



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique



Université Kasdi Merbah Ouargla

Institut de technologie

Département : Génie appliqué

Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention d'une licence professionnelle

Filière : Hygiène et Sécurité Industrielle.

Spécialité: Hygiène, Sécurité et Environnement.

Présenter par : Souidani Yassine
Talebi Abdelmadjid

Thème

**Étude d'un réseau anti-incendie : modélisation
d'un système de contrôle à l'aide du logiciel
PIPENET**

DEVANT LE JURY COMPOSÉ DE :

Dr. ILYAS SELLAMI	Université d'Ouargla	Encadreur
Dr. SIBOUKER HICHAME	Université d'Ouargla	Président
Dr. ABBES ABDEBARI	Université d'Ouargla	Examineur

Année universitaire : 2022 – 2023

DÉDICASE

Je dédie ce modeste travail à :

Tous ceux qui ont contribué de près ou de loin et ont apporté leur soutien pour le mener à terme,
En particulier à ma mère, digne de la miséricorde de Dieu, que Son paradis soit sa demeure

- ✚ À mon cher père qui s'est sacrifié lui-même et continue de se sacrifier pour nous
- ✚ À mes chers frères, chacun à son nom
- ✚ À tous mes professeurs. À mes chers amis

Souidani Yassine

Je dédie ce modeste travail à :

Tous ceux qui ont contribué de près ou de loin et ont apporté leur soutien pour le mener à terme,

✚ À ma mère qui s'est sacrifié lui-même et continue de se sacrifier pour nous

✚ À mes chers frères, chacun à son nom

✚ À tous mes professeurs. À mes chers amis

Talebi Abdelmadjid

REMERCIEMENTS

Nous remercions Dieu tout-puissant d'avoir accompli ce modeste travail œuvre.

Nous tenons également à exprimer notre sincère gratitude à tous ceux qui ont contribué, excellé et apporté leur aide tout au long de la réalisation et de la rédaction de ce mémoire.

Nous exprimons notre gratitude sincère et notre appréciation à **Dr. Ilyas SELLAMI** pour son encadrement de ce travail, ses conseils et ses orientations. De même, nous le remercions pour ses services et ses efforts dans l'enseignement.

Et nous n'oublions pas de remercier tous les travailleurs de **l'Institut de Technologie** et ceux qui le dirigent, en particulier les enseignants et les professeurs, pour leurs efforts déployés afin de créer des conditions optimales et garantir le bon fonctionnement de l'institut

TABLE DE MATIERE

DÉDICASE	II
REMERCIEMENTS.....	IV
LISTE DES FIGURES.....	VII
LISTE DES TABLEAUX.....	IX
LISTE DES ABREVIATION ET ACRONYMES.....	X
LISTE DES SYMBOLE.....	XI
INTRODUCTION GÉNÉRALE	13
ORGANISATION DU MEMOIRE	14
ChapitreI : Réseau anti-incendie et ses critères généraux	15
INTRODUCTION	16
Section 01 : généralité sur l'incendie	16
1.1-Définition de l'incendie.....	16
1.2- Définition de la combustion	16
1.3- Les éléments de combustion	17
1.4 -Types de combustion	17
1.5- Classement des feux	18
1.6-Les agents de l'extinction	19
1.7- Méthodes d'extinction.....	20
1.8- Modes de propagation	21
1.9- Les causes de l'incendie	22
1.10- Part de l'incendie dans les accidents industriels	22
1.11- Les paramètres de l'incendie	23
1.12- Les sources d'inflammation sont de trois ordres	24
1.13- les effets de l'incendie	24
1.14 Les types de protection	25
1.15-Les règles APSAD	26
1.16-L'importance de la protection.....	26
1.17- généralité et description d'un réseau anti incendie	27
1.17.1. Introduction.....	27
1.17.2. Description générale.....	27
a) - Cas de l'utilisation l'eau.....	28
b) - Cas de l'utilisation de mousse	35

Section 02 : généralité sur la mécanique de fluide	39
2.1 Introduction	39
2.2 Les propriétés de l'eau.....	39
2.3 Les types d'écoulement	42
2.4 Chute de pression due au frottement.....	42
2.5 Pertes mineures.....	47
2.6 Vannes et raccords.....	48
2.6 Pertes à l'entrée et à la sortie des canalisations.....	50
2.7 Pression totale requise	51
Section 03 : description d'installation de RAI (robinet d'incendie armé)	52
3.1 Qu'est-ce qu'un RIA.....	52
a. La source d'eau.....	52
b. les canalisations	52
ROBINETS D'INCENDIE ARMÉS	53
c. les robinetteries	53
d. Robinet d'incendie armé (RIA)	54
3.2 L'implantation et nombre de RIA	54
3.2.1 Détermination du diamètre nominal	55
3.2.2 Calcul selon la norme NF S 62-201	55
Chapitre II : L'implantation d'un réseau anti-incendie et les calculs hydrauliques	57
INTRODUCTION	58
Section 01 : présentation de l'entreprise et les calculs hydrauliques	59
1.1 L'historique de Sonelgaz	59
1.2 L'organigramme de SONELGAZ.....	59
1.3 Présentation SPE (société de production de l'électricité)	60
1.4. Présentation SPEHMN03.....	60
Section 02 : logiciel PIPENET et les calculs.....	63
2.1 Introduction sur PIPENET	63
2.2 Les modules de PIPENET.....	63
2.3 Exigences d'installation un RIA selon la règle APSAD R5	63
Conclusion	84
Conclusion générale	85
RÉSUMÉ	86

ABSTRACT.....	86
Références bibliographiques.....	88

LISTE DES FIGURES

Figure 1: triangle de feu	16
Figure 2 : propagation par rayonnement	21
Figure 3: propagation par conduction	21
Figure 5 : les cause de l'incendie	22
Figure 4 : propagation par convection	22
Figure 6: l'incendie et les accidents industriels	23
Figure 7 : exemple sur protection feu active	25
Figure 8 : exemple sur protection feu passive	25
Figure 9 :logo APSAD	26
Figure10 : détecteur de fumée optique	28
Figure 11 : détecteur ionique	28
Figure 12 :détecteur de chaleur	29
Figure 13 : détecteur thermo-vélocimétrique.....	29
Figure 14 : détecteur optique de flamme.....	29
Figure 15 : détecteur de gaz	30
Figure 16 : centre d'alarme d'incendie et ses préphériques	30
Figure 17 : schéma simplifié d'une installation fixe de lutte contre l'incendie	32
Figure 18 : vannes déluge manuelles protégées par un mur coupe-cfeu	33
Figure 19:Etapes pour la production de mousse.....	35
Figure 20 :Taux de foisonnement d'une mousse	38
Figure 21 : types d'écoulement	42
Figure 22: diagramme de mody.....	45
Figure 23 : Agrandissement et réduction soudains du tyau	50
Figure24:Agrandissement et réduction graduels du tuyau.....	50
Figure 25: Logo Sonelgaz	59
Figure 26: Logo SPE.....	60
Figure 27 : localisation de l'unité SSPE HMN03	61
Figure 28:L'rganisation de l'SPE	62
Figure 29 : organisation du local	64
Figure30: l'implantaion des RIA.....	65
Figure 31: l'installation des RIA dans la telier	66
Figure32: résulta de pression du pipe	71
Figure33 : résulta de débit (flow) du pipe	72
Figure 34 : résulta de pression du node.....	72
Figure35 : l'installation des RIA par module transite	73
Figure 36 ; pressione minimaux du nodes.....	81

Figure37 : pression maximal du node	81
Figure38 : pression minimal du pipes	82
Figure39 : pression maximal du pipes	82
Figure 40 : graph de pression au niveau du node 34	83
Figure41 : graph de pression et débit au niveau du pompe_A	83
Figure 42 : graph de pression et débit au niveau du pipe 48.....	84

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: classement des feux.....	19
Tableau 2: classification des brouillard des d'eau selon taille de gouttes.....	34
Tableau 3: rugosité du tuyau (Roughness the pipe)	45
Tableau 4: coefficient de rugosité Hazen-Williams(<i>C</i> factor)	46
Tableau 5: l'index de Manning	47
Tableau 6 : Longueurs équivalentes de robinets et raccord.....	48
Tableau7: Perte par frottement dans les vannes Coefficient de résistance <i>K</i>	49
Tableau 8 : caractéristique hydrauliques minimales	53
Tableau 9 : nombre de RIA à prendre en compte pour le calcul des caractéristique des sources.....	55
Tableau10: détermination du diamètre nominal en fonction de la classe de risque	55
Tableau 11 : diamètre nominal selon la norme NF S 62-201	56
Tableau 12: Le choix du diamètre nominal (DN) des RIA.....	64
Tableau 13 : les données d'entree	66
Tableau 14 : résultats de calculs statique	69
Tableau 15 : les resulta des calculs dynamiques	77

LISTE DES ABREVIATION ET ACRONYMES

NFPA	National Fire Protection Association
PFA	La Protection Feu Active
PFP	La Protection Feu Passive
TF	Le taux de foisonnement
USCA	Unités du système coutumier américain
RAI	robinet d'incendie armé
NF	Norme français
DN	Diamètre nominal
DMFA	Le robinet diffuseur mixte à débit fixe de type A
DMFB	Fixe ou réglable et le jet droit
APSAD	Assemblée plénière de société d'assurance dommages

LISTE DES SYMBOLE

W = poids

M= masse

γ = poids spécifique

g = accélération due à la gravité

ν = viscosité cinématique

μ = viscosité absolue,

ρ = densité

P = pression.

γ = poids spécifique de liquide.

H = profondeur du liquide.

V =La vitesse d'écoulement.

Q = débit.

D = diamètre interne.

R= Numéro de Reynolds

P_m = perte de pression par frottement

F = Facteur de frottement Darcy, sans dimension

e = rugosité absolue du tuyau (absolute pipe roughness)

h =perte de tête par frottement

C = Facteur C ou coefficient de rugosité Hazen-Williams, sans dimension

A=section transversale de la conduite.

R= rayon hydraulique

n = Coefficient de rugosité (Manning index, or roughness coefficient) sans dimension

h =perte par frottement, [ft] par l'eau.

L = longueur du tuyau.

M_L : minor loss (perte mineure).

k : Friction Loss in Valves—Resistance Coefficient.

$v^2 / 2g$: la tête de vitesse.

P_t = pression totale requise à la pompe.

P_f = charge de pression de frottement.

P_{lev} = charge de pression due à une différence d'élévation.

P_{del} = pression de livraison au réservoir de stockage.

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Les incendies sont parmi les dangers les plus courants auxquels nous sommes confrontés dans notre vie quotidienne. Ils peuvent se produire dans les maisons, les entreprises, les forêts, ainsi que sur les navires et les véhicules, et parmi les installations les plus importantes figurent les usines et les entreprises de différents types et activités, qui sont rarement exemptes de risques, en particulier le risque d'incendie. Les incendies peuvent causer des pertes humaines, matérielles et de production, ce qui constitue un défi majeur en termes de sécurité, de santé professionnelle, d'individus, d'environnement et d'économie.

Travailler sans suivre les mesures de sécurité appropriées et l'absence de systèmes d'alarme et d'extinction d'incendie efficaces sont également parmi les causes qui conduisent aux incendies. Pour faire face au risque d'incendie, il est essentiel que les établissements et les usines mettent en place des mesures et des précautions pour prévenir ce danger, et parmi ces mesures, la mise en place d'un réseau anti-incendie est l'une des plus importantes.

Les réseaux anti-incendie varient en fonction de leur conception, **comprenant des réseaux de colonne de sèche(RIA)**, ainsi que des réseaux sous forme de sprinklers, et leur efficacité et leur performance varient en fonction de leur conception. Le propriétaire de l'établissement ou le responsable de la sécurité professionnelle doit connaître l'efficacité du réseau anti-incendie en prévision de tout incendie.

La mesure et l'évaluation de l'efficacité du réseau anti-incendie sont réalisées à l'aide de plusieurs logiciels informatiques, dont le programme **PIPENET**, qui est considéré comme un programme spécialisé dans la conception de réseaux et dans le calcul hydraulique, tels que la mesure de la pression, du débit, ...etc., conformément aux **règles de l'APSAD** et des règles de la mécanique des fluides.

- **La problématique**

- ❖ Les réseaux colonne de sèche (RIA) sont-ils efficaces pour éteindre les incendies ?
- ❖ Qu'est-ce que logiciel PIPENET ? et est-il compatible avec les règles de l'APSAD ?

- **Les hypothèses**

- ❖ Le réseau colonne de sèche (RIA) est efficace pour éteindre les incendies.
- ❖ Le PIPENET est un logiciel informatique utilisé pour concevoir et dessiner des réseaux anti-incendie et effectuer des calculs hydrauliques, et il est compatible avec les règles APSAD

ORGANISATION DU MEMOIRE

Le présent mémoire est subdivisé en deux chapitres :

Le premier chapitre était intitulé "Réseau anti-incendie et ses critères généraux", où nous avons abordé les concepts fondamentaux de l'incendie et de ses caractéristiques, ses causes et les méthodes d'extinction des incendies, ainsi que les concepts de base de la mécanique des fluides et quelques équations utilisées, et enfin nous avons examiné certaines règles APSAD R5 de conception des réseaux d'incendie.

Le deuxième chapitre était intitulé "l'implantation d'un réseau anti-incendie et les calculs hydrauliques " où nous avons d'abord présenté la société SONNELGAZ et L'unité SPE, puis donné un aperçu du logiciel PIPENET et de ses modules. Ensuite, nous avons décrit le site pour lequel la conception du réseau d'extinction d'incendie était prévue, et nous avons réalisé la conception du réseau à l'aide du logiciel PIPENET. Nous avons conclu le chapitre en effectuant des calculs hydrauliques, en donnant des commentaires sur les schémas, et enfin en tirant une conclusion générale

Chapitre I : Réseau anti- incendie et ses critères généraux

INTRODUCTION

La sécurité et la prévention des incendies signifient concevoir et construire un réseau de protection contre les incendies. C'est pourquoi nous avons présenté quelques concepts fondamentaux liés aux incendies et mentionné quelques bases de la mécanique des fluides impliquées dans la construction d'un réseau de protection contre les incendies, ainsi que des principes de conception.

Section 01 : généralité sur l'incendie

1.1-Définition de l'incendie

Un incendie est une forme de combustion qui se propage de manière incontrôlée dans le temps et dans l'espace [1]. Il génère de la chaleur sous forme de rayonnement thermique, mesurée en kilowatts par mètre carré (kW/m²). Les radiations thermiques atteignent leur intensité maximale Pour qu'un incendie se déclare, trois conditions doivent être remplies : la présence d'un matériau combustible, la présence d'un comburant (généralement l'oxygène de l'air) et la présence d'une source d'inflammation (étincelle, flamme, chaleur...). [2]

Alors l'absence d'un des 3 éléments du triangle empêche le déclenchement de la Combustion. C'est ce que l'on appelle le triangle du feu.



Figure 1: triangle de feu [3]

1.2- Définition de la combustion

La combustion se réfère à la réaction chimique d'oxydoréduction qui se produit lorsque l'oxygène (oxydant) réagit avec une substance combustible (réducteur). Cette réaction est généralement exothermique, ce qui signifie qu'elle libère de la chaleur. La combustion est considérée comme complète lorsque tout le combustible est oxydé, tandis qu'elle est qualifiée d'incomplète si des résidus de combustible subsistent dans les fumées. [4]

La combustion peut être :

1. **lente** : est une réaction se réalisant à des températures peu élevées.

2. **Rapide ou vive** : il y a 2 types :

- La déflagration est une réaction explosive caractérisée par une vitesse de l'onde de choc subsonique, inférieure à la vitesse du son, qui est d'environ 335 m/s (selon NFPA)
- La détonation est une réaction explosive caractérisée par une vitesse de l'onde de choc supersonique, c'est-à-dire supérieure à la vitesse du son, qui se situe généralement entre 2000 et 8200 m/s (selon NFPA)

1.3- Les éléments de combustion

1.3.1 Le comburant

C'est l'oxygène contenu dans l'air qui va permettre à la flamme de se développer [4]

1.3.2. L'énergie d'activation

La source de chaleur, qu'il s'agisse d'une flamme, d'électricité, de chaleur, d'échauffement ou de frottements mécaniques, fournit l'énergie d'activation nécessaire pour déclencher la combustion... [4]

1.3.3. Le combustible

Il existe différents types de combustibles tels que le gaz, le pétrole, le bois, le charbon, etc. Cependant, ils ont tous en commun le fait de contenir principalement des hydrocarbures, c'est-à-dire des combinaisons multiples de carbone et d'hydrogène. La composition des combustibles peut être représentée par une formule générique : $C_x H_y O_z$ [4]

1.4 -Types de combustion

1.4.1. Combustion complète

La combustion complète se produit dans un apport illimité d'air, d'oxygène en particulier. Exemple : allumage de la bougie [5]

1.4.2. Combustion incomplète

La combustion est incomplète lorsque l'air est en quantité limitée. C'est la combustion de la saleté, en raison du manque d'oxygène, le carburant ne réagira pas complètement, qui à son tour, produit du monoxyde de carbone et de la suie au lieu du dioxyde de carbone.

Exemple : brûlage de papier [5]

1.4.3. Combustion rapide

Un autre type de combustion est la combustion rapide. L'énergie rapide a besoin d'énergie thermique externe pour que la réaction se produise. La combustion produit une grande quantité de chaleur et d'énergie légère et le fait rapidement. La combustion se poursuivra aussi longtemps que le combustible est disponible. [5]

Exemple : éclair de bougie

1.4.4. Combustion explosive

La combustion explosive se produit lorsque la réaction se produit très rapidement. La réaction se produit lorsque quelque chose s'enflamme pour produire de la chaleur, de la lumière et de l'énergie sonore [5].

