

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Belhadj Bouchaïb Ain Témouchent



Thème : dimensionnement d'un réseau anti incendie au Niveau DU SIÈGE LQS ORAN (SONATRACH)

Pour l'obtention du diplôme de Master

- **Domaine** : sciences et technologie
- **Filière** : hydraulique
- **Spécialité** : hydraulique urbain

Présenté par :

- Belgour Nerjesse
- Rahmani Asmaa Chahrazed

Composition du Jury :

- **Président** : Mr Benaïcha Mohamed MAA
- **Examineur** : Mme Mostefaoui Leila
- **Encadrant** : Mr Nehari Abderrahmane
- **Co – Encadrant** : Mr Ababou Habib

Chef de département
Cadre technique

Année universitaire : 2025/2026

Résumé

Les réseaux anti-incendie constituent un élément essentiel de la sécurité des bâtiments et des installations industrielles. Ils permettent d'assurer une intervention rapide et efficace en cas d'incendie afin de protéger les personnes, les biens et les infrastructures. Ce mémoire présente les principes de conception et de dimensionnement des principaux équipements d'un réseau anti-incendie, notamment les systèmes sprinklers, les Robinets d'Incendie Armés (RIA) et les poteaux d'incendie. L'étude s'appuie sur les normes et réglementations de référence, en particulier les normes NFPA et les règles APSAD, afin de garantir la fiabilité et la performance des installations de protection incendie.

Mots-clés : réseau anti-incendie, Sprinkler, RIA, Poteau d'incendie, NFPA, APSAD.

Abstract

Fire protection networks are essential components of building and industrial facility safety. They ensure rapid and effective intervention in the event of a fire in order to protect people, property, and infrastructure. This dissertation presents the design and sizing principles of the main fire protection network components, including sprinkler systems, fire hose reels (RIA), and fire hydrants. The study is based on recognized standards and regulations, particularly NFPA standards and APSAD rules, to ensure the reliability and efficiency of fire protection installations.

Keywords: Fire Protection Network, Sprinkler System, Fire Hose Reel (RIA), Fire Hydrant, NFPA, APSAD.

المخلص

تُعد شبكات مكافحة الحريق من أهم أنظمة الحماية المستخدمة في المباني والمنشآت الصناعية، حيث تساهم في الحد من أخطار الحرائق وحماية الأشخاص والممتلكات. يهدف هذا العمل إلى عرض المبادئ الأساسية لتصميم وحساب أبعاد أهم مكونات شبكة مكافحة الحريق، والمتمثلة في أنظمة الرش الآلي بالمياه (Sprinklers)، وخرطوم الحريق المسلحة (RIA)، وحنفيات الحريق. كما يعتمد على المعايير واللوائح المرجعية، خاصة معايير NFPA وقواعد APSAD، لضمان كفاءة وموثوقية أنظمة الحماية من الحرائق.

الكلمات المفتاحية: شبكة مكافحة الحريق، الرشاشات المائية، RIA، حنفيات الحريق، NFPA، APSAD.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail,

À ma très chère mère *Laalia* Pour son amour infini, sa tendresse, ses sacrifices et son soutien indéfectible tout au long de mon parcours. Merci pour tes encouragements et tes prières qui m'ont toujours donné la force d'avancer.

À mon très père *Morad*, Pour ses conseils, son soutien et les valeurs qu'il m'a transmises. Je lui exprime ma profonde gratitude et mon immense respect.

À mes chers frères *Chikh et Mohammed* Pour leur affection, leur présence et leurs encouragements qui m'ont accompagnée durant toutes ces années.

À mes chers amis *Melly, Meriem et Sabrina* pour leur soutien, leur confiance, leur aide précieuse et tous les moments partagés.

À ma chère binôme *Amaa*, avec qui j'ai partagé cette belle aventure universitaire. Merci pour ton sérieux, ta collaboration et tous les moments passés ensemble

À toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Nerjesse Belgour

Dédicace

À mes très *chers parents*, en témoignage de mon amour, de mon profond respect et de mon infinie gratitude. Merci pour vos sacrifices, votre soutien inconditionnel, vos encouragements et vos prières qui m'ont accompagnée tout au long de mon parcours. Que Dieu vous accorde santé, bonheur et une longue vie.

À mon cher frère jumeau *Oussama*, pour son soutien, sa présence et tous les moments de partage. Que ce travail soit le témoignage de mon affection fraternelle.

À mon cher frère *Mustapha*, pour son soutien et ses encouragements constants.

À mes chères sœurs *Fatima et Salima*, dont l'amour, les conseils et les encouragements m'ont toujours apporté force et confiance.

À ma belle-sœur *Amra*, pour sa bienveillance et son soutien.

À mes petits anges : *Sadja, Amir, Assil, Yacine et Anès*, qui illuminent ma vie par leur innocence et leur joie. Je leur souhaite un avenir rempli de réussite et de bonheur.

À mon cher *grand-père*, dont les conseils, les prières et l'affection ont toujours été une source de motivation.

À ma chère binôme *Narjess*, avec qui j'ai partagé cette belle aventure universitaire. Merci pour ton sérieux, ta collaboration et tous les moments passés ensemble.

À mes chères amies : *Yousra, Besma et Abba*, pour leur amitié sincère, leur soutien moral et tous les souvenirs que nous avons partagés.

Asmaa chahrazed Rahmani

Remerciements

Avant tout, nous remercions *Allah* le Tout-Puissant de nous avoir donné la santé, la force, la patience et la persévérance nécessaires pour mener à bien ce projet de fin d'études.

Nous adressons nos plus sincères remerciements à notre encadreur, *Monsieur Nehari Abderrahmane*, pour son accompagnement, sa disponibilité, ses précieux conseils, son soutien constant et son implication tout au long de la réalisation de ce travail. Nous lui exprimons notre profonde gratitude pour tous les efforts qu'il a déployés afin de nous guider et de nous orienter vers la réussite de ce projet.

Nous remercions également notre Co-encadreur, *Monsieur Abbabou*, pour ses orientations, ses conseils et son aide précieuse durant la réalisation de cette étude. Nos sincères remerciements sont adressés aux membres du jury, *Madame Mastfaoui* et *Monsieur Benaïcha*, pour l'honneur qu'ils nous font en acceptant d'examiner et d'évaluer notre travail.

Nous exprimons notre profonde gratitude à *Monsieur Belhmane Mustapha*, notre encadreur au sein de SONATRACH, pour son accueil chaleureux, sa disponibilité, son accompagnement et les précieux conseils qu'il nous a prodigués tout au long de notre stage.

Nous adressons également nos sincères remerciements à *Monsieur Saïdi* pour son aide précieuse, sa disponibilité ainsi que les informations techniques et les explications qu'il nous a fournies, lesquelles ont grandement contribué à l'enrichissement de notre travail.

Enfin, Nous tenons aussi à remercier l'ensemble des enseignants et du personnel du *Département d'Hydraulique*, qui ont contribué à notre formation universitaire et nous ont transmis les connaissances nécessaires à la réalisation de ce projet.

À toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce travail, nous exprimons notre profonde reconnaissance et nos sincères remerciements.

Table des matières

Thème : dimensionnement d'un réseau anti incendie au	1
Niveau DU SIÈGE LQS ORAN (SONATRACH).....	1
Figure 1 Schéma de principe de l'installation « poteau d'incendie »[21]Thème : dimensionnement d'un réseau anti incendie au	1
Niveau DU SIÈGE LQS ORAN (SONATRACH).....	1
Résumé	I
Abstract.....	I
الملخص	I
Dédicace.....	I
Dédicace.....	I
Remerciements	I
Tables des figures	7
Liste des abréviations.....	1
Introduction :	16
1. Introduction à la sécurité incendie :	18
1.2 les systèmes de protection contre l'incendie	18
1.2.1 La protection passive.....	18
Écrans de cantonnement	19
1.2.2 La protection active :.....	21
Mesures manuelles :.....	21
Les	21
Mesures automatiques	22
1.3 Importance des systèmes de protection incendie :	23
1.4 Aspect réglementaire et normatif des réseaux anti-incendie.....	24
1.5 Réglementation algérienne en matière de système anti-incendie	24
1.5.1 Les Établissements Recevant du Public (ERP).....	25
1.5.2 Les Immeubles de Grande Hauteur (IGH).....	26
1.6 Principales normes de conception d'un réseau anti-incendie.....	26
1.6.1 Normes NFPA (National Fire Protection Association).....	26
1.6.2 Normes CEN (Comité Européen de Normalisation)	27
1.6.3 APSAD (Assemblée Plénière des Sociétés d'Assurances Dommages)	27
1 Introduction.....	30
2.2 Dimensionnement des sprinklers :	30
2.2.1 Généralités sur les sprinklers :.....	30

2.2.2 types des systèmes des sprinkler :	31
2.2.2.2 Système de sprinklers sous air.....	32
Système de sprinklers à préaction.....	32
Système de sprinklers déluge.....	33
Système de sprinklers sous antigel.....	33
2.2.2 Caractéristiques générales des sprinklers :	34
2.2.3.1 température nominale :	34
2.2.3.2 Caractéristique de décharge (K factor) :	34
Sens de montage :	35
Sprinkler affleurant (Flush Sprinkler)	36
Sprinkler pendant (Pendent Sprinkler)	36
Sprinkler encastré (Recessed Sprinkler).....	37
Sprinkler mural (Sidewall Sprinkler)	37
Sprinkler vertical (Upright Sprinkler)	37
2.2.4 Méthodologie de calcul hydraulique des réseaux sprinklers	38
2.2.4.1 Classification les degrés de risque (Hazard Classification) utilisé en sprinkler selon NFPA 13	38
2.2.4.2 Surface couverte par sprinkler et espacement des sprinklers :.....	39
2.2.4.3 Notion de surface impliquée (Aimp) :	41
2.2.4.4 Calcul de la quantité d'eau nécessaire pour chaque sprinkler :.....	43
Calcul du nombre de sprinkleurs requis pour le calcul hydraulique :.....	43
2.3 Dimensionnement de Robinets d'Incendie Armés (R.I.A).....	44
2.3.1 définition des (R.I.A) :	44
2.3.2 Classes des colonnes montantes :	44
2.3.2.2 Classe II.....	45
2.3.2.3 Classe III	46
2.3.3 Norme de choix des R.I.A selon APSAD R5	46
2.3.4 Emplacement des R.I.A	47
2.3.4.1 Emplacement des systèmes de classe I	47
2.3.4.2 Emplacement des systèmes de classe II.....	49
2.3.4.3 Emplacement des systèmes de classe III	50
2.3.5 Critères d'implantation des R.I.A selon l'APSAD R5.....	50
2.3.5.1 Exigences de dimensionnement des systèmes de R.I.A	51
Systèmes de classe I et classe III	52
Systèmes de classe II.....	53
3.2.4.3 Dimensionnement uniforme des colonnes montantes selon NFPA 14	53
3.2.4.4 Dimensionnement uniforme des colonnes montantes selon l'APSAD R5.....	53

3.3 Système de poteaux d'incendie	53
3.3.1.1 Matériau incombustible	54
3.3.1.2 Matériau à combustion limitée	54
3.3.1.3 Types de construction	54
3.3.1.4 Débit d'incendie requis	55
3.3.2 Diamètre nominal du poteau d'incendie.....	56
3.3.3 Emplacement des poteaux d'incendie.....	57
3.4 Conclusion	58
3.1 présentations du SONATRACH :.....	60
3.1.2 Historique de la Sonatrach :	60
3.1.3 Les principales missions de la société	61
3.2 PRÉSENTATION DU SIÈGE LQS ORAN (SONATRACH)	61
3.2.1 Localisation du Siège LQS Oran.....	62
3.2.2 Surface et hauteur du bâtiment.....	62
3.3 rôles du département HSE	63
a) Hygiène	63
3.4 Rôle du HSE en cas d'incendie	64
Avant l'incendie	64
Pendant l'incendie	64
Après l'incendie.....	64
3.5 Présentation de logiciel de calcul PIPENET.....	64
4.1 Introduction.....	67
4.2 Présentation des zones étudiées :	67
4.3 Dimensionnement des sprinklers du 16^e étage pour plusieurs risques :.....	68
4.3.1 Cas n°1 : Risque léger (Light Hazard	68
A. Cage d'escalier A.....	68
B. Couloir principal	69
C. Cage d'escalier B.....	70
4.3.2 simulations cas n°1 light hazard :	72
4.3.2.1 Première simulation : conduite principale DN100	72
4.3.2.2 deuxième simulation : conduite principale DN80	73
4.3.2.2 troisième simulation : conduite principale DN65.....	74
4.3.3 Cas n°2 : Risque moyen (Ordinary Hazard 2)	74
a) Cage d'escalier A.....	75
b) Couloir principal	76
c) Cage d'escalier B.....	77

4.3.4 Cas n°2 : Risque moyen (Ordinary Hazard 2) . :	78
4.3.4.1 Première simulation : conduite principale DN100	79
4.3.4.2 deuxième simulation : conduite principale DN80	80
4.3.4.2 deuxième simulation : conduite principale DN65	81
4.2.1 Présentation du cas d'étude.	82
4.2.2 Références normatives	83
Choix du point de calcul	83
Vérification de l'implantation des R.I.A	83
Hauteur géométrique	84
Pression minimale exigée	84
Débit de calcul	84
4.5 Conclusion	85
Le dimensionnement hydraulique du réseau R.I.A du bâtiment IGH de SONATRACH est réalisé conformément aux prescriptions de la NFPA 14 applicables aux systèmes de classe III. Le point de calcul retenu correspond au 16^e étage, représentant la situation la plus défavorable du point de vue hydraulique.	85
Conclusion générale	87
Références bibliographiques.	89
Annexe :	93

Tables des Figures

Tables des figures

Figure 1 : Illustration du principe d'extinction d'un incendie par pulvérisation d'eau	18
Figure 2 : National Fire Protection Association) [7]	27
Figure 3 : Assemblée Plénière des Sociétés d'Assurances Dommages) [8]	28
Figure 4 : Vue schématique éclatée d'un sprinkler[9]	31
Figure 5 : Facteurs K nominaux des sprinklers et dimensions associées [10]	35
Figure 6: Sprinkler caché (Concealed Sprinkler)[10].....	35
Figure 7: Sprinkler caché (Concealed Sprinkler) [12].....	36
Figure 8 : Sprinkler affleurant[12].....	36
Figure 9 : Sprinkler pendant[12]	36
Figure 10 : Sprinkler encastré (Recessed Sprinkler)[12]	37
Figure 11: Sprinkler mural[13].....	37
Figure 12 : Sprinkler vertical[14]	38
Figure 13 : Sprinkler vertical[14]	38
Figure 14 : Disposition et espacement des sprinklers [[10]	40
Figure 15 : Illustration de la relation entre la surface couverte par un sprinkler (AS) et la surface impliquée totale du réseau (Aimp).[10]	41
Figure 16 : Courbe Densité/surface.[10].....	42
Figure 17 : Colonne montante Classe I[15]	45
Figure 18 : Colonne montante de classe II. [16]	46
Figure 19 : Colonne montante de classe III. [15]	46
Figure 20 : Hauteur minimale et maximale d'installation des robinets d'incendie. [16]	47
Figure 21 : Emplacement des R.I.A dans les escaliers. [15].....	48
Figure 22 : Emplacement des R.I.A au niveau des sorties horizontales. [15].....	48
Figure 23 : Emplacement des R.I.A au niveau des sorties horizontales et des escaliers. [15].....	49
Figure 24 : Méthode de la longueur réelle utilisée pour le positionnement des robinets de class 50	
Figure 25 : Schéma de principe de l'installation « poteau d'incendie »[21].....	54
Figure 26 logo sonatrach :.....	60
Figure 27 : type.....	65
Figure 28 : Sélection du module Spray/Sprinkler.....	65
Figure 29 : schéma du 16 ^e étage- siège LQS.....	67
Figure 30 Schéma hydraulique du réseau sprinkler simulé.....	72
Figure 31 schéma des Résultats de la simulation hydraulique du réseau sprinkler pour un diamètre DN100.....	72
Figure 32 Résultats hydrauliques obtenus pour le cas DN100.....	73
Figure 33schéma des Résultats de la simulation hydraulique du réseau sprinkler pour un diamètre DN80	73

Figure 34 Résultats hydrauliques obtenus pour le cas DN 80.....	73
Figure 35 schéma des Résultats de la simulation hydraulique du réseau sprinkler pour un diamètre DN65	74
Figure 36 Résultats hydrauliques obtenus pour le cas DN 65.....	74
Figure 37 Schéma hydraulique du réseau sprinkler simulé.....	79
Figure 38 : schéma des Résultats de la simulation hydraulique du réseau sprinkler pour un diamètre DN100.....	79
Figure 39 : Résultats hydrauliques obtenus pour le cas DN100	80
Figure 40 : schéma des Résultats de la simulation hydraulique du réseau sprinkler pour un diamètre DN80	80
Figure 41 : Résultats hydrauliques obtenus pour le cas DN80	81
Figure 42 : schéma des Résultats de la simulation hydraulique du réseau sprinkler pour un diamètre DN65	81
Figure 43 : Résultats hydrauliques obtenus pour le cas DN65	82

Liste des Abréviations

Liste des abréviations

APSAD : Assemblée Plénière des Sociétés d'Assurances Dommages

Aimp : Surface Impliquée

As : Surface couverte par un sprinkler

CEN : Comité Européen de Normalisation

CO₂ : Dioxyde de Carbone

D : Densité de décharge

EH : Extra Hazard

ERP : Établissement Recevant du Public

FIN : Finance

HSE : Hygiène, Sécurité et Environnement

IGH : Immeuble de Grande Hauteur

K : Facteur de décharge du sprinkler

L : Distance entre antennes (branch lines)

NFPA : National Fire Protection Association

OH : Ordinary Hazard

P : Pression

PEP : Planification et Études de Projet

Q : Débit

Qsp : Débit d'un sprinkler

RIA : Robinet d'Incendie Armé

S : Distance entre sprinklers sur une même antenne

SONATRACH : Société Nationale pour la Recherche, la Production, le Transport, la Transformation et la Commercialisation des Hydrocarbures

DTI : Direction des Technologies de l'Information

RHU : Ressources Humaines

AUD : Audit Interne

DAG : Direction de l'Administration Générale

JUR : Direction Juridique

Introduction générale

Introduction

Introduction :

La sécurité incendie représente un enjeu majeur dans la conception, l'exploitation et la maintenance des infrastructures industrielles et urbaines. Elle vise à assurer la protection des personnes, des biens et de l'environnement contre les risques liés aux incendies, tout en garantissant la continuité des activités et la limitation des pertes humaines et matérielles. Dans les constructions modernes, notamment les immeubles de grande hauteur (IGH) et les établissements recevant du public (ERP), cette problématique devient encore plus critique en raison de la densité d'occupation, de la complexité architecturale et des difficultés d'évacuation.

