



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique

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

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

Département de Sécurité Industrielle & Environnement

MÉMOIRE

Pour l'obtention du diplôme de Master
Filière : Hygiène et sécurité industrielle
Spécialité : Sécurité prévention intervention

Thème

Etude d'un système hydraulique réseau anti-incendie pour l'école de feu IMSI

Mémoire déposé

BOUKAAZA Abdelrahmane Yassine

ALLALI Mohamed El Amine

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom	Grade	Etablissement	Qualité
TAHRAOUI Mohamed	MAA	Univ Oran 2	Président
LALAOUI Mohamed Amine	MAA	Univ Oran 2	Examinateur
BENATIA Noureddine	MAA	Univ Oran 2	Encadreur

Année : 2021-202

Dédicaces

Tout d'abord, je voudrais remercier indéniablement et de façon inoubliable le plus gracieux et le plus compatissant ALLAH, qui m'a fourni beaucoup de bénédictions qui ne peuvent jamais être comptées.

Je dédie ce modeste travail accompagné d'un profond amour :

*À la prunelle de mes yeux, ma source de force, **ma mère**, quoi que je fasse ou que je dise, je ne saurai point te remercier comme il se doit. Puisse Dieu, le très haut, Vous accorde santé, bonheur et longue vie.*

*À mon très cher **père**, ton soutien fut une lumière dans tout mon parcours. Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime et le respect que j'ai toujours eus pour toi.*

À mes chères sœurs, Imane, Rabia et Ikram pour leur appui et leur encouragement et leur présence à mes cotes pendant ma vie.

*À mon binôme **Yassine**, pour tous les moments Inoubliables que nous avons passés ensemble.*

À mes amis Ilyes, Mohamed, Walid, Med Hbaitri, Maamar, Dahman, Kada, Rahim et tous ceux que j'ai oublié.

Amine

Dédicaces

*Je tiens vivement, à dédier ce travail en signe de respect et de reconnaissance :
Aux deux personnes très chères qui ont partagés mes joies et mes peines, qui ont été
toujours à mes côtés, qui ont fait de moi ce que je suis aujourd'hui :*

ma mère et mon père.

A ma sœur et mes frères.

A tous mes proches sans exception.

*A mon binôme **Amine**.*

Et à tous mes amis

A, H, Y, N, T, S.

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

Yassine

Remerciements

Nous tenons à remercier Dieu « Allah » de nous avoir donné le courage pour mener à terme ce modeste travail.

*Nous tenons à remercier notre promoteur Mr **BENATIA Noureddine** d'avoir accepté de nous encadrer tout au long de ce travail malgré ses nombreuses charges.*

*Toutes nos expressions de respect à **TAHRAOUI Mohamed** qui nous a fait l'honneur par sa présence en qualité de président de jury.*

*Nos sincères considérations et remerciements sont également exprimés à **LALAOUI Mohamed Amine**. A qui a accepté d'examiner ce travail.*

Année 2022

Résumé

Les risques d'incendie et d'explosion sont des sujets permanents de préoccupation pour de nombreuses industries. En effet, les incendies et les explosions sont à l'origine de blessures graves voire de décès, et de dégâts matériels au sien de l'industrie en général et l'industrie pétrolière et gazière en particulier. Mais aussi dans les centrales de production de vapeur. En effet, pour éviter ce type de risque le personnel de lutte contre les faux et l'étudiant doit développer une démarche de prévention pour éviter ce type de risque, cas d'étude l'ancienne école de feu située à l'Institut de Maintenance et de sécurité Industrielle.

Notre étude consiste à identifier la démarche opérationnelle du réseau anti incendie de l'école à feu de l'IMSI.

Mots clé : réseau incendie, sécurité, école de feu.

Abstract

Fire and explosion hazards are ongoing concerns for many industries. Indeed, fires and explosions cause serious injury or death, and property damage to industry in general and the oil and gas industry in particular. But also, in steam production plants. In fact, to avoid this type of risk, the student must develop a preventive approach to avoid this type of risk, as is the case with the former fire school located at the Institute for Maintenance and Industrial Safety.

Our study consists of identifying the operational approach of the firefighting network of the fire school of IMSI.

Key words: fire network, security, fire school.

ملخص

تعتبر مخاطر الحرائق والانفجار من الاهتمامات المستمرة للعديد من الصناعات. وبالفعل تسبب الحرائق والانفجار إصابات خطيرة أو وفيات وأضراراً بالمتلكات للصناعة بشكل عام وصناعة النفط والغاز بشكل خاص. ولكن أيضاً في مصانع إنتاج البخار. في الواقع، لتجنب هذا النوع من المخاطر، يجب على الطالب تطوير نهج وقائي لتجنب هذا النوع من المخاطر، كما هو الحال مع مدرسة الإطفاء السابقة الموجودة في معهد الصيانة والسلامة الصناعية.

تتكون دراستنا من تحديد النهج التشغيلي لشبكة مكافحة الحرائق لمدرسة الإطفاء والتي تقع حالياً في معهد الصيانة والامن الصناعي.

الكلمات المفتاحية : شبكة الحرائق, الامن, مدرسة الاطفاء.

Liste des abréviations

APSAD	Assemblée plénière de sociétés d'assurances dommages (en France)
BLEVE	Boiling liquid expanding vapor explosion
CCHST	Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail
DENFC	Dispositifs d'évacuation naturelle de fumée et de chaleur
DGPC	Direction générale de la protection civile
DM	Déclencheurs manuels
DPC	Direction de protection civile
EA	Equipement d'alarme
ERP	Etablissements recevant du public
IGH	Immeuble de grande hauteur
INRS	Institut national de recherche et de sécurité (en France)
ISO	Organisation internationale de normalisation
LIE	Limite inférieure d'explosivité
LSE	Limite supérieure d'explosivité
NFPA	National fire protection association
RIA	Robinet d'incendie armé
SDI	Système de détection incendie
SDIS	Service départemental d'incendie et de secours
SMSI	Système de mise en sécurité incendie
SPK	Sprinkleur
SSI	Système de sécurité incendie
HSE	Hygiène et sécurité environnement
API	Agent de prévention et intervention
SDSR	Santé et droits sexuels reproductifs
BI	Bouche d'incendie
PI	Poteaux d'incendie
NPSH	Nete positive suction head

Unités et symbole

Symbole	Définition	Unités (SI)
A	Surface de la section transversale	[m ²]
Ce	Pourcentage en eau	[%]
C _{HW}	Coefficient de Hazen-Williams	sans dimension
g	Accélération de la pesanteur	[m/s ²]
J _{HL}	Pertes de charge linéaire	[m/m]
G _{PL}	Pertes de charge linéaire	[Pa] ou [N/m ²]
J _{HS}	Pertes de charge singulière	[m/m]
J _{PS}	Pertes de charge singulière	[Pa] ou [N/m ²]
K	Coefficient propre à chaque tronçon	sans dimension
L	Longueur de la conduite	[m]
Pa	Puissance absorbée par la pompe	[w]
Q _v	Débit volumique	[m ³ /s]
R _h	Rayon hydraulique	[m]
S'	Représente la perte de charge par unité de longueur	[m/m]
V	Vitesse d'écoulement	[m/s]
D	Le diamètre de la conduite	[m].
R _e	Nombre de Reynolds	sans dimension
ΔH	La perte de charge totale	[m].

Autres symbol

symboles	Définition	Unités (SI)
η	Rendement de la pompe	[%]
ρ	Masse volumique de l'eau	[kg/m ³]
ξ	Coefficient de pertes de charge singulière	sans dimension
λ	Coefficient de pertes de charge linière	sans dimension
ν	La viscosité cinématique du fluide	[m ² /s].

Liste des figures

Figure 1.1 : Principales causes des incendies en milieu industriel.....	03
Figure 1.2 : Triangle du feu.....	04
Figure 1.3 : Composition de l'air	05
Figure 1.4 : Développement d'incendie	06
Figure 1.5 : Propagation par conduction	10
Figure 1.6 : Propagation par convection	10
Figure 1.7 : Propagation par rayonnement	11
Figure 1.8 : Propagation par déplacement.....	11
Figure 1.9 : Hexagone d'explosion	14
Figure 2.1 : Système de Sécurité Incendie	16
Figure 2.2 : Fonctionnement du Système de Sécurité Incendie	17
Figure 2.3 : Détecteur automatique	17
Figure 2.4 : Déclencheurs manuels	19
Figure 2.5 : Les différents extincteurs.....	20
Figure 2.6 : Extincteurs à pression permanente	21
Figure 2.7 : Extincteurs à pression auxiliaire.....	21
Figure 2.8 : Extincteurs à eau en jet pulvérisé avec ou sans additif.....	23
Figure 2.9 : Distances d'attaque pour les extincteurs à eau	24
Figure 2.10 : Extincteurs à mousse	24
Figure 2.11 : Extincteurs à poudre	25
Figure 2.12 : Distance d'attaque pour les extincteurs à poudre	26
Figure 2.13 : Extincteurs au dioxyde de carbone (CO_2).....	26
Figure 2.14 : Distance d'attaque pour les extincteurs au dioxyde de carbone	27
Figure 2.15 : Emplacement des extincteurs	29
Figure 2.16 : Robinets d'incendie armé R.I.A	30
Figure 2.17 : Les composants de R.I.A	30
Figure 2.18 : L'installation de R.I.A	31
Figure 2.19 : Les hydrants.....	32
Figure 2.20 : Implantation d'une bouche incendie.....	34
Figure 2.21 : Implantation d'un poteau incendie	36
Figure 2.22 : Colonne sèche	37

Figure 2.23 : Colonne humide.....	39
Figure 2.24 : Exemple d'un système sprinkleur.....	41
Figure 2.25 : Installation sprinkleur	41
Figure 2.26 : Fonctionnement d'une installation d'extinction par sprinkleur.....	42
Figure 2.27 : Illustration d'un feu d'incendie dans un bâtiment avec et sans	45
Figure 2.28 : Désenfumage naturel en toiture	46
Figure 2.29 : Désenfumage naturel en façade	47
Figure 2.30 : Désenfumage mécanique	48
Figure 3.1 : Schéma de conduite d'eau d'alimentation.....	52
Figure 3.2 : Pompe diesel.....	53
Figure 3.3 : Pompe électrique	53
Figure 3.4 : Pompe Jockey	54
Figure 3.5 : Les vannes de sectionnement de réseau d'incendie.....	54
Figure 3.6 : Les Clapets anti-retour.....	55
Figure 3.7 : Les Indicateurs de pression.....	55
Figure 3.8 : Armoire d'incendie.....	56
Figure 3.9 : Le poteau d'incendie (Hydrant).....	57
Figure 3.10 : Robinet d'incendie armé (RIA).....	58
Figure 3.11 : Monitor	58
Figure 3.12 : Générateur de déversoir à mousse	60
Figure 3.13 : Déversoir à mousse.....	60
Figure 3.14 : Simulation d'incendie de wagon-citerne	62
Figure 4.1 : Les types écoulements selon le Nombre de Reynolds (Re)	66
Figure 4.2 : Caractéristiques de l'installation	72
Figure 4.3 : Résultats des projections dans le diagramme de Moody	74
Figure I : De la partie pratique : DCT 1208 google earth	79

Liste des tableaux

Tableau 1.1 : Quelques autres comburants.....	06
Tableau 1.2 : Classes de feux selon la norme européenne	07
Tableau 1.3 : Classes des feux selon CCHST	08
Tableau 2.1 : Classement de détecteur automatique	18
Tableau 2.2 : L'adaptation des agents extincteur aux classes de feux	22
Tableau 2.3 : Périodicité de vérification des extincteurs	29
Tableau 2.4 : Caractéristiques d'une bouche incendie	33
Tableau 2.5 : Caractéristiques d'un poteau incendie.....	35
Tableau 2.6 : Dimensions d'une colonne sèche	37
Tableau 2.7 : Dimensions d'une colonne humide	38
Tableau 3.1 : Le nombre de boîte à installer en fonction du diamètre du bac	59
Tableau 3.2 : Les types de feu de l'école	64
Tableau 4.1 : Valeur du C_{HW} selon le matériau(conduite).....	69
Tableau 4.2 : Les caractéristiques de pompe.....	71
Tableau 4.3 : Les caractéristiques de moteur	72
Tableau 4.4 : Tableau des résultats	76
Tableau I : De la partie pratique : Tableau personne	84

Liste des annexes

Annexe I : Les coefficients des pertes charge singulière des coudes	88
Annexe II : Les coefficients des pertes charge singulière des valves	89
Annexe III : Diagramme de Moody	90

Sommaire

Dédicaces

Remerciements

Résumés

Liste des figures

Liste des tableaux

Nomenclatures

Liste des annexes

Introduction générale.....1

Chapitre 01 : Généralité sur les feux.....2

1.1 Introduction2

1.2 Feu et l'incendie2

1.2.1 Définitions2

1.3 Causes de l'incendie3

1.3.1 Les causes liées à l'emploi d'énergie3

1.3.2 Les causes humaines.....4

1.3.3 Les causes naturelles4

1.4 Le triangle du feu.....4

1.5 Développement d'incendie6

1.6 Classes de feux7

1.7 Types d'incendie.....9

1.8 Propagation de l'incendie9

1.8.1 Facteurs de propagation.....9

1.8.2 Modes de propagation10

1.9 Effets de l'incendie11

1.9.1 Les conséquences sur l'homme11

1.9.1.1 Les gaz et fumées présentent les dangers suivants11

1.9.1.2 Les flammes et la chaleur12

1.9.1.3 On distingue trois catégories de brûlures.....12

1.9.2 Les conséquences sur les bâtiments.....12

1.10 Le phénomène d'explosion.....12

1.10.1 Généralités12

1.10.1.1 Explosion due à une réaction chimique13

1.10.1.2 Explosion due à une cause physique13

1.10.2 L'hexagone de l'explosion13

1.10.2.1 Conditions d'une explosion (l'hexagone de l'explosion).....13

Chapitre 02 : Les moyennes de lutte contre l'incendie	15
2.1 Les différents modes d'extinction	15
2.2 Les moyens de détection et d'intervention incendie	16
2.2.1 Systèmes de Sécurité Incendie (S.S.I.)	16
2.2.1.a Définition	16
2.2.1.b Fonctions	17
2.2.1.1 Le système de détection incendie (S.D.I)	17
2.2.1.1.a Les détecteurs automatiques	17
2.2.1.1.b Les déclencheurs manuels	18
2.2.1.1.c Le tableau de signalisation incendie (T.S.I.).....	19
2.2.1.2 Classement des équipements d'alarme	19
2.2.2 Le matériel de première intervention.....	20
2.2.2.1 Les extincteurs.....	20
2.2.2.1.1 L'extincteur d'incendie portatif.....	20
2.2.2.1.2 L'extincteur d'incendie mobile (sur roue).....	20
2.2.2.1.3 Les types d'extincteur.....	21
2.2.2.1.3.a Extincteurs à pression permanente.....	21
2.2.2.1.3.b Extincteurs à pression auxiliaire.....	21
2.2.2.1.4 Choix et catégories d'extincteurs.....	22
2.2.2.1.5 Les agents d'extinction	23
2.2.2.1.5.a Extincteurs à eau en jet pulvérisé avec ou sans additif	23
2.2.2.1.5.b Extincteurs à mousse	24
2.2.2.1.5.c Extincteurs à poudre	25
2.2.2.1.5.d Extincteurs au dioxyde de carbone (CO2).....	26
2.2.2.1.6 Autres agents extincteurs.....	28
2.2.2.1.6.a Les émulseurs.....	28
2.2.2.1.6.b Les gaz inertes	28
2.2.2.1.7 Mise en œuvre d'un extincteur.....	28
2.2.2.1.8 Emplacement et nombre d'extincteurs (Règle APSAD R4).....	29
2.2.2.1.9 Maintenance, entretien et vérification des extincteurs.....	29
2.2.2.2 Les robinets d'incendie armés (R.I.A.).....	30
2.2.2.2.1 Composants d'un R.I.A	31
2.2.2.2.2 L'alimentation	31
2.2.2.2.3 L'installation de R.I.A	32
2.2.2.2.4 Mise en service	32
2.2.2.2.5 Accessibilité et quantité.....	32
2.2.2.2.6 Vérification technique	33

2.2.3 Le matériel de deuxième intervention	33
2.2.3.1 Les bouches et poteaux incendie (HYDRANTS)	33
2.2.3.1.a Les bouches d'incendie (B.I)	34
2.2.3.1.a.1 Caractéristiques techniques.....	34
2.2.3.1.a.2 Implantation	35
2.2.3.1.b Les poteaux d'incendie (P.I).....	35
2.2.3.1.b.1 Caractéristiques techniques	35
2.2.3.1.b.2 Implantation.....	36
2.2.3.2 Les colonnes sèche et humide (en charge)	37
2.2.3.2.1 Les colonnes sèche	37
2.2.3.2.1.a Composition.....	37
2.2.3.2.1.b Entretien.....	39
2.2.3.2.2 Les colonnes humide (en charge)	39
2.2.3.2.2.a Composition.....	39
2.2.3.2.2.b Entretien.....	40
2.2.4 Le système sprinkleur	40
2.2.4.1 Le rôle d'un système sprinkleur	41
2.2.4.2 Les éléments d'un système sprinkleur	41
2.2.4.3 Principe de fonctionnement	43
2.2.4.4 Les types d'installations sprinkleur	44
2.2.4.5 Critères d'installation des sprinkleurs	45
2.2.4.6 Les référentiels	45
2.2.5 Désenfumage	45
2.2.5.1 Définition et objectifs	45
2.2.5.2 Principes et normes.....	46
2.2.5.3 Méthodes de désenfumage.....	46
2.2.5.4 Désenfumage naturel	47
2.2.5.5 Désenfumage mécanique.....	49
2.2.5.6 Systèmes de désenfumages.....	49
Chapitre 03 : Etude théorique du réseau anti-incendie et l'école de feu	51
3.1 Introduction	51
3.2 Historique	51
3.3 Les composantes de réseau anti incendie	52
3.3.1 Dispositions générales	52
3.3.2 Source en eau.....	53
3.3.3. Pompes principales du réseau incendie	53
3.3.4 Pompes auxiliaires.....	55

3.3.5 Accessoires de la tuyauterie du réseau d'incendie.....	55
3.3.5.1 Les Vannes de sectionnement.....	55
3.3.5.2 Les Indicateurs de pression.....	56
3.3.5.3 Les armoires d'incendie.....	57
3.3.6 Les prises d'eau	58
3.3.6.1 Les poteaux d'incendie (Hydrants).....	58
3.3.6.2 Robinets d'incendie armés (RIA)	59
3.3.6.3 Monitors.....	59
3.3.6.4. Couronnes d'eau	60
3.3.7 Réseau mousse.....	60
3.3.7.1 Boite à mousse.....	60
3.3.7.2 Générateur de déversoir à mousse	61
3.3.7.3 Déversoir à mousse.....	61
3.4. Méthode d'inspection	61
3.5. Mode opératoire.....	62
3.6. L'école à feu.....	63
3.6.1. Les missions de la sécurité	64
3.6.2. Le contenu de la formation.....	65
3.7 Les types de feux	66
Chapitre 04 : Dimensionnement de réseau d'incendie d'école à feu	67
4. Dimensionnement de réseau d'incendie d'école à feu l'IMSI	67
4.1. Généralité	67
4.1.1. Vitesse d'écoulement.....	67
4.1.2. Régime d'écoulement	67
4.1.3. Nombre de Reynolds	68
4.1.4. Viscosité	68
4.1.5. Rugosité.....	69
4.1.6. Equation de Bernoulli	69
4.2. Pertes de charge	69
4.2.1 Pertes de charge linéaires.....	69
2.2.2 Pertes de charge singulières.....	70
4.3. Equation expérimentale de Hazen-Williams	70
4.4. Relation entre le débit et la perte de charge (H) dans une conduite	71
4.5. Analyse des réseaux.....	73
4.6. Dimensionnement de notre motopompe.....	73
4.7. Application numérique	74
4.7.1. Dimensionnement de la conduite.....	74

4.7.2. Calcul la Vitesse d'écoulement :	74
4.7.3. Etude hydraulique.....	75
4.7.3.1. Calcul du nombre de Reynolds.....	75
4.7.3.2. Les pertes de charge linéaires J_{HL}	76
4.7.3.3. Les pertes charge singulière J_{HS}	77
4.7.3.4. Tableau de résultat.....	78
Partie Pratique.....	79
1. Introduction	79
2. Présentation de Naftal	79
3. Les missions de l'entreprise NAFTAL	80
4. HSE en Naftal.....	80
5. Présentation de dépôt carburants terre DCT 1208 El Bayadh.....	81
5.1 Présentation	81
5.2 Les produits commercialisés au niveau du CDT 1208 El Bayadh	82
6. Les Scenarios d'accident dans le DCT 1208 EL BAYADH	82
7. Les inconvénients au niveau de service HSE de centre 1208	83
8. La période de stage.....	83
9. Tableau personnel.....	84
Conclusion générale	85
Références bibliographiques	
Annexes	

Introduction générale

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

Le risque d'incendie est la préoccupation majeure des entreprises et contrairement à d'autres agents de détérioration, le feu peut causer des dommages graves et parfois irréparables à l'édifice ainsi que des interruptions majeures aux activités qui s'y déroulent et aux services qui y sont offerts, il peut également causer des blessures, et même la mort, chez les personnes. Il est donc important d'accorder la plus haute priorité possible à la prévention et à la lutte contre les incendies. Par conséquent, il faut consacrer tous les efforts possibles à limiter les risques qu'un incendie survienne et à réduire au minimum ces incidences. Si le coût de tels efforts peut sembler prohibitif, celui de l'inaction peut l'être encore plus ! Pour la protection contre les scénarii d'incendie, on utilise dans les installations gaz/huile un réseau fixe anti incendie pour objectif de contrôler ou limiter la propagation d'un incendie, contribuer à la protection de la vie humaine et réduire ou limiter les dommages causés aux : équipements de procédés, équipement de stockage, tuyauterie, et aux équipements de services inflammables. Le présent travail est divisé en quatre chapitres et une partie pratique :

Dans le premier chapitre, nous avons introduit une généralité sur les feux (les causes, les conséquences, les explosions)

Le deuxième chapitre, nous décrivons les types de moyens de lutte contre l'incendie et leurs caractéristiques et leurs fonctionnements.

Dans le troisième chapitre, consiste une description théorique du réseau incendie et l'école de feu les principes de base d'une installation anti-incendie et école de feu

Dans le quatrième chapitre, nous avons travaillé sur le dimensionnement de réseau d'eau d'école à feu de l'IMSI (vitesse, pression, pertes de charge ...)

Concernant notre stage au sein du centre de Naftal nous avons pu avoir des informations et des connaissances au sujet des installations et le fonctionnement de la structure chargé de la sécurité de centre et nous avons mentionné les inconvénients de centre et les évènements que nous traversées dans le stage.

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

Chapitre 01 : Généralité sur les feux**1.1 Introduction**

Les incendies représentent un défi économique, climatique et un danger qui menace la sécurité des employés aux lieux de travail. Chaque entreprise doit avoir des mesures pour qu'elle fasse face aux défis et dangers des incendies.

Dans ce premier chapitre nous allons présenter des généralités sur les incendies (ses origines, ses causes, son mode de propagation ...etc.).

1.2 Feu et l'incendie**1.2.1 Définitions**

Le feu est la manifestation visible de la combinaison d'un corps combustible avec un corps comburant en présence d'une énergie d'activation. Cette combinaison s'appelle la combustion. Cette combustion est caractérisée par une émission de chaleur accompagnée de fumées, de flammes ou des deux.

D'après l'ISO 13943, le feu fait référence à un processus de combustion auto-entretenu assuré pour produire des effets utiles et dont le développement est maîtrisé dans le temps comme dans l'espace.

