réseau anti-incendie ».

Le présent travail est divisé en quatre chapitres :

Dans le premier chapitre, nous avons décrit les principes et les règles de dimensionnement d'un réseau anti-incendie, en nous basant sur la réglementation de la norme NFPA.

Le second chapitre, nous présenterons l'historique de la complexe GL3/Z, et ses multiples activités industrielles ainsi que l'organigramme décrivant ses différentes directions. Par suite, nous passerons aux principes de base d'une installation anti-incendie ainsi que les règles générales de conception.

Le troisième chapitre, sera consacré à Le dimensionnement et le calcul de ces pertes de charge seront effectués par le logiciel de calcul PIPENET basant sur la formule de Hazen-Williams.

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

## **Introduction**

Le réseau d'eau d'incendie est un moyen de protection contre l'incendie et ses conséquences. Il a pour but de sauvegarder des vies humaines et des biens (constructions, installations industrielles, machines, équipements etc....)

Il doit faire l'objet d'une étude normalisée.

## **I.1.GENERALITE SUR LE RESEAU ANTI-INCENDIE :**

### **I.1.1.Composition du réseau d'eau d'incendie**

Le réseau d'eau d'incendie doit être obligatoirement composé des éléments suivants :

- Une réserve d'eau ;
- Un système de pompage ;
- Un système de tuyauterie ;
- Accessoires de tuyauterie ;
- Des poteaux d'incendie ;
- Connections d'annexes (piquages) ;
- Des vannes de sectionnement.

## **I.2. PRINCIPES DE BASE DE LA PROTECTION INCENDIE [6]**

La protection incendie met en œuvre l'ensemble des techniques disponibles, afin d'adapter au mieux les solutions possibles par rapport au risque identifié :

- Protection passive (mur coupe-feu, mur anti-explosion)
- Protection active (eau, mousse, autres systèmes)

La combinaison de ces différentes possibilités détermine le plan d'intervention, en permettant d'optimiser les moyens mis en œuvre et le temps de réaction associé.

Il est pratiquement impossible et prohibitif en terme de coût de dimensionner les installations de protection incendie sur la base d'un événement catastrophique, gravité élevée et faible probabilité.

L'objectif habituel d'un système de protection est de pouvoir empêcher un événement mineur de se développer en événement majeur pour l'installation et son environnement.

Le dimensionnement de l'installation incendie repose généralement sur le principe d'un seul événement qui peut survenir à la fois sur l'installation.

La grande variété et l'intensité des feux possibles dans les installations de traitement des hydrocarbures impliquent que la détermination du moyen de protection et donc du besoin en eau associé n'est pas une science exacte. Par conséquent nous avons recourt aux normes suivantes :

- NFPA (National Fire Protection Association) ;
- BS (British Standard).

Dans notre étude, nous allons nous référencier aux normes américaines NFPA.

## **I.2.1 Définition de la norme NFPA [6]**

NFPA (Association nationale de protection contre l'incendie), a été fondée est née aux États-Unis en 1896, cette organisation à composition international établit et met à jour la protection incendie et les mesures de prévention.

## **I.3. SYSTEME DE POMPAGE**

### **Généralités :**

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

L'eau est considérée comme agent extincteur du feu et agit par refroidissement sur le foyer en combustion.

Afin d'obtenir un maximum d'effet d'absorption de chaleur, l'eau est utilisée par divers moyens tels que les arroseurs (sprinklers) les rideaux d'eau et les poteaux d'incendie etc. ...

Tous ces systèmes demandent de l'eau sous pression d'un réseau pressurisé en permanence.

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

### **I.3.1 Unité de pompage**

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

### I.3.2 Pomperie incendie

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

### I.3.3 Pompes principales

Ces pompes doivent fournir le débit et la pression requis par l'installation de lutte contre l'incendie.

Leur démarrage est manuel ou automatique par chute de pression importante dans le réseau (ouverture de poteau d'incendie), l'arrêt est uniquement manuel.

D'une manière générale, et dans la mesure du possible un réseau d'eau d'incendie doit disposer de trois pompes incendie principales, deux à énergie électrique (une pour stand-by), la troisième à énergie diesel, sinon deux sont obligatoires, une électrique et l'autre diesel.

### I.3.4 Pompes auxiliaires

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

## I.4 Le réseau maillé: [6]

On appelle maille toute partie du réseau dont chaque point dispose au moins deux (02) possibilités d'alimentation distinctes et indépendantes de telle sorte que l'indisponibilité de l'une d'elles ne puisse suffire à compromettre l'intégrité du réseau.

Une simple manœuvre de vanne permet d'isoler le tronçon endommagé. Il procure plus de sécurité, Le réseau est formé par une boucle de tuyauterie est peint en rouge.

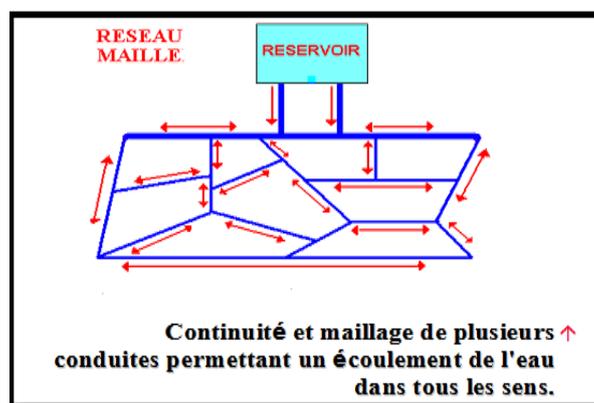


Figure I.1: Réseau maillé

**I.5. Couverture totale de la surface à protéger**

Cette condition définit l'étendue du réseau.

- Elle est réalisée par un certain nombre de poteaux d'incendie.
- Ce nombre est défini par la règle de traçage des cercles ayant un rayon bien défini.
- Pendant le tracé des cercles, il faut s'assurer qu'il n'existe pas de zones d'ombre.
- Selon l'application de cette règle, la distance minimale entre deux prises d'eau sera égale à 50 m.
- La distance entre les façades de constructions et le poteau d'incendie ne doit pas être inférieur à 10m.
- Dans la mesure du possible, les mailles doivent être équidistantes pour un bon équilibre de pression.

**I.6. Pression set débits**

Ceux sont deux paramètres très importants, qui jouent un rôle de premier rang dans le processus d'extinction de feu par l'eau ou par la mousse.

Sur le plan théorique, le calcul des valeurs de pression et de débit est soumis à une réglementation relative aux risques à protéger (Classification des risques).

Sur le plan pratique (plus important), la réalisation de ces valeurs dépend de certains facteurs ; qu'il faut surveiller continuellement, à savoir :

- Le volume de la réserve d'eau
- Le rendement du système pomperie
- L'étanchéité du système.

**Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons décrit les principes et les règles de dimensionnement d'un réseau anti-incendie, en nous basant sur la réglementation de la norme NFPA.

### Introduction

Le présent chapitre traite de l'historique et de l'évolution de le complexe GL3/Z et de ses multiples activités industrielles ainsi que l'organigramme décrivant ses différentes directions. Par suite, nous passerons à la description du réseau anti-incendie existant, et enfin nous terminerons par la position du problème.

### II.1.Présentation de complexe GL3/Z

#### II.1.1. Historique [1]

Le Complexe GL3/Z est le plus récent Complexe de liquifaction de gaz naturel, l'engineering a été assuré par la société italo-japonaise d'engineering « joint,SAIPEM-CHIYODA » qui a été chargé des études de la construction et du démarrage des différentes installations.

Le Projet GNL3/Z fait partie d'une série de projets de gaz intégrés de plus grande envergure, créés par SONATRACH en Algérie, impliquant le développement des réserves de champs de gaz dans le Bassin de Berkine (Algérie centre-orientale), la construction d'un système de gazoduc et d'une nouvelle unité d'Usine GPL dans la zone industrielle portuaire El-Djedid à Arzew.

#### II.1.2. Situation géographique du Complexe [1]

Le site se situe le long de la cote Méditerranéenne à Bethioua, à l'est d'Arzew, dans la zone du port industriel de MArse El Djedid. Il s'étend sur 54,6 ha. À l'est se trouve le Complexe GP1Z, à l'ouest l'unité de dessalement kahrama, La mère méditerranée borde le site au nord, Au sud se trouve la route principale de la zone.



Figure II.1 : Situation géographique de GL3Z.