Dans ce contexte, les réseaux anti-incendie constituent un élément fondamental des systèmes de protection active. Ils assurent l'acheminement d'un agent extincteur, généralement de l'eau, parfois de la mousse ou d'autres agents spécifiques, vers les zones à risque. Leur objectif est de permettre une intervention rapide et efficace dès les premières phases d'un incendie, en fournissant un débit et une pression adaptés pour contrôler, limiter ou éteindre le foyer.

La conception de ces réseaux dépend de plusieurs paramètres essentiels, notamment la nature de l'installation (industrielle, tertiaire ou résidentielle), le niveau de risque incendie, la configuration du bâtiment ainsi que les exigences réglementaires et normatives en vigueur. En effet, chaque type d'ouvrage impose des contraintes spécifiques en matière de débit, de pression, de redondance et de fiabilité du système.

Ainsi, les réseaux anti-incendie ne peuvent être dissociés des cadres normatifs et réglementaires qui définissent les exigences minimales de sécurité, de performance et de maintenance. Ces normes garantissent l'uniformisation des pratiques de conception et assurent un niveau de sécurité acceptable face aux scénarios d'incendie. Dans les IGH et ERP, ces systèmes deviennent particulièrement complexes, intégrant souvent des colonnes humides ou sèches, des systèmes de pompage, des réserves d'eau, ainsi que des dispositifs de contrôle et de détection.

Chapitre 1 : Généralités sur les réseaux anti-incendie et norme

1. Introduction à la sécurité incendie :

La sécurité incendie désigne l'ensemble des moyens mis en œuvre pour prévenir les départs de feu, protéger les personnes et limiter les dégâts matériels. Elle repose sur trois principes clés : la prévention, l'alerte et l'intervention. Pour qu'un incendie se déclare, trois éléments doivent être réunis : un combustible (bois, essence, tissu...), un comburant (l'oxygène de l'air) et une source d'ignition (flamme, étincelle, court-circuit). La plupart des incendies sont dus à des causes électriques (surcharges, appareils défectueux) ou humaines (mégots, cuissons oubliées). Une bonne sécurité incendie passe par l'installation de détecteurs, l'accès à des moyens d'extinction adaptés (extincteurs, couvertures anti-feu), et la formation du personnel ou des occupants aux gestes de premiers secours face au feu. En cas de sinistre, la priorité absolue est l'évacuation rapide et ordonnée, sans jamais prendre de risques inutiles.

1.2 les systèmes de protection contre l'incendie

Les systèmes de protection contre l'incendie regroupent l'ensemble des moyens techniques, humains et organisationnels mis en œuvre afin de prévenir les incendies, limiter leur propagation et protéger les personnes ainsi que les biens matériels.

Dans les bâtiments industriels, administratifs, commerciaux ou résidentiels, ces systèmes jouent un rôle essentiel dans la réduction des risques liés aux incendies. Ils permettent d'assurer la sécurité des occupants, de faciliter l'intervention des secours et de limiter les dégâts matériels et économiques.



Figur1 Illustration du principe d'extinction d'un incendie par pulvérisation d'eau

Les systèmes de protection incendie sont généralement divisés en deux grandes catégories :

- La protection passive ;
- La protection active.

1.2.1 La protection passive

La protection passive consiste à intégrer dans la construction des éléments capables de résister au feu et de limiter sa propagation sans nécessiter d'intervention humaine ou automatique.

Contrairement à la protection active, elle n'agit pas directement sur l'incendie, mais vise principalement à :

- Ralentir la propagation des flammes ;
- Limiter la diffusion des fumées toxiques ;
- Réduire la transmission de chaleur ;
- Faciliter l'évacuation des occupants ;
- Protéger la structure du bâtiment.

La protection passive constitue une partie fondamentale de la sécurité incendie dans tous les types de bâtiments [2]

a) Murs coupe-feu

Les murs coupe-feu sont des éléments de séparation réalisés à partir de matériaux résistants au feu, tels que le béton armé ou certains matériaux isolants spécifiques.

Leur rôle est de compartimenter les bâtiments afin d'empêcher la propagation rapide de l'incendie d'une zone à une autre.

- Un mur coupe-feu doit pouvoir, pendant une durée déterminée (généralement deux ou quatre heures) :
- Empêcher le passage des flammes ;
- Limiter la propagation des fumées ;
- Réduire la transmission de chaleur par rayonnement.

Ces murs sont largement utilisés dans les bâtiments industriels, les immeubles de grande hauteur, les centres commerciaux et les entrepôts.[3]

b) Exutoires de fumées et de chaleur

Lors d'un incendie, les fumées et les gaz chauds représentent un danger majeur pour les occupants. En effet, la majorité des décès liés aux incendies sont causés par l'inhalation de fumées toxiques plutôt que par les flammes elles-mêmes.

Les systèmes de désenfumage ont pour objectif d'évacuer les fumées et la chaleur afin de :

- Améliorer la visibilité lors de l'évacuation ;
- Faciliter l'intervention des secours ;
- Limiter l'élévation de température dans le bâtiment.

Les exutoires de fumées, souvent installés en toiture ou en façade, permettent l'évacuation naturelle ou mécanique des gaz chauds produits par l'incendie.[4]

Écrans de cantonnement

Les écrans de cantonnement sont des dispositifs résistants au feu installés sous les plafonds ou les toitures.

Ils permettent de :

- Canaliser les fumées ;
- Limiter leur propagation ;
- Créer des zones de confinement ;
- Améliorer l'efficacité des systèmes de désenfumage.

Ces dispositifs sont particulièrement utilisés dans les grands espaces tels que les halls industriels, les centres commerciaux et les bâtiments publics.

c) Portes coupe-feu

Les portes coupe-feu sont conçues pour empêcher la propagation des flammes et des fumées entre différents compartiments d'un bâtiment

Les murs coupe-feu sont des éléments de séparation réalisés à partir de matériaux résistants au feu, tels que le béton armé ou certains matériaux isolants spécifiques.

Leur rôle est de compartimenter les bâtiments afin d'empêcher la propagation rapide de l'incendie d'une zone à une autre.

- Un mur coupe-feu doit pouvoir, pendant une durée déterminée (généralement deux ou quatre heures) :
- Empêcher le passage des flammes ;
- Limiter la propagation des fumées ;
- Réduire la transmission de chaleur par rayonnement.

Ces murs sont largement utilisés dans les bâtiments industriels, les immeubles de grande hauteur, les centres commerciaux et les entrepôts.[3]

d) Exutoires de fumées et de chaleur

Lors d'un incendie, les fumées et les gaz chauds représentent un danger majeur pour les occupants. En effet, la majorité des décès liés aux incendies sont causés par l'inhalation de fumées toxiques plutôt que par les flammes elles-mêmes.

Les systèmes de désenfumage ont pour objectif d'évacuer les fumées et la chaleur afin de :

- Améliorer la visibilité lors de l'évacuation ;
- Faciliter l'intervention des secours ;
- Limiter l'élévation de température dans le bâtiment.

Les exutoires de fumées, souvent installés en toiture ou en façade, permettent l'évacuation naturelle ou mécanique des gaz chauds produits par l'incendie.[4]

e) Écrans de cantonnement

Les écrans de cantonnement sont des dispositifs résistants au feu installés sous les plafonds ou les toitures.

Ils permettent de :

- Canaliser les fumées ;
- Limiter leur propagation ;
- Créer des zones de confinement ;
- Améliorer l'efficacité des systèmes de désenfumage.

Ces dispositifs sont particulièrement utilisés dans les grands espaces tels que les halls industriels, les centres commerciaux et les bâtiments publics.

f) Portes coupe-feu

Les portes coupe-feu sont conçues pour empêcher la propagation des flammes et des fumées entre différents compartiments d'un bâtiment

Elles possèdent une résistance au feu déterminée et se ferment automatiquement en cas d'incendie afin de maintenir l'isolement des zones sinistrées.

Ces portes jouent un rôle essentiel dans :

- La protection des voies d'évacuation ;
- La limitation de la propagation du feu ;
- La sécurité des occupants.

1.2.2 La protection active :

La protection active regroupe l'ensemble des dispositifs capables de détecter, signaler, contrôler ou éteindre un incendie grâce à une intervention humaine ou automatique.

Ces systèmes permettent une réaction rapide dès le début de l'incendie afin de réduire les dégâts et de protéger les personnes.

La protection active comprend généralement :

- Les moyens manuels ;
- Les systèmes automatiques.

Mesures manuelles :

Les moyens manuels nécessitent une intervention humaine pour être utilisés. Ils constituent souvent la première réponse face à un départ de feu.

Parmi les principaux équipements manuels de lutte contre l'incendie figurent :

a) Les extincteurs

Les extincteurs portatifs permettent d'éteindre un départ d'incendie à son stade initial.

Ils existent en plusieurs types selon l'agent extincteur utilisé :

- Extincteurs à eau ;
- Extincteurs à poudre ;
- Extincteurs au dioxyde de carbone (CO₂) ;

- Extincteurs à mousse.

Le choix de l'extincteur dépend de la classe de feu à combattre

b) Les Robinets d'Incendie Armés (RIA)

Les RIA sont des équipements fixes reliés au réseau d'eau incendie. Ils sont composés principalement :

- D'un tuyau semi-rigide ;
- D'une vanne d'alimentation ;
- D'une lance de projection

Ils permettent une intervention rapide par les occupants ou les équipes de sécurité avant l'arrivée des secours.

c) Les poteaux et bouches d'incendie

Les poteaux d'incendie sont installés à l'extérieur des bâtiments et raccordés au réseau public ou au réseau incendie privé.

Ils permettent aux services de secours d'alimenter leurs véhicules et leurs équipements en eau pendant l'intervention.

Mesures automatiques

Les systèmes automatiques assurent la détection et la lutte contre l'incendie sans intervention humaine immédiate. Ils offrent un niveau élevé de fiabilité et de rapidité.

d) Systèmes de détection et d'alarme incendie

Les systèmes de détection incendie ont pour rôle de détecter rapidement un départ de feu et de transmettre une alarme afin de permettre l'évacuation des occupants et l'intervention des secours.

Ils peuvent utiliser différents types de détecteurs :

- Détecteurs de fumée ;
- Détecteurs thermiques ;
- Détecteurs de flamme ;
- Détecteurs de gaz.

Les systèmes d'alarme avertissent les occupants à travers des sirènes, des signaux lumineux ou des messages vocaux.

e) Systèmes d'extinction automatique par gaz

Les systèmes d'extinction par gaz utilisent des agents gazeux tels que :

- Le dioxyde de carbone (CO₂) ;
- Les gaz inertes ;

- Certains gaz chimiques propres.

Ils sont particulièrement adaptés à la protection des locaux sensibles où l'utilisation de l'eau pourrait endommager les équipements, tels que :

- Les salles informatiques ;
- Les locaux électriques ;
- Les centres de données

f) Systèmes d'extinction automatique par mousse

Les systèmes à mousse projettent une couche mousseuse sur le foyer afin d'isoler le combustible de l'oxygène de l'air.

Ils sont principalement utilisés pour :

- Les hydrocarbures ;
- Les produits inflammables ;
- Les réservoirs pétroliers.

g) Systèmes d'extinction automatique par sprinklers

Les systèmes sprinklers sont parmi les moyens les plus efficaces de lutte contre l'incendie.

Ils sont constitués d'un réseau de canalisations alimenté en eau et équipé de têtes sprinklers sensibles à la chaleur. Lorsqu'une température prédéfinie est atteinte, la tête sprinkler concernée se déclenche automatiquement et projette de l'eau directement sur le foyer d'incendie.

Les systèmes sprinklers assurent :

- La détection de l'incendie ;
- Le contrôle ou l'extinction du feu ;
- La limitation de la propagation des flammes ;
- La protection des personnes et des biens. [5]

1.3 Importance des systèmes de protection incendie :

Les systèmes de protection incendie jouent un rôle essentiel dans la sécurité des bâtiments et des installations industrielles. Ils permettent :

- De protéger les vies humaines ;
- De limiter les pertes matérielles ;
- De réduire les arrêts d'exploitation ;
- De faciliter l'intervention des secours ;
- D'assurer la conformité aux réglementations et aux normes de sécurité incendie.

Le choix des systèmes de protection dépend principalement :

- Du type de bâtiment ;

- De l'activité exercée ;
- Du niveau de risque incendie ;
- Des exigences réglementaires et normatives applicable

1.4 Aspect réglementaire et normatif des réseaux anti-incendie

La conception des réseaux anti-incendie est encadrée par des réglementations et des normes techniques visant à garantir un niveau élevé de sécurité des personnes, des biens et des infrastructures. Ces textes définissent les exigences relatives à la conception, au dimensionnement, à l'exploitation ainsi qu'à la maintenance des installations de protection incendie.

Les exigences réglementaires varient selon le type de bâtiment, le niveau de risque et l'activité exercée. Dans le cas des Établissements Recevant du Public (ERP) et des Immeubles de Grande Hauteur (IGH), des prescriptions spécifiques sont imposées afin d'assurer une meilleure sécurité des occupants et de faciliter l'intervention des secours

1.5 Réglementation algérienne en matière de système anti-incendie

En Algérie, la réglementation relative à la sécurité incendie a pour objectif de prévenir les risques d'incendie, limiter leur propagation et garantir des moyens efficaces de protection et d'intervention. Elle concerne notamment :

- La conception des bâtiments ;
- Les conditions d'évacuation ;
- Les moyens de lutte contre l'incendie ;
- La sécurité des travailleurs et des occupants.

Les principaux textes réglementaires applicables sont les suivants :

- La Loi n° 19-02 du 17 juillet 2019 relative aux règles générales de prévention des risques d'incendie et de panique ;
- Le décret exécutif n° 76-36 du 20 février 1976 relatif à la protection contre les risques d'incendie et de panique dans les établissements recevant du public (ERP) ;
- Le décret exécutif n° 76-35 du 20 février 1976 portant règlement de sécurité contre les risques d'incendie et de panique dans les immeubles de grande hauteur (IGH) ;
- La Loi n° 88-07 du 26 janvier 1988 relative à l'hygiène, à la sécurité et à la médecine du travail ;
- Le décret exécutif n° 91-05 du 19 janvier 1991 relatif aux prescriptions générales de protection applicables en matière d'hygiène et de sécurité en milieu de travail.[6]

Dans le cadre de cette étude, une attention particulière sera portée aux réglementations applicables aux ERP et aux IGH, en raison des exigences spécifiques imposées à ces catégories de bâtiments.[6]

1.5.1 Les Établissements Recevant du Public (ERP)

Les Établissements Recevant du Public (ERP) sont des bâtiments dans lesquels des personnes extérieures sont admises, gratuitement ou moyennant une participation. Cette catégorie comprend notamment :

- Les centres commerciaux ;
- Les hôpitaux ;
- Les établissements scolaires ;
- Les hôtels ;
- Les salles de spectacles ;
- Les administrations.