Un incendie est un grand feu non maîtrisé ni dans le temps, ni dans l'espace qui, en se propageant rapidement et de façon incontrôlée, cause des dommages très importants sur le côté matériel et humain. Le processus de combustion est une réaction chimique d'oxydation d'un combustible par un comburant

1.3 Causes de l'incendie

Les causes peuvent être d'ordre énergétique, humain ou encore naturel

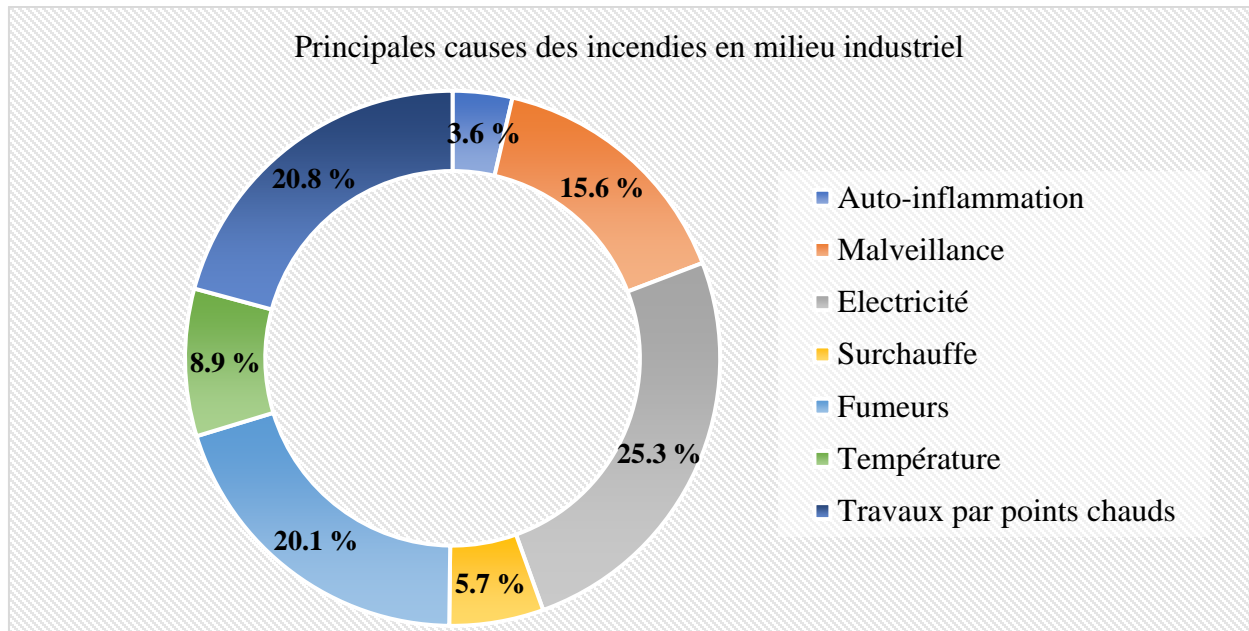


Figure 1.1 : Principales causes des incendies en milieu industriel [1]

1.3.1 Les causes liées à l'emploi d'énergie

- **Thermique** : surfaces chaudes, appareils de chauffage, flammes nues, travaux par points chauds ...

Les travaux par points chauds (soudage au chalumeau, oxycoupage...) sont des sources majeures de sinistres ; ils sont responsables d'environ un incendie sur trois.

- **Électrique** : étincelles, échauffement.... La vétusté, le caractère improvisé ou la surcharge de certaines installations entraînent des échauffements à l'origine de bon nombre de départs d'incendies (environ un incendie sur trois) ;
- **Électrostatique** : décharges par étincelles...L'électricité statique peut être à l'origine d'étincelles suffisamment énergétiques pour être une source d'inflammation.
- **Mécanique** : étincelles, échauffement... Les échauffements et les étincelles d'origine mécanique, résultant de friction, de choc et d'abrasion, ou de défaillances (roulements, paliers...) peuvent être à l'origine de températures très élevées et/ou de projections de particules incandescentes.

- **Chimique** : réactions exothermiques, auto-échauffement, emballement de réaction... Les réactions chimiques peuvent dégager suffisamment de chaleur pour être une source d'inflammation.

1.3.2 Les causes humaines

Un incendie peut survenir à cause des **négligences** ou des **malveillances** de certains employés, Il peut par exemple s'agir de cigarettes oubliées ici et là. Cela peut provoquer un incendie si l'extrémité de la cigarette est allumée (l'extrémité d'une cigarette allumée atteint 1000 °C lors de l'aspiration).

1.3.3 Les causes naturelles

Une **fermentation bactériologique** peut également chauffer un milieu, ce qui peut conduire à un incendie. Les conditions climatiques peuvent aussi être une source d'incendie, notamment **le soleil, la foudre**, etc. [18]

1.4 Le triangle du feu

Pour qu'un incendie puisse prendre naissance, il faut la présence conjuguée de 3 éléments : une source de chaleur, un matériau combustible, et du comburant (oxygène) .



Figure 1.2 : Triangle du feu

Source de chaleur : dans un bâtiment, cette source peut être constituée, par exemple, par un appareil de chauffage (chaudière, cuisinière, ou autres corps de chauffe), un appareil électrique, les agissements des occupants (fumeurs, ...), des sources extérieures (bâtiments voisins, conduites de gaz, véhicules, ...).

Matériaux combustibles : constitués, soit par le bâtiment en lui-même (contenant) soit par le contenu (qui peut être apporté par le locataire par son mobilier, tentures, ...). Lorsque le local n'a pas ou peu de contenu (cage d'escalier, hall, ...), seule la structure du bâtiment et surtout les revêtements des parois peuvent apporter des matériaux combustibles. Dans ce cas, la réaction au feu des matériaux de construction est déterminante. Par contre, dans les locaux d'habitations, il y a inévitablement des objets combustibles et souvent rapidement inflammables.

Comburant

- Oxygène de l'air

Le comburant le plus courant est l'oxygène de l'air, sa composition volumique dans l'air est approximativement la suivante :

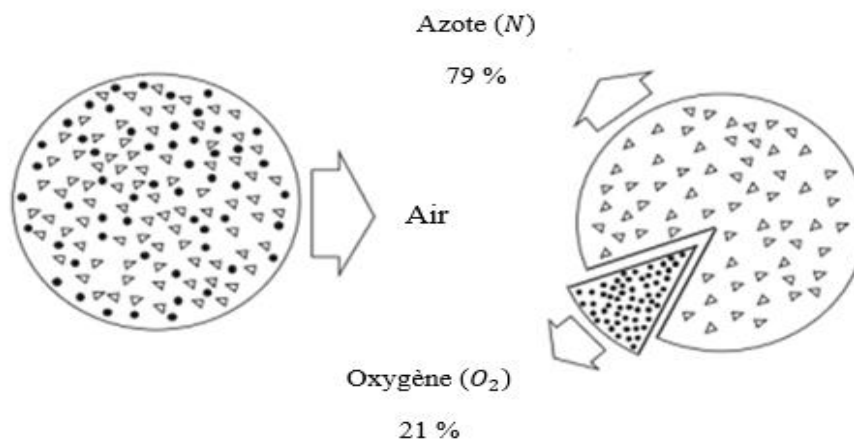


Figure 1.3 : Composition de l'air

L'oxygène est un comburant d'autant plus puissant que sa concentration est plus élevée dans le mélange gazeux.

- Autres comburants

Certains corps chimiques contenant ou non de l'oxygène sont des comburants car ils réagissent violemment avec les matières combustibles et organiques.

Nom	Formule	Nom	Formule
Protoxyde d'Azote	N_2O	Chlore	Cl_2
Monoxyde d'Azote	NO	Brome	Br
Trifluorure de Chlore	ClF_3	Nitrate de sodium	$NaNO_2$
Acide Nitrique	HNO_3	Peroxyde d'hydrogène (>70 %)	H_2O_2
Fluor	F	Chlorate de sodium	$NaCl_3$

1.5 Développement d'incendie

Pendant une première phase qui suit la naissance d'un incendie, la température s'élève lentement dans le local. Lorsque cette température atteint un certain niveau (200°C) et que les vitres cassent provoquant un important apport d'oxygène, on observe une deuxième phase où il y a une élévation rapide de la température, jusqu'à environ 800°C, conduisant à un embrasement général.

A ce moment, le contenu du local est perdu et on assiste à une troisième phase, durant laquelle il faut éviter que le feu se propage aux locaux voisins. [19]

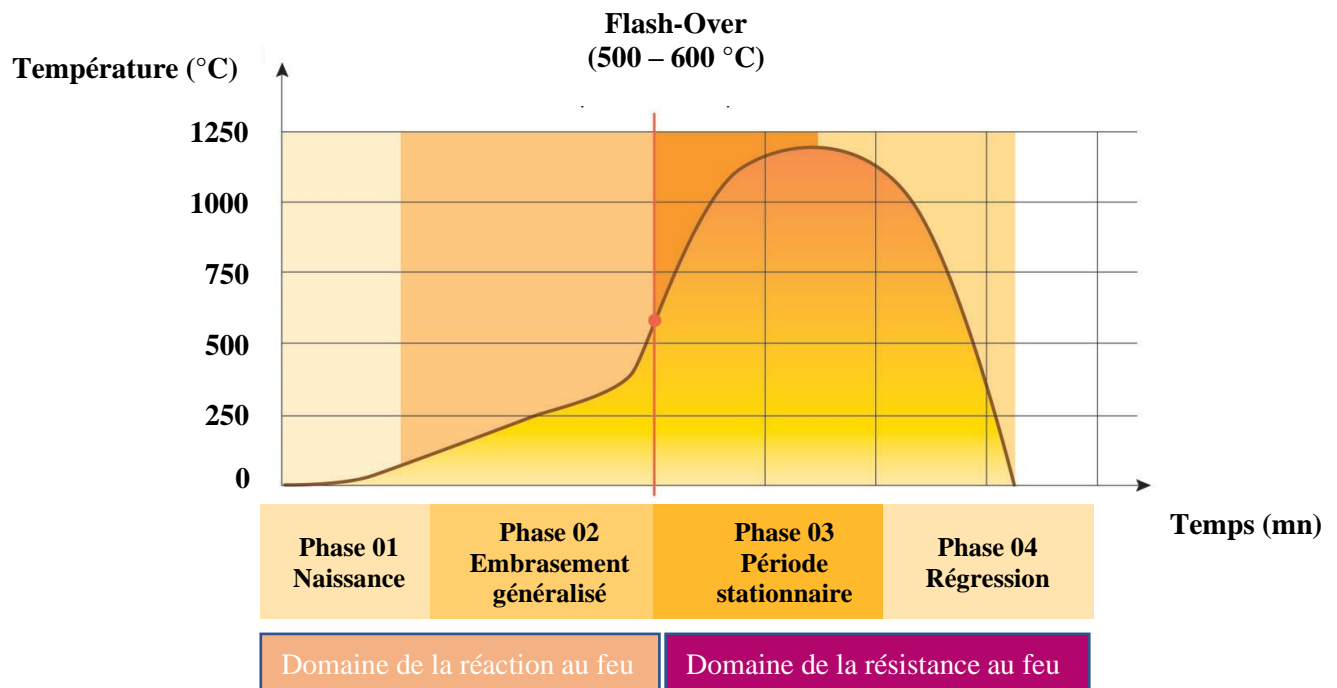







Figure 1.4 : Développement d'incendie





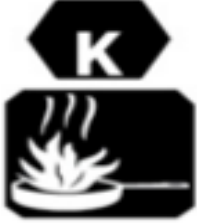
1.6 Classes de feux

L'ISO 3941 définissent des classes de feux suivant la nature du combustible. De ce fait, elle ne prévoit pas une classe particulière de feu présentant un risque électrique. Les désignations suivantes servent à identifier et à classer les feux en fonction de leur type et de l'efficacité de divers extincteurs ou agents extincteurs.

- Classe A : feux de matériaux solides, généralement de nature organique, dont la combustion se fait normalement avec formation de braises.
- Classe B : feux de liquides ou de solides liquéfiables.
- Classe C : feux de gaz.
- Classe D : feux de métaux (ISO 3941 édition 2007).
- Classe F : feux d'huiles et graisses végétales ou animales.

	Signalétique	Dénomination	Combustibles
Classe A		Feux de matériaux solides formant des braises. Aussi appelés « feux secs ».	Bois, papier, foin, coton, PVC, etc.
Classe B		Feux de liquide ou de solides liquéfiables. Aussi appelés « feux gras ».	Essence, alcool, solvants, plastiques, paraffine, peintures, etc.
Classe C		Feux de gaz	Le méthane, le butane, le propane, l'acétylène...
Classe D		Feux de métaux	Limaille de fer, copeaux d'aluminium, poussières métalliques, sodium, etc.
Classe F		Feux d'huiles et graisses végétales ou animales (Auxiliaires de cuisson)	Huiles, graisses alimentaires végétales et animales sur les appareils de cuisson.

Classes de feux selon CCHST (Centre Canadien d'Hygiène et de Sécurité au Travail)

Tableau 1.3 : Classes des feux selon CCHST		
	Signalétique	Description
Classe A		Combustibles ordinaires : -Bois, papier, chiffons. -Déchets ordinaires.
Classe B		Liquides inflammables et gaz : -Essence ; -Huiles ; -Propane.
Classe C		Liés à équipement électrique Ils peuvent s'appliquer à n'importe lequel des autres types de feux, mais l'équipement électrique est forcément en cause.
Classe D		Métaux combustibles et alliages métalliques (rares).
Classe K		Incendies mettant en cause les appareils de cuisson : -Huiles de cuisson ; -Corps gras animal et huiles végétales ; -Graisse.

1.7 Types d'incendie

Il existe plusieurs types d'incendies qui se varient selon les conditions possibles.

Les types d'incendie d'hydrocarbures comprennent :

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

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

- Incendies de matières solides (bois, papiers, cartons, plastiques, chiffons...). [20]

1.8 Propagation de l'incendie

En l'absence de détections et d'alarme et en cas d'insuffisance de moyens de lutte contre l'incendie, un foyer d'incendie, souvent peu important à l'origine, peut engendrer un incendie de grande envergure en fonction des différents facteurs de propagation.

1.8.1 Facteurs de propagation

Les principaux paramètres de la phase de développement du feu sont liés

- À la quantité de combustibles présents qu'elle va déterminer la quantité d'énergie disponible ;
- Au pouvoir calorifique du combustible ;
- À la forme physique des matériaux ;
- Aux produits de décomposition : certains matériaux engendrent des gaz combustibles propageant l'incendie à de grandes distances comme les plastique ;
- Au degré hygrométrique : la sécheresse augmente les possibilités d'inflammation ;
- À la ventilation et à la circulation des gaz ;
- À la nature du local en feu. [20]

1.8.2 Modes de propagation

Les incendies peuvent se propager de différentes façons. On distingue quatre modes de propagation :

- Par conduction ;
- Par convection ;
- Par rayonnement ;
- Par déplacement.

Par conduction

C'est le mode de transmission de la chaleur dans la masse du matériau.

La transmission de chaleur se fait de proche en proche sans aucun transfert de matière.



Figure1.5: Propagation par conduction [21]

Par convection

La convection est le transport de chaleur par le mouvement de fluide. Dans un incendie la convection joue un rôle important (appel d'air frais par le foyer) et contribue aussi à son alimentation par apport continu d'oxygène.



Figure1.6 : Propagation par convection

Par rayonnement

Tout corps chauffé émet de l'énergie. Cette énergie peut être absorbée par un autre corps. Lorsque cette énergie devient suffisante pour constituer l'énergie d'activation, le feu éclot, puis se propage.



Figure 1.7: Propagation par rayonnement [21]

Par déplacement

Le feu se propage aussi par déplacement de solide, de liquide ou de gaz en combustion.

Solide : par la projection de braises...

Liquide : par épandage, ruissellement.

Gazeux : la nappe de gaz peut se déplacer et se reinflammer à distance du foyer. [21]



Figure 1.8 : Propagation par déplacement [21]

1.9 Effets de l'incendie**1.9.1 Les conséquences sur l'homme**

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

1.9.1.1 Les gaz et fumées présentent les dangers suivants

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

1.9.1.2 Les flammes et la chaleur

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

1.9.1.3 On distingue trois catégories de brûlures

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

L'effet lumineux des flammes constitue également un danger pour les yeux. [22]

1.9.2 Les conséquences sur les bâtiments

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

Bien sûr nous vous rappelons que les conséquences sur les bâtiments, c'est d'abord la destruction du bien. Alors après entre en compte le remboursement des assurances et la conformité des lieux en termes de matériel de sécurité et de maintenance. Nous ne connaissons pas la fiabilité de notre compagnie d'assurance, temps que nous ne sommes pas confrontés au sinistre.

Charge (ou potentiel) calorifique : quantité totale de chaleur, ramenée à l'unité de surface, susceptible d'être dégagée par la combustion complète de tous les éléments combustibles se trouvant dans le local. [22]

1.10 Le phénomène d'explosion**1.10.1 Généralités**

Le phénomène d'explosion correspond en fait à une brutale libération d'énergie. La violence de l'explosion est essentiellement fonction de la quantité d'énergie libérée et de la cinétique du processus de libération. L'énergie libérée peut avoir différentes origines :

1.10.1.1 Explosion due à une réaction chimique

Réaction entre deux composés chimiques réactifs entre eux avec une vitesse de réaction très rapide et une énergie libérée très importante. Le système déclenche lui-même le processus d'explosion, les causes de la réaction peuvent être :

- ✓ Mise en présence accidentelle ;
- ✓ Présence d'impuretés dans une cuve de stockage ;
- ✓ Une canalisation...

1.10.1.2 Explosion due à une cause physique

Le système reçoit un apport d'énergie de l'extérieur. Le système est stable ou stabilisé dans les conditions normales d'utilisation. L'instabilité peut être due à un point chaud, un choc...

1.10.1.3 Explosion nucléaire

La désintégration de noyaux atomiques lourds en éléments plus légers à lieu en libérant une énergie considérable. [19]

1.10.2 L'hexagone de l'explosion

Pour qu'une explosion se produise, plusieurs conditions doivent être remplies simultanément, et ce sont six conditions connues sous le nom d'hexagone de l'explosion

1.10.2.1 Conditions d'une explosion (l'hexagone de l'explosion)

- Présence d'un combustible;
- État particulier du combustible, qui doit être sous forme de gaz, de brouillard ou de poussières en suspension dans l'air ;
- Présence d'un comburant (en général l'oxygène de l'air) ;
- Présence d'une source inflammation;
- Obtention d'un domaine d'explosivité (domaine de concentrations du combustible dans l'air à l'intérieur duquel les explosions sont possibles) ;
- Confinement suffisant (en absence de confinement, on obtient un phénomène de combustion rapide avec des flammes importantes mais, généralement, sans effet de pression notable). Le confinement n'est pas une condition indispensable mais représente un **facteur aggravant** du phénomène d'explosion et des risques associés. [23]

Hexagone d'explosion

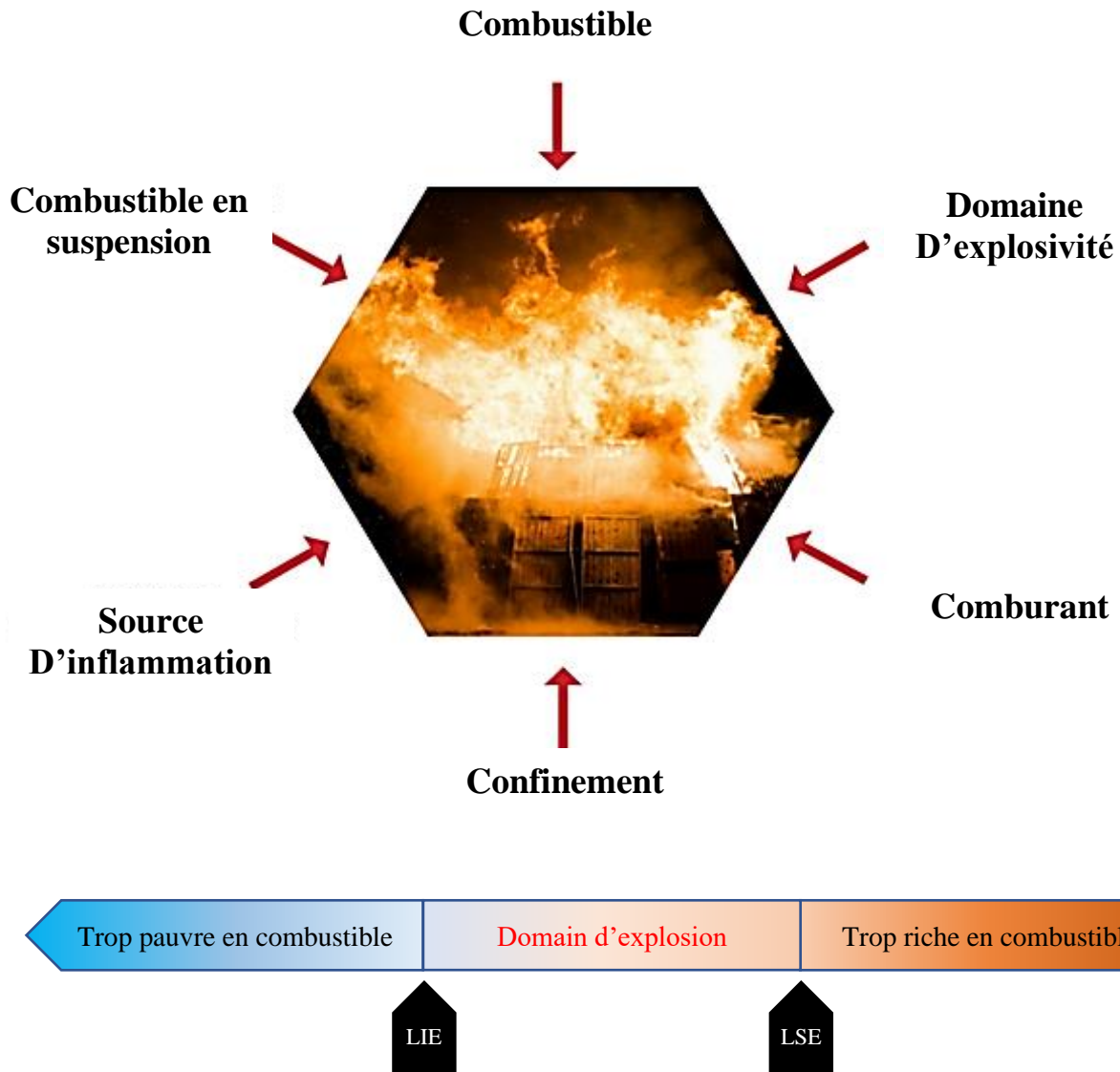


Figure 1.9 : Hexagone d'explosion

Chapitre 02 : Les moyennes de lutte contre l'incendie**2.1 Les différents modes d'extinction**

Les méthodes d'extinction

L'extinction d'un incendie peut se faire par différentes méthodes :

Par étouffement :

L'oxygène étant indispensable à la combustion, il suffit, sauf cas particulier, de supprimer l'approvisionnement d'air au foyer de l'incendie. Donc, en diminuant le renouvellement d'air au niveau du foyer, on entrave considérablement la combustion, et en supprimant complètement l'arrivée d'air, on éteint le feu.

Mais ce moyen d'extinction représente un danger ; dans les atmosphères confinées, les combustions se produisent avec un dégagement de gaz toxique (en particulier le monoxyde de carbone (CO)).

Par refroidissement :

Le meilleur agent extincteur pour refroidir un foyer d'incendie est l'eau. Elle agit surtout en se volatilisant, car c'est ainsi qu'elle absorbe le maximum d'énergie calorifique.

Par dispersion :

Les éléments constitutifs du foyer étant séparés les uns des autres, la température de l'ensemble s'abaisse et peut devenir insuffisante pour que la combustion soit entretenue. Elle consiste en la séparation des éléments du foyer, en général, grâce à un jet plein ou un déblai.

Par soufflage :

L'extinction est réalisée grâce à un souffle puissant. Ce procédé est utilisé dans l'extinction des feux de puits de pétrole, de forage, au moyen d'explosifs. On utilise le même procédé avec une bougie.

En soufflant énergiquement sur un matériau, on peut éteindre le feu ; mais ce procédé peut être dangereux si le souffle est insuffisant, car la combustion est alors activée du fait du renouvellement d'air. L'emploi du gaz inerte évite un tel risque. En outre, son emploi n'ajoute aucun risque d'altération aux destructions opérées par le feu.

En coupant « le courant électrique » :

Le courant électrique est une source de chaleur, on peut arrêter ainsi la combustion des matières qui voisinent la canalisation ou l'appareil électrique.

Par l'obstruction d'une conduite ou la fermeture d'un robinet :

Une fuite de gaz enflammée et arrêtée suite à la coupure du gaz.

Même mode d'action sur une canalisation d'essence, de gaz liquéfié. La vanne-police à l'extérieur sert à interrompre l'alimentation.

En réduisant la part du feu :

On sépare la partie qui brûle de la partie intacte. Le feu s'éteint de lui-même faute de combustible.

Par inhibition :

Si l'on ajoute à des gaz inflammables certains produits, on diminue considérablement leur affinité pour l'oxygène de l'air, et on arrête la formation de flammes.