### II.1.3. Capacité de l'usine GL3Z [2]

L'usine est conçue pour fonctionner avec différentes compositions du gaz d'alimentation, 3 cas ont été pris en compte pendant la phase de conception :

1. **Cas de base** (par rapport au C1) : Le gaz a une masse moléculaire intermédiaire, l'usine produit 4,7 MMTPA de GNL
2. **Cas riche** (par rapport au C1) : Le gaz à une masse moléculaire élevée, utilisé pour dimensionner le fractionnement et les unités de récupération du GPL, l'usine produit 4 MMTPA de GNL
3. **Cas pauvre** (par rapport au C1) : le gaz à une masse molaire basse, utilisé pour dimensionner les parties associées à l'end-flash, l'usine produit 4 MMTPA de GNL

**Tableau II.1** : composition du Gaz d'Alimentation du Complexe GL3/Z.

Composition % mol CAS	BASE	LOURD	LEGER
<b>Hélium</b>	0.07%	0%	0.1%
<b>Azote</b>	1.1799%	0.2%	5.5296%
<b>Méthane</b>	84.1944%	83.6144%	85.8642%
<b>Ethane</b>	10.1893%	11.9992%	5.9996%
<b>Propane</b>	1.9999%	2.7298%	0.5%
<b>Isobutane</b>	0.14%	0.3%	0%
<b>Normal-butane</b>	0.19%	0.51%	0%
<b>Iso-pentane</b>	0.02%	0.11%	0%
<b>Normal-pentaane</b>	0.01%	0.12%	0%
<b>Normal-hexane+</b>	0%	0.11%	0%
<b>Dioxyde de Carbone</b>	1.9999%	0.3%	1.9999%
<b>Eau</b>	50 ppm	50 ppm	50ppm
<b>TOTAL</b>	100%	100%	100%

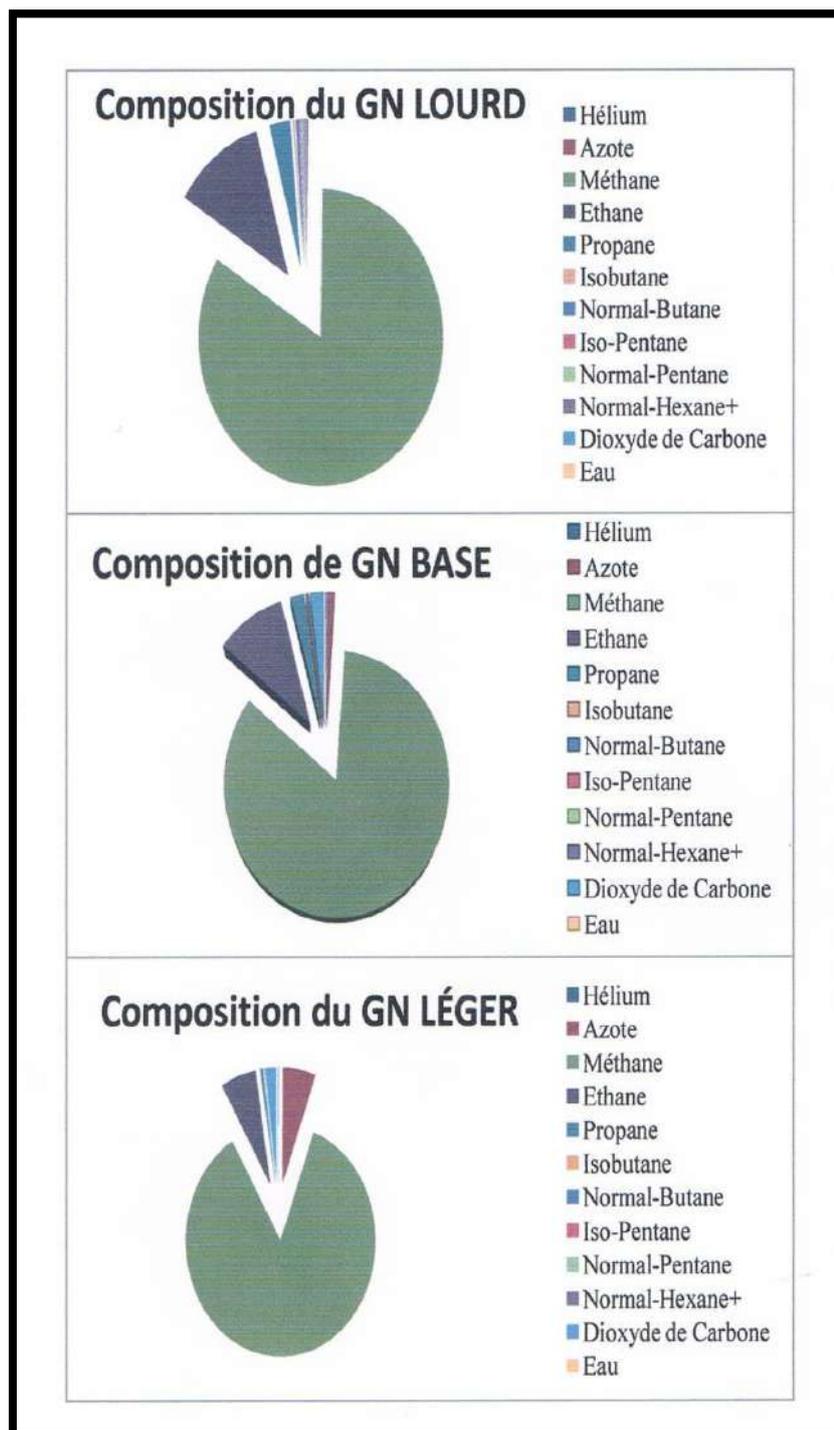


Figure II.2 : Composition des différents GN d'alimentation du Complexe GL3/Z.

### II.1.4.Principales caractéristiques de Complexe GL3Z

Le tableau montre les principales caractéristiques dans le Complexe GL3Z :

**Tableau II.2** : principales caractéristiques de Complexe GL3/Z

	<b>GL3Z</b>
<b>Société de construction</b>	<b>Joint-venture, SAIPEM-CHIYODA</b>
<b>Date de construction</b>	<b>Octobre 2009</b>
<b>Début de production GNL</b>	<b>En démarrage (2014)</b>
<b>Provenance du GN</b>	<b>Plusieurs puits du Sud-Centre et Sud-Est</b>
<b>Nombre de train</b>	<b>01 train</b>
<b>Capacité de production</b>	<b>4,7 millions de tonnes/an</b>
<b>Capacité de stockage du GNL(m)</b>	<b>320 000 m<sup>3</sup> (02 réservoirs)</b>
<b>Stockage du GPL (propane, butane)</b>	<b>03 réservoirs (deux pour le propane et un pour butane)</b>
<b>Stockage de gazoline</b>	<b>Une sphère et expédition vers GL2/Z une fois pleine</b>
<b>Duré de rechargement d'un méthanier de 120 000 m<sup>3</sup></b>	<b>Le chargement s'effectué en 10h30 avec un débit de 1000 m avec six bars de chargement</b>

II.1.5.Organisation du complexe GL3/Z :

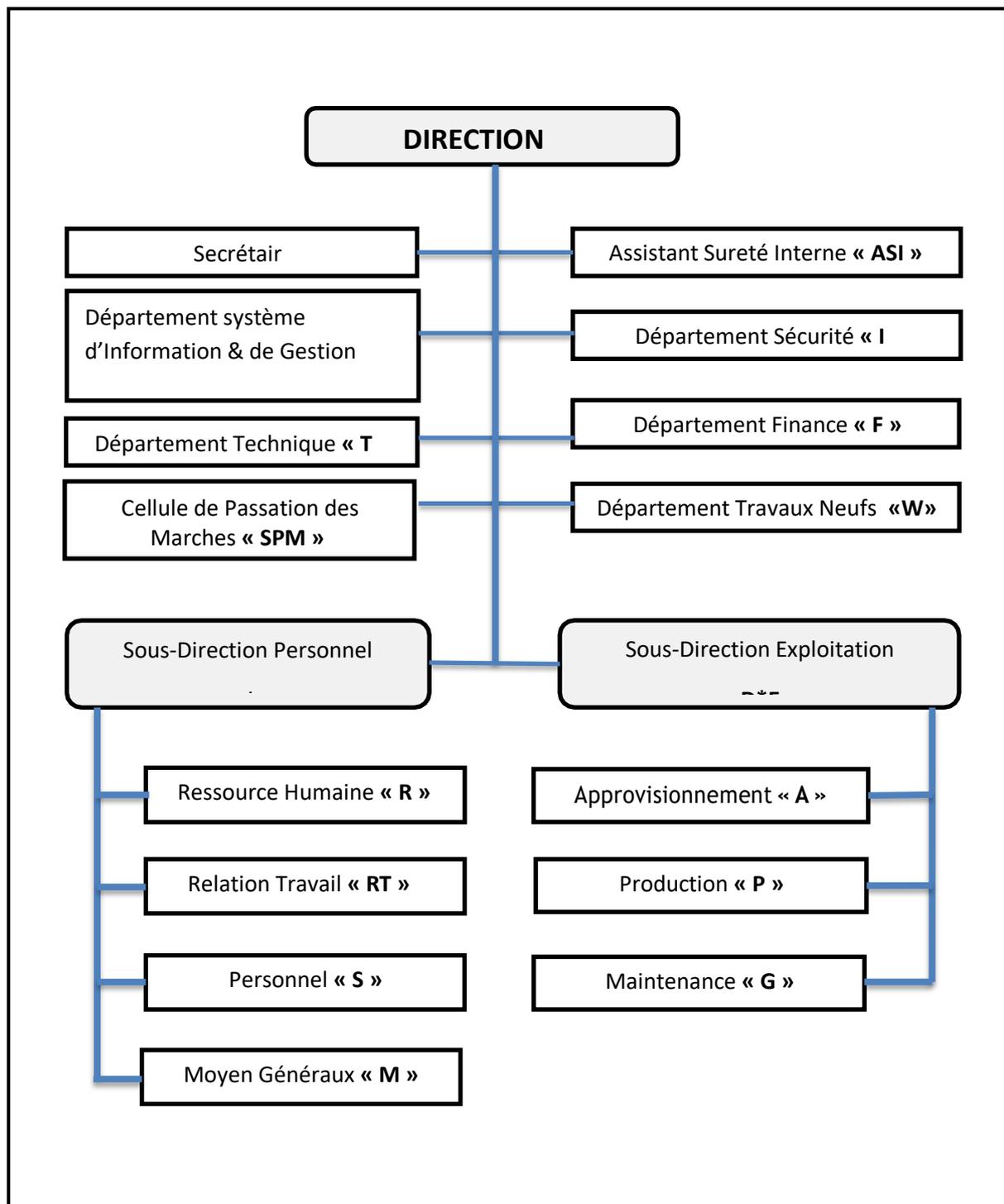


Figure II.3 : Organigramme du Complexe GL3Z

### II.2. LE GAZ NATUREL

#### II.2.1. Définition du gaz naturel [3]

Le gaz naturel est un mélange d'hydrocarbures légers comprenant du méthane ( $\text{CH}_4$ ) en grande proportion ainsi que d'autres hydrocarbures gazeux tels que l'éthane, le propane, le butane, le pentane et le Hexane en proportion décroissante. Sa composition révèle en outre suivant les cas, la présence d'hélium, d'azote, de gaz carbonique, sulfure et de la vapeur d'eau. La genèse du gaz naturel est tout à fait analogue à la genèse du pétrole (qui est un mélange d'hydrocarbures lourd) et résulte de la décomposition de la matière organique essentiellement sous-marine déposée au cours des époques géologiques et en forme sous les couches sédimentaires. C'est la raison pour laquelle les couches dans lesquelles se trouvent piégé du gaz naturel sont en général plus profond.

