



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

جامعة وهران 2 محمد بن أحمد
Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed

معهد الصيانة و الأمن الصناعي
Institut de Maintenance et de Sécurité Industrielle

Département d'hygiène et de sécurité industrielle

MÉMOIRE

Pour l'obtention du diplôme de Master

Filière : Hygiène et Sécurité industrielle

Spécialité : Prévention Intervention

Thème

**Dimensionnement d'un réseau eau anti incendie
au niveau de l'unité de production d'électricité
Relizane**

Présenté et soutenu publiquement par :

BELHADJ Asmaa

BELAZREG Aouda

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom	Grade	Etablissement	Qualité
Dr.HEBBAR Chafika	MCA	Univ d'oran 2	Présidente
Mr.BOUDJEMAA Yassine	MBA	USTO	Encadreur
Mme.MECHKEN Amel	MAA	Univ d'oran 2	Examinatrice

Année 2018/2019

Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce Modeste travail.

On tient à notifier remerciement spécial à nos parents, nos très chères Mères et nos très chers Pères qui nous ont aidés et nous ont encouragés beaucoup durant toutes nos études.

Nos sincères remerciements à notre encadreur Mr. BOUDJEMAA Yacine pour leur compréhension, leur patience, leur remarques qui ont été précieuse.

On adresse nos profonds remerciements à nos enseignants de l'institut de maintenance et de sécurité industrielle.

Sans oublier de remercier l'ensemble des personnels de la société de production d'électricité de RELIZANE spécialement l'ingénieure Mme BENSIDAHMED Asmaa pour leur encouragement ainsi que a tous ceux qui nous aidés de près ou de loin.

Notre remerciements également les membres de jury qui nous feront l'honneur de juger notre travail.

Enfin, nos remerciements s'adressent aux étudiants de nos Groupe PI M2.

Asmaa et Aouda

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

A mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études.

A mes chères sœurs pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral.

A mes chers frères pour leur appui et leur encouragement.

A toute ma famille pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire.

A meilleurs amis.

Merci d'être toujours là pour moi.

Aouda

Dédicace

Je dédie se modeste travail

*A mon père qui repose en paix, J'espère que dieu l'accepte
dans sans vaste paradis.*

*A ma très chère et généreuse mère qui me donne toujours
l'espoir de vivre et qui n'a jamais cessé de prier et penser
qu'à moi.*

*A mes chères sœurs pour leurs encouragements permanents,
et leur soutien moral.*

A mes chers frères pour leur appui et leur encouragement.

*A toute ma famille pour leur soutien tout au long de mon
parcours universitaire.*

A meilleurs amis.

Merci d'être toujours là pour moi.

Asmaa

Résumé

Résumé

Dans le cadre de notre travail de fin d'étude, nous nous intéresserons au problème de protection contre le risque d'incendie dans une installation classé nommé la Société de Production d'Electricité (SPE) de Relizane.

L'objectif principal est d'étudier le réseau de lutte contre l'incendie et par suite le dimensionner.

Ce travail est entre dans le domaine de l'ingénierie de base, qui est une partie des missions principaux de l'ingénieure sécurité.

L'étude basée sur trois étapes, premièrement, trouver les paramètres hydrauliques, deuxième, on calcul les accessoires du réseau, et finalement on calcul la pomproie et ses positions.

Abstract

As part of our final study, we will focus on the problem of protection against the risk of fire in a classified installation named the Relizane Electricity Generation Company (SPE).

The main objective is to study the firefighting network and consequently to size it.

This work is in the field of basic engineering, which is a part of the main missions of the safety engineer

The study based on three stages, first, to find the hydraulic parameters, second, one calculates the accessories of the network, and finally one calculates the pump and its positions.

Liste des figures

Figure (I.1): Implantation de la centrale de production d'électricité de RELIZANE.....	8
Figure (I.2) : PLAN DE MASSE de l'unité de production d'électricité.....	8
Figure (I.3) : schéma de procédé de production de l'électricité (SPE RELIZANE).....	9
Figure (II.1) : Les vannes de sectionnement de réseau d'incendie.....	15

Liste des tableaux

Tableau II.1 : Le nombre de boite à installer en fonction du diamètre du bac.....	19
Tableau II.2 :Les caractéristiques des éléments d'une installation fixe	21
Tableau II.3 : Débit règlementaires selon des différentes normes	26
Tableau IV.1 : Composition chimique du matériau choisi pour la tuyauterie.....	37
Tableau IV.2 : Tolérance du matériau choisi pour la tuyauterie.....	38
Tableau IV.3 : Spécifications technique des différents matériaux.....	38

Liste des annexes

Annexe (I.1) : Piquet incendie.

Annexe (IV.1) : Diagramme de Moody.

Annexe (IV.2) : Equivalence des pertes de charge en longueur droit de tuyauteries.

Sommaire

REMERCIEMENT

DÉDICACE

RÉSUMÉ

LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES ANNEXES

INTRODUCTION GÉNÉRALE.....1

CHAPITRE I: Description de l'unité de production d'électricité SPE RELIZANE

I.1.La Société de Production d'Electricité RELIZANE.....6

I.1.2. Spécification technique.....7

I. 1.3. Equipements et installations.....8

I.2. Procédure d'intervention.....9

1.3. Missions et taches de service HSE de l'unité SPE RELIZANE10

CHAPITRE II: Notions théorique de réseau anti incendie

II.1. Historique de réseau anti incendie l'incendie.....12

II.2. Les composantes de réseau anti d'incendie.....13

II.2.1. Dispositions générales.....13

II.2.2. Source en eau.....14

II.2.3. Pompes principales du réseau incendie.....14

II.2.4. Pompes auxiliaires.....15

II.2.5. Accessoires de la tuyauterie du réseau d'incendie.....15

II.2.5.3. Les Indicateurs de pression.....16

II.2.5.4. Les armoires d'incendie.....16

II.2.6. Les prises d'eau.....17

II.2.6. 1. Hydrants.....17

II.2.6. 2. Robinets d'incendie armés (RIA).....18

II. 6.2.3. Monitors.....18

II. 6.2.4. Couronnes d'eau.....18

II 5 1 Réseau maillé.....18

II.5 2 Règles de design.....22

II.5.3 Pompes incendie.....22

Sommaire

II.5.3. 1 Pompes principales.....	22
II.5.3.2 Pompes Jockey.....	23
II.5.4. Configuration classique d'une pomperie.....	23
II.5.4.1. Clapet de décharge automatique.....	23
II.5.5 Autres éléments du réseau.....	24
II.5.5.1 Hydrants (poteaux incendie).....	24
II.5.5.2. Lance monitors à eau.....	24
II.5.5.2. 1Caractéristiques principales d'une lance monitor.....	25
I.5.5.2. Espacement des hydrants et lance monitors le long du réseau maillé	25
II.5.5.3 Reserve d'eau.....	25

CHAPITRE III: Normes et réglementation

III.1. Les normes.....	28
III.1.2.1. Norme NFPA 11.....	29
III.1.2.2. Norme NFPA 13.....	29
III. 1.2.4. Norme NFPA 25.....	30
III. 1.3.1. Règle APSAD R1.....	30
III 1.3.2. Règle APSAD R5.....	31
III.1.3.3. Règle APSAD R6.....	31
III. 1.3.4. Règle APSAD R7.....	31
III.1.3.5. Règle APSAD R12.....	32
III.2.Les réglementations algériennes.....	32
III.2.1. Ordonnance n 76-4 du 20 février 1976.....	33
III.2.2. Décret exécutif No 08-312 du 05 octobre 2008.....	33
III.2.3. Décret exécutif n°06-198 du 31 mai 2006.....	33
III.2.4. Décret exécutif n 15-09 du 23 Rabie El Aouel 1436.....	33
II 2.4. Loi n° 04-20 du 13 Dhou El Kaada 1425 correspondant au 25 décembre 2004	34
III 2.5. Décret exécutif n° 09-335 de l'Aouel Dhou El Kaada 1430 correspondant au 20 octobre 2009	34
III 2.6 Décret exécutif n° 15-71 du 21 Rabie Ethani 1436 correspondant au 11 février 2015.....	34

CHAPITRE IV: Dimensionnement du réseau eau anti incendie

IV. Dimensionnement de la conduite.....	36
---	----

Sommaire

VI.1 Choix de matériau.....	36
1°/ Nuance du métal.....	36
2°/Composition chimique.....	36
3°/ Caractéristiques mécanique.....	36
4°/ Tolérance.....	36
IV. 1.2. GAMME DIMENSIONNELLE.....	37
IV. 1.3. DOMAINE D'APPLICATION.....	37
IV.1.4 .Calcul du débit.....	37
IV.1.5. volume de réservoir.....	38
IV.1.6. Epaisseur de la conduite (e_n).....	38
IV.1.7 Schedule.....	38
IV.1.8. Etude hydraulique.....	38
IV.2. CALCUL DE LA POMPE.....	42
IV 2.1. Pression de refoulement P_{ref}	42
IV. 2.2. Pression d'aspiration P_a	43
IV. 3 .détermination du NPSH (Net Position Section Head).....	46
CONCLUSION GENERALE.....	48
BIOGRAPHIE	
ANNEXE	

Introduction générale

La sécurité est devenue un grand souci les installations classées [1]. Dans ce contexte, la valeur d'une unité de production s'évalue à partir de nombres et qualité des barrières de sécurité.

Le risque explosion / incendie comme accident mangeur est l'un des menaces les plus fréquents dans les établissements classés [1].qui provoque chaque année des pertes économiques, humaines, et environnementales qui coute de milliers et milliards de dollars.

Pour sortir de cette criticité, les experts recommandent des conseils et des méthodologies d'action. Elle dépend de chaque établissement et ses cultures et consciences en matière sécurité malgré les exigences réglementaires.

Dans notre projet de fin d'étude, et après le stage pratique qui nous avons faisons dans la SONALGAZ/ direction de production d'électricité (SPE RELIZANE), on a attiré l'attention qu'un établissement classé comme la dite société, elle a un manque de d'une barrière de protection très importantes et très primordiale pour la lutter contre les incendies, alors la direction HSE de la Société Production Energie(SPE) n'a fait aucune action pour ce point, dans ce contexte, nous proposons de faire un étude de dimensionnement d'un réseau anti incendie.

Le réseau incendie est un moyen fixe de lutte contre les incendies les plus indispensables dans un établissement de production, et c'est le moyen le plus fiable.

Dans le premier chapitre, on commençant avec une présentation de l'unité avec son organisation managériale, puis on discutera sur le service de sécurité de ladite entreprise, puis après les procédures disponible pour cadrer et gérer la sécurité que soit prévention ou intervention.

Le deuxième chapitre comporte une aperçu sur le réseau anti incendie, leurs composantes, mode d'opérateur ainsi que les méthodes et procédure d'inspection et vérification.

Le troisième chapitre, regroupe un détaille sur les normes internationales qui cadre ce contexte de l'étude, ainsi que la réglementation algérienne en matière de gestion des crises ou la lutte contre les incendie et surtout les catastrophes majeurs.

Introduction générale

Le quatrième chapitre, contiens les calculs et dimensionnements des différentes paramètres nécessaires pour un réseau anti incendie tel que, le périmètre, le diamètre, les pertes de charges, le nombre de poteaux et vanne...etc.

Nous terminerons notre travail par une conclusion générale qui contienne des recommandations précieuses concernant la lutte contre les incendies.

Chapitre I,
DESCRIPTION DE L'UNITE DE
PRODUCTION
D'ELECTRICITE SPE RELIZANE

La production d'électricité a besoin des moyens énormes (humains et matériels) et un grand investissement en matière de cout, l'Algérie parmi les payé qui dirigé ses ressources vers cette production pour la satisfaction des citoyens, dans ce chapitre nous focalisons notre travail sur une aperçus sur la société de production d'électricité SONALGAZ, unité de RELIZANE.

Sonelgaz, (Société nationale de l'électricité et du gaz), est un groupe industriel énergétique algérien chargé de la production, du transport et de la distribution de l'électricité et du gaz en Algérie [2].

Sonelgaz est le premier producteur et fournisseur d'électricité et distributeur de gaz en Algérie.

Au début de 20^{ème} siècle 16 sociétés se partageaient les cessions électrique en Algérie, le groupe Lebon (compagne centrale d'éclairage par le gaz) et la société algérienne d'éclairage et de force (SAEF) au centre et à l'ouest, la compagnie du bourbonnais à l'est ainsi que les usines Levy à Constantine.

Selon le décret exécutif du 16 aout 1947, ces 16 compagnies concessionnaires sont transférées à EGA. Elles détenaient alors 90% des propriétés industrielles électriques et gazières du pays.

1962-1969 soutenir le développement économique et social de l'Algérie, la prodigieuse trajectoire de cette grande entreprise nationale reflète cette de la nation algérienne qui, depuis son accession à l'indépendance en 1962, a su mobiliser ses efforts pour réorganiser son économie et répondre aux nombreux besoins sociaux d'une population à forte croissance.

1969 création de sonelgaz, c'est l'ordonnance N°69-59 du 28 juillet 1969 qui dissout l'établissement public d'électricité et gaz d'Algérie (EGA), issu des lois françaises de 1947, et promulgue les statuts de la société nationale de l'électricité et du gaz (sonelgaz).

En 1969 sonelgaz était déjà une entreprise de taille importante dont le personnel est de quelque 6000 agents, elle desservait 700 000 clients.

Dès sa mise en place, l'entreprise a effectué, outre la vente d'énergie, l'installation et l'entretien d'appareils domestiques fonctionnant à l'électricité ou au gaz.

Elle s'est attachée à promouvoir l'utilisation du gaz naturel et de l'électricité dans les secteurs industriel, artisanal et domestique.

1977 plan national d'électrification, a partir de 1977, son action s'est concentrée sur le programme d'électrification totale du pays. Ainsi, elle a largement contribué à la modernisation de l'économie et à l'amélioration des conditions de vie des citoyens en Algérie.

1983 premières restructurations : naissance des filiales travaux, Sonelgaz s'est restructurée une première fois et a donné naissance à cinq (05) entreprises travaux spécialisées ainsi qu'une entreprise de fabrication :

- KAHRIF pour l'électrification rurale.
- KAHRAKIB pour les infrastructures et installation électriques.

- KANAGHAZ pour la réalisation des réseaux gaz.
- INERGA pour le génie civil.
- ETTERKIB pour le montage industriel.
- AMC pour la fabrication des compteurs et appareils de mesure et de contrôle.

C'est grâce à ces sociétés que sonelgaz dispose actuellement d'infrastructures électriques et gazière répondant aux besoins du développement économique et social du pays.