Exemple : pétards

1.4.5 Combustion spontanément

La combustion se produit spontanément. Cela signifie qu'il n'a pas besoin d'énergie externe pour démarrer la combustion. Cela se produit en raison de l'auto-chauffage. Une substance à faible température d'inflammation est chauffée et cette chaleur ne peut s'échapper. [5]

1.5- Classement des feux

Sont classés en cinq catégories selon le type de combustible. La classification sert également de base pour identifier les moyens d'extinction des différents types d'incendie :

1.5.1. Système Européen de classification des feux

- **Classe A** : Ces feux concernent des matériaux solides, généralement d'origine organique telle que le papier, le bois, le charbon et les fibres naturelles. Ils produisent souvent des braises brûlantes. [4]
- **Classe B** : Il s'agit d'incendies impliquant des liquides inflammables ou des solides Liquéfiés, tels que l'essence, l'huile, la graisse, les graisses et la peinture. [4]
- **Classe C** : Il s'agit d'incendies impliquant des gaz ou des gaz liquéfiés, tels que le Méthane, le propane et le gaz de ville. [4]
- **Classe D** : Ces feux se produisent lorsque le combustible est un métal comme l'aluminium, le sodium, le potassium ou le magnésium [4]
- **Classe F** : Ces incendies sont alimentés par des graisses de cuisson, telles que les graisses de friture. [4]
- **Feux à risque électrique** : Pour les incendies impliquant des équipements électriques sous-tension où l'alimentation électrique ne peut pas être isolée et il existe un risque de choc

électrique, l'agent extincteur doit être non conducteur, tel que le CO2, les liquides en vaporisation et la poudre sèche [4]

1.5.2 Système Américain de classification des feux

- **Classe A** : Cette classe concerne les combustibles ordinaires tels que le bois, le papier, le tissu et la plupart des types de déchets. [4]
- **Classe B** : Il s'agit des feux impliquant des liquides et des gaz inflammables. Cette classe regroupe les feux où le combustible est un liquide ou un gaz inflammable ou combustible. Le système américain les désigne tous comme des feux de "classe B". [4]
- **Classe C** : Cette classe concerne les feux d'origine électrique, c'est-à-dire les feux impliquant des équipements électriques potentiellement sous tension. [4]
- **Classe D** : Cette classe concerne les feux de métaux combustibles tels que le magnésium, le potassium, le titane, etc. [4]
- **Classe K** : Cette classe concerne les feux d'huiles et de graisses de cuisson (feux de cuisine). Elle concerne les feux qui se produisent dans des appareils de cuisson bien isolés contenant des huiles de cuisson insaturées, généralement dans les cuisines commerciales. [4]

Tableau 1: classement des feux [4]

Américain	Européen\ Australien	Source
Classe A	Classe A	Combustibles ordinaires
Classe B	Classe B	Liquides inflammables
	Classe c	Gaz inflammables
Classe C	Anciennement classe E	Appareils électriques sous Tension
Classe D	Classe D	Métaux combustibles
Classe K	Classe F	Huile et graisse (cuisson)

1.6-Les agents de l'extinction

1.6.1 L'eau

L'eau est le liquide principal utilisé dans ces extincteurs, bien que parfois d'autres additifs y soient ajoutés. Un inconvénient des extincteurs à eau pure est leur incompatibilité avec les conditions de gel, car l'eau à l'intérieur peut geler et rendre l'extincteur inefficace. Ces extincteurs sont principalement conçus pour l'extinction des feux de classe A. [6]

1.6.2 La mousse

La mousse est utilisée pour les feux de classe A et B. Un avantage de ce type d'extincteur lorsqu'il est utilisé sur des feux liquides inflammables de classe B d'une certaine profondeur est la capacité de l'agent à flotter à la surface du liquide et à l'envelopper, ce qui aide à prévenir les reprises de feu. [6]

1.6.3 Dioxyde de carbone (CO₂)

Le principal avantage des extincteurs au dioxyde de carbone (CO₂) est que l'agent ne laisse aucun résidu après utilisation. Cela peut être un facteur important lorsque la protection est nécessaire pour des équipements électroniques délicats et coûteux. Les autres applications courantes sont les zones de préparation des aliments, les laboratoires et les zones d'impression ou de reproduction. Les extincteurs au dioxyde de carbone doivent être utilisés pour les incendies de classe B et C. Étant donné que l'agent est libéré sous forme de nuage de gaz ou de neige, il a une portée relativement courte de 3 à 8 pieds (1 à 2,4 mètres). Ce type d'extincteur n'est pas recommandé pour une utilisation en extérieur par temps venteux ni à l'intérieur dans des endroits soumis à des courants d'air forts, car l'agent peut se disperser rapidement et entraver l'extinction. [6]

1.6.4 Types d'agents halogénés

On les trouve dans les systèmes fixes et les extincteurs portatifs. Il en existe plusieurs types tels que le bicarbonate de sodium, le bicarbonate de potassium, le chlorure de potassium et le phosphate de mono-ammonium. Parmi eux, le phosphate de mono-ammonium est le produit chimique le plus largement utilisé. [6]

1.7- Méthodes d'extinction

1.7.1 Le refroidissement

Le refroidissement qui consiste à absorber l'énergie calorifique émise par le foyer, a pour objectif d'abaisser la température du combustible au-dessous de la température d'inflammation afin de bloquer la distillation des gaz inflammables. [7]

1.7.2 L'étouffement

Permet d'abaisser la teneur en oxygène aux alentours du foyer afin de rendre l'atmosphère incomburante. En fonction de la nature du combustible et s'il s'agit d'un feu profond (sans braise), il peut être nécessaire de réduire cette teneur au-dessous de 8 p. 100 (15 p. 100 suffisent pour la plupart des combustibles). [7]

1.7.3 L'isolement

L'isolement mode d'action proche du précédent, sépare « physiquement » les gaz de distillation par rapport à l'oxygène de l'air. L'agent extincteur forme donc une couche isolant le combustible même après l'extinction. [7]

1.7.4 L'inhibition

L'inhibition pour rôle de bloquer la réaction chimique du feu. Une flamme est le siège d'une multitude de réactions au sein desquelles des produits éphémères apparaissent et disparaissent rapidement. Ces produits, les radicaux libres, sont « piégés » par les inhibiteurs qui les empêchent de passer à la séquence suivante. La réaction de la flamme est alors bloquée. [7]

1.8- Modes de propagation

L'incendie se propage de plusieurs manières selon les circonstances du moment du sinistre, à cet effet on peut citer les différents modes de propagation repris ci-après :

1.8.1. Par rayonnement

Le feu dégage de la chaleur qui va chauffer toutes les matières combustibles qui sont Accoté et aussi l'air ambiant. [4]

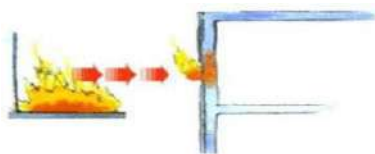


Figure 2 : propagation par rayonnement [4]

1.8.2. Par conduction

C'est le passage de chaleur à travers les matériaux. [4]

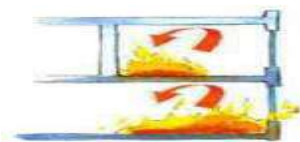


Figure 3: propagation par conduction [4]

1.8.3. Par convection

C'est l'élévation des gaz chauds et des fumées dans le volume, et qui chauffe les parties Hautes de celui-ci. [4]



Figure 4 : propagation par convection [4]

1.8.4. La propagation du feu peut se faire aussi

- Par projection de matières combustibles enflammées après éboulement, explosion, Flammèches portées par le vent, étincelles, etc.
- Par écoulement accidentel de liquide inflammable sur le sol ou par des caniveaux, des Égouts, etc.
- Par rupture accidentelle de canalisations de liquides ou de gaz combustibles.

1.9- Les causes de l'incendie

La lecture du graphique ci-dessous révèle que la principale cause de l'incendie est la défaillance matérielle, représentant 20% des cas. Ensuite, les défauts de maîtrise des procédés sont responsables de 16% des incidents, suivis par les anomalies d'organisation et les défaillances humaines, qui représentent chacune 13%. Les interventions insuffisantes sont responsables de 9% des cas, tandis que les défaillances d'utilité représentent 8%. [8]

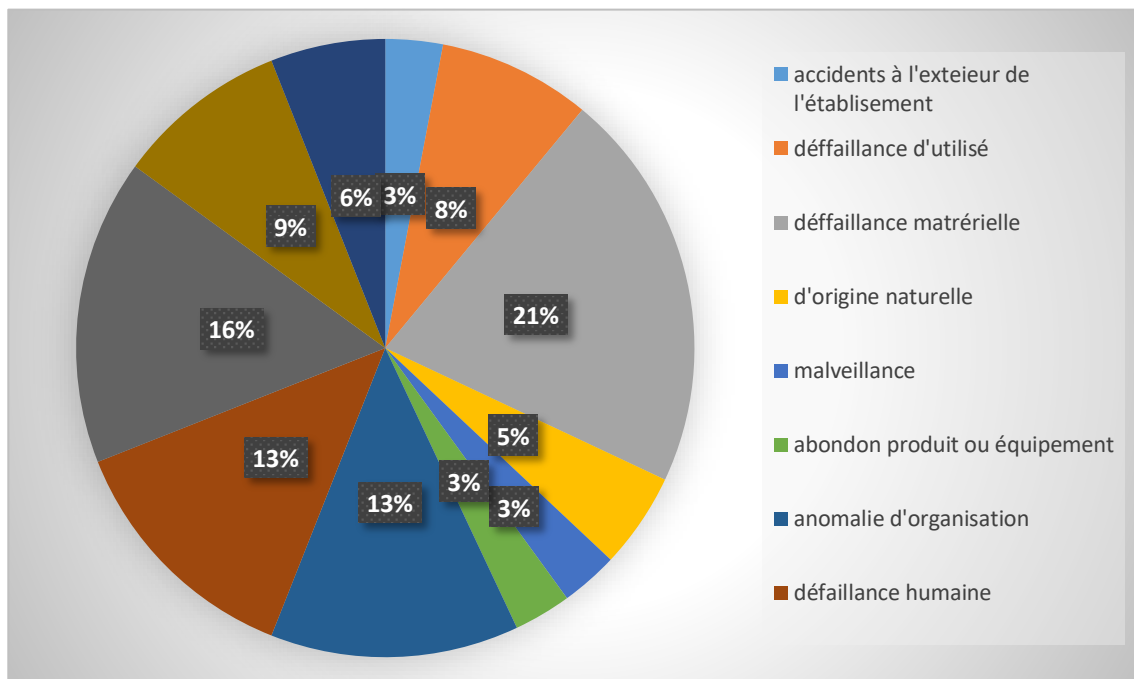


Figure 5 : les cause de l'incendie [8]

1.10- Part de l'incendie dans les accidents industriels

Le graphique ci-dessous présente la proportion des incendies parmi les accidents industriels. On observe que les incendies représentent 9% des accidents, tandis que les rejets de matière. [8]

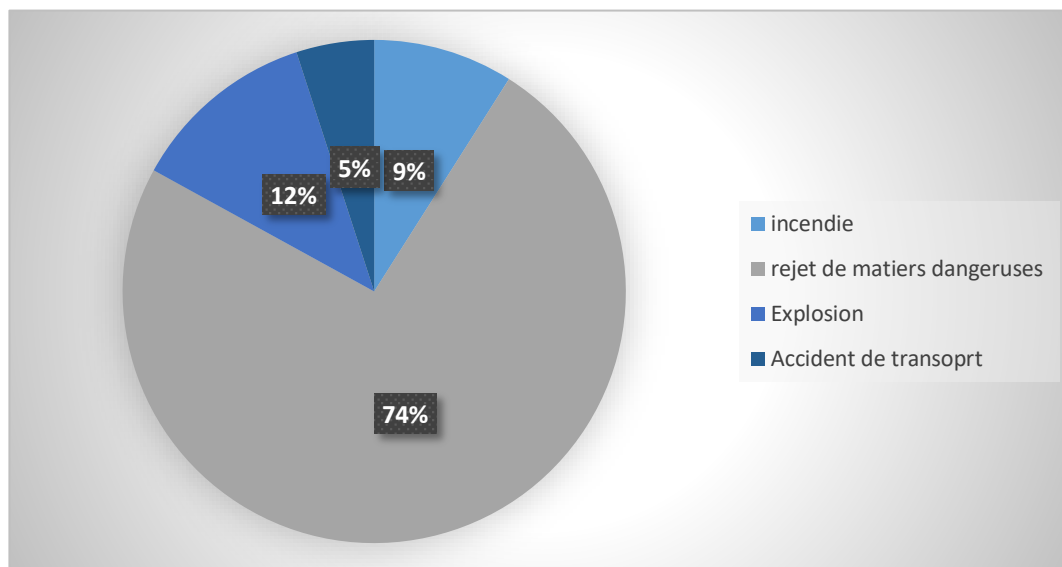


Figure 6: l'incendie et les accidents industriels [8]

1.11- Les paramètres de l'incendie

Le principal effet de l'incendie est évidemment de dégager de la chaleur ; la quantité de chaleur dégagée est fonction de trois paramètres :

1.11.1. Pouvoir calorifique

Le pouvoir calorifique d'un combustible correspond à la quantité de chaleur générée par la combustion complète de 1 kg de combustible solide ou liquide, ou de 1 m³ s'il s'agit d'un combustible gazeux. [9]

1.11.2. Le potentiel calorifique

Le potentiel calorifique (ou charge calorifique) d'un espace est la quantité totale de chaleur susceptible d'être générée par la combustion de tous les éléments combustibles présents dans cet espace, rapportée à l'unité de surface. Le potentiel calorifique est exprimé en MJ/m². [9]

Par exemple, le potentiel calorifique d'une habitation est de 780 MJ/m², tandis que celui d'un centre commercial est de 600 MJ/m². [9]

1.11.3. Débit calorifique

Le débit calorifique correspond à la quantité de calories produites par unité de temps en fonction de la masse de matière combustible. Le débit calorifique est un élément essentiel pour évaluer l'augmentation de la température. Il dépend de différents facteurs qui contribuent à l'analyse du risque d'incendie

- L'approvisionnement en comburant du combustible (ventilation des locaux) ;
- L'état de division des matériaux combustibles ;
- Le mode de stockage des combustibles. ; [9]

1.12- Les sources d'inflammation sont de trois ordres

1.12.1. Energétique

- Thermiques (surfaces chaudes, appareils de chauffage, flammes nues, travaux par point chaud)
- Électriques (étincelles, échauffements dus à la vétusté, la non-conformité des installations ou les surcharges électriques)
- électrostatiques (les étincelles peuvent intervenir comme énergie d'activation), mécaniques (étincelles, échauffements.) [10]
- Chimiques (réactions exothermiques, emballement de réaction...)

1.12.2. Humains

- Cigarettes (l'extrémité d'une cigarette allumée atteint plus de 700 °C)
- Négligence
- Malveillance...

1.12.3. Naturelle

- Bactériologiques (la fermentation bactérienne peut échauffer le milieu)
- Climatiques (foudre, soleil...).

1.13- les effets de l'incendie

L'incendie d'un établissement industriel ou commercial a des impacts, directs et indirects, sur l'homme, l'entreprise et l'environnement :

1.13.1. Les effets directs

- Intoxications dues aux fumées et aux gaz : c'est la principale cause de décès lors d'un incendie ;
 - Brûlures causées par les flammes, dont la température peut atteindre de 600 à 1200°C ;
 - Blessures liées à l'effondrement des structures ;

- Psychologiques : Bien que souvent invisibles, les incendies peuvent causer des traumatismes et des problèmes psychologiques aux victimes, parfois à long terme.

1.13.2 Les effets indirects

Ils vont de la destruction de la propriété privée à la perte des outils de production qui ont, la plupart du temps, dramatique ou historique (perte de patrimoine), économique (disparition des entreprises, chômage ...) ou écologique (pollution, destruction des forêts ...) Répercussions.

1.14 Les types de protection

La protection incendie est l'utilisation de l'ensemble des techniques disponibles, afin d'apporter des réponses fiables au risque identifié. Au nombre de ces techniques, on a :

1.14.1 La Protection Feu Active (PFA)

Elle joue un rôle curatif et regroupe les systèmes de détection et d'extinction des incendies tels que les détecteurs, les sprinklers, les extincteurs, etc. Son objectif est d'avertir les occupants d'un espace de l'apparition d'un incendie et d'agir sur celui-ci par une intervention automatique ou humaine.



Figure 7 : exemple sur protection feu active [11]

1.14.2. La Protection Feu Passive (PFP)

Joue quant à elle un rôle préventif. Elle représente l'ensemble des mesures constructives permettant à un ouvrage de résister à un incendie pendant un temps donné (fixé par la réglementation relative au type de bâtiment) on peut citer comme exemple : les murs coupefeu, les murs anti- explosion. [12]



Figure 8 : exemple sur protection feu passive [11]

La PFP joue un rôle préventif en mettant en place des mesures constructives permettant à une structure de résister à un incendie pendant une durée spécifique déterminée par la réglementation en fonction du type de bâtiment. Des exemples de ces mesures comprennent l'utilisation de murs coupe-feu et de murs anti-explosion. [11]

Mais le principal problème est qu'il y a beaucoup de probabilités d'incendie à se produire, il est donc difficile de déterminer quelle mesure de protection contre l'incendie est nécessaire, plus l'eau associée requise pour le faciliter, nous devons utiliser une norme telle que :

- NFPA (National Fire Protection Association) ;
- BS (British Standard) ;
- Les règles APSAD

La suite de ce travail est basée sur les règles APSAD R5.

1.15-Les règles APSAD

Les règles APSAD ont été élaborées pour les professionnels de la sécurité. Elles concernent l'organisation des systèmes de sécurité, ainsi que l'installation de ces systèmes, notamment pour les deux grands axes de cette problématique, à savoir l'incendie et le vol.[1] [12]



Figure 9 :logo APSAD [12]

1.16-L'importance de la protection

- Réduire le risque de blessure pour les employés et les clients.
- Minimiser les dommages causés aux installations ou aux bâtiments.
- Prévenir d'éventuelles amendes.
- Préserver la confiance des clients.
- Sauvegarder les emplois des employés, qui pourraient être perdus en cas de dommages majeurs à la propriété [13]

1.17- généralité et description d'un réseau anti incendie

1.17.1. Introduction

Le réseau anti incendie est un système composé de dispositifs et d'équipement de lutte contre l'incendie pour protéger les vies humaines et des biens (constructions, installations industrielles, machines, équipements etc....) afin qu'il soit soigneusement assujetti aux caractéristiques du bâtiment ou de l'installation.

1.17.2. Description générale

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

- les systèmes de détection et d'alarme.
- les systèmes de traitement de l'information.
- la réserve d'eau incendie ;
- la pomperiez (pompes principales et pompes jockey) ;
- le réseau maillé section nable d'eau incendie ;

- les consommateurs :
 - Réseau déluge constitué d'un réseau sec, d'une vanne déluge et de pulvérisateurs ;
 - Réseau sprinkler2 constitué d'un réseau humide en appui sur des bouchons fusibles qui se rompent sous l'effet de la chaleur ;
 - Rideau d'eau, utilisant la technologie des systèmes déluge ;
 - Brouillard d'eau, utilisant la technologie des systèmes déluge ;
 - Lance monitor ;
 - Hydrant (poteau incendie) associé à des lances mobiles.

Dans le cas où de la mousse est également utilisée, l'installation de protection fixe est complétée par :

- la réserve d'émulseur centralisée ou des réserves dédiées ;
- le système de pré mélange ;
- les générateurs et les distributeurs de mousse (type boîtes à mousse).
- une pomperiez (pompe émulseur) ;
- un réseau maillé de pré mélange (mélange eau-émulseur).

a) - Cas de l'utilisation l'eau

a) -1.1. Les systèmes de détection et d'alarme

Un système de détection incendie est une installation composée d'un ensemble de capteurs ou de détecteurs reliés à un panneau de détection incendie. Ce panneau reçoit les alarmes "feu" ou "dérangement" et les traite en les localisant à l'aide de signaux sonores et lumineux.

a) -1.2. Différents types des détecteurs

Les détecteurs sont des dispositifs de sécurité qui réagissent à la présence de fumée ou de particules de vapeur dans l'air en émettant une alarme sonore. Ils ont pour but d'alerter les occupants des lieux en cas de début de combustion ou d'incendie.

a) -1. Le détecteur de fumée optique (à cellule photo-électrique)

Un détecteur de fumée optique est un appareil électronique équipé d'une cellule photo-électrique qui permet de détecter les incendies à progression lente, tels que ceux causés par une cigarette, par exemple. Ce type de détecteur utilise une technologie qui permet d'alerter les occupants d'une résidence même lorsque les flammes ne se sont pas encore déclarées. [14]



Figure10 : détecteur de fumée optique [14]

a) -2. Le détecteur ionique

Ce détecteur est composé d'une chambre contenant deux électrodes et un élément radioactif qui émet des rayonnements. Une tension électrique est appliquée aux bornes des électrodes, ce qui entraîne un courant résultant de l'ionisation de l'air à l'intérieur de la chambre. Lorsque des particules de fumée pénètrent dans la chambre, elles perturbent l'intensité du courant, déclenchant ainsi l'alarme du détecteur. [14]



Figure 11 : détecteur ionique [14]

A-3. Le détecteur de chaleur

Dans certaines pièces humides ou poussiéreuses, le détecteur de fumée peut ne pas fonctionner de manière optimale. En revanche, le détecteur de chaleur déclenche son alarme lorsque la température ambiante atteint un niveau compris entre 54 °C et 62 °C. [14]



Figure 12 :détecteur de chaleur [14]

A-4. Le détecteur thermo-vélocimétrique

Le détecteur thermo-vélocimétrique surveille la vitesse à laquelle la température augmente et déclenche une alarme si celle-ci dépasse un seuil spécifique. [15]



Figure 13 : détecteur thermo-vélocimétrique. [15]

A-5. Détecteur optique de flammes

Les détecteurs optiques de flammes sont composés de capteurs qui fonctionnent dans les domaines de l'ultraviolet et/ou de l'infrarouge. Ces capteurs captent les rayonnements émis par les flammes. Selon leurs caractéristiques, ils peuvent être équipés d'un ou de plusieurs capteurs, soit dans l'ultraviolet uniquement, soit dans l'infrarouge uniquement. [16]



Figure 14 : détecteur optique de flamme [16]

A-6. Détecteurs de gaz

Le détecteur de gaz, également connu sous le nom de capteur de gaz, permet de détecter la présence de gaz dans une zone, généralement dans le cadre d'un système de sécurité. Lorsqu'une fuite se produit, le détecteur de gaz peut émettre une alarme à l'attention des opérateurs présents dans la zone concernée .[2] [16]



Figure 15 : détecteur de gaz [17]

A-2. Systèmes de traitement de l'information.