Une certaine quantité du gaz naturel se présente toujours en association avec les gisements de pétrole, c'est le cas par exemple à HASSI MESSAOUD.

#### II.2.2. Origine du mot « GAZ NATUREL »

Au moyen âge, dès le XVI<sup>ème</sup> siècle le gaz naturel était connu en Europe, en France on cite une curieuse fontaine qui brûle près de Grenoble, si le mot « gaz » a été forgé par le savant FLUMAND JAN BAPTISTE HELMONT vers 1609, l'expression «Gaz naturel », a été imposée quelques années plus tard en 1795 par un autre savant italien LAZZARO SPALLANZANI, cette nouvelle appellation fut adoptée aux USA pour désigner le méthane, mot qui n'existait pas encore. Enfin le chimiste allemand AUGUSTE VON HOFFMANN proposa en 1865 le nom de méthane pour le gaz de marais.

#### II.2.3. Origine du Gaz naturel

Le gaz naturel a une origine identique à celle du pétrole, il s'est formé il y a 300 millions d'années quand d'immenses forêts couvraient la terre, lorsque des couches de micro-organismes vivants sont venues se déposer au fond des océans et sur les rivages des continents.

### II.2.4. Les composants du gaz :

Sa composition moyenne est donnée dans le tableau suivant :

**Tableau II.3 :** Les composants du gaz naturel et leur température d'ébullition.

Composants		Proportion Molaire (%)	Température d'Ébullition
Hélium	He	0.19	-269
Azote	N <sub>2</sub>	5.80	-196
Méthane	CH <sub>4</sub>	83.00	-162
Ethane	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	7.10	-90
Propane	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	2.25	-45
i-Butane	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0.6	-12
n-Butane	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0.4	0
i-Pentane	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	0.15	+28
n-Pentane	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	0.12	+36
Gaz carbonique CO <sub>2</sub>		0.21	-78
Eau H <sub>2</sub> O (vapeur)		50 ppm	/
Mercure Hg		Traces	/

### II.2.5. Les conditions du Gaz « GN » entré

Pression	42.5 bars absolus
Température	De —1.1°C à 40°C
Débits	268000 m <sup>3</sup> /h /1 train à 100% de charge

**Tableau II.4 :** Condition d'entrée du GN à l'alimentation.

### II.2.6. Importance du gaz naturel

La contribution du gaz naturel dans le bilan énergétique mondial peut se résumer dans le tableau I.5 donnant la consommation d'énergie dans le monde en 1978 et celle et de 1990.

### II.2.7. La consommation mondiale d'énergie

**Tableau II.5 :** La consommation d'énergie dans le monde en 1978-1990.

SOURCE D'ENERGIE	CONSOMMATION EN MILLIARDS DE TEP	
	1978	1990
Année	1978	1990
Charbon	1.80	3.10
Pétrole	3.10	4.40
Gaz naturel	1.25	1.90
Energie nucléaire	0.15	0.80
Energie hydro-électricité	0.40	0.65

## II.3. DESCRIPTION DU PROCEDE DE LIQUEFACTION DU GAZ NATUREL

**II.3.1. Généralité :** Le nouveau Complexe de GNL, comprend :

Un train du GNL pour :

- ✓ Traitement du gaz d'entrée
- ✓ Fractionnement
- ✓ Liquéfaction du méthane

Ainsi que toutes les infrastructures nécessaire : Utilités, Stockages, Jetée pour chargement des navires, etc.

Cette unité permet de produire :

- ✓ 4,7 millions de tonnes/an de GNL exporté aux marchés internationaux.
- ✓ Ethane pour la consommation interne (réintégration au réfrigérant mixte et injection dans le gaz combustible) et exportation.
- ✓ Propane et butane (GPL) pour exportation.
- ✓ Gazoline pour exportation.
- ✓ Gaz riche en hélium.

## Chapitre II PRESENTATION DE L'UNITE ET LE RESEAU EXISTANT

Le GNL est stocké dans 2 réservoirs de rétention de totale chacun d'une capacité de

160,000 m<sup>3</sup>. Les produits du GPL sont stockés dans des réservoirs de rétention totale séparés,

d'une capacité de 56000 m<sup>3</sup> pour propane et 12000 m<sup>3</sup> pour butane.

La gazoline produite sera stabilisée et stockée dans une sphère d'une

capacité de 1800. La structure de la torche se situe « offshore », accessible

par une route sur digue.

Le projet des constructions futures :

- ✓ 2<sup>ème</sup> train de production de GNL de la même capacité du premier à savoir 4,7 millions de tonnes/an.
- ✓ Installation d'extraction de l'hélium.

### II.3.2. Brève description des unités [4]

#### A) Unités de procédé

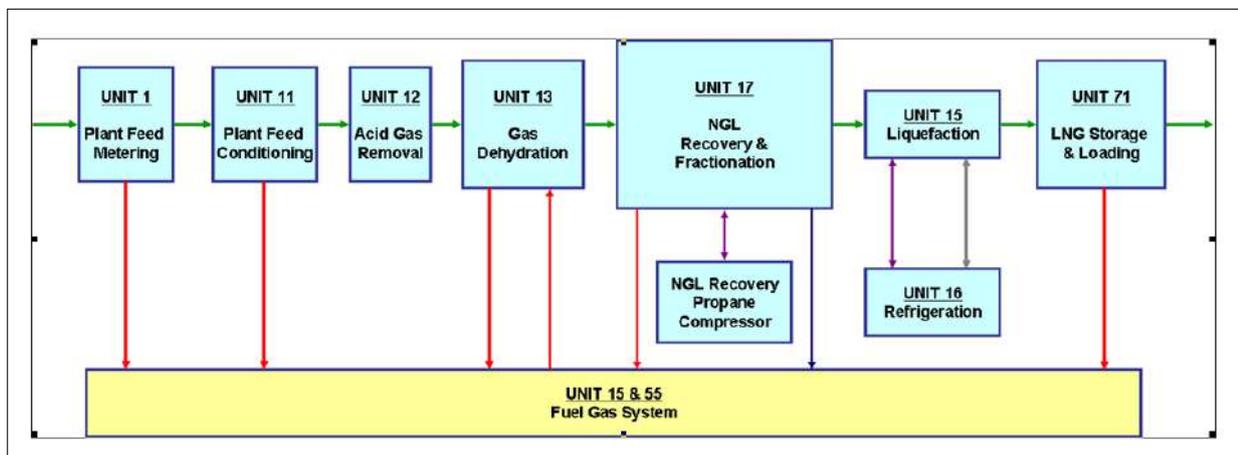


Figure I.4 : Schéma de procédé de liquéfaction de GL3Z

### **B) Unités Off-sites**

- Traitement de l'eau usée et effluente (unité 64)
- Chargement et stockage du produit GNL (unité 71)
- Chargement et stockage du produit GPL (unité 72)
- Stockage du Réfrigérant (unité 73)
- Système de la torche (unité 75)
- Système de stockage de la gazoline (unité 76)

### **C) Unités des Utilités**

- Stockage de l'Amine (unité 02)
- Stockage de l'Huile Chaude (Unité 08)
- Génération d'énergie (unité 51)
- Système du Générateur Diesel d'Urgence (unité 53)
- Système d'Air Instrument et de l'Usine (unité 56)
- Système Commun de Gaz Combustible (unité 55)
- Système d'Azote (unité 57)
- Système d'eau potable (unité 58)
- Système d'eau déminéralisée et de service (unité 59)

### II.4. BASES DE CONCEPTION DU SYSTEME D'EAU D'INCENDIE DANS LE COMPLEXE GL3/Z [5]

Le système d'eau d'incendie est conçu conformément aux critères et paramètres principaux suivants :

- La maîtrise et la lutte contre un seul incendie à la fois survenant dans la zone de l'usine, en limitant son aggravation et en réduisant autant que possible ses conséquences sur les installations exposées aux radiations ;
- La propagation du feu n'est pas supposée aller au-delà des limites de la zone d'incendie ;

Afin de répondre à ces exigences, le système de protection anti-incendie active procède à la sélection et à l'application de l'agent d'extinction le plus adapté en fonction de la source du risque d'incendie.

#### II.4.1. Réservoir de stockage d'eau douce anti-incendie 63-MF01 [5]

Le Réservoir de stockage d'eau douce anti-incendie 63-MF01 est un réservoir de stockage à toit conique, conçu pour stocker l'eau douce utilisée pour alimenter le système d'eau d'incendie.