1991 Un nouveau statut pour sonelgaz

Sonelgaz devient Etablissement Public à caractère industriel et commercial (EPIC) en 1991.

Le décret exécutif N°95-280 du 17 septembre 1995 confirme la nature de sonelgaz en tant qu'Etablissement Public à caractère industriel et Commercial placé sous tutelle du Ministre chargé de l'énergie et des mines et dotés de la personnalité morale tout en jouissant de l'autonomie financière.

2002 la transformation en SPA Suite promulgation de la loi N°02/01 du 5 février 2002 relative à l'électricité et la distribution du gaz par canalisations, Sonelgaz devient Société Algérienne de l'Electricité et du Gaz, une société par Actions(SPA).

Ce statut lui donne la possibilité d'élargir ses activités à d'autres domaines relevant du secteur de l'énergie et aussi d'intervenir hors des frontières de l'Algérie.

En tant que SPA, elle doit détenir un portefeuille d'actions et autres valeurs mobilières et à la possibilité de prendre des participations dans d'autres sociétés.

Cela annonce l'évolution de 2004 ou, sonelgaz devient un Groupe Industriel.

2004-2006 le groupe sonalgaz : l'expansion

En 2004, sonelgaz devient une holding de sociétés.

Une partie de ses entités en charge de ces métiers de base sont érigées en filiales assurant ces activités :

Société Algérienne de Production de l'électricité(SPE).

Société Algérienne de Gestion du Réseau de Transport de l'Electricité (GRTE).

Société Algérienne de Gestion du Réseau de Transport du Gaz (GRTG).

En 2006, cinq (05) autres sociétés sont créées. il s'agit de :

Opérateur du Système Electricité (OS), chargé de la conduite du système "Production /Transport de l'électricité.

Société Algérienne de Distribution de l'Electricité et de Gaz d'Alger(SDA).

Société Algérienne de Distribution de l'Electricité et de Gaz du Centre(SDC).

Société Algérienne de Distribution de l'Electricité et de Gaz de l'Est(SDE).

Société Algérienne de Distribution de l'Electricité et de Gaz de l'Ouest(SDO).

Durant cette même année, les cinq (05) entreprises travaux ont réintégré le groupe.

Au –delà de cette évolution, assurer le service public reste la mission essentielle de Sonelgaz et constitue le fondement de sa culture d'entreprise.

2007-2009 Parachèvement de la restructuration : La renouveau organisation pour mieux progresser telle est la démarche poursuivie par le groupe Sonelgaz durant ces dernières années, l'enjeu étant la qualité du service rendu à la clientèle ; un projet mûri au sein de l'entreprise, pour aboutir à la finalisation de son organisation en groupe industriel (maison mère/filiales) constitué de trente-trois (33) filiales et de six (06) sociétés en participation directe.

Cette période reste marquée par la détermination de sonelgaz à faire plus et mieux, en mobilisant des financements importants afin de développer et renforcer ses infrastructures électriques et gazières.

La dynamique d'investissement a concerné tous les métiers et toutes les zones géographiques.

Pour assurer un approvisionnement en énergie et assurer un service de qualité à la clientèle.

2011-Amendement des statuts de sonelgaz

Les statuts de sonelgaz, adoptés en 2002, ont été révisés et approuvés par le conseil des ministères, le lundi 02 mai 2011 et deviennent, de ce fait, en conformité avec le dispositif de la loi N°02-01 du 05 février 2002 relative à l'électricité et la distribution du gaz par canalisation.

Désormais, Sonelgaz. SPA est Organisée en « société holding » sans création d'une personne morale nouvelle et prend la dénomination de Sonelgaz, Par ailleurs, la société holding Sonelgaz et ses sociétés filiales forment un ensemble dénommé « Groupe Sonelgaz ».

Dans le statut amendé, Sonelgaz conserve le rôle de détenteur du portefeuille des actions constituant le capital social de ses filiales.

Les conseils d'administration des filiales, constituent les relais incontournables permettant à la société holding de suivre et d'orienter le pilotage des filiales.

La Sonelgaz est organisé en groupe industriel constitué de 39 filiales et cinq sociétés en participation exerçant des métiers de bases, travaux, périphériques.

Parmi ces filiales : la Société de production de l'électricité (SPE).

I.1. La Société de Production d'Electricité RELIZANE

La centrale de RELIZANE est une usine de production d'énergie électrique rattaché directement à la direction de production POLE PRODUCTION TV – TG / OUEST Unité de RELIZANE

La centrale électrique de RELIZANE 3*155 MW [3], se situe au niveau de la zone d'activité de RELIZANE à environ 06 Km au nord de la ville, s'étalant sur une superficie de 12 hectares. Le terrain de l'implantation de la centrale est situé dans une enceinte clôturée, limité

au sud et à l'est par la décharge publique de la ville de RELIZANE, au nord et à l'ouest par la zone d'activité de la ville.

L'unité de RELIZANE est située sur l'axe RELIZANE – Commune BELHCEL à 01 Km de l'autoroute Est - Ouest. Elle est implantée à 6 Km de la protection civile et à 10 Km du groupement de la gendarmerie Nationale de BELHCEL.

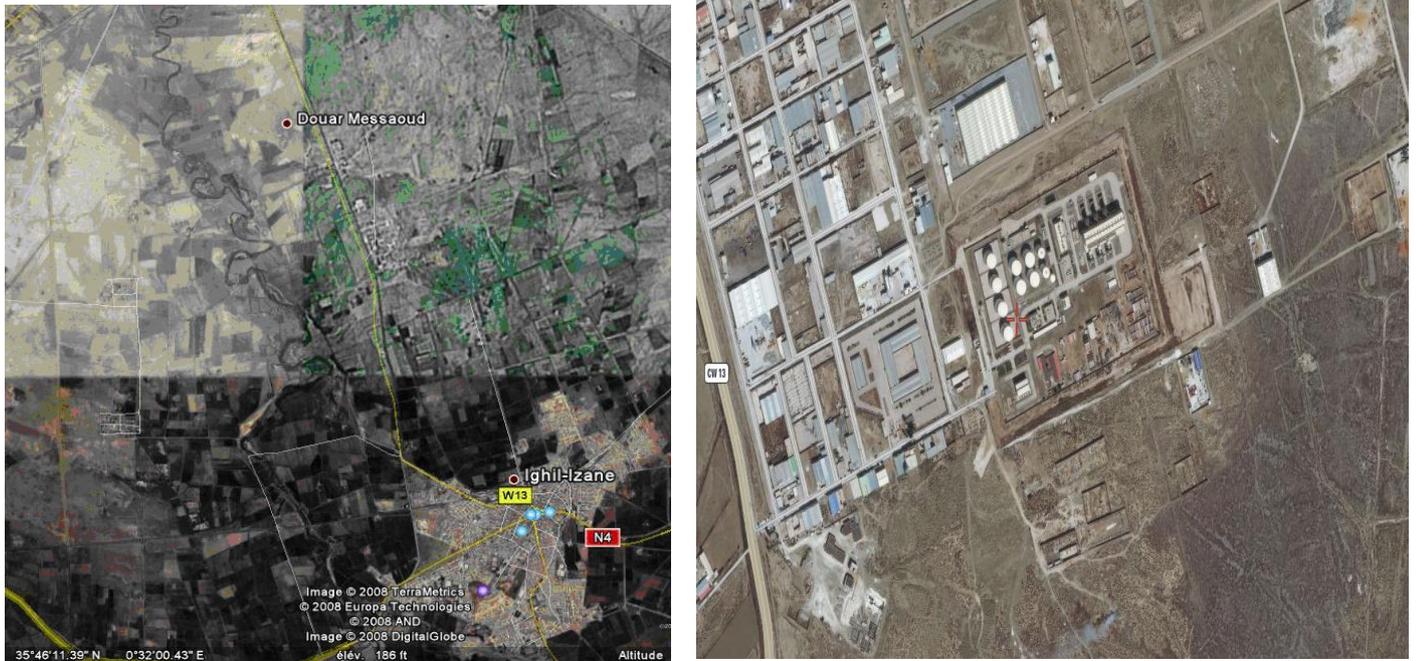


Figure (I.1): Implantation de la centrale de production d'électricité de RELIZANE [37]

I.1.2. Spécification technique

La centrale électrique de RELIZANE 3*155 MW [3] est composée de trois groupes de puissance de 155 MW chacun. Les **groupes turboalternateurs** ont la possibilité de fonctionner avec deux types de combustible à savoir : gaz naturel et en gaz oïl (fuel), La centrale est réalisée par la compagnie française ALSTOM.

- ❖ Couplage du groupe 01 réalisé le **16/07/2009**.
- ❖ Couplage du groupe 02, en date du **18/08/2009**.
- ❖ Couplage du groupe 03, en date du **08/09/2009**.

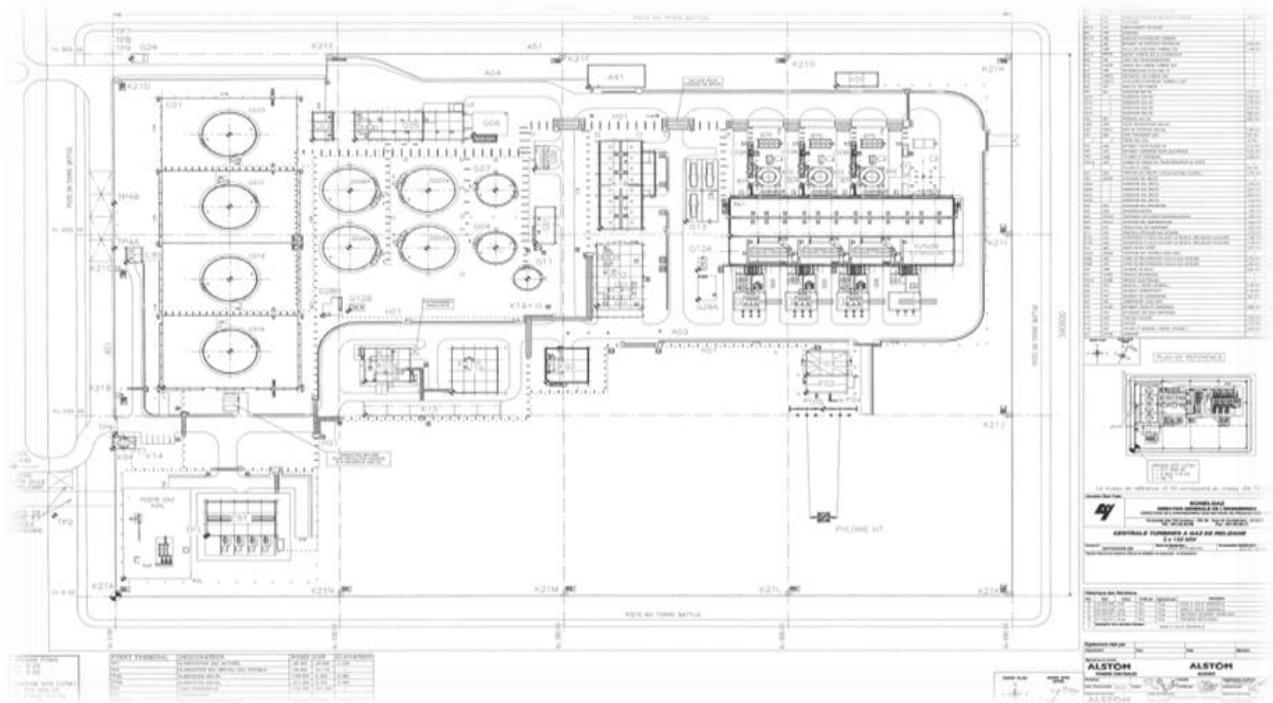


Figure (I.2) : PLAN DE MASSE de l'unité de production d'électricité [3]

I.1.3. Equipements et installations

La centrale comprend 03 groupes turboalternateurs

Groupe turbine à gaz: chaque groupe turbine à gaz est constitué des équipements suivants :

- 1- Bloc thermique turbine à gaz ALSTOM de type **GT13E2**.
- 2- Une ligne gaz combustible située en amont de la turbine à gaz.
- 3- Un bloc combiné d'injection gaz- oil et eau
- 4- Le circuit d'injection d'eau de réduction NOx
- 5- Une unité d'allumage
- 6- Collecteur d'admission d'air ;
- 7- Section du diffuseur et compensateur d'échappement ;
- 8- Arbre intermédiaire (Alternateur –turbocompresseur)
- 9- Capot pour soupapes de purges et silencieux du compresseur axial.

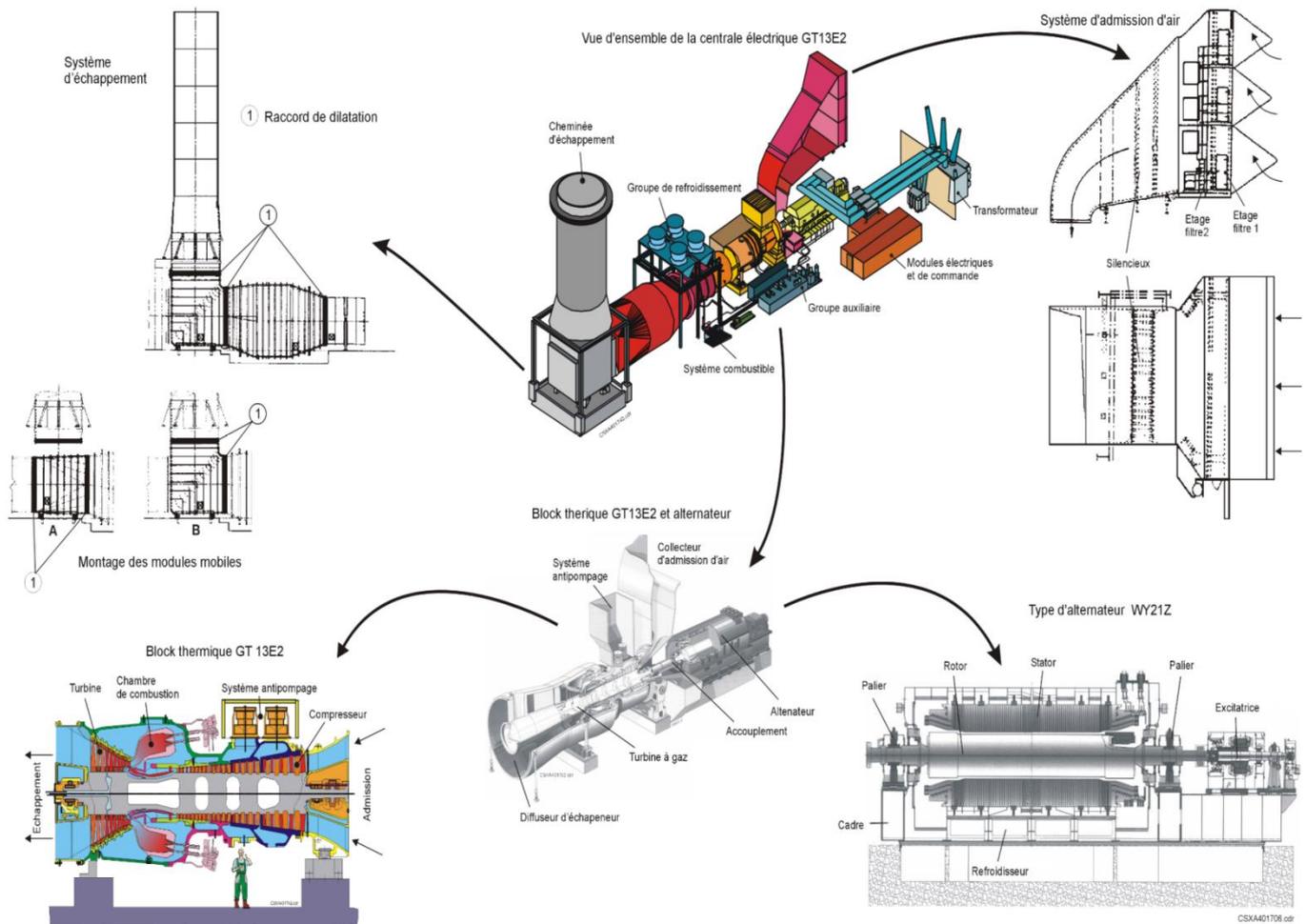


Figure (I.3) : schéma de procédé de production de l'électricité (SPE RELIZANE) [5]

I.2. Procédure d'intervention

Selon l'annexe (I.1), on constate qu'il y a un risque élevé sur le plan incendie/explosion, qui vient par des plusieurs danger (gaz, électricité, huile), ce dit risque nécessite des moyen d'intervention humaines (personnels qualifiés), organisationnels (procédure d'intervention) et matériels (réseau anti incendie).