Ces produits sont presque exclusivement des dérivés du chlore, du brome, du fluor. [24]

2.2 Les moyens de détection et d'intervention incendie**2.2.1 Systèmes de Sécurité Incendie (S.S.I.)****2.2.1.a Définition**

Selon la définition de la norme NF S 61-931, un système de sécurité incendie est « un système constitué de l'ensemble des matériels servant à collecter toutes les informations ou ordres liés à la seule sécurité incendie, à les traiter et à effectuer les fonctions nécessaires à la mise en sécurité d'un bâtiment ou d'un établissement.

Dans sa version la plus complète, un SSI est composé de deux sous-systèmes principaux :

- Système de détection incendie (SDI)
- Système de mise en sécurité incendie (SMSI)

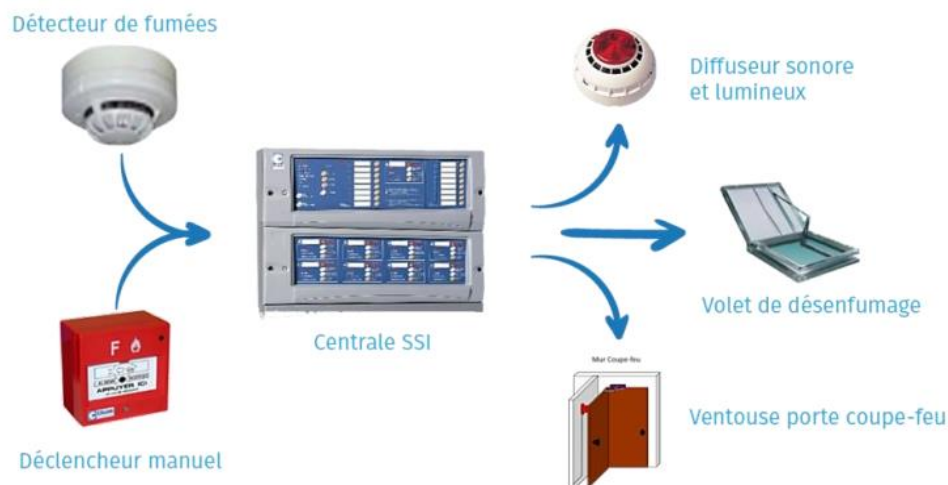


Figure 2.1 : Système de sécurité incendie [25]

2.2.1.b Fonctions

La mise en sécurité peut comporter les fonctions suivantes :

- Compartimentage (au sens large) ;
- Évacuation des personnes (diffusion du signal d'évacuation, gestion des issues) ;
- Désenfumage ;
- Extinction automatique ;
- Mise à l'arrêt de certaines installations techniques.

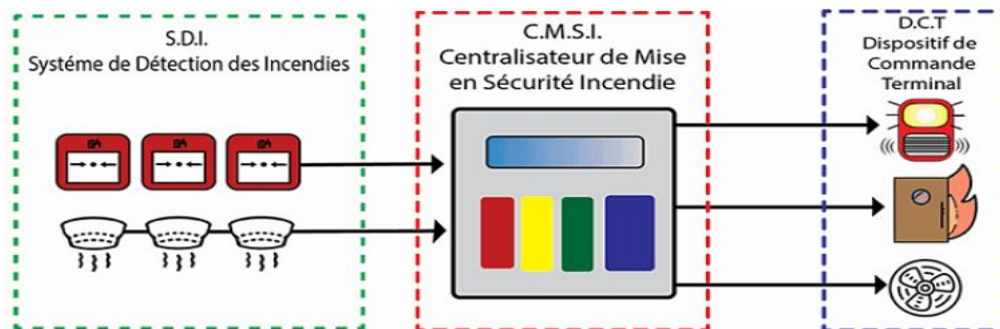


Figure 2.2 : Fonctionnement du système de sécurité incendie [25]

2.2.1.1 Le système de détection incendie (S.D.I)

Le Système de détection appelé aussi S.D.I a pour objectif de déceler et signaler tout départ de feu. Il est composé de détecteurs automatiques, de déclencheurs manuels et d'un tableau de signalisation incendie. Le système devra être vérifié et entretenu régulièrement afin d'assurer sa pleine efficacité. Les périodicités seront fonction de la nature des ambiances à surveiller et ne pourront être supérieures à un an.

2.2.1.1.a Les détecteurs automatiques

Il est particulièrement conseillé d'en implanter dans les locaux inoccupés (la nuit notamment), au niveau des points névralgiques de l'entreprise, des installations ou des stockages dangereux, ... [26]



Figure 2.3 : Détecteur automatique

Les détecteurs automatiques incendie sont classés selon le phénomène physique détecté.

Type de Détecteurs	Sensibilités	Type de Détecteurs	Phénomène physique détecté
Fumée	Particules (Visible ou non)	Détecteur ionique Détecteur optique de fumée	Repère les aérosols interférant entre le pôle émetteur et le pôle récepteur du détecteur
Flamme	Rayonnements	Détecteur optique de flamme	Réagissent aux infra rouges émis par les flammes
Thermique	Chaleur	Détecteur thermostatique Détecteur thermovélocimétrique	Détecte une température anormalement élevée Détecte une vitesse d'élévation de température

Dans chacun de ces groupes, les détecteurs se distinguent selon leurs champs de détection :

- Détecteurs ponctuels : détection en un point ;
- Détecteurs linéaires : détection le long d'une ligne continue ;
- Détecteurs volumétriques : détection dans un volume.

L'implantation des détecteurs incendie revêt une importance capitale et doit être réalisée par, ou sous le contrôle, d'un installateur agréé. Afin de choisir judicieusement le(s) type(s) de détecteurs et leur quantité, il conviendra :

- D'effectuer une analyse des causes du feu et des scénarios de développement les plus probables ;
- De respecter les règles de l'art quant à leur positionnement.

2.2.1.1.b Les déclencheurs manuels

Ils devront être installés à environ 1,5 m du sol, dans les circulations, à proximité des escaliers, et à proximité de chaque sortie afin de pouvoir être actionnés par toute personne détectant un début d'incendie.



Figure 2.4 : Déclencheurs manuels

2.2.1.1.c Le tableau de signalisation incendie (T.S.I.)

Il sera implanté hors des zones à surveiller afin de rester accessible aux secours. Il permet de localiser le début de l'incendie et ainsi d'activer le système de mise en sécurité incendie (S.M.S.I.) [26]

2.2.1.2 Classement des équipements d'alarme

L'équipement d'alarme constitue l'ensemble des appareils nécessaires au déclenchement et à l'émission des signaux d'évacuation d'urgence, au minimum sonores mais également visuels ou vibratoires (pour les personnes en situation de handicap notamment).

Ces types se différencient notamment par les fonctionnalités suivantes :

- ❖ Type 4 : dispositif autonome de diffusion sonore ne pouvant servir qu'à la diffusion de l'alarme générale (non normatif) ;
- ❖ Type 3 : dispositif d'alarme non temporisé pouvant être associé à des fonctions de mises en sécurité simple : fermeture de portes coupe-feu (compartimentage), déverrouillage d'issues ;
- ❖ Type 2b : peut effectuer des fonctions de mises en sécurité qui peuvent être temporisées ;
- ❖ Type 2a : peut effectuer des fonctions de mises sécurité qui peuvent être temporisées et peut gérer plusieurs zones l'alarme ;
- ❖ Type IGH : exclusivement utilisé en IGH ou la diffusion de l'alarme se fait par compartiment ;
- ❖ Type 1 : exclusivement associé à un SSI de catégorie A (détection automatique d'incendie).[25]

2.2.2 Le matériel de première intervention

2.2.2.1 Les extincteurs

L'extincteur d'incendie est un appareil contenant un agent extincteur qui peut être projeté et dirigé sur un feu par l'action d'une pression interne. Cette pression peut être fournie par une compression préalable permanente ou la libération d'un gaz auxiliaire.

L'extincteur comprend un cylindre métallique, surmonté d'un couvercle, un dispositif de robinetterie et un tube plongeur. Pour les extincteurs à pression auxiliaire, une cartouche de gaz (sparklet) contenant l'agent propulseur permet de mettre en œuvre l'agent extincteur. Il faut la percuter avant toute mise en œuvre. [2]

2.2.2.1.1 L'extincteur d'incendie portatif

Est un extincteur qui est conçue pour être porté et utilisé à la main et qui, en ordre de marche, a une masse inférieure ou égale à 20 kg. Ce type d'extincteur est le plus courant.

2.2.2.1.2 L'extincteur d'incendie mobile (sur roue)

Est un extincteur conçu pour être transporté et actionné manuellement et dont la masse totale est supérieure à 20 kg. La masse de l'agent extincteur peut aller jusqu'à 150 kg mais est généralement de 50 kg.



Extincteurs portatifs



Extincteurs mobiles

Figure 2.5 : Les différents extincteurs

2.2.2.1.3 Les types d'extincteur

Quelle que soit la catégorie d'extincteur, il existe deux types d'appareils, les appareils à pression permanente et les appareils à pression auxiliaire.

2.2.2.1.3.a Extincteurs à pression permanente

Un extincteur à pression permanente est constamment sous pression. La seule action sur la poignée permet la projection de l'agent extincteur hors de l'appareil. Le corps de l'appareil contient l'agent extincteur et un gaz comprimé (azote, etc.) servant d'agent propulseur après avoir retiré la goupille de sécurité. [2]

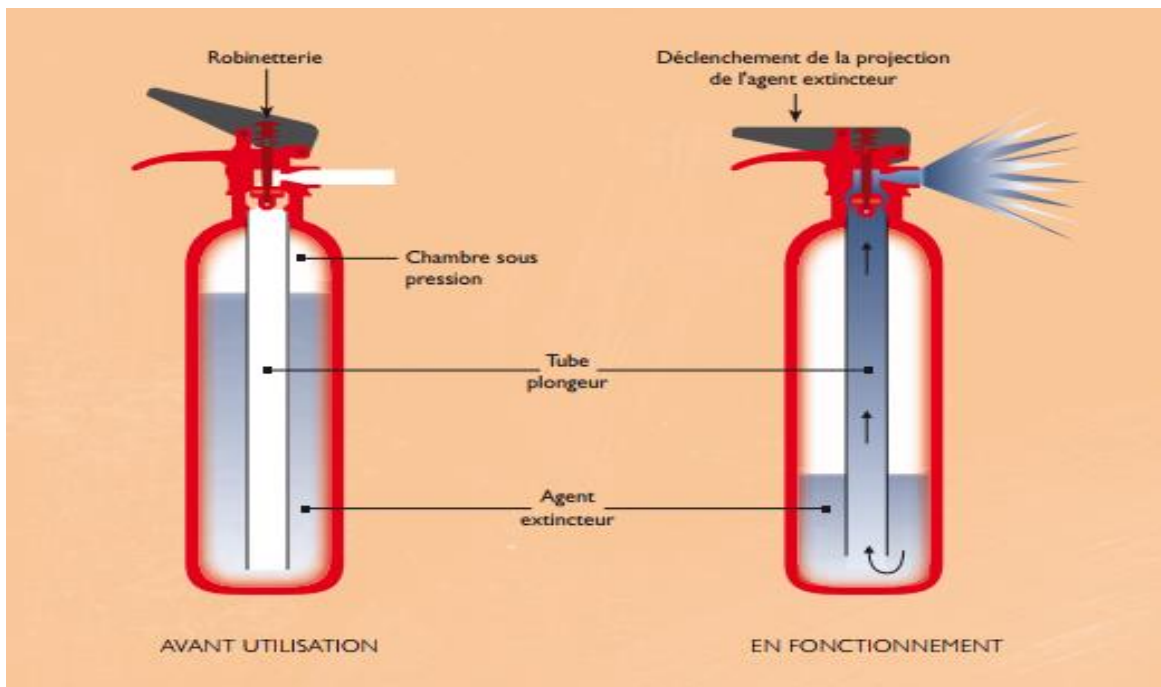


Figure 2.6 : Extincteurs à pression permanente [2]

2.2.2.1.3.b Extincteurs à pression auxiliaire

La mise en pression est obtenue au moment de l'utilisation par la libération du gaz comprimé contenu dans la cartouche, située dans le corps de l'appareil, qu'il faut ouvrir par percussion. Ce type d'extincteur n'étant pas constamment sous pression, une partie des problèmes liés à des fuites éventuelles est évitée. [2]

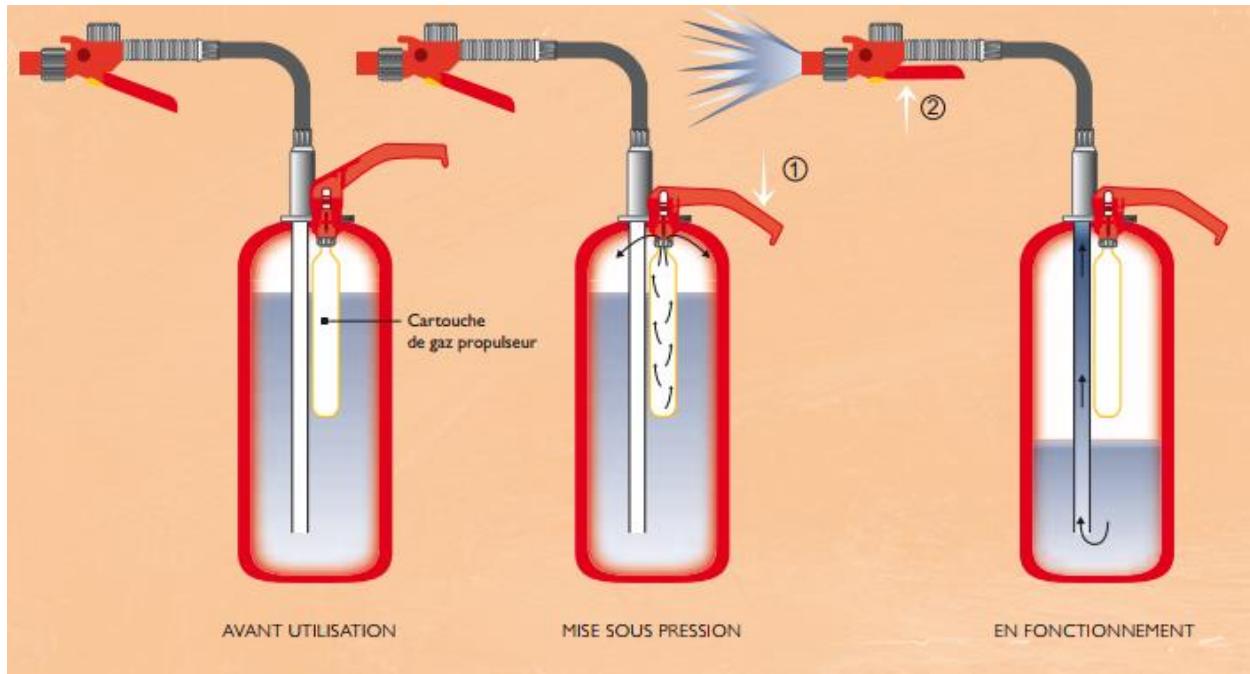


Figure 2.7 : Extincteurs à pression auxiliaire [2]

2.2.2.1.4 Choix et catégories d’extincteurs

Un extincteur d’incendie n’est efficace que s’il est adapté au feu qu’il est appelé à combattre.

Pour cela, les normes NF EN 2 et NF EN 2/A1 distinguent 5 classes de feu.

On trouvera, dans le tableau ci-dessous, l’adaptation des agents extincteurs aux classes de feux A, B, C et F.

Tableau 2.2 : L’adaptation des agents extincteur aux classes de feu [27]

Agents Extincteurs	Classe de feu				Emploi sur installation électrique < 1000v
	A	B	C	D	
Eau jet pulvérisé	+	-	-	-	Possible ²
Eau avec additif en jet pulvérisé	+	+ ³	-	+	Possible ²
Mousse	+/-	+ ³	-	+	Non
Poudre BC	-	+	+	-	Oui
Poudre ABC ou polyvalente	+	+	+	-	Oui
Dioxyde de carbone (CO₂)	- ⁴	+	-	-	Oui
Hydrocarbures halogénées (FM 200)	-	+	+	-	Oui

+ : bonne efficacité.

+/- : efficacité limitée.

- : inadapté.

2. Seuls les extincteurs portant la mention « utilisable sur installation électrique inférieure à 1000voltes » peuvent être utilisés sur une installation électrique sous tension et par des personnes expérimentées, attention, cependant, l'eau de ruissellement peut être conductrice.

3. Les feux d'alcools, d'éther, de cétones, de solvant polaires doivent être attaqués au moyen de mousse spécial.

4. Ces extincteurs abattront les flammes mais les braises peuvent entraîner la reprise du feu.

2.2.2.1.5 Les agents d'extinction

Les agents extincteurs servent à maîtriser les incendies, ils ont diverses efficacités selon l'origine du foyer et peuvent même être dans certains cas contre-productifs.

C'est pour cela qu'il faut bien utiliser le bon extincteur selon le feu en présence.

2.2.2.1.5.a Extincteurs à eau en jet pulvérisé avec ou sans additif

Ce type d'extincteur correspond à la dotation minimale fixée par la réglementation incendie, notamment celle du code du travail.

L'eau agit en étouffant le foyer (à l'aide de l'eau et de la vapeur formée), en refroidissant les matériaux en combustion et en limitant les effets thermiques de l'incendie.

L'eau pulvérisée augmente considérablement l'effet de refroidissement par une vaporisation plus intense et diminue l'effet de rayonnement.

La performance extinctrice d'un extincteur à eau pulvérisée est améliorée par des additifs. Les caractéristiques de ces additifs sont certifiées par des tests particuliers en laboratoire. [2]

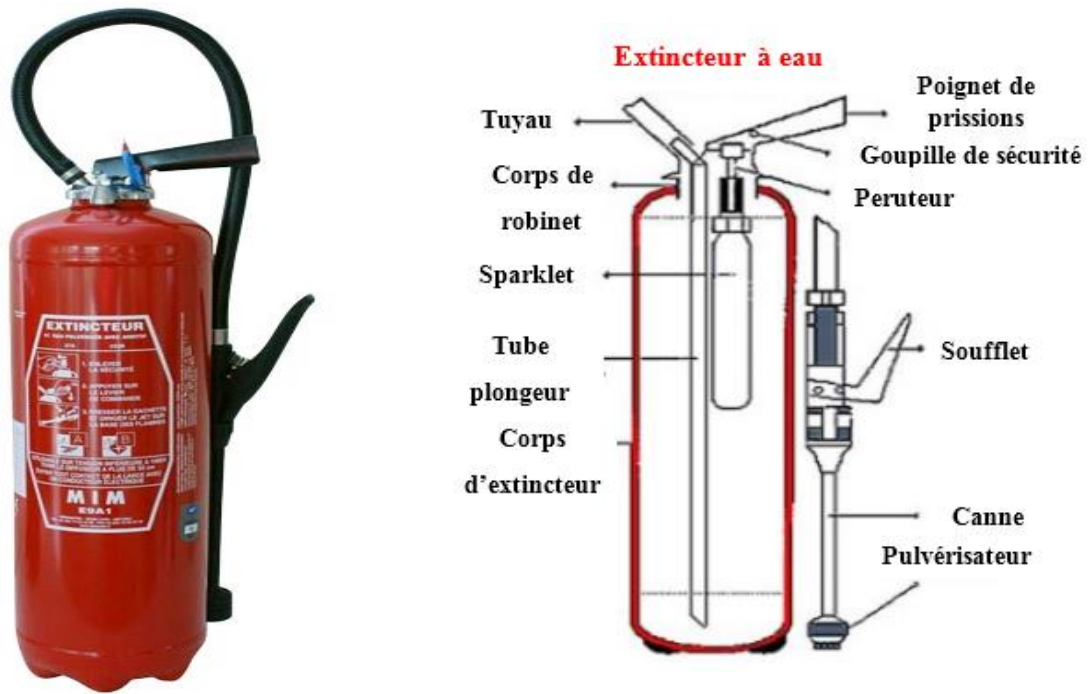


Figure 2.8 : Extincteurs à eau en jet pulvérisé avec ou sans additif [27]

Les extincteurs les plus courants ont une contenance de 6 litres (poids total 11 kg, à préférer dans les bureaux) ou de 9 litres (poids total 16 kg).

Distances d'attaque pour les extincteurs à eau pulvérisée en jet :



Figure 2.9 : Distances d'attaque pour les extincteurs à eau [2]

2.2.2.1.5.b Extincteurs à mousse

Les appareils commercialisés sont munis d'une charge d'émulseur qui forme une mousse par contact avec l'eau et sous l'effet de la pulvérisation avec l'air.

Il existe cinq familles principales d'émulseurs :

- Protéiniques;
- Fluoroprotéiniques;
- Synthétiques;
- Fluorosynthétiques;
- Polyvalents.



Figure 2.10 : Extincteurs à mousse

L'action de ces extincteurs est progressive et bonne sur les feux de classe B. L'efficacité est limitée sur les feux de classe A. Leur capacité est de 6 litres ou 9 litres. Ils ne peuvent pas être utilisés en présence d'installation électrique sous tension. [2]

2.2.2.1.5.c Extincteurs à poudre

Il existe principalement deux types de poudre :

- ✓ Les poudres ABC, dites polyvalentes, de loin les plus courantes, agissent sur les feux de classes A, B et C. Ces poudres sont généralement des phosphates ammoniacs dont la décomposition en ammoniac étouffe les braises par la formation d'une couche imperméable vitreuse. C'est l'agent extincteur privilégié pour les situations à l'air libre. Toutefois, la mise en œuvre d'un extincteur à poudre va générer temporairement une opacité de l'atmosphère environnante pouvant compliquer, voire empêcher l'évacuation d'un espace exigu (fosse de réparation de véhicules, petit local...).
- ✓ Les poudres BC agissent sur les feux de classes B et C, d'une part par l'absorption de chaleur par les grains de poudre eux-mêmes et, d'autre part, par les effets inhibiteurs créés par les cristaux de poudre interrompant ainsi la réaction en chaîne de combustion ;



Figure 2.11 : Extincteurs à poudre [27]

Les extincteurs portatifs à poudre les plus utilisés sont les appareils d'une capacité de 6 kg ou de 9 kg de poudre (poids total de 11 ou 17 kg). Ils peuvent être utilisés en présence d'appareils ou de conducteurs sous tension.[11]

Distance d'attaque pour les extincteurs à poudre :

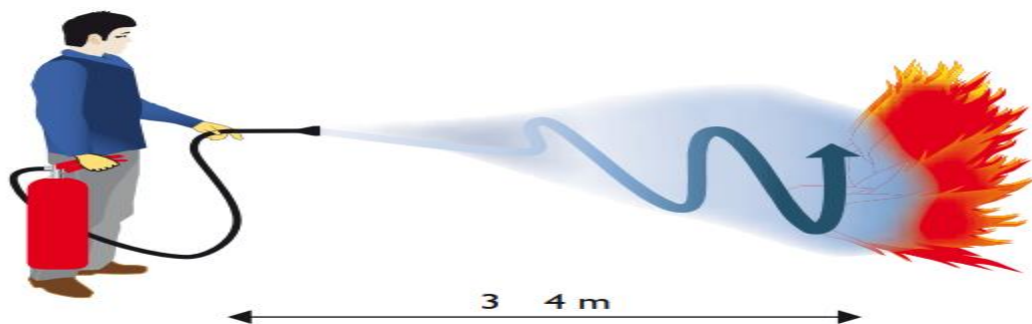


Figure 2.12 : Distance d'attaque pour les extincteurs à poudre

2.2.2.1.5.d Extincteurs au dioxyde de carbone (CO₂)

Le produit extincteur est un gaz inerte, le dioxyde de carbone (CO₂), contenu dans l'appareil sous forme comprimée liquéfiée et gazeuse.

Le mode d'extinction est complexe et utilise les différents états du produit :

- Le refroidissement dû à la détente du gaz (ce qui crée la « neige carbonique ») ;
- La diminution de la teneur en oxygène ;
- Effet mécanique du souffle.