En raison du nombre important d'occupants et des risques liés à l'évacuation, les ERP sont soumis à des règles strictes de sécurité incendie.[6]

Le décret exécutif n° 76-36 du 20 février 1976 fixe les exigences de sécurité applicables aux ERP en matière de :

- Moyens d'évacuation ;
- Résistance au feu des structures ;
- Désenfumage ;
- Éclairage de sécurité ;
- Systèmes d'alarme et de détection ;
- Équipements de lutte contre l'incendie. [6]

Les ERP doivent être équipés de moyens de première intervention tels que :

- Les extincteurs ;
- Les Robinets d'Incendie Armés (RIA) ;
- Les systèmes de détection incendie ;
- Les colonnes sèches ou humides selon le type de bâtiment ;
- Les systèmes sprinklers dans certains cas particuliers. [6]

Le dimensionnement des installations dépend principalement :

- De la catégorie de l'ERP ;
- De l'effectif admissible ;
- De l'activité exercée ;
- Du niveau de risque incendie.

1.5.2 Les Immeubles de Grande Hauteur (IGH)

Les Immeubles de Grande Hauteur (IGH) présentent un risque incendie particulièrement important en raison de leur hauteur et des difficultés d'évacuation et d'intervention.

Selon la réglementation algérienne, est considéré comme IGH :

- Tout immeuble à usage d'habitation dont la hauteur dépasse 50 mètres ;
- Tout autre immeuble dont la hauteur dépasse 28 mètres. [6]

Le décret exécutif n° 76-35 du 20 février 1976 impose des exigences spécifiques pour ces bâtiments afin de garantir la sécurité des occupants et de faciliter l'intervention des services de secours.

Les IGH doivent notamment comporter :

- Des escaliers protégés ;
- Des systèmes de désenfumage ;
- Des compartiments coupe-feu ;
- Des systèmes d'alarme et de détection incendie ;
- Des colonnes montantes ;
- Des moyens hydrauliques de lutte contre l'incendie ;
- Des groupes de pompage incendie ;
- Une alimentation en eau de sécurité.

Les colonnes montantes constituent l'un des équipements essentiels dans les IGH. Elles permettent d'alimenter rapidement les équipes d'intervention en eau à chaque niveau du bâtiment.

Les systèmes de protection incendie dans les IGH doivent assurer :

- La détection rapide du feu ;
- La limitation de la propagation des flammes et des fumées ;
- L'évacuation sécurisée des occupants ;
- La continuité d'alimentation en eau des moyens de secours.

1.6 Principales normes de conception d'un réseau anti-incendie

Les normes techniques de conception des réseaux anti-incendie varient selon les pays et les organismes de normalisation. Cependant, certaines normes internationales sont largement utilisées dans le domaine industriel et tertiaire.

1.6.1 Normes NFPA (National Fire Protection Association)

La National Fire Protection Association (NFPA) est une organisation américaine fondée en 1896, spécialisée dans l'élaboration de normes relatives à la prévention et à la lutte contre l'incendie.



Figure 2 : National Fire Protection Association) [7]

Les normes NFPA sont largement reconnues à l'échelle internationale et sont utilisées dans de nombreux projets industriels, pétroliers et tertiaires.

Les principales normes utilisées pour les réseaux anti-incendie sont :

- NFPA 13 : conception et installation des systèmes sprinklers ;
- NFPA 14 : colonnes montantes et réseaux de canalisations incendie ;
- NFPA 20 : installation des pompes incendie ;

Ces normes définissent les critères de calcul hydraulique, les débits, les pressions minimales et les exigences d'installation des équipements de protection incendie.[5]

1.6.2 Normes CEN (Comité Européen de Normalisation)

Le Comité Européen de Normalisation (CEN) élabore des normes européennes applicables dans différents domaines techniques, y compris la sécurité incendie.

Les normes européennes concernent notamment :

- Les systèmes sprinklers ;
- Les équipements de désenfumage ;
- Les systèmes de détection et d'alarme incendie ;
- Les essais de résistance au feu ;
- Les performances des équipements de sécurité incendie.

Parmi les normes européennes couramment utilisées figurent :

- EN 12845 : systèmes sprinklers automatiques ;
- EN 54 : systèmes de détection et d'alarme incendie ;
- EN 12101 : systèmes de désenfumage.

1.6.3 APSAD (Assemblée Plénière des Sociétés d'Assurances Dommages)

L'APSAD est une organisation française spécialisée dans la prévention des risques et la protection incendie.



Figure 3 Assemblée Plénière des Sociétés d'Assurances Dommages) [8]

Règles APSAD sont largement utilisées dans les installations industrielles et sont reconnues par les compagnies d'assurance pour l'évaluation du niveau de sécurité des sites industriels. **[6]**

Parmi les principales règles APSAD utilisées dans les réseaux anti-incendie figurent :

- R1 : systèmes sprinklers ;
- R4 : extincteurs portatifs ;
- R5 : Robinets d'Incendie Armés (RIA) et postes d'eau ;
- R13 : systèmes de détection incendie.

Les règles APSAD définissent les exigences relatives :

- À la conception ;
- À l'installation ;
- À la maintenance ;
- Au contrôle périodique des équipements de protection incendie

Chapitre 2 : Dimensionnement Des Équipements D'un Réseau D'extinction Incendie

1 Introduction

Un réseau d'extinction incendie est un ensemble d'équipements conçus pour détecter, maîtriser et éteindre un incendie de manière automatique ou manuelle. Dans tout bâtiment, la protection contre l'incendie repose sur trois piliers essentiels : les sprinklers automatiques, les RIA (Robinetts d'Incendie Armés) et les poteaux incendie. Chaque équipement a une fonction spécifique et complémentaire. Les sprinklers agissent automatiquement dès le début d'un feu, les RIA permettent aux occupants de combattre un incendie naissant, et les poteaux incendie fournissent l'eau nécessaire aux pompiers pour intervenir.

Le dimensionnement de ces équipements doit suivre des règles précises définies par des normes reconnues internationalement. Pour les sprinklers, la référence est la norme américaine NFPA 13, considérée comme la plus complète au monde. Pour les RIA, on utilise généralement la norme NFPA 14 ou les normes européennes EN 671. Pour les poteaux incendie, les normes NFPA 24 ou les normes locales s'appliquent. Ce chapitre présente la méthodologie de dimensionnement pour chacun de ces trois équipements

2.2 Dimensionnement des sprinklers :

2.2.1 Généralités sur les sprinklers :

Les sprinklers constituent un système automatique de lutte contre l'incendie largement utilisé dans les bâtiments industriels, commerciaux et résidentiels. Leur rôle principal est de détecter et de maîtriser un début d'incendie grâce à la projection d'eau directement sur la zone concernée. Chaque sprinkler est équipé d'un élément thermosensible qui se déclenche automatiquement lorsqu'il atteint une température déterminée sous l'effet de la chaleur. Une fois activé, seul le sprinkler exposé à l'incendie fonctionne, permettant ainsi de limiter la propagation du feu tout en réduisant les dégâts causés par l'eau. Les systèmes de sprinklers sont reconnus pour leur rapidité d'intervention, leur fiabilité et leur efficacité dans la protection des personnes et des biens. Leur conception, leur installation et leur dimensionnement sont généralement régis par les normes NFPA, notamment la norme NFPA 13.

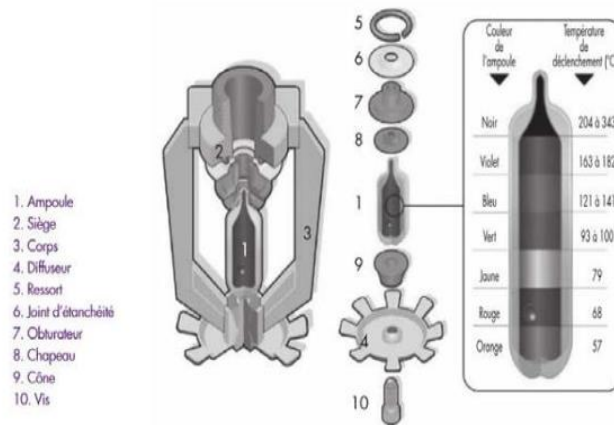


Figure 4 : Vue schématique éclatée d'un sprinkler[9]

2.2.2 types des systèmes des sprinkler :

Avant l'installation d'un système de sprinklers, l'une des premières étapes consiste à choisir le type de système le plus approprié. Ce choix est essentiel, car chaque système possède des caractéristiques de fonctionnement spécifiques adaptées à certaines conditions d'exploitation et à certains risques d'incendie.

Le mauvais choix d'un système peut entraîner des coûts élevés, une protection insuffisante ou encore des dysfonctionnements de l'installation. Il est donc nécessaire de bien comprendre les différences entre les différents types de systèmes afin de sélectionner celui qui convient le mieux aux conditions du bâtiment à protéger.

Selon la norme NFPA et les règles de conception des réseaux de protection incendie, il existe principalement cinq types de systèmes de sprinkler

2.2.2.1 systèmes de sprinklers sous eau

Le système de sprinklers sous eau est le type de système le plus simple et le plus utilisé. Il est constitué de sprinklers automatiques reliés à un réseau de tuyauterie rempli d'eau en permanence et connecté à une alimentation en eau.

Les sprinklers fonctionnent automatiquement lorsque leur élément sensible atteint sa température de déclenchement sous l'effet de la chaleur produite par l'incendie. Dès l'ouverture du sprinkler, l'eau est immédiatement déversée sur la zone sinistrée.

Dans ce système, seul le sprinkler exposé à la chaleur se déclenche, ce qui permet de limiter les dégâts causés par l'eau. Le déclenchement d'un seul sprinkler suffit à mettre le système en fonctionnement.

Le système sous eau est considéré comme le plus fiable parmi tous les systèmes de sprinklers en raison de sa simplicité de conception et de sa rapidité d'intervention. Pour cette raison, il constitue généralement le premier choix lors de la conception d'un réseau automatique d'extinction incendie.

Cependant, ce type de système ne peut être utilisé que dans des locaux où la température ambiante reste en permanence supérieure à 4°C et inférieure à 95°C. En dessous de 4°C, l'eau contenue dans les canalisations risque de geler, ce qui peut provoquer la détérioration des tuyauteries et rendre le système inopérant.

Par conséquent, les systèmes sous eau ne sont pas adaptés aux chambres froides ou aux espaces exposés à des températures négatives.

2.2.2.2 Système de sprinklers sous air

Le système de sprinklers sous air, appelé également système « dry pipe », utilise des sprinklers automatiques reliés à un réseau de tuyauterie contenant de l'air comprimé ou de l'azote sous pression au lieu de l'eau.

Lorsqu'un sprinkler se déclenche sous l'effet de la chaleur, l'air contenu dans les canalisations s'échappe, provoquant une chute de pression. Cette diminution de pression entraîne l'ouverture d'une vanne spécifique appelée clapet d'alarme sous air, permettant alors à l'eau de pénétrer dans les tuyauteries et d'être déversée par les sprinklers ouverts.

Contrairement au système sous eau, ce système est particulièrement adapté aux zones où la température ambiante peut descendre en dessous de 4°C ou dépasser 95°C. Il permet ainsi d'éviter le gel de l'eau dans les conduites.

Toutefois, ce système n'est généralement pas recommandé lorsque la température ambiante est maintenue en permanence en dessous de -7°C.

Les systèmes sous air sont souvent utilisés dans les entrepôts frigorifiques, les parkings extérieurs ou les bâtiments non chauffés.

Système de sprinklers à préaction

Le système de sprinklers à préaction combine un réseau de sprinklers avec un système de détection incendie supplémentaire. Les tuyauteries contiennent de l'air, sous pression ou non, et l'arrivée d'eau est contrôlée par une vanne spécifique.

Ce système fonctionne grâce à l'action conjointe des détecteurs incendie et des sprinklers automatiques. Il existe trois types principaux de systèmes à préaction :

- Le système à verrouillage simple, où l'eau entre dans les canalisations après l'activation du système de détection ;
- Le système sans verrouillage, où l'eau peut entrer dans les tuyauteries soit par l'activation du système de détection, soit par l'ouverture d'un sprinkler ;
- Le système à double verrouillage, où l'arrivée d'eau nécessite à la fois le déclenchement du système de détection et l'ouverture d'un sprinkler automatique.

Les systèmes à préaction sont utilisés dans les locaux sensibles où un déclenchement accidentel pourrait provoquer des dommages importants ou des pertes économiques considérables. Ils sont notamment installés dans les salles d'archives, les centres informatiques, les musées ou les bibliothèques.

Ils sont également adaptés aux installations présentant des risques élevés d'incendie nécessitant une détection rapide et fiable.

L'avantage principal de ce système réside dans la réduction du risque de déversement accidentel d'eau.

Système de sprinklers déluge

Le système déluge est constitué de sprinklers ouverts ne possédant aucun élément sensible à la chaleur. Les canalisations sont reliées à une source d'eau par l'intermédiaire d'une vanne commandée par un système de détection incendie installé dans la zone protégée.

Lorsque le système de détection se déclenche, la vanne s'ouvre automatiquement et l'eau se déverse simultanément par tous les sprinklers du réseau.

Ce système est utilisé dans les installations présentant des risques d'incendie très élevés nécessitant une intervention extrêmement rapide et un apport massif d'eau

Les applications courantes des systèmes déluge comprennent :

- Les réservoirs contenant des liquides inflammables ;
- Les installations difficilement accessibles aux moyens mobiles d'extinction ;
- Les aéroréfrigérants ;
- Les manifolds et équipements de contrôle industriels.

Le système déluge permet une couverture rapide et complète de la zone sinistrée afin de limiter la propagation du feu.

Système de sprinklers sous antigel

Le système sous antigel est un système sous eau utilisant une solution antigel mélangée à l'eau afin d'empêcher le gel dans les canalisations.

Ce type de système est destiné à protéger les zones exposées à de basses températures, telles que les quais de chargement extérieurs ou certains locaux non chauffés.

La conception de ces systèmes doit respecter des exigences strictes afin de garantir l'efficacité de l'extinction incendie. En effet, une concentration excessive d'antigel peut réduire les performances du système et présenter un risque supplémentaire en cas d'incendie.

La norme NFPA impose donc des limitations concernant la concentration des solutions antigel utilisées dans les réseaux de sprinklers.

Par exemple, une solution de propylène glycol à 30 % peut être utilisée lorsque la température ambiante de la zone protégée atteint environ -4°C ou moins

2.2.2 Caractéristiques générales des sprinklers :

2.2.3.1 température nominale :

La température nominale d'un sprinkler joue un rôle essentiel dans la maîtrise et l'extinction des incendies. Le choix de cette température dépend principalement de la température ambiante maximale prévue au niveau du plafond, à proximité du sprinkler. En effet, la température nominale doit être suffisamment élevée pour éviter tout déclenchement intempestif, tout en garantissant une activation rapide en cas d'incendie

Le fonctionnement d'un sprinkler repose sur un élément thermosensible intégré dans sa tête. Cet élément est généralement constitué d'une ampoule en verre contenant un liquide sensible à la chaleur ou d'un fusible métallique. Lorsque la température de l'air atteint la valeur nominale du sprinkler, l'ampoule éclate ou le lien métallique se rompt, provoquant l'ouverture du sprinkler et la projection d'eau sur la zone incendiée afin de contrôler ou d'éteindre le feu et Selon NFPA 13, les sprinklers sont identifiés par un code couleur permettant de reconnaître facilement leur classe de température. Chaque couleur correspond à une température nominale spécifique ainsi qu'à une température maximale admissible sous plafond.

Température maximale du plafond ($^{\circ}\text{C}$)	Température nominale ($^{\circ}\text{C}$)	Classe de températures	Couleur des ampoules de verre
38	57-77	Ordinaire	Orange ou rouge
66	79-107	Intermédiaire	Jaune ou vert
107	121-149	Elevé	Blue
149	163-191	Très élevé	Violet
191	204-246	Extrêmement élevé	Noire
246	260-302	Ultra-élevé	Noire
329	343	Ultra -élevé	Noire

Tableau 2.1 températures nominales [10]

2.2.3.2 Caractéristique de décharge (K factor) :

Le coefficient de décharge, appelé également facteur K, est une caractéristique hydraulique du sprinkler qui détermine la quantité d'eau pouvant être délivrée en fonction de la pression disponible. Il dépend principalement du diamètre de l'orifice du sprinkler. Plus le facteur K est élevé, plus le débit d'eau fourni est important. Selon NFPA 13, [10]

Nominal K-Factor [gpm/(psi) ^{1/2}]	K-Factor Range [gpm/(psi) ^{1/2}]	Fractional Size	Nominal K-Factor [L/min/(bar) ^{1/2}]
2.8	2.6 - 2.9	3/8"	40
4.2	4.0 - 4.4	7/16"	57
5.6	5.3 - 5.8	1/2"	80
8.0	7.4 - 8.2	17/32"	115
11.2	10.7 - 11.7	5/8"	160
14.0*	13.5 - 14.5*	3/4"*	200*
25.2**	23.9 - 26.5**	~	360**

Figure 5 Facteurs K nominaux des sprinklers et dimensions associées [10]

Le débit d'un sprinkler est donné par la relation :

$$K = \frac{Q}{\sqrt{P}}$$

Sachant que :

K : Est le facteur de décharge, en [L/min/ (bar)^{1/2}].