Pour le personnel, la dite unité de relizane a mis un groupe spécial pour la gestion des crises et catastrophes nommé par décision [4].

Pour les moyens organisationnels, l'unité de relizane a établie des procédures spéciales d'intervention [4]

Pour les moyens matériels, et pour bien maîtrisé des situations similaires il faut la disponibilité du réseau anti incendie qui est l'objectif de notre travail.

Ces moyens de lutte contre les risques majeurs, géré bien par un service spécial, dit, le service HSE.

I.3. Missions et taches de service HSE de l'unité SPE RELIZANE [4]

- Chargé d'animer les actions de prévention et de veiller à l'application des consignes et règles de sécurité permettant d'améliorer la sécurité du personnel et de prévenir les accidents.
- Participer à l'élaboration du programme annuel d'activité de la fonction sécurité de l'unité.
- s'assurer du respect et de l'application des règles et consignes de sécurité de son unité.
- élaborer les statistique d'accidents et incidents de son un ite.
- s'assurer que les dotations en matière de sécurité sont bien distribuées aux bénéficiaires.
- suivre la gestion et la vérification du matériel de sécurité
- mettre en œuvre et concevoir les plans de secours en cas de sinistre.
- tenir à jour les registres règlementaires de sécurité.
- visité les installations de l'unité.
- participer à l'exécution des contrôles règlements d'appareils de lavage et de prévention et lutte contre l'incendie.
- assurer le secrétariat de la commission hygiène et sécurité.

La production d'électricité, a demandé des un procédé industriel très compliqué, et comme tous les procédés que ce soit chimique ou physique, le risque est élevé, et pour maîtriser ce risque, la SONALGAZ, a investi une somme importante d'argent sur la sécurité des installation y compris le réseau anti incendie.

Chapitre II,
NOTIONS THEORIQUES DE
RESEAU ANTI INCENDIE

Pour la protection contre les incendies, on utilise dans les installations classées un réseau fixe anti-incendie pour objectif de contrôler ou limiter le développement d'un incendie, la protection des biens, l'environnement et la vie humaine.

II.1. Historique de réseau anti incendie l'incendie [6]

Depuis que les hommes se sont réunis en cités, l'incendie est une véritable calamité, tant dans l'Antiquité que de nos jours. Il faudra attendre le XX^e siècle, avec le développement des connaissances sur l'incendie, pour que la prévention contre le risque incendie intègre les dimensions que nous lui connaissons aujourd'hui.

En Egypte comme à Babylone, les cités sont construites de telle sorte que des groupes de quartiers soient séparés par de grandes et larges avenues, qui évitent la propagation des flammes sur toute la cité.

Egypte pharaonique : premières pompes à eau manuelles utilisées contre l'incendie (sorte de grosse seringue montée sur roue tractable). Ce procédé est néanmoins limité et un incendie reste souvent destructeur.

Au 3^{ème} siècle av JC, le Grec Ctésibios, après un voyage en Egypte, développe en Grèce les premières pompes aspirantes et foulantes.

C'est sous l'empire romain que la lutte contre l'incendie prend tout son sens : les incendies sont extrêmement ravageurs, le plus célèbre étant l'incendie de Rome en 64 ap.JC qui détruisit les 2/3 de la ville.

La première véritable brigade de pompier est créée à Rome : les Vigiles urbani. On y retrouve l'organisation militaire romaine.

La lutte contre le feu est menée avec des seaux d'eau, pompes et haches, avec de grandes plaques de teck (bois dur) qu'on posait sur les flammes pour étouffer le feu, avec des pompes (sorte de seringue) et des catapultes qui permettaient de détruire les maisons environnantes pour éviter la propagation de l'incendie.

Jusqu'au début du moyen-âge la sécurité incendie était assurée par des rondes de nuit et des mesures de précaution vis à vis du feu. Suite à la désorganisation totale des institutions gallo-romaines, les techniques régressent. L'emploi des pompes est oublié.

En 1657, Hautsch de Nuremberg met au point des pompes activées par des pistons et des soupapes à la place des manivelles.

En 1648, mise en place à New York d'un système de « surveillants » des incendies : les surveillants ont pour mission de patrouiller à travers la ville en inspectant les cheminées des bâtiments. Les tours de garde sont réalisés par huit personnes, qui réveillent les habitants pour combattre l'incendie, si nécessaire avec de simples seaux d'eau.

En 1672, Jan Van der Heinde, complète la machine de H. de Nuremberg en mettant au point les premiers tuyaux d'incendie, en cuir souple, assemblés tous les 15m par des raccords en laiton.

En 1725, Richard Newsham développe la première pompe à incendie : amenée comme un chariot jusqu'au lieu de l'incendie, cette pompe manuelle est servie par des équipes de plusieurs hommes. Cette pompe peut délivrer jusqu'à 12 litres d'eau par seconde et ce jusqu'à une hauteur de 40 mètres.

En 1736, Benjamin Franklin crée l'Union Fire Company à Philadelphie, première compagnie de volontaires en Amérique. Il n'y aura pas de pompiers salariés à plein temps en Amérique avant les années 1850.

En 1810, après l'incendie de l'ambassade d'Autriche à Paris, où la sœur de Napoléon 1er meurt dans les flammes, l'Empereur décide de la création d'un corps militaire de pompiers, qui sera institué par le décret du 18 septembre 1811, sous le nom de sapeurs-pompiers (en Angleterre, l'organisation du corps des sapeurs-pompiers sera créé en 1865).

En 1932, Création du 18 pour l'appel aux services de secours.

II.2. Les composantes de réseau anti d'incendie:

Ce réseau est constitué par :

II.2.1. Dispositions générales

Le réseau eau incendie doit être en boucle fermés et maillés dès la sortie de la pomperie avec des vannes de sectionnement installées de façon :

- A pouvoir isoler, sur une distance ne dépassant pas les cents (100) mètres, toute section affectée par une rupture ou travaux de maintenance.
- A ne pas mettre en nombre cumulé plus de 5 hydrants et RIA ou lances monitors hors d'usage (à cause de cet isolement).

En outre le réseau d'eau d'incendie doit être aérien posé sur des massifs en béton. Il sera enterré :

- Aux endroits de passage des véhicules
- Dans les cuvettes de rétention
- En tous points où il risque d'être détruit par l'incendie

Au niveau des traversés de routes et des accès, des fourreaux doivent être utilisés pour éviter les contraintes mécaniques. Et aussi, les parties enterrées du réseau doivent disposer de système de lutte contre la corrosion (en cas de revêtement, celui-ci doit être étendu à la partie aérienne de 50 cm) [7] [8].

- **Implantation :**

Le réseau eau incendie ne doit être implanté à :

- Moins de Vingt (20) mètres d'une cuvette de rétention
- Moins de Quarante (40) mètres des parois d'un bac de stockage.

II.2.2. Source en eau

Le réservoir d'eau incendie d'une capacité de calcul servira de source indépendante d'alimentation en eau.

La réserve d'eau devra pouvoir assurer (12) douze heures à plein débit nominal des pompes d'eau incendie.

Le débit horaire exigible exclut celui nécessaire à la protection des cuvettes de rétention. [8].

La fourniture d'eau incendie est assurée par un réservoir contenant **908m³** d'eau brute pour une protection incendie de **2 heures** [3]

Ces bacs doivent pouvoir être alimentés à 100% de leur volume par une source externe en une période ne dépassant pas Vingt Quatre (24) Heures. [7] [8].

Le seuil de niveau bas des réservoirs d'eau incendie sera fixé de manière à générer une alarme en salle de contrôle quand le niveau d'eau dans le réservoir en service atteint les 50% de son niveau nominal. [7] [8].

II.2.3. Pompes principales du réseau incendie

Il devra être prévu pour tout nouveau projet de pomperie anti-incendie un nombre de pompes centrifuges qui permet, même en cas où une pompe de ce nombre est indisponible dans une situation de sinistre, d'assurer au minimum 100% du débit d'eau nécessaire. [8]

En d'autres termes, si N le nombre de pompe nécessaire pour assurer le débit requis, le nombre de pompe à installer serait N+1. [8]

La configuration de la pomperie doit être comme suit :

1. Soit deux (2) pompes ayant chacune la capacité de délivrer 100% du débit requis. [8]

Les moteurs d'entraînement des pompes sont électriques et diesel.

2. Soit un groupe de 03 pompes ayant chacune la capacité de délivrer 67% du débit requis.

3. Soit, lorsque le débit requis dépasse la valeur de 1000 m³/ heure, de 03 pompes ayant chacune la capacité de délivrer 50% du débit requis. [8]

Pour ces deux dernières configurations, il faut prévoir deux moteurs diesel et un moteur électrique.

Toutefois, s'il y a existence de deux sources d'alimentation électrique indépendantes, il est possible d'envisager une configuration à deux pompes entraînées par des moteurs électrique et la troisième par un moteur thermique type diesel.

La pression de refoulement est telle que dans les conditions d'un feu dimensionnant le réseau est à même de fournir à l'équipement le plus éloigné (Hydrant, lance monitor), le débit nominale de cet équipement (fournit le fabricant) à la pression 8 bars. [8]

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

La pression maximale est fixé par la nature des matériaux des équipements constituant le réseau (Brides, pipe, accessoires etc.).

L'installation des pompes principales doit être conforme aux prescriptions de la norme NFPA [9].

II.2.4. Pompes auxiliaires

La pomperie incendie doit être équipée de deux pompes (2X100%) de capacité nominale de 30 m³/h, dites « Pompes Jockey » dont la fonction est de maintenir le réseau sous pression.

En situation normale, le réseau d'eau incendie est maintenu en permanence et de façon automatique en pression (pression minimum de 8 bar en tout point du réseau) au moyen de l'une de la pompe jockey, l'autre étant en secours. Les pompes jockey sont permutées manuellement par l'opérateur de façon périodique (typiquement chaque semaine) [8].

L'installation des pompes auxiliaires doit être conforme aux prescriptions de la norme NFPA 20

II.2.5. Accessoires de la tuyauterie du réseau d'incendie

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

II.2. 5. 1. Les Vannes de sectionnement

Leur but, est de permettre l'isolation de n'importe qu'elle partit du réseau en cas de nécessité, tels que des travaux de réparation, d'entretien ou de vérification.

Leur emplacement ainsi que leur répartition doivent être très bien étudiés pour pouvoir maîtriser n'importe quel tronçon du réseau pendant l'exploitation du système.

Leur nombre dépend de l'étendue du réseau. Il doit être suffisant.

Leur emplacement à chaque intersection est comme indiqué dans les schémas ci-dessous dans le respect de la règle Nb vannes = Nb branches – 1



Figure (II.1) : Les vannes de sectionnement de réseau d'incendie

Elles doivent être du type approuvées et conforme aux normes en vigueur régissant le domaine d'application.

Elles doivent être visibles et facilement accessibles en cas de besoin et doivent être du type indicatrices de position (fermée/ouverte). La signalisation des vannes installées dans des

regards doit être apparente, ces dernières nécessitent une attention particulière notamment les risques d'être couvertes totalement par le sable (régions du sud), ou l'obstruction du regard.

II.2.5.2. Les Clapets anti-retour

Ils permettent la circulation de l'eau uniquement dans un sens.

Ils doivent être installés sur :

- ✓ la tuyauterie de refoulement des différentes pompes du réseau
- ✓ la tuyauterie des différents piquages du réseau

II.2.5.3. Les Indicateurs de pression

Le but de leur utilisation est d'indiquer la pression dans le réseau.

Ils doivent avoir une échelle de mesure de pression (bar).

Ils sont d'une grande utilité pour le contrôle visuel du réseau.

Leur installation sera utile sur :

- ✓ la tuyauterie de refoulement des pompes du réseau
- ✓ à proximité de certains poteaux d'incendie à risque.

II.2.5.4. Les armoires d'incendie

Ceux sont des équipements, conçus pour le stockage de certains matériels d'intervention en cas d'incendie.

Leur utilisation a pour but de :

- ✓ préserver le matériel de lutte contre l'incendie tel que les tuyaux.
- ✓ gagner du temps en cas d'incendie

Elles doivent être installées à proximité des prises d'eau (bouches / poteaux).

Elles sont peintes en rouge.

Elles doivent être fermées constamment en situation normale.

Elles sont équipées d'une glace conçue pour leur ouverture en cas d'incendie (Brise-glace

Le matériel d'intervention à stocker dans ces armoires doit faire l'objet d'une étude dans laquelle, il faut considérer les facteurs suivants :

- la nature de la prise d'eau à proximité de laquelle l'armoire est installée
- Hydrant
- la surface à protéger
- la distance entre prise d'eau et point d'attaque.