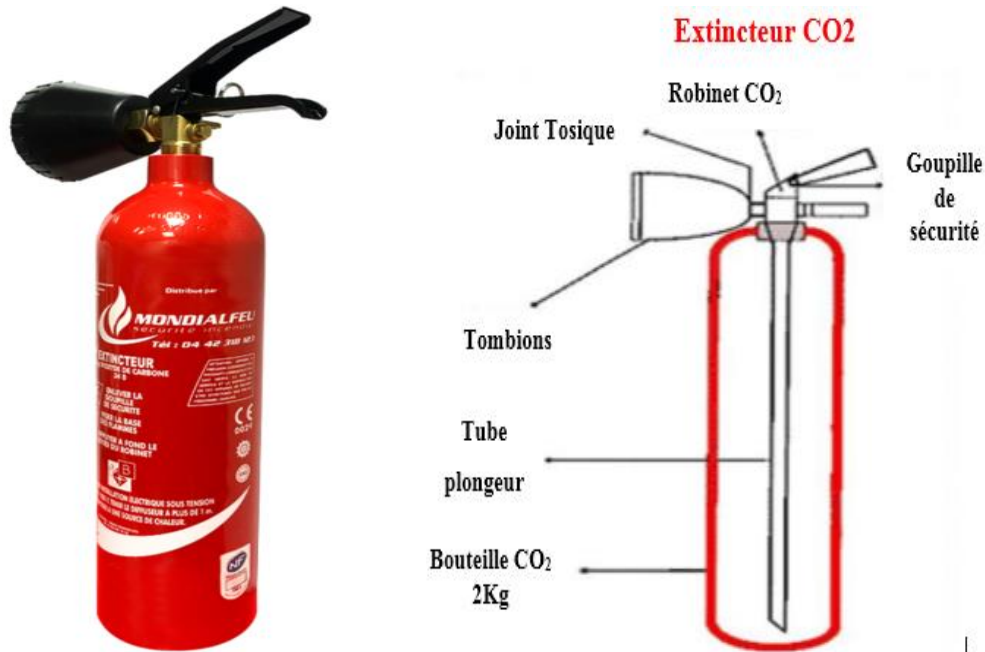


Figure 2.13 : Extincteurs au dioxyde de carbone (CO2)

Ces extincteurs portatifs contiennent 2 ou 5 kg de gaz (poids total de 6 ou 15 kg). Ils sont efficaces sur les feux de classe B. Ils peuvent être utilisés sur des installations sous tension.

Le jet de dioxyde de carbone peut engendrer de l'électricité statique. [2]

Distance d'attaque pour les extincteurs au dioxyde de carbone :

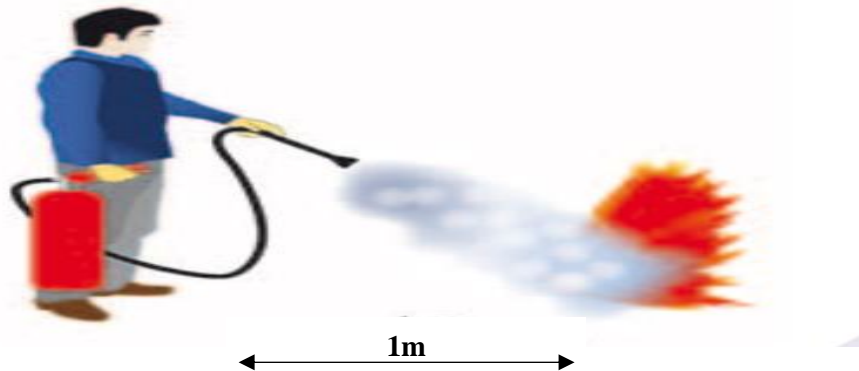


Figure 2.14 : Distance d'attaque pour les extincteurs au dioxyde de carbone

2.2.2.1.6 Autres agents extincteurs

2.2.2.1.6.a Les émulseurs

En pratique, les émulseurs sont principalement utilisés contre les feux de liquides inflammables, ce qui amène à distinguer deux grandes familles d'émulseurs :

- Les émulseurs pour feux de liquides n'ayant pas d'affinité pour l'eau : hydrocarbures classiques à chaîne linéaire (essences, kérosène, fuel, huiles, etc.) ou à cycle aromatique (toluène, benzène, xylène, etc.) ;
- Les émulseurs pour feux de liquides ayant une affinité pour l'eau : alcools, cétones, aldéhydes, amines, esters, éthers...

2.2.2.1.6.b Les gaz inertes

On injectera le gaz à très fort débit, pour abaisser le plus rapidement possible le taux d'oxygène, puis maintenir ce taux réduit pendant le temps nécessaire à l'extinction. Les gaz inertes sont généralement émis dans un temps inférieur à une minute.

On pourra également utiliser ces gaz à titre préventif, en chassant l'atmosphère dangereuse d'un réservoir, d'un réacteur, d'une canalisation... Cette opération s'appelle une « purge ».

Enfin, on pourra aussi maintenir une atmosphère sans risques en permanence dans de telles installations, malgré les opérations diverses qui s'y dérouleront, en agissant comme pour une purge, mais à faible débit : on parlera alors de « l'inertage ».

2.2.2.1.7 Mise en œuvre d'un extincteur

- Vérifiez le mode d'emploi de l'extincteur ;
- Contrôlez que celui-ci est recommandé pour le type de feu que vous souhaitez éteindre ;
- Dégoupillez le système de sécurité ;
- Prenez le diffuseur dans une main ;
- Percutez l'extincteur comme indiqué sur le mode d'emploi pour le mettre sous pression, il est conseillé de ne pas garder son visage au-dessus de l'appareil ;
- Faites un bref test de l'appareil dans une zone sans danger, loin du feu ;
- Attaquez le feu à la base des flammes.

Les règles d'or :

- ❖ Se placer dos au vent pour éviter le retour de flammes ;
- ❖ Toujours prévoir une sortie pour ne pas se laisser cerner par le feu ;
- ❖ Dès que l'extincteur donne des signes de faiblesse, reculer en regardant toujours le feu ;
- ❖ Ne jamais essayer d'éteindre un feu de gaz, seulement essayer de limiter sa propagation.
- ❖ Si la flamme s'éteint le gaz ne brûlera plus et va se propager pouvant rendre l'atmosphère explosive.

2.2.2.1.8 Emplacement et nombre d'extincteurs (Règle APSAD R4)

- Les extincteurs doivent être répartis de manière uniforme et de préférence au niveau des cheminements (dégagements, voies d'accès, etc.) ;
- La distance à parcourir pour accéder à une unité de base ne doit pas excéder 15 m ;
- Les poignées de portage ne doivent pas être placées à plus de 1,20 m au-dessus du sol ;
- L'accessibilité, la signalisation et la protection mécanique éventuelle doivent être prévues ;
- Il est recommandé que les emplacements soient numérotés pour une visualisation rapide de l'installation et que cette numérotation soit reportée sur les extincteurs correspondants.

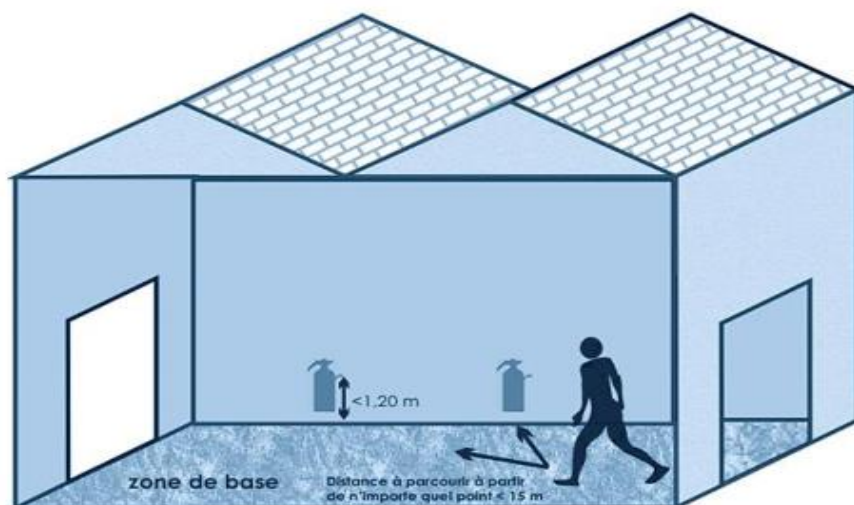


Figure 2.15: Emplacement des extincteurs [28]

2.2.2.1.9 Maintenance, entretien et vérification des extincteurs

La norme NF S 61-919 porte sur la maintenance des extincteurs et distingue deux types de contrôle:

- Les inspections qui peuvent être effectuées par l'utilisateur ;
- La maintenance qui doit être effectuée par une personne compétente.

Type d'extincteur d'incendie	Maintenance	Maintenance additionnelle approfondie et renouvellement de la charge	Révision en atelier 3 et renouvellement de la charge	Durée de vie prévue
à base d'eau	1 an	à 5 et 15 ans	10 ans	20 ans
à poudre	1 an	à 5 et 15 ans	10 ans	20 ans
au CO2	1 an	/	10 ans	Non fixée

2.2.2.2 Les robinets d'incendie armés (R.I.A.)

Un robinet d'incendie armé (R.I.A.) est un équipement de premier secours alimenté en eau, pour la lutte contre le feu, utilisable par un personnel qualifié ou non.

Le rôle d'une installation des RIA est de permettre une première intervention d'urgence dans la lutte contre l'incendie, en attendant que des moyens plus puissants soient mis en œuvre.

Sauf impossibilité, les robinets d'incendie armés doivent être alimentés par une canalisation d'eau en pression desservie par les conduites publiques.



Figure 2.16 : Robinets d'incendie armé R.I.A

2.2.2.2.1 Composants d'un R.I.A



Figure 2.17 ; Les composants de R.I.A [4]

2.2.2.2.2 L'alimentation

Sauf impossibilité, les robinets d'incendie armés doivent être alimentés par une canalisation d'eau en pression desservie par les conduites publiques.

L'alimentation par réservoirs élevés ou sous pression peut exceptionnellement être admise. Cette source d'eau doit être au moins égal ou supérieur à 10 m³, susceptible d'alimenter pendant 20 min la moitié des RIA (dont le plus défavorisé, avec un minimum de 2 et un maximum de 4). [3]

2.2.2.2.3 L'installation de R.I.A

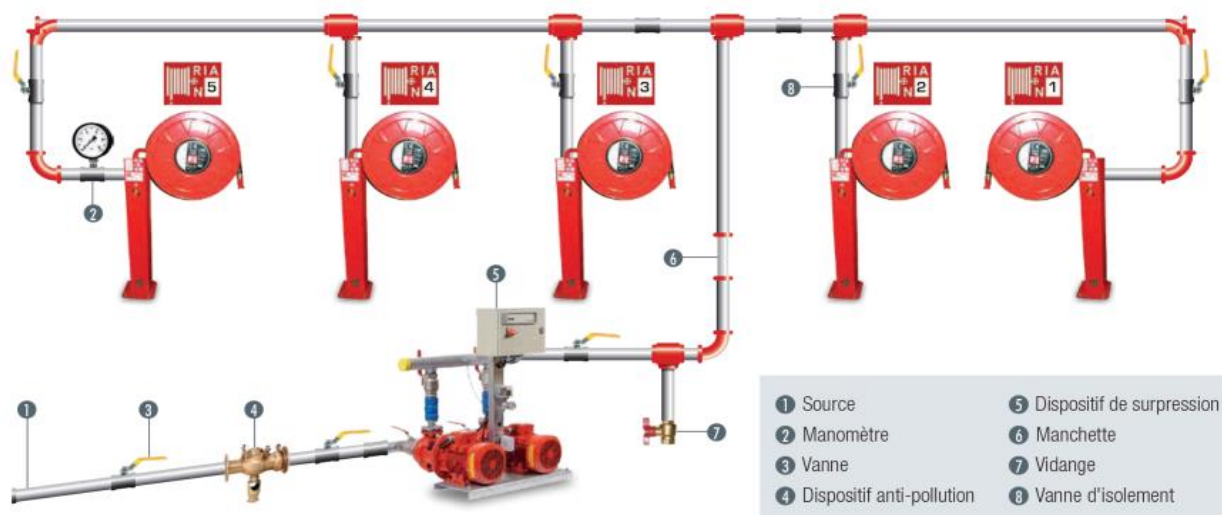


Figure 2.18 : L'installation de R.I.A [4]

2.2.2.2.4 Mise en service

Le procédé de mise en service s'effectue en 4 étapes, simples et rapides :

- Ouvrir la vanne ;
- Dérouler le tuyau (juste le nécessaire) ;
- Effectuer un « S » au sol avec le tuyau pour prévoir des manœuvres ;
- Attaquer le feu.

2.2.2.2.5 Accessibilité et quantité

Les RIA doivent être numérotées en une série unique.

La distance entre le sol et l'axe du RIA doit être compris entre 1,20 m et 1,80 m.

La distance entre un RIA et autre doit être compris entre 18 m et 20 m.

Le nombre de robinets d'incendie armés et le choix de leurs emplacements doivent être tels que toute la surface des locaux puisse être efficacement atteinte :

- Par 1 jet de RIA en risque courant d'incendie ;
- Par 2 jets de RIA (jets croisés) en risque important d'incendie.

Si les robinets d'incendie armés sont placés dans des armoires ou coffrets, ceux-ci doivent être signalés et ne pas comporter de dispositifs de condamnation. [3]

2.2.2.2.6 Vérification technique

La maintenance est assurée, sous la responsabilité du chef d'entreprise :

1. Soit par les soins de son propre entreprise, s'il dispose d'un personnel qualifié ;
2. Soit dans le cadre d'un contrat de maintenance conclu avec un constructeur ou distributeur-installateur prestataire de service :
 - 1/ mois : Vérification par le personnel interne à l'entreprise (formé)
 - Vérification visuelle pour s'assurer que tous les appareils sont parfaitement accessibles et en bon état « extérieur » ;
 - 1/ 3 mois : Vérification par le personnel interne à l'entreprise (formé) Vérification fonctionnelle, essai, manipulation de la lance ;
 - 1/an : Vérification par un technicien compétant ou personne/organisme agréé.

Vérification de la pression dynamique/statique des RIA, état des joints, démontage, etc. Ceci doit être consigné sur le registre sécurité. [3]

2.2.3 Le matériel de deuxième intervention

2.2.3.1 Les bouches et poteaux incendie (HYDRANTS)

Les bouches et poteaux incendie sont des dispositifs de lutte contre l'incendie mis en place dans les communes et les sites privés.

Ces prises d'eau sont disposées sur un réseau souterrain sous pression, permettant d'alimenter les fourgons incendie des Sapeurs-pompiers.



Bouche d'incendie

poteau d'incendie

Figure 2.19 : Les hydrants

Ces points d'eau sont placés à proximité de la chaussée et doivent répondre à un certain nombre de critères pour apparaître comme conformes :

- Un débit donné ;
- Une pression donnée ;
- Une accessibilité pour les Sapeurs-pompiers (végétation, travaux, hauteur de la chaussée, véhicules stationnés, etc.) ;
- Une visibilité (affichage conforme, peinture réglementaire, marquage ou numérotation) ;
- Un état général (corrosion, manœuvrabilité, tremblements, fuites diverses) ;
- La disponibilité des accessoires (bouchons, chaînettes, joints, capot). [29]


2.2.3.1.a Les bouches d'incendie (B.I)

Les bouches d'incendie permettent l'alimentation des moyens des services d'incendie. Elles sont alimentées par un réseau d'eau sous pression public ou privé. Elles appartiennent à la famille des hydrants.

Seules les bouches d'incendie de 100 mm sont prises en compte pour la défense incendie.

2.2.3.1.a.1 Caractéristiques techniques

- NF EN 14339 indice de classement NFS 61-211 ;
- Couleur rouge incendie exclusivement ;
- Réseau dimensionné pour fournir un débit unitaire suffisant à l'hydrant (60 m³/h) ;
- Volume suffisant du ou des réservoir(s) qui alimente(nt) l'hydrant (60 m³ minimum) ;
- Pression de 1 bar minimum.

Tableau 2.4 : Caractéristiques d'un bouche incendie [17]	
Type de B. I	B.I de 100
Nombre de sorties de 100 mm	1avec raccord de type Keyser 100 mm
Débit de référence (Sous 1 bar)	60 m ³ /h minimum
Illustration	

2.2.3.1.a.2 Implantation

(NFS 62-200)

Les règles d'installation, de réception et de maintenance devront être respectées par l'installateur :

- La bouche d'incendie doit être située entre 1 et 5 m du bord de la chaussée accessible aux engins d'incendie ;
- Un espace libre de 0,50 m minimum autour de la bouche, et de 2 m au-dessus, pour faciliter la manœuvre d'utilisation ;
- Implantation dans un endroit le moins vulnérable possible à la circulation et au stationnement.

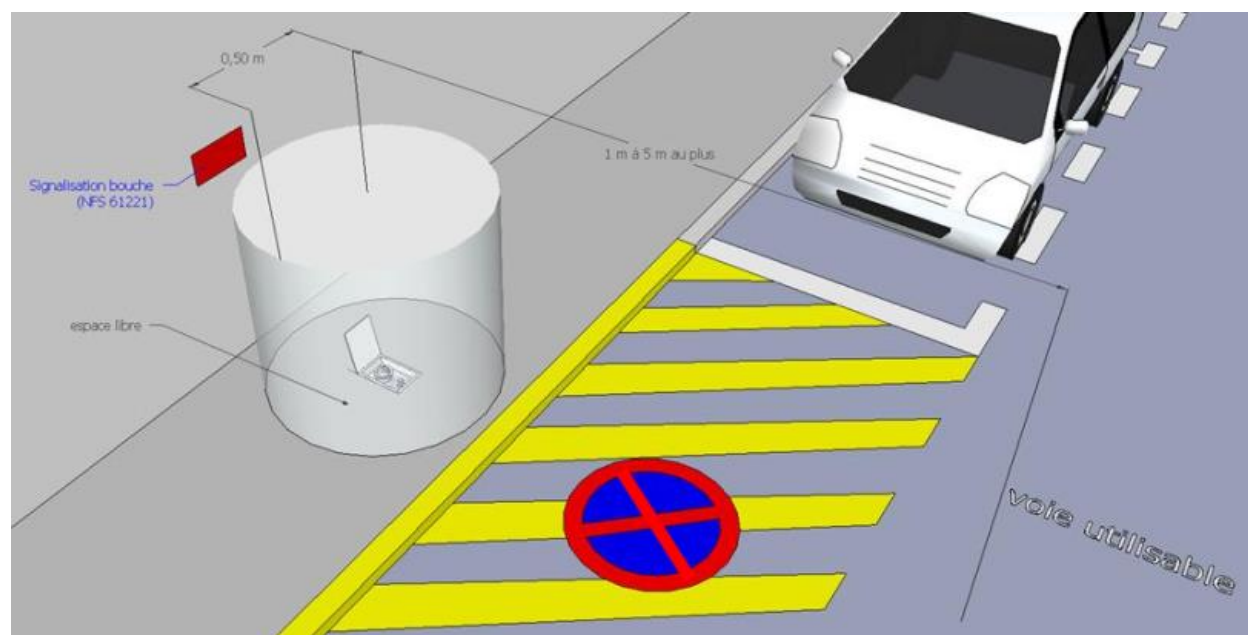


Figure 2.20 : Implantation d'un B.I [5]

2.2.3.1.b Les poteaux d'incendie (P.I)

Les poteaux d'incendie sont les dispositifs les plus rapides à mettre en œuvre pour alimenter les moyens des services d'incendie et de secours. Ils sont alimentés par un réseau d'eau sous pression public ou privé.




Ils appartiennent à la famille des hydrants.

2.2.3.1.b.1 Caractéristiques techniques

- NF EN 14384 indice de classement NFS 61-213 ;
- Couleur rouge incendie exclusivement (NFX 08-008 – RAL 3000 « rouge feu ») ;
- Réseau dimensionné pour fournir un débit unitaire suffisant à l'hydrant (8,5 l/s ou 30 m³/h) ;

- Volume suffisant du ou des réservoir(s) qui alimente(nt) l'hydrant (30 m³ minimum) ;
- Pression de 1 bar minimum.

Tableau 2.5 : Caractéristiques d'un poteau incendie[17]

Type de P.I	P.I. de 80	P.I. de 100	P.I. de 150
Nombre de sorties de 100 mm	0	1	2
Nombre de sorties de 65 mm	1	2	1
Nombre de sorties de 40 mm	2 ou 0	0	0
Débit de référence (sous 1 bar)	30 m ³ /h minimum	60 m ³ /h minimum	120 m ³ /h minimum
Illustration			

2.2.3.1.b.2 Implantation

(NFS 62-200)

Les règles d'installation, de réception et de maintenance devront être respectées par l'installateur :

- Le poteau d'incendie doit être situé entre 1 et 5 m du bord de la chaussée accessible aux engins d'incendie ;
- Les demi-raccords doivent toujours être orientés du côté de la chaussée ;
- Un espace libre de 0,50 m minimum autour du poteau, pour faciliter la manœuvre d'utilisation ;
- Implantation dans un endroit le moins vulnérable possible à la circulation et au stationnement

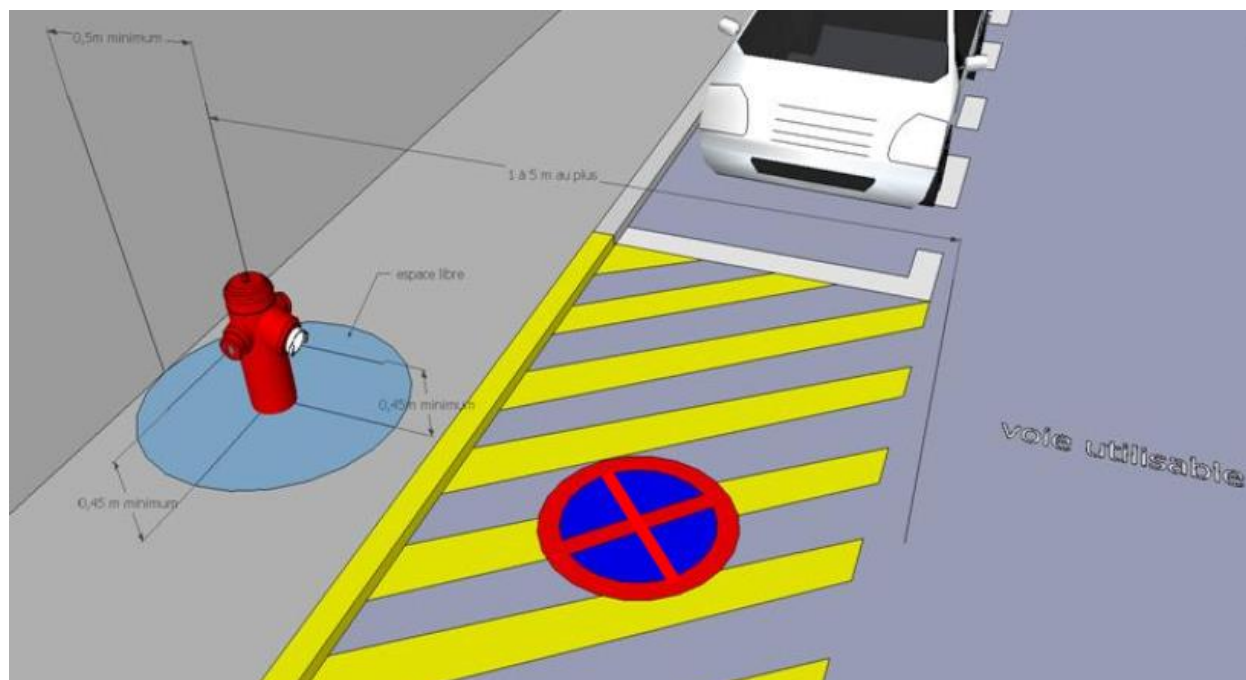


Figure 2.21 : Implantation d'un P.I [5]

2.2.3.2 Les colonnes sèche et humide (en charge)

2.2.3.2.1 Les colonnes sèche

Les colonnes sèches sont des tuyauteries fixes et rigides installées à demeure dans les constructions, où sont raccordés les tuyaux des sapeurs-pompiers.

Elles doivent être installées dans les établissements dont le plancher bas est à plus de 18 mètres du niveau de la voie accessible aux engins des sapeurs-pompiers. Pour les IGH, dont leur hauteur est inférieure ou égale à 50 mètres sont aussi équipés sur toute leur hauteur de colonnes sèches. Le cheminement entre les raccords d'alimentation des colonnes sèches et les bouches ou poteaux d'incendie ne doit pas dépasser 60 mètres de longueur. [30]

2.2.3.2.1.a Composition

Une colonne proprement dite : elle est « montante » quand elle dessert les niveaux supérieurs et « descendante » quand elle dessert les niveaux inférieurs.

Elle est munie de dispositif de vidange et de purge d'air.