Q : Est le débit à travers l'orifice de Sprinkler, en [L/min].

P : Est la pression à l'orifice, en [bar].

Sens de montage :

- **Sprinkler caché (Concealed Sprinkler)**

Le sprinkler caché est équipé d'une plaque de recouvrement esthétique qui tombe lorsqu'elle est exposée à une certaine température. Les éléments fusibles maintenant cette plaque sont conçus pour fonctionner avant l'activation thermique du sprinkler. Ce type de sprinkler est principalement utilisé dans les bâtiments où l'aspect architectural et esthétique est important.



Figure 6 Sprinkler caché (Concealed Sprinkler)[10]



Figure 7 Sprinkler caché (Concealed Sprinkler) [12]

Sprinkler affleurant (Flush Sprinkler)

Le sprinkler affleurant est installé de manière que tout ou une partie de son corps soit situé au-dessus du plan inférieur du plafond, à l'exception du filetage destiné à la rosace. Ce type permet une intégration discrète dans les plafonds.



Figure 8 Sprinkler affleurant[12]

Sprinkler pendent (Pendent Sprinkler)

Le sprinkler pendent est conçu pour diriger le jet d'eau vers le bas contre le déflecteur. Il est le type le plus utilisé dans les bureaux, hôtels et IGH. Toutefois, il n'est généralement pas recommandé dans les systèmes sprinklers sous air standard en raison du risque d'accumulation d'eau pouvant geler dans les conduites.



Figure 9 Sprinkler pendent[12]

Sprinkler encastré (Recessed Sprinkler)

Le sprinkler encastré possède tout ou une partie de son corps, y compris le filetage pour la rosace, installé à l'intérieur d'un boîtier encastré dans le plafond. Il permet une meilleure finition esthétique et protège partiellement le sprinkler.



Figure 10 : Sprinkler encastré (Recessed Sprinkler)[12]

Sprinkler mural (Sidewall Sprinkler)

Le sprinkler mural est installé sur un mur et possède des déflecteurs spéciaux permettant de diriger la majorité de l'eau loin du mur adjacent. Le jet d'eau prend une forme proche d'un quart de sphère. Ce type est utilisé dans les couloirs, chambres et espaces étroits.



Figure 11 Sprinkler mural[13]

Sprinkler vertical (Upright Sprinkler)

Le sprinkler vertical, également appelé sprinkler debout, est conçu pour être installé au-dessus de la conduite afin de diriger le jet d'eau vers le haut contre le déflecteur. Contrairement aux sprinklers pendants standards, il peut être utilisé dans les systèmes sprinklers sous air, car l'eau ne peut pas rester piégée dans les conduites.



Figure 12 : Sprinkler vertical[14]



Figure 13 Sprinkler vertical[14]

2.2.4 Méthodologie de calcul hydraulique des réseaux sprinklers

Dans les zones d'activité, le choix du type de sprinkler dépend principalement de la classe de risque associée à l'occupation du local, conformément aux critères définis par NFPA 13. Cette classification permet de déterminer les exigences relatives à l'alimentation en eau, au calcul hydraulique ainsi qu'à la conception et à l'installation des sprinklers.

Les classifications définies par la norme NFPA 13 sont utilisées uniquement dans le cadre du dimensionnement et de la conception des systèmes sprinklers. Elles servent de base pour le choix des caractéristiques hydrauliques du réseau de protection incendie.

2.2.4.1 Classification les degrés de risque (Hazard Classification) utilisé en sprinkler selon NFPA 13

a) Light Hazard

Le **Light Hazard** correspond aux locaux où la quantité de matériaux combustibles est faible et où un incendie se développe lentement. On retrouve ce type de risque dans les bureaux, hôtels et écoles, où les conditions restent généralement peu dangereuses. [10]

b) Ordinary Hazard Group 1 (OH1)

Le **OH1** concerne des zones où la charge calorifique est modérée et où le feu peut se développer à une vitesse moyenne. Ce type de risque est présent dans les parkings, ateliers légers et certains locaux techniques.[10]

c) Ordinary Hazard Group 2 (OH2)

Le **OH2** correspond à des environnements avec une charge calorifique plus élevée que OH1, favorisant une propagation plus rapide du feu. Il est rencontré dans les ateliers industriels et zones techniques plus chargées.[10]

d) Extra Hazard Group 1 (EH1)

Le **EH1** représente des locaux où la charge calorifique est élevée et où les conditions peuvent entraîner un développement rapide de l'incendie. On le trouve dans certaines industries et ateliers lourds. [10]

e) Extra Hazard Group 2 (EH2)

Le **EH2** correspond au niveau de risque le plus sévère, avec une très forte charge calorifique et une propagation extrêmement rapide du feu. Il est associé aux industries lourdes et aux procédés présentant des dangers importants.[10]

2.2.4.2 Surface couverte par sprinkler et espacement des sprinklers :

Selon NFPA 13, les sprinklers doivent être placés, espacés et positionnés de manière à garantir la protection de la surface couverte par chaque sprinkler (A_s)[10]

➤ Détermination de la distance le long des antennes L :

La dimension L représente la distance entre deux antennes (branchlines). Elle se détermine en deux étapes :

a) Déterminer la distance perpendiculaire jusqu'au sprinkler situé sur l'antenne voisine (ou jusqu'au mur, ou jusqu'à l'obstacle dans le cas de la dernière antenne) de chaque côté de l'antenne sur laquelle est positionné le sprinkler.

b) Choisir la distance la plus importante entre :

- Le double de la distance jusqu'au mur ou jusqu'à l'obstacle
- La distance jusqu'au prochain sprinkler

➤ Détermination de la distance entre les antennes S :

La dimension S représente la distance entre deux sprinklers sur la même antenne. Elle se détermine en deux étapes :

a) Déterminer la distance entre les sprinklers (ou jusqu'au mur, ou jusqu'à l'obstacle en cas de sprinkler d'extrémité sur l'antenne) en amont et en aval.

b) Choisir la distance la plus importante entre :

- Le double de la distance jusqu'au mur
- La distance jusqu'au prochain sprinkler

- La surface couverte par sprinkler doit être calculée en multipliant la dimension S par la dimension L :

$$As = S \times L$$

Il faut prendre en considération que la surface couverte par un sprinkleur (As) et l'espacement entre les sprinkleurs (S et L) sont limitées. Ces limitations reposent au premier lieu sur le type de sprinkleur et sur la classe de risque de l'occupation.

Une autre considération importante doit être prise en compte : la distance maximale entre le dernier sprinkleur et le mur (s'il existe) n'excède pas la moitié de l'espacement maximal entre les sprinkleurs.[10]

$$\text{distance mur maximal} = S_{\max}/2$$

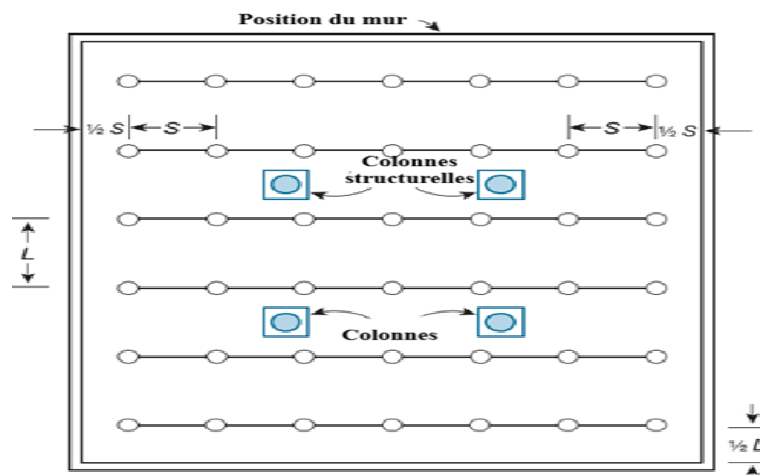


Figure 14 Disposition et espacement des sprinklers [[10]]

- **Valeurs limites de la surface couverte et de l'espacement :** Les valeurs de As , S et L ne peuvent pas être choisies librement. Elles doivent respecter les limites maximales et minimales imposées par NFPA 13 selon le type de risque et le type de sprinkleur.

Risque	As max (m ²)	S max (m)	L max (m)	S min (m)	Distance mur max
Light Hazard	20,9	4,6	4,6	1,8	$S/2$
Ordinary Hazard	12,1	4,6	4,6	1,8	$S/2$
Extra Hazard (haute densité)	9,3	3,7	3,7	1,8	$S/2$

Tableau 2.3 : Valeurs limites de As , S et L selon NFPA 13[10]

2.2.4.3 Notion de surface impliquée (A_{imp}) :

- **Définition de la surface impliquée**

La surface impliquée (A_{imp}) est la zone théorique dans laquelle on suppose que tous les sprinklers fonctionnent simultanément pour contrôler un incendie. Cette surface n'est pas la surface totale du bâtiment, mais une surface fictive représentant la zone maximale qui pourrait être en feu à un instant donné. Elle sert de base pour dimensionner le débit total de la pompe et la réserve d'eau. Selon NFPA 13, cette surface dépend de la classification du risque et peut être ajustée selon les conditions particulières de l'installation. La surface impliquée s'exprime en mètres carrés (m^2)

- **Localisation de la surface la plus défavorable (remote area)**

Lors du calcul hydraulique, la surface impliquée doit être placée à l'endroit hydrauliquement le plus défavorable. Cet endroit, appelé "remote area", est généralement le point physiquement le plus éloigné de la colonne montante ou de la source d'alimentation. Cependant, l'éloignement géographique n'est pas le seul critère. Il faut également considérer les pertes de charge accumulées, la hauteur sous plafond, la présence d'obstructions et les diamètres des tuyaux. En pratique, on sélectionne une zone rectangulaire ou carrée dont les dimensions respectent la forme définie par NFPA 13, et on y intègre les sprinklers les plus défavorables. Cette localisation doit être justifiée par une analyse hydraulique approfondie.

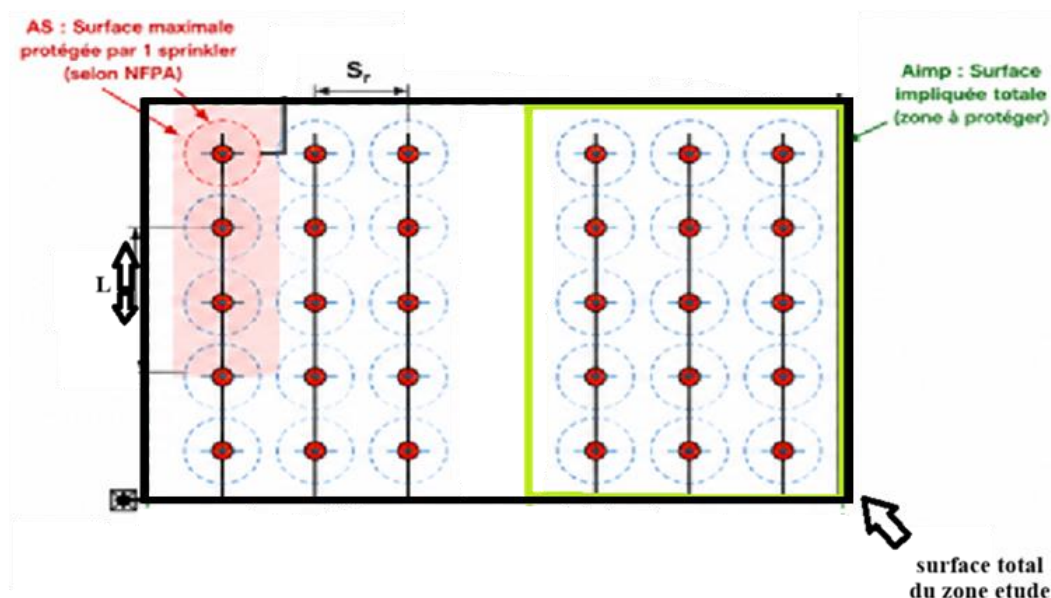


Figure 15 Illustration de la relation entre la surface couverte par un sprinkler (AS) et la surface impliquée totale du réseau (A_{imp}).[10]

- **Choix de la densité et de la surface à partir du graphique (courbe densité/surface)**

Afin de déterminer la densité de conception (D) et la surface d'opération (A_{imp}) nécessaires au dimensionnement hydraulique, NFPA 13 met à disposition un graphique appelé "courbe densité/surface". Ce graphique présente une série de courbes décroissantes, chacune correspondant à une classe de risque spécifique (Light Hazard, Ordinary Hazard, Extra Hazard).

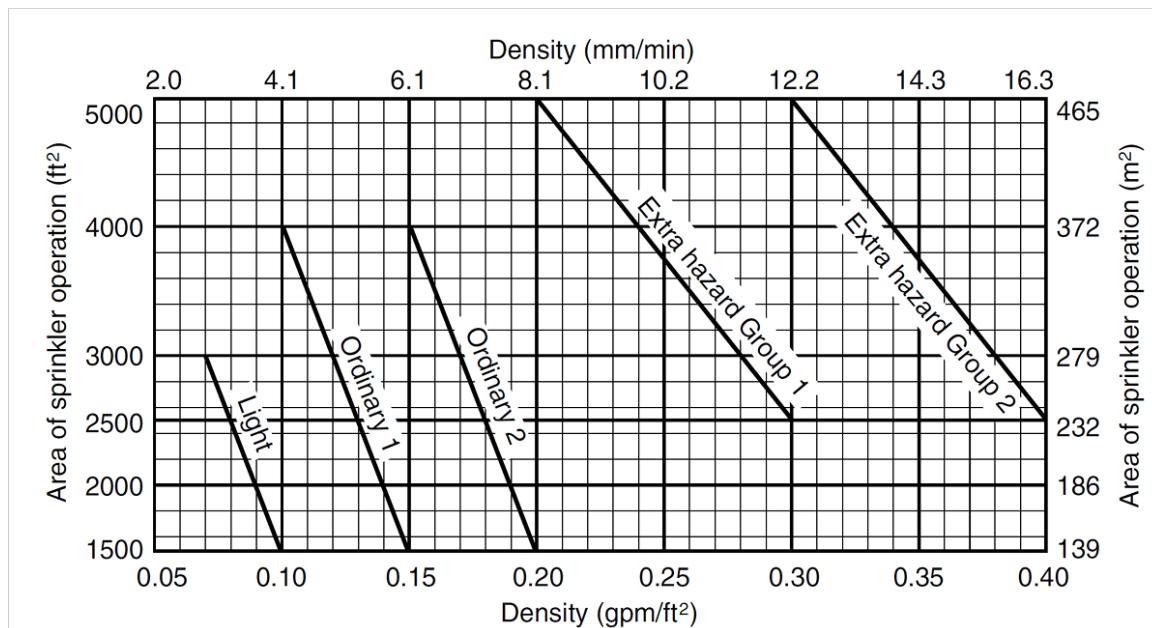


Figure 16 Courbe Densité/surface.[10]

Le principe est le suivant : plus la surface d'opération (A_{imp}) est grande, plus la densité (D) requise est faible. Cette relation s'explique par le fait qu'un feu couvrant une très grande surface est statistiquement rare, ce qui permet de réduire l'intensité d'arrosage. L'ingénieur a la liberté de choisir n'importe quel point situé sur la courbe correspondant à la classe de risque de son projet. Chaque point donne un couple (D, A_{imp}) valide selon la norme.

Le choix d'un point particulier dépend de plusieurs facteurs : la pression disponible, le débit de la pompe, les contraintes économiques et la configuration du bâtiment. Un point situé en haut à gauche de la courbe (densité élevée, surface petite) nécessite un débit total plus faible, donc une pompe moins puissante. Un point situé en bas à droite de la courbe (densité faible, surface grande) permet d'utiliser des sprinklers avec une plus grande surface de couverture, réduisant ainsi leur nombre total dans le bâtiment. L'ingénieur doit donc trouver le compromis le plus adapté à son projet.

- **Les coefficients d'ajustement (facteurs multiplicatifs)**

La surface de base doit être **multipliée** par des coefficients d'ajustement lorsque certaines conditions particulières sont présentes

Condition	Coefficient	Type
Système sec (Dry pipe)	$\times 1,30$	Augmentation
Double interlock preaction	$\times 1,30$	Augmentation
Toit en pente ($> 16,6\%$)	$\times 1,30$	Augmentation
Sprinklers QR (selon hauteur)	$\times 0,60$ à $\times 1,0$	Réduction
Sprinklers haute température (EH)	$\times 0,75$	Réduction
$K \geq 11,2$ (EH)	$\times 0,75$	Réduction

Tableau 2.4 récapitulatif des coefficients [10]

2.2.4.4 Calcul de la quantité d'eau nécessaire pour chaque sprinkler :

Après avoir déterminé la surface couverte par chaque sprinkleur (A_s) à l'aide de la formule $A_s = S \times L$, cette valeur est utilisée pour calculer le débit d'eau que chaque sprinkleur doit délivrer en cas d'incendie.