D'une manière générale, les armoires doivent être installées entre tous les deux Hydrant et leur l'intérieur doit comprendre le matériel d'intervention suivant :

- 01Tuyau DN 100 de 20 mètre de longueur.
- 01 Division avec robinet DN 100 par deux sorties DN 65

- 02 Tuyaux de DN 65 mm de 20 mètres de longueur
- 02 Lances à débit variables DN 65 (Débit allant d'une centaine à au moins 500 à litres/minutes à 8 bars)
- 01 Division avec robinet DN 65 par deux sorties DN 40
- 02 Lances à débit variables DN 40 (Débit allant jusqu'à 500 litres/minutes à 8 bars)
- 02 Tuyaux de DN 40 mm de 20 mètre de longueur
- Division avec robinet DN 65 par deux sorties DN 40
- 02 clés Tricoises en bronze universelles
- 01 Hachette
- 01 pelle

II.2.6. Les prises d'eau

Ceux sont des appareils destinés à être installés et répartis sur toute la tuyauterie du réseau d'eau d'incendie.

Ils ont pour but de permettre aux agents d'intervention d'utiliser l'eau sous pression du réseau incendie.

Leur nombre et leur répartition doivent faire l'objet d'une étude approfondie dans laquelle il faut tenir compte des deux facteurs importants suivants :

- le risque à protéger
- la surface à couvrir

Généralement, ces prises d'eau comprennent :

- Les Hydrants
- les Robinets Incendie Armés (RIA)
- Les Lances Monitors

II.2.6. 1. Hydrants

Les poteaux d'incendie seront raccordés au réseau d'eau incendie, le débit minimal des hydrants est de 1000 l/mn. [8]

- **Implantation des hydrants**

Les poteaux d'eau incendie seront raccordés à des distances de 40 mètres

Cependant, ils peuvent être, dans certains cas particuliers, plus rapprochés.

Ils doivent, dans tous les cas, être situés au moins 30 mètres des unités de production, et leurs alentours ils doivent être dégagés et permettre l'évolution sans gêne, des véhicules d'interventions.

- **Construction des hydrants**

Les poteaux d'eau incendie utilisés sont ceux comportant deux (02) sorties de 100 mm de diamètre chacune avec :

1. Raccords systématique avec bouchons et chaînettes

2. Une vanne pied de poteaux de diamètre 6 "
3. Une vanne 4"pour chaque sortie

Les vannes devront être de type $\frac{1}{4}$ de tour et devront résister à une pression d'épreuve, représentant 200 % de la pression maximale de service.

II.6.2. 2. Robinets d'incendie armés (RIA)

Les Robinets d'Incendie Armés (RIA) devront être constitués par :

1. Un dévidoir fixé sur un poteau ou autre.
2. Un tuyau semi-rigide de 30 mètres de longueur et de 45 mm de diamètre.
3. Une lance de 45 mm DSP/AR pouvant établir un jet diffusé et un jet plein.

Le débit devra être de 200l/mn à 8 bars. La portée utile devra être de 15 mètre au minimum

II. 6 .2.3. Monitors

Les Monitors fixes doivent être mixte (Eau et Mousse).Ils devront permettre d'atteindre avec le jet plein à l'eau ou à la mousse les parois de bacs de stockage depuis leur emplacement. La portée des Monitors ne peut en aucun cas être inférieure à 50mètres avec un débit de 3000 l/mn à 7 bars.

Chaque cuvette de bac stockage devra disposer, au moins, de quatre lances monitors.

Une réserve de 1500 litres d'émulseur devra être installée auprès de chaque lance Monitor. La réserve d'émulseur devra être abritée (protégée) du soleil [10].

II. 6.2.4. Couronnes d'eau

Tous les bacs de stockage d'hydrocarbures liquides doivent être équipés de deux demi couronnes d'eau assurant un débit mixte eau/émulseur de 15 L/ min.ml.

L'installation des couronnes d'eau, pour les bacs de stockage, doit être conforme aux prescriptions de la norme NFPA [11].

II.7. Réseau mousse

Tous les réservoirs d'hydrocarbures liquides doivent être reliés par une ou plusieurs lignes à la pomperie incendie.

Dans le cas où la distance est supérieur à 300 m, des stations locales de mousse au niveau des zones de stockage de capacité minimale qui correspond au volume nécessaire pour :

- éteindre, en vingt minutes, un feu sur le réservoir le plus important, avec un taux d'application de 5 l/min.m² [8], tout en assurant son refroidissement avec un taux d'application de 15 l/min.m² [8], et la protection des réservoirs voisins menacés.
- Pour les bacs à toit flottant, il faut considérer un feu de joint avec un Taux d'application d'extinction de 12,2 l/ min.m². [8]

- éteindre, pendant 60 minutes au minimum, un feu sur la plus grande cuvette en projetant de la mousse avec un taux d'application de solution moussante de 5 l/min.m². [8]

Ces réserves d'émulseur doivent être placées en des endroits judicieusement choisis et constitués de manière à pouvoir être rapidement et facilement mises en œuvre.

II.7. 1. Boîte à mousse

Tous les bacs de stockage d'hydrocarbures liquides doivent être équipés de chambre à mousse assurant un débit de solution moussante de 5 l/min.m². [8]

L'installation des boîtes à mousse doit être conforme aux prescriptions de la norme NFPA 11

Le nombre de boîte à installer est fonction du diamètre du bac à protéger conformément au tableau ci-dessous [12].

Tableau II.1 : Le nombre de boîte à installer en fonction du diamètre du bac.

Diamètre du Bac (Mètre)	Nombre de Boîte
Jusqu'à 24 mètre	2
De 24 à 36	3
de 36 à 42	4
De 42 à 48	5

II.7. 2. Générateur de déversoir à mousse

Toutes les cuvettes de rétention de bac, contenant des hydrocarbures liquides, doivent disposer de générateur de déversoir à mousse, relié au circuit mousse et pouvant assurer un taux d'application de 5 l/min.m²

II.7.3. Déversoir à mousse

Les joints des bacs à toit flottant doivent être dotés de déversoirs de mousse assurant un débit d'application de 12 l/min.m² de la surface du joint. L'installation de dispositif anti incendie doit être conforme aux prescriptions de la norme NFPA.

II. 3.Méthode d'inspection [13]

L'équipe d'entretien du réseau anti incendie est chargée de :

- S'assurer que le réservoir d'eau (bâche à eau) de la station de pompage est constamment pleine. **checklist** de contrôle à chaque prise de quart avec enregistrement.
- Entretien et maintenir les pompes en bonne état de marche. Selon mode d'emploi transmise par le fournisseur des pompes.

- Tenir le registre à jour. Contrôle quotidien par le responsable de quart.
- Entretien et maintenir le moteur diesel en bonne état de marche (niveau de carburant, d'huile, charge des batteries, etc ...). **Checklist** de contrôle à chaque prise de quart
- S'assurer que le réseau est maintenu sous pression. (Manomètre sur réseau incendie). **checklist** de contrôle tous les deux heures par l'équipe présente
- Ouvrir périodiquement les poteaux d'incendie, les vannes, RIA et les lances monitors. Au moins une fois par semaine une inspection visuelle **checklist** de contrôle ; graissage des boulons des tiges de vannes au moins une fois par mois.
- Procéder aux essais hebdomadaires des pompes électrique et diesel en déversant dans la bache à eau (installation retour vers bache à eau) en présence du représentant du technique
- Vérifier l'état du réseau ; planification d'inspection préventives
- Des rondes d'inspection doivent se faire à chaque prise et fin de quart ; ces inspections doivent enregistres sous formes de **checklist** mentionnées dans le registre de quart.

II.4. Mode opératoire [13]

Système de pompage d'Eau douce, utilisé comme source principale d'eau. Ce système est composé d'une pompe jockey, d'une pompe électrique et d'une pompe à diesel. La pompe jockey est utilisée pour maintenir le réseau d'eau d'incendie sous pression et pour faire face à une faible partie de la demande d'eau du réseau (par exemple : l'utilisation d'une RIA). Les pompes électriques et à diesel sont dimensionnées pour répondre à la demande maximum en eau (ouverture de 2 RIA et 1 lance monitor).

Pompes électrique débit 60 m³ /h hmt 10 Bars

Pompe Jockey débit 5 m³/h hmt 7 bars

Pompes diesel débit 60 m³ /h hmt 10 Bars

Le réseau d'eau anti-incendie, est dimensionné pour alimenter l'ensemble de la tuyauterie et équipements installés avec une bonne quantité d'eau à une pression permettant de faire face à la demande d'eau dans la zone a protégé.

Le réseau d'eau anti-incendie est posé en boucles fermées le long des routes et autour des zones du camp de vie

Le réseau d'eau anti-incendie est sectionné par des vannes de sectionnement manuelles, de façon à ce que certaines parties du système puissent être isolées en cas d'urgence ou lorsque des interventions d'entretien ou de : réparations sont nécessaires, sans devoir bloquer l'ensemble du système.

Le déclenchement automatique de la pompe jockey et pompe principale électrique ce fait grâce au pressostat installer dans le circuit

L'exploitation de la pompe diesel en cas d'absence de courant électrique ce fait manuelle, localement au niveau de local technique.

Divers matériels et équipements utiles à la lutte contre l'incendie sont installés dans le réseau d'eau anti-incendie :

Poteaux d'incendie : elles sont situées le long de la route à des emplacements Stratégiques.

RIA : ils sont situés dans les endroits stratégiques et peut être exploité a tous moment

Lances monitor : elles occupent des positions stratégiques de manière à desservir tout Le camp

II.5.Donnée théorique de réseau anti incendie [33]

Tableau II.2. Les caractéristiques des éléments d'une installation fixe.[33]

Eléments	Pression nominale (bar)	Débit nominal (m ³ /h)	Vitesse dans la tuyauterie (m/s)	Divers
Réseau maillé	10	Q requis (max)	3	$P_{\min} = 4$ bar au point le plus éloigné (verticalement et horizontalement)
Pompes principales	10	3 x 50% 2 x 100% 2 x (2 x 50 %)		Si n est le nombre de pompes pour couvrir Q requis (max), alors le nombre de pompes installées est n + 1
Pompes jockey	7	30 – 45		Pression maintenu la plus haute possible pour éviter de démarrer trop souvent les pompes principales
Poteau incendie (hydrant)	4,5 – 6,5 (max)	45 – 60		
Lance monitor	7 – 10	120	-	
Réserve d'eau	Pression atmosphérique $+ \rho g h$	-	-	-Réservoir dédié, -Réserve naturelle (eau de mer, lac, nappe souterraine) -Réseau de ville

II.5.1.Réseau maillé [33]

Le réseau incendie est représenté selon un PID, c'est à dire tracé sur le plan de masse de l'unité

II.5.2.Règles de design [33]

- **réseau maillé** autour de chaque unité et des cuvettes de rétention, permettant la possibilité d'amener l'eau par deux chemins différents
- **diamètre minimum 8''**, avec un diamètre moyen de 12'' à 16'' et dimensionné pour le débit maximal Q requis (max).
- **vitesse maximale** dans les tuyauteries pleines d'eau de l'ordre de 3 à 4 m/s, et de 5 m/s pour des tuyauteries sèches après vanne déluge

II.5.3.Pompes incendie [33]

II.5.3.1.Pompes principales [33]

Les pompes incendie doivent couvrir 100% de la demande maximale, à la pression requise en tous points du réseau. On trouve les combinaisons suivantes :

- 2 x 100%
- 2 x (2 x 50%)
- 3 x 50 % (combinaison la plus fréquente)

Le nombre de pompes installées est au moins égal au nombre de pompes nécessaires + 1, [33] pour couvrir le cas où une pompe serait indisponible (maintenance).

Les pompes sont localisées de part et d'autre de l'installation.

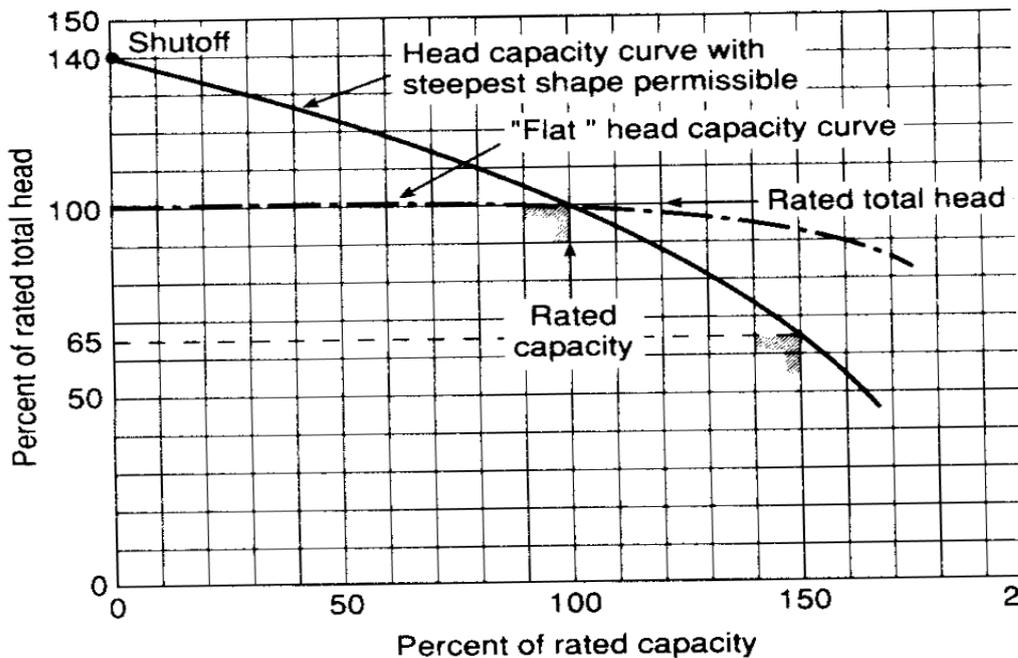
Elles doivent être entraînées par des sources d'énergie indépendantes [33] l'une de l'autre, par exemple électricité et moteur diesel.

La pomperie incendie doit être protégée des risques feu et explosion (mur coupe-feu et anti explosion, distance minimale au risque selon les études de dangers)

La courbe caractéristique des pompes (débit / pression) doit répondre aux critères énoncés dans le NFPA 20 :

- pression maximale à débit nul = 140% pression nominale
- pression minimale à 150% du débit nominal = 65% pression nominale.

Une ligne de test sera prévue avec débitmètre, afin de tester périodiquement le fonctionnement individuel des pompes, selon la courbe NFPA 20.



Courbe de pompe incendie selon NFPA 20[33]

II.5.3.2. Pompes Jockey [33]

Une ou deux pompes jockey sont prévues pour maintenir le réseau sous une pression d'environ 6 à 8 bars, avec un débit variant de 20 à 50 m³/h. Les pompes jockey ont un moteur électrique.