Traitement des informations reçues par les détecteurs systèmes pour combattre les incendies et sauver des vies de la scène ou de l'endroit où les incendies ont éclaté [18]

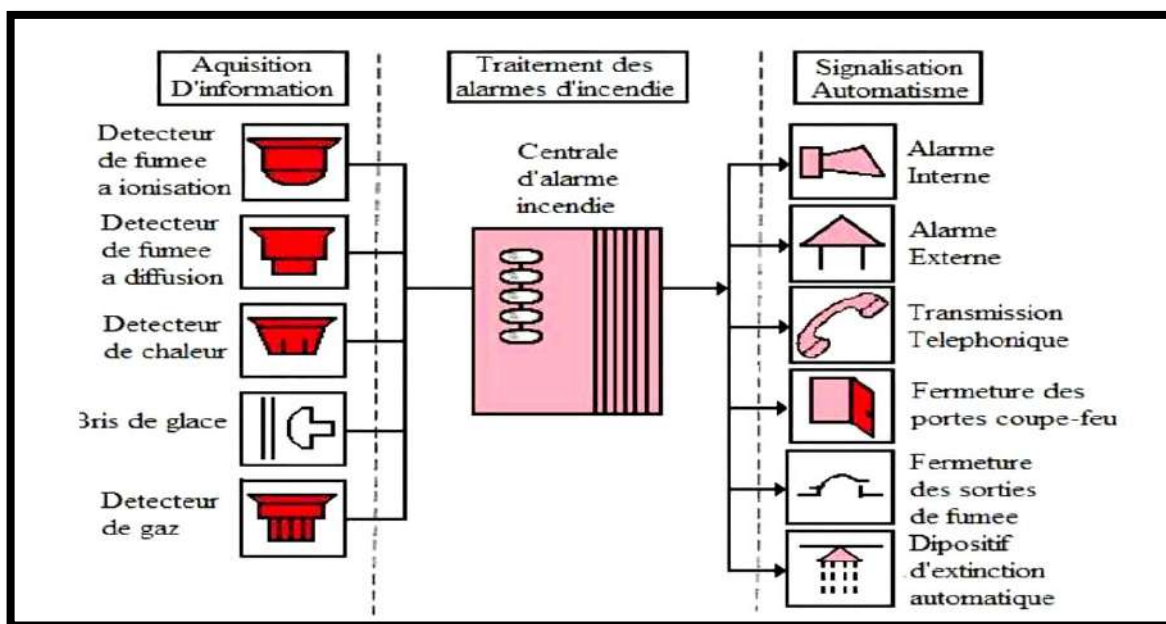


Figure 16 : centre d'alarme d'incendie et ses périphériques [18]

A-3. Réseau d'eau et pompiers

La réserve d'eau peut être constituée d'un bassin ou d'un réservoir artificiel, ou bien d'une source d'eau naturelle telle qu'une mer ou une rivière. Elle doit être immédiatement disponible.[3] [19]

Les pompes incendie sont dimensionnées pour répondre à 100% de la demande maximale en termes de débit et de pression à tous les points du réseau. Le nombre de pompes installées est au moins égal au nombre de pompes nécessaires pour assurer le débit requis à 100% + 1, afin de compenser

l'indisponibilité éventuelle d'une pompe (par exemple, pour maintenance). Les configurations possibles sont les suivantes : [19]

- 3 x 50% (3 pompes) ;
- 2 x 100% (2 pompes) ;
- 2 x (2 x 50%) (4 pompes)

Ces pompes doivent être positionnées de manière à ce que l'installation soit alimentée par au moins deux voies différentes, permettant ainsi un réseau maillé. Il est important de les placer de manière à les protéger des risques d'incendie et d'explosion de l'installation, ainsi que des incendies éventuels sur les pompes incendie voisines. Des mesures telles que des murs coupe-feu, des dispositifs anti-explosion et une distance appropriée par rapport à l'installation, conformément à l'étude de dangers, doivent être prises. De plus, les pompes doivent être entraînées par des sources d'énergie indépendantes telles que l'électricité ou un moteur diesel. [19]

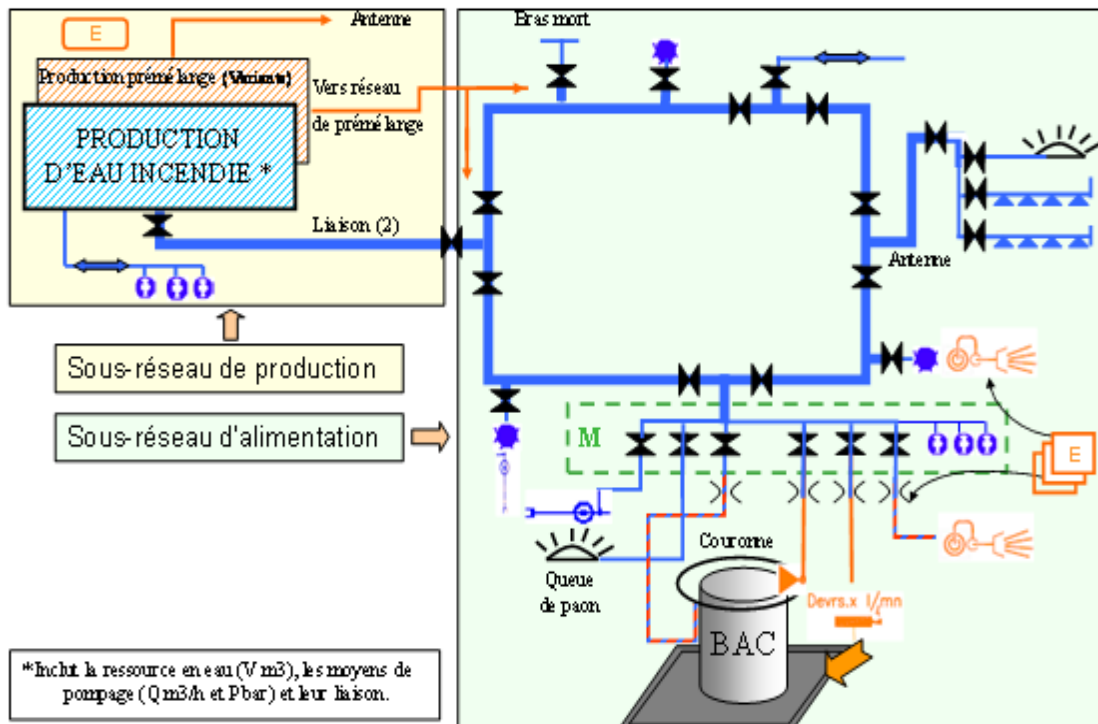
Pour compenser les fuites normales du système, une ou deux pompes jockey électriques sont prévues pour maintenir un débit de 20 à 50 mètres cubes/heure avec une pression d'environ 6 à 8 bars dans le système d'incendie. La deuxième pompe peut être activée dans les cas suivants :

- Automatiquement en cas de premier échec ;
- de façon ponctuelle pour la phase I de la maintenance ;
- Atteindre un équilibre plus systématique entre l'utilisation des deux pompes [19]

A-4. Réseau maillé

Le réseau principal, connu sous le nom de réseau maillé, s'étend du refoulement des pompes incendie jusqu'aux consommateurs et entoure chaque unité et cuvette de rétention. Il est conçu de manière à permettre l'acheminement de l'agent extincteur par deux voies distinctes. [19]

Le réseau est équipé de vannes d'isolement situées à chaque jonction de l'anneau principal, permettant d'isoler manuellement une branche du réseau. Cela garantit l'approvisionnement en eau des consommateurs même en cas de coupure ou de maintenance effectuée sur une section du réseau. Ces vannes sont généralement situées dans des chambres de vannes afin de réduire les risques. La pression du réseau est surveillée en des points stratégiques (près des pompes ou à l'extrémité la plus éloignée, par exemple) à l'aide de capteurs de pression. [19]



Légende :

Réseaux	Points de connexion	Moyens d'application
Eau surpressée	Bouche incendie	Lance Monitor
Prémélange (eau + émulseur)	Poteau incendie	Boîte à mousse
Mixte (eau ou prémélange)	Manifold	Déversoir
I		Canon
Emulseur	Divers	Queue de paon / carpe
Réservoir	Vanne d'isolement	
Conteneur 1 m³ mini	Possibilité d'entrer ou de sortir du réseau	
Proportionneur **		

**Le proportionneur dose l'émulseur à la concentration requise pour la fabrication du prémélange

A-5. Les consommateurs

Une installation bénéficie d'une protection assurée par divers dispositifs, parmi lesquels on retrouve :
Le réseau déluge maillé, composé de filtres, de vannes déluge et de buses de déluge (également connues sous le nom de pulvérisateurs ou nez, pouvant inclure des sprinklers) ;

- les rideaux d'eau ;
- les lances monitors ;
- les hydrants (poteaux incendie) [19]



Figure 18 : vannes déluge manuelles protégées par un mur coupe-feu [19]

A-5.1. Un système déluge

Il est utilisé dans des situations présentant des risques élevés qui nécessitent une réaction rapide. Les applications typiques comprennent :

- Les réservoirs non isolés contenant des liquides inflammables.
- Les réservoirs inaccessibles aux équipements de protection mobiles.
- Les pompes transportant des liquides volatils.
- Les aéro-réfrigérants ; [19]

Les vannes de déluge, qui jouent un rôle crucial dans le réseau de déluge, sont des vannes spéciales à ouverture rapide, pouvant être actionnées manuellement ou automatiquement. Tout comme les pompes, elles doivent être positionnées de manière à être protégées contre les risques d'incendie et d'explosion de l'installation à protéger. [19]

Le réseau de déluge comprend également des filtres conçus pour éliminer les particules solides susceptibles de bloquer les buses ou d'endommager les vannes de déluge. Ces filtres doivent être installés en amont des vannes de déluge, être équipés d'une connexion de rinçage et faire l'objet d'un entretien régulier afin de prévenir toute augmentation de la perte de charge. [19]

Les buses d'inondation utilisées sont de type ouvert, c'est-à-dire qu'elles ne sont pas dotées d'un fusible. Ainsi, toute la zone alimentée par la vanne d'inondation est arrosée simultanément. Dans un souci de conception, d'approvisionnement et d'entretien, il est recommandé d'utiliser des buses aussi uniformes que possible dans une installation donnée. [19]

A-5.2. Rideaux d'eau

Les rideaux d'eau sont utilisés dans différents types d'applications, notamment :

- Protection contre les flammes et le rayonnement thermique.
- Séparation des vapeurs inflammables provenant d'une source de fuite potentielle d'une zone contenant des sources d'inflammation telles que les fours, les rebouilleurs, etc.
- Séparation des vapeurs toxiques provenant d'une source de fuite potentielle d'une zone où se trouvent des individus.

L'efficacité des rideaux d'eau repose sur trois mécanismes principaux qui agissent simultanément :

- Dilution mécanique par entraînement d'air.
- Absorption (dissolution dans l'eau).
- Barrière physique qui entraîne les effets suivants :
 - ♣ Accumulation du polluant en amont en raison de l'obstacle créé ;
 - ♣ Réduction des concentrations ou du rayonnement thermique en aval ;
 - ♣ Augmentation de la hauteur et de la largeur du nuage de gaz ; [19]

A-5.3. Brouillarde d'eau

L'extinction ou le refroidissement par brouillard d'eau est utilisé pour éteindre les incendies de surface impliquant des liquides inflammables. Cette méthode peut être mise en œuvre dans des espaces confinés tels que les générateurs diesel, les transformateurs, etc. Les brouillards d'eau agissent de deux manières principales : le refroidissement (l'eau pulvérisée sous pression forme un brouillard qui entoure le foyer, réduisant sa température) et l'étouffement (les gouttelettes d'eau se transforment en vapeur, isolant ainsi le foyer de l'oxygène de l'air ambiant). Ces deux modes d'action sont souvent combinés en fonction du type de buses utilisées, des caractéristiques du foyer et des dimensions de l'équipement à protéger. [19]

Un brouillard d'eau est caractérisé par plusieurs paramètres :

- pression de mise en œuvre : basse (< 12,5 bars), moyenne (entre 12,5 et 35 bars) et haute (> 35 bars) ;
- mode de génération : éclatement du jet d'eau sur un déflecteur ou rencontre de deux fluides au niveau de la buse par exemple ;
- diamètre des gouttes : les brouillards d'eau sont classés en 3 catégories selon la taille des gouttes le constituant, chaque classe étant adaptée à des situations particulières, comme indiqué dans le Tableau 2 ci-dessous.

Tableau 2: classification des brouillard des d'eau selon taille de gouttes [19]

Classe	DV0,9 (microns)	Applications
I	≤ 200	Refroidissement d'une phase gazeuse Extinction de feux de liquides inflammables
II	200 <. ≤ 400	Extinction de feux de liquides inflammables
III	400 <. < 1000	Refroidissement de feux de combustions de solides

DV0,9 : diamètre de 90% des gouttes.

A-5.4. Lances monitors et les hydrants

Les lances monitors sont un complément aux systèmes déluge et sont utilisées pour fournir de l'eau ou de la mousse afin de refroidir ou d'éteindre les incendies. Elles peuvent être commandées localement ou à distance, avoir des réglages fixes ou oscillants, et ont une portée horizontale moyenne de 40 mètres. Elles délivrent généralement un débit de 120 mètres cubes par heure à une pression maximale de 7 à 10 bars et peuvent produire un jet plein (pour une grande portée et un effet de choc) ou un jet diffus en cône ou en nappe (pour refroidir, ventiler et couvrir une grande surface). Le nombre de lances monitors doit être suffisant pour couvrir tous les équipements dans un rayon de 40 mètres, et elles doivent être positionnées à une distance minimale de 15 mètres des équipements à protéger. [19]

Les hydrants sont utilisés pour connecter les tuyaux d'incendie. Ils doivent être facilement accessibles depuis la route ou les voies d'accès et être situés à au moins 15 mètres des équipements à protéger. Le nombre et l'espacement des hydrants dans une zone dépendent de la conception du réseau et du type d'unité (processus ou stockage). [19]

b) - Cas de l'utilisation de mousse

La mousse est principalement utilisée dans les situations où l'eau est inefficace ou moins efficace pour éteindre les incendies, notamment pour les feux de liquides inflammables ou de grande taille. Il est déconseillé d'utiliser la mousse pour éteindre des liquides dont la température d'ébullition est supérieure à 100 °C (risque de régression supérieur à 5), des liquides qui peuvent libérer de l'oxygène pendant la combustion, des liquides qui réagissent avec l'eau (comme les acides, les oxydes, etc.) ou des ampoules en raison de leur conductivité. [19]

La mousse est un mélange hétérogène d'émulseur, d'eau et d'air, où l'émulseur lui-même ne constitue pas l'agent extincteur. Seule la mousse, produite au moment de son utilisation, permet de contenir et d'éteindre l'incendie. La formation de la mousse à partir de l'émulseur se déroule en deux étapes, comme illustré dans le schéma ci-dessous : [19]

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

2^{ème} étape : génération Injection d'air dans le pré mélange pour fabriquer la mousse.

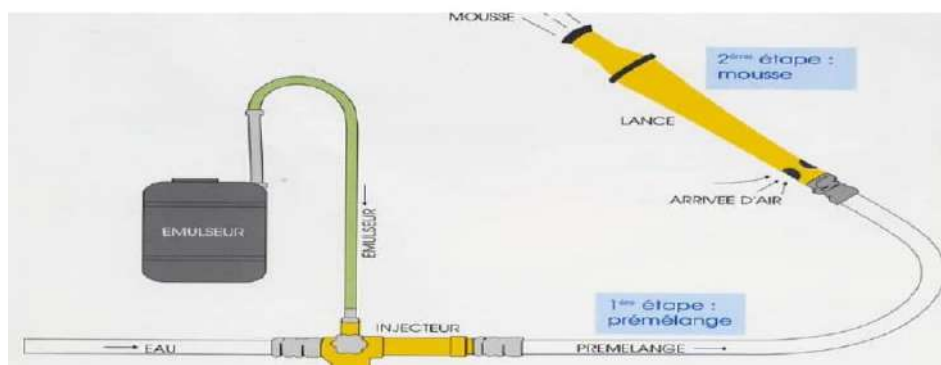


Figure 19: Etapes pour la production de mousse [19]

Lorsque le système est activé, l'eau et l'émulsion sont acheminées séparément vers les mélangeurs, où elles sont combinées, puis envoyées au générateur qui produit de la mousse en mélangeant de l'air. La mousse est ensuite déversée à des vitesses variables, selon le système de décharge, allant de quelques litres par minute à plusieurs milliers de litres par minute. [19]

Ce mélange de bulles, un matériau non toxique et non corrosif, plus léger que l'eau, est dirigé vers la surface ou la zone de combustion pour contenir ou éteindre le feu. La mousse agit principalement en privant le feu d'oxygène, mais elle contribue également au refroidissement. En formant une couche isolante, la mousse empêche l'oxygène de pénétrer dans le liquide enflammé, limite les émissions de vapeur inflammable et isole les flammes du combustible. De plus, la mousse peut former une barrière flottante qui réduit l'évaporation. [19]

L'émulseur utilisé est un produit chimique à base de protéines (obtenu par hydrolyse des protéines animales) ou un produit chimique artificiel (composé d'agents tensioactifs hydrocarbonés) pour former la base de la mousse. En plus de la nature de la base de mousse, la classification des émulsions est également influencée par la nature des incendies à éteindre. Le mode d'application de la mousse (douce ou agressive, taux d'utilisation, etc.) dépend du type d'émulsion utilisé. [19]

B-1. Réserve d'émulseur et réseau mousse

Il existe deux formes de stockage d'émulseur :

Forme 01 :

Une réserve centrale d'émulsion est située à proximité des consommateurs ou des pompes d'extinction, et elle est protégée contre les effets thermiques et la surpression. Ce type de stockage est associé à un réseau de pré-mélange, où le mélange d'émulseur se fait près de la réserve commune d'émulsion. [19]

Forme 02 :

Une réserve d'émulsion est dédiée à un équipement spécifique ou à un ensemble d'équipements. Chaque équipement, généralement des lances monitors, dispose de sa propre réserve d'émulsion. Ce type de stockage est associé à un réseau avec des réserves locales d'émulseur, où le pré-mélange est effectué à proximité de chaque consommateur. [19]

La quantité d'émulsion nécessaire dépend du taux et de la durée de l'application, de la concentration, etc. Elle est calculée individuellement pour chaque cas et doit prendre en compte les étapes de temporisation et/ou d'extinction. [19]

Les réserves d'émulsion, les pompes et les points de distribution sont placés en dehors des zones où les effets thermiques sont supérieurs à 5 kW/m², sauf dans les cas suivants : [19]

- ❖ L'équipement est opéré à distance par un opérateur,
- ❖ L'équipement est doublé et l'équipement redondant est situé hors des zones d'effets thermiques.

B-2. Systèmes de pré-mélange

Différents systèmes de pré-mélange peuvent être utilisés en fonction de l'installation, du type d'émulsion, de la concentration souhaitée, des exigences de maintenance, des coûts, etc. [19]

B-3. Les générateurs et les distributeurs de mousse

Les propriétés et les applications de la mousse dépendent principalement de leur taux de foisonnement et des émulsions utilisées.

Le taux de foisonnement (TF) est le rapport entre le volume de mousse et le volume de solution moussante (eau + émulseur) :

Si $TF < 4$, on parle de mousse à très bas foisonnement. Elle forme un gel ou un film à la surface des liquides lorsqu'elle est utilisée avec des émulseurs filmogènes. [19]

Si $4 < TF < 20$, il s'agit d'une mousse peu extensible qui peut être projetée sur de longues distances. Elle est utilisée dans des applications telles que les lances mobiles ou les pistolets autonomes, ainsi que dans des installations fixes telles que des buses, des buses mixtes et des boîtes en mousse. [19]

Si $20 < TF < 200$, il s'agit d'une mousse à foisonnement moyen. Elle est principalement utilisée avec des générateurs et parfois dans de petits espaces confinés, en particulier pour les incendies proches du sol. [19]

Si $TF > 200$, il s'agit de mousse à foisonnement élevé. Elle peut être utilisée dans des applications nécessitant de grandes quantités de mousse, comme les entrepôts ou les galeries de câbles, mais elle est moins résistante au feu que d'autres types de mousse et peut être dispersée par le vent. Par conséquent, elle est principalement utilisée à l'intérieur [19]

Plus le TF augmente, plus la mousse est légère et son volume important, donc plus les capacités de noyage d'un volume augmentent.



Figure 20 :Taux de foisonnement d'une mousse [19]

Les caractéristiques de la mousse :

Sa fluidité : Sa fluidité : la fluidité d'une mousse correspond à sa capacité à se répandre facilement. [19]

Sa décantation : dès sa formation, une mousse a tendance à se décomposer et à revenir à son état de pré-mélange. [19]

Sa résistance à la contamination par l'hydrocarbure : ce facteur dépend du type d'émulseur utilisé. [19]

Section 02 : généralité sur la mécanique de fluide

2.1 Introduction

La mécanique des fluides est la branche de la science physique concernée par la façon dont les fluides se comportent au repos ou en mouvement. Elle examine le comportement des liquides, des gaz et du plasma de tout ce qui n'est pas solide. La théorie de la mécanique des fluides est à la base d'une douzaine de domaines dans les sciences et l'ingénierie pour la métrologie, l'océanographie, l'astronomie.etc.