- En effet, si l'on connaît d'une part la surface de couverture d'un sprinkleur et d'autre part la densité de décharge requise, on peut alors calculer le débit total que ce sprinkleur doit évacuer. Plus précisément, le débit d'un sprinkleur (Q_{sp}) est obtenu en multipliant la surface couverte (A_s) par la densité (D)[10]

$$Q_{sp} = A_s \times D$$

Avec :

- **Q_{sp}** : débit délivré par un sprinkleur [L/min]
- **A_s** : surface couverte par un sprinkleur [m²]

D : densité de décharge [L/min/m²]

2.2.4.5 Calcul de la pression

- Une fois que le débit (Q_{sp}) est déterminé au niveau du Sprinkler, la pression (P) au niveau de celui-ci peut être déterminée à l'aide de l'équation suivante [10]

$$P = \left(\frac{Q_{sp}}{K} \right)^2$$

Sachant que ;

- **P** : La pression au niveau de sprinkler [bar] ;
- **Q_{sp}** : Le débit délivré par un sprinkler [L/min] ;
- **K** : Le facteur de décharge, en [L/min/ (bar)^{1/2}].

Calcul du nombre de sprinklers requis pour le calcul hydraulique :

Après avoir déterminé la surface impliquée (A_{imp}), il est nécessaire d'en définir la forme. La forme de cette zone éloignée détermine quels sprinklers seront pris en compte dans le calcul

hydraulique, c'est-à-dire lesquels sont susceptibles de débiter de l'eau en cas d'incendie. Le nombre total de sprinkleurs requis sur la surface impliquée est donné par la relation suivante [10]:

$$Nt = A_{imp} / A_s$$

- **nt** : nombre total de sprinkleurs requis sur la surface impliquée
- **A_{imp}** : surface impliquée [m²]
- **A_s** : surface couverte par un sprinkleur [m²]

2.3 Dimensionnement de Robinets d'Incendie Armés (R.I.A)

2.3.1 définition des (R.I.A) :

Les Robinets d'Incendie Armés (R.I.A) constituent des moyens de première intervention permettant de combattre un incendie par l'utilisation d'eau sous pression en quantité suffisante. Destinés à être mis en œuvre dès le déclenchement de l'alerte, ces équipements offrent un champ d'action plus important que celui des extincteurs portatifs.

Dans les installations équipées d'un système sprinkler, les R.I.A participent également à la protection active contre l'incendie. Toutefois, contrairement aux sprinklers dont le fonctionnement est automatique, les R.I.A nécessitent une intervention manuelle réalisée par un personnel formé.

Ainsi, une installation de Robinets d'Incendie Armés joue un rôle essentiel dans la maîtrise initiale d'un départ de feu, en assurant une intervention rapide et efficace avant l'arrivée des moyens de secours spécialisés. [8]

Une installation R.I.A est généralement composée d'une source d'alimentation en eau, de canalisations de distribution, de colonnes montantes ainsi que de robinets d'incendie

2.3.2 Classes des colonnes montantes :

Selon la norme NFPA 14, les colonnes montantes sont classées en trois catégories principales. Cette classification repose essentiellement sur le type de robinets d'incendie raccordés au système. Les différentes classes sont présentées ci-après.

2.3.2.1 Classe I :

Les systèmes de classe I doivent être équipés de raccords de tuyaux de 65 mm destinés à alimenter en eau les services d'incendie ainsi que le personnel spécialement formé à la manipulation de jets d'eau à fort débit



Figure 17 Colonne montante Classe I[15]

Les systèmes de classe I sont généralement requis dans les bâtiments comportant plus de trois niveaux au-dessus ou au-dessous du niveau du sol. Cette exigence s'explique par le temps et les difficultés liés au déploiement des tuyaux des véhicules d'incendie vers les étages éloignés.[15]

2.3.2.2 Classe II

Les systèmes de classe II utilisent des robinets d'incendie de diamètre 40 mm destinés principalement à fournir de l'eau au personnel formé intervenant lors des premières opérations de lutte contre l'incendie.[15]

Ce système de protection incendie comprend généralement :

- un dévidoir à alimentation axiale ;
- un robinet d'arrêt d'alimentation en eau placé à proximité du dévidoir ;
- un robinet diffuseur fixé à l'extrémité du tuyau permettant de diriger et de contrôler le jet d'eau ;
- un robinet de vidange destiné à l'évacuation des eaux stagnantes et des dépôts ;
- une longueur de tuyau semi-rigide.[16]

La figure suivante illustre les principaux composants d'un système de classe II.



Figure 18 Colonne montante de classe II. [16]

2.3.2.3 Classe III

Les systèmes de classe III constituent une combinaison des systèmes de classe I et de classe II. Ils comportent à la fois des robinets d'incendie de 40 mm destinés au personnel qualifié et des raccords de tuyaux de 65 mm permettant de fournir des débits plus importants aux services d'incendie.[15]



Figure 19 Colonne montante de classe III. [15]

2.3.3 Norme de choix des R.I.A selon APSAD R5

Selon le référentiel APSAD R5, le choix des Robinets d'Incendie Armés (R.I.A) doit être réalisé en fonction du niveau de risque incendie des locaux à protéger. Cette sélection prend en

considération plusieurs paramètres, notamment la nature des activités exercées, la quantité et les caractéristiques des produits présents, leur pouvoir calorifique ainsi que la configuration des espaces.

Les caractéristiques techniques du R.I.A, telles que le diamètre nominal du diffuseur, la longueur du tuyau et les performances hydrauliques requises, doivent être adaptées aux conditions réelles de risque afin de garantir une intervention efficace dès le début du sinistre.

Contrairement à la NFPA 14, qui classe les systèmes en différentes catégories de colonnes montantes, l'APSAD R5 adopte une approche fondée principalement sur l'analyse du risque incendie et sur l'efficacité opérationnelle des moyens de première intervention ...[18]

2.3.4 Emplacement des R.I.A

Les robinets d'incendie doivent être installés de manière visible, accessible et dégagée de tout obstacle. Selon la norme NFPA 14, leur hauteur d'installation doit être comprise entre 0,9 m et 1,5 m au-dessus du niveau du sol.[15]



Figure 20 Hauteur minimale et maximale d'installation des robinets d'incendie. [16]

L'emplacement des robinets d'incendie varie selon la classe du système considérée, comme présenté ci-après.

2.3.4.1 Emplacement des systèmes de classe I

Les R.I.A doivent être installés au niveau de chaque palier principal des escaliers d'évacuation requis.

- Lorsque l'Autorité ayant juridiction (AHJ) ou le service d'incendie local l'exige, il est autorisé d'installer des robinets supplémentaires aux paliers intermédiaires supérieurs situés entre les niveaux de plancher des escaliers d'évacuation.

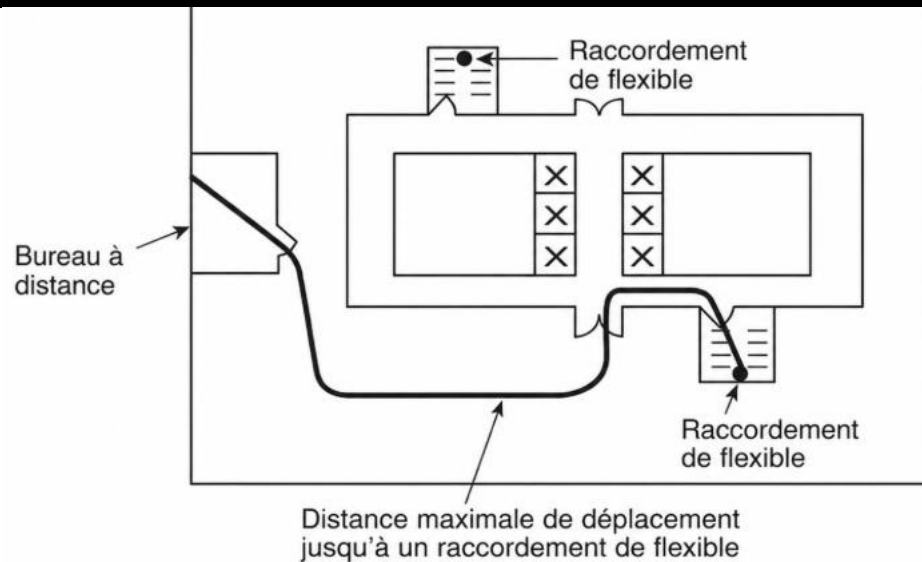


Figure 21 Emplacement des R.I.A dans les escaliers. [15]

- Des robinets d'incendie doivent être prévus de part et d'autre du mur adjacent aux ouvertures des sorties horizontales.

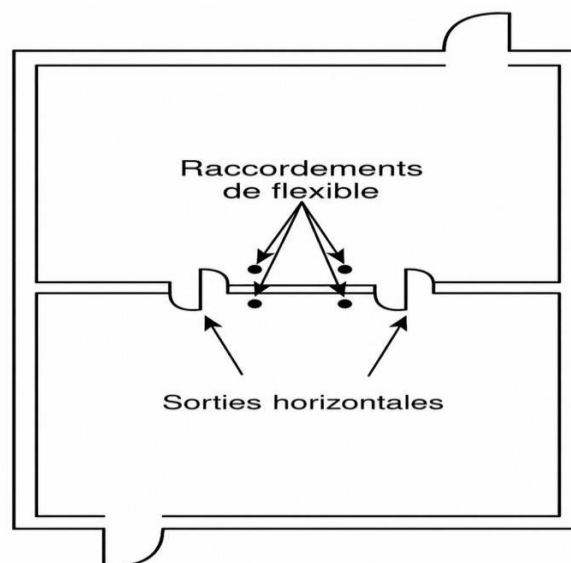


Figure 22 Emplacement des R.I.A au niveau des sorties horizontales. [15]

- Lorsque toutes les surfaces d'un étage peuvent être atteintes à partir d'un robinet installé dans l'escalier d'évacuation situé du même côté de la sortie horizontale, les robinets placés de l'autre côté peuvent être supprimés, à condition que les distances maximales de déplacement ne dépassent pas :
 - 61 m dans les bâtiments équipés de sprinklers ;
 - 39,7 m dans les bâtiments non équipés de sprinklers.

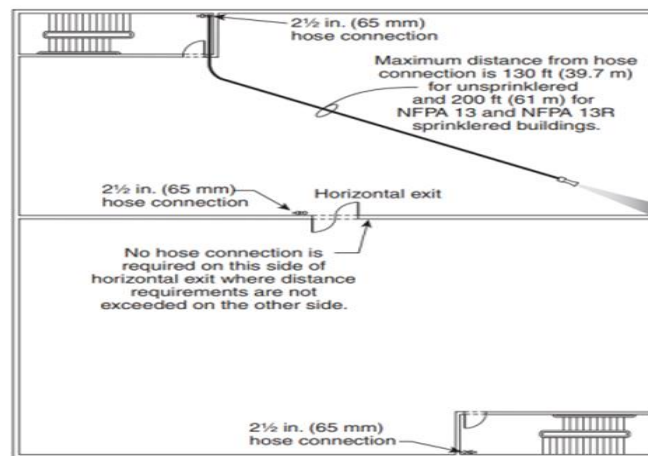


Figure 23 : Emplacement

niveau des sorties horizontales et des escaliers. [15]

des R.I.A au

- Les R.I.A doivent être installés dans les couloirs de sortie à chaque entrée du bâtiment, à l'exception des bâtiments de centres commerciaux couverts.
- Dans les bâtiments protégés par un système sprinkler conforme à la norme NFPA 13, des robinets supplémentaires doivent être installés lorsque la distance entre les robinets requis et la zone ou l'étage le plus éloigné dépasse 61 m. Pour les bâtiments non protégés par sprinklers, cette distance maximale est limitée à 39,7 m.
- Les escaliers ordinaires reliant deux niveaux adjacents et non destinés spécifiquement à l'évacuation d'urgence ne nécessitent pas l'installation de R.I.A.
- Un seul robinet d'incendie peut être installé dans un corridor ouvert reliant des escaliers ouverts séparés par une distance maximale de 23 m.
- Des robinets doivent être installés au niveau du palier supérieur des escaliers donnant accès au toit. Cette exigence peut être supprimée lorsqu'un robinet est déjà installé au niveau du palier intermédiaire supérieur.
- Dans le cas des escaliers ne donnant pas accès au toit, un raccord de tuyau doit être installé sur le toit, sauf lorsque la pente de celui-ci est supérieure ou égale à 4/12.[15]

2.3.4.2 Emplacement des systèmes de classe II

Les systèmes de classe II doivent être équipés de tuyaux de 40 mm de manière à ce que toutes les zones de chaque étage du bâtiment soient situées à une distance maximale de 39,7 m d'un robinet d'incendie de 40 mm, ou à une distance maximale de 36,6 m lorsqu'il s'agit d'un robinet de diamètre inférieur à 40 mm. Ces distances doivent être mesurées suivant le chemin réel parcouru à partir du robinet d'incendie.

Pour cette classe, la méthode dite de la longueur réelle est utilisée afin de déterminer le nombre ainsi que l'emplacement des robinets d'incendie.

Cette méthode consiste à positionner les robinets de 40 mm de manière à assurer la couverture complète de la zone protégée à l'aide d'un tuyau de 30,5 m muni d'une lance ayant une portée comprise entre 6 m et 9 m.

Comme illustré dans la figure ci-dessous, la limitation de la longueur du tuyau à 30,5 m vise principalement à faciliter sa manipulation lors des opérations d'intervention. Les distances doivent être évaluées en tenant compte des cloisons et des obstacles pour le parcours du tuyau, tandis que la portée de la lance doit être mesurée suivant une trajectoire rectiligne sans obstruction.

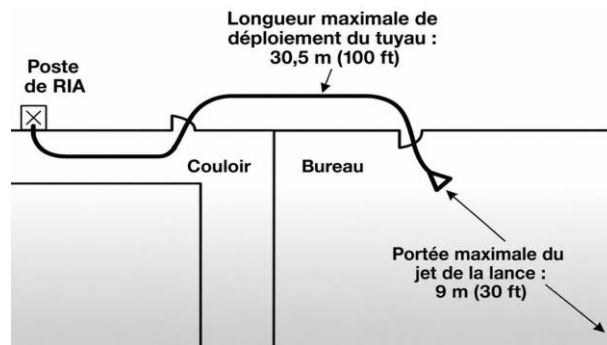


Figure 24 Méthode de la

positionnement des robinets de classe II. [15]

longueur réelle utilisée pour le

Ainsi, l'implantation des systèmes de classe II repose principalement sur le principe de la longueur réelle parcourue, contrairement aux systèmes de classe I dont l'emplacement est essentiellement lié à la localisation des sorties et des escaliers de secours.[15]

2.3.4.3 Emplacement des systèmes de classe III

Les systèmes de classe III représentent une combinaison des systèmes de classe I et de classe II. Toutefois, les limitations de distance imposées aux systèmes de classe II ne s'appliquent pas à cette catégorie.

2.3.5 Critères d'implantation des R.I.A selon l'APSAD R5

Selon le référentiel APSAD R5, l'implantation des Robinets d'Incendie Armés (R.I.A) doit être conçue de manière à garantir une accessibilité rapide et une couverture efficace de l'ensemble des zones à protéger. Le positionnement des R.I.A doit permettre une intervention immédiate et efficace dès le début du sinistre, tout en tenant compte de la configuration architecturale des locaux, de la présence éventuelle d'obstacles ainsi que du niveau de risque incendie associé aux activités et aux produits présents dans le bâtiment.

Par ailleurs, l'étude d'implantation des R.I.A doit assurer que toutes les parties des locaux protégés puissent être atteintes efficacement par le jet d'eau, en considérant à la fois la longueur utile du tuyau et la portée effective du jet, afin d'optimiser les conditions d'intervention des équipes de première intervention...[18]

2.3.5.1 Exigences de dimensionnement des systèmes de R.I.A

La norme NFPA 14 définit plusieurs exigences de dimensionnement applicables aux différentes classes de systèmes de R.I.A. Ces exigences prennent en considération plusieurs paramètres, notamment la classe du système, le nombre de raccords de tuyaux, la pression résiduelle minimale requise ainsi que le débit nécessaire. Les tableaux ci-dessous présentent de manière synthétique les exigences de dimensionnement selon les classes I, III et II respectivement.

Ce tableau présente les exigences de dimensionnement des systèmes de Robinets d'Incendie Armés (RIA) de classe I et III conformément aux prescriptions de la NFPA 14. Ces valeurs concernent principalement les conditions hydrauliques de pression et de débit nécessaires pour assurer un fonctionnement efficace du système en situation d'incendie.