II.5.4. Configuration classique d'une pomperie [33]

II.5.4.1. Clapet de décharge automatique [33]

Quand une pompe fonctionne, elle peut atteindre son débit minimum. Si on ne veut pas que la pompe s'arrête, il faut installer un clapet de décharge qui permet d'assurer le fonctionnement de la pompe en continu. Ce clapet est à prendre en compte lors de la spécification de la pomperie, car il induit des pertes de charges non négligeables. Les clapets de type Schroeder sont très souvent utilisés.

II.5.4.2. Séquence de démarrage des pompes

La séquence de démarrage des pompes est généralement la suivante :

Le réseau est maintenu sous pression par la pompe Jockey à $P_j = 8$ bars (débit d'environ 30 m³/h).

- PSL1 taré à 6 bars sur le réseau capte une baisse de pression, non maintenue par la pompe jockey. La pompe principale 1 démarre.
- PSL2 taré à 4 bars (temporisation) sur le réseau capte une baisse de pression, non maintenue par la pompe principale P1. La pompe principale 2 démarre.

- Le PSL3 taré à 3 bars (temporisation) sur le réseau enregistre une baisse de pression, non maintenue par la pompe principale P2. La pompe principale P3 démarre. La pression du réseau monte à sa pression de fonctionnement (10 bars).

Quand toutes les pompes ont accompli leur premier cycle de démarrage, et si la pression du réseau est toujours insuffisante, alors la séquence entière est répétée, pour les pompes ne fonctionnant pas encore.

Le nombre de tentatives de démarrage pour chaque pompe par cycle est limité dans le temps (de l'ordre 3 tentatives en 1 min 30 pour des pompes électriques à 6 tentatives pour des pompes diesel en moins de 5 min).

II.5.5. Autres éléments du réseau [33]

II.5.5.1. Hydrants (poteaux incendie) [33]

Un hydrant ou poteau incendie :

- est souvent en 6'', avec une seule vanne d'isolement, et avec 4 sorties en 2''1/2 (DN 65) ou une sortie de 4'' (DN 100) + deux sorties 2''1/2 (DN 65), avec des bouchons enchaînés. Des tuyaux incendie peuvent y être connectés.
- peut-être mécano-soudé, préfabriqué avec des éléments de tuyauterie
- doit être de type incongelable (drainage automatique) lorsqu'il y a risque de gel
- doit être facilement accessible depuis la route, à 15 m au moins des équipements protégés et à l'abri de tout dommage possible par les véhicules.

II.5.5.2. Lance monitors à eau [33]

Les lances monitors sont destinées à fournir de l'eau ou du moussin pour le refroidissement ou l'extinction des incendies. Ils complètent les systèmes de déluge fixes.

Un lance monitor est un appareil destiné à projeter de l'eau sous pression sous forme de :

- jet plein pour bénéficier d'une grande portée et d'un effet de choc
- jet diffusé en cône ou en nappe pour refroidir, ventiler et couvrir une grande surface.

La lance monitor peut être :

- à réglage fixe
- oscillante
- localisée soit au niveau du sol, soit en hauteur
- commandée localement ou à distance

II.5.5.2.1. Caractéristiques principales d'une lance monitor [33]:

- portée horizontale moyenne : 40 mètres

- Débit : 120 m³/h, à 10 bars
- Angle de rotation horizontal : 360°
- Angle de rotation vertical +/- 65° - 10°

La poussée des lances à eau est fonction du jet (plein ou diffusé) et du type de lance (eau ou mousse).

Un dispositif permet d'orienter le jet en hauteur et en direction.

II.5.5.2. Espacement des hydrants et lance monitors le long du réseau maillé [33]

Des lances monitors et des poteaux sont localisés le long du pourtour d'une unité process, à l'emplacement le plus approprié pour pouvoir appliquer de l'eau sur des zones particulières des équipements ou près de zones très à risque.

Le nombre d'hydrants (poteaux incendie) dans une zone est déterminé par le design du réseau et le type d'unité process ou de stockage. La distance entre deux hydrants varie de 45 à 90 mètres, en fonction du type de risque, de l'implantation, de la demande en eau, et du nombre de sorties de l'hydrant.

On prend généralement :

- 50 à 60 mètres autour des unités
- 80 mètres en off site

Le nombre de lance monitors doit être suffisant pour pouvoir atteindre tous les équipements dans un rayon de 40 m (portée moyenne horizontale) et en respectant une distance de 15m entre les lances et les équipements à protéger.

II.5.5.3. Réserve d'eau [33]

La réserve d'eau (bassin, réservoir) doit être disponible, calculée sur la base du plus grand besoin en eau dans l'usine.

Selon les réglementations, on a les valeurs suivantes

Tableau II.3. Débit règlementaires selon des différentes normes.

Réglementation	Volume (m ³)
Française	Q requis (max) (m ³ /h) x 12 heures
Américaine	Q requis (max) (m ³ /h) x 4 à 6 heures
Anglaise	Q requis (max) (m ³ /h) x 10 heures

La sécurité dans les industries exige la dotation avec des installations de prévention des incendies conçues et intégrées au site.

Les équipements de lutte contre l'incendie dans les sociétés sont généralement répartis autour du site et sont en grande parties exposés aux intempéries.

Pour garantir qu'ils sont aptes à être utilisés, il est essentielle que tous les équipements anti incendie soient régulièrement contrôlés, maintenues en permanence en état de fonctionner et testés périodiquement afin de vérifier la fiabilité de leur fonctionnement.

Chapitre III :
NORMES ET REGLEMENTATION

Quand le bon dieu crée l'univers, il a instauré des lois et normes pour cadrer la vie et conservé la relation entre les individus, et entre l'individu et l'environnement...etc., donc, les normes et les réglementations sont des règles important pour cadrer et bien préservé les constructions, les installations...etc., c'est pour cela, nous réservons ce chapitre pour discuter sur les quelque normes et réglementation algérienne qui cadre le réseau anti incendie et le risque incendie en générale.

III.1. Les normes

III.1.1. Norme NF EN 12845

Installations fixes de lutte contre l'incendie

La norme NF EN 12845 [14] concerne les installations fixes de lutte contre l'incendie (systèmes d'extinction automatique du type sprinkleur – Conception, installation et maintenance).

Cette norme spécifie les exigences et fournit des recommandations pour la conception, l'installation et la maintenance des installations fixes de lutte contre l'incendie de type sprinkleurs dans les bâtiments et les installations industrielles, ainsi que les exigences particulières pour les systèmes de type sprinkleur faisant partie de mesures de protection des personnes.

En France, cette norme est particulièrement utilisée dans les Établissements Recevant du Public (ERP), comme les grands magasins, les centres commerciaux et les parkings.

Les normes qui s'appliquent aux robinets d'incendie armés sont les suivantes :

III.1.2. La norme NF EN 671-1 [15]

« Installations fixes de lutte contre l'incendie- Systèmes équipés de tuyaux - Robinets d'incendie armés tuyaux semi-rigides » prescrit les exigences et méthodes d'essais de fabrication et de performance des RIA destinés à être installés dans des immeubles et autres bâtiments industriels, pour être utilisés par les occupants et raccordés à une alimentation en eau.

III.1.3. La norme NF EN 671-3[15]

« Installations fixes de lutte contre l'incendie Systèmes équipés de tuyaux - Maintenance des robinets d'incendie armés équipés de tuyaux semi-rigides et des postes muraux équipés de tuyaux plats » ; fournit les recommandations relatives au contrôle et à la maintenance des RIA et des postes muraux leur permettant d'assurer en permanence le service pour lequel ils ont été fabriqués fournis ou installés, dans n'importe quel type de bâtiment et quelle que soit l'utilisation qui en est faite.

III.1.4. La norme NF S 62-201 [15]

« Matériels de lutte contre l'incendie -Robinets d'incendie armés équipés de tuyaux semi-rigides- Règles d'installation et de maintenance de l'installation » fixe les règles au quelles doit satisfaire une installation de RIA ;elle vise les installations du réseau de RIA conformes à

la norme NF EN 671-1 équipant tous types de bâtiments, quelle qu'en soit l'activité, et la maintenance de ce réseau.

III.1.5. La norme NF EN 694[15]

« Tuyaux de lutte contre l'incendie Tuyaux semi-rigides pour systèmes fixes » spécifie les méthodes d'essais s'appliquant aux tuyaux semi-rigides de lutte contre l'incendie prévus pour les RIA.

La bouche d'incendie est un appareil de robinetterie normalisé, raccordé à un réseau d'eau sous pression enterré ou protégé et permettant le branchement au niveau du sol du matériel mobile des services de lutte contre l'incendie.

Un poteau d'incendie est une installation analogue à la bouche d'incendie mais dont les prises sont disposées au-dessus du sol.

Les bouches et les poteaux d'incendie peuvent être alimentés soit par un réseau de distribution publique d'eau, soit par un réseau d'eau sous pression privé.

Les bouches et poteaux d'incendie font l'objet des normes :

- NF S 61-211 [15] « Bouche d'incendie incongelable de 100».
- NF S 61-213 [15] « Poteaux d'incendie incongelables de 100 et 2 x 100 ».
- norme expérimentale S 61-214[15] « Poteaux d'incendie incongelables de 65 ».
- NF S 62-200 [15] « Poteaux et bouches d'incendie Règles d'installation »

III.1.2. Norme NFPA

La National Fire Protection Association (NFPA) a été créée en 1896. C'est une association internationale not-for-profit et sa fonction première est de définir et de réglementer les normes de sécurité.

L'objectif principal de la NFPA est la protection contre l'incendie, mais il porte aussi sur les autres dangers des bâtiments et environnementaux.

Certaines règles NFPA sont traduites en français par le CNPP (Centre National de Prévention et Protection).

En France, les standards NFPA sont utilisés principalement par des groupes transnationaux, mais également lorsque des règles françaises sont inexistantes pour couvrir certains sujets (NFPA 409 pour la protection des hangars d'avion, par exemple).

III.1.2.1. Norme NFPA 11, Extinction par mousse

Le standard NFPA 11 [16] concerne les systèmes d'extinction par mousse bas, haut et moyen foisonnement.

Ce standard a pour objectif de guider :

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

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

III.1.2.2. Norme NFPA 13

La règle NFPA 13 [17] concerne les installations de systèmes sprinkleurs.

Cette règle présente des règles claires et précises pour les systèmes sprinkleurs depuis la conception jusqu'à l'installation et pour l'ensemble des risques.

Elle intègre, entre autres :

- des critères d'installation permettant de satisfaire des besoins spéciaux en architecture.
- des spécifications complètes pour les stockages.
- une section présentant les bases de l'installation des sprinkleurs résidentiels.
- une section spéciale pour la conception de la protection des risques spécifiques.
- des tableaux pour le choix de sprinkleurs.

III.1.2.3. Norme NFPA 15

Le standard NFPA 15 [18] concerne les systèmes d'arrosage à eau (déluge).

Ce standard est particulièrement utilisé en Risques Spéciaux, pour la protection des feux à développement rapide et le refroidissement des équipements (réacteurs, réservoirs, colonnes de distillation, transformateurs, convoyeurs, etc.).

III.1.2.4. Norme NFPA 25

La NFPA 25[19] est un standard relatif au contrôle, à l'essai et à la maintenance des systèmes de protection contre l'incendie à base d'eau.

Le standard NFPA 25 énonce les exigences minimums relatives aux méthodes de contrôle, d'essai et de maintenance pour les systèmes de protection incendie à base d'eau, y compris les applications marines et terrestres.

Cette norme s'applique notamment aux types de systèmes suivants : sprinkleurs, canalisations d'incendie et lances, systèmes fixes à pulvérisation d'eau, mousse-eau. Les alimentations en eau intégrées à ces systèmes sont également concernées. La norme s'attache aussi au traitement et à l'enregistrement des interruptions.

III.1.2.5. Norme NFPA 850 [3]

Recommande practice for fire protection for Electric Genarating plants :(pour les prestations d'ALSTOM listées dans cette philosophie)

III.1.3. la norme APSAD

Les référentiels APSAD sont composés de règles et de documents techniques APSAD.

Ce sont des référentiels techniques rédigés en concertation avec les différents acteurs de la sécurité. Elles répondent aux exigences des assurances et sont souvent des documents de référence pour les certifications APSAD de service.

En France, les règles APSAD sont très souvent appliquées pour la conception, la mise en œuvre et la maintenance de systèmes de sécurité incendie. A ce titre, elles sont souvent considérées comme des « règles de l'art ».

III.1.3.1. Règle APSAD R1, Extinction automatique à eau de type sprinkleur

La règle APSAD R1 [20] concerne les installations de systèmes d'extinction automatique à eau de type sprinkleur.

Elle précise les exigences de conception, d'installation et de maintenance qu'il est nécessaire de prendre en compte pour obtenir des performances satisfaisantes des systèmes sprinkleurs. Il est recommandé d'associer l'assureur dès la rédaction du cahier des charges afin, notamment, de convenir de l'étendue de la protection et de classer correctement les risques.

La règle a été élaborée en liaison avec les instances Prévention de la Fédération française des sociétés d'assurances.

III.1.3.2. Règle APSAD R5, Robinets d'incendie armés et postes d'incendie additives..1

La règle APSAD R5 [21] s'applique aux installations robinets d'incendie armés mises en place dans les bâtiments des secteurs industriel, commercial, agricole ou tertiaire. Elle définit des exigences de conception et d'installation

La règle APSAD R5 [15] concerne les robinets d'incendie armés et les postes d'incendie additives.

Elle permet de concevoir et de réaliser une installation de robinets d'incendie armés (RIA) dans tous types de bâtiments. Elle s'applique également aux postes d'incendie additives (RIA) qui peuvent être utilisés en complément, pour la protection de certains risques particuliers pouvant donner lieu à des feux spécifiques qui ne pourraient pas être maîtrisés uniquement avec de l'eau (feux de classe B par exemple).

Les caractéristiques techniques des matériels, leur implantation, les sources d'eau, le réseau de canalisations, ainsi que les opérations de surveillance, de vérification et de maintenance des installations font l'objet d'exigences particulières. Une étude de cas aidera à appréhender la démarche.

III.1.3.3. Règle APSAD R6, Maîtrise du risque incendie

La règle APSAD R6 [22] concerne la maîtrise du risque incendie ainsi que l'organisation et le système de management.

Cette règle fournit tous les éléments utiles pour une maîtrise du risque incendie dans l'entreprise.

Elle définit des exigences d'organisation, précise les missions des équipes de première et de seconde intervention ainsi que les moyens matériels dont doit disposer l'établissement. Elle peut également conduire à la mise en place d'un système de management du risque incendie.