Tableau 2.6 : Dimensions d'une colonne sèche [18]		
	ERP	IGH
Diamètre de la colonne	65 mm	100 mm
Raccord d'alimentation	65 mm	65 mm
Prise d'eau (par niveau)	2 x 45 mm	1 x 65 mm / 2 x 45 mm

✓ **Raccords d'alimentation**

Les raccords d'alimentation des colonnes sèches doivent être placés dans des endroits facilement accessibles aux sapeurs-pompiers, sur la façade la plus proche des bouches ou poteaux d'incendie.

Ils doivent être signalés et une pancarte doit indiquer l'escalier ou le dispositif d'accès desservi.

✓ **Prises d'incendie**

Elles doivent être placées dans les cages d'escaliers ou dans leurs dispositifs d'accès.

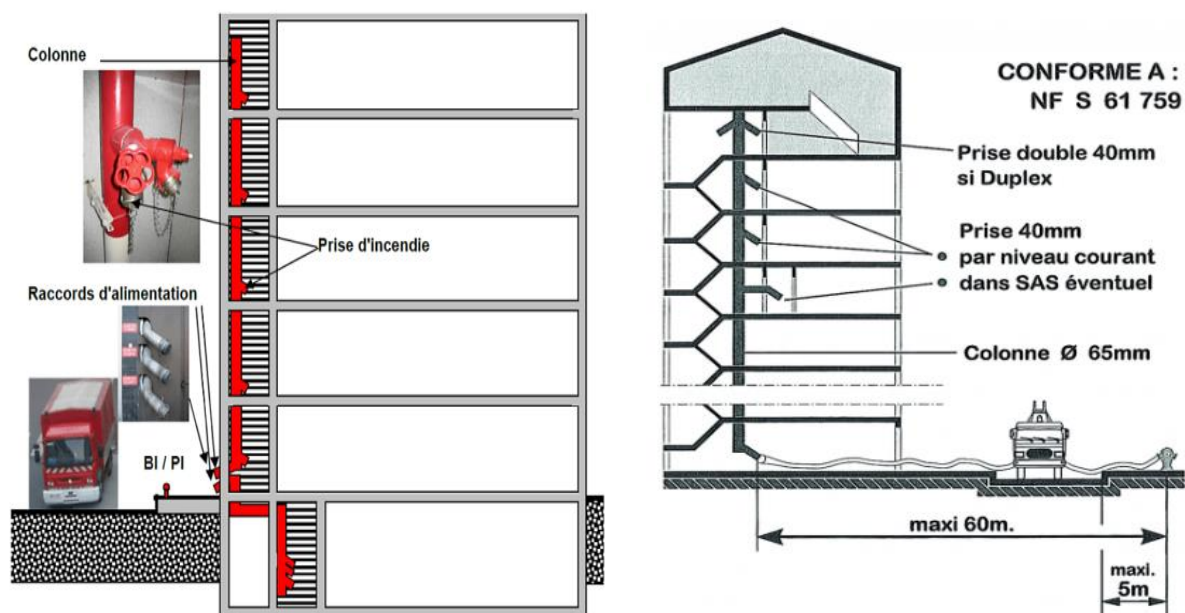


Figure 2.22 : Colonne sèche

2.2.3.2.1.b Entretien

Les agents de sécurité sont chargés, lors de leurs rondes, de s'assurer :

- De l'accessibilité des prises incendie et de la présence des bouchons aux raccords.
- Qu'il n'y est pas de déchets dans la colonne.
- Qu'il n'y est pas de dégradation de la colonne.
- Qu'il y ait un accès facile pour les secours.
- Effectuer des essais de mise en eau 1 fois / an.

2.2.3.2.2 Les colonnes humide (en charge)

Colonnes humides ce sont des colonnes reliées à des réservoirs, pompes et surpresseurs permettant d'alimenter directement les lances d'incendie des sapeurs-pompiers, elles sont dites « en charge ».

Les immeubles d'une hauteur supérieure à 50 mètres sont équipés sur toute leur hauteur de colonnes en charge.

Le cheminement entre les raccords de réalimentation des colonnes humides et les bouches ou poteaux d'incendie ne doit pas dépasser 60 mètres de longueur. [30]

2.2.3.2.2.a Composition

Tableau 2.7 : Dimensions d'une colonne humide [30]	
	IGH
Diamètre de la colonne	100 mm
Raccord d'alimentation	65 mm
Prise d'eau (par niveau)	1 x 65 mm et 2 x 45 mm

✓ La réserve d'eau

La réserve renferme au moins 120 m³ d'eau exclusivement réservé au service d'incendie située en partie haute de l'établissement ou en sous-sol. On trouve soit 3 réservoirs de 60 m³ soit 4 de 40 m³.

✓ **Le dispositif d'alimentation**

Il doit assurer en permanence un débit minimum de 60 m³ par heure soit 1000 litres/min sous une pression statique comprise entre 4,5 et 8,5 bars.

✓ **Raccords de réalimentation**

Les colonnes en charge doivent pouvoir être réalimentées à partir de deux orifices de 65 mm dotés de vannes, placés au niveau d'accès des sapeurs-pompiers et à moins de 60 mètres d'une bouche ou d'un poteau d'incendie.

✓ **Prises d'incendie**

Elles doivent être placées dans les cages d'escaliers ou dans leurs dispositifs d'accès.

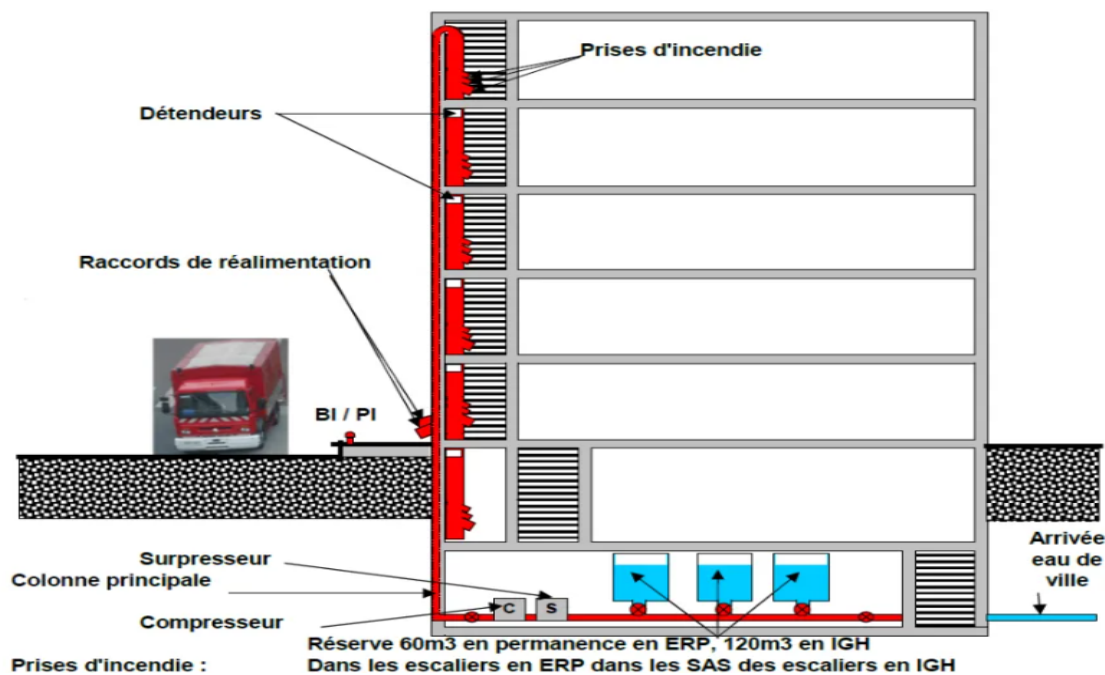


Figure 2.23 : Colonne humide

2.2.3.2.2.b Entretien

Les agents de sécurité doivent s'assurer, lors de leur ronde :

- Du niveau d'eau de la réserve.
- De l'état général de la colonne.
- De l'accessibilité de la colonne pour les sapeurs-pompiers

2.2.4 Le système sprinkleur

La protection incendie par sprinkleur, système fixe d'extinction automatique à eau, est largement imposée comme référence incontournable de la protection incendie des biens et des personnes.

Cette méthode reste la plus efficace. Selon l'INRS dans 81 % des cas, l'incendie est contenu par moins de 5 sprinklers ; La proportion monte à 95 % des cas, avec moins de 30 sprinklers ; Et dans 98 % des cas, l'incendie est maîtrisé ou limité.

2.2.4.1 Le rôle d'un système sprinkleur

L'installation sprinkleur est souvent classée dans la catégorie des installations fixes d'extinction automatique à eau. Pourtant l'extinction n'est pas toujours l'objectif pour lequel l'installation a été dimensionnée.

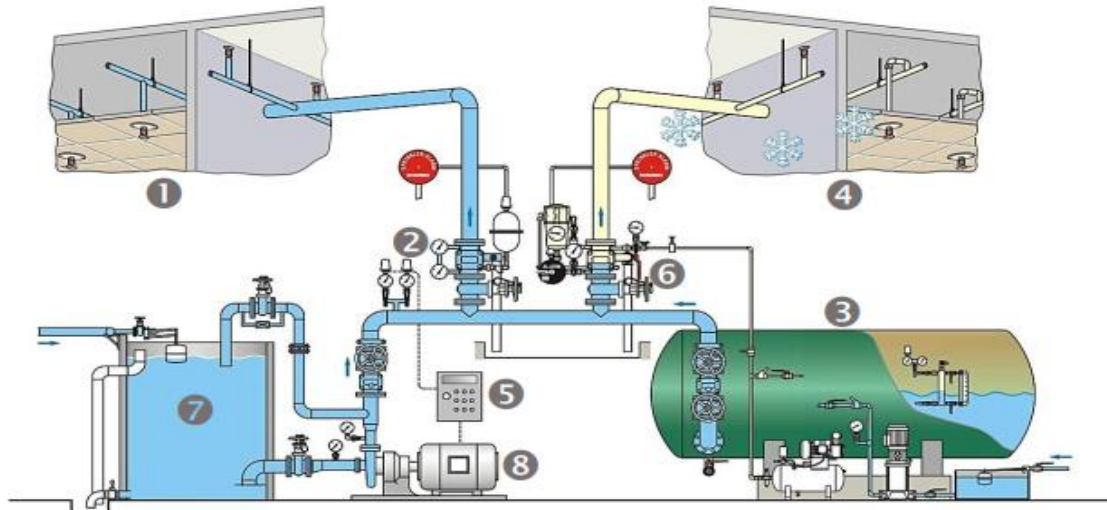
Les objectifs complémentaires d'une installation sprinkleur sont :

- Détecter les feux naissants soit par l'élément thermosensible constitutif de la tête sprinkleur, soit par une détection électronique ;
- Donner l'alerte localement et à distance ;
- Arroser le foyer selon une des deux conceptions suivantes :
 - Mode contrôle : contenir le foyer en attendant l'arrivée des équipes de secours ou des pompiers;
 - Mode extinction : éteindre le foyer. [19]

2.2.4.2 Les éléments d'un système sprinkleur

Les installations sprinkleur se décomposent en sous-systèmes comme suit :

- Source d'eau :
 - Le groupe de pompage (dont le pressostat de démarrage) ;
 - La réserve d'eau.
- L'installation :
 - Les têtes SPK ;
 - Les postes de contrôle ;
 - Le réseau de canalisations.



- ① Installation humide pour salles hors gel
- ② Poste de contrôle
- ③ Air comprimé pour cuve à eau
- ④ Installation de séchage pour les pièces menacées par le gel
- ⑤ Armoire de commande
- ⑥ Poste de contrôle
- ⑦ Container de stockage temporaire
- ⑧ Pompe à sprinkler

Figure 2.24 : Exemple d'un système sprinkleur [31]



Figure 2.25 : Installation sprinkleur [32]

2.2.4.3 Principe de fonctionnement

Les canalisations sont équipées de têtes sprinklers, logées dans les plafonds des bâtiments protégés et disposées de façon à s'ouvrir, dans les délais les plus brefs, sous l'action de la chaleur. Le principe du système consiste à déverser une quantité d'eau adaptée au sinistre sur une zone d'une surface prédéterminée.

L'ouverture d'une tête sprinkler est due à l'élévation de la température. La chaleur dégagée par le feu s'élève jusqu'au plafond. À une certaine température, l'ampoule (ou fusible) qui maintient la tête sprinkler fermée, éclate et libère l'eau à l'aplomb du foyer.

Local, l'arrosage est également progressif. Si le refroidissement est insuffisant, les sprinklers voisins s'ouvrent également et participent à la maîtrise du feu. La chute de pression provoquée par l'ouverture du premier sprinkler entraîne le démarrage des pompes.

Le passage de l'eau actionne un gong hydraulique et un contact électrique de report qui donnent l'alarme. L'arrosage est maintenu pour contenir le feu jusqu'à l'intervention des secours et la fermeture manuelle des vannes. [33]

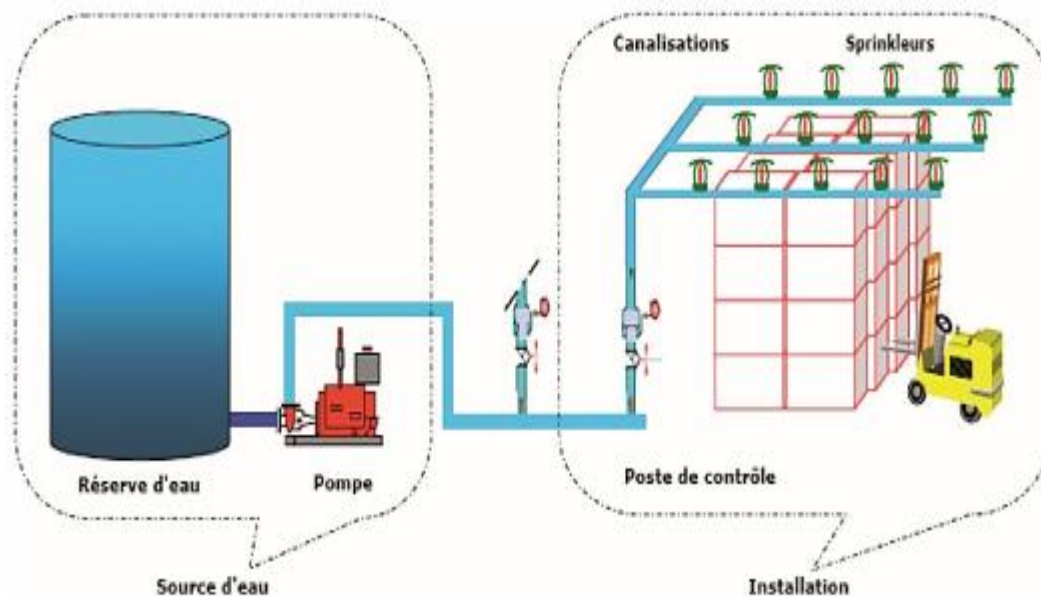


Figure 2.26 : Fonctionnement d'une installation d'extinction par sprinkleur [32]

2.2.4.4 Les types d'installations sprinkleur

Il existe différents types de réseaux sprinkleur : l'action est permise soit par un déclenchement d'une tête sur le réseau, soit par l'ouverture de la vanne en amont du réseau, soit les deux.

❖ Réseau Sprinkler sous eau

Ce réseau est le plus simple. Il est fréquemment utilisé dans des usines, les entrepôts les bureaux, bref dans tous les endroits où le risque de gel est négligeable

Il permet une maintenance facile, rapide et économique.

❖ Réseau Sprinkler sous air

Ce système est globalement identique à une installation sous eau, sauf que la tuyauterie est remplie d'air sous pression.

Les têtes sprinkleur fonctionnent normalement lors d'une hausse de température, ce sera d'abord l'air sous pression qui sera expulsé, pour laisser ainsi l'eau remplir le réseau.

Le risque de gel est évité, car l'eau est restée dans un espace prévu pour cette utilisation.

❖ Réseau sprinkleur déluge

Comme son nom l'indique, ce système a pour but de délivrer une grande quantité d'eau. Pour cela, toutes les buses sont ouvertes, lorsque que système se déclenche, l'eau est distribuée dans tout le réseau.

Cela couplé avec un rideau d'eau, l'ensemble des jets crée ainsi un écran qui permet des zones compartimentées et ainsi limiter la propagation d'un feu.

Un déclenchement manuel ou automatique est possible.

❖ Réseau sprinkleur à préaction

Ce système fonctionne par étapes d'activation :

1- Un incendie est détecté et la vanne à préaction s'ouvre, permettant à l'eau de s'écouler dans les tuyaux.

2- Chaque tête de sprinkleur est ouverte individuellement.

Cela permet de protéger d'une décharge accidentelle de l'eau ou pour accélérer l'action d'un système sous air.[33]

2.2.4.5 Critères d'installation des sprinkleurs

Il est nécessaire d'installer des sprinkleurs dans toutes les zones où

- Les matériaux de construction ou l'affectation sont combustibles ;
- Des opérations pourraient provoquer, alimenter ou propager un incendie ;
- Des biens pourraient être endommagés par un incendie ou les produits de combustion.

Une protection sprinkleur est donc indispensable dans la plupart des cas. [34]

☞ Plus de détails (dimensions des installations, emplacements, critères de choix...) sont mentionnés dans la règle APSAD R1 « Extinction automatique à eau type sprinkleur ».

2.2.4.6 Les référentiels

Les référentiels généralement utilisés pour des installations sprinkleur sont :

- La norme NF EN 12845 +A2 ;
- La règle CEA 4001 (Comité Européen des Assurances) ;
- La règle APSAD R1 ;
- La NFPA 13 ;

Il existe aussi des entreprises ou groupes qui possèdent leurs propres référentiels internes.

2.2.5 Désenfumage

2.2.5.1 Définition et objectifs

Le désenfumage est la technique de reconstitution d'air ambiant dans une zone incendiée. Il consiste ainsi à l'extraction des fumées lors des incendies et de créer un espace viable d'air pur en dessous de l'air carbonisé.

Aussi le désenfumage permet aussi de remplacer l'air carbonisé par de l'air pur. Une maîtrise des fumées efficace permettrait :

- Une accessibilité des issues de secours ;
- Une facilité d'intervention des secouristes ;
- Une maîtrise de la propagation de l'incendie.

Le désenfumage permet ainsi de limiter la propagation du feu et de limiter les dégâts matériels et les pertes humaines.

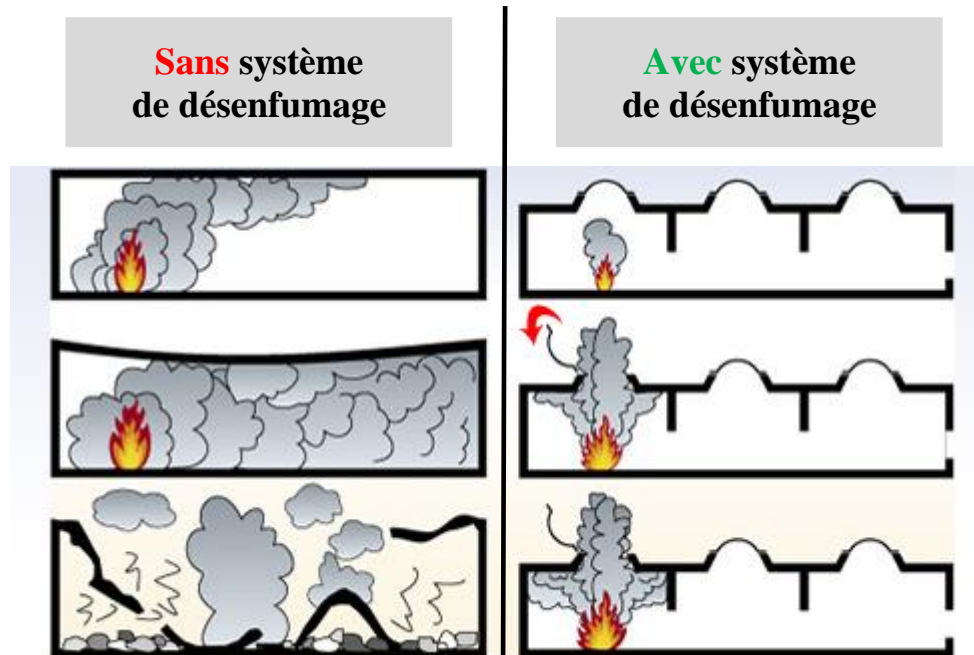


Figure 2.27 : Illustration d'un feu d'incendie dans un bâtiment avec et sans désenfumage

2.2.5.2 Principes et normes

La mise en place de système de désenfumage est voisine de celle d'un système de sécurité en cas d'incendie. Leur installation suit des normes strictes.

En effet, l'installation d'un système de désenfumage peut être obligatoire suivant le type de bâtiment et l'effectif des occupants de ce dernier.

Pour l'Algérie, plusieurs mesures de sécurité, seront édictées par arrêtés n° 007/ DGPC/ SDSR du 13 mars 1977 portant approbation du règlement de sécurité contre les risques d'incendie et de panique dans les établissements recevant du public.

Un système de désenfumage est obligatoire pour un local réceptionnant plus de 100 personnes et obligatoire pour un local de plus de 1000 personnes. La mise en place d'un système de désenfumage suit des normes strictes pour les bâtiments industriels, les établissements recevant du public et les immeubles de grande hauteur.

2.2.5.3 Méthodes de désenfumage

Les quatre types de méthodes correspondent aux combinaisons entre amenées d'air naturelles ou mécaniques et extraction naturelle ou mécanique :

- ❖ Le désenfumage naturel/naturel est le plus fréquemment rencontré et utilise le principe du balayage ;

- ❖ Le désenfumage mécanique/naturel s'appuie essentiellement sur la hiérarchisation des pressions ;
- ❖ Le désenfumage naturel/mécanique est surtout adapté aux bâtiments à plusieurs niveaux ;
- ❖ Le désenfumage mécanique/mécanique reste le seul quand il y a impossibilité de mettre en œuvre arrivées et extractions naturelles (locaux de faible hauteur, parkings souterrains, locaux en sous-sol, étages intermédiaires, etc.).[7]

2.2.5.4 Désenfumage naturel

Le désenfumage naturel consiste à extraire, par tirage naturel, l'air pollué par des produits de combustion. Dans ce cas, les gaz chauds s'élèvent par effet de cheminée et s'évacuent naturellement par les ouvrants. À noter que ce principe d'extraction est plus particulièrement adapté pour les locaux disposés sur un même niveau.

Trois éléments sont à prendre en considération dans des dispositifs de désenfumage naturel :

✓ Les évacuations de fumées

L'évacuation des fumées est assurée par des dispositifs d'évacuation naturelle de fumée et de chaleur (DENFGC) regroupant les exutoires de fumées et les ouvrants de désenfumage.

Un exutoire est un dispositif installé en toiture, assurant une libre circulation des fumées et gaz chauds vers l'extérieur. Il comprend une partie fixe ou costière et une partie mobile, actionnée par un mécanisme lors de la commande de passage en position de sécurité. Cette partie mobile est composée soit d'un dôme (généralement en matière synthétique), soit de lamelles parallèles, soit de deux vantaux.



Figure 2.28 : Désenfumage naturel en toiture

Un ouvrant télécommandé en façade est un dispositif que l'on peut commander à distance. Il est installé en façade et assure une libre circulation des fumées et gaz chauds vers l'extérieur. Cet élément de construction doit présenter un angle inférieur à 30° par rapport à la verticale.



Figure 2.29 : Désenfumage naturel en façade

✓ Les amenées d'air frais

Les amenées d'air sont assurées par différents procédés tels que les ouvertures en façade, ou par l'intermédiaire de conduits raccordés à l'extérieur.

La surface totale des amenées d'air est précisée par le texte réglementaire applicable et, pour les locaux inférieurs à deux cantons, devrait être en adéquation avec celle des exutoires.

✓ Les systèmes de commande automatiques ou manuels

Le mécanisme de commande des exutoires peut être de trois types :

- ❖ Alimenté par une énergie « extérieure » (électrique ou pneumatique) et/ou par un mécanisme « interne à l'exutoire » (en général pneumatique avec des déclencheurs thermiques munis d'une cartouche CO₂),
- ❖ À énergie intrinsèque (l'ouverture et le maintien en position ouverte étant assurés par des ressorts oléopneumatiques, ressorts mécaniques, à spires),
- ❖ Déclenché grâce à une combinaison des deux types précédents (par exemple couplage d'un vérin électrique avec des ressorts oléopneumatiques).