Exigence de conception	Classe I et Classe III
Pression résiduelle minimale au niveau du robinet le plus défavorable	6,9 bar
Pression maximale au niveau du robinet le plus défavorable	12,2 bar
Débit minimum requis au niveau de la colonne montante la plus éloignée	946 L/min
Débit requis pour les deux robinets les plus éloignés	1893 L/min
Débit minimal pour les colonnes montantes supplémentaires (surface d'étage $\leq 7432 \text{ m}^2$)	946 L/min par colonne montante
Débit minimal pour les colonnes montantes supplémentaires (surface d'étage $> 7432 \text{ m}^2$)	1893 L/min pour la deuxième colonne montante et 946 L/min pour la troisième
Colonne montante horizontale alimentant trois robinets ou plus sur un même niveau	Débit minimal correspondant au scénario hydraulique le plus défavorable
Débit total maximal requis pour les locaux non équipés de système de sprinklers	2840 L/min
Débit total maximal requis pour les locaux équipés de système de sprinklers	3785 L/min

Tableau 2-5 : Exigences de dimensionnement des R.I.A de classe I et III

Conclusion :

Les exigences de dimensionnement des RIA de classe I et III permettent de garantir une alimentation hydraulique suffisante en termes de pression et de débit, même dans les conditions les plus défavorables. Le respect de ces valeurs est essentiel pour assurer l'efficacité opérationnelle du système de lutte contre l'incendie et sa conformité aux normes NFPA 14.

Exigence de conception	Classe II
Pression résiduelle minimale exigée au niveau du robinet le plus défavorisé	4,5 bars
Pression maximale admissible au niveau du robinet le plus défavorisé	6,9 bars
Débit minimal requis au niveau du robinet incendie armé le plus éloigné	379 L/min

Tableau 3-2 : Exigences de dimensionnement des R.I.A de classe II (référentiel de conception)

5. Procédure de calcul hydraulique et de dimensionnement

La procédure de calcul hydraulique et de dimensionnement dépend de la classe du système considéré. Chaque classe est définie par des critères et des exigences spécifiques qui doivent être respectés lors des étapes de calcul et de dimensionnement du système.

Systèmes de classe I et classe III

Les calculs hydrauliques ainsi que le dimensionnement des conduites pour chaque colonne montante doivent être établis sur la base d'un débit de 946 L/min, appliqué aux deux raccords de tuyaux les plus défavorisés hydrauliquement sur la colonne montante, ainsi qu'au niveau de raccordement de chaque autre colonne montante, tout en garantissant le maintien de la pression résiduelle minimale requise.

1) Dans le cas où des colonnes montantes s'arrêtent à différents niveaux d'étage, des calculs hydrauliques distincts doivent être réalisés pour les colonnes montantes correspondant à chaque niveau concerné.

2) Le débit doit être pris en compte uniquement pour les colonnes montantes présentes au niveau de l'étage considéré dans les calculs hydrauliques.

3) Lorsqu'une colonne montante horizontale alimente trois raccords de tuyaux ou plus situés sur un même niveau, les calculs hydrauliques et le dimensionnement des conduites doivent être basés sur un débit de 946 L/min appliqué aux trois robinets les plus défavorisés hydrauliquement sur la colonne montante, ainsi qu'au point de raccordement de chacune des autres colonnes montantes, tout en respectant la pression résiduelle minimale requise.

4) Les conduites d'alimentation communes doivent être calculées et dimensionnées de manière à assurer le débit nécessaire à l'ensemble des colonnes montantes qui y sont raccordées, sans dépasser le débit total maximal exigé par le système.

- 5) Dans le cas de systèmes de colonnes montantes distinctes alimentées par des conduites communes, le calcul hydraulique et le dimensionnement doivent être effectués en se basant sur les besoins du système le plus défavorable en termes de demande hydraulique.
- 6) Il convient de ne pas équilibrer les débits des colonnes montantes supplémentaires, tels que définis à la première étape, en fonction de la pression plus élevée au point de raccordement.

Systèmes de classe II

Les calculs hydrauliques ainsi que le dimensionnement des conduites pour chaque colonne montante doivent être établis sur la base d'un débit de 379 L/min, assuré au niveau du robinet incendie armé le plus défavorisé hydrauliquement sur la colonne montante, tout en garantissant une pression résiduelle minimale de 4,5 bars.

Les canalisations d'alimentation communes desservant plusieurs colonnes montantes doivent être dimensionnées et calculées de manière à assurer un débit de 379 L/min. [15]

3.2.4.3 Dimensionnement uniforme des colonnes montantes selon NFPA 14

Dans les systèmes de colonnes montantes, il est recommandé de conserver un diamètre nominal uniforme le long de la colonne afin d'assurer une distribution hydraulique adéquate, de maintenir les débits et pressions requis au niveau des robinets d'incendie les plus défavorisés, et de réduire les pertes de charge susceptibles d'affecter les performances du système

3.2.4.4 Dimensionnement uniforme des colonnes montantes selon l'APSAD R5

Selon le référentiel APSAD R5, les conduites constituant les colonnes montantes doivent être dimensionnées de manière à garantir la stabilité hydraulique du réseau et le maintien des performances requises au niveau des R.I.A les plus défavorisés. Dans ce cadre, l'utilisation d'un diamètre uniforme le long de la colonne montante permet de limiter les pertes de charge, d'assurer une distribution régulière du débit et de maintenir les pressions nécessaires au bon fonctionnement du système.[18]

3.3 Système de poteaux d'incendie

L'installation de poteau d'incendie est constituée de plusieurs éléments essentiels, présentés ci-dessous et illustrés dans la figure correspondante :

- Le poteau d'incendie normalisé ;
- Le système d'ancrage ;
- Le socle de propreté, lorsque cela est nécessaire ;
- Le dispositif de drainage assurant la vidange ;
- L'appui ainsi que la butée du coude à patin ;

- Un dispositif éventuel de mise à niveau permettant le raccordement à la canalisation, tel qu'une esse de réglage. [17]

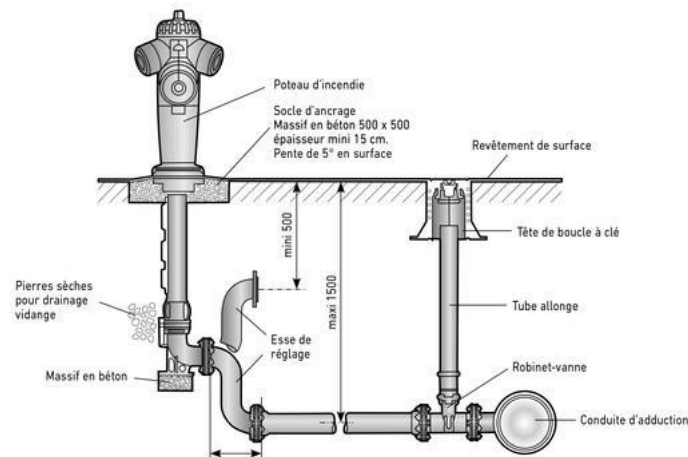


Figure 25 Schéma de principe de l'installation « poteau d'incendie » [21]

3.3.1 Notions utiles sur le comportement des structures selon la NFPA

3.3.1.1 Matériau incombustible

Les matériaux sont considérés comme incombustibles lorsqu'ils satisfont aux exigences de la norme ASTM E136, à la suite d'essais réalisés conformément à cette même norme ou à la norme ASTM E2652. Par ailleurs, tout matériau présentant un caractère intrinsèquement incombustible peut également être classé comme tel, sans nécessiter de tests spécifiques.

Toutefois, la norme ne définit pas de manière explicite la notion de matériau intrinsèquement incombustible. À cet égard, les indications fournies dans l'annexe associée à la NFPA 1 suggèrent que cette catégorie inclut notamment des matériaux tels que le béton, le verre et l'acier, reconnus pour leurs propriétés naturellement incombustibles. [19]

3.3.1.2 Matériau à combustion limitée

Un matériau est qualifié de matériau à combustion limitée lorsqu'il satisfait à des critères spécifiques de performance au feu. Il doit notamment être soumis à des essais conformément à la norme NFPA 259 ou à la norme ASTM E2965.

À titre d'exemple, le placoplâtre constitue un matériau classé dans la catégorie des matériaux à combustion limitée. [19]

3.3.1.3 Types de construction

La norme NFPA 220 (Standard on Types of Building Construction) définit les différents types de construction des bâtiments en fonction de la combustibilité des matériaux et de la résistance au feu des éléments structuraux.

La résistance au feu correspond à la durée, exprimée en minutes ou en heures, pendant laquelle un matériau ou un assemblage est capable de résister à une exposition au feu, conformément à des essais normalisés.

La NFPA 220 classe les constructions en cinq types principaux, désignés de I à V en chiffres romains, en fonction des matériaux utilisés. Lorsque les codes et normes spécifient un type de construction requis ou autorisé, celui-ci est généralement suivi de trois chiffres entre parenthèses indiquant la résistance au feu, en heures, des principaux éléments structurels.

- **Type I** : Construction incombustible ou à combustibilité limitée, présentant un haut niveau de résistance au feu, généralement réalisée en béton.
- **Type II** : Construction incombustible ou à combustibilité limitée, avec une résistance au feu inférieure à celle du type I, généralement constituée de structures en acier avec ou sans protection incendie.
- **Type III** : Les murs extérieurs ainsi que certains éléments structurels sont réalisés en matériaux incombustibles ou à combustibilité limitée, tandis que les éléments intérieurs (murs, arches, planchers et toitures) sont en bois de dimensions inférieures à celles exigées pour le type IV. Ce type est souvent appelé construction ordinaire, par exemple un bâtiment mixte maçonnerie/bois.
- **Type IV** : Les murs coupe-feu, les murs extérieurs et les murs porteurs intérieurs sont réalisés en matériaux incombustibles ou à combustibilité limitée. Les autres éléments intérieurs, tels que les arches, planchers et toitures, sont constitués de bois massif ou de bois lamellé-croisé.
- **Type V** : L'ensemble des éléments structurels, y compris les murs, arches, planchers et toitures, est réalisé en bois ou en matériaux équivalents.

Les trois chiffres associés aux types de construction ont la signification suivante :

- **Premier chiffre (X00)** : murs porteurs extérieurs ;
- **Deuxième chiffre (0X0)** : colonnes, poutres, poutrelles, fermes et arcs supportant les murs porteurs, les colonnes ou les charges provenant de plus d'un étage ;
- **Troisième chiffre (00X)** : construction des planchers. [20]

3.3.1.4 Débit d'incendie requis

L'alimentation en eau destinée aux services d'incendie constitue un élément essentiel de la stratégie globale de protection contre l'incendie et de sécurité des personnes. Il est primordial de garantir la disponibilité d'une quantité d'eau suffisante pour permettre aux équipes d'intervention de lutter efficacement contre l'incendie à l'intérieur du bâtiment, ainsi que de protéger les structures exposées.

Dans ce cadre, la NFPA 1 (Fire Code), Code de prévention des incendies, impose la fourniture d'un débit minimal d'eau, déterminé en fonction du type de construction du bâtiment ainsi que de la surface de calcul du débit d'incendie.

Le débit d'incendie est défini comme le débit d'alimentation en eau disponible pour les services d'incendie intervenants, mesuré à une pression résiduelle minimale de 1,4 bar, et destiné à la lutte manuelle contre l'incendie. Ce débit est établi à partir de la surface de calcul du débit d'incendie du bâtiment. [19]

3.3.1.5 Surface du débit incendie

La surface du débit incendie correspond à la superficie totale de tous les niveaux d'un bâtiment. Toutefois, pour les bâtiments de type I (443), I (332) et II (222), la surface du débit incendie est définie comme l'ensemble des trois étages consécutifs les plus étendus. Cette surface est déterminée à partir de la zone comprise entre les murs extérieurs périphériques de chaque niveau ainsi que les murs coupe-feu utilisés pour constituer des compartiments de bâtiments distincts.

Le tableau figurant dans l'Annexe B, extrait de la norme NFPA 1, présente le débit d'incendie minimal requis ainsi que la durée d'écoulement associée, en fonction de la surface du débit incendie et du type de construction.

Lorsqu'un bâtiment est équipé d'un système de sprinklers approuvé, le débit d'incendie requis peut être réduit de 75 %. Cependant, le débit résultant ne doit pas être inférieur à 3785 L/min. Dans le cas d'un système de sprinklers à réponse rapide, le débit minimal est réduit à 2270 L/min.

Par ailleurs, pour les bâtiments protégés par un système d'extinction automatique approuvé, le débit d'incendie requis ne doit pas excéder 7571 L/min, avec une durée d'alimentation fixée à 2 heures. [19]

3.3.2 Diamètre nominal du poteau d'incendie

Chaque installation de poteau d'incendie doit être en mesure de fonctionner sous une pression minimale de 1,4 bar en régime d'écoulement, mesurée à la sortie de l'appareil, tout en assurant la délivrance du débit minimal correspondant aux diamètres nominaux suivants :

- 30 m³/h pour un poteau d'incendie de DN 80 ;
- 60 m³/h pour un poteau d'incendie de DN 100 ;
- 120 m³/h pour un poteau d'incendie de DN 150. [17]

3.3.3 Emplacement des poteaux d'incendie

Les poteaux d'incendie doivent être implantés à une distance minimale de 12 m des bâtiments à protéger. Toutefois, lorsque le respect de cette distance n'est pas possible, l'installation d'un poteau à une distance inférieure à 12 m peut être autorisée sous réserve de justification.

La bouche de sortie du tuyau doit être positionnée à une hauteur comprise entre 450 mm et 914 mm par rapport au niveau du sol fini.

Par ailleurs, la détermination du nombre de poteaux d'incendie requis ainsi que leur espacement est réalisée sur la base d'un tableau extrait de la NFPA 72 (National Fire Code), en fonction du débit d'incendie préalablement calculé.

3.4 Conclusion

En conclusion, ce chapitre a été structuré autour de deux parties principales. La première partie a permis d'analyser les exigences de conception du système de R.I.A. Il a été mis en évidence que, selon la NFPA 14, il existe trois types de robinets d'incendie armés, définis principalement selon leurs usages prévus. À l'inverse, la norme APSAD R5 considère un seul type de RIA, présentant différentes caractéristiques telles que le diamètre nominal du diffuseur et la longueur du tuyau. Le choix du RIA selon l'APSAD R5 est effectué en fonction des caractéristiques des produits présents dans les locaux à protéger, notamment leur quantité et leur pouvoir calorifique.

Cette partie a également permis de conclure que les exigences de dimensionnement des RIA selon la NFPA 14 sont particulièrement strictes, ce qui contribue à assurer un niveau élevé d'efficacité en matière de protection incendie.

Concernant la seconde partie, elle a porté sur la conception et l'implantation des poteaux d'incendie. Il a été constaté qu'il n'existe pas une méthodologie unique et normalisée regroupant l'ensemble des règles de dimensionnement de ce système, malgré l'existence de normes telles que l'APSAD R5 et la NFPA 14 encadrant son installation

Chapitre 3 : Présentation site d'étude et le logiciel sunrisepipnet

3.1 présentations du SONATRACH :

SONATRACH, dont le nom complet est « Société Nationale pour la Recherche, la Production, le Transport, la Transformation et la Commercialisation des Hydrocarbures », a été créée le 31 décembre 1963. Il s'agit d'une entreprise publique sous forme de Société par Actions, dont le siège social se situe à Alger, en Algérie. Active dans le secteur de l'énergie (pétrole, gaz et pétrochimie), SONATRACH est aujourd'hui le premier producteur africain de gaz naturel et le premier exportateur africain de gaz naturel liquéfié (GNL). Elle se positionne également comme le quatrième fournisseur de gaz de l'Europe. Avec un effectif total d'environ 56 000 employés, le groupe dispose d'une présence internationale en Europe, en Amérique, en Afrique et en Asie.[22]



Figure 26 logo sonatrach[22]

3.1.2 Historique de la Sonatrach :

Création de la SONATRACH : **31/12/1963**

Soucieux de briser le monopole des compagnies étrangères qui exploitaient les richesses du sous-sol Algérien et se doter d'un organe d'accumulation des ressources financière au décollage, l'état algérien crée le **31 Décembre 1963**, SONATRACH dont il étendit, moins de trois années plus tard, l'objet à toutes les Activités du processus de production d'hydrocarbures [22]

- Mission étendue à l'ensemble des Activité pétrolières :**1966**
- Nationalisation des Hydrocarbures :**24/02/1972**
- Restructuration (création de 17 entreprises autonomes) :**1981**
- Exploitation du G.N par le gazoduc transformation méditerranée GO1 (48) HASSI :**1998**
- R'MEL / Oued SAFSAF
- Lancement de processus de modernisation groupe pétrolier international :**1992**
- L'Algérie avec ses partenaires figurait au premier rang des découverts : **1999**

3.1.3 Les principales missions de la société :

- La prospection, la recherche et l'exploitation des hydrocarbures
- L'extraction, la liquéfaction du gaz naturel, le traitement et la valorisation des hydrocarbures
- La transformation et le raffinage des hydrocarbures
- La satisfaction de la demande nationale et internationale, le développement de la richesse pétrolière.