III.1.3.4. Règle APSAD R7, Détection automatique d'incendie

La règle APSAD R7 [23] a pour objectif d'accompagner les utilisateurs, prescripteurs et installateurs dans la conduite d'un projet de conception et d'installation de ces systèmes dans tous types de sites ou de bâtiments.

Les systèmes de détection automatique d'incendie ont pour rôle de détecter et de signaler le plus tôt possible la naissance d'un incendie, tout en évitant au maximum de déclencher des alarmes injustifiées.

Les principaux points de la règle APSAD R7 sont :

- Conception de l'installation.
- Choix du type de détecteurs.
- Implantation de l'équipement de signalisation.
- Sources d'alimentation.
- Installations électrique.
- Vérifications.

Elle comporte 2 chapitres qui concernent les vérifications.

- La première traite des visites de vérification de conformité des installations.
- Le deuxième, des vérifications périodiques et de maintenance.

III.1.3.5. Règle APSAD R12, Extinction automatique à mousse à haut foisonnement

La règle APSAD R12 [24] concerne les installations de systèmes d'extinction automatique à mousse à haut foisonnement.

Elle stipule les exigences de conception, de réalisation, de mise en service, de vérifications périodiques et de maintenance des installations fixes d'extinction automatique à mousse à haut foisonnement mises en place dans les bâtiments des secteurs industriel, commercial, agricole ou tertiaire.

III.1.3.6. Règle APSAD R13, Extinction automatique à gaz

La règle APSAD R13 [25] concerne les installations de systèmes d'extinction automatique à gaz.

La règle définit les exigences minimales de conception, d'installation et de maintenance des installations fixes d'extinction automatique à gaz par noyage total assurant la protection contre l'incendie de bâtiments et de volumes clos. Les dispositions applicables à toutes les installations sont regroupées dans la première partie de la règle.

Les dispositions spécifiques aux différents gaz, avec tous les éléments nécessaires au dimensionnement des installations et des exemples de calcul, font l'objet de parties distinctes

Dioxyde de carbone (intégration des exigences de l'ancienne règle APSAD R3).

Gaz inhibiteurs.

Gaz inertes.

III.2. Les réglementations algériennes :

La mise aux normes incendie pour être en accord avec la réglementation incendie constitue un enjeu majeur pour les entreprises algériennes.

Les établissements n'ayant pas engagé les travaux d'amélioration de la sécurité contre l'incendie prescrit dans la réglementation incendie en vigueur, risque de se mettre hors la loi.

Ci-dessous l'ensemble des lois, ordonnances et décrets Algériens utiles pour nous aider dans la mise aux normes de l'établissement vis-à-vis de la réglementation incendie et normes algériennes de sécurité incendies.

Règles applicables en matière de sécurité contre les risques incendie.

III.2.1. Ordonnance n°76-4 du 20 février 1976 [26]

Relative aux règles applicables en matière de sécurité contre les risques d'incendie et de panique et à la création de commission de prévention et de protections civile.

Article 1 : - La présente ordonnance a pour objet de définir les règles applicables:

1- à la protection contre les risques d'incendie et de panique dans les établissements recevant du public et dans les immeubles grandes hauteurs

2 à la sécurité contre l'incendie dans les bâtiments d'habitation

3- aux établissements dangereux, insalubres ou incommodes

4- a la classification des matériaux et éléments de construction par catégorie, selon leur comportement au feu et les méthodes d'essais.

III.2.2. décret exécutif N° 08-312 du 05 octobre 2008 [27]

fixant les conditions d'approbation des études d'impact sur l'environnement pour les activités relevant du domaine des hydrocarbures, ainsi que le décret exécutif N° 07-145 du 19 mai 2007 [28] déterminant le champ d'application, le contenu et les modalités d'approbation des études et des notices d'impact sur l'environnement comprenant, entre autres, les prestations suivantes :

- Inventaires scientifiques (faune-flore-habitat) et évaluation de la sensibilité des sites et des enjeux ;

- Définition et évaluation des impacts ;

- Proposition de mesures de réduction ou de compensation des impacts et évaluation financière de ces mesures ;

- Elaboration d'un plan de gestion de l'environnement.

III.2.3. décret exécutif n°06-198 du 31 mai 2006[29]

Définissant la réglementation applicable aux établissements classés pour la protection de l'environnement.

En application des dispositions des articles 19, 23 et 24 de la loi n°03-10 du 19 juillet 2003, le présent décret a pour objet de définir la réglementation applicable aux établissements classés pour la protection de l'environnement et, notamment, les régimes d'autorisation et de déclaration d'exploitation des établissements classés, leurs modalités de délivrance, de suspension et de retrait, ainsi que les conditions et modalités de leur contrôle[30].

III.2.4. décret exécutif n° 15- 09 du 23 Rabie El Aouel 1436[30]

Correspondant au 14 janvier 2015 fixant les modalités d'approbation des études de dangers spécifiques au secteur des hydrocarbures

Le présent décret fixe les modalités d'approbation des études de dangers spécifiques au secteur des hydrocarbures et leur contenu, en application des dispositions de l'article 18 (alinéa 9) de la loi n° 05-07 du 19 Rabie El Aouel 1426 correspondant au 28 avril 2005, modifiée et complétée, relative aux hydrocarbures.[30]

III.2.4. Loi n° 04-20 du 13 Dhou El Kaada 1425 correspondant au 25 décembre 2004 [31]

Relative à la prévention des risques majeurs et à la gestion des catastrophes dans le cadre du développement durable

Cette loi a pour objet d'édicter les règles de prévention des risques majeurs et de gestion des catastrophes dans le cadre du développement durable.

Ces règles ont pour fondement les principes suivants:

- le principe de précaution et de prudence;
- le principe de concomitance;
- le principe d'action préventive et de correction par priorité à la source;
- le principe de participation et le principe d'intégration des techniques nouvelles. L'Etat assure aux citoyens un accès égal et permanent à tous [30]

III.2.5. Décret exécutif n° 09-335 de l'Aouel Dhou El Kaada 1430 correspondant au 20 octobre 2009 [32]

Fixant les modalités d'élaboration et de mise en œuvre des plans internes d'intervention par les exploitants des installations industrielles

III.2.6. Décret exécutif n° 15-71 du 21 Rabie Ethani 1436 correspondant au 11 février 2015 [30]

Fixant les conditions et modalités d'élaboration et d'adoption des plans particuliers d'intervention pour les installations ou ouvrages.

Le présent décret fixe les conditions et modalités d'élaboration et d'adoption des plans particuliers d'intervention pour les installations ou ouvrages, en application des dispositions de l'article 61 de la loi n° 04-20 du 13 Dhou El Kaada 1425 correspondant au 25 décembre 2004 [31]relative à la prévention des risques majeurs et à la gestion des catastrophes dans le cadre du développement durable. A cet effet, il est institué, au niveau de chaque wilaya,

Dans ce chapitre, on a présenté les principales normes et les réglementations concernant le domaine de protection des risques incendie, nous choisissons quelques normes dans notre travail.

Chapitre IV :

**DIMENSIONNEMENT LE RESEAU
ANTI INCENDIE**

IV. Dimensionnement de la conduite

Le calcul détaillé du réseau anti incendie de la société de production d'électricité (unité de Relizane) repose sur la détermination de plusieurs grandeurs: choix du matériau, la nuance, le diamètre et l'épaisseur, nombre de poteaux, nombre de vannes, l'autonomie de l'eau...etc.

VI.1. Choix de matériau [33]

1°/ Nuance du métal [33]

Selon la norme ASTM [6], le choix de la nuance est porté sur A671 Gr A45

(à moyenne pression et à température ambiante), soudé et de rugosité égale à: $\epsilon = 1 \text{ mm}$

Tableau IV.1 : Composition chimique du matériau choisi pour la tuyauterie. [33]

Type d'acier	Spécification des tôles		Spécification des tubes		
	ASTM		ASTM		
acier au carbone	N°	Nuance	A 671-96	A 672-96	A 691-98
	A 285 / A 285 M	A	–	A 45	–
	A 285 / A 285 M	B	–	A 50	–
	A 285 / A 285 M	C	CA 55	A 55	–
acier au carbone	A 442 / A 442 M	55	CE 55	E 55	–
	A 442 / A 442 M	60	CE 60	E 60	–

2°/Composition chimique [33]

Analyse sur tôle :

Le fabricant de tube fera une analyse sur tôle par coulée. Cette analyse devra être en conformité avec les valeurs imposées dans les spécifications des tôles approvisionnées.

Analyse du cordon de soudure : le fabricant de tube fera une analyse du cordon de soudure tous les 61 m (200 ft) pour ASTM A 671 / A 691 et tous les 152 m (500 ft) pour ASTM A 672, ou avec une période qui sera une fraction de cette distance.

3°/ Caractéristiques mécanique [33]

Les valeurs des contraintes des éprouvettes transversales du cordon de soudure et de la tôle de base devront être similaires aux valeurs imposées par les spécifications des tôles d'origine

4°/ Tolérance [33]

Le métal choisi doit satisfaire à une tolérance donnée (Tab.IV.2)

Tableau IV.2 : Tolérance du matériau choisi pour la tuyauterie.[33]

Diamètre extérieur	± 0,5 % du diamètre extérieur spécifié mesuré sur la circonférence
Ovalisation	différence entre le plus grand et le plus petit diamètre extérieur : 1 %
Épaisseur	au plus – 0.25 mm (– 0.01”) en dessous de l'épaisseur nominale spécifiée.

IV.1.2.GAMME DIMENSIONNELLE [33]

Tableau IV.3: Spécifications technique des différents matériaux [33]

	A 671--96	A 672-96 et A 691-98
Diamètre extérieur	405 mm (16”) et plus	
Épaisseur	6.4 mm (1/4”) et plus	jusqu'à 75 mm (3”) inclus

IV.1.3.DOMAINE D'APPLICATION [33]

Cette spécification couvre les tubes en acier soudés à l'arc avec métal d'apport, fabriqués à partir de tôles «qualité appareil à pression», pour utilisation à haute pression :

- A 671-96 : températures ambiantes ou plus basses,
- A 672-96 : températures moyennes,
- A 691-98 : hautes températures.

IV.1.4. CALCUL DU DEBIT [33]

Selon les conditions opératoires, (température ambiante et pression moyenne), la norme ASTM A 671 recommande d'utiliser un diamètre de la conduite est : $D= 15''$. [33]

$$\rho_{\text{eau}}=1000 \text{ Kg/m}^3$$

Et : $v = 3 \text{ m/s}$ [33].

On a : $Q_v = v \cdot S$ et $S = \frac{\pi D^2}{4}$

$$Q_v = \frac{\pi v D^2}{4} = \frac{\pi \cdot 3 \cdot 0.381^2}{4} = 0.342 \text{ m}^3/\text{s}.$$

$$Q_v = 0.342 \text{ m}^3/\text{s} = 342 \text{ l/s} = 20520 \text{ l/mn}.$$

IV.1.5. CALCUL VOLUME DE RESERVOIR [34]

$$Q_v = \frac{\pi v D^2}{4} = \frac{\pi \cdot 3 \cdot 0.381^2}{4} = 0.342 \text{ m}^3/\text{s}.$$

$$Q_v = 0.342 \text{ m}^3/\text{s} = 342 \text{ l/s} = 20520 \text{ l/mn} = 1231200 \text{ l/h}$$

$$V = 123200 \cdot 12 = 14774400 \text{ l/12h}$$

Donc pour une autonomie de 12 heures d'approvisionnement d'eau, il faut fournir un réservoir d'eau de volume 14774400L ou 14774.440m³

Ce réservoir de dimension suivant :

$$V = \frac{\pi h D^2}{4}, \text{ sachant que } h = 1.2 \text{ a } 1.5 D \text{ [34]}$$

- **V : volume de réservoir.**
- **h : hauteur de réservoir.**
- **D : diamètre de réservoir.**

Après une application numérique, nous trouvons le diamètre de réservoir

$$D = 6.39 \text{ m et } H = 1.5 D = 9.59 \text{ m}$$

Alors le réservoir c'est une cylindre de $D = 6.39 \text{ m}$ et $H = 9.59 \text{ m}$

VI.1.6. Epaisseur de la conduite (e_n) [33]

Toujours d'après la norme ASTM A 671, l'épaisseur correspond le diamètre cité ci-dessus, est : **$e_n = 6.4 \text{ mm}$** .

VI.1.7. Schedule [33]

Le Schedule est une grandeur (anglo-saxonne) qui désigne approximativement une épaisseur pour un diamètre nominale donné et pour un type d'utilisation bien déterminé (P et T).

Il faut bien noter que le Schedule n'est en quelque sorte qu'un numéro d'ordre, la détermination de l'épaisseur est faite par le calcul et c'est à cette épaisseur calculée que l'on fera correspondre une épaisseur standard et un Schedule.

Ainsi, d'après l'abaque donnée en tableau (IV.3), le Schedule est de: **10**, donc l'épaisseur de la conduite sera : **6,4 mm**.

VI.1.8. Etude hydraulique [33]

Nous avons trouvé précédemment que le diamètre de la conduite est:

$$D = 15'' \quad \text{Et:} \quad Q_v = 20520 \text{ l/mn}$$

L'étude hydraulique complète de la conduite comprend le calcul du nombre de Reynolds (afin de connaître le régime d'écoulement), l'estimation de la perte de charge totale résultant de la sommation des diverses pertes de charges spécifiques aux obstacles rencontrés.

a / Calcul du nombre de Reynolds [35]

$$Re = \frac{\rho * D * v}{\mu}$$

On a la viscosité de l'eau dans une température égale a 20°C est : $\mu = 1 * 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ [38].

En remplaçant les termes par leurs valeurs, on a :

$$Re = \frac{1000 * 0.381 * 3}{1 * 10^{-3}}$$

Soit:

$$Re = 11.43 * 10^5 > 3000 \text{ (régime turbulent)}$$

Le diagramme de Moody permet d'évaluer graphiquement le facteur de frottement f en fonction de la vitesse d'écoulement moyenne V , du diamètre D et de la rugosité ϵ de la conduite et de la viscosité du fluide ν . Ces quatre variables sont regroupées en deux nombres adimensionnels :

La rugosité relative ϵ/D .

Le nombre de Reynolds $Re = VD/\nu$

- On détermine alors le régime d'écoulement.

Si le régime est turbulent, on choisit le point d'intersection de la courbe correspondant au ϵ/D de la conduite et au nombre de Reynolds, On projète ensuite ce point sur l'ordonnée de gauche du diagramme pour estimer f .

La connaissance du Reynolds nous permet d'accéder à la rugosité relative et au coefficient de frottement au moyen des abaques (**Annexe IV.1**).