2.2 Les propriétés de l'eau

2.2.1 La masse et le poids

La masse est définie comme la quantité de matière. Il est mesuré en slug (slug) en unités du système coutumier américain (USCS) et en kilogrammes (kg) dans le système Unités internationales (SI). **[18]**

Le poids est défini comme la force gravitationnelle exercée sur une masse donnée un endroit particulier. Selon la deuxième loi de Newton, le poids est simplement le produit résultat de la masse et de l'accélération due à la gravité à cet endroit :

$$W = mg$$

$$W = \text{poids [lb.]}$$

$$M = \text{masse [slug]}$$

$$g = \text{accélération due à la gravité [ft/s}^2\text{]}$$

2.2.3 La densité et le poids spécifique

La densité est définie comme la masse par unité de volume.

$$D = \frac{\rho(\text{corps})}{\rho(\text{réf} \acute{e}r \acute{e}n \acute{c}i \acute{e})}$$

Le poids spécifique, aussi appelé masse volumique, est défini comme étant le poids par unité de volume. Elle s'exprime par la relation suivante :

$$\gamma = \rho \cdot g$$

$$\gamma = \text{poids spécifique [lb/ft}^3\text{]}$$

$$\rho = \text{densité [slug/ft}^3\text{]}$$

g = accélération due à la gravité [ft/s²]

2.2.4 La Viscosité

La viscosité est une mesure de la résistance d'un liquide à l'écoulement. Chaque couche d'eau qui traverse un tuyau exerce une certaine résistance au frottement par rapport à la couche adjacente. [18]

La viscosité cinématique est définie comme la viscosité absolue divisée par la densité. Elle s'exprime par la relation suivante :

$$v = \frac{\mu}{\rho}$$

v = viscosité cinématique [ft²/s]

μ = viscosité absolue, [lb. · s]/ [ft²] or [slug] / [ft. · s]

ρ = densité [slug/ft³]

2.2.5 La pression

La pression est définie comme la force par unité de surface. À USCS la pression des unités sont mesurées en lb/in² (psi), et exprimée en unités SI comme N/m² ou pascals (Pa).

$$p = \gamma \cdot h$$

P = pression [psi]

γ = poids spécifique de liquide [lb/ft³]

h = profondeur du liquide [ft]

En général, la pression dans un plan d'eau ou une conduite d'eau est mentionnée en psi au-dessus de la pression atmosphérique. Ceci est également connu comme la pression mesurée par un manomètre. L'absolue pression est la somme de la pression manométrique et de la pression atmosphérique l'endroit indiqué. Mathématiquement :

$$P_{abs} = P_{gauge} + P_{atm}$$

2.2.6 La vitesse d'écoulement

La vitesse d'écoulement dans un pipeline dépend de la taille et du débit du pipeline

Coter. Elle s'exprime par la relation suivante :

$$\text{La vitesse d'écoulement} = \frac{\text{débit}}{\text{section d'écoulement}}$$

$$V = \frac{183.3461 Q}{D^2}$$

V = La vitesse d'écoulement [ft/s]

Q = débit [ft³/s]

D = diamètre interne [mm]

Où:

$$V = \frac{= 353.6777 Q}{D^2}$$

V = La vitesse d'écoulement [m/s]

Q = débit [m³/h]

D = diamètre interne [mm]

2.2.7 Numéro de Reynolds

Le nombre de Reynolds est un paramètre d'écoulement sans dimension. Il dépend de la taille du tuyau, du débit, de la viscosité du liquide et de la densité. Il est calculé à partir de l'équation suivante :

$$R = \frac{V D \rho}{\mu}$$

R = Numéro de Reynolds

V = vitesse d'écoulement moyenne [ft/s]

D = diamètre intérieur du tuyau [ft]

ρ = masse de densité de liquide [slug/ft³]

μ = viscosité dynamique [slug] / [ft · s]

ν = viscosité mécanique [ft²/s]

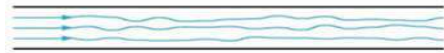
2.3 Les types d'écoulement

Le tuyau traversant peut-être classé comme un écoulement laminaire, un écoulement turbulent ou débit critique en fonction du débit Reynolds. Représente le nombre de

Écoulement laminaire : $R \leq 2100$



Écoulement transitoire : $2100 < R \leq 4000$



Écoulement turbulent : $R > 4000$



Figure 21 : types d'écoulement [20]

Dans le régime d'écoulement critique, où le nombre de Reynolds est compris entre 2100 et 4000, le débit est indéfini en ce qui concerne les calculs de chute de pression. [18]

2.4 Chute de pression due au frottement

2.4.1 L'équation de Bernoulli

L'équation de Bernoulli est une autre façon d'énoncer le principe de d'énergie appliquée à l'écoulement liquide à travers un pipeline. À chaque point l'énergie totale du liquide est calculée par tak-l'énergie liquide due à la pression, la vitesse et élévation combinée avec tout apport d'énergie, sortie d'énergie et d'énergie pertes. [18]

Considérer un écoulement de liquide à travers un pipeline du point A au point B. L'élévation du point A est Z_A et l'élévation à B est Z_B au-dessus de certaines données communes, comme le niveau moyen de la mer. La pression au point Ais P_A et celle au point Bis P_B . On suppose que le diamètre de la conduite à A et à B est différent et, par conséquent, la vitesse d'écoulement à A et à B sera représentée par V_A et V_B , respectivement. Une particule du liquide de Le poids unitaire au point A du pipeline possède une énergie totale E composée de trois éléments :

énergie potentielle = Z_A

énergie de pression = $\frac{P_A}{\gamma}$

$$\text{énergie cinétique} = \left(\frac{VA}{2g}\right)^2$$

Où γ est le poids spécifique du liquide. Par conséquent, l'énergie totale E est :

$$E_A = Z_A + \frac{P_A}{\gamma} + \frac{V_A^2}{2g}$$

De même, le même poids unitaire de liquide au point B a une énergie totale par poids unitaire égale à HB donnée par :

$$E_B = Z_B + \frac{P_B}{\gamma} + \frac{V_B^2}{2g}$$

Par le principe de conservation de l'énergie :

$$E_A = E_B$$

$$\text{Donc : } Z_B + \frac{P_B}{\gamma} + \frac{V_B^2}{2g} = Z_A + \frac{P_A}{\gamma} + \frac{V_A^2}{2g}$$

Dans l'équation de Bernoulli nous n'avons pas considéré. . .

Soit toute énergie ajoutée au liquide, soit pertes d'énergie dues au frottement. Par conséquent, modifier l'équation. Pour tenir compte de l'addition d'énergie (par exemple à partir d'une pompe à A) et de la comptabilisation des pertes de tête par frottement hf, nous obtenons la forme la plus courante de l'équation de Bernoulli comme suit :

$$Z_B + \frac{P_B}{\gamma} + \frac{V_B^2}{2g} + H_p = Z_A + \frac{P_A}{\gamma} + \frac{V_A^2}{2g} + Hf$$

Où H_p est la tête équivalente ajoutée au liquide par la pompe à A et hf représentent les pertes totales de tête par frottement entre les points A et B. [18]

Nous allons ensuite discuter comment la perte de tête due à la friction h_f dans Bernoulli l'équation est calce-éculée pour diverses conditions de débit d'eau dans les pipelines. Nous commençons par l'équation classique de la chute de pression connue sous le nom de Darcy . . . Équation de Weisbach, ou simplement l'équation de Darcy [18]

2.4.2 L'équation de Darcy

L'équation de Darcy, également appelée équation de Darcy-Weisbach, est l'une des plus anciennes formules utilisées en mécanique des fluides classique. Il peut être utilisé pour calculer la chute de pression dans les tuyaux transportant tout type de fluide, tels que sous forme de liquide ou de gaz. [18]

Comme l'eau s'écoule à travers un tuyau du point A au point B la pression Diminue en raison de la friction entre l'eau et la paroi du tuyau. Le Darcy Équation peut être utilisée pour calculer la pression drop dans les conduites d'eau comme suit :

$$h = F \frac{L V^2}{D 2g}$$

P_m = perte de pression par frottement [psi/mi]

f = Facteur de frottement Darcy, sans dimension

Q =Facteur de frottement Darcy, sans dimension [gal/min]

D = diamètre intérieur du tuyau [in]

2.4.3 Équation de Colebrook-White

En cas d'écoulement turbulent, le calcul du facteur de frottement f est plus complexe. Le facteur de frottement dépend du diamètre intérieur du tuyau, de la rugosité du tuyau et du nombre de Reynolds. D'après les travaux de Moody, Colebrook-White et d'autres, l'équation empirique suivante, connue sous le nom d'équation Colebrook-White, a été proposée pour calculer le facteur de frottement dans un écoulement turbulent :

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log_{10} \left(\frac{e}{3.7D} + \frac{2.51}{R\sqrt{F}} \right)$$

f = Facteur de frottement Darcy, sans dimension

D = diamètre intérieur du tuyau [in]

e = rugosité absolue du tuyau (absolute pipe roughness) [in]

R = Nombre de Reynolds, sans dimension

Tableau 3: rugosité du tuyau (Roughness the pipe) [18]

Pipe material	Roughness	
	In	mm
Riveted steel	0.035–0.35	0.9–9.0
Commercial steel/welded steel	0.0018	0.045
Cast iron	0.010	0.26
Galvanized iron	0.006	0.15
Asphalted cast iron	0.0047	0.12
Wrought iron	0.0018	0.045
PVC, drawn tubing, glass	0.000059	0.0015
Concrete	0.0118–0.118	0.3–3.0

Le diagramme Moody

Le diagramme Moody est un graphique du facteur de frottement f pour tous les flux Régimes (laminaire, critique et turbulent) contre le Reynolds numa différentes valeurs de la rugosité relative de la conduite. La graphique méthode de détermination du facteur de frottement pour l'écoulement turbulent à l'aide du Le diagramme Moody [18]

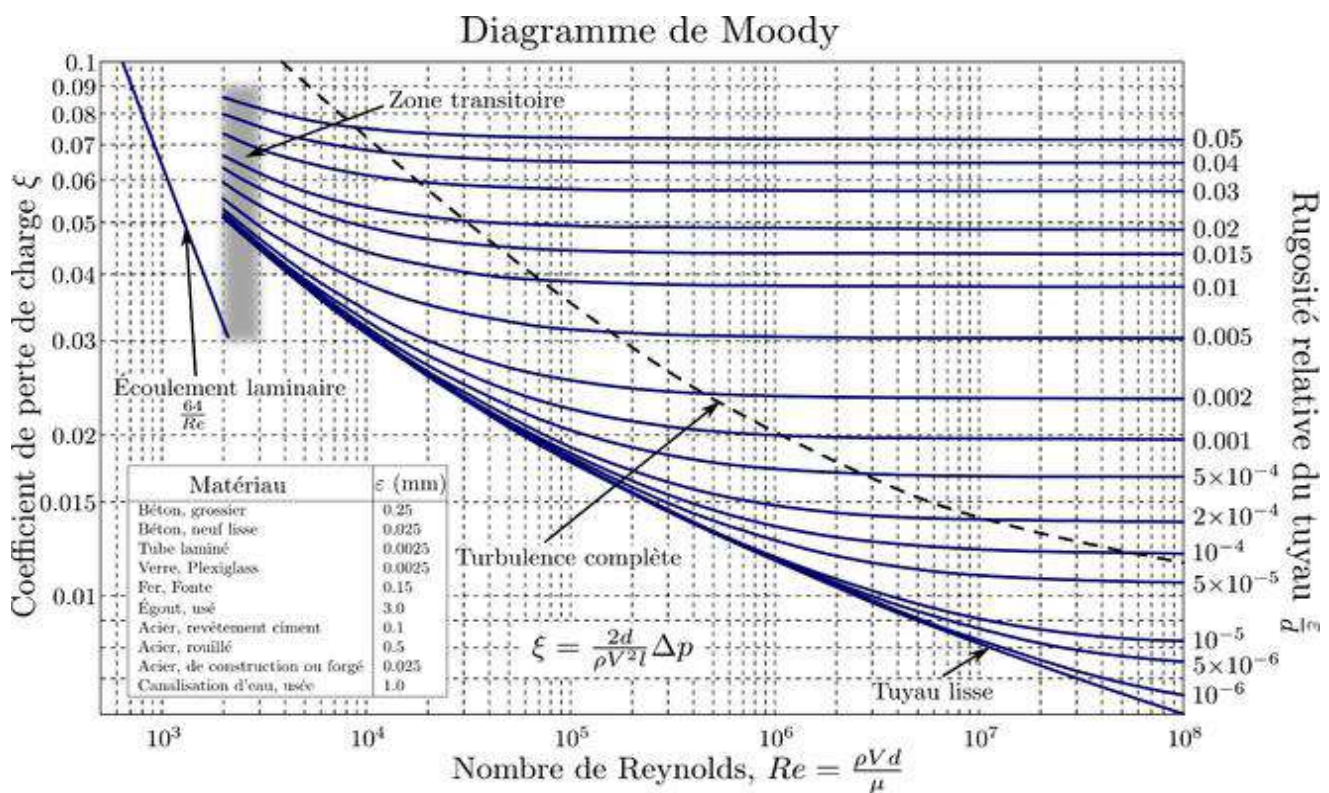


Figure 22: diagramme de mody [18]

2.4.4 L'équation Hazen-Williams

Une approche plus populaire pour le calcul de la perte de tête dans les conduites d'eau systèmes est l'utilisation de l'équation Hazen-Williams. Dans cette méthode un le coefficient C connu sous le nom de facteur Hazen-Williams C est utilisé pour tenir compte pour la rugosité ou l'efficacité du tuyau interne. Contrairement au diagramme Moody ou l'équation Colebrook-White, l'équation Hazen-Williams ne exige l'utilisation du nombre de Reynolds ou de la viscosité de l'eau pour calculer la perte de tête due au frottement.

[18]

$$h = \frac{4.73 L \left(\frac{Q}{C}\right)^2}{D^{4.87}}$$

h = perte de tête par frottement [ft]

L = longueur de tuyau [ft]

D = diamètre intérieur du tuyau [ft]

Q = débit [ft³/s]

C = Facteur C ou coefficient de rugosité Hazen-Williams, sans dimension

Les valeurs couramment utilisées du facteur Hazen-Williams C pour diverses applications sont énumérées dans le tableau :

Tableau 4: coefficient de rugosité Hazen-Williams(C factor) [18]

Pipe material	C factor
Smooth pipes (all metals)	130–140
Cast iron (old)	100
Iron (worn/pitted)	60–80
Polyvinyl chloride (PVC)	150
Brick	100
Smooth wood	120
Smooth masonry	120
Vitrified clay	110

2.4.5 L'équation de Manning

L'équation de Manning a été élaborée à l'origine pour être utilisée dans le débit d'eau des chenaux ouverts. Il est aussi parfois utilisé dans l'indice de Manning n, ou coefficient de rugosité, dont le facteur Hazen-Williams C dépend du type et de l'état interne de la conduite. Les valeurs utilisées pour l'indice de notation pour les matériaux de conduite courants sont indiquées au tableau. [18]

Voici une forme de l'équation de Manning pour la chute de pression
En raison du frottement dans les canalisations d'eau :

$$Q = \frac{1.486}{n} AR^{\frac{2}{3}} \left(\frac{h}{l}\right)$$

Q = debit [ft³/s]

A =section transversale de la conduite [ft²]

R = rayon hydraulique = $D/4$ pour canalisations circulaires pleines

n = Coefficient de rugosité (Manning index, or roughness coefficient) sans dimension

D = diamètre intérieur du tuyau [ft]

h =perte par frottement, [ft] par l'eau

L = longueur du tuyau [ft]

Tableau 5:l'index de Manning [18]

Pipe material	Facteur de résistance
PVC	0.009
Very smooth	0.010
Cement-lined ductile iron	0.012
New cast iron, welded steel	0.014
Old cast iron, brick	0.020
Badly corroded cast iron	0.035
Wood, concrete	0.016
Clay, new riveted steel	0.017
Canals cut through rock	0.040
Earth canals average condition	0.023
Rivers in good conditions	0.030

2.5 Pertes mineures

Jusqu'à présent, nous avons calculé la chute de pression par unité de longueur en ligne droite tuyau. Nous avons également calculé la chute de pression totale en considérant plusieurs d'une station de pompage à un réservoir de stockage. Pertes mineures dans un les conduites d'eau sont classées comme les baisses de pression qui sont associées avec des composants de tuyauterie tels que des vannes et des raccords. Les raccords comprennent coudes et tees. En outre, il y a des pertes de pression diamètre du tuyau et réduction. Une buse de tuyau sortant d'un réservoir de stockage aura des pertes d'entrée et de sortie. Toutes ces pressions pertes mineures, car elles sont relativement faibles par rapport à perte par frottement sur une longueur de conduite droite. Les pertes mineures s'expriment par la relation suivante :

$$M_L = f \left(\frac{l}{D} \right) \frac{V^2}{2g}$$

Le terme $f (L/D)$ peut être substitué par un coefficient de perte de charge K (également appelé coefficient de résistance) donc :

$$M_L = k \frac{V^2}{2g}$$

M_L : minor loss (perte mineure)

K : Friction Loss in Valves—Resistance Coefficient

$V^2/ 2g$: la tête de vitesse.

Tableau 6 : Longueurs équivalentes de robinets et raccord [18]

Description	L/D
Gate valve	8
Globe valve	340
Angle valve	55
Ball valve	3
Plug valve straightway	18
Plug valve 3-way through-flow	30
Plug valve branch flow	90
Swing check valve	100
Lift check valve	600
Standard elbow	
90°	30
45°	16
Long radius 90°	16
Standard tee	
Through-flow	20
Through-branch	60
Miter bends	
$\alpha = 0$	2
$\alpha = 30$	8
$\alpha = 60$	25
$\alpha = 90$	60

2.6 Vannes et raccords

Il y a aussi une perte le long des tuyaux, il y a une perte dans le niveau des vannes et des raccords contenus dans le réseau de sorte que cette perte a à voir avec la longueur et le diamètre des tuyaux (L / D) et le coefficient de résistance K [18]

Les facteurs K typiques pour les vannes et les raccords sont figurant aux tables

Tableau7: Perte par frottement dans les vannes Coefficient de résistance K [18]

Description	L/D	Nominal pipe size, in											
		1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2-3	4	6	8-10	12-16	18-24
Gate valve	8	0.22	0.20	0.18	0.18	0.15	0.15	0.14	0.14	0.12	0.11	0.10	0.10
Globe valve	340	9.20	8.50	7.80	7.50	7.10	6.50	6.10	5.80	5.10	4.80	4.40	4.10
Angle valve	55	1.48	1.38	1.27	1.21	1.16	1.05	0.99	0.94	0.83	0.77	0.72	0.66
Ball valve	3	0.08	0.08	0.07	0.07	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04
Plug valve straightway	18	0.49	0.45	0.41	0.40	0.38	0.34	0.32	0.31	0.27	0.25	0.23	0.22
Plug valve 3-way through-flow	30	0.81	0.75	0.69	0.66	0.63	0.57	0.54	0.51	0.45	0.42	0.39	0.36
Plug valve branch flow	90	2.43	2.25	2.07	1.98	1.89	1.71	1.62	1.53	1.35	1.26	1.17	1.08
Swing check valve	50	1.40	1.30	1.20	1.10	1.10	1.00	0.90	0.90	0.75	0.70	0.65	0.60
Lift check valve	600	16.20	15.00	13.80	13.20	12.60	11.40	10.80	10.20	9.00	8.40	7.80	7.22
Standard elbow													
90°	30	0.81	0.75	0.69	0.66	0.63	0.57	0.54	0.51	0.45	0.42	0.39	0.36
45°	16	0.43	0.40	0.37	0.35	0.34	0.30	0.29	0.27	0.24	0.22	0.21	0.19
Long radius 90°	16	0.43	0.40	0.37	0.35	0.34	0.30	0.29	0.27	0.24	0.22	0.21	0.19
Standard tee													
Through-flow	20	0.54	0.50	0.46	0.44	0.42	0.38	0.36	0.34	0.30	0.28	0.26	0.24
Through-branch	60	1.62	1.50	1.38	1.32	1.26	1.14	1.08	1.02	0.90	0.84	0.78	0.72
Mitre bends													
α = 0	2	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02
α = 30	8	0.22	0.20	0.18	0.18	0.17	0.15	0.14	0.14	0.12	0.11	0.10	0.10
α = 60	25	0.68	0.63	0.58	0.55	0.53	0.48	0.45	0.43	0.38	0.35	0.33	0.30
α = 90	60	1.62	1.50	1.38	1.32	1.26	1.14	1.08	1.02	0.90	0.84	0.78	0.72