Ce réservoir a une capacité de 3 895 m<sup>3</sup>, ce qui permet de garantir un fonctionnement en continu de deux heures à la demande maximale d'eau d'incendie sans devoir le remplir.

Le temps de remplissage du réservoir est égal à 8 heures, conformément aux exigences de la norme NFPA 22.



**Figure II.2 :** Réservoir de stockage d'eau douce anti-incendie 63-MF01

## Chapitre II PRESENTATION DE L'UNITE ET LE RESEAU EXISTANT

### II.4.2. Equipements rotatifs (pompes)

#### A) Pompes « Jockey » d'eau douce incendie (63-MJ03-A/B) [5]

Les pompes jockey d'eau douce incendie (une en fonction, une de réserve) sont des pompes horizontales de type centrifuge entraînées par moteur électrique.

Elles ont pour but de maintenir le circuit d'eau d'incendie à la bonne pression opératoire, aussi lorsqu'aucun incendie n'est détecté et de répondre aux petites demandes de l'usine. Un recyclage est prévu sur la ligne de refoulement commune afin de garantir le fonctionnement stable et sécurisé en continu des pompes.

Les pompes jockey sont alimentées électriquement par les réseaux d'alimentation électrique normale et de secours. Leurs contrôleurs et leurs signaux sont conformes à la norme NFPA 20 (éd. 2007).

Ces pompes peuvent être actionnées soit manuellement, soit automatiquement. A cet effet, la pompe jockey d'eau douce incendie est dotée d'un tableau de contrôle local dédié.

**Tableau II.1** : Données Principales des pompes 63-MJ03-A/B

Pression d'aspiration (bar)	0.17
Pression différentielle (bar)	9.83
Débit nominal (m <sup>3</sup> /h)	72
Pression de calcul (bar)	15.0
Température de calcul MIN /MAX (°C)	-2.3/85
Puissance nominale (kW)	55



**Figure II.3** : Pompes « Jockey » d'eau douce incendie (63-MJ03-A/B)

## Chapitre II PRESENTATION DE L'UNITE ET LE RESEAU EXISTANT

### B) Pompe d'eau incendie électrique (63-MJ01-A) et pompe d'eau incendie diesel (63-MJ01-B) [5]

Les pompes d'eau douce anti-incendie sont des pompes centrifuges ; la première est électrique et la deuxième est alimentée à diesel. Dans les conditions normales, elles sont toutes les deux en attente, prêtes au démarrage en cas d'incendie et dans l'éventualité où la pompe jockey n'est pas en mesure de fournir une quantité d'eau suffisante pour faire face à la situation d'urgence. En cas de demande maximale d'eau d'incendie (1 583 m<sup>3</sup>/h), ces deux pompes peuvent fonctionner ensemble en tant que deux pompes principales.

Les pompes d'eau d'incendie sont également utilisées pour rinçage du circuit d'eau d'incendie de l'eau de mer.

La pompe électrique est alimentée électriquement par le réseau d'alimentation électrique normal ; ses contrôleurs et ses signaux sont conformes à la norme NFPA 20(éd. 2007).

La pompe principale entraînée par moteur diesel est équipée de son propre système d'alimentation en carburant ; ses contrôleurs et ses signaux sont conformes à la norme NFPA 20 (éd. 2007).

Le réservoir de diesel a été conçu pour un fonctionnement en continu de 12 heures.

Ces pompes peuvent être actionnées soit manuellement, soit automatiquement. A cet effet, chacune d'entre elles est dotée d'un tableau de contrôle local dédié.

**Tableau II.2 : Données Principales des pompes 63-MJ01-A/B**

Pression d'aspiration (bar)	0.17
Pression différentielle (bar)	9.83
Débit nominal (m <sup>3</sup> /h)	908
Pression de calcul (bar)	15.0
Température de calcul MIN/MAX (°C)	-2.3/85
Puissance nominale - 63-MJ01-A (kW)	420
Puissance nominale - 63-MJ01-B (kW)	520



**Figure II.4:** Pompe d'eau incendie (63-MJ01-A) et pompe d'eau incendie diesel (63-MJ01-B)

## Chapitre II PRESENTATION DE L'UNITE ET LE RESEAU EXISTANT

---

### C) Pompe d'eau de mer incendie (77-MJ01-A) et pompes d'eau de mer incendie diesel (77-MJ01-B/C) [5]

Les pompes d'eau de mer incendie sont des pompes centrifuges ; la première est électrique et les deux autres sont alimentées à diesel. Elles fonctionnent en ligne en cas d'indisponibilité d'eau douce d'incendie (Unité 63).

Dans les conditions normales, les trois pompes sont en attente ; en cas d'incendie, c'est la pompe d'eau de mer incendie 77-MJ01-A qui démarre. Si une quantité supplémentaire d'eau est nécessaire, la pompe d'eau de mer incendie diesel 77-MJ01-B démarrent également. En cas de demande maximale d'eau d'incendie, ces deux pompes peuvent fonctionner ensemble en tant que deux pompes principales.

La pompe d'eau de mer incendie diesel 77-MJ01-C est une pompe commune de réserve.

La pompe électrique est alimentée électriquement par alimentation, les réseaux d'alimentation électrique normal et de secours ; ses contrôleurs et ses signaux sont conformes à la norme NFPA 20 (éd. 2007).

Les pompes entraînées par moteur diesel sont équipées de leur propre système d'alimentation en carburant ; leurs contrôleurs et leurs signaux sont conformes à la norme NFPA 20 (éd. 2007).

Les réservoirs de diesel ont été conçus pour un fonctionnement en continu de 12 heures.

Ces pompes peuvent être actionnées soit manuellement, soit automatiquement. A cet effet, chacune d'entre elles est dotée d'un tableau de contrôle local dédié.

**Tableau II.3:** Données principales des pompes 77-MJ01-A/B/C

Pression d'aspiration (bar)	0.27
Pression différentielle (bar)	9.96
Débit nominal (m <sup>3</sup> /h)	908
Pression de calcul (bar)	15.0
Température de calcul MIN/MAX (°C)	-2.3/85
Puissance nominale 77-MJ01-A (kW)	560
Puissance nominale 77-MJ01-B/C (kW)	708



**Figure II.5 :** Pompe d'eau de mer incendie (77-MJ01-A) et pompes d'eau de mer incendie diesel (77-MJ01-B/C).

### II.4.3. Soupapes de sécurité et soupapes d'expansion thermique

**Tableau II.4:** Soupapes de sécurité et d'expansion thermique

REPERE DE LA SOUPEPE DE SECURITE	SERVICE	EVACUA-TION VERS	PRESSION DE TARAGE [bars]
63-PRV-5101	Protection contre la surpression de la 63-MJ01-B	Rejet d'eau	15,0
77-PRV-5001	Protection contre la surpression de la 77-MJ01-B	Mer	15,0
77-PRV-5002	Protection contre la surpression de la 77-MJ01-C	Mer	15,0

### II.4.4. Vanne régulatrice de pression :

Il y a deux(02) vannes régulatrices de pression : 63-PV-0004 au niveau de l'unité 63 et 77-PV-0002 au niveau de l'unité 77.



**Figure II.6:** vannes régulatrices de pression

### II.5.DESCRPTION DU PROCEDE

#### II.5.1. Système d'alimentation en eau d'incendie [5]

Le système d'eau d'incendie se compose des éléments suivants :

- Système de pompage de l'eau douce (réservoir/pompes) – Unité 63 ;
- Système de pompage de l'eau de mer (pompes/package de chloration) – Unité 77 ;
- Systèmes d'instrumentation/automatisation gérant le fonctionnement du réseau d'eau d'incendie.

Dans les conditions opératoires normales, le système d'eau d'incendie et le réseau de distribution d'eau d'incendie sont remplis d'eau douce.

L'eau est stockée dans le réservoir de stockage d'eau incendie 63-MF01 et la pression du réseau de distribution est garantie à l'aide des pompes jockey d'eau douce incendie 63-MJ03-A/B. En cas d'incendie impliquant une demande élevée en eau, la pompe d'eau incendie (63-MJ01-A) et la pompe d'eau incendie diesel (63-MJ01-B) fournissent l'eau d'incendie nécessaire à gérer l'urgence.

En cas d'indisponibilité du système d'eau douce d'incendie (Unité 63), l'eau de mer est utilisée comme source secondaire. La pompe d'eau de mer incendie (77-MJ01-A) et les pompes d'eau de mer incendie diesel (77-MJ01-B/C) permettent d'alimenter le réseau de distribution d'eau d'incendie.

Chaque système de pompage est relié au réseau d'eau d'incendie à l'aide de deux (2) collecteurs de distribution distincts.

Le réservoir de stockage d'eau incendie 63-MF-01 est plein, sous contrôle de niveau (63-LIC-0003) et il est alimenté par l'eau douce provenant du système d'eau douce.

Dans les conditions opératoires normales, le réservoir de stockage d'eau incendie est à son niveau normal et une des pompes jockey d'eau douce incendie (63-MJ03-A ou B) recycle l'eau pompée vers le réservoir de stockage d'eau incendie sous contrôle de pression. Le recyclage est régulé sous contrôle de pression.

Les transmetteurs de pression 63-PT-0004 A et B sont installés sur les conduites principales du réseau d'eau d'incendie, respectivement FW-63009 et FW-63008. Le plus élevé des signaux des deux transmetteurs est sélectionné par le 63-PY-0004 et utilisé par le contrôleur 63-PIC-0004 pour réguler l'ouverture de la vanne 63-PV-0004, installée sur la ligne FW-63007 qui recycle l'eau vers le réservoir de stockage d'eau incendie.