- Rugosité relative: $\epsilon/D = 0.003$
- Coefficient de frottement: $f = 0.026$

Il est important maintenant de l'estimer les pertes de charge ΔP occasionées par les différentes singularités rencontrées le long du trajet :

b / Les pertes de charge linéaires ΔP_1 [35]

La relation généralement admise pour évaluer les pertes de charges linéaires est:

$$\Delta P_1 = 63.7 * 100 * f * Q_v^2 * d/D^5$$

- **f**: coefficient de perte de charge
- **Q_v**: débit volumique en (m³/h)
- **D**: diamètre intérieur de la conduite en (cm)
- **d**: densité de l'eau H₂O

En remplaçant, on a :

$$\Delta P_L = 63.7 * 100 * 0.026 * (1231.2)^2 * 1 / (38.1)^5$$

La perte de charge unitaire est donc égale à:

$$\Delta P_L = 3.127 \frac{kg}{cm^2/km}$$

Comme la longueur de la canalisation est égale à **L=2345.5 m** **L=2.345 km**, alors:

$$\Delta P_L = 3.127 * 2.345 = 7.334 \text{ kg/cm}^2$$

Comme :

$$\Delta H_L = \frac{\Delta P_L}{\rho * g}$$

Alors :

$$\Delta H_L = 7.334 / 1000 * 9.81$$

$$\Delta H_L = 0.074 \text{ m}$$

C/ Pertes de charge singulières [35]

La relation qui s'applique à ces pertes de charge est la suivante :

$$\Delta H_s = \frac{K * v^2}{2g}$$

Avec:

$$K = \frac{f * L_e}{D}$$

Le : longueur équivalente (**Annexe IV.2**).

Comme la conduite reliant les deux unités de production comprend de nombreuses singularités tout au long du trajet, il s'agit de comptabiliser tous ces "accidents de parcours" à partir de leurs longueurs équivalentes, soit:

- **Calcul des pertes de charge singulières des coudes 90° ΔH_{s1},**

On a 22 coudes : (Le =6m)

$$K = 0.026 * 6 / 0.381 = 0.41$$

D'où: $\Delta H_{s1} = 22 * 0.41 * (3)^2 / 2 * 9.81$

$$\Delta H_{s1} = 4.14 \text{ m}$$

Et donc: $\Delta H_{s1} = 4.14 \text{ m}$

- **Calcul des pertes de charge singulières des vannes ΔH_{s2}**

On a 19 vannes à passage direct: (Le= 2.8m)

$$K = 0.026 * 2.8 / 0.381 = 0.19$$

D'où: $\Delta H_{s2} = 19 * 0.19 * (3)^2 / 2 * 9.81$

Et donc: $\Delta H_{s2}=1.66 \text{ m}$

➤ **Calcul des pertes de charge singulières des brides ΔH_{s3}**

On a 171 brides: ($L_e=40 \text{ m}$)

$$K=0.026*40/0.381=2.73$$

D'où: $\Delta H_{s3}=171*2.73*(3)^2/2*9.81$

Et donc: $\Delta H_{s3}=214.14 \text{ m}$

➤ **Calcul des pertes de charge singulières des Tés ΔH_{s4}**

On a 61 Té ordinaire: ($L_e=6.3 \text{ m}$)

$$K=0.026*6.3/0.381=0.43$$

D'où: $\Delta H_{s4}=61*0.43*(3)^2/2*9.81$

Et donc: $\Delta H_{s4}=12.03 \text{ m}$

Nous considérons que les poteaux et les lances monitors comme des vannes a soupape,

➤ **Calcul des pertes de charge singulières des Poteaux ΔH_{s5} ,**

On a 53 poteaux ($L_e=130 \text{ m}$)

$$K=0.026*130/0.381=8.87$$

D'où: $\Delta H_{s5}=53*8.87*(3)^2/2*9.81$

Et donc: $\Delta H_{s5}=215.64 \text{ m}$

➤ **Calcul des pertes de charge singulières des lances monitor ΔH_{s6}**

On a 26 lances monitor ($L_e=130 \text{ m}$)

$$K=0.026*130/0.381=8.87$$

D'où: $\Delta H_{s6}=26*8.87*(3)^2/2*9.81$

Et donc: $\Delta H_{s6}=105.79 \text{ m}$

D/ Perte de charge totale P_{Tot}

Nous pouvons calculer à présent la perte de charge totale correspondant à la résultante de toutes pertes de charges partielles, soit :

$$\Delta H_{Tot} = \Delta H_{L+} + \Delta H_{s1} + \Delta H_{s2} + \Delta H_{s3} + \Delta H_{s4} + \Delta H_{s5} + \Delta H_{s6}$$

$$\Delta H_{Tot} = 0.074 + 4.14 + 1.66 + 245.45 + 12.03 + 215.64 + 105.79$$

$$\Delta H_{Tot} = 553.47 \text{ m}$$

Sachant que :

$$\Delta P_{Tot} = \rho * g * \Delta H_{Tot}$$

Avec :

ΔP_{Tot} : Perte de charge totale en pascals.

ρ : Masse volumique de l'eau (1000kg/m³).

g : L'accélération de la pesanteur (9.81m/m²).

Alors : $\Delta P_{Tot} = 1000 * 9.81 * 553.47$

D'ou $\Delta P_{Tot} = 56.34 * 10^5 \text{ Pa} = 54.29 \text{ bars}$.

IV.2. CALCUL DE LA POMPE [36]

Le calcul de la pompe de transfert nécessite la détermination de plusieurs grandeurs ou caractéristiques comme :

IV.2.1. Pression de refoulement P_{ref} [36]

a) Perte de charge au refoulement: [36]

➤ Perte de charge linéaire ΔP_L :

En appliquant la même relation empirique que précédemment [12], on a :

$$\Delta H_L = 63,7 * 100 * f * Qv^2 * d / D^5$$

Et en remplaçant chaque terme par sa valeur, on a :

$$\Delta P_L = 63.7 * 100 * 0,026 * (1231.2)^2 * 1 / (38.1)^5$$

La perte de charge unitaire est donc égale à:

$$\Delta P_L = 3.127 \frac{kg}{cm^2/km}$$

Comme la longueur de la canalisation est égale à $L=20 \text{ m}$ $L=0.002 \text{ km}$, alors:

$$\Delta P_L = 3.127 * 0.002 = 0.063 \text{ kg/cm}^2$$

Comme : $\Delta H_L = \frac{\Delta P_L}{\rho * g}$

Alors : $\Delta H_L = 0.063 / 1000 * 9.81$

$$\Delta H_L = 3.6 * 10^{-6} \text{ m} = 0.063 \text{ bar}$$

➤ Pertes de charge singulières: [35]

Comme précédemment, on a:

$$\Delta H_s = \frac{K * v^2}{2g} \quad \text{et} \quad K = \frac{f * L_e}{D}$$

Appliquons ces expressions aux différentes singularités.

➤ Calcul des pertes de charge singulières des vannes ΔH_{s1}

On a 20 vannes à passage direct ($L_e=2.8 \text{ m}$):

$$K=0,026*2.8/0,381=0.19$$

$$\Delta H_{S1}=20* 0.19* (3)^2 / 2*9, 81$$

$$\Delta H_{S1}=1.74m$$

➤ **Calcul des pertes de charge singulières des brides ΔH_{S2}**

- on a 174 brides ($L_e = 40$ m):

$$K= 0,026*40/0,381=2.73$$

$$\Delta H_{S2}=174 * 2.73* (3)^2 /2* 9, 81$$

$$\Delta H_{S2}= 217.89 m$$

➤ **Calcul des pertes de charge singulières de clapet ΔH_{S3}**

1 Clapet de non-retour à clapet guidé: ($L_e=38$ m)

$$K=0.026*38/0.381=2.59$$

D'où: $\Delta H_{S3}= 2.59* (3)^2/2* 9. 81$

Et donc: $\Delta H_{S3}=1.19$ m

➤ **Calcul des pertes de charge singulières des Tés ΔH_{S4}**

On a 62 Té ordinaire: ($L_e=6.3$ m)

$$K=0.026*6.3/0.381 =0.43$$

D'où: $\Delta H_{S4}=62 *0.43 *(3)^2 /2* 9.81$

Et donc: $\Delta H_{S4}= 12.23$ m

➤ **Perte de charge totale ΔH_T : [35]**

ΔP_{Tot} : Perte de charge totale en pascals.

ρ : Masse volumique de l'eau (1000kg/m^3).

g : L'accélération de la pesanteur (9.81m/m^2).

$$\Delta H_T = \Delta H_{L+} \Delta H_{S1} + \Delta H_{S2} + \Delta H_{S3} + \Delta H_{S4}$$

$$\Delta H_T=1.74+1.74+217.89+1.19+12.23$$

$$\Delta H_T =233.05 m$$

Equivalent à : $\Delta P_s =22.86*10^5 \text{Pa}= 22.86$ bars.

Donc, $\Delta P_T= \Delta P_s + \Delta P_L = 22.86 + 0.063 = 22.87\text{bar}$

IV.2.2. Pression d'aspiration P_a [36]

Pour connaître la pression d'aspiration, il faut tout d'abord calculer les pertes de charges dans la section d'aspiration, donc:

a) Perte de charge d'aspiration ΔP_a [36]

➤ **Perte de charge linéaire ΔP_L [35]**

Selon API RP 14E [7], le diamètre d'aspiration supérieur de 1,5 au diamètre de refemelement .Alors : **$D_{asp} = 1,5 * 15 = 22.5''$**

Connaissant le diamètre de la conduite **$D=22.5''$** et: **$Q_v = 1231.2 \text{ m}^3 / \text{h}$** , on a : **$v = 3 \text{ m/s}$**

➤ **Calcul du nombre de Reynolds [35]**

$$Re = \frac{\rho * D * v}{\mu}$$

$$Re = 1000 * 0.57 * 3 / (1 * 10^{-3})$$

$$\text{D'où: } Re = 17.1 * 10^5 > 3000 \text{ (régime turbulent)}$$

La connaissance du Reynolds nous permet d'atteindre grâce aux abaqes :

- La rugosité relative **$\epsilon/D = 0.002$**
- Et le coefficient de frottement : **$f = 0.025$**

En appliquant de nouveau la relation [:

$$\Delta P_L = 63,7 * 100 * f * Q_v^2 * d / D^5$$

$$\text{On obtient: } \Delta P_L = 63.7 * 100 * 0.025 * (0.342)^2 * 1 / (57.15)^5$$

$$\Delta P_L = 0.488 * 10^{-4} \frac{kg}{cm^2/km}$$

Comme la longueur de la canalisation est égale à **$L = 20 \text{ m}$** **$L = 0.002 \text{ km}$** ,

$$\text{Alors: } \Delta P_L = 0.488 * 10^{-4} * 0.002 = 0.96 * 10^{-7} \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Comme : } \Delta H_L = \frac{\Delta P_L}{\rho * g}$$

$$\text{Alors : } \Delta H_L = 0.96 * 10^{-7} / 1000 * 9.81$$

$$\Delta H_L = 0.978 * 10^{-11} \text{ m}$$

$$\Delta P_L = 0,978 * 10^{-11} \text{ kg/ cm}^2 / \text{ km}$$

$$\text{Equivalent à: } \Delta P_L = 0.978 * 10^{-11} \text{ bar}$$

➤ **Pertes de charge singulières [35]:**

En procédant exactement comme précédemment, sachant que:

$$\Delta H_s = \frac{K * v^2}{2g} \quad \text{et} \quad K = \frac{f * Le}{D}$$

➤ **Calcul des pertes de charge singulières des vannes ΔH_{s1}**

On a 1 vannes à passage direct ($L_e = 2.8$ m):

$$K = 0.025 * 2.8 / 0.381 = 0.18$$

D'où: $\Delta H_{s1} = 0.18 * (3)^2 / 2 * 9,8$

Et donc: $\Delta H_{s1} = 0.08$ m

➤ **calcul des pertes de charge singulières des brides ΔH_{s2}**

On a 4 brides ($L_e = 40$ m):

$$K = 0.025 * 40 / 0.381 = 2.62$$

$$\Delta H_{s2} = 4 * 2.62 * (3)^2 / 2 * 9,81$$

Et donc: $\Delta H_{s2} = 4.81$ m

➤ **calcul des pertes de charge singulières de sortie du reservoir ΔH_{s3}**

Sortie du réservoir: ($L_e = 17$ m)

$$K = 0.025 * 17 / 0.381 = 1.12$$

D'où: $\Delta H_{s3} = 1.12 * (3)^2 / 2 * 9.81$

Et donc: $\Delta H_{s3} = 0.51$ m

➤ **calcul des pertes de charge singulières des coude ΔH_{s4}**

On a 1 coude ordinaire: ($L_e = 6$ m)

$$K = 0.025 * 6 / 0.381 = 0.391$$

D'où: $\Delta H_{s4} = 1 * 0.39 * (3)^2 / 2 * 9.81$

Et donc: $\Delta H_{s4} = 0.18$ m

➤ **Perte de charge totale d'aspiration $\Delta H_{Tot)asp}$:**

$$\Delta H_{Tot)asp} = \Delta H_{L+} + \Delta H_{s1} + \Delta H_{s2} + \Delta H_{s3} + \Delta H_{s4}$$

$$\Delta H_{Tot)asp} = 0.97 * 10^{-11} + 0.08 + 4.81 + 0.51 + 0.18$$

$$\Delta H_{Tot)asp} = 5.58 \text{ m or } \Delta P_{Tot)asp} = 0.55 \text{ bar.}$$

Ainsi, pour déterminer la pression d'aspiration, il faut tenir à la fois de la pression qui règne à l'intérieur du réservoir (la pression hydrostatique) et les pertes de charge total d'aspiration :

$$\Delta P_{Tot)asp} + \rho * g * \Delta h$$

Soit : $P_{asp} = T_{vr} - \Delta P_{Tot)asp} + \rho * g * \Delta h$

Si l'on considère une hauteur manométrique $\Delta h = 9.59$ m (la hauteur de réservoir (voir IV.1)), alors :

$$P_{asp} = 5.58 - 1000 * 9,81 * 9.59 = 9.4 * 10^4 \text{ m} = \mathbf{9.4072 \text{ bar}}$$

IV.3.détermination du NPSH (Net Position Section Head) [36]

$$NPSH_{disp} = \frac{P_{asp} - P_h}{\rho g} + (h_{asp} - \Delta H_{asp})$$

P_h : pression hydrostatique de réservoir.

h_{asp} : la hauteur de réservoir par rapport au sol

ΔH_{asp} : perte de charge d'aspiration.

$$NPSH_{disp} = (9.4072 - 9.4077) * 10^5 / 1000 * 9.81 + (0 - 5.58)$$

Et enfin : $NPSH_{disp} = \mathbf{5.53 \text{ m}}$.