Agrandissement et réduction des tuyaux

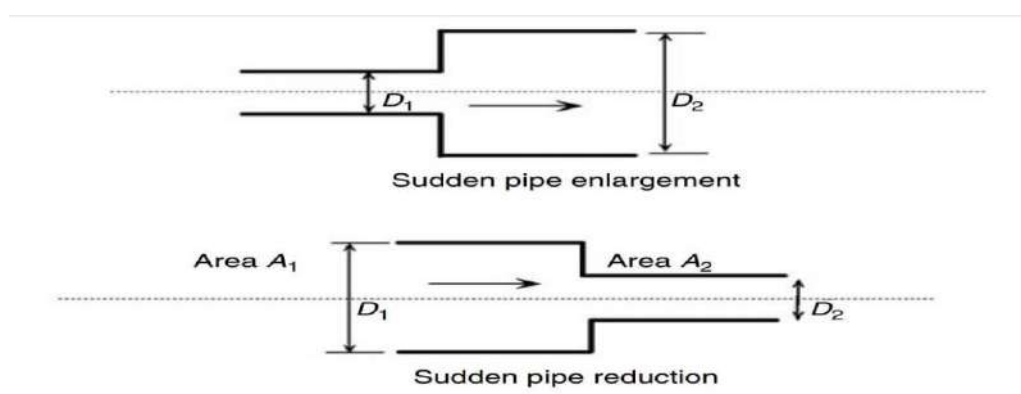
Les agrandissements et les réductions de conduites contribuent à la perte de tête qui peut être incluse dans les pertes mineures. Pour l'agrandissement soudain des tuyaux, on peut utiliser l'équation de perte de tête suivante :

$$h_f = \frac{(v_1 - v_2)^2}{2g}$$

où v_1 et v_2 sont les vitesses du liquide dans les deux tailles de tuyau D_1 et D_2 respectivement en termes de sections transversales A_1 et A_2 [4] [18]

$$h_f = \left(1 - \frac{A_1}{A_2}\right)^2 \left(\frac{v_1}{2g}\right)$$

Pour un élargissement soudain. Ceci est illustré sur la figure :



A1/A2	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
C _c	0.585	0.624	0.632	0.643	0.659	0.681	0.712	0.755	0.813	0.892	1

Figure 23 : Agrandissement et réduction soudains du tuyau [18]

Pour une contraction soudaine ou une réduction de la taille de la conduite, la perte de tête est calculée à partir de :

$$h_f = \left(\frac{1}{c_c} - 1\right) \frac{v_2^2}{2g}$$

Où le coefficient C_c dépend du rapport de la section transversale des deux tuyaux les zones A1 et A2 comme indiqué à la figure 24

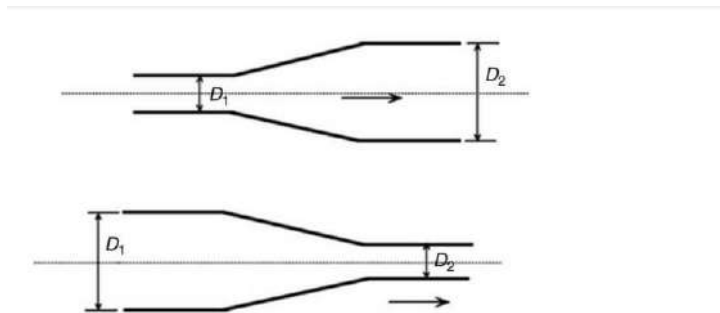


Figure24:Agrandissement et réduction graduels du tuyau. [18]

L'élargissement progressif et la réduction de la taille des tuyaux, provoquent moins de pertes de tête que l'élargissement soudain et la réduction soudaine. Pour les expansions progressives, l'équation suivante peut être utilisée :

$$h_f = \frac{c_c (v_1 - v_2)^2}{2g}$$

2.6 Pertes à l'entrée et à la sortie des canalisations

Les facteurs K pour calculer la perte de tête associée à l'entrée de la conduite

Et sortie sont les suivantes :

$$k = \left\{ \begin{array}{ll} 0.5 & \text{for pipe entrance, sharp edged} \\ 1 & \text{poursortiedetuyau, tranchant} \\ 0.78 & \text{pour l'entrée des tuyaux, vers l'intérieur} \end{array} \right\}$$

2.7 Pression totale requise

Jusqu'à présent, nous avons examiné la chute de pression par frottement dans la tuyauterie des systèmes d'eau, qui se compose de tuyaux, raccords, vannes, etc. Nous avons également calculé la pression totale nécessaire pour pomper l'eau à travers un pipeline jusqu'à une station de livraison à un point élevé. La pression totale requise au début d'un pipeline, pour un débit donné, est constituée de trois composantes distinctes :

1. Chute de pression par frottement.
2. Tête d'élévation.
3. Pression de livraison

$$P_T = P_F + P_{ELEV} + P_{DEL}$$

Où

P_t = pression totale requise à la pompe.

P_f = charge de pression de frottement.

P_{elev} = charge de pression due à une différence d'élévation.

P_{del} = pression de livraison au réservoir de stockage.

Section 03 : description d'installation de RAI (robinet d'incendie armé)

3.1 Qu'est-ce qu'un RIA

C'est un dispositif de lutte contre l'incendie installé dans certains établissements recevant du public et dans de très nombreux établissements industriels.[5] [21]

Ce moyen de première intervention est généralement utilisé par des personnes formées en cas de départ d'incendie.

Une installation de RIA comporte :

- ✚ Une (des) source(s) d'eau ;
- ✚ Des canalisations ;
- ✚ Des robinetteries ;
- ✚ Des robinets d'incendie armés ;
- ✚ Les pièces de rechange nécessaires à la maintenance corrective ;

a. La source d'eau

Les caractéristiques des sources d'alimentation sont déterminées en fonction du nombre de RIA de l'installation, des débits et des pressions recherchées ils sources doivent être capables d'alimenter, à la pression et au débit requis, simultanément pendant 20 minutes un nombre de RIA minimal défini en fonction du nombre de RIA de l'installation.

La capacité utile de la source d'alimentation doit, en tout état de cause, être toujours supérieure ou égale à 10 m³. [5] [21]

b. les canalisations

Le réseau de canalisations de l'installation de RIA doit être clairement identifié (Code couleur, marquage, etc.), notamment lorsque plusieurs réseaux sont Présent. [21]

Les canalisations et parties de canalisations non-enterrées doivent être en acier d'un type approprié aux conditions ambiantes. [21]

Les caractéristiques des tubes doivent être conformes aux normes en vigueur, soit :

- **tubes file tables** : normes NF A 49-115 et NF EN 10255 ;
- **tubes à extrémités lisses** : normes NF A 49-141 et NF EN 10216-1 ;

- **tubes acier inoxydable** : norme NF EN 10217-7.

Il convient d'utiliser des tubes dont la pression maximale de service est compatible avec l'installation de RIA. [21]

Le débit des canalisations est déterminé par le calcul hydraulique de l'installation en fonction des prescriptions du tableau 8 concernant les caractéristiques des sources. Dans tous les cas, la vitesse d'écoulement ne doit pas excéder 3 m/s. [21]

Tableau 8 : caractéristique hydrauliques minimales [21]

ROBINETS D'INCENDIE ARMÉS			
Diamètre nominal Du RIA/diamètre (mm) De l'orifice du robinet Diffuseur	Pression maximale de service (en régime D'écoulement)	Pression minimale au robinet d'arrêt du RIA le plus défavorisé *(en Régime d'écoulement)	Débit minimal correspondant Q en l/min (Tuyau déroulé et Diffuseur réglé en Position jet droit)
19/6	1,2 MPA (12 bar)	0,40 MPA (4 bar)	34
25/8	1,2 MPA (12 bar)	0,40 MPA (4 bar)	56
33/12	0,7 MPA (7 bar)	0,40 MPA (4 bar)	128
Cette pression minimale au robinet d'arrêt permet d'obtenir une pression d'environ 0,25 MPA (2,5 bar) au robinet diffuseur du RIA le plus défavorisé, garantissant ainsi l'efficacité de l'installation de RIA			

c.les robinetteries

c.1 Robinet de vidange

Robinetterie située en point bas de l'installation de RIA permettant la vidange et l'évacuation rapide des boues stagnantes.il permet aussi le rinçage des canalisations. [21]

c.2 Robinet diffuseur

Le robinet diffuseur est un composant fixé à l'extrémité du tuyau, utilisé pour Diriger et contrôler le jet d'eau :

- le robinet diffuseur mixte à débit fixe de type A permet la diffusion en cône à angle fixe ou réglable et le jet droit (DMFA) ;
- le robinet diffuseur mixte à débit fixe de type B permet la diffusion en nappe

Fixe ou réglable et le jet droit (DMFB) ;

- le robinet diffuseur mixte haute tension (DMFA/HT) est spécifique pour

Intervention sur installations électriques sous tension ou susceptibles de l'être ; il ne permet pas le jet droit.

d. Robinet d'incendie armé (RIA)

Matériel de lutte contre l'incendie comprenant :

- un dévidoir à alimentation axiale ;
- un robinet d'arrêt d'alimentation en eau adjacent au dévidoir ;
- une longueur élémentaire de tuyau semi-rigide de 30 m maximum ;
- un robinet diffuseur ;
- la plaque de signalisation et le mode d'emploi ;
- s'il y a lieu, un ordinateur.

Les RIA proprement dits sont donc la partie de l'installation allant des robinets d'arrêt aux robinets diffuseurs. [21]

3.2 L'implantation et nombre de RIA

Les RIA doivent être placées à l'intérieur des bâtiments ou des locaux à protéger.

Lorsqu'ils ne peuvent pas être placés à l'intérieur des locaux à protéger, ils Doivent être installés à proximité des accès à ces locaux. [21]

Les RIA doivent être signalées par leur pictogramme. Ils doivent être d'accès et de mise en œuvre faciles. L'axe du dévidoir (bobine) doit être **situé entre 1,20 m et 1,80 m du sol**. Ils doivent être protégés contre les risques de gel et de détérioration. [21]

Le nombre de RIA et le choix de leurs emplacements doivent être tels que toute

La surface des locaux protégés puisse être efficacement atteinte. Les critères

Suivants doivent être pris en compte :

- l'agencement, la destination du local et la présence éventuelle d'obstacles ;
- la longueur du tuyau (**30 m maximum**) ;
- la portée du jet (pour les RIA, la portée minimale est celle du jet diffusé

Conique, soit 3 m) ;

- tout point de la surface des locaux doit pouvoir être couvert par au moins

Deux jets, de sorte qu'en cas de départ d'incendie un des RIA soit accessible ; pour

Les robinets d'incendie armés, c'est la position jet diffusé qui est prise en compte [21]

Tableau 9 : nombre de RIA à prendre en compte pour le calcul des caractéristique des sources [21]

Nombre de RIA de l'installation	Nombre de RIA pour le calcul
2 à 4	2
5 ou 6	3
7 et plus	4

3.2.1 Détermination du diamètre nominal

Le diamètre nominal des RIA est déterminé en fonction de la classe de risque des activités et stockages pratiqués dans le bâtiment. Le diamètre nominal est ensuite déterminé selon le tableau 10.[5] [21]

Tableau10: détermination du diamètre nominal en fonction de la classe de risque [21]

Classe de risque	Diamètre nominal
1	DN 19 ou DN 25 *
2, 3	DN 33
*DN 25 si potentiel calorifique >500 MJ/m ²	

3.2.2 Calcul selon la norme NF S 62-201

La norme NF S 62-201 fixe le diamètre nominal en fonction du potentiel Calorifique (MJ/m²) du local protégé. Le potentiel calorifique dépend de la nature Des produits fabriqués, entreposés ou utilisés. [21]

Tableau 11 : diamètre nominal selon la norme NF S 62-201 [21]

Diamètre nominal	Potentiel calorifique (MJ/m²)	Classification de risque
DN 19/6	jusqu'à 500	Risques courants à faible potentiel calorifique
DN 25/8	de 500 à 900	Risques moyens
DN 33/12	au-dessus de 900	Risques importants ou dangereux

CONCLUSION

Après avoir présenté ce chapitre, il est devenu évident qu'il est nécessaire de connaître les caractéristiques des incendies, ainsi que les composants du système de lutte contre l'incendie à concevoir et les propriétés hydrauliques requises. Il est également essentiel de mesurer l'efficacité et l'efficacité du réseau avant qu'un incendie ne se déclare, et c'est ce que nous aborderons dans le deuxième chapitre

Chapitre II : L'implantation d'un réseau anti-incendie et les calculs hydrauliques

INTRODUCTION

Ce chapitre est dédié à la création et à la conception d'un système de lutte contre les incendies sur le site de la société Sonelgaz, à l'aide du logiciel PIPENET. Il comprend également le calcul des aspects hydrauliques tels que la pression et le débit d'eau, ainsi que la compréhension de leur évolution au fil du temps.

Section 01 : présentation de l'entreprise et les calculs hydrauliques

1.1 L'historique de Sonelgaz

Sonelgaz est l'opérateur historique dans le domaine de la fourniture des énergies électrique et gazière en Algérie. Créée en 1969, Sonelgaz, œuvre depuis un demi-siècle au service du citoyen algérien en lui apportant cette source énergétique essentielle à la vie quotidienne. [22]



Figure 25: Logo Sonelgaz [22]

A la faveur de la promulgation de la loi sur l'électricité et la distribution du gaz par canalisations, Sonelgaz est passée d'une entreprise verticalement intégrée à une holding pilotant un Groupe industriel multi-sociétés et multi-métiers [22]

Afin de se mettre en conformité avec les dispositions de la loi de février 2002, Sonelgaz s'est dotée de nouveaux statuts de Société Par Actions et s'est transformée en un Groupe Industriel constitué de

- Filiales métiers périphériques (logistique, soutien).
- Filiales travaux.
- Filiales métiers (production, transport de l'électricité, Transport du gaz, distribution de l'électricité et du gaz).

1.2 L'organigramme de SONELGAZ

- ✚ G.R. T. G : Gestion des ressources et transport de gaz
- ✚ G.R. T.E : Gestion des ressources et transport d'électricité
- ✚ D.T.E : Direction de transport d'électricité
- ✚ D.T. G : Direction de transport de gaz
- ✚ S.P.E : Sonelgaz production d'électricité.

1.3 Présentation SPE (société de production de l'électricité)

Historique dans le domaine de la production de l'électricité en Algérie.

Elle assure la maintenance et l'exploitation de ses centrales qui représentent le plus grand parc de production en Algérie, d'une puissance installée actuelle de plus de 18 GW, pour atteindre en à l'horizon 2030 environ 23 GW composé de quatre filières de différents paliers de puissance Turbines à Vapeur, Turbine à Gaz, Hydraulique et Cycles Combiné. [23]



Figure 26: Logo SPE [23]

1.3.1 Ses missions

- Production d'électricité répondant aux exigences de disponibilité, fiabilité, sécurité et protection de l'environnement ;
- Développement de la Ressource Humaine ;
- Développement des moyens de production
-

1.3.2 Sites de production

SPE est présent sur tout le territoire national à travers ses centrales et ses productions unités comme suit :

- Pôle de production central
- Pôle production Est
- Pôle de production Ouest
- Pôle de production Sud dont fait partie l'usine HMN

1.4. Présentation SPEHMN03

La centrale électrique turbine à gaz de Hassi Messaoud est constituée de trois groupes de puissance unitaire de 220 MW fonctionnant en cycle simple, d'une puissance totale de 660 MW la Wilaya de Ouargla.

Cette centrale renforce la diversification des sources de production

D'électricité pour faire face à la demande d'énergie résultant de l'implantation dans la région de divers aménagements industriels et domestiques d'une part et assurer un point au réseau général interconnecté.

- Les turbines à gaz constituant le cycle gaz sont du **type axial**.
- Le combustible principal utilisé est le **gaz naturel**.
- Le secours d'alimentation de la centrale est par du **gas-oil**.
- Le site se trouve environ à 13 km au Nord-Ouest de la ville de **Hassi Messaoud**
- La surface totale du terrain d'assiette de la centrale est de l'ordre de **0,8 Hectares**.



Figure 27 : localisation de l'unité SSPE HMN03

1.4.1 Conditions nominales du site

- Température ambiante 45 °C
- Température maximale 50 °C
- Température minimale absolue -2 °C
- Relative Humidité (annuelle) 30 %
- Pression atmosphérique moyenne 933,3 mbar
- Altitude 165 m

1.4.2 Caractéristiques générales de la centrale

- Puissance nominale nette (conditions ISO) : 660 MW (combustible gaz)
- Tension bornes usine : 400 KV
- Transformateur principal : un par groupe (tension 400 kV)
- Alimentation des auxiliaires par soutirage MT
- Alternateur refroidi à : Air
- Combustibles principal : Gaz naturel
- Combustibles secours : Gasoil

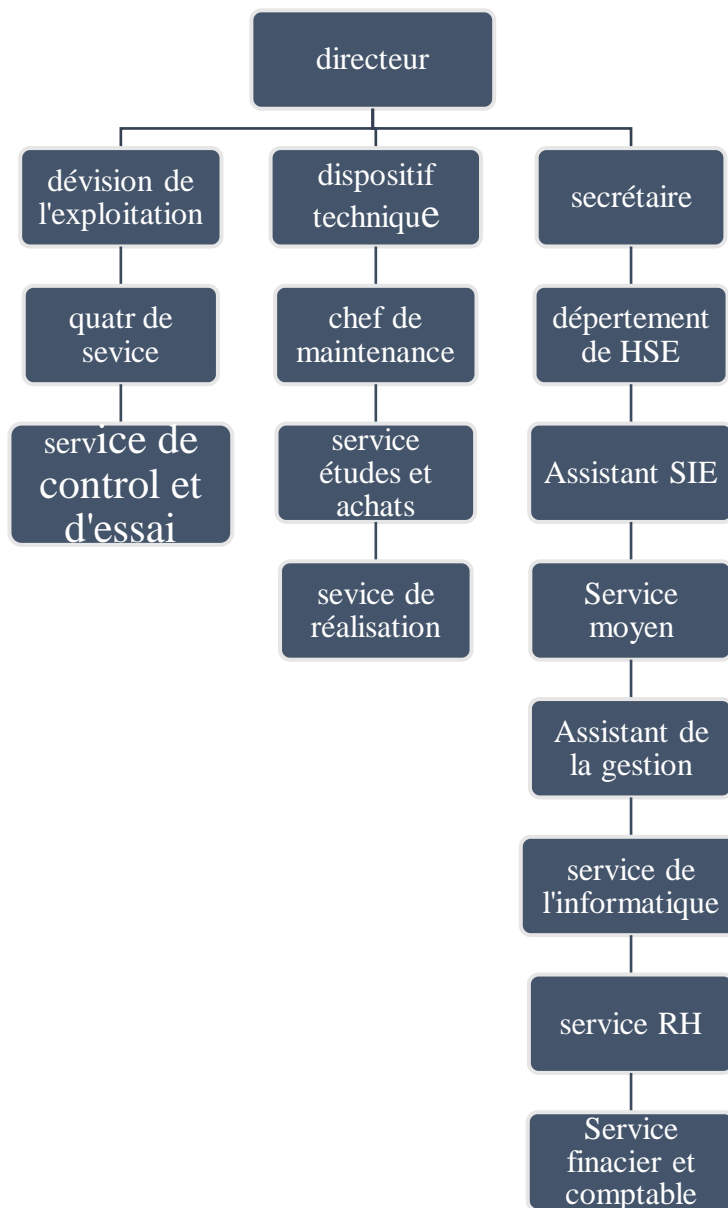


Figure 28:L'rganisation de l'SPE [24]

Section 02 : logiciel PIPENET et les calculs

2.1 Introduction sur PIPENET

PIPENET est un puissant logiciel pour l'analyse rapide des écoulements dans les réseaux de tuyauteries et de conduits. Trois modules garantissent que, quelle que soit l'étendue ou la complexité de votre réseau. [25]

2.2 Les modules de PIPENET

PIPENET dispose de trois modules qui fonctionnent indépendamment :

Le module PIPENET Transit :

Est idéal pour les problèmes d'écoulement non stationnaire tels que le 'coup de bélier', le 'coup de vapeur', les systèmes de contrôle et les forces hydrauliques pour l'analyse des contraintes des tuyaux. [25]

Le module PIPENET Spray Sprinkler :

Établit la norme mondiale pour la conception de systèmes de protection contre les incendies, en particulier dans les industries pétrolières, gazières et de transformation - système d'inondation, de boucle principale, de sprinkler ou de système de mousse concentrée. [25]

Le module PIPENET Standard :

Est l'outil parfait pour résoudre des problèmes d'écoulement général avec des liquides, des gaz ou de la vapeur - dans les réseaux de tuyauteries et de conduits - systèmes de refroidissement à l'eau, systèmes de distribution de vapeur, systèmes de CVC. [25]

2.3 Exigences d'installation un RIA selon la règle APSAD R5

2.3.1 Description de local

Une entreprise de fabrication de panneaux de bois contreplaqué est constituée :

- . Un ensemble de bureaux d'une superficie de 845 m².
- Un atelier de fabrication d'une superficie de 6175 m², avec une quantité maximale de bois de 245 tonnes à un instant "t"

- Une zone de réception des matières premières d'une superficie de 455 m².
- Une zone de stockage d'une superficie de 2015 m², avec une capacité maximale de 550 tonnes.
- Une zone d'expédition de 416 m².

L'alimentation du réseau de lutte contre l'incendie peut être obtenue à partir du réseau d'eau de la ville.