## Chapitre II PRESENTATION DE L'UNITE ET LE RESEAU EXISTANT

---

Une telle configuration permet de maintenir le réseau de distribution toujours à la pression opératoire requise.

Dans les conditions normales (aucun incendie), la pompe d'eau incendie et la pompe d'eau incendie diesel (63-MJ01-A/B) sont en attente et prêtes au démarrage.

En cas d'incendie, la pression au niveau du collecteur chute sous 10 bars, la vanne de contrôle 63-PV-0004 se ferme et l'eau douce pompée par la pompe jockey d'eau douce alimente le réseau. Si la situation d'urgence est plus conséquente que prévu, la logique FGS démarre également une ou deux pompes d'eau incendie.

Uniquement en cas d'indisponibilité du système d'eau douce incendie, la pompe d'eau de mer incendie (77-MJ01-A) et, si nécessaire, la pompe d'eau de mer incendie diesel (77-MJ01-B) démarre et alimente le réseau de distribution.

Un ensemble de l'unité de chloration d'eau de mer (77-ML01) a été prévu de façon à fournir l'agent adéquat à injecter dans les pompes d'eau de mer et dans le circuit correspondant.

Il est important de rincer et drainer systématiquement le réseau d'eau d'incendie à l'aide d'eau douce si ce dernier a été utilisé avec de l'eau de mer.

### **II.5.2. Actionnement du système de pompage de l'eau d'incendie [5]**

- Les Pompes jockey d'eau incendie (63-MJ03-A et 63-MJ03-B) peuvent être actionnées comme suit :

1- Une pompe jockey est normalement en service pour maintenir une pression de 10 bar dans le réseau d'eau d'incendie. En cas de défaillance de celle-ci, la pompe de réserve démarre automatiquement ;

2- Manuellement, en local, sur le tableau de contrôle local de la pompe, en agissant sur le sélecteur de démarrage 63-HS-5001A1/63-HS-5001B1 ;

3- Manuellement, à distance, à partir de la salle de contrôle, en agissant sur le sélecteur 63-HS-5001AST/63-HS-5001BST.

Les pompes jockey d'eau douce incendie ne peuvent être arrêtées manuellement qu'à partir du tableau de contrôle local en agissant sur le sélecteur 63-HS-5001A2/63-HS-5001B2.

- Les Pompes d'eau douce anti-incendie (63-MJ01-A et 63-MJ01-B) peuvent être actionnées comme suit :

1- Automatiquement en cas de pression basse dans le réseau d'eau d'incendie détectée par le transmetteur de pression 63-PT-0004A/63-PT-0004B au travers de la logique FGS 63-I-4001 ;

## Chapitre II PRESENTATION DE L'UNITE ET LE RESEAU EXISTANT

---

2-Manuellement, en local, sur le tableau de contrôle local de la pompe, en agissant sur le sélecteur de démarrage 63-HS-5101A1/63-HS-5101B1 ;

3-Manuellement, à distance, à partir de la salle de contrôle, en agissant sur le sélecteur 63-HS-5101AST/63-HS-5101BST.

Les pompes d'eau d'incendie (électrique et diesel) ne peuvent être arrêtées manuellement qu'à partir du tableau de contrôle local en agissant sur le sélecteur 63-HS-5101A2/63-HS-5101B3.

➤ Les pompes d'eau de mer anti-incendie (77-MJ01-A, 77-MJ01-B et 77-MJ01-C) peuvent être actionnées comme suit :

1- Automatiquement en cas de pression basse dans le réseau d'eau d'incendie détectée par le transmetteur de pression 77-PT-0002A/77-PT-0002B au travers de la logique FGS 77-I-4001 ;

2- Automatiquement en cas de niveau bas de l'eau dans le réservoir de stockage d'eau incendie 63-MF01 détecté par le transmetteur de niveau 63-LT-0003/63-LT-0004 au travers de la logique FGS 77-I-4001 ;

3- Manuellement, en local, sur le tableau de contrôle local, en agissant sur le sélecteur de démarrage 77-HS-5001A1/77-HS-5001B1/77-HS-5001C1 ;

4- Manuellement, à distance, à partir de la salle de contrôle, en agissant sur le sélecteur 77-HS-5001AST/77-HS-5001BST/77-HS-5001CST.

Les pompes d'eau de mer incendie (électrique et diesel) ne peuvent être arrêtées manuellement qu'à partir du tableau de contrôle local en agissant sur le sélecteur 77-HS-5001A2/77-HS-5001B3/77-HS-5001C3.

### II.5.3. Description de la séquence de démarrage automatique [5]

Dans les conditions opératoires normales, ou lorsque la demande en eau d'incendie du réseau est inférieure à 72 m<sup>3</sup>/h (c.-à-d. utilisation du dévidoir avec un débit égal à 22 m<sup>3</sup>/h ou de la bouche d'incendie avec un débit, à la sortie, égal à 30 m<sup>3</sup>/h), le système est maintenu à la pression opératoire adéquate.

La configuration est la suivante :

-L'une des pompes jockey d'eau douce anti-incendie (63-MJ03 A ou B) recycle l'ensemble ou une partie de l'eau pompée au réservoir de stockage d'eau douce anti-incendie (63-MF01) conformément à la demande en eau ;

- La pompe d'eau douce anti-incendie électrique et la pompe d'eau douce anti-incendie diesel (63-MJ01-A/B) sont en attente et prêtes au démarrage ;

## Chapitre II PRESENTATION DE L'UNITE ET LE RESEAU EXISTANT

---

- la pompe d'eau de mer incendie électrique et la pompe d'eau de mer incendie diesel (77-MJ01-B/C) sont en attente et prêtes au démarrage.

En cas d'incendie, l'eau n'est plus recyclée en direction du réservoir (63-PV-0004 se ferme) mais elle est acheminée vers la conduite principale du réseau d'eau.

Si la pression de la conduite principale du circuit de distribution, mesurée par les transmetteurs 63-PT-0004A et 63-PT-0004B, chute sous 8,0 bar, selon un système de logique de 1 sur 2 la logique FGS 63-I-4001 démarre automatiquement la pompe d'eau incendie 63-MJ01-A.

Si 10 secondes après l'actionnement de la logique la pression n'est pas rétablie à la valeur opératoire normale du réseau 10 bar, la logique FGS 63-I-4001 démarre automatiquement, la pompe d'eau incendie diesel 63-MJ01-B. Les deux pompes peuvent fonctionner simultanément, en tant que deux pompes principales. Chaque pompe couvre au minimum 50% de la demande maximale en eau de l'usine.

Le réservoir de stockage d'eau incendie (63-MF01) est conçu pour répondre à la demande maximale en eau d'incendie de la part des pompes du circuit principal d'eau pendant 2 heures. Si aucun appoint du réservoir n'est effectué (la 63-LV-0003 est fermée) et que l'urgence continue, le niveau du réservoir de stockage d'eau d'incendie (63-MF01) atteint le niveau très bas.

Dans ce cas, afin de protéger toutes les pompes d'eau douce d'incendie en service, la logique FGS 63-I-4001 :

- Ferme les vannes motorisées 63-MOV-0001 et 63-MOV-0002 sur les lignes vers la conduite principale du circuit d'eau d'incendie (respectivement FW-63009 et FW-63008) ;
- Démarre la pompe d'eau de mer incendie 77-MJ01-A ;
- Si après 10 secondes la pression mesurées par les transmetteurs 77-PT-0002A/B n'a pas atteint les conditions normales 10 bar, la séquence démarre également la pompe d'eau de mer incendie diesel 77-MJ01-B.

Le démarrage des pompes d'eau de mer peut également être provoqué par une baisse de la pression opératoire dans le collecteur de distribution, mesurée par les transmetteurs 77-PT-0002 A/B. Si la pression chute sous 5,0 bar (selon un système de logique 1oo2), la logique FGS 77-I-4001 démarre automatiquement la pompe d'eau de mer incendie 77-MJ01-A.

Les pompes ne peuvent être arrêtées que manuellement, à partir du tableau de contrôle local de la pompe.