Pour un bon fonctionnement de la pompe, et pour ne pas cavité, il faut installer la pompe à distance de 5.53 m au réservoir.

En fait, la condition de bon fonctionnement est satisfaite lorsque :

$$NPSH_{asp} - NPSH_{ref} \geq \mathbf{0.5}$$

D'après notre étude, le réseau anti incendie de l'unité de production d'électricité RELIZANE, a besoin une canalisation de longueur $L=2.345 \text{ Km}$, d'un diamètre $D=15''$, aussi bien contient 53 poteaux, 26 lances monitors pour maintenir une pression de 6 à 7 bars, deux pompes électriques de pression aspiration 9.4072 bars et pression de refoulement 22.87bar, et une pompe diésel (Plan I).

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'importance du réseau anti-incendie dans les installations industriel, et l'efficacité du choix de dispositifs utilisés pour la protection contre l'incendie pour éliminer ou diminuer les effets des risques.

Le réseau anti incendie parmi les barrières de sécurité les plus importants dans les installations industrielles classé.

Dans l'unité de production de l'électricité Relizane, nous dimensionnons un réseau anti incendie avec ses accessoires.

Enfin, nous espérons que ce modeste travail puisse être utile à l'étude qui est entré dans le domaine de l'ingénierie.

Référence

- [1] décret 06-198 relative aux ICPE.
- [2] www.sonegaz.dz.
- [3] Dossier technique réglementaire des installations de traitement et de stockage des hydrocarbures, et des installations de production d'énergie électrique, SONALGAZ/pole de Relizane.
- [4] Documents internes à l'entreprise SONALGAZ.
- [5] Manuel exploitation.
- [6] <https://www.sfp73.fr/historique1.html>.
- [7] Manuel de Critères généraux pour la protection active contre l'incendie dans les zones de stockage des hydrocarbures liquides Sonatrach.
- [8] étude des systèmes de protection contre et les incendies, référentiel SONATRACH (septembre 2001).
- [9] Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection NFPA 20 version 2007.
- [10] Référentiel distances de sécurité Sonatrach.
- [11] Standard for the Installation of Foam-Water Sprinkler and Foam-Water Spray Systems NFPA 16 version 2003
- [12] Standard for Low-, Medium-, and High-Expansion Foam NFPA 11 version 2005.
- [13] www.Sarladr.com
- [14] CNPP entreprise. Système de sécurité incendie détection incendie. Edition mai 2004
- [15] Muriel Huet, <<traite pratique de sécurité incendie >>,2003.
- [16] NFPA11.extinction par mousse.
- [17] NFPA13.installation des systèmes de sprinkleurs
- [18] NFPA15.Système d'arrosage à eau
- [19] NFPA25.système de protection contre l'incendie à base d'eau
- [20] APSAD R1.
- [21] APSAD R5, <<Règle d'installation robinet d'incendie armés et postes d'incendie additives>>, janvier 2012.
- [22] APSAD R6, <<Maitrise du risque incendie règle d'organisation et système de management >>.
- [23] APSAD R7, <<Détection automatique d'incendie règle d'installation>>.,

Bibliographie

- [24] APSAD R12, <<Extinction automatique à mousse à haut foisonnement>>,1998.1 février 2006.
- [25] APSAD R13, <<Règle d'installation extinction automatique à gaz, >>, juin 2010
- [26] JO N° 21 du 12 mars 1976, page 238
- [27] JO N° 58 du 08 octobre2008, page 4
- [28] JO N° 58 du 08 octobre2008, page 5
- [29] JO N° 37 du 04 juin2006, page 8
- [30] www.joradp.dz
- [31] JO N° 84 du 29 décembre 2004, page 13
- [32] JO N° 60 du 21 Octobre 2009, page 2
- [33] https://www.euro-petrole.com/docs/190712_102847_dZRJAxJX_document.PDF
- TUBES. PIPE.
- [34] <https://fr.wikihow.com/calculer-la-capacité-d%27un-réservoir>
- [35] https://www.pertes_de_charge.PDF
- [36] https://www.dimensionnement pompes_circulateur.htm
- [37] Google earth.
- [38] https://www.thermexcel.com/french/tables/eau_atm.htm



POLE PRODUCTION TV – TG / OUEST
Unité de RELIZANE

Piquet d'incendie

Le piquet d'incendie est le personnel habilité à prendre en charge de façon organisé toutes les opérations d'intervention de lutte contre les incendies et les évacuations urgentes qui s'imposent.

Il est constitué de :

Piquet d'incendie durant les heures des journées ouvrables	Piquet d'incendie en dehors des heures des journées ouvrables
<ul style="list-style-type: none">- Assistant de sécurité en qualité de coordinateur.- Attaché de sécurité.- Chef de service réalisation.- Ingénieur chef maintenance électrique.- Ingénieur chef maintenance mécanique.- Chef service diagnostique machine.- Chef service contrôle économique.- Chef service étude et préparation.- Chef service production.- Ingénieur de production.- TPCC.- TCA.- Chauffeur.	<ul style="list-style-type: none">- Chef service production.- Ingénieur de production.- TPCC.- TCA.- Chauffeur.- Les agents d'astreinte.

Tout agent ayant reçu une formation sur la lutte contre l'incendie ou le secourisme est considérée comme étant un membre de support durant les opérations d'interventions et d'évacuations.

Plan d'alerte

En cas de constatation de feu par n'importe quel agent de la centrale, il doit immédiatement informer par n'importe quel moyen la salle de contrôle

Le TPCC doit procéder en urgence à :

- 1- Donner l'alerte en appuyant sur le bouton poussoir de la sirène d'alerte anti incendie.**
- 2- Informer par le bigophone le lieu exact de l'incendie**
- 3- Appeler la protection civile.**
- 4- Informer le chef d'établissement.**

Une fois l'alerte entendu le piquet d'incendie doit se rassembler sur le lieu de l'incendie est de procéder comme suit :

- 1- Garder son calme.**
- 2- Combattre le feu s'il est à son début.**
- 3- Actionner les organes de coupures à proximité (électricité, gaz ...etc).**
- 4- S'assurer qu'il n'y a plus personnes dans les locaux.**
- 5- Faire parvenir les secours organisés.**
- 6- Attaquer le feu par les moyens adéquats (extérieurs, RIA ...etc)**
- 7- Evacuer les blessés.**

NB : Des essais seront effectués de façon systématique pour entraînement du personnel et pour vérifier le bon fonctionnement du matériel de lutte contre l'incendie.

Directeur de l'unité

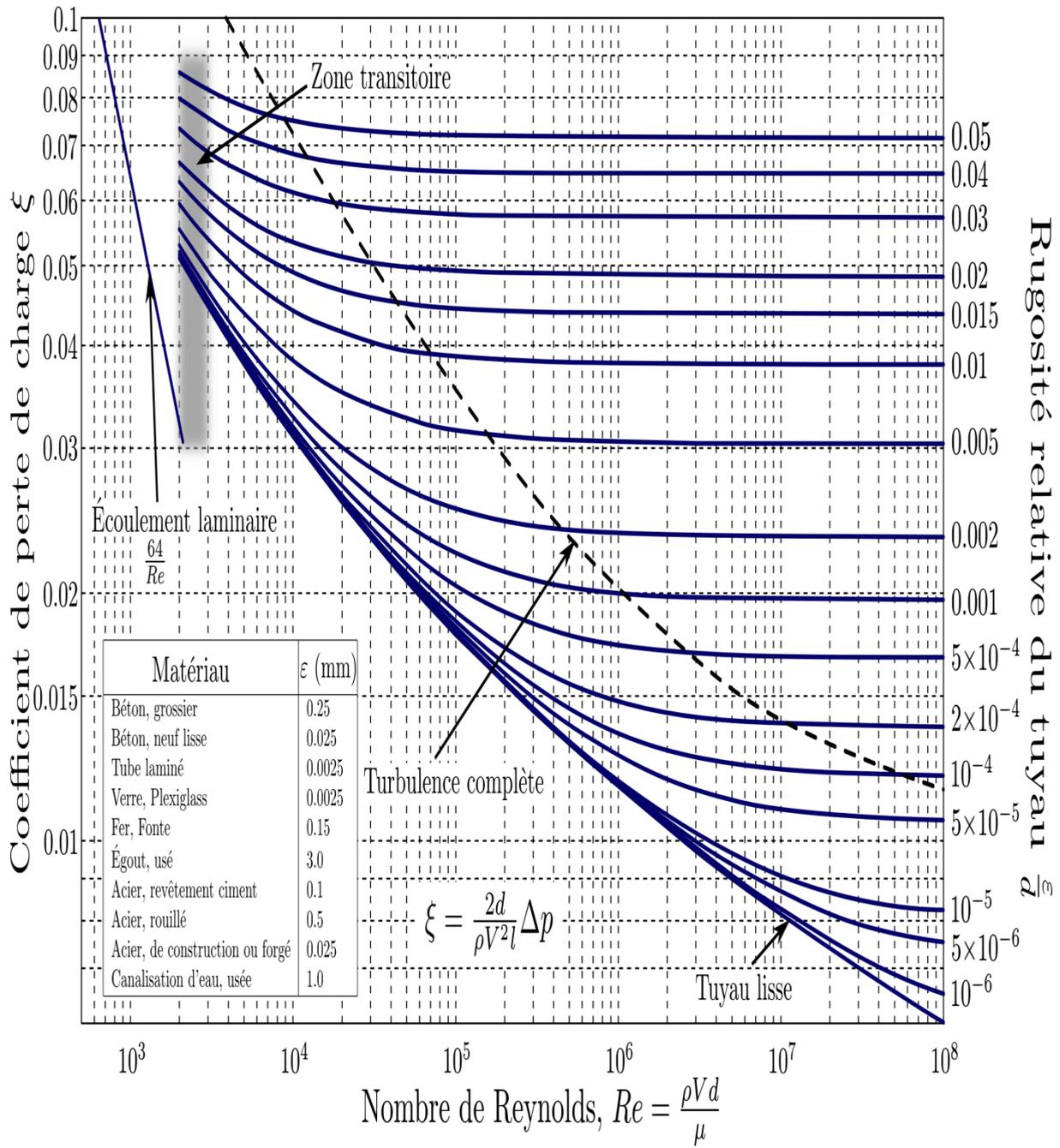
La lutte contre l'incendie est une lutte contre le temps, chaque instant est précieux. Il est moins hasardeux et moins coûteux de prévenir les incendies que de les éteindre ou d'en réparer les dommages.

SPE, Société par actions Capital Social de 35 000 000 000 DA – RC Alger 04B0965448
Pole production TV/TG /OUEST unité de production TG de Relizane zone industrielle RW 13-
belahcel W. Relizane

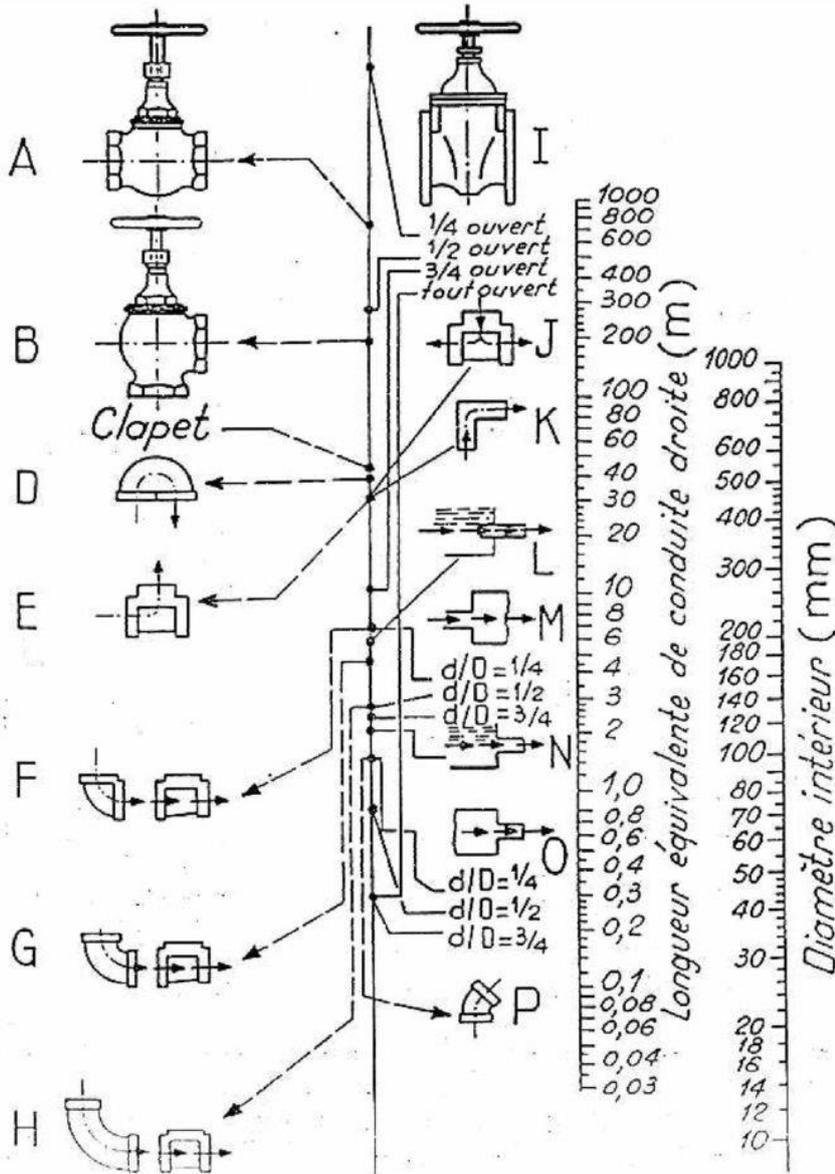
TEL : 040 71 89 60/ 046 71 11 33 - FAX : 046 71 11 06

Société du groupe Sonelgaz

Diagramme de Moody



Annexe (IV.1)



- A robinet droit ouvert
B robinet d'équerre ouvert
C clapet de retenue à battant ouvert
D coude à 180°
E té fermé d'un côté

- F coude court à 90° ou té conique 1/2
G coude de courbure moyenne à 90°
H coude de grande courbure à 90° ou té normal
J té
K équerre
I vanne à passage direct (ouvertures variables indiquées dessous)

- L ajutage rentrant
M élargissement brusque
N ajutage ordinaire
O rétrécissement brusque
P coude court à 45°

Equivalence des pertes de charge en longueurs droites de tuyauteries

Fig 1-17