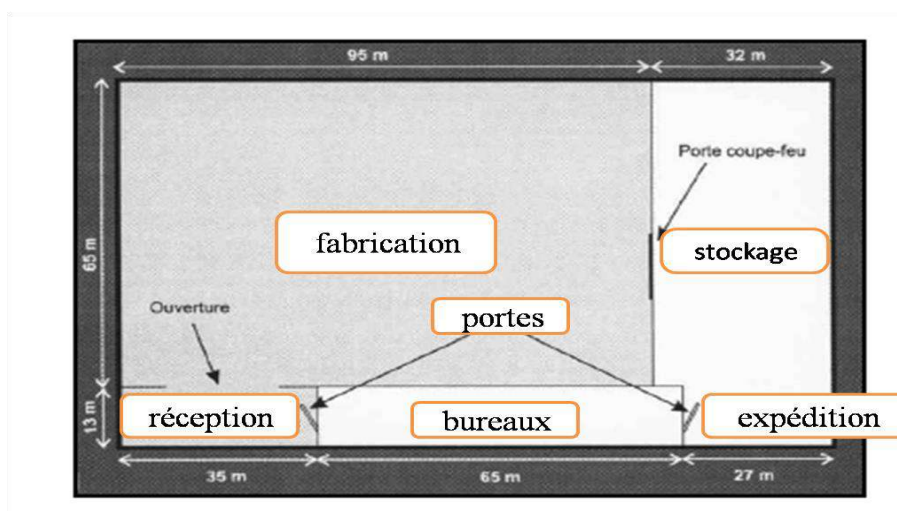


Figure 29 : organisation du local

2.3.2 Détermination du diamètre nominal des RIA



Le choix du diamètre nominal (DN) des RIA dépend de la classe de risque associée à chaque zone spécifique des locaux. Le **tableau 11 de la règle** fournit les correspondances entre les types de risque et les diamètres nominaux recommandés

Tableau 12: Le choix du diamètre nominal (DN) des RIA

Locaux	Le potentiel calorifique	Catégorie de risque	diamètre nominal d'un le RIA demandé
Atelier de fabrication	estimé à 670 MJ/m ²	2	DN 33
Zone de réception	estimé à 550 MJ/m ² .	2	DN 33
La zone de stockage	estimé à 750 MJ/m ²	2	DN 33

La zone d'expédition	estimé à 670 MJ/m ² .	2	DN 33
Les bureaux	estimé à 400 MJ/m ²	1	DN 19

2.3.3 l'implantaion des RIA proposé selon la règle APSAD R5

- RIA DN 33: 17 
- RIA DN 19 : 01 

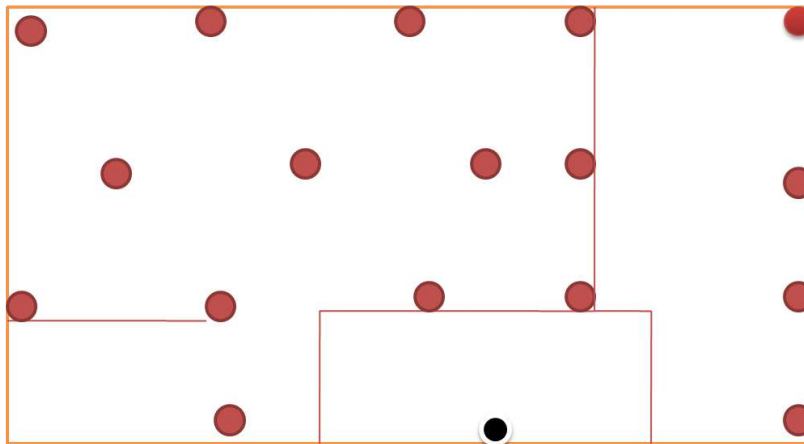


Figure30: l'implantaion des RIA

2.3.4Caractéristique hydrauliques

Selon le tableau 8 de la règle, il est nécessaire de réaliser des calculs hydrauliques en se basant sur **quatre RIA**, entraînant compte celui qui présente les conditions les plus défavorables.

- L'axe du dévidoir (bobine) doit être situé entre 1,20 m et 1,80 m du sol ;
- La longueur du tuyau (30 m maximum) ;
- Tout point de la surface des locaux doit pouvoir être couvert par au moins Deux jets ;
- Pression maximale de service 1,2 MPA (12 bar) pour RIA DN 33 et 0,7 MPA (7 bar) ; pour RIA DN 19 ;
- Pression minimale au robinet d'arrêt du RIA le plus défavorisé 0,40 MPA (4 bar) ;
- Débit minimal correspondant Q en l/min 34 pour RIA DN 19 et 128 pour RIA DN 33 ;

2.3.4 Conception de l'installation par PIPENET

Les données d'entrée

- **Les unités utilisées :**

Diamètre de tuyau (pipe)	mm
Langueur de tuyau	m
Élévation du tuyau	m
Pression	bar
Débit	l/min
Rugosité du tuyau	mm

- **Le premier cas : calculs par module standard**

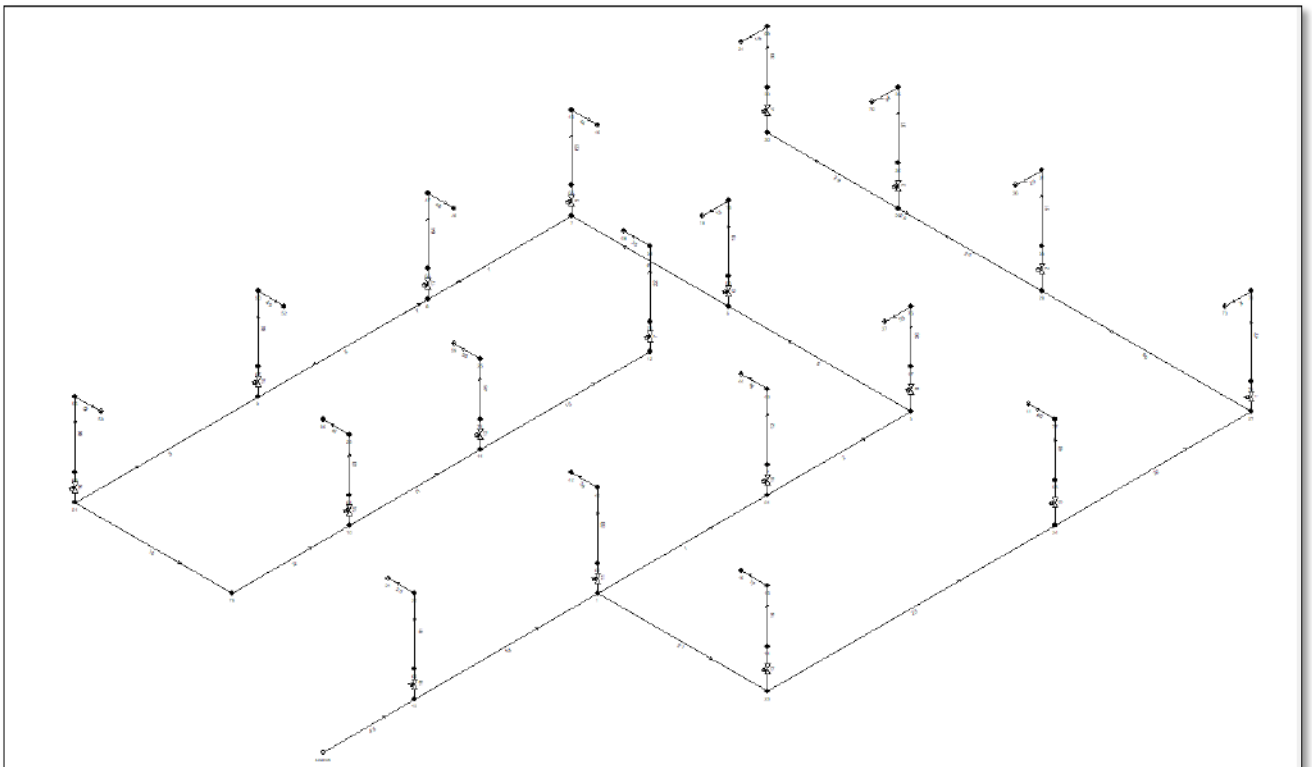


Figure 31: l'installation des RIA dans la telier

Tableau 13 : les données d'entrie

Label	Input node	Output node	Diamètre	Length	Elevation	Roughness
			mm	m	m	Mm
P10	28	29	102	26	0	0.045
P11	29	30	102	26	0	0.045

P12	33	69	33	33	0.6	0.045
P13	17	76	33	33	0.6	0.045
P14	source	13	102	39.7	0.9	0.045
P15	69	34	33	0.1	0	0.045
P16	76	37	33	0.1	0	0.045
P17	77	41	19	0.1	0	0.045
P18	27	28	102	26	0	0.045
P19	35	70	33	0.1	0	0.045
P2	61	3	102	31.6	0	0.045
P20	31	36	33	0.1	0	0.045
P21	18	19	33	0.1	0	0.045
P22	32	35	33	33	0.6	0.045
P23	38	31	33	33	0.6	0.045
P24	53	18	33	33	0.6	0.045
P25	51	78	102	32.5	-0.9	0.045
P26	13	1	102	31.6	0	0.045
P27	14	15	33	33	0.6	0.045
P28	15	16	33	0.1	0	0.045
P29	1	23	102	13	0	0.045
P3	3	6	102	32.5	0	0.045
P30	20	21	33	0.1	0	0.045
P31	40	42	33	0.1	0	0.045
P32	43	44	33	0.1	0	0.045
P33	45	46	33	0.1	0	0.045
P34	47	48	33	0.1	0	0.045
P35	50	52	33	0.1	0	0.045
P36	56	58	33	0.1	0	0.045

P37	62	40	33	33	0.6	0.045
P38	63	20	33	33	0.6	0.045
P39	65	45	33	33	0.6	0.045
P4	6	7	102	32.5	0	0.045
P40	66	47	33	33	0.6	0.045
P41	67	50	33	33	0.6	0.045
P42	68	56	33	33	0.6	0.045
P43	2	43	33	33	0.6	0.045
P44	10	11	102	31.6	0	0.045
P45	11	12	102	31.6	0	0.045
P46	39	49	33	0.1	0	0.045
P47	25	59	33	0.1	0	0.045
P48	22	60	33	0.1	0	0.045
P49	64	22	33	33	0.6	0.045
P5	7	8	102	31.6	0	0.045
P50	71	25	33	33	0.6	0.045
P51	72	73	33	0.1	0	0.045
P52	74	72	33	33	0.6	0.045
P53	75	39	33	33	0.6	0.045
P54	78	10	102	15.8	0.9	0.045
P55	55	77	19	33	0.6	0.045
P6	8	9	102	31.6	0	0.045
P7	9	51	102	31.6	0	0.045
P8	23	24	102	50	0	0.045
P9	24	27	102	29.8	0	0.045
p1	1	61	102	31.6	0	0.045

Tableau 14 : résultats de calculs statique

Labe l	Input node	Output node	Input pressure Bar G	Output pressure Bar G	Velocity m/sec	Pipe friction/len gth Bar/m	Static head loss Bar	Friction factor	Flow rate l/min
p1	1	61	5.193121	5.193121	0	0	0	n/a	0
P2	61	3	5.193121	5.193121	0	0	0	n/a	0
P3	3	6	5.193121	5.193121	0	0	0	n/a	0
P4	6	7	5.193121	5.193121	0	0	0	n/a	0
P5	7	8	5.193121	5.193121	0	0	0	n/a	0
P6	8	9	5.193121	5.193121	0	0	0	n/a	0
P7	9	51	5.193121	5.193121	0	0	0	n/a	0
P8	23	24	5.177533	5.117581	1.1	0.001199	0	0.00493957335	546
P9	24	27	5.117581	5.085946	1	0.001063	0	0.00498165702	512
P10	28	29	5.069746	5.06206	0.52	0.000296	0	0.00553937256	256
P11	29	30	5.06206	5.059828	0.26	8.6e-005	0	0.00631279871	128
P12	33	69	4.79769	4.002233	2.5	0.022325	0.0587342	0.00593162375	128
P13	17	76	5.193121	5.134387	0	0	0.0587342	n/a	0
P14	sour ce	13	5.366715	5.231011	1.1	0.001199	0.0881013	0.00493957335	546
P15	69	34	4.002233	4	2.5	0.022325	0	0.00593162375	128
P16	76	37	5.134387	5.134387	0	0	0	n/a	0
P17	77	41	4.068424	4.065479	2	0.029452	0	0.00701718451	34
P18	27	28	5.085946	5.069746	0.78	0.000623	0	0.00518921483	384
P19	35	70	4.004466	4.002233	2.5	0.022325	0	0.00593162375	128

P20	31	36	4.012151	4.009919	2.5	0.022325	0	0.00593162375	128
P21	18	19	5.134387	5.134387	0	0	0	n/a	0
P22	32	35	4.799923	4.004466	2.5	0.022325	0.0587342	0.00593162375	128
P23	38	31	4.807609	4.012151	2.5	0.022325	0.0587342	0.00593162375	128
P24	53	18	5.193121	5.134387	0	0	0.0587342	n/a	0
P25	51	78	5.193121	5.281223	0	0	- 0.0881013	n/a	0
P26	13	1	5.231011	5.193121	1.1	0.001199	0	0.00493957335	546
P27	14	15	5.177533	5.118799	0	0	0.0587342	n/a	0
P28	15	16	5.118799	5.118799	0	0	0	n/a	0
P29	1	23	5.193121	5.177533	1.1	0.001199	0	0.00493957335	546
P30	20	21	5.172278	5.172278	0	0	0	n/a	0
P31	40	42	5.134387	5.134387	0	0	0	n/a	0
P32	43	44	5.134387	5.134387	0	0	0	n/a	0
P33	45	46	5.134387	5.134387	0	0	0	n/a	0
P34	47	48	5.134387	5.134387	0	0	0	n/a	0
P35	50	52	5.134387	5.134387	0	0	0	n/a	0
P36	56	58	5.134387	5.134387	0	0	0	n/a	0
P37	62	40	5.193121	5.134387	0	0	0.0587342	n/a	0
P38	63	20	5.231011	5.172278	0	0	0.0587342	n/a	0
P39	65	45	5.193121	5.134387	0	0	0.0587342	n/a	0
P40	66	47	5.193121	5.134387	0	0	0.0587342	n/a	0
P41	67	50	5.193121	5.134387	0	0	0.0587342	n/a	0
P42	68	56	5.193121	5.134387	0	0	0.0587342	n/a	0
P43	2	43	5.193121	5.134387	0	0	0.0587342	n/a	0
P44	10	11	5.193121	5.193121	0	0	0	n/a	0
P45	11	12	5.193121	5.193121	0	0	0	n/a	0

P46	39	49	5.134387	5.134387	0	0	0	n/a	0
P47	25	59	5.134387	5.134387	0	0	0	n/a	0
P48	22	60	5.134387	5.134387	0	0	0	n/a	0
P49	64	22	5.193121	5.134387	0	0	0.0587342	n/a	0
P50	71	25	5.193121	5.134387	0	0	0.0587342	n/a	0
P51	72	73	4.028351	4.026118	2.5	0.022325	0	0.00593162375	128
P52	74	72	4.823809	4.028351	2.5	0.022325	0.0587342	0.00593162375	128
P53	75	39	5.193121	5.134387	0	0	0.0587342	n/a	0
P54	78	10	5.281223	5.193121	0	0	0.0881013	n/a	0
P55	55	77	5.099085	4.068424	2	0.029452	0.0587342	0.0070171845	34

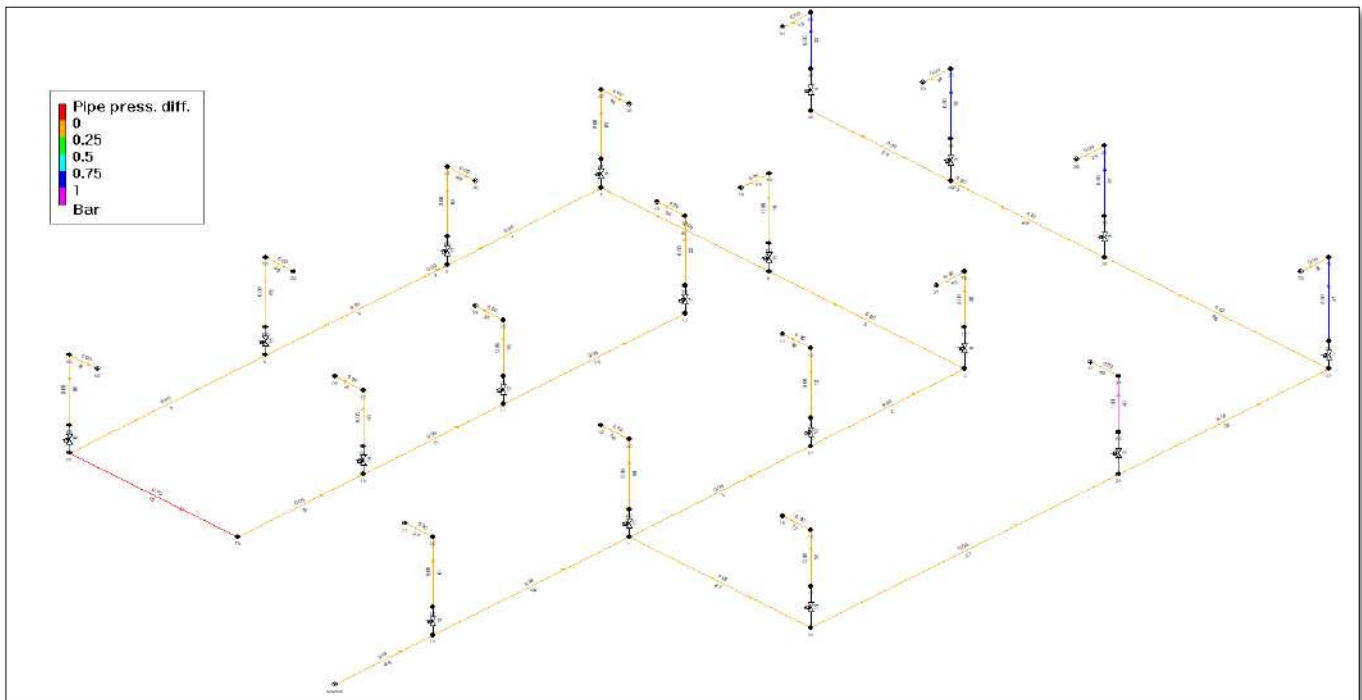


Figure32: résultat de pression du pipe

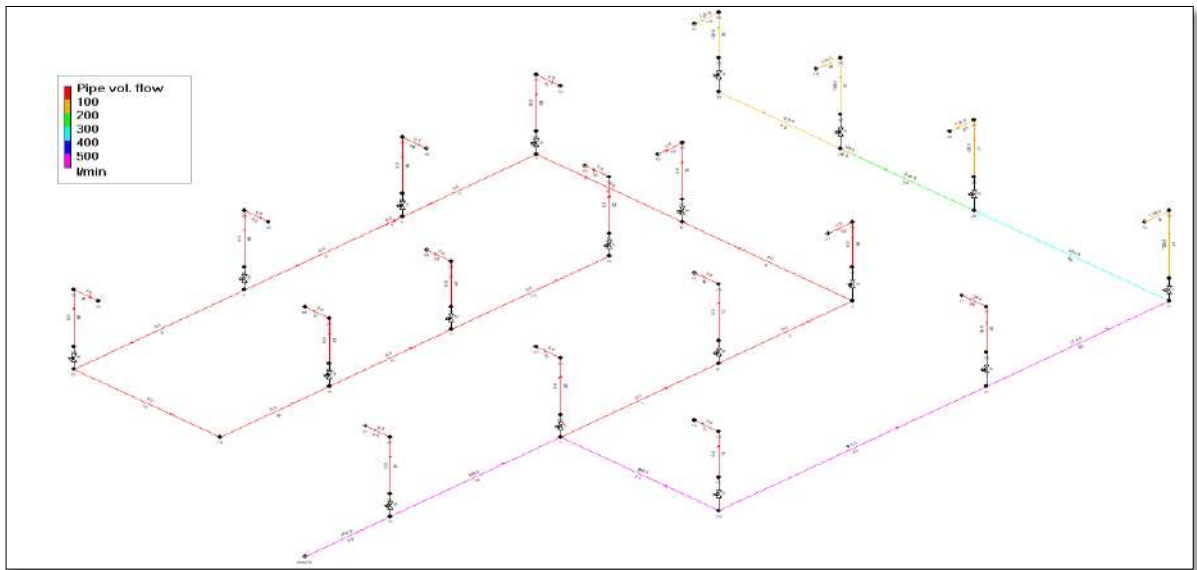


Figure 33 : résultat de débit (flow) du pipe

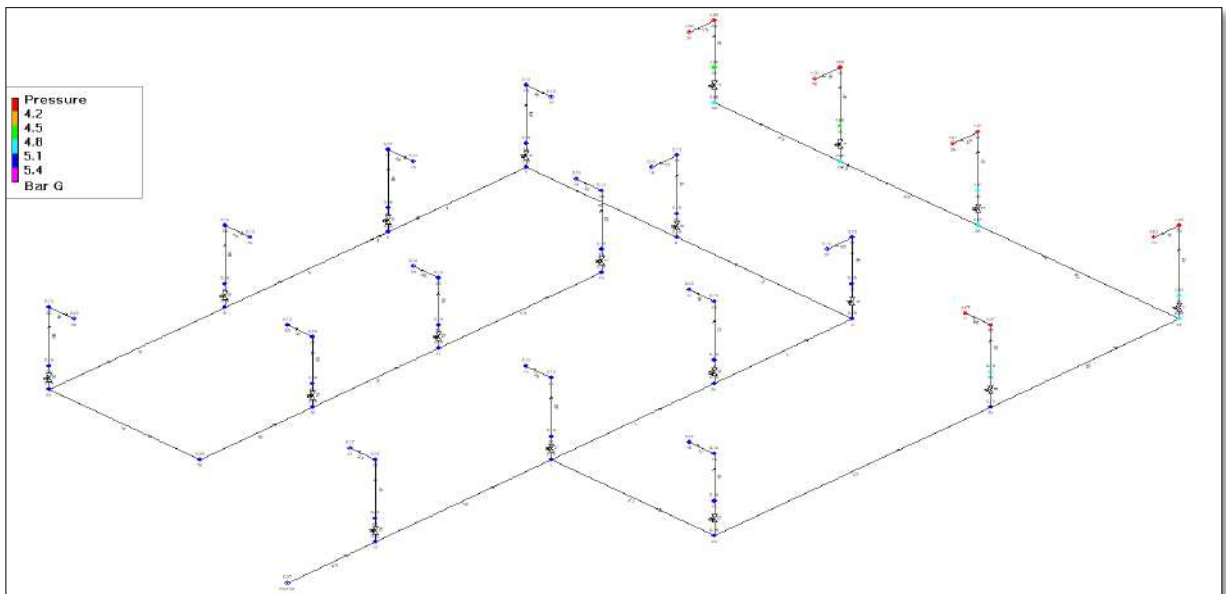


Figure 34 : résultat de pression du node

Résultat : Les résultats obtenus dans le module standard du programme PIPENET sont conformes aux règles d'APSAD R5