## Chapitre II PRESENTATION DE L'UNITE ET LE RESEAU EXISTANT

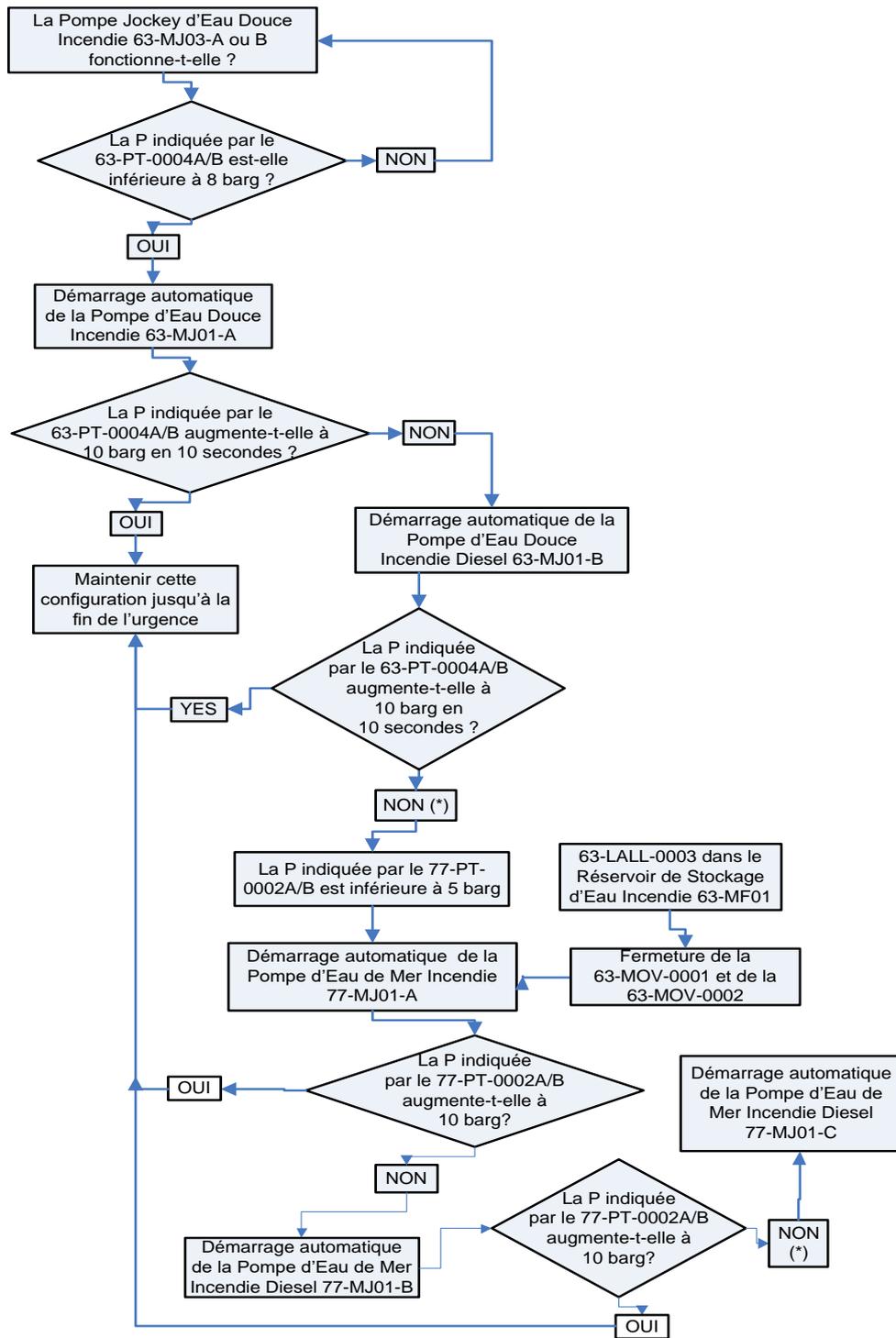
---

Il convient de noter que la troisième pompe d'eau de mer (pompe d'eau de mer Incendie diesel 77-MJ01-C ne démarre pas pendant la séquence, mais il s'agit d'une pompe de réserve qui ne démarre qu'en cas de dysfonctionnement de l'une des deux autres pompes d'eau de mer.

Si l'eau de mer est utilisée comme source de réserve, il est très important de rincer et drainer systématiquement le réseau de l'eau de mer qu'il contient une fois que l'urgence a été résolue.

La séquence de démarrage automatique peut être résumée comme suit :

## Chapitre II PRESENTATION DE L'UNITE ET LE RESEAU EXISTANT



(\*) La pompe ne démarre pas en raison d'un dysfonctionnement

Figure III.7 : La séquence de démarrage automatique

## Chapitre II PRESENTATION DE L'UNITE ET LE RESEAU EXISTANT

---

### II.5.4. Ensemble de l'unité de chloration d'eau de mer

L'ensemble de l'unité de chloration d'eau de mer est utilisé pour produire de l'hypochlorite à injecter dans le bassin d'eau de mer pour le fonctionnement des pompes d'eau d'incendie. Cette opération permet d'éviter la croissance d'activité biologique à l'intérieur du réseau d'eau d'incendie. Le système peut être activé manuellement à partir du DCS (77-HS5151-ST) ou automatiquement lorsqu'au moins l'une des pompes d'eau incendie 77-MJ01-A ou B ou C est en service.

### II.5.5. Test hebdomadaire des unités 63 et 77

Afin de garantir le bon fonctionnement des pompes anti-incendie, un contrôle périodique et rigoureux permet de détecter rapidement toute défaillance ou dysfonctionnement.

Un test hebdomadaire effectuée chaque dimanche pour les pompe d'eau douce incendie (unité 63), et un test hebdomadaire effectuée chaque mardi pour les pompe d'eau de mer incendie

#### A) Procédure de test hebdomadaire de l'unité 63 applicables au complexe GL3.Z

1. Mise 77- PIC-0002 en mode manu0% (position fermé point de consigne 12.5bar).
2. Ouverture d'une prise Ø70 sur bouche incendie.
3. Après le démarrage 63-MJ-01a confirmation auprès de la CCR la stabilisation de l'ouverture 63-PV-0004 et la pression.
4. Après stabilisation ouverture 63-PV-0004 et pression, la fermeture de la prise Ø70 du bouche incendie.
5. Etant la pompe 63-MJ01A en service, permutation des pompes jockey 63-MJ-03 A/B par coupure électrique.
6. Maintien la pompe 63-MJ01A en service 15minutes depuis son démarrage ensuite l'arrêter.
7. Après l'arrêt de la pompe 63-MJ01A, mise en mode bypass enable de cette pompe.
8. Ouverture d'une prise Ø 70 sur bouche incendie.
9. Après démarrage 63-MJ01B confirmation auprès de la CCR la stabilisation de l'ouverture 63-PV0004 et la pression.

## Chapitre II PRESENTATION DE L'UNITE ET LE RESEAU EXISTANT

---

10. Après la stabilisation de l'ouverture 63-PV-0004 et la pression, la fermeture de la prise Ø 70 du bouche incendie.
11. mise en mode bypass desable la pompe 63-MJ01A.
12. Maintien la pompe 63-MJ01B en service 30 mn depuis son démarrage.
13. mise en mode bypass enable la pompe 63-MJ01A et arrêt de la pompe 63-MJ01B.
14. Après confirmation auprès CCR stabilisation ouverture 63-PV0004 et pression, mise en mode bypass desable la pompe 63-MJ01A.
15. Mise 77- PIC-0002 en mode auto / point de consigne 12.5bar.

### **B) Procédure de test hebdomadaire de l'unité 77 applicables au complexe GL3.Z**

1. Confirmer l'ouverture la vanne (ligne d'essai) commune vers Mer des 03 pompes 77MJ01A/B/C (ouverte à la position 100%).
2. Mettre la PV PV0002 sur mode MUNUEL, fermée position 0%.
3. Mettre la motopompe diésel 77MJ01-B en position OFF sur son tableau de commande local.
4. Mettre la motopompe diésel 77MJ01-C en position OFF sur son tableau de commande local.
5. Fermer les vannes de refoulement des pompes 77-MJ01-A
6. Fermer les vannes de refoulement des pompes 77-MJ01-B
7. Fermer les vannes de refoulement des pompes 77-MJ01-C
8. Ouvrir graduellement (ouverture à environs 20%) la vanne (ligne d'essai) vers Mer de la pompe
  - a. 77MJ01B
9. Sélectionner sur le tableau de commande HS-5001C4 en mettant sur position MANUEL le switcher et démarrer la pompe 77-MJ01-C Avec batterie N°1 ou batterie N°2 en maintenant enfoncé 03 à 04 secondes le bouton HS-5001C1 ou HS-5001C2.
10. Voir la pression sur PI 77-PG-0005C refoulement de la pompe 77-MJ01-C si elle est à 10bars, si la pression est moins/plus ,ajuster l'ouverture avec la vanne citée sur le point 8 ci-dessus.
11. Le temps de mise en service de la pompe 77MJ01C est de 30 minutes.

## Chapitre II PRESENTATION DE L'UNITE ET LE RESEAU EXISTANT

---

12. Arrêter la pompe 77MJ01C en pressant le bouton STOP HS-5001C3 pendant 10 secondes.
13. Démarrer la pompe 77-MJ01-B sur sélecteur sur le tableau de commande HS-5001B4 en position MANUEL avec batterie N°1 ou batterie N°2 en maintenant enfoncé 03 à 04 secondes le bouton HS-5001B1 ou HS-5001B2.
14. Voir la pression sur PI 77-PG-0005B refoulement de la pompe 77-MJ01-B si elle est à 10bars, si la pression est moins/plus, ajuster l'ouverture avec la vanne citée sur le point 8 ci-dessus.
15. Le temps de mise en service de la pompe 77MJ01B est de 30 minutes.
16. Arrêter la pompe 77MJ01B en pressant le bouton STOP HS-5001B3 pendant 10 secondes.
17. Démarrer la pompe 77-MJ01-A sur sélecteur sur le tableau de commande HS-5001A1
18. Voir la pression sur PI 77-PG-0005A refoulement de la pompe 77-MJ01-B si elle est à 10bars, si la pression est moins/plus, ajuster l'ouverture avec la vanne citée sur le point 8 ci-dessus.
19. Le temps de mise en service de la pompe 77MJ01A est de 30 minutes.
20. Arrêter la pompe 77MJ01A en pressant le bouton STOP HS-5001A2.
21. Attendre 05 minutes ensuite fermer (déjà ouverte à environs 20%) la vanne (ligne d'essai) vers Mer de la pompe 77MJ01B.
22. Ouvrir graduellement et doucement une vanne de refoulement de la pompe 77-MJ-01B pour pressuriser les lignes de refoulements des pompes 77MJ01A/B/Attendre 05 minutes quand les lignes seront pressurisées à la pression de service affichée sur 77PT0002A/B ouvrir complètement la ligne de refoulement de la pompe 77-MJ-01B.
23. Ouvrir une vanne de refoulement des pompes 77-MJ01-A.
24. Ouvrir une vanne de refoulement des pompes 77-MJ01-C.
25. Mettre en AUTO la pompe 77MJ01-B le contrôle du tableau de commande HS5001B4 et fermer la porte du tableau de commande.
26. Mettre en AUTO la pompe 77MJ01-C le contrôle du tableau de commande HS5001C4 et fermer la porte du tableau de commande.
27. Vérifier le niveau de gasoil de la 77MJ01-B et 77MJ01-C, voir avec les utilités pour éventuel appoint si nécessaire.
28. Mettre 77PIC-0002 en mode AUTO avec point de consigne de 12,5 bars.