3.2 PRÉSENTATION DU SIÈGE LQS ORAN (SONATRACH)

Le Siège LQS Oran est un bâtiment administratif de SONATRACH situé dans la wilaya d'Oran, en Algérie. Mis en service le **16 avril 2008**, cet immeuble abrite les services de direction et de soutien de l'activité LQS (Logistique, Qualité et Sécurité) de la région Oran.



Figure 27 siege LQS aval sonatrach

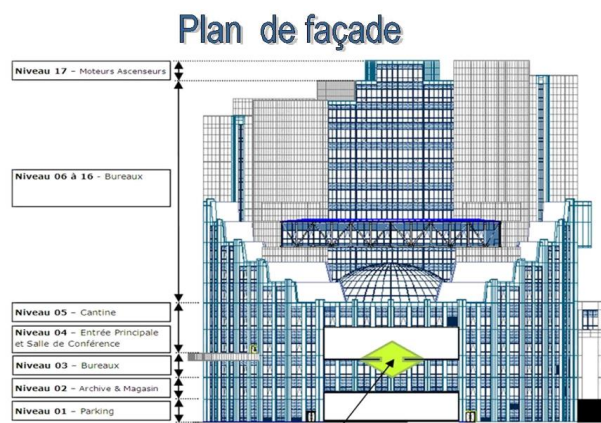


Figure 28 plans de façade de sonatrach

3.2.1 Localisation du Siège LQS Oran

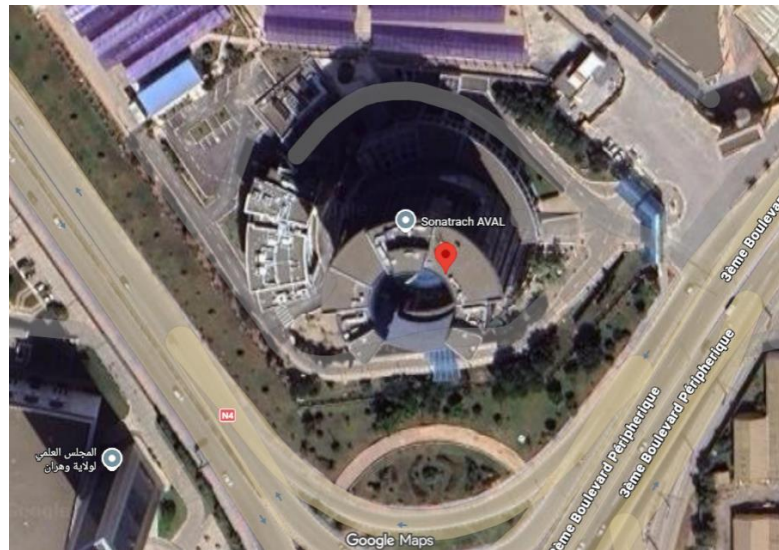


Figure 29 localisation géographique du siège LQS Oran

Le siège LQS Oran est situé dans la zone urbaine de la wilaya d'Oran, au niveau du Rond-Point Djelloul Bakhti Nemiche (anciennement cité Djamel). Cette position stratégique lui offre une grande accessibilité

- Limites et voisinage immédiat :
- Au nord : Musée du Moudjahid et la Direction de la Météo
- Au sud : Rond-point cité Djamel
- À l'est : 3ème boulevard périphérique
- À l'ouest : Route nationale N4

3.2.2 Surface et hauteur du bâtiment

Le siège LQS Oran s'étend sur une **superficie globale de 15 100 mètres carrés**, dont 4 650 mètres carrés de surface non bâtie dédiée aux parkings extérieurs et espaces de circulation. Le bâtiment principal, construit en dur avec des façades vitrées, s'élève à une hauteur de **66 mètres**, ce qui en fait un immeuble de grande hauteur réparti sur 16 niveaux (du rez-de-chaussée au 16ème étage),

3.2.3 aménagements du siège LQS par niveaux et direction :

Niveaux	Activités / Bureaux	Directions concernées
Niveau 01	Parking, local technique Télécom, station lavage, locaux techniques	Direction Gestion Siège, ISI/TEL
Niveau 02	Salles d'archive, salles de stockage, magasins, locaux techniques	Direction Ressources Humaines, Direction Gestion Siège

Niveau 03	Centre médical, bureaux, locaux techniques	Direction RH, Direction Informatique, Direction Gestion Siège
Niveau 04	Auditorium, bureaux, local technique, banque BEA	Direction Gestion Siège
Niveau 05	Bureaux, locaux techniques	Direction Gestion Siège
Niveau 06	Bureaux, salles de réunion, locaux techniques	Direction RH, Direction Gestion Siège
Niveau 07	Bureaux, salles de réunion, locaux techniques	Direction Informatique, Direction Gestion Siège
Niveau 08	Bureaux, salles de réunion, locaux techniques	Direction Informatique, Direction Gestion Siège
Niveau 09	Bureaux, salles de réunion, locaux techniques	Direction Gestion Siège, Direction Finance
Niveau 10	Bureaux, salles de réunion, locaux techniques	Direction RH, Direction Juridique, Direction Gestion Siège
Niveau 11	Bureaux, salles de réunion, locaux techniques	Direction Infrastructure, Direction Gestion Siège
Niveau 12	Bureaux, salles de réunion, locaux techniques	Direction HSE, Direction Gestion Siège
Niveau 13	Bureaux, salles de réunion, locaux techniques	Direction Planification et Stratégie, Direction Gestion Siège
Niveau 14	Bureaux, salles de réunion, locaux techniques	Direction Finance, Direction Gestion Siège
Niveau 15	Bureaux, locaux techniques	Divisionnaire, Direction Gestion Siège
Niveau 16	Bureaux, locaux techniques	Vice-Président de l'Activité LQS

3.3 rôles du département HSE

Le département HSE est responsable de la mise en œuvre et du suivi de la politique de prévention des risques au sein de l'entreprise.

Ses principales missions sont :

a) Hygiène

- Assurer des conditions de travail saines.
- Prévenir les maladies professionnelles.
- Contrôler l'exposition aux agents chimiques, biologiques et physiques.
- Sensibiliser le personnel aux règles d'hygiène.

h) Sécurité

- Identifier et évaluer les risques professionnels.
- Mettre en place des mesures de prévention.

- Contrôler le port des équipements de protection individuelle (EPI).
- Réaliser des inspections et audits de sécurité.
- Organiser des formations et sensibilisations.
- Enquêter sur les accidents et incidents.

i) Environnement

- Prévenir les impacts environnementaux des activités.
- Assurer la gestion des déchets.
- Réduire la pollution de l'air, de l'eau et du sol.
- Veiller au respect de la réglementation environnementale.
- Promouvoir les bonnes pratiques environnementales.

3.4 Rôle du HSE en cas d'incendie

Le département HSE intervient avant, pendant et après l'incendie.

Avant l'incendie

- Identifier les risques d'incendie.
- Élaborer les plans d'urgence.
- Vérifier les extincteurs, RIA et systèmes sprinkler.
- Former le personnel à la lutte contre l'incendie.
- Organiser des exercices d'évacuation.

Pendant l'incendie

- Déclencher le plan d'urgence.
- Donner l'alerte.
- Superviser l'évacuation du personnel.
- Assurer le rassemblement dans les points de regroupement.
- Coordonner avec les services de secours et les pompiers.

Après l'incendie

- Réaliser l'enquête sur les causes du sinistre.
- Évaluer les dommages humains et matériels.
- Rédiger le rapport d'incident.
- Proposer des actions correctives et préventives.
- Mettre à jour les procédures de sécurité.

3.5 Présentation de logiciel de calcul PIPENET

Pipenet est un logiciel développé par Applied Flow Technology (AFT) utilisé pour analyser et simuler des systèmes de tuyauterie, y compris les systèmes de lutte contre l'incendie. Il permet

de modéliser des réseaux de tuyauterie complexes, d'analyser les débits, pressions et vitesses, et d'optimiser le dimensionnement des tuyaux, et garantir un approvisionnement en eau adéquat et une couverture efficace, et s'assurer de la conformité aux normes NFPA.

Le logiciel comprend les modules suivants :

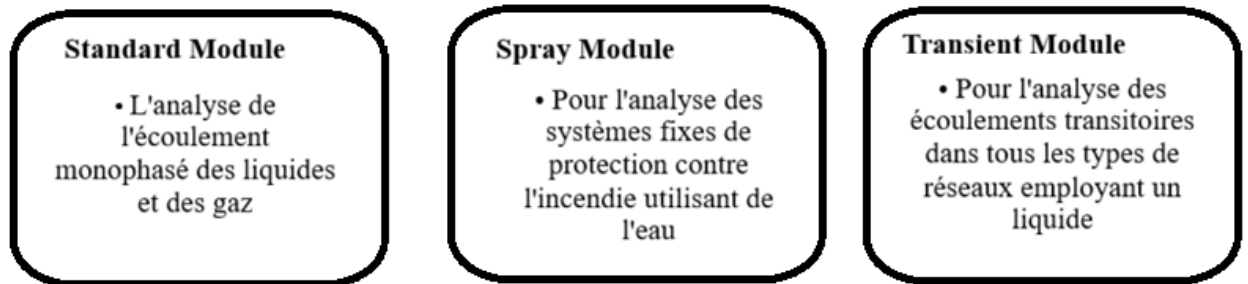


Figure 30 type

Pour le dimensionnement de système de sprinklers, nous allons sélectionner le Spray module, par la fenêtre illustrée dans la figure ci-dessous ;

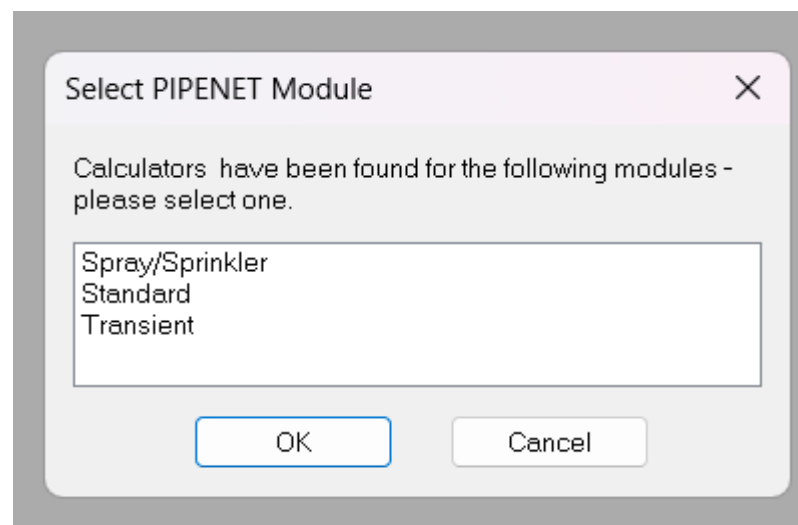


Figure 31 : Sélection du module Spray/Sprinkler.

***Chapitre 4 : Dimensionnement Du
Réseau Anti-Incendie Du 16^e Étage Du
Siège Lqs***

4.1 Introduction

Dans ce chapitre, nous procédons au dimensionnement du réseau anti-incendie du 16^e étage du siège LQS de SONATRACH. Le choix de cet étage est justifié par le fait qu'il représente le cas hydraulique le plus défavorable du bâtiment en raison de son altitude élevée par rapport à la source d'alimentation.

L'étude porte sur trois zones principales :

Schéma du 16^e étage – Siège LQS

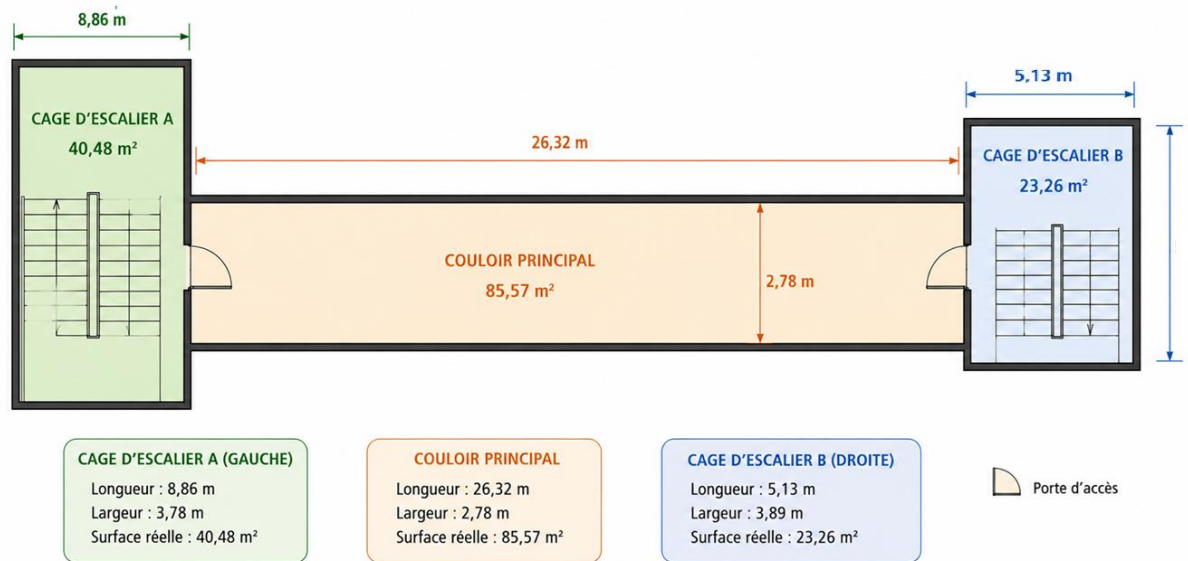


Figure 32 : schéma du 16^e étage- siège LQS

- Cage d'escalier A (gauche)
- Couloir principal
- Cage d'escalier B (droite)

Le dimensionnement est réalisé conformément aux exigences de la norme NFPA 13.

4.2 Présentation des zones étudiées :

Zone étudiée	Longueur (m)	Largeur (m)	Surface réelle (m²)
Cage d'escalier A	8,86	3,78	40,48
Couloir principal	26,32	2,78	85,57
Cage d'escalier B	5,13	3,89	23,26
Total	40,13	/	149,31

La surface impliquée totale est égale à la somme des surfaces des zones étudiées :

$$\begin{aligned} A_{imp} &= 40,48 + 85,57 + 23,26 \\ A_{imp} &= 149,31 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

4.3 Dimensionnement des sprinklers du 16^e étage pour plusieurs risques :

4.3.1 Cas n°1 : Risque léger (Light Hazard)

Le 16^e étage du siège LQS a été retenu comme zone d'étude puisqu'il représente le cas hydraulique le plus défavorable du bâtiment en raison de son altitude élevée par rapport à la source d'alimentation.

Conformément à la norme NFPA 13, les locaux étudiés sont classés dans la catégorie **Light Hazard (risque léger)**. Pour cette catégorie de risque, l'espacement maximal autorisé entre deux sprinklers est fixé à :

$$S_{max} = 4.6 \text{ m}$$

La surface théorique protégée par un sprinkler est donnée par :

$$As = S \times L$$

où :

- (S) : espacement longitudinal entre sprinklers ;
- (L) : largeur de la zone étudiée.