- Le deuxième cas : calculs par module Transite

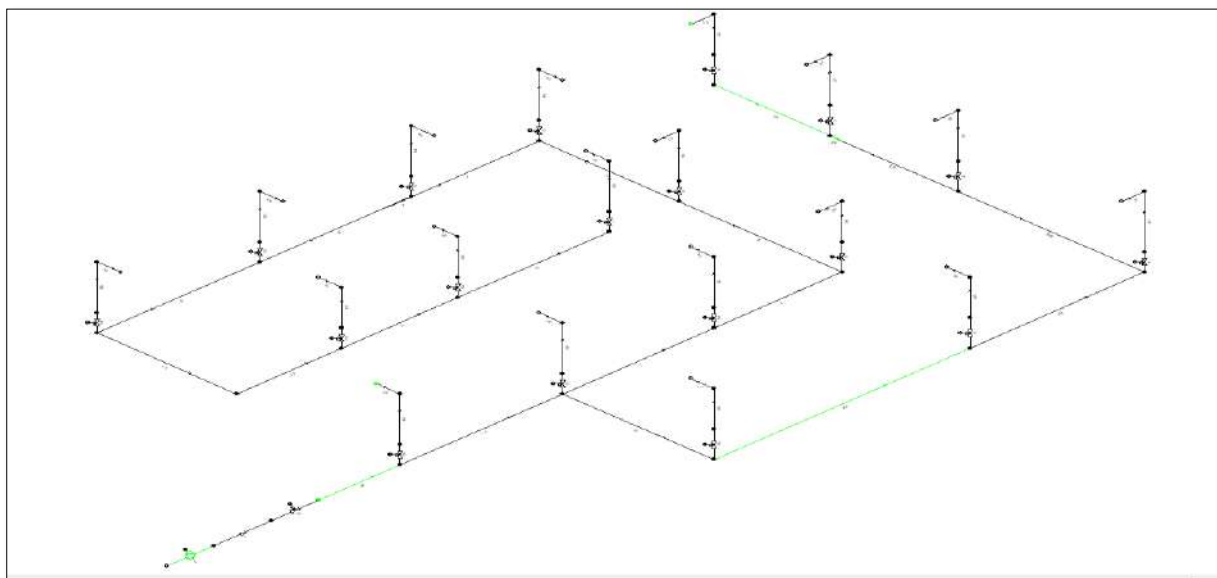


Figure35 : l'installation des RIA par module transite

Label	Input node	Output node	Diamètre	Length	Net height change	Roughness	Wavespeed
			mm	m	m	mm	m/sec
1	1	61	102	31.6	0	0.045	1260
2	61	3	102	31.6	0	0.045	1260
5	3	6	102	32.5	0	0.045	1260
6	6	7	102	32.5	0	0.045	1260
7	7	8	102	31.6	0	0.045	1260
8	8	9	102	31.6	0	0.045	1260
9	9	51	102	31.6	0	0.045	1260
23	23	24	102	50	0	0.045	1260
26	24	27	102	29.8	0	0.045	1260
28	28	29	102	26	0	0.045	1260

33	33	69	33	33	1.5	0.045	1260
36	17	76	33	33	1.5	0.045	1260
48	source	13	102	39.7	0	0.045	1260
18	69	34	33	0.1	0	0.045	1260
59	76	37	33	0.1	0	0.045	1260
60	77	41	19	0.1	0	0.045	1260
69	27	28	102	26	0	0.045	1260
34	35	70	33	0.1	0	0.045	1260
20	31	36	33	0.1	0	0.045	1260
13	18	19	33	0.1	0	0.045	1260
37	32	35	33	33	1.5	0.045	1260
51	38	31	33	33	1.5	0.045	1260
19	53	18	33	33	1.5	0.045	1260
10	51	78	102	32.5	0	0.045	1260
14	13	1	102	31.6	0	0.045	1260
16	14	15	33	33	1.5	0.045	1260
17	15	16	33	0.1	0	0.045	1260
21	1	23	102	13	0	0.045	1260
25	20	21	33	0.1	0	0.045	1260
39	40	42	33	0.1	0	0.045	1260
42	43	44	33	0.1	0	0.045	1260
44	45	46	33	0.1	0	0.045	1260
46	47	48	33	0.1	0	0.045	1260
49	50	52	33	0.1	0	0.045	1260
52	56	58	33	0.1	0	0.045	1260
58	62	40	33	33	1.5	0.045	1260
61	63	20	33	33	1.5	0.045	1260

63	65	45	33	33	1.5	0.045	1260
64	66	47	33	33	1.5	0.045	1260
65	67	50	33	33	1.5	0.045	1260
66	68	56	33	33	1.5	0.045	1260
12	2	43	33	33	1.5	0.045	1260
11	10	11	102	31.6	0	0.045	1260
15	11	12	102	31.6	0	0.045	1260
35	39	49	33	0.1	0	0.045	1260
38	25	59	33	0.1	0	0.045	1260
41	22	60	33	0.1	0	0.045	1260
43	64	22	33	33	1.5	0.045	1260
45	71	25	33	33	1.5	0.045	1260
31	72	73	33	0.1	0	0.045	1260
47	74	72	33	33	1.5	0.045	1260
22	75	39	33	33	1.5	0.045	1260
32	78	10	102	15.8	0	0.045	1260
40	55	77	19	33	1.5	0.045	1260

Résulta des calculs dynamiques

Tableau 15 : les résultats des calculs dynamiques

Label	Input node	Output node	Max. pressure	Time	Position	Min. pressure	Time	Position	Initial velocity	Maximum velocity	Time	Position	Minimum velocity	Time	Position
			Bar G	sec	m	Bar G	sec	m	m/sec	m/sec	sec	m	m/sec	sec	m
1	1	61	5.763313	0.95	20.6	5.427258	3.1	5.5	0	0.01	3.6	3	-0.01	1.6	0
2	61	3	5.763313	0.9	31.6	5.42538	3.1	31.6	0	0.01	3.5	31.6	-0.00943149	1.5	0
5	3	6	5.763313	0.88	32.5	5.412991	3.1	18.3	0	0.00994524	3.5	6.8	-0.00942433	1.5	0
6	6	7	5.763313	0.88	3.1	5.400218	3.2	32.5	0	0.00932207	3.5	0	-0.00851193	1.5	25.9
7	7	8	5.763313	0.94	31.6	5.390852	3.2	15.7	0	0.00835184	3.5	0	-0.00823417	1.5	0
8	8	9	5.763313	0.95	28	5.376753	3.2	31.6	0	0.00684464	3.5	0	-0.00623867	1.5	0
9	9	51	5.763313	0.97	14.1	5.364029	3.2	20.7	0	0.0062748	3.6	0	-0.00578614	1.4	0
23	23	24	5.748242	0.97	0	5.348969	3.1	50	1.1	1.1	3.9	0	1.1	4.3	0
26	24	27	5.690277	0.76	0	5.321565	3.1	29.8	1	1	3.2	29.8	1	1.3	0
28	28	29	5.644024	1.1	0	5.294967	3.2	26	0.52	0.53	3.2	12.2	0.52	1.2	12.3
33	33	69	5.372315	1.1	0	4.105447	3.7	33	2.5	2.5	3.7	0	2.5	3.7	0
36	17	76	5.763313	0.9	0	5.198056	3.4	33	0	0.00752057	3.4	0	-0.00695013	2	0
48	source	13	5.845971	0.03	0	5.483538	3	39.7	1.1	1.4	3.4	0	1.1	0.03	0
18	69	34	4.51354	1.1	0	4.103266	3.7	0.1	2.5	2.5	3.7	0	2.5	3.7	0

59	76	37	5.642162	1.2	0.1	5.198044	3.4	0.1	0	5.15636e-005	3.4	0	-4.7795e-005	4.1	0
60	77	41	4.619966	1.2	0	4.194927	3.5	0.1	2	2	3.5	0	2	3.4	0
69	27	28	5.65969	0.71	0	5.306483	3.1	26	0.78	0.79	3.2	26	0.78	1.2	19.5
34	35	70	4.51567	1.1	0	4.16184	3	0.1	2.5	2.5	3.2	0	2.5	3.3	0
20	31	36	4.523104	1.2	0	4.149353	3.7	0.1	2.5	2.5	3.8	0	2.5	3.7	0
13	18	19	5.631983	1.3	0.1	5.237381	3.1	0.1	0	3.93076e-005	5.1	0	-4.1116e-005	5	0
37	32	35	5.374445	1.1	0	4.164	3	33	2.5	2.5	3.8	0	2.5	1.2	0
51	38	31	5.38188	1.1	0	4.151539	3.7	33	2.5	2.5	3.8	0	2.5	1.8	0
19	53	18	5.763313	0.88	0	5.237387	3.1	33	0	0.0068672	1.9	0	-0.00747657	2.4	0
10	51	78	5.763313	0.99	15.5	5.364249	3.2	22	0	0.00514032	3.6	0	-0.00466392	3	0
14	13	1	5.799947	0.96	0	5.427445	3.1	31.6	1.1	1.1	3.4	28.5	1.1	1.3	30.3
16	14	15	5.748242	0.97	0	5.165266	3.3	33	0	0.01	3.3	0	-0.01	3.3	0
17	15	16	5.650659	1.3	0.1	5.165149	3.3	0.1	0	4.92805e-005	3.3	0	-4.91816e-005	3.3	0
21	1	23	5.763313	0.96	0	5.41118	3.1	13	1.1	1.1	3.9	0	1.1	4.3	4.7
25	20	21	5.653108	1	0.1	3.949139	3	0.1	0	2.5	3	0	0	0	0
39	40	42	5.692203	1.3	0.1	5.19375	3.3	0.1	0	7.46799e-005	3.6	0	-7.32061e-005	3.6	0
42	43	44	5.658027	1.3	0.1	5.242483	3.4	0.1	0	4.66326e-005	3.4	0	-4.57122e-005	3.3	0
44	45	46	5.622503	1.3	0.1	5.19366	3.3	0.1	0	3.41953e-005	4.1	0	-3.5534e-005	4.1	0

46	47	48	5.616474	1.2	0.1	5.201616	3.3	0.1	0	3.96576e-005	6.7	0	-4.08311e-005	6.7	0
49	50	52	5.616474	1.2	0.1	5.163432	3.2	0.1	0	3.67346e-005	3.2	0	-3.89127e-005	3.1	0
52	56	58	5.616474	1.3	0.1	5.197202	3.3	0.1	0	3.54661e-005	4.4	0	-3.79974e-005	4.4	0
58	62	40	5.763313	0.96	0	5.193969	3.3	33	0	0.01	1.5	0	-0.01	1.5	0
61	63	20	5.799947	0.96	0	3.952473	3	33	0	2.5	3	0	0	0	0
63	65	45	5.763313	0.87	0	5.193705	3.3	33	0	0.00679133	3.3	0	-0.0058108	3.4	0
64	66	47	5.763313	0.94	0	5.201671	3.3	33	0	0.0066576	2.3	0.9	-0.00725329	2.4	0
65	67	50	5.763313	0.96	0	5.163467	3.2	33	0	0.00626711	3.3	0	-0.00649286	2.3	0
66	68	56	5.763313	0.98	0	5.197222	3.3	33	0	0.00640125	4.5	0	-0.00680212	4.4	0
12	2	43	5.763313	0.94	0	5.242491	3.4	33	0	0.00775386	1.3	0	-0.00833535	1.3	0
11	10	11	5.763313	1	31.6	5.368895	3.2	0	0	0.00439795	3.7	0	-0.00384708	1.4	0
15	11	12	5.763314	1.3	31.6	5.364537	3.2	20.8	0	0.00332677	3.7	0	-0.00261694	1.4	0
35	39	49	5.616475	1.3	0.1	5.152224	3.1	0.1	0	5.36312e-005	4.7	0	-5.32949e-005	4.7	0
38	25	59	5.616474	1.3	0.1	5.172913	3.1	0.1	0	3.34121e-005	4	0	-3.45519e-005	4	0
41	22	60	5.616474	1.3	0.1	5.197845	3.2	0.1	0	3.26339e-005	4.4	0	-3.29669e-005	4.3	0
43	64	22	5.763313	1	0	5.197849	3.2	33	0	0.0059066	3.6	0	-0.00629786	1.6	0
45	71	25	5.763313	1	0	5.172923	3.1	33	0	0.00654999	3.8	1.5	-0.00689013	3.9	0.5
31	72	73	4.562004	1.3	0	4.173065	3.3	0.1	2.5	2.5	3.3	0	2.5	3.4	0

47	74	72	5.397546	0.71	0	4.175266	3.3	33	2.5	2.5	3.3	0	2.5	1.3	0
22	75	39	5.763314	1.3	0	5.152234	3.1	33	0	0.01	3.6	0	-0.00925308	2.7	0
32	78	10	5.763313	1	12.9	5.365156	3.2	0	0	0.00436198	3.6	5	-0.00378093	1.4	0
40	55	77	5.671781	0.76	0	4.197774	3.5	33	2	2	3.5	0	2	3.4	0
3	30	29	5.636589	1.1	26	5.290733	3.2	0	-0.26	-0.26	1.2	26	-0.26	3.2	26