**Figure II.8 :** Unité 77

### **Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons présenté la complexe de GL3/Z. Nous avons procédé à la description des équipements du réseau anti-incendie existant, afin de bien mener notre projet et de résoudre la problématique qui nous a été posée, ce qui fera l'objet des prochains chapitres.

## Introduction

L'objectif de cette étude est de démontrer que le Réseau d'Eau d'incendie est capable de couvrir la Demande Maximum en Eau de, en fournissant le débit et la pression spécifiée, afin de faire face au seul accident majeur attendu dans l'usine.

### III.1 LOGICIEL DE CALCUL [8]

Le Calcul Hydraulique est réalisé via :

- Logiciel                    PIPENET SPRAY/SPRINKLER Module Version 1.8
- Formule de perte de charge   Hazen & Williams
- Procédure                    NFPA 15

#### Définition de PIPENET: [7]

PIPENET est un outil logiciel puissant pour l'analyse rapide des flux de réseaux de conduites et de conduits. Trois modules garantissent que, quelle que soit l'étendue ou la complexité de votre réseau, PIPENET fonctionnera.

### III.2 LES FORMULES DE MODELESATION [9]

#### III.2.1 Les Pertes de charge par la méthode de Hazen-Williams

Les conduites sont supposées être de section circulaire uniforme, la perte de pression P dans une conduite est donnée par unité SI par la formule suivante :

$$P = P_{fr} + P_{elev} + P_{plt} \dots \dots \dots III - 1$$

$P_{fr}$  : pertes de charge dues au frottement et accessoires.

$P_{elev}$  : les pertes de charge dues à l'élévation.

$P_{plt}$  : les pertes de charge dues à un orifice.

Vu la complexité de du réseau et pour des raisons de simplification les pertes de charge d'élévation et les pertes de charges d'orifice ont été négligées.

Alor la formule des pertes de charges totale devienne :

$$P = P_{fr}$$

Avec

$$P_{fr} = \frac{6.05 \times 10^5 (L + L_e) Q^{1.85}}{C^{1.85} D^{4.87}} \dots \dots \dots (III - 2)$$

Où:

$P_{fr}$  est la perte de charge en bar,

L est la longueur de la conduite en mètres,

$L_e$  est la longueur équivalente de tous les raccords de tuyauterie en mètres,

Q est le débit (volumétrique) du fluide en l / min,

D est le diamètre de la conduite en mm,

C : est la constante de Hazen-Williams (ou facteur C) pour le tuyau.  
unités impériales

### III.2.2 facteur C de la conduite

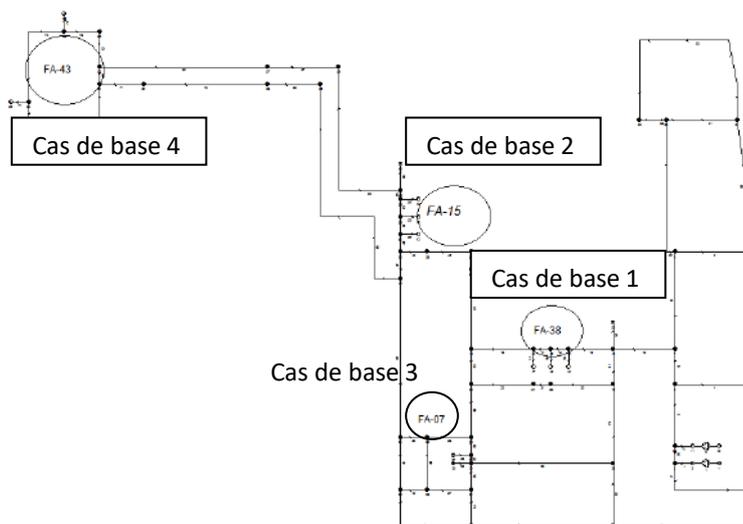
Avec la formule de Hazen-Williams le facteur C de la conduite représente le facteur qui dépend de l'état de surface des conduites il est utilisé dans le calcul alors il devrait être spécifié.

## III.3 PROCEDUR DE CALCUL HYDRAULIQUE [8]

La quantité maximum d'eau d'incendie nécessaire pour faire face à l'accident majeur attendu dans l'usine est appelée demande maximum en eau (Maximum Water Demand – MWD).

La MWD est la somme du débit pris en compte pour les systèmes fixes de protection anti-incendie (lance monitor incluse) à laquelle s'ajoute une admissibilité de 227 m<sup>3</sup>/hr pour le courant du tuyau, afin de faire face à l'accident le plus défavorable dans l'usine.

Les accident dans l'usine sont identifiés comme des Zones d'incendie et sont présentes dans la figure ci-dessous .



**Figure III.1 :** les cas de base pour les zones d'incendie

En se fondant sur les éléments ci-avant, quatre cas de base sont étudiés en prenant en compte des débits adéquats, tel que requis par les Zones d'incendie spécifiées ci-dessous.

### Cas de base 1

**Tableau III.1 :** Cas de base 1 (Zone d'incendie FA-15)

<b>Zone d'incendie FA-15</b>	
Systèmes anti-incendie	Demande en eau d'incendie
Système fixes de pulvérisation d'eau	1356 m <sup>3</sup> /hr
Jet de lance	227 m <sup>3</sup> /hr
Demande totale en eau	1583 m <sup>3</sup> /hr
Etat de la tuyauterie : tous les tuyaux en service	

### Cas de base 2

**Tableau III.2 :** Cas de base 2 (Zone d'incendie FA-38)

<b>Zone d'incendie FA-38</b>	
Systèmes anti-incendie	Demande en eau d'incendie
Système fixes de pulvérisation d'eau	1297 m <sup>3</sup> /hr
Jet de lance	227 m <sup>3</sup> /hr
Demande totale en eau	1524 m <sup>3</sup> /hr
Etat de la tuyauterie : tous les tuyaux en service	

### Cas de base 3

**Tableau III.3 :** Cas de base 3 (Zone d'incendie FA-07)

<b>Zone d'incendie FA-07</b>	
Systèmes anti-incendie	Demande en eau d'incendie
Système fixes de pulvérisation d'eau	760 m <sup>3</sup> /hr
Jet de lance	227 m <sup>3</sup> /hr
Demande totale en eau	990 m <sup>3</sup> /hr
Etat de la tuyauterie : tous les tuyaux en service	

**Cas de base 4****Tableau III.4 : Cas de base 4 (Zone d'incendie FA-43)**

<b>Zone d'incendie FA-43</b>	
Systèmes anti-incendie	Demande en eau d'incendie
Système fixes de pulvérisation d'eau	408 m <sup>3</sup> /hr
Jet de lance	227 m <sup>3</sup> /hr
Demande totale en eau	630 m <sup>3</sup> /hr
Etat de la tuyauterie : tous les tuyaux en service	

**III.4 DONNEES D'ENTREE [8]**

Des calculs hydrauliques ont été réalisés sur la base des données spécifiées ci-dessous.

**III.4.1 Unité de Mesure**

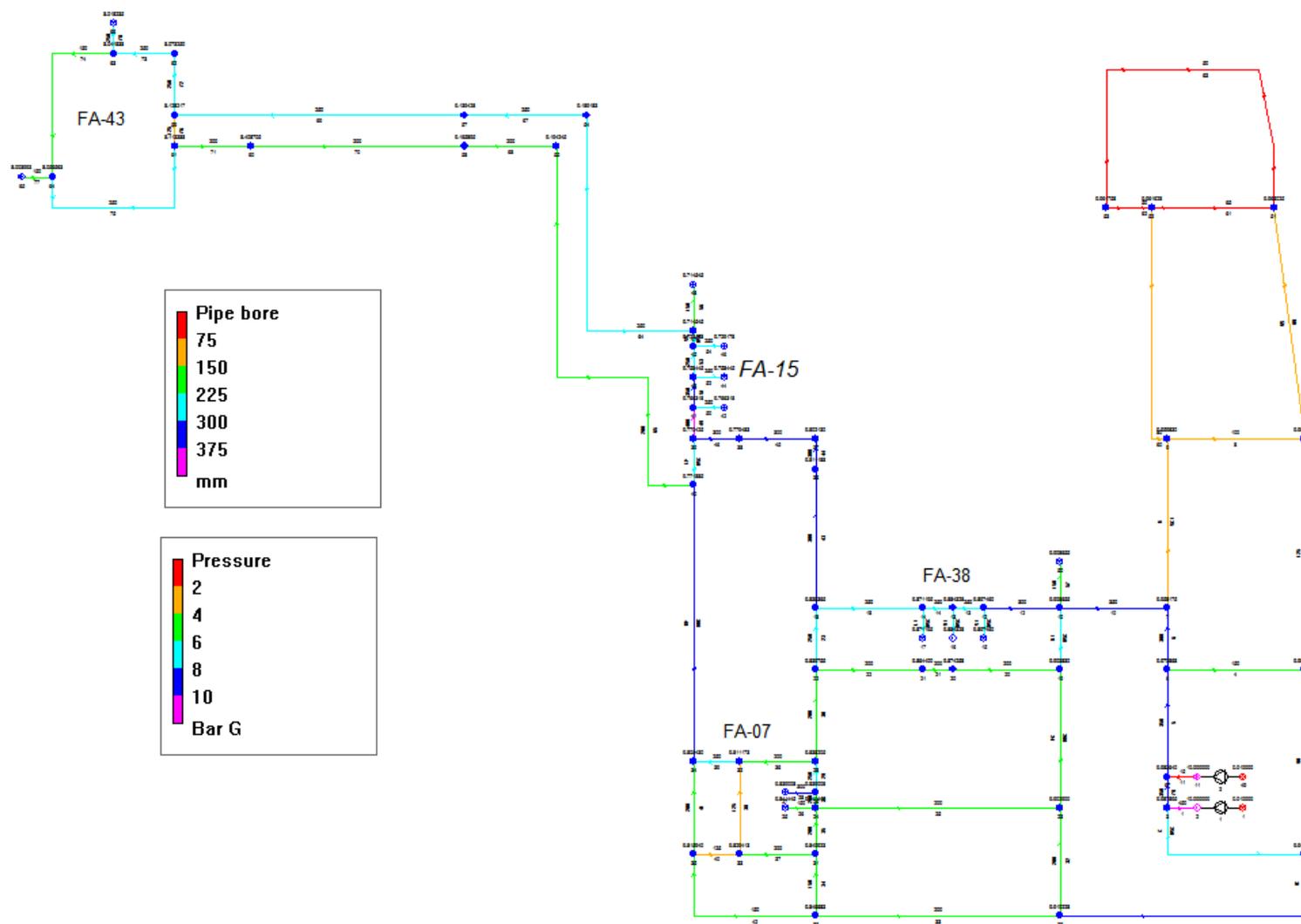
- Diamètre du Tuyau mm
- Longueur du Tuyau m
- Longueur équivalente du raccord m
- Vitesse de l'eau m/sec
- Débit m<sup>3</sup>/hr
- Pression bar g