Le système de désenfumage peut être tributaire d'une alimentation électrique or celle-ci est rarement une alimentation de sécurité ; elle utilise alors uniquement le réseau électrique traditionnel et il conviendra donc de toujours s'assurer de son alimentation. [7]

2.2.5.5 Désenfumage mécanique

Dans le cas du désenfumage mécanique, les gaz chauds sont aspirés en tout point du local par des ventilateurs et refoulés à l'extérieur par des conduits appropriés.

Le désenfumage par balayage mécanique est assuré par une ou des extractions mécaniques pour extraire les fumées et pour compenser cet air extrait des amenées d'air naturelles ou mécaniques sont disposées de sorte à assurer un balayage du local à désenfumer.

Le désenfumage mécanique est adapté aux locaux borgnes ou aux locaux de faible hauteur comme les circulations horizontales. Le désenfumage mécanique est très réactif : il peut rapidement évacuer de très gros débits de fumées indépendamment des conditions extérieures comme le vent ou la température. [7]

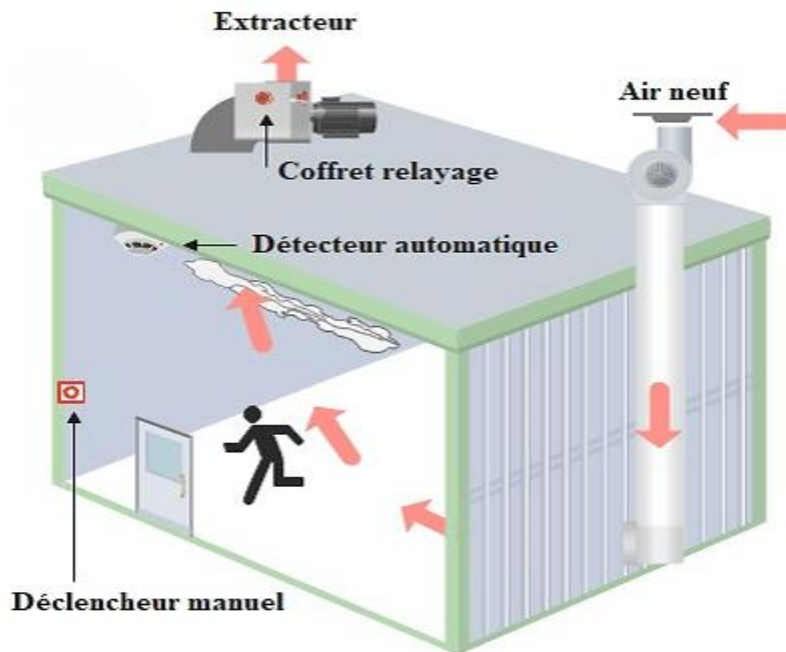


Figure 2.30 : Désenfumage mécanique

2.2.5.6 Systèmes de désenfumages

Le désenfumage consiste à contrôler les fumées suivant deux principes :

- Balayage : évacuation des fumées et gaz chauds et arrivée d'air neuf qui va contribuer à abaisser la température du local en feu ;
- Mise en dépression du local sinistré par l'établissement d'une hiérarchie des pressions avec les locaux adjacents, de façon à s'opposer à la propagation des fumées.

❖ Désenfumage des grands volumes et des locaux de dimensions moyennes

Ce désenfumage peut être réalisé naturellement ou mécaniquement.

Compte tenu des débits importants qu'il conviendrait de mettre en œuvre pour désenfumer efficacement des grands volumes, il est nécessaire de les diviser en plusieurs compartiments ou cantons de désenfumage.

❖ Le désenfumage des circulations horizontales

Les circulations horizontales servant à l'évacuation des salariés et à l'intervention des services de secours doivent donc rester libres de toute fumée le plus longtemps possible.

Le désenfumage des circulations horizontales encloisonnées sera soit naturel soit mécanique. Dans les deux cas, entre autres, les amenées d'air et les évacuations de fumée seront réparties de façon alternée et leur espacement ainsi que leur positionnement respecteront les réglementations.

❖ Le désenfumage des escaliers

Lors d'un incendie, l'évacuation des salariés s'effectue prioritairement par les escaliers ; il est essentiel que ceux-ci soient libres de toute fumée.

Les règles de construction et de désenfumage des cages d'escalier obéissent à deux principes :

- Mettre à l'abri des fumées, c'est-à-dire empêcher l'introduction des fumées dans la cage d'escalier (cloisonnement, portes fermées ou à fermeture automatique par exemple).
- Désenfumer : évacuer les fumées qui parviendraient à entrer dans la cage d'escalier.

Le désenfumage des escaliers sera un désenfumage naturel, réalisé par ouverture d'un DENFGC situé en partie haute de la cage et d'une amenée d'air frais de surface au moins équivalente située en partie basse de la cage. Le dispositif de commande du système sera situé en bas de la cage d'escalier.

Exceptionnellement, lorsque le désenfumage naturel ne peut pas être réalisé, l'escalier devra être mis en surpression par un soufflage mécanique, laquelle sera associée au désenfumage du volume, en communication directe avec la cage d'escalier. [7]

Le choix du (ou des) système(s) de désenfumage ne peut être engagé avant une évaluation préalable du risque incendie.

Cette évaluation tiendra compte notamment de l'activité, du potentiel calorifique, du process, et de la géométrie des bâtiments.

Chapitre 03 : Etude théorique du réseau anti-incendie et l'école de feu

3.1 Introduction

Pour la protection contre les scénarios d'incendie, on utilise dans les établissements un réseau fixe anti-incendie pour objectif de contrôler ou limiter la propagation d'un incendie, contribuer à la protection de la vie humaine et réduire ou limiter les dommages causés aux : équipements de procédés, équipements de stockages, Tuyauterie, et aux équipements de services inflammables.

3.2 Historique

Depuis que les hommes se sont réunis en cités, l'incendie est une véritable calamité, tant dans l'Antiquité que de nos jours. Il faudra attendre le XX^e siècle, avec le développement des connaissances sur l'incendie, pour que la prévention contre le risque incendie intègre les dimensions que nous lui connaissons aujourd'hui. En Egypte comme à Babylone, les cités sont construites de telle sorte que des groupes de quartiers soient séparés par de grandes et larges avenues, qui évitent la propagation des flammes sur toute la cité. Egypte pharaonique : premières pompes à eau manuelles utilisées contre l'incendie (sorte de grosse seringue montée sur roue tractable). Ce procédé est néanmoins limité et un incendie reste souvent destructeur.

Au 3^{ème} siècle av JC, le Grec Ctésibios, après un voyage en Egypte, développe en Grèce les premières pompes aspirantes et foulantes. C'est sous l'empire romain que la lutte contre l'incendie prend tout son sens : les incendies sont extrêmement ravageurs, le plus célèbre étant l'incendie de Rome en 64 AP. JC qui détruisit les 2/3 de la ville. La première véritable brigade de pompier est créée à Rome : les Vigiles urbains. On y retrouve l'organisation militaire romaine.

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

Jusqu'au début du moyen-âge la sécurité incendie était assurée par des rondes de nuit et des mesures de précaution vis à vis du feu. Suite à la désorganisation totale des institutions gallo-romaines, les techniques régressent. L'emploi des pompes est oublié. En 1657, Hautsch de Nuremberg met au point des pompes activées par des pistons et des soupapes à la place des manivelles.

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

l'incendie, si nécessaire avec de simples seaux d'eau. En 1672, Jan Van der Heinde, complète la machine de H. de Nuremberg en mettant au point les premiers tuyaux d'incendie, en cuir souple, assemblés tous les 15m par des raccords en laiton. En 1725, Richard Newsham développe la première pompe à incendie : amenée comme un chariot jusqu'au lieu de l'incendie, cette pompe manuelle est servie par des équipes de plusieurs hommes. Cette pompe peut délivrer jusqu'à 12 litres d'eau par seconde et ce jusqu'à une hauteur de 40 mètres.

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

En 1810, après l'incendie de l'ambassade d'Autriche à Paris, où la sœur de Napoléon 1er meurt dans les flammes, l'Empereur décide de la création d'un corps militaire de pompiers, qui sera institué par le décret du 18 septembre 1811, sous le nom de sapeurs-pompiers (en Angleterre, l'organisation du corps des sapeurs-pompiers sera créée en 1865). En 1932, Création du 18 pour l'appel aux services de secours. [35]

3.3 Les composantes de réseau anti incendie

3.3.1 Dispositions générales

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

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

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

- ❖ Aux endroits de passage des véhicules
- ❖ Dans les cuvettes de rétention
- ❖ En tous points où il risque d'être détruit par l'incendie
- ❖ Au niveau des traversés de routes et des accès, des fourreaux doivent être utilisés pour éviter les contraintes mécaniques. Et aussi, les parties enterrées du réseau doivent disposer de système de lutte contre la corrosion (en cas de revêtement, celui-ci doit être étendu à la partie aérienne de 50 cm) [35] [8].

Il est noté également que le réseau d'eau d'incendie doit être implanté selon les critères suivant :

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

3.3.2 Source en eau

- Le réservoir d'eau incendie d'une capacité de calcul servira de source indépendante d'alimentation en eau.
- La réserve d'eau devra pouvoir assurer (12) douze heures à plein débit nominal des pompes d'eau incendie.
- Le débit horaire exigible exclut celui nécessaire à la protection des cuvettes de rétention [8].
- La fourniture d'eau incendie est assurée par un réservoir contenant 908m³ d'eau brute pour une protection incendie de 2 heures.
- Ces bacs doivent pouvoir être alimentés à 100% de leur volume par une source externe en une période ne dépassant pas Vingt Quatre Heures. [8]
- Le seuil de niveau bas des réservoirs d'eau incendie sera fixé de manière à générer une alarme en salle de contrôle quand le niveau d'eau dans le réservoir en service atteint les 50% de son niveau nominal. [8]

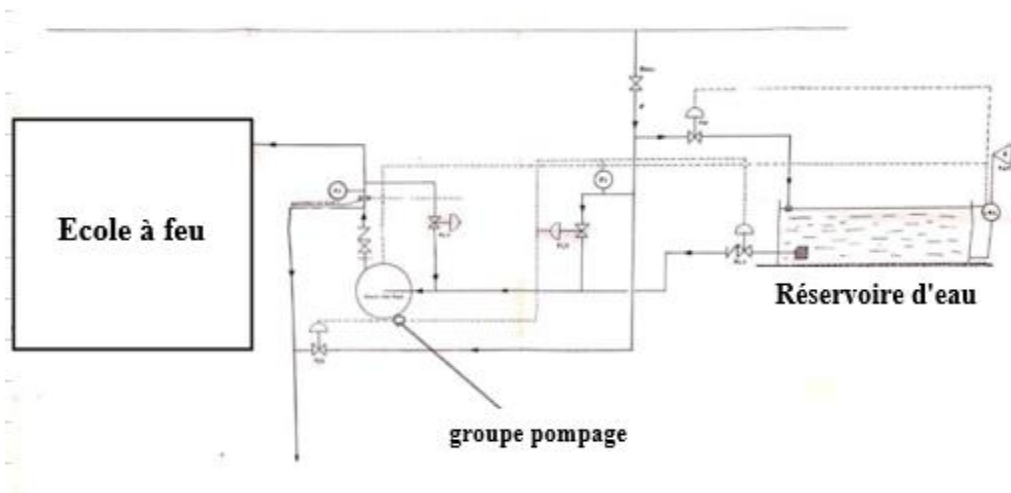


Figure 3.1 : Schéma de conduite d'eau d'alimentation [9]

3.3.3. Pompes principales du réseau incendie

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

En d'autres termes, si N le nombre de pompe nécessaire pour assurer le débit requis, le nombre de pompe à installer serait $N+1$ [26].

La configuration de la pomperie doit être comme suit :

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

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

2. Soit un groupe de 3 pompes ayant chacune la capacité de délivrer 67% du débit requis.

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

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



Figure 3.2: Pompe diesel



Figure 3.3 : Pompe électrique

Toutefois, s'il y a existence de deux sources d'alimentation électrique indépendantes, il est possible d'envisager une configuration à deux pompes entraînées par des moteurs électrique et la troisième par un moteur thermique type diesel. La pression de refoulement est telle que dans les conditions d'un feu dimensionnant le réseau est à même de fournir à l'équipement le plus éloigné (Hydrant, lance monitor), le débit nominal de cet équipement (fournit le fabricant) à la pression 8 bars. Leur démarrage est automatique par chute de pression importante dans le réseau (ouverture de d'hydrants ou autres d'incendie), l'arrêt est uniquement manuel. La pression maximale est fixée par la nature des matériaux des équipements constituant le réseau (brides, pipe, accessoires etc.). L'installation des pompes principales doit être conforme aux prescriptions de la norme NFPA [10].

3.3.4 Pompes auxiliaires

La pomperie incendie doit être équipée de deux pompes (2×100%) de capacité nominale de 30 m³/h, dites « Pompes Jockey » dont la fonction est de maintenir le réseau sous pression.

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



Figure 3.4 : Pompe Jockey

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

3.3.5 Accessoires de la tuyauterie du réseau d'incendie

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

3.3.5.1 Les Vannes de sectionnement

Leur but, est de permettre l'isolation de n'importe qu'elle partit du réseau en cas de nécessité, tels que des travaux de réparation, d'entretien ou de vérification. Leur emplacement ainsi que leur répartition doivent être très bien étudiés pour pouvoir maîtriser n'importe quel tronçon du réseau pendant l'exploitation du système. Leur nombre dépend de l'étendue du réseau. Il doit être suffisant. Leur emplacement à chaque intersection est comme indiqué dans les schémas ci-dessous dans le respect de la règle :

Nb vannes = Nb branches -1

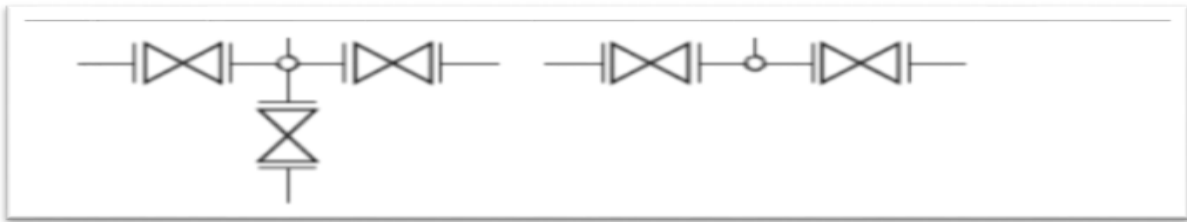


Figure 3.5 : Les vannes de sectionnement de réseau d'incendie.[11]

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

Elles doivent être visibles et facilement accessibles en cas de besoin et doivent être du type indicateur de position (fermée/ouverte). La signalisation des vannes installées dans des regards doit être apparente, ces dernières nécessitent une attention particulière notamment les risques d'être couvertes totalement par le sable (régions du sud), ou l'obstruction du regard.



Figure 3.6 : Les Clapets anti-retour

3.3.5.2 Les Indicateurs de pression

Le but de leur utilisation est d'indiquer la pression dans le réseau. Ils doivent avoir une échelle de mesure de pression (bar). Ils sont d'une grande utilité pour le contrôle visuel du réseau.

Leur installation sera utile sur :

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



Figure 3.7 : Les Indicateurs de pression

3.3.5.3 Les armoires d'incendie

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

- Préserver le matériel de lutte contre l'incendie tel que les tuyaux.
- Gagner du temps en cas d'incendie

Elles doivent être installées à proximité des prises d'eau (bouches / poteaux) et peintes en rouge. Elles doivent être fermées constamment en situation normale et sont équipées d'une glace conçue pour leur ouverture en cas d'incendie (brise-glace). Le matériel d'intervention à stocker dans ces armoires doit faire l'objet d'une étude dans laquelle, il faut considérer les facteurs suivants :

- La nature de la prise d'eau à proximité de laquelle l'armoire est installée ;
- Hydrant ;
- La distance entre prise d'eau et point d'attaque ;
- D'une manière générale, les armoires doivent être installées entre tous les deux Hydrants et leur l'intérieur doit comprendre le matériel d'intervention suivant :
- 1Tuyau DN 100 de 20 mètres de longueur.
- 1 Division avec robinet DN 100 par deux sorties DN 65.
- 2 Tuyaux de DN 65 mm de 20 mètres de longueur.
- 2 Lances à débit variables DN 65
- 1 Division avec robinet DN 65 par deux sorties DN 40.
- 2 Lances à débit variables DN 40 02 Tuyaux de DN 40 mm de 20 mètres de longueur.
- Division avec robinet DN 65 par deux sorties DN 40.
- 2 clés Tricoises en bronze universelles.
- 1 Hachette et 01 pelle.



Figure 3.8 : Armoire d'incendie

3.3.6 Les prises d'eau

Ceux sont des appareils destinés à être installés et répartis sur toute la tuyauterie du réseau d'eau d'incendie. Ils ont pour but de permettre aux agents d'intervention d'utiliser l'eau sous pression du réseau incendie.

- Leur nombre et leur répartition doivent faire l'objet d'une étude approfondie dans laquelle il faut tenir compte des deux facteurs importants suivants :
 - Le risque à protéger
 - La surface à couvrir
- Généralement, ces prises d'eau comprennent :
 - Les Hydrants
 - Les Robinets Incendie Armés (RIA)
 - Les Lances Monitors

3.3.6.1 Les poteaux d'incendie (Hydrants)

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



Figure 3.9 : Le poteau d'incendie (Hydrant)

3.3.6.2 Robinets d'incendie armés (RIA)

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

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

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



Figure 3.10 ; Robinet d'incendie armé (RIA)

3.3.6.3 Monitors

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



Figure 3.11 : Monitor

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

3.3.6.4. Couronnes d'eau

Tous les bacs de stockage d'hydrocarbures liquides doivent être équipés de deux demi couronnes d'eau assurant un débit mixte eau/émulseur de 15 l/ min.ml. L'installation des couronnes d'eau, pour les bacs de stockage, doit être conforme aux prescriptions de la norme NFPA.

3.3.7 Réseau mousse

Tous les réservoirs d'hydrocarbures liquides doivent être reliés par une ou plusieurs lignes à la pomperie incendie. Ces réserves d'émulseur doivent être placées en des endroits judicieusement choisis et constitués de manière à pouvoir être rapidement et facilement mises en œuvre. Dans le cas où la distance est supérieure à 300 m, des stations locales de mousse au niveau des zones de stockage de capacité minimale qui correspond au volume nécessaire pour :

- ❖ Éteindre, en vingt minutes, un feu sur le réservoir le plus important, avec un taux d'application de 5 l/min.m², tout en assurant son refroidissement avec un taux d'application de 15 l/min.m², et la protection des réservoirs voisins menacés.
- ❖ Pour les bacs à toit flottant, il faut considérer un feu de joint avec un Taux d'application d'extinction de 12,2 l/ min.m².
- ❖ Éteindre, pendant 60 minutes au minimum, un feu sur la plus grande cuvette en projetant de la mousse avec un taux d'application de solution moussante de 5l/min.m².

3.3.7.1 Boite à mousse

Tous les bacs de stockage d'hydrocarbures liquides doivent être équipés de chambre à mousse assurant un débit de solution moussante de 5 l/min.m² [10].

L'installation des boites à mousse doit être conforme aux prescriptions de la norme NFPA 11. Le nombre de boite à installer est fonction du diamètre du bac à protéger conformément au tableau ci-dessous [11].

Diamètre du bac (mètre)	Nombre de noite
jusqu'à 24 mètre	2
de 24 à 36	3
de 36 à 42	4
de 42 à 48	5

3.3.7.2 Générateur de déversoir à mousse

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



Figure 3.12 : Générateur de déversoir à mousse [9]

3.3.7.3 Déversoir à mousse

Les joints des bacs à toit flottant doivent être dotés de déversoirs de mousse assurant un débit d'application de 12 l/min.m² de la surface du joint. L'installation de dispositif anti incendie doit être conforme aux prescriptions de la norme NFPA. [9]



Figure 3.13 : Déversoir à mousse

3.4. Méthode d'inspection

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

- ❖ S'assurer que le réservoir d'eau (bâche à eau) de la station de pompage est constamment pleine. check-list de contrôle à chaque prise de quart avec enregistrement.

- ❖ Entretien et maintenir les pompes en bonne état de marche. Selon mode d'emploi transmise par le fournisseur des pompes.
- ❖ Tenir le registre à jour. Contrôle quotidien par le responsable de quart.
- ❖ Entretien et maintenir le moteur diesel en bonne état de marche (niveau de carburant, d'huile, charge des batteries, etc. ...). Check-list de contrôle à chaque prise de quart.
- ❖ S'assurer que le réseau est maintenu sous pression. (Manomètre sur réseau incendie). Check-list de contrôle toutes les deux heures par l'équipe présente
- ❖ Ouvrir périodiquement les poteaux d'incendie, les vannes, RIA et les lances monitors. Au moins une fois par semaine une inspection visuelle check-list de contrôle ; graissage des boulons des tiges de vannes au moins une fois par mois.
- ❖ Procéder aux essais hebdomadaires des pompes électrique et diesel en déversant dans la bache à eau (installation retour vers bache à eau) en présence du représentant de la technique.
- ❖ Vérifier l'état du réseau ; planification d'inspection préventives.
- ❖ Des rondes d'inspection doivent se faire à chaque prise et fin de quart ; ces inspections doivent enregistres sous formes de check-list mentionnées dans le registre de quart.[12]

3.5. Mode opératoire

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

Le réseau d'eau anti-incendie, est dimensionné pour alimenter l'ensemble de la tuyauterie et équipements installés avec une bonne quantité d'eau à une pression permettant de faire face à la demande d'eau dans la zone a protégé. Il est posé en boucles fermées le long des routes et autour des zones du camp de vie, et est sectionné par des vannes de sectionnement manuelles, de façon à ce que certaines parties du système puissent être isolées en cas d'urgence ou lorsque des interventions d'entretien ou de : réparations sont nécessaires, sans devoir bloquer l'ensemble du système.

Le déclenchement automatique de la pompe jockey et pompe principale électrique ce fait grâce au pressostat installer dans le circuit. L'exploitation de la pompe diesel en cas d'absence de courant

électrique ce fait manuelle, localement au niveau de local technique.

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

- ❖ Poteaux d'incendie : elles sont situées le long de la route à des emplacements Stratégiques.
- ❖ RIA : ils sont situés dans les endroits stratégiques et peut être exploité à tout moment
- ❖ Lances monitor : elles occupent des positions stratégiques de manière à desservir tout le camp.

[12]

3.6. L'école à feu

Principal support de la formation de technicien de sécurité l'école à feu reproduit le type d'installation que l'on peut trouver dans l'industrie. Elle se compose :

- Des brides ;
- Des bacs ;
- De fosse de 100m² compartimentée de 4 de 25m ;
- De flaques complexes ;
- De wagon citerne ;
- De caniveau de tuyauteries ;
- De camions citernes ;
- De labyrinthe ;
- De réservoir ;



Figure 3.14. Simulation d'incendie de wagon-citerne

3.6.1. Les missions de la sécurité

La première mission est de prévenir tout incident ou incendie, elle est la garantie d'une politique de productivité bien comprise et son rôle est de prévoir, les détails de l'exécution des réalisations en fonction du but technique recherché. La prévention doit être considérée comme une des conditions déterminantes d'un travail bien fait et à ce titre, les agents de Prévention doivent imposer à l'exécutante, les conditions de travail les meilleures, les plus régulières, donc les plus sûres.

La seconde est d'intervenir afin de sauvegarder les vies humaines, et les matériels. Car les conséquences de l'incendie dans les installations de l'Industrie peuvent revêtir, en un laps de temps très court, un caractère de gravité exceptionnelle. Les agents d'Intervention ont une mission déterminant dans l'évolution d'un sinistre, c'est pourquoi chaque responsable doit mettre à la disposition de ces agents, les matériels en qualité et quantité suffisante. Il est donc particulièrement important qu'à tous les niveaux on soit conscient d'un danger permanent, et aucune mesure de prévention ou d'intervention ne doit être sous-estimée. Un autre aspect est la formation permanente de ce personnel, qui lui permettra d'acquérir des connaissances en fonction des nouvelles techniques et d'accroître l'esprit de sécurité qui est la base de cette mission.

A cet effet, l'Institut Algérien du pétrole (I.A.P) a créé l'école à feu pour former des ingénieurs, sur des actions de prévention et d'interventions. Utilisant des stratégies issues de la réalité. Le programme de formation consiste à réaliser des actions d'intervention pour atteindre le feu selon des scénarios bien déterminé. En effet, plusieurs scénarios sont possibles dans l'école telle que, un déclenchement d'une source de feu dans un réservoir de 30 000 m³, un autre scénario très intéressant quand un incendie déclenche dans un réservoir du fuel. En revanche, il existe d'autre scénarios qui sont destinés à l'intervention contre des incendies des équipements stratégiques, tels que les échangeurs de chaleurs, des chaudières des turbines etc.