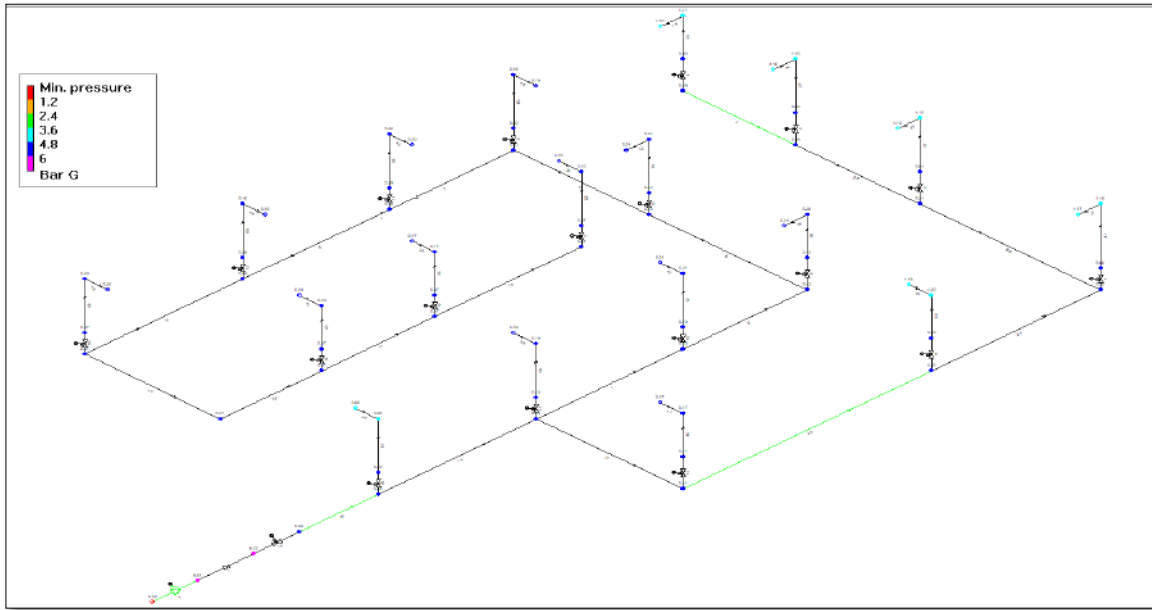


Figure 36 ; pression minimaux du nodes

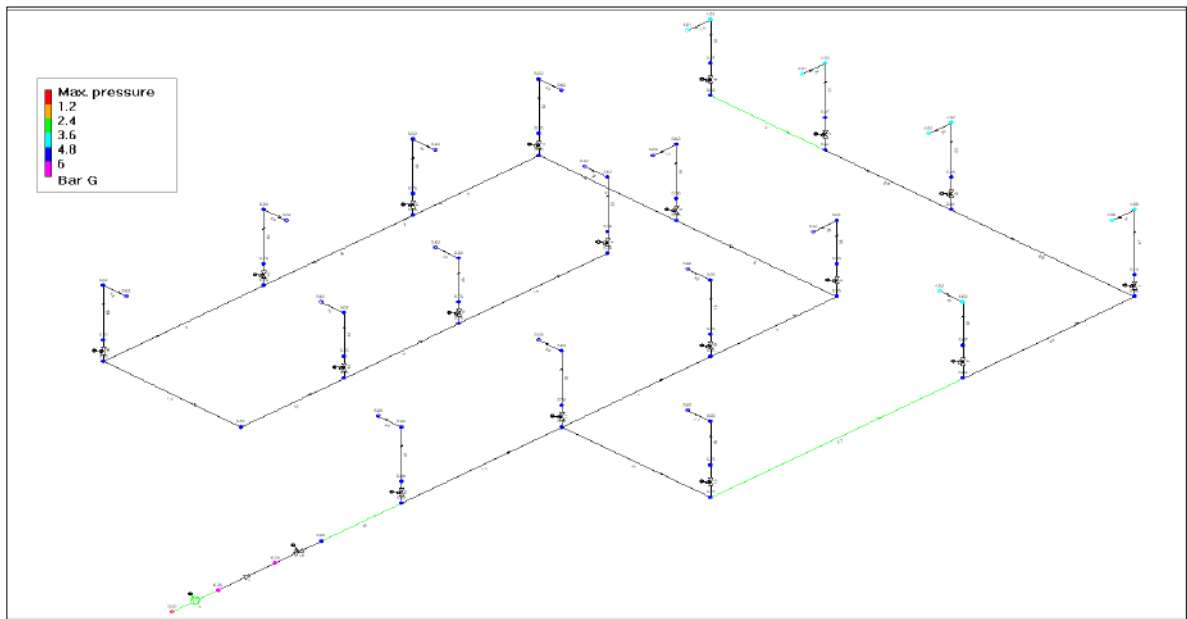


Figure37 : pression maximal du node

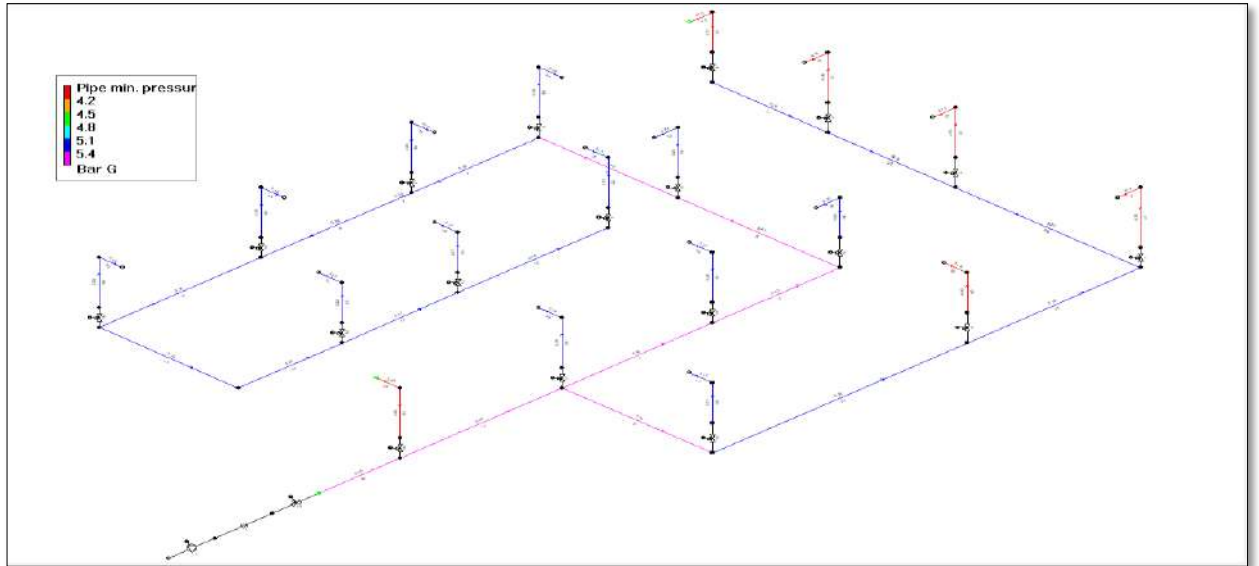


Figure38 : pression minimal du pipes

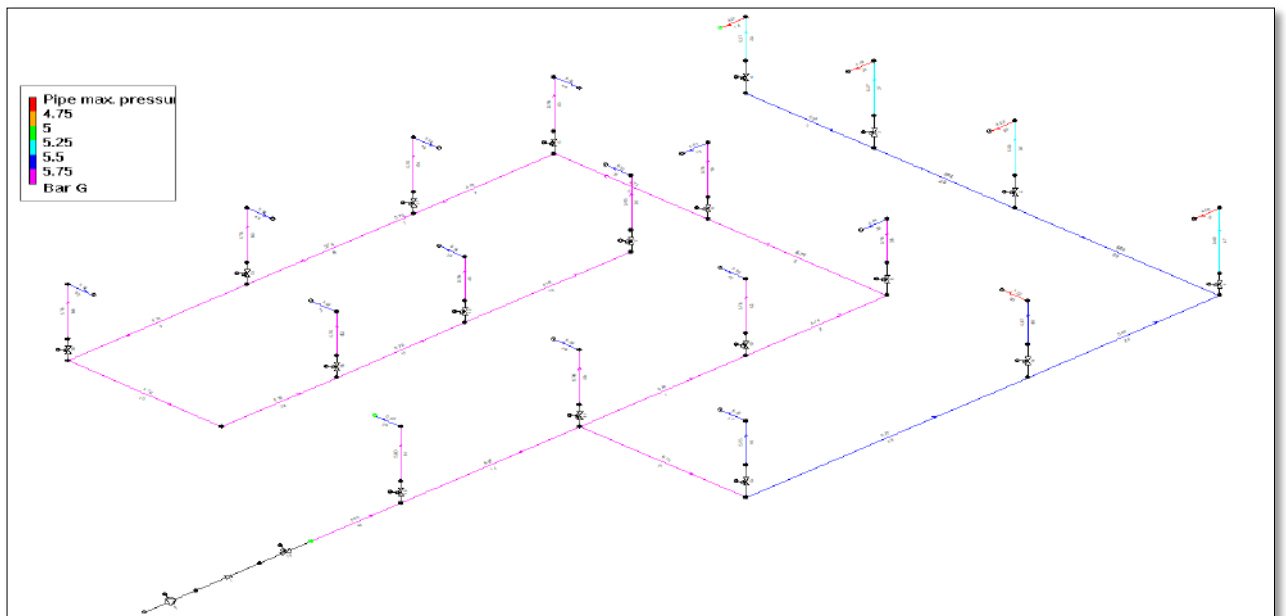


Figure39 : pression maximal du pipes

Résultats des graphiques

Pression de sortie au node 34 :

Le graphique représente les variations de pression au niveau de la node 34 en fonction du temps, où l'on observe une baisse de pression de **4,51 bars** à **4,1bars** en 2 secondes.

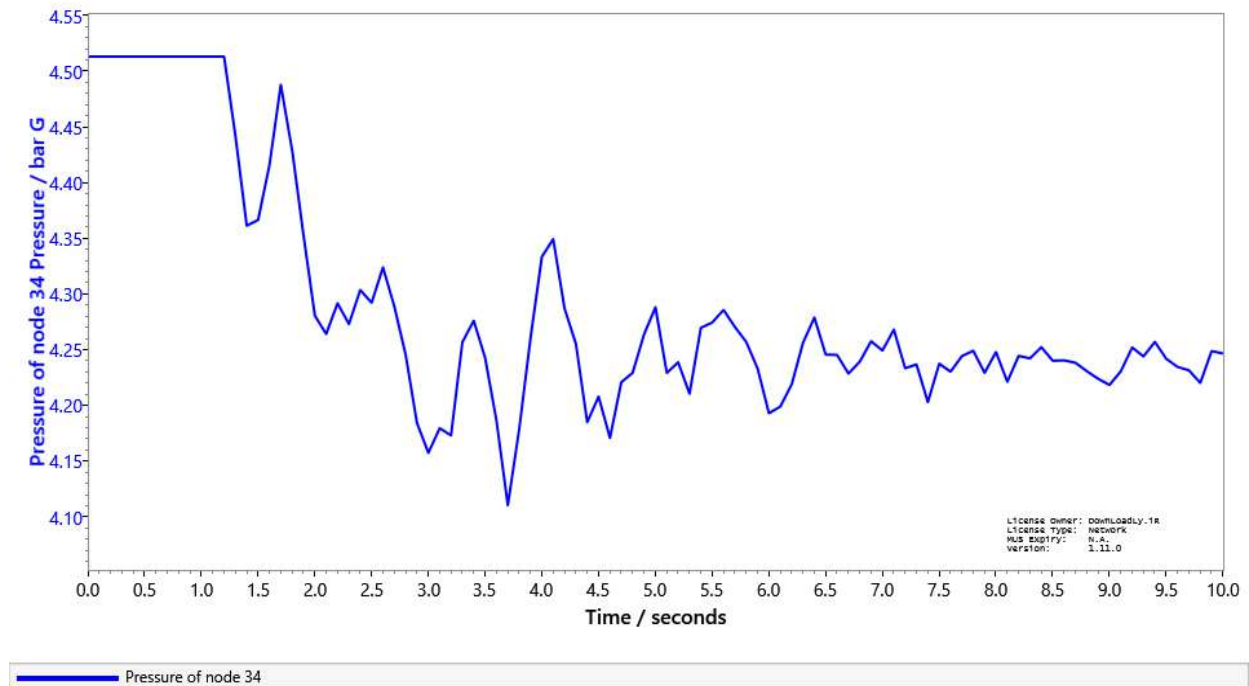


Figure 40 : graph de pression au niveau du node 34

Pression et débit de sortie au pompe -A :

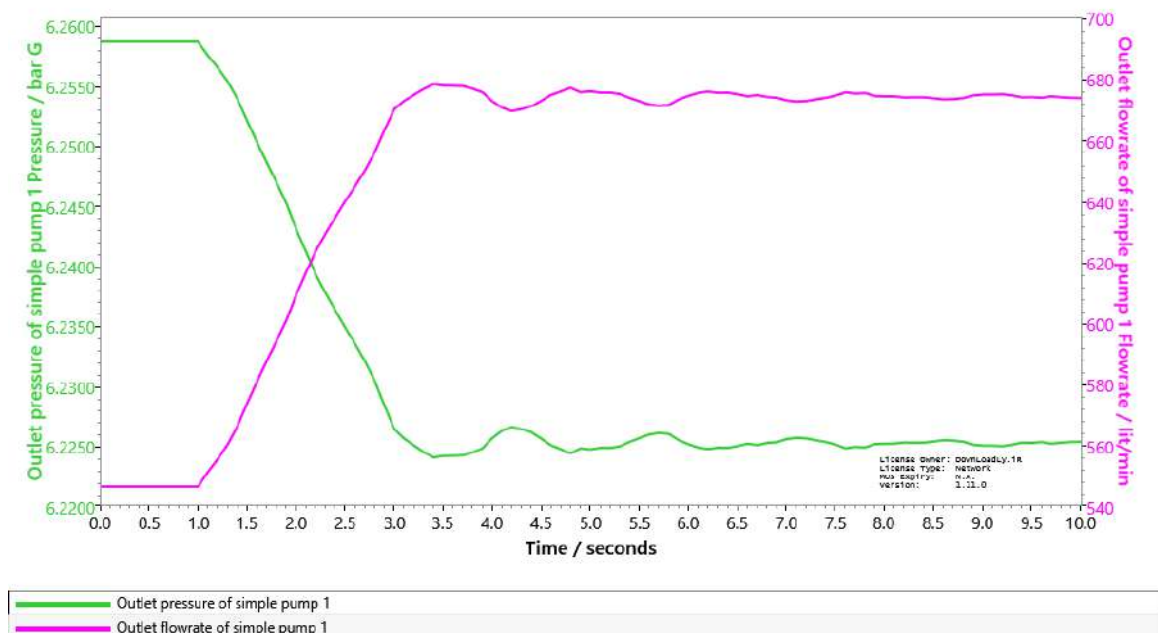


Figure41 : graph de pression et débit au niveau du pompe_A

- Le graph ci-dessus représente les variations de pression et de débit en fonction du temps, où l'on observe une relation inverse proportionnelle, où la pression diminue et le débit augmente, cela pendant 2 secondes, puis la pression se stabilise à **6,22bar** tandis que le débit se stabilise à **675 l/min**.

Pression et débit au niveau de la pipe 48 :

Le graphique représente les variations de pression et de débit pour le tuyau numéro 48 au fil du temps, où l'on observe une diminution de la pression de 5.8 à 5.5, correspondant à une augmentation du débit de 546 à 675, cela pendant 2 secondes, puis les valeurs de pression et de débit ont été stabilisées.

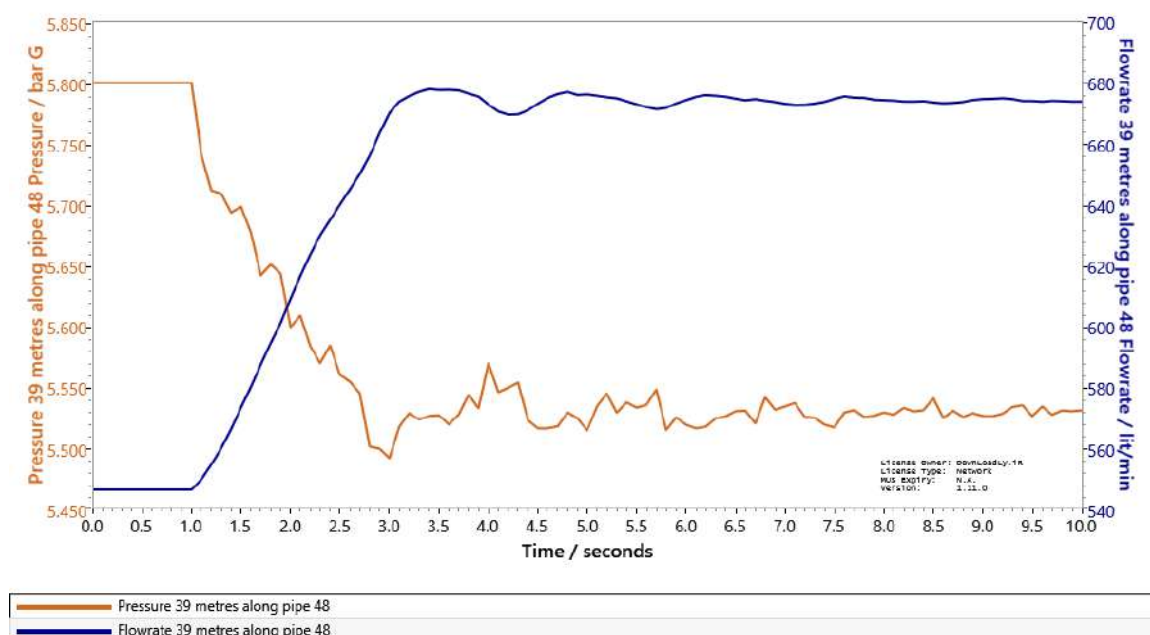


Figure 42 : graph de pression et débit au niveau du pipe 48

Conclusion

Dans le cadre de ce chapitre, après avoir conçu un système de lutte contre les incendies et effectué les calculs à l'aide du logiciel PIPENET nous avons obtenu les valeurs de pression et de débit nécessaires pour les tuyaux, les pompes et les vannes pendant des périodes de temps spécifiques, conformément aux règles de l'APSAD, afin d'obtenir un réseau d'extinction des incendies efficace.

Conclusion générale

Les résultats de cette étude ou de cette note indiquent que le système de lutte contre l'incendie, comprenant les tuyaux et les conduites verticales, joue un rôle majeur et efficace dans la prévention des incendies. Dans cette étude, nous avons expliqué comment concevoir et construire un réseau de lutte contre l'incendie conformément aux règles de l'APSAD.

Ensuite, nous avons créé un réseau de lutte contre l'incendie selon les règles mentionnées, en utilisant le logiciel PIPENET pour les étapes spécifiques de la conception du réseau et la saisie des données relatives aux tuyaux et aux équipements, puis nous avons effectué les calculs, obtenu les résultats et ajouté quelques commentaires.

L'utilisation du logiciel PIPENET montre qu'il est l'un des meilleurs logiciels d'aide aux calculs hydrauliques, permettant de déterminer les valeurs de pression, de débit et de vitesse des fluides, en plus de se conformer aux règles de l'APSAD, etc.

En conclusion, les résultats obtenus permettent de dire que le réseau de lutte contre l'incendie est crucial pour sauver des vies et éviter de grands dommages causés par les incendies.

RÉSUMÉ

L'objectif de cette étude est de concevoir un réseau de lutte contre les incendies pour un atelier, comprenant un système de tuyauterie verticale et un système de tuyaux, conformément aux règles APSAD R5. Par conséquent, avant la conception, il est nécessaire de comprendre les concepts et les règles de base de cette conception.

Tout d'abord, le premier chapitre a été présenté sous le titre "Réseau de lutte contre les incendies et normes générales associées". Dans la première section, nous avons abordé les concepts de base concernant les incendies, puis dans la deuxième section, nous avons fourni des explications et des informations sur la mécanique des fluides liée au sujet. Enfin, dans la troisième section, les règles de conception de ce type de réseau de lutte contre les incendies conformément aux règles APSAD R5 ont été exposées.

Deuxièmement : un chapitre intitulé "Construction d'un réseau de lutte contre les incendies et calculs hydrauliques" a été élaboré. Nous avons présenté un premier chapitre comprenant une définition et des informations spécifiques sur la société nationale de production d'électricité où le stage pratique a été effectué, ainsi qu'un deuxième chapitre qui présente le logiciel PIPENET.

Enfin, le réseau de lutte contre les incendies spécifiques à l'atelier a été conçu à l'aide du logiciel PIPENET. Les calculs ont été effectués, les résultats ont été fournis et des annotations y ont été ajoutées.

Les mots clés : réseau anti-incendie, RIA, règle APSAD R5, logiciel PIPENET.

ABSTRACT

The purpose of this study is to design a fire suppression network for a workshop, incorporating a vertical pipe system and hose system according to APSAD R5 rules. Therefore, prior to the design, it is essential to understand the fundamental concepts and rules of this design.

Firstly, the first chapter titled 'Fire Suppression Network and General Standards' was presented, where we discussed basic concepts regarding fires in the first section, followed by providing explanations and information about fluid mechanics related to the subject in the second section. The third section presented the design rules for this type of fire suppression network according to APSAD R5 rules.

Secondly, a chapter was dedicated to the construction of the fire suppression network and hydraulic calculations. We introduced an initial chapter that included a definition and specific information about the National Electricity Production Company, where the practical internship was conducted. Additionally, a second chapter introduced the PIPENET software.

Finally, the fire suppression network specifically designed for the workshop was created using the PIPENET software. Calculations were performed, results were provided, and annotations were included."

Keywords: firefighting network, armed with fire tap, APSAD rule, PIPENET software

خلاصة

الهدف من هذه الدراسة هو تصميم شبكة إطفاء ضد الحرائق من نوع نظام الأنابيب الرأسية ونظام الخرطوم لورشة عمل وهذا وفق قواعد APSAD، لذلك قبل التصميم وجب معرفة المفاهيم والقواعد الأساسية لهذا التصميم.

فأولا تم تقديم الفصل الأول بعنوان شبكة إطفاء الحرائق ومعايير عامة حولها حيث عرجنا في القسم الأول على مفاهيم أساسية حول الحرائق ثم في القسم الثاني ذكرنا بعض الشروح والمعلومات حول ميكانيك الموائع فيما يخص الموضوع، وفي القسم الثالث تم عرض قواعد تصميم هذا النوع من شبكة إطفاء الحرائق وفق لقواعد APSAD.

ثانيا: تم وضع فصل بعنوان إنشاء شبكة إطفاء الحرائق والحسابات الهيدروليكية بحيث قدمنا فصلا أوليا يضم تعريف ومعلومات خاصة بالشركة الوطنية لإنتاج الكهرباء التي تم إجراء التربص التطبيقي بها، بالإضافة إلى فصل ثاني يعرف ببرنامج PIPENET.

وفي الأخير تم تصميم بواسطة برنامج PIPENET شبكة إطفاء الحرائق خاصة بورش عمل والقيام بالحسابات وإعطاء النتائج وإدراج تعليقات عليه.

كلمات مفتاحية: شبكة إطفاء ضد الحرائق, الأنابيب الرأسية, قواعد APSAD برنامج PIPENET.

Références bibliographiques

- [1]. www.perfotec.tn/vente/detection-incendie/detecteur-adressable/detecteur consulté le 21/05/2023 À 19:25.
- [2]. www.editions-tissot.fr/guide/definition/incendie. Consulté le 03/06/2023 à 13:53.
- [3]. www.tech-alim.univ-lille.fr consulté 3/06/2023 à 21:25.
- [4]. processs.free.fr Consulté le 21/05/2023 à 18:47.
- [5]. Théberge, M.-C., *GUIDE - Analyse de risques d'accidents technologiques majeurs* Mai 2000.
- [6]. www.toppr.com/guides/chemistry/combustion-and-flame/introduction-and-types-of-combustion/. Consulté le 3/06/2023 à 19:40.
- [7]. www.nfpa.org Consulté le 04/05./2023 à 13.00.
- [8]. www.universalis.fr Consulté le 04/05/2023 à 12:46.
- [9]. DAVID, P., *Contribution à l'analyse de sûreté de fonctionnement des systèmes complexes en phase de conception: application à l'évaluation des missions d'un réseau de capteurs de présence humaine*, 2009, Université d'Orléans.
- [10]. www.batpi.fr Consulté le 28/04/2023 à 00:42.
- [11]. www.scamac-immmo.com Consulté le 10/06/2023 à 20:57.
- [12]. www.nexecur.fr Consulté le 21/05/2023 à 18:42.
- [13]. www.preventica.com Consulté le 28/04/2023 à 01:10.
- [14]. www.profinnovant.com Consulté le 03/06/2023 à 12:41.
- [15]. Sarah, A., *Etude sécuritaire d'un réseau anti-incendie par la combinaison des méthodes AMDEC et ADD –Cas d'étude : (Poval)*, 2022, UNIVERSITE YAHIA FARES DE MEDEA.
- [16]. MENON, E.S., *piping calculation manual*, in *piping calculation manual*. p. 101.
- [17]. www.sonelgaz.dz. Consulté le 15/06/2023.
- [18]. www.inrs.fr. Moyens fixes de lutte contre l'incendie –Stockages de liquides inflammables et de gaz inflammables liquéfié 2016 consulté le 03/06/2023 à 11:52.
- [19]. www.nullifire.com/fr consulté le 3/06/2023 à 12:39 .
- [20]. www.defonline.com. consulté le 21/05/2023.

[21]. *R5 RÈGLE D'INSTALLATION Robinets d'incendie armés*, C.E.S.S. Éditions, Editor.

[22]. www.preventica.com/dossier-risque-incendie-causes-consequences.php. consulté le 3/6/2023 à 18:30.

[23]. www.spe.dz consulté le 15/6/2023 à 19:33.

[24]. documentes privé de l'entreprise unité SPE HMN03.

[25]. www.sunrise-sys.com consulté le 15/06/2023 à 19:39.