**III.4.2 Condition d'Approvisionnement d'Eau d'Incendie**

- Pression d'approvisionnement d'Eau d'Incendie 10 bar g
- Capacité maximum du système d'Eau d'incendie 1816 m<sup>3</sup>/hr
- Diamètre du Tuyau des Données de Tuyauterie Comme indiqué dans la version imprimée
- Longueur et élévation du tuyau Comme indiqué dans la version imprimée
- Elévation de l'équipement Comme indiqué dans la version imprimée
- Facteur C pour RTRP 150
- Facteur C pour l'acier au carbone + 3mm 120

### **III.5 RESULTATS**

Les résultats de la simulation par le logiciel PIPENET sont obtenus dans la figure ci-dessous (figure III-2). Le calcul a été effectué pour chaque cas de base séparément c'est-à-dire pour le premier cas de base 1 on a introduit les données d'entrée dans le logiciel et tous les diamètres ont été maintenu inconnu, et après la simulation le logiciel fait de dimensionnement du réseau c'est-à-dire il calcul les diamètres qui assurent le débit et la pression requis sans excéder la vitesse max du l'écoulement introduite dans les données des canalisations. Le calcul se refait avec le reste des cas de base de la même façon puis on compare entre tous les résultats. Et pour choisir le réseau optimum on prend le grand diamètre pour chaque tronçon de tous les simulations et finalement on obtient le dimensionnement du réseau anti incendie.



**Figure III.2 :** Les diamètres et les pressions dans le réseau incendie

### III.5.1 Acceptabilité du système :

#### Cas de Base :

Ce système est considéré comme acceptable quand tous les chiffres suivants sont atteints au même moment pour l'un des Cas étudiés :

- Pression résiduelle minimum au point d'approvisionnement 7 bar g pour FA-42 (lance monitor en hauteur)
- Pression résiduelle minimum au point d'approvisionnement 1.4 bar g pour les autres Zones (Systèmes de pulvérisation)
- Vitesse maximum de l'eau dans les tuyaux souterrains 3.5 m/sec

### III.5.2 Récapitulatif des Résultats

Tableau III.5 : Donnée de Conception du système

Donnée de Conception du système	Donnée
Capacité des pompes d'eau d'incendie (Eau douce)	2 x 908 m <sup>3</sup> /hr (1816 m <sup>3</sup> /hr)
Capacité du système d'eau d'incendie	1816 m <sup>3</sup> /hr

**Tableau III.6 : Résultats de Calcul (cas de base 1)**

<b>Cas de Base 1 (Zone d'incendie FA-15)</b>	
<b>Option de Calcul</b>	
Vitesse Maximum de l'eau permise	3.5 m/s
Demande en eau d'incendie	1583 m3 /hr
Référence d'approvisionnement en eau	Node 42-44-46-48
<b>Alimentation via le Système de Pompage de l'Eau Douce</b>	
Pression de Refoulement des pompes	<b>10 Barg</b>
<b>Résultats de Calcul</b>	
Pression résiduelle minimum au point d'approvisionnement	<b>8.5 barg</b>
Vitesse de l'eau maximum calculée	<b>3.4 m/s</b>
<b>Résultats de Calcul</b>	
Pression résiduelle minimum au point d'approvisionnement	9.3 barg
Vitesse de l'eau maximum calculée	3.4 m/s

**Tableau III.8 : Résultats de Calcul (cas de base 3)**

<b>Cas de Base 3 (Zone d'incendie FA-07)</b>	
<b>Option de Calcul</b>	
Vitesse Maximum de l'eau permise	3.5 m/s
Demande en eau d'incendie	990 m3 /hr
Référence d'approvisionnement en eau	Node 25-27
<b>Alimentation via le Système de Pompage de l'Eau Douce</b>	
Pression de Refoulement des pompes	10 Barg
<b>Résultats de Calcul</b>	
Pression résiduelle minimum au point d'approvisionnement	9 barg
Vitesse de l'eau maximum calculée	3.4 m/s

**Tableau III.9 : Résultats de Calcul (cas de base 4)**

<b>Cas de Base 4 (Zone d'incendie FA-43)</b>	
<b>Option de Calcul</b>	
Vitesse Maximum de l'eau permise	6 m/s
Demande en eau d'incendie	630 m3 /hr
Référence d'approvisionnement en eau	Node 65-66
<b>Alimentation via le Système de Pompage de l'Eau Douce</b>	
Pression de Refoulement des pompes	10 Barg
<b>Résultats de Calcul</b>	
Pression résiduelle minimum au point d'approvisionnement	8 barg
Vitesse de l'eau maximum calculée	3.4 m/s

### **Conclusion**

Les résultats obtenus montrent que les diamètres des tronçons obtenus répondent aux besoins en matière de pression et débit pour les quatre cas étudiés, et notre objectif a été accompli.

## Conclusion et Perspectives

---

A la fin de notre étude, nous avons montré que la quantité d'eau qui peut satisfaire simultanément les besoins en terme de protection et en terme d'extinction et cela face à quatre scénarios d'incendie dans des différentes zone a été prise à partir l'étude de dimensionnement du réseau existant.

Une fois la demande totale en eau et la pression d'approvisionnement es eau sont déterminées, l'étape suivante consiste à dimensionner le réseau et l'étude des pertes de charge engendrés on utilisant le logiciel de calcul SUNRISE PIPENET basant sur la formule Hazen-Williams.

Il s'agit toujours d'un réseau maillé, dont l'itinéraire est celui du réseau existant, et vu la complexité de cet itinéraire du réseau et le nombre important d'accessoires inclus, des simplifications ont été pris en considération par l'élimination des élévations et ces accessoire de cette étude de dimension.

Une fois les données du réseau anti incendie introduit dans le logiciel de calcul, les résultats obtenus montrent que les diamètres des tronçons obtenus répondent aux besoins en matière de pression et débit pour les quatre cas étudiés, et notre objectif a été accomplie.

Ce travail peut être considéré comme un point de départ aux plusieurs études sur les réseaux anti incendie en attaquons des différents problématiques comme par exemple l'étude de danger et l'estimation des quantités d'eau nécessaire pour l'extinction d'incendie, ou bien reprendre cette étude avec la prise en considération des les pertes de charges singulières engendrées par les accessoires du réseau et en fin pourquoi pas la conception d'un système d'extinction automatisé avancé.

## BIBLIOGRAPHIE

---

- [1] séminaire de projet « nouveau train de GNL d'Arzew », la cérémonie d'ouverture des Plis commerciaux, Présidée par Monsieur le Ministre de l'Energie et des Mines, Alger le 12juillet 2008
- [2] Projet « Nouveau train de GNL d'Arzew », Cérémonie de signature du Contrat, Présidée Par Monsieur le Ministre de l'Energie et des Mines, Alger, le 26 Juillet 2008
- [3] Mémoire d'ingénieur en chimie « Etude des propriétés thermodynamiques, structurales et de transport du méthane, liquide et des mélange d'hydrocarbures par dynamique moléculaire de corps flexibles »
- [4] Document : projet GNL3/Z, module 1-Description générale
- [5] Manuel Opérateur Volume 1 – Unités 63/77
- [6] NFPA 24. « Standard for the Installation of Private Fire Service Mains and Their Appartenances » Edition 2002.
- [7] [http://www.epcmart.co.kr/data/Pipenet\\_Vision\\_Brochure.pdf](http://www.epcmart.co.kr/data/Pipenet_Vision_Brochure.pdf)
- [8] Document de complexe «318800-GNL3Z-CE-LP-00-86405\_1»
- [9] Sunrise PIPENET VISION 1.8.0.2250/User Manuals/Spray\_A4