3.6.2. Le contenu de la formation

La formation sécurité donnée aux stagiaires admis au centre est à la fois technique et pratique

1. Cote technique :

Cette partie faite parce que l'attaque du feu n'est faite qu'en seconde phase, après que tous ait compris comment :

- Début un incendie ;
- La propagation du feu ;
- Les moyens d'extinction ;
- Les utilisations des moyens d'extinction ;
- La technique d'attaque du feu ;
- L'organisation de l'intervention.

2. Cote pratique :

La partie pratique a pour but d'entraîner les stagiaires a la manipulation et l'utilisation des différents matériels d'incendie et de concrétiser l'instruction théorique sur les méthodes d'intervention concernant les différents types de feux pouvant survenir dans les installations de l'Industrie.

3.7 Les types de feux

Les types de feux retenus à l'école sont ceux qui sont susceptibles de se produire le plus fréquemment dans les installations industrielles.

Nature de feu	Les composants
1. Feux de gaz	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Feux de bride horizontale à 0.5 m du sol ➤ Feux de bride verticale à 2 m du sol ➤ Feux à l'ouverture d'un tube à 0.5 m du sol Ces feux sont alimentés soit en propane ou butane (phase gazeuse) soit en essence ou carburacteur.
2. Feux homologués pour extincteur	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bac circulaire $\varnothing 1.5 \text{ m} / s = 1.8 \text{ m}^2$ ➤ Bac rectangulaire $L = 1.8 \text{ m} / l = 1.8 \text{ m} / s = 1.8 \text{ m}^2$ ➤ Bac rectangulaire $L = 2.5 \text{ m} / l = 2.0 \text{ m} / s = 5.0 \text{ m}^2$ profondeur 0.15 m
3. Feux de flaque de 100 m²	Fosse de 100m ² compartimentée en 4 de 25 m ² . Le combustible utilisé est indifféremment, l'essence, le gas-oil et le carburacteur TR
4. Feux de flaque complexe	Ce feu simule un feu de pomperie ou d'unité, avec écoulement de liquide (essence, gas-oil) sur une pompe et sur un échangeur.
5. Feux de camion-citerne	
6. Feux de wagon-citerne	
7. Feux de caniveau de tuyauteries	Ce feu a pour but de montrer l'intérêt des murs coupe feux et les problèmes particuliers aux feux de caniveaux de tuyauteries.
8. Feux de réservoirs	Cet objective est constitué par un réservoir de diamètre 12m et une cuvette de rétention de 20m x 20m

Chapitre 04 : Dimensionnement de réseau d'incendie d'école à feu**4. Dimensionnement de réseau d'incendie d'école à feu l'IMSI**

Dans ce chapitre, nous allons présenter les principes de base de dimensionnement d'un réseau incendie, Il faut voir la vitesse d'écoulement, la viscosité et les pertes de charge qui constituent l'une des étapes de notre projet, les pertes de charge sont engendrées par le déplacement du fluide dans le réseau. Cependant, leurs calculs ne sont pas une tâche facile, car il y a la contrainte de la diversité des formules utilisées. Dans ce qui suit nous allons présenter la formule d'Hazan-Williams le calcul des pertes de charge.

4.1. Généralité

Un réseau hydraulique est un système de conduites simples connectées entre elles. Dans ce cas les paramètres géométriques (diamètre, rugosité) ainsi que les paramètres hydrauliques (débit, vitesse, pertes de charge) peuvent être différents dans plusieurs points du réseau. Pour les calculs hydrauliques d'un conduit, nous disposons des paramètres suivants :

4.1.1. Vitesse d'écoulement

La vitesse d'écoulement d'un fluide dans une conduite se détermine par la relation suivante [14] :

$$V = \frac{4Q_v}{\pi D^2}$$

avec :

- ✓ V : Représente la vitesse d'écoulement dans la conduite, en [m/s];
- ✓ Q_v : Représente le débit véhiculé dans la conduite, en [m^3 /s];
- ✓ D : Représente le diamètre de la conduite, en [m].

4.1.2. Régime d'écoulement

Le régime d'écoulement d'un fluide dépend du rapport entre les forces d'inertie et les forces de viscosité dans l'écoulement. Ce rapport se caractérise par le nombre de Reynolds.[14]

4.1.3. Nombre de Reynolds

Osborne Reynolds ingénieur britannique (1842- 1912) précisa la notion du régime d'écoulement d'un fluide et montra que trois facteurs déterminent leurs natures. Ces facteurs sont [15] :

- ✓ - La vitesse d'écoulement V du fluide, en [m/s] ;
- ✓ - Le diamètre intérieur de la tuyauterie D , en [m] ;
- ✓ - La viscosité cinématique du fluide ν , en [m² /s].

Le nombre de Reynolds (R_e) est donc obtenu de la manière suivante :

$$R_e = \frac{V \cdot D}{\nu}$$

avec R_e : Nombre sans dimension (défini le type d'écoulements). (Figure.4.1)

- Si $R_e < 2000$ l'écoulement est laminaire.
- Si $2000 < R_e < 4000$ l'écoulement est transitoire.
- Si $R_e > 4000$ l'écoulement est turbulent.

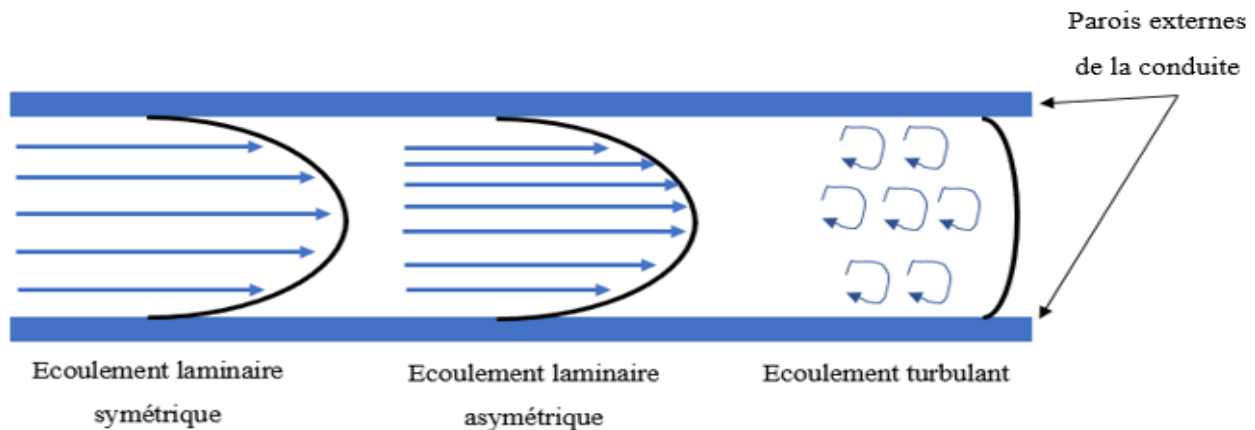


Figure .4.1. Les types écoulements selon le Nombre de Reynolds (R_e)

4.1.4. Viscosité

Dans l'écoulement d'un fluide réel, les particules situées à proximité de l'axe de la veine se déplacent plus rapidement que celles situées à proximité des bords de la conduite. Ce glissement de particule les unes sur les autres, fait apparaître des forces de frottement internes, ces forces de frottement au sein du fluide sont des forces de viscosité. La viscosité est propre à tous les fluides, sa détermination revient au domaine de l'expérience et ce que l'on peut noter, c'est qu'elle dépend essentiellement de la température.[15]

4.1.5. Rugosité

La rugosité correspond à la notion habituelle de présence plus ou moins importante d'aspérités sur une surface. On constate que lorsque la rugosité d'une conduite augmente, les frottements seront plus importants et donc la perte de charge augmentera. La perte de charge est donc fonction du matériau de la conduite. [15]

4.1.6. Equation de Bernoulli

Le théorème de Bernoulli généralisé permet d'exprimer la conservation de l'énergie entre deux points A et B d'un système hydraulique c'est-à-dire que la somme des diverses formes d'énergie (potentiel, cinétique et énergie de pression) représentent la somme des différentes pertes de charge. La formule générale de cette équation [35] s'écrit :

$$\frac{P_A}{\rho g} + \frac{V_A^2}{2g} + h_A = \frac{P_B}{\rho g} + \frac{V_B^2}{2g} + h_B + \Delta H$$

avec :

P_A et P_B : Représente la pression au point A et B, en [Pa] ;

V_A et V_B : Représente la vitesse au point A et B, en[m/s] ;

h_A et h_B : Représente la hauteur géométrique au point A et B, en [m] ;

ΔH : Représente la perte de charge totale, en [m].

4.2. Pertes de charge

Le calcul de ces pertes de charge n'est pas une tâche facile, car il y a la contrainte de la diversité des formules utilisées. [17]

En hydraulique la perte de charge correspond à l'énergie dissipée par frottement visqueux, lors de l'écoulement d'un fluide, elle apparait dans l'équation de Bernoulli comme une hauteur de colonne d'eau. On distingue deux types de pertes de charge :

4.2.1 Pertes de charge linéaires

Les chercheurs Darcy et Weis Bach ont développé une équation théorique permettant de calculer les pertes de charge résultant du frottement exercé entre le fluide et la surface intérieure de la canalisation. Elles sont proportionnelles à la longueur (L) de la conduite et au carré de la vitesse (V) du fluide, inversement proportionnelles au diamètre (D) et fonction du coefficient de frottement (λ), elle est donnée par la formule [14] :

$$J_{HL} = \lambda \frac{V^2 L}{2gD} \quad \text{ou bien :} \quad J_{PL} = \lambda \frac{\rho V^2 L}{2D}$$

avec :

J_{HL} : Représente la perte de charge linéaire, en [m] ;

JPL : Représente la perte de charge linéaire, en [Pa] ;

V : Représente la vitesse d'écoulement dans la conduite, en [m/s] ;

L : Représente la longueur de la conduite, en [m] ;

D : Représente le diamètre de la conduite, en [m] ;

g : Représente l'accélération de la pesanteur, ($g= 9,81 \text{ m/s}^2$) ;

ρ : Représente la masse volumique du fluide, en [kg/m^3] ;

λ : Représente le coefficient des pertes de charge linéaire, dépend de la rugosité de la paroi de la conduite et du rég.

2.2.2 Pertes de charge singulières

Les pertes de charge singulières résultent de la présence de différentes structures (coudes, Raccords, branchements, vannes...etc.). Tous ces éléments (singularités) installés le long de la canalisation constituent des obstacles qui freinent le passage du fluide et provoquent des pertes de charge. [14]

Ces pertes sont caractérisées par un coefficient de pertes ξ , déterminées par la relation suivante :

$$J_{HS} = \xi \frac{V^2}{2g} \quad \text{ou bien:} \quad J_{PS} = \xi \frac{\rho V^2}{2}$$

avec :

J_{HS} : Représente la perte de charge singulière, en [m] ;

J_{PS} : Représente la perte de charge singulière, en [Pa] ;

V : Représente la vitesse de l'écoulement dans la conduite, en [m/s] ;

ξ : Représente le coefficient des pertes de charge, sa valeur correspond à différents types de composants d'un circuit hydraulique.

4.3. Equation expérimentale de Hazen-Williams

L'équation de Hazen-William est une formule empirique qui relie le débit d'eau dans une conduite, les propriétés physiques de cette dernière et la chute de pression causée par la friction ; et qui est utilisée dans la conception des conduites d'eau des systèmes tels que les systèmes d'incendie et des réseaux d'approvisionnement en eau. Elle est nommée ainsi

d'après Allen Hazen et Stewart Gardner Williams. L'équation de Hazen-Williams à l'avantage que son coefficient C_{HW} n'est pas une fonction du nombre de Reynolds, en outre elle ne tient pas compte de la température ou de la viscosité du fluide. [16]

La formule générale de cette équation est donnée par :

$$V = k \times C_{HW} \times R_h^{0,63} \times S^{0,54}$$

avec :

V : Représente la vitesse de l'écoulement en [m/s];

R_h : Représente le rayon hydraulique, $R_h = \frac{D}{4}$ [m];

S' : Représente la perte de charge par unité de longueur ;

k : Représente le facteur de conversion pour le système d'unités ($k=0,849$ pour les unités SI) ;

C_{HW} : Représente le coefficient de rugosité de Hazen - Williams.

Ce coefficient CHW dépend du matériau des conduites, qui est représenté dans le tableau suivant :

Tableau 4.1. Valeur du C_{HW} selon le matériau	
Conduite (matériaux)	Valeur du coefficient C_{HW}
Fonte	100
Fer au Carbone	120
Zingué	120
Plastique	150
Fonte cimentée	140
Cuivre ou acier inoxydable	150
Amiante	140
Ciment	140

4.4. Relation entre le débit et la perte de charge (H) dans une conduite

A l'aide de l'équation de Hazen-Williams, nous pouvons mettre en évidence la relation qui existe entre les pertes de charge H et le débit Q_v . [16]

En mettant en exponentielle chaque côté de la formule générale de Hazen-Williams par $\frac{1}{0.54}$.

Nous aurons :

$$V^{1,852} = k^{1,852} \times C_{HW}^{1,852} \times R_h^{1,17} \times S'$$

Sachant que : $S' = \frac{H}{L}$

avec : H : Représente la perte de charge, en [m] ;
L : Représente la longueur de la conduite, en [m].

La formule devient :

$$H = \frac{LV^{1,852}}{k^{1,852} \times C_{HW}^{1,852} \times R_h^{1,17}}$$

D'autre part nous avons : le rayon hydraulique $R = \frac{D}{4}$ (qui est différent du rayon géométrique r)

Et que : $Q = VA$

Avec :

V : Vitesse de l'écoulement dans la conduite, en [m/s] ;

A : Surface de section transversale de la conduite, $A = \frac{\pi D^2}{4}$ en [m²].

Après simplification, la formule de Hazen-Williams peut s'écrire :

$$H = \frac{4^{3,02} LQ^{1,852}}{\pi^{1,852} k^{1,852} \times C_{HW}^{1,852} \times D^{4,87}}$$

Enfin nous pouvons écrire : $H = KQ^m$

Où : $m = 1,852$

K : est un coefficient propre à chaque tronçon, puisqu'il dépend de la longueur (L), du diamètre (D), du coefficient de Hazen-Williams (CHW) et de l'exposant (m).

$$K = \frac{\beta \times L}{C_{HW}^{1,852} \times D^{4,87}}$$

avec :

$$\beta = 10,679$$

4.5. Analyse des réseaux

Le débit du fluide permet de déterminer un diamètre de passage de façon à ce que la vitesse du fluide reste dans les limites acceptables, n'entraînant pratiquement ni perte de charge, ni échauffements excessifs.

La quantité d'eau disponible est directement définie par le type de réseau et son dimensionnement. Le réseau étant maillé, les canalisations arrivant à un nœud appartiennent à une ou plusieurs mailles à la fois, la répartition des débits dans les canalisations n'est pas connue à priori et leurs calculs se font par approximations successives, une procédure itérative est par conséquent nécessaire. Quatre méthodes sont, en pratique, utilisées, pour la résolution des équations aboutissant à l'analyse des réseaux, ce sont la méthode de linéarisation de Wood-Charles, la méthode de Newton-Raphson, méthode des éléments finis et la méthode de Hardy-Cross. [16]

4.6. Dimensionnement de notre motopompe

Le moteur utilisé est proposé par les Eté PENVEN & Co ; c'est un moteur « ALSTHOM » diesel type L Aix cylindrique en linge à refroidissement par air, développant 110 ch, à 1750 tr/mn (puissance en service continue)

La pompe est de type WLK 100/5 c'est une pompe centrifuge à 5 étages avec roues fermés a simple entrée

La pompe tourne à la même vitesse que le moteur

La pompe	Caractéristiques
Marque	KSB
Type	WLK 100 à 5 étages
N P S H	5.1 m
Vitesse de rotation	1750 tr / mn
Débit	165 m ³ / h
Hauteur de manométrique total	120 m.c.l
Puissance	105 Ch
Rendement	70 %

Le moteur	Caractéristiques
Marque	ALSTHOM
Type	Diesel air
Puissance	L62 110 CH à 1750 tr / mn
Nombre de cylindres	6
Alésage	120 mm
Course	140
Refroidissement	Air
Démarrage	Electrique
Réservoir de combustible	150 L

4.7. Application numérique

4.7.1. Dimensionnement de la conduite

Le calcul détaillé du réseau anti incendie de l'école à feu repose sur la détermination de plusieurs grandeurs : choix du matériau, la nuance, le diamètre et l'épaisseur, nombre de poteaux, nombre de vannes, l'autonomie de l'eau...etc.

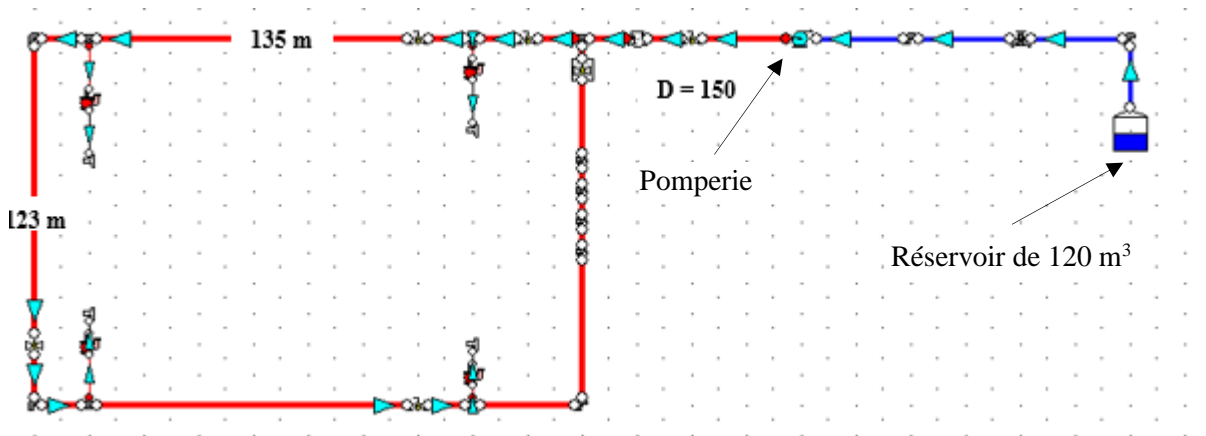


Figure 4.2. Caractéristiques de l'installation

4.7.2. Calcul la Vitesse d'écoulement :

Selon les conditions opératoires, (température ambiante et pression moyenne), la norme ASTM A 671 recommande d'utiliser un diamètre de la conduite est : $D = 15 \text{ cm} = 0,15 \text{ m}$
 $\rho_{eau} = 1000 \text{ Kg/m}^3$.

On a comme donné : $QV=165 \text{ m}^3/\text{h} = 0,046 \text{ m}^3/\text{s}$

et : $Q_v = V \times S$ avec $S = \frac{\pi D^2}{4}$ Donc :

$$V = \frac{4Q_v}{\pi D^2} = \frac{4 \times 0,046}{3,14 \times (0,15)^2}$$

$$V = 2,62 \text{ m/s}$$

4.7.3. Etude hydraulique

Nous avons trouvé précédemment que le diamètre de la conduite est : $D= 0,15 \text{ m}$ et : $Q_v= 2750 \text{ l/mn}$

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

4.7.3.1. Calcul du nombre de Reynolds

On à la viscosité de l'eau dans une température égale à 20° est : $\mu = 1 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$

En remplaçant les termes par leurs valeurs, on a :

$$R_e = \frac{1000 \times 0,15 \times 2,62}{1 \times 10^{-3}} = 393000$$

$$R_e = 3,93 \times 10^5$$

On trouver que : $R_e = 3,93 \times 10^5 > 4000$; donc le régime est turbulent.

Le diagramme de Moody permet d'évaluer graphiquement coefficient de perte de perte charge lainière λ en fonction de la vitesse d'écoulement moyenne V , du diamètre D et de la rugosité ε de la conduite et de la viscosité du fluide ν . Ces quatre variables sont regroupées en deux nombres adimensionnels : (**Annexe III**)

- ✓ La rugosité relative: ε/D
- ✓ Le nombre de Reynolds $R_e = \frac{VD}{\nu}$

On détermine alors le régime d'écoulement.

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

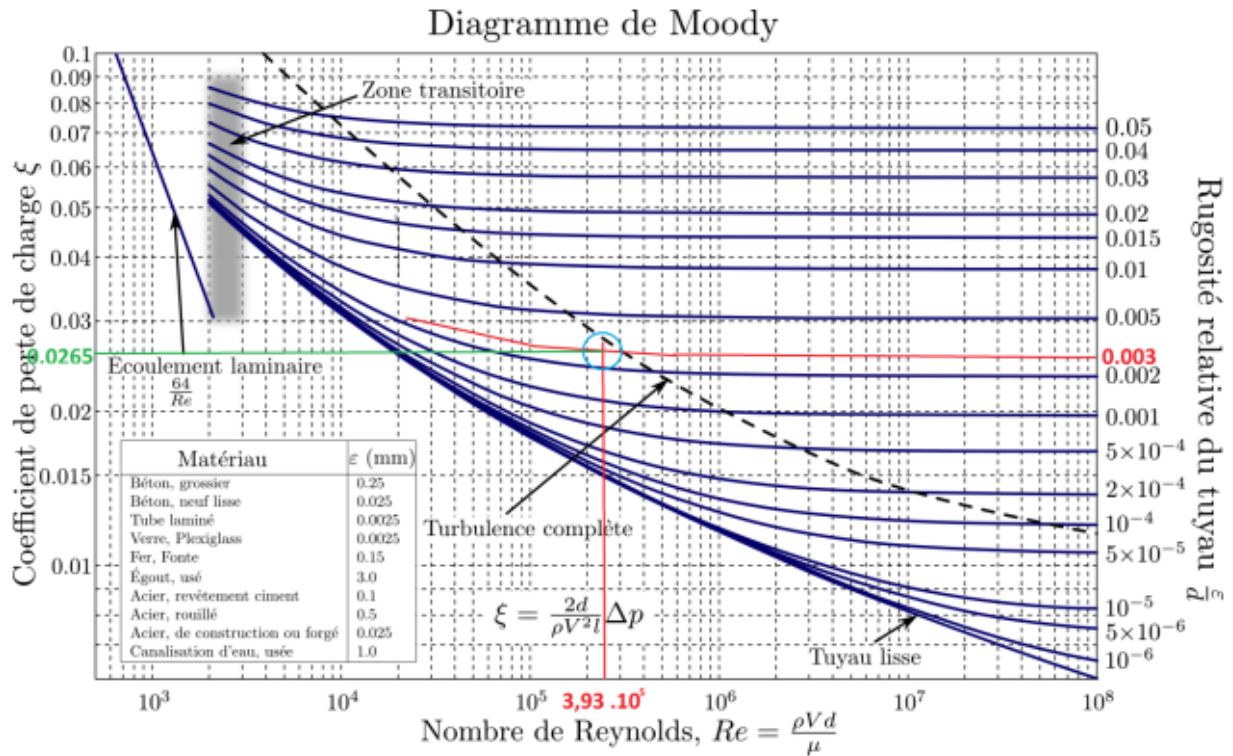


Figure 4.3. Résultats des projections dans le diagramme de Moody

La connaissance du Reynolds nous permet d'accéder à la rugosité relative et au coefficient de frottement au moyen des abaques (Figure III.4).

- Rugosité relative : $\epsilon/D = 0.5/150 = 0,003$
- Coefficient de perte de charge : $\lambda = 0.0265$

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

4.7.3.2. Les pertes de charge linéaires J_{HL}

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

$$J_{HL} = \lambda \frac{V^2 L}{2gD} = 0,0265 \times \frac{(2,62)^2 \times (530)}{2(9,81) \times (0,15)}$$

$$J_{HL} = 32.76 \text{ m/m}$$

4.7.3.3. Les pertes charge singulière J_{HS}

$$J_{HS} = \xi \frac{V^2}{2g}$$

1- Pour coudes large à 90 $J_{HSC} : \xi_c = 0,3$ (**Annexe I**)

$$J_{HC} = \xi_c \frac{V^2}{2g} = 0,3 \times \frac{(2,62)^2}{2 \times 9,81} \\ = 0.11 \text{ m/m}$$

On a 3 coudes donc $J_{HSC} = J_{HSC} \times 3 = 0,11 \times 3 = 0,33 \text{ m/m}$

2- Pour dérivation simple avec T équerre : $J_{HST} ; \xi_t = 1,0$ (**Annexe I**)

$$J_{HST} = \xi_t \frac{V^2}{2g} = 1 \times \frac{(2,62)^2}{2 \times 9,81} \\ = 0.35 \text{ m/m}$$

On a 5 dérivation donc $J_{HST} = J_{HST} \times 5 = 0,35 \times 5 = 1,75 \text{ m/m}$

3- Pour vanne d'arrêt $J_{HSV} : \xi_v = 6,0$ (**Annexe II**)

$$J_{HSV} = \xi_v \frac{V^2}{2g} = 6 \times \frac{(2,62)^2}{2 \times 9,81} \\ = 2.1 \text{ m/m}$$

On a 6 vannes donc : $J_{HSV} = J_{HSV} \times 6 = 2,1 \times 6 = 12,6 \text{ m/m}$

4- Pour coudes large à 45 $J_{HSC''} : \xi_{C''} = 0,24$ (**Annexe I**)

$$J_{HSC''} = \xi_{C''} \frac{V^2}{2g} = 0,24 \times \frac{(2,62)^2}{2 \times 9,81} \\ = 0.08 \text{ m/m}$$

On a 4 coudes donc $J_{HSC''} = J_{HSC''} \times 4 = 0,08 \times 4 = 0,32 \text{ m/m}$

Calculons de pertes charges singulière total J_{HS} :

$$J_{HS} = J_{HST} + J_{HSC} + J_{HSV} + J_{HSC''} \\ = 0,33 + 1,75 + 12,6 + 0,3$$

$$J_{HS} = 15 \text{ m/m}$$

4.7.3.4. Tableau de résultat

On a résumé les résultats des calculs dans le tableau suivant :

	Les résultat	Remarque
La vitesse découlement	$V = 2,62 \text{ m / s}$	/
Nombre de Reynolds	$Re = 3,93 \times 10^5$	On a : $Re = 3,93 \times 10^5 > 4000$; donc le régime est turbulent.
La rugosité relative	$\varepsilon / D = 0,003$	On prend la valeur de ε selon le type de matériau utilise.
Coefficient de perte de charge laminière λ	$\lambda = 0,0265$	On prend la valeur suivant les abaques.
Les pertes de charge linéaires J_{HL}	$J_{HL} = 32,76 \text{ m/m}$	/
Les pertes de charge singulière total J_{HS}	$J_{HS} = 15 \text{ m/m}$	/

Partie Pratique

1. Introduction

Dans les entreprises industrielles, dont les activités présentent des dangers et donc des risques technologiques, la sécurité industrielle se focalise alors sur l'analyse de ces risques et sur leur maîtrise. Afin de réduire et minimiser le plus fort possible, pour assurer une bonne protection pour les travailleurs, les équipèrent et l'environnement.

La société Naftal, par ses activités de commercialisation et de distribution de produits pétroliers, est confrontée à des risques inhérents aux opérations de stockage, au transport et a la distribution de ses différents produits.

Sur le dépôt carburants terre DCT 1208 El Bayadh ne sont présents que des carburants Inflammables le gasoil.

Du tait du caractère inflammable de ces carburants, on a des phénomènes accidentels les plus probables sont des explosions et ou des incendies. Ces accidents ont tous une Cinétique rapide, c'est-à-dire qu'ils surviennent et se développent instantanément et qui est besoin d'un service de sécurité pour prévenir ces accidents.

Durant ce stage que nous avons effectué 1 mois, nous avons eu l'occasion de connaitre les moyens humains et matériels mis en place par DCT 1208 El Bayadh pour assurer la préservation des travailleur et leur environnement.

Le dépôt carburants terre DCT 1208 El Bayadh est l'objet de mon étude qui consiste à identifie et analyse les risques dans l'entreprise.

2. Présentation de Naftal

Naftal est une entreprise pétrolière algérienne, spécialisée dans la distribution des produits pétroliers.

Naftal est aussi spécialisée dans la conception, l'élaboration et la distribution de lubrifiants pour moteurs (deux-roues, automobiles et autres véhicules) ainsi que pour l'industrie.

Naftal est une société par actions (SPA) au capital social de 160 milliards de dinars.

Fondée en 1982 et filiale à 100% du Groupe Sonatrach, elle est rattachée à l'activité commercialisation. Elle a pour mission principale, la distribution et la commercialisation des produits pétroliers et dérivés sur le marché national.[36]

3. Les missions de l'entreprise NAFTAL

NAFTAL a pour mission principale, la distribution et la commercialisation des produits pétroliers sur :

- L'enfûtage des GPL ;
- La formulation des bitumes ;
- La distribution, le stockage et la commercialisation des carburants, GPL, lubrifiants, bitumes, pneumatiques, GPL/carburant, produits spéciaux ;
- Le transport des produits pétroliers.

Pour assurer la disponibilité des produits sur tout le territoire, **Naftal** met à contribution plusieurs modes de transport :

- Le cabotage et les pipes, pour l'approvisionnement des entrepôts à partir des raffineries.
- Le rail pour le ravitaillement des dépôts à partir des entrepôts.
- La route pour livraison des clients et le ravitaillement des dépôts non desservis par le rail.

A l'ère de la mondialisation, **Naftal** a jugé indispensable la mise en place d'une nouvelle organisation par ligne de produit (bitumes, lubrifiants, réseau, logistique, GPL, pneumatique, Aviation, Marine).

Naftal fournit près de 13,3 millions de tonnes de produits pétroliers par an, un chiffre appelé à augmenter avec une demande en constante croissance. Elle a également mis en place une nouvelle vision stratégique à moyen terme orientée client avec un plan de mise en œuvre.[36]

4. HSE en Naftal

Depuis l'année 2000, l'entreprise participe avec le ministère chargé de l'environnement au programme du plan national d'action environnementale adhérant ainsi aux principes d'une croissance économique durable d'un point de vue environnemental. La protection de l'environnement constitue un axe stratégique de la politique de développement de Naftal, eu égard à la dangerosité des produits manipulés, stockés, transportés et commercialisés.

La maîtrise des risques liés à ces opérations vise la sécurité des personnes, des biens et la protection de l'environnement. Les exigences strictes en matière de santé, de sécurité et de protection de l'environnement pour un développement durable, interpellent Naftal sur l'application rigoureuse de la réglementation en vigueur qui l'expose, le cas échéant, à de sérieuses sanctions, notamment sur son image de marque.[36]

5. Présentation de dépôt carburants terre DCT 1208 El Bayadh

5.1 Présentation

La wilaya d'El Bayadh est caractérisée par un grand nombre de véhicules de plusieurs types et de nombreux grands projets et stations-service, ce facteur a l'entreprise Naftal Carburants de toucher une grande population consommatrice de ces produits.

- ❖ Nomination : dépôt carburants terre 1208
- ❖ Raison sociale : Société par action (public)
- ❖ Année de création : 1998.
- ❖ Activité principale : Stockage et distribution de carburant.
- ❖ Capacité de production : 1400 m³
- ❖ Activité secondaire Rampe réprouvé Superficie totale : 12 700 m²
- ❖ Superficie exploitée : 7 300 m²
- ❖ Nombre d'installation : 3



Figure I De la partie pratique : DCT 1208 google earth

Partie Pratique

5.2 Les produits commercialisés au niveau du CDT 1208 El Bayadh

Le gazole, diesel.

6. Les Scenarios d'accident dans le DCT 1208 EL BAYADH

Tableau de partie pratique : Scenario d'accident		
Scenario retenue	Origin et dénouement	Nature de produit
Brûlures, surpression (effaces accidents peuvent se produiraient à Fet des ou file) et projectif différents endroits de l'installation où son ton de débris	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Les zones de stockage (cuves) ; ❖ Les canalisations (tuyauteries, Pipeline) ; ❖ Les zones de chargement et déchargement 	Gasoil
BOILUVRE de Citerne CRB de camion de déchargement	Le phénomène se déroule dans la zone de déchargement et chargement et concerne uniquement la citerne de camion de déchargement ou chargement de CRB	Gasoil
Incendie dans la Zone de stockage	Suite à un déversement de carburant l'incendie se produit sur la surface du carburant, une source d'ignition comme cigarette, étincelle peut être al' origine du déclenchement de l'événement	Gasoil
BOILUVRE de cuve de stockage	Le phénomène se déroule dans la zone de stockage et concerne uniquement les cuves de stockage	Gasoil
Chute de hauteur	Le phénomène se déroule loure des opérations de maintenance ct entretien des cigares (revêtement des cuves, sablage)	
Incendie dans les zones de déchargement et chargement	Le phénomène se déroule dans les zones de déchargement et chargement. l'incendie se produit causée par un déversement du aune fuite. qui forme avec l'air un mélange inflammable, la source d'ignition peut-être une cigarette, étincelle où Un point chaud du camion	
Pollution due à un déversement	L'événement peut se produire dans la zone de déchargement durant l'opération de déchargement. L'écoulement du produit sur les différents points de raccordement du tuyau sont dus à la déformation des raccords du flexible de dépotage.	

7. Les inconvénients au niveau de service HSE de centre 1208

- La mauvaise localisation de centre qui le place à proximité des zones où se trouvent des riverains ce qui l'expose à plusieurs dangers (explosion, intoxication ...)
- L'utilisation de téléphone portable dans la zone de chargement et de déchargement (la zone de danger zone 1 et zone 0) ;
- La grande pénurie du nombre des agents de prévention et d'intervention (API) ;
- Non-respect des normes de sécurité lors du chargement et du déchargement du camion-citerne (port la mise à la terre...)
- Les travailleurs ne reçoivent pas une bonne formation pour faire face et éliminer les dangers lors de leurs déplacements et de leur travail ;
 - Manque de maintenance ou de renouvellement des équipements du centre, qui entraîne sa transformation en danger pour le travailleur ;
 - Ignorer les API et ne pas tenir compte des normes de sécurité telles que l'utilisation des équipements de protection individuelle (chaussure, masque, vêtement...)

8. La période de stage

1^{ère} semaine :

- L'exploration des services de dépôt carburant (service HSE, service financiers...).
- La connaissance des employés de site (le directeur de dépôt, inspecteur HSE (encadreur), API, les agents de sécurité et les pompistes).
- L'exploration des équipements de travail (les véhicules, les cuves, les équipements HSE).

2^{ème} semaine :

Connaitre les tâches de chacun dans le service d'HSE :

Inspecteur HSE :

- Approuber les permis de travail.
- L'inspection du travail des API.

Les agents de prévention et d'intervention API :

- Supervision du processus de chargement et de déchargement des camion-citerne.
- Les API interviennent en cas d'accident de travail ou d'un incendie.
- Réalisation des séances d'inspection dans le site de travail.

3^{ème} semaine :

Une visite d'inspection quotidienne de centre de GPL pour connaître le flux de travail. Connaître le rôle de l'ingénieur de HSE.

4^{ème} semaine :

Apprendre comment utiliser les moyens de lutte contre l'incendie.

Dans le dernier jour de stage nous participons dans un exercice de simulation d'un incendie avec la protection civile .

9. Tableau personnel

Tableau I De la partie pratique : Tableau personnel	
La période de stage	Comme information acquises
du 20/03/2022 au 31/03/2022	Nous avons appris des concepts théoriques dans ce domaine et comment les appliquer sur le terrain
du 01/04/2022 à 13/04/2022	Etudier et découvrir le rôle sensible de l'Ingénieur de Prévention et d'Intervention (IPI) dans la définition de ses missions et sa déclinaison sur le terrain
du 13/04/2022 à 18/04/2022	Une visite d'inspection du centre de GPL pour connaître le flux de travail et les tâches de l'ingénieur de sécurité et de prévention
19/04/2022	Participation à un exercice de simulation en coordination avec la protection civile

Conclusion générale

Conclusion générale

Pour faire face au risque d'incendie il est primordial d'avoir une bonne connaissance sur ce dernier, les zones de danger, l'importance du réseau anti-incendie dans les installations gaz/huile, et l'efficacité du choix de dispositifs utilisés pour la protection contre l'incendie pour éliminer ou diminuer les effets de ce risque.

Le présent travail traite des études de cas pour savoir le besoin d'eau et d'émulseur en cas d'incendie.

Au terme de notre étude on peut conclure que l'importance du réseau anti-incendie dans les installations gaz/huile est dans l'efficacité du choix de dispositifs utilisés pour la protection contre l'incendie. Donc il faut toujours mettre des mesures et des dispositifs efficaces dans les installations gaz /huile pour protéger les équipements et éviter les dommages des biens et l'homme et l'environnement.

Ce travail peut être considéré comme un point de départ aux plusieurs études sur les réseaux anti incendie à l'école à feu en attaques des différents problématiques.

Références bibliographiques

- [1] B. C. e. D. K. J. L. C. A, « Encyclopedia Universalis » [En ligne] : <https://www.universalis.fr/encyclopedie/incendies/>, [visité 21/04/ 2022].
- [2] Documents INRS, ED 6054 « Les extincteurs d'incendie portatifs, mobiles et fixes », 06/2014, France.
- [3] Mickael, « www.sprp.com », « Service de Sécurité et d'Assistance à Personnes ».
- [4] Extincteur sécurité incendie, « Matériel contre le feu robinet d'incendie armé »
- [5] Service départemental d'incendie et de secours de l'Allier, « Guide Pratique d'Aménagement Des Points d'Eau Incendie », février 2017.
- [6] INERIS ; Réf : DRA-11-117743-13772A, « Installation fixe d'extinction -Sprinkleur », 2011
- [7] Documents INRS, ED 6061 « Désenfumage Sécurité incendie sur les lieux de travail », 10/2009, France.
- [8] Manuel de Critères généraux pour la protection active contre l'incendie dans les zones de stockage des hydrocarbures liquides Sonatrach.
- [9] Mémoire de fin d'étude, Sahraoui Taher, Belgacem Rachid « Etude théorique et expérimental de réseau anti incendie à feu de l'Ex IAP pour la réalisation d'un plan d'organisation de secours lors d'un incendie, juillet 2021.
- [10] Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection, NFPA 20, version 2007.
- [11] Standard for the Installation of Foam-Water Sprinkler and Foam-Water Spray Systems, NFPA 16, version 2003.
- [12] Standard for Low-, Medium-, and High-Expansion Foam, NFPA 11, version 2005.
- [13] A. Pimenov, Kh. Tagui-zade. « Hydraulique Générale ». Edition Office des publications universitaires : 08-1993.
- [14] I-E Idel'cik. « Mémento des pertes de charge » (traduit du russe). Edition Eyrolles, 1969.
- [15] Michel Roques. « Contrôle industriel et régulation automatique- Mécanique des Fluides ». BTS CIRA, 2005.
- [16] François G. Brière. « Distribution et collecte des eaux ». Presses Internationales Poly technique : 2009
- [17] P.L. Viollet, J.P. Chabard, P.Esposito, D. Laurence. « Mécanique des fluides appliquée écoulements incompressibles dans les circuits, les canaux et rivières, Autours des structure et l'environnement » Pesse de L'école Nationale des Ponts et Chaussées, 1998.
- [18] ABC-Signalétique.com,16/01/2021,[En ligne] : [https://abcsignaletique.fr/blog/2021/01/16/risque-dincendie-en-entreprise-causes-conséquences- impact-luttes/](https://abcsignaletique.fr/blog/2021/01/16/risque-dincendie-en-entreprise-causes-conséquences-impact-luttes/), [visité 24/04/2022].
- [19] Guide sécurité incendie 2015[En ligne]: <http://www.cifful.ulg.ac.be> ,[visité 24/04/2022].
- [20] Michel BRUNEAU, André DIDIER, Jean-Claude RISSET « Encyclopedia Universalis » [Enligne] : <https://www.universalis.fr/encyclopedie/sons-production-et-propagation-des-sons/> [visité 25/04/2022].
- [21] [Enligne] : <https://enasis.univ-lyon1.fr/clarolinepdfplayerbundle/pdf/375863> [visité 25/04/2022].

Références bibliographiques

- [22] [En ligne] : <https://pfi-securite-incendie.com/informations-divers/les-effets-de-l-incendie-sur-l-homme-et-sur-les-batiments> [visité 26/04/2022] .
- [23] INRS, « explosion sur lieu de travail », 28/01/2022
<https://www.inrs.fr/risques/explosion/conditions-survenue-consequences.html>
[visité 26/04/2022]
- [24] [En ligne] : <http://www.ispm.ac.ma/wp-content/uploads/2020/05/S238-SECURITE-INCENDIE.pdf> , [visité 07/05/2022]
- [25] [En ligne] : <https://www.theonorme.com/blog/ssi-et-equipements-dalarme-classement-et-fonctions/> , [visité 08/05/2022]
- [26] [En ligne]: <https://pfi-securite-incendie.com/informations-divers/le-systeme-de-detection-incendie-s-d-i> , [visité 09/05/2022].
- [27] [En ligne] : http://universprevention.ma/?page_id=452, [visité 07/05/2022].
- [28] « Traité pratique de la sécurité incendie », 9ème édition, 03/2007. [En ligne] : <http://cs.pontdecheruy.free.fr/accueil.htm> . [visité 10/05/2022].
- [29] [En ligne]: <https://www.rove-beri.fr/controle-hydrants> , [visité 09/05/2022].
- [30] [En ligne]: <https://enasis.univ-lyon1.fr/clarolinepdfplayerbundle/pdf/630125> , [visité 09/05/2022].
- [31] [En ligne]: <https://www.minimax.com/fr/fr/technologies/water-suppression-systems/sprinkler-systems/>, [visité 10/05/2022].
- [32] [En ligne]: <https://www.prevention-plus.com/risques-industriels/ingenierie-de-securite-incendie/installation-sprinkler/>, [visité 10/05/2022].
- [33] [En ligne] : <https://atossa.fr/sprinklers/>, [visité 10/05/2022].
- [34] FM-Global, « La protection sprinkleur », 03/2012. [En ligne] : www.fmglobal.com, [visité 10/05/2022].
- [35] [En ligne] : <https://www.sfp73.fr/historique1.html> [visité : 11/05/2022]
- [36] www.naftal.com, [visité : 30/05/2022]

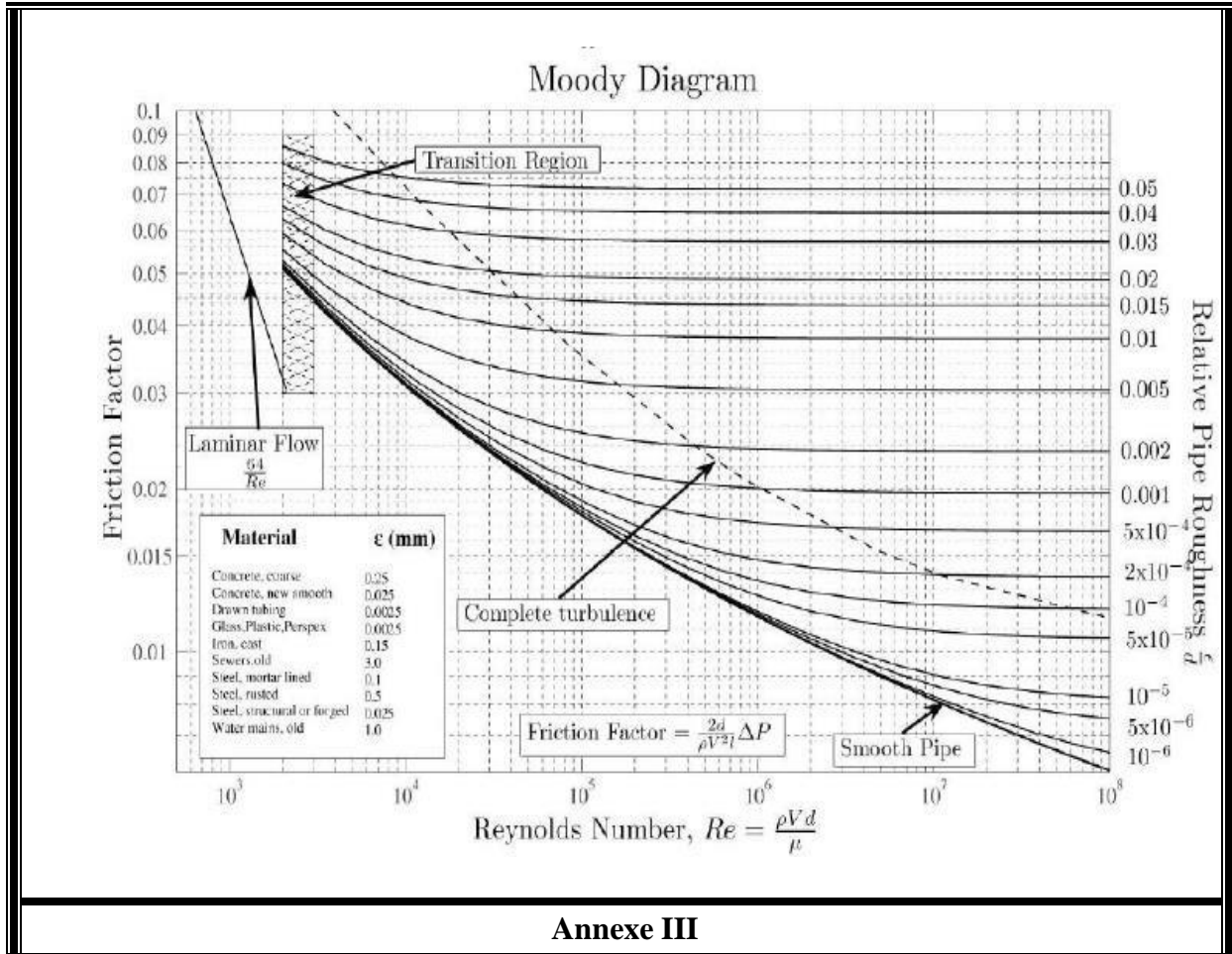
Diamètre du tube acier inox, cuivre ou plastique		8 - 16 mm	18 - 28 mm	30 - 54 mm	> 54 mm
Diamètre du tube acier		3/8" - 1/2"	3/4" - 1"	1 1/4" - 2"	> 2"
Type de résistance singulière	Symbole				
Coude serré à 90° <i>r/d = 1,5</i>		2,0	1,5	1,0	0,8
Coude normal à 90° <i>r/d = 2,5</i>		1,5	1,0	0,5	0,4
Coude large à 90° <i>r/d > 3,5</i>		1,0	0,5	0,3	0,3
Coude serré en U <i>r/d = 1,5</i>		2,5	2,0	1,5	1,0
Coude normal en U <i>r/d = 2,5</i>		2,0	1,5	0,8	0,5
Coude large en U <i>r/d > 3,5</i>		1,5	0,8	0,4	0,4
Élargissement				1,0	
Restriction				0,5	
Dérivation simple avec T équerre				1,0	
Jonction simple avec T équerre				1,0	
Dérivation double avec T équerre				3,0	
Jonction double avec T équerre				3,0	
Dérivation simple avec angle incliné (45° - 60°)				0,5	
Jonction simple avec angle incliné (45° - 60°)				0,5	
Dérivation avec amorce				2,0	
Jonction avec amorce				2,0	

Annexe I

Annexes

<i>Diamètre du tube acier inox, cuivre ou plastique</i>		8 - 16 mm	18 - 28 mm	30 - 54 mm	> 54 mm
<i>Diamètre du tube acier</i>		3/8" - 1/2"	3/4" - 1"	1 1/4" - 2"	> 2"
Type de résistance singulière	Symbole				
Vanne d'arrêt droite		10,0	8,0	7,0	8,0
Vanne d'arrêt inclinée		5,0	4,0	3,0	3,0
Vanne à opercule à passage réduit		1,2	1,0	0,8	0,6
Vanne à opercule à passage total		0,2	0,2	0,1	0,1
Vanne à sphère à passage réduit		1,6	1,0	0,8	0,6
Vanne à sphère à passage total		0,2	0,2	0,1	0,1
Vanne papillon		3,5	2,0	1,5	1,0
Clapet anti-retour		3,0	2,0	1,0	1,0
Robinet de radiateur droit		8,5	7,0	6,0	—
Robinet de radiateur équerre		4,0	4,0	3,0	—
Té de réglage		1,5	1,5	1,0	—
Coude de réglage		1,0	1,0	0,5	—
Vanne quatre voies		6,0		4,0	
Vanne trois voies		10,0		8,0	
Passage à travers un radiateur		3,0			
Passage à travers une chaudière au sol		3,0			

Annexe II



Annexe III