A. Cage d'escalier A

○ Les dimensions de la cage d'escalier A sont :

- Longueur = 8,86 m
- Largeur = 3,78 m
- Surface réelle = 40,48 m²
- Espacement longitudinal S=4.6

$$As_{theorique} = 4.6 \times 3.78$$

$$As = 17.39 \text{ m}^2$$

Le nombre de sprinklers nécessaires est calculé par :

- **Nombre sprinkler = A(cage A) / As theorique**
- **Nombre sprinkler = 40.48/17.39**
- **Nb sprinkler = 2.33**
- **Par excès, on adopte :3 sprinklers**

L'espacement réel entre sprinklers devient alors :

- **S reel = longueur de la zone / nb sprinkler**
- **S reel = 8.86/3**

➤ **S reels = 2.95 m**

La surface réelle protégée par un sprinkler est :

$$As\ reel = S\ reel \times L$$

$$As\ reel = 2.95 \times 3.78$$

Et on obtient : **$As\ reel = 11.15m^2$**

À partir de la courbe densité/surface de la norme NFPA 13 correspondant à la catégorie Light Hazard, une densité d'arrosage de :

$$D = 3,995\ L/min.m^2\ (a\ été\ retenue.)$$

➤ Le débit d'un sprinkler est déterminé par la relation suivante :

$$Qsp = D \times Areel$$

Où :

Qsp : débit d'un sprinkler (L/min)

D : densité d'arrosage (L/min.m²)

Areel : surface réelle protégée par un sprinkler (m²)

- Calcul du débit des sprinklers de la cage d'escalier A

➤ La surface réelle protégée par un sprinkler est :

$$Areel = 11,15\ m^2$$

➤ Le débit d'un sprinkler est donc :

$$QspA = 3,995 \times 11,15$$

$$QspA = 44,54\ L/min$$

➤ Le débit total de la cage d'escalier A est :

$$QA = NA \times QspA$$

$$QA = 3 \times 44,54$$

$$QA = 133,62\ L/min$$

B. Couloir principal

○ Les dimensions du couloir principal sont :

- Longueur = 26.32 m
- Largeur = 2.78 m
- Surface réelle = 80.57 m²

- Espacement longitudinal $S=4.6$

$$As_{theorique} = 4.6 \times 2.78$$

$$As = 12.79 \text{ m}^2$$

- Le nombre de sprinklers nécessaires est calculé par :
 - **Nombre sprinkler = A (couloir principal) / As theorique**
 - **Nombre sprinkler = 85.57/12.79**
 - **Nb sprinkler = 6.69**
 - Par excès, on adopte : **7 sprinklers**
 - L'espacement réel entre sprinklers devient alors :
 - **S reel = longueur de la zone / nb sprinkler**
 - **S reel = 26.32 / 7**
 - **S reels = 3.76**
 - La surface réelle protégée par un sprinkler est :
 - **As reel = S reel × L**
- **Et on obtient As reel = 10.45m²**
 - Calcul du débit des sprinklers du couloir principal

La surface réelle protégée par un sprinkler est :

$$Areel = 10,45 \text{ m}^2$$

Le débit d'un sprinkler est :

$$Q_{spC} = 3,995 \times 10,45$$

$$Q_{spC} = 41,75 \text{ L/min}$$

Le débit total du couloir est :

$$QC = NC \times Q_{spC}$$

$$QC = 7 \times 41,75$$

$$QC = 292,25 \text{ L/min}$$

C. Cage d'escalier B

- Les dimensions de la cage d'escalier B sont :
 - Longueur = 5.13m
 - Largeur = 3.89 m
 - Surface réelle = 23.26 m²

- Espacement longitudinal $S=4.6$

$$As_{theorique} = 4.6 \times 3.89$$

$$As = 17.89 m^2$$

Le nombre de sprinklers nécessaires est calculé par :

- **Nombre sprinkler = A (cage d'escalier B) / As theorique**
- **Nombre sprinkler = 23.26/17.89**
- **Nb sprinkler = 1.3**
- Par excès, on adopte : **2 sprinklers**

L'espacement réel entre sprinklers devient alors :

- **S reel = longueur de la zone / nb sprinkler**
- **S reel = 5.13/ 2**
- **S reels = 2.56 m**

La surface réelle protégée par un sprinkler est :

- **As reel = S reel × L**

$$As_{reel} = 2.56 \times 3.89$$

- **Et on obtient As reel = 9.95 m²**

- Calcul du débit des sprinklers de la cage d'escalier B

La surface réelle protégée par un sprinkler est :

$$A_{reel} = 9,95 m^2$$

Le débit d'un sprinkler est :

$$Q_{spB} = 3,995 \times 9,95$$

$$Q_{spB} = 39,75 L/min$$

Le débit total de la cage d'escalier B est :

$$Q_B = N_B \times Q_{spB}$$

$$Q_B = 2 \times 39,75$$

$$Q_B = 79,50 L/min$$

- Calcul du débit total requis :

Le débit total requis pour la protection du 16e étage est obtenu par la somme des débits des différentes zones :

$$Q_T = Q_A + Q_C + Q_B$$

$$Q_T = 133,62 + 292,25 + 79,50$$

$$Q_T = 505,37 L/min$$

En litres par seconde :

$$QT = 505,37 / 60$$

$$QT = 8,42 \text{ L/s}$$

4.3.2 simulations cas n°1 light hazard :

Afin d'évaluer le comportement hydraulique du réseau anti-incendie du 16^e étage, une modélisation a été réalisée à l'aide du logiciel de simulation hydraulique. Le modèle représente la conduite principale, les conduites secondaires ainsi que les différents sprinklers répartis dans les zones étudiées. Cette simulation permet d'analyser les pressions, les vitesses d'écoulement et les pertes de charge dans chaque tronçon du réseau.

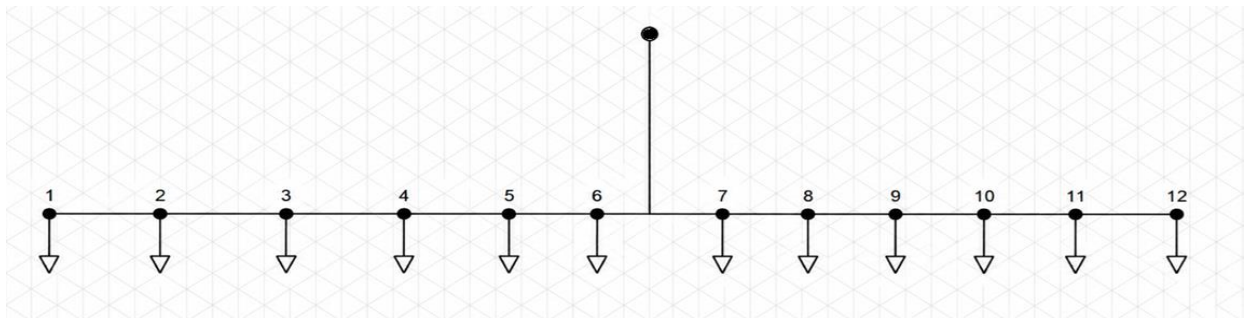
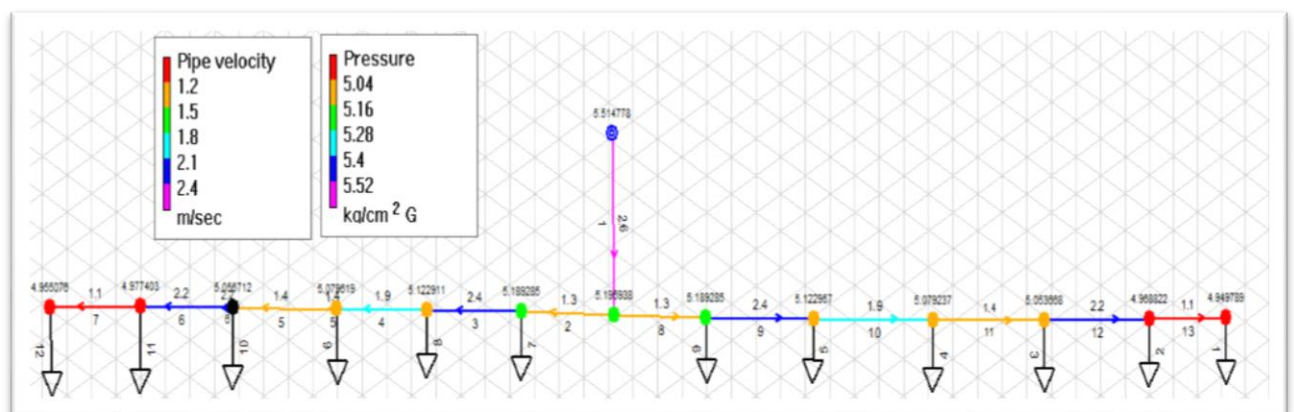


Figure 33 Schéma hydraulique du réseau sprinkler simulé.

Avant de procéder à la simulation, il convient de préciser que les diamètres de 100 mm, 80 mm et 65 mm sont réservés à la conduite principale. Par la suite, les diamètres des conduites secondaires sont progressivement réduits en fonction de la diminution des débits circulant dans le réseau. Cette hypothèse de dimensionnement permet d'assurer un fonctionnement hydraulique satisfaisant tout en optimisant les coûts de réalisation du réseau.

4.3.2.1 Première simulation : conduite principale DN100



Une première simulation a été effectuée en adoptant un diamètre de :DN100 mm

Figure 34 schéma des Résultats de la simulation hydraulique du réseau sprinkler pour un diamètre DN100

Chapitre IV : Dimensionnement du réseau anti-incendie du 16 étage du siège LQS

	Label	Input node	Output node	Input pressure kg/cm ² G	Output pressure kg/cm ² G	Friction loss kg/cm ²	Velocity m/sec	Flow rate l/min
1	1	1	2	5.042787	5.002192	0.0405949	1.1	535.8
2	2	2	3	5.002192	4.99974	0.0024524	0.85	267.9
3	3	3	4	4.99974	4.996207	0.0035333	0.7	223.2
4	4	4	5	4.996207	4.990022	0.0061846	0.84	178.5
5	5	5	6	4.990022	4.986739	0.0032835	0.63	133.8
6	6	6	7	4.986739	4.977403	0.0093355	0.93	89.1
7	7	7	8	4.977403	4.955076	0.0223267	1.1	44.5
8	8	2	9	5.002192	4.99974	0.0024524	0.85	267.9
9	9	9	10	4.99974	4.996207	0.0035333	0.7	223.2
10	10	10	11	4.996207	4.989956	0.0062509	0.84	178.5
11	11	11	12	4.989956	4.986285	0.003671	0.63	133.8
12	12	12	13	4.986285	4.976286	0.0099983	0.93	89.1
13	13	13	14	4.976286	4.957228	0.0190585	1.1	44.5

Figure 35 Résultats hydrauliques obtenus pour le cas DN100

4.3.2.2 deuxième simulation : conduite principale DN80

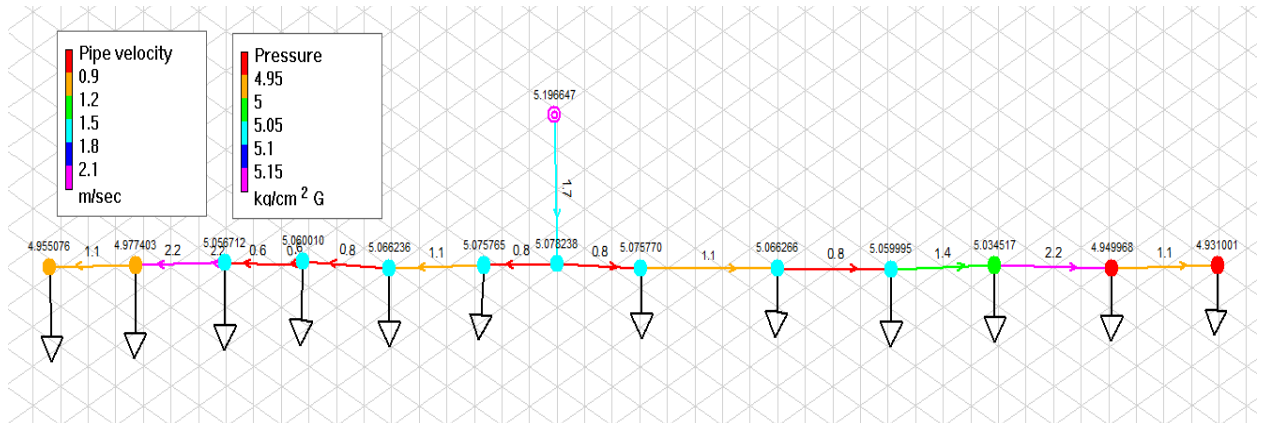


Figure 36 schéma des Résultats de la simulation hydraulique du réseau sprinkler pour un diamètre DN80

	Label	Input node	Output node	Input pressure kg/cm ² G	Output pressure kg/cm ² G	Friction loss kg/cm ²	Velocity m/sec	Flow rate l/min
1	1	1	2	5.253945	5.134949	0.1189958	1.7	539.5
2	2	2	3	5.134949	5.132466	0.002483	0.85	269.8
3	3	3	4	5.132466	5.122911	0.0095547	1.1	224.5
4	4	4	5	5.122911	5.079619	0.0432921	1.9	179.2
5	5	5	6	5.079619	5.056712	0.0229079	1.4	134.1
6	6	6	7	5.056712	4.977403	0.0793084	2.2	89.1
7	7	7	8	4.977403	4.955076	0.0223267	1.1	44.5
8	8	2	9	5.134949	5.132466	0.002483	0.85	269.7
9	9	9	10	5.132466	5.122917	0.0095496	1.1	224.4
10	10	10	11	5.122917	5.079201	0.0437152	1.9	179.1
11	11	11	12	5.079201	5.053627	0.0255745	1.4	134
12	12	12	13	5.053627	4.968781	0.0848455	2.2	89.1
13	13	13	14	4.968781	4.949753	0.0190279	1.1	44.5

Figure 37 Résultats hydrauliques obtenus pour le cas DN 80

4.3.2.2 troisième simulation : conduite principale DN65

Une troisième simulation a été effectuée en adoptant un diamètre de : DN65 mm

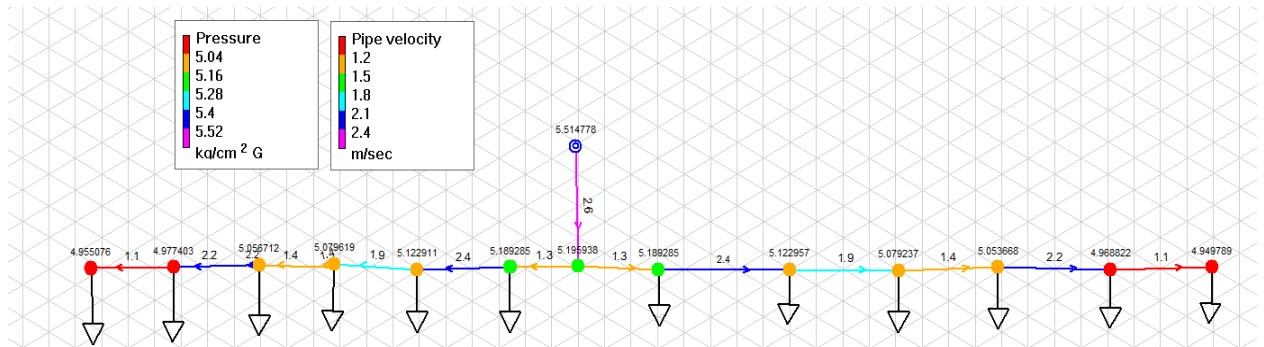


Figure 38 schéma des Résultats de la simulation hydraulique du réseau sprinkler pour un diamètre DN65

	Label	Input node	Output node	Input pressure kg/cm ² G	Output pressure kg/cm ² G	Friction loss kg/cm ²	Velocity m/sec	Flow rate l/min
1	13	13	14	4.968786	4.949753	0.019033	1.1	44.5
2	12	12	13	5.053632	4.968786	0.0848455	2.2	89.1
3	11	11	12	5.079201	5.053632	0.0255694	1.4	134
4	7	7	8	4.977403	4.955076	0.0223267	1.1	44.5
5	5	5	6	5.079619	5.056712	0.0229079	1.4	134.1
6	6	6	7	5.056712	4.977403	0.0793084	2.2	89.1
7	4	4	5	5.122911	5.079619	0.0432921	1.9	179.2
8	9	9	10	5.132466	5.122922	0.0095445	1.1	224.4
9	10	10	11	5.122922	5.079201	0.0437203	1.9	179.1
10	8	2	9	5.139105	5.132466	0.0066384	1.3	269.7
11	3	3	4	5.132466	5.122911	0.0095547	1.1	224.5
12	2	2	3	5.139105	5.132466	0.0066384	1.3	269.8
13	1	1	2	5.457399	5.139105	0.3182942	2.6	539.5

Figure 39 Résultats hydrauliques obtenus pour le cas DN 65

Cette solution est avantageuse car elle permet d'adopter un diamètre de conduite plus faible, ce qui réduit le coût d'investissement. De plus, les vitesses d'écoulement restent inférieures à 3 m/s, ce qui est conforme aux recommandations de dimensionnement et limite les pertes de charge ainsi que les risques d'usure du réseau.

4.3.3 Cas n°2 : Risque moyen (Ordinary Hazard 2)

Afin d'évaluer l'influence du niveau de risque sur le dimensionnement du réseau sprinkler, une étude a été réalisée selon la classification Ordinary Hazard Group 2 (OH2) définie par la norme NFPA 13.

Pour cette catégorie de risque, la densité d'arrosage est plus élevée que celle du risque léger. L'espacement maximal autorisé entre deux sprinklers reste fixé à

$$S_{\max} = 4,6 \text{ m.}$$

La surface maximale protégée par un sprinkler est $A_s = 12,1 \text{ m}^2$.

La surface protégée par un sprinkler est donnée par

$$A_s = S \times L$$

où:

- (S): espacement longitudinal entre sprinklers;
- (L) : largeur de la zone étudiée.

a) Cage d'escalier A

○ Les dimensions de la cage d'escalier A sont :

- Longueur = 8,86 m
- Largeur = 3,78 m
- Surface réelle = 40,48 m²
- Espacement longitudinal S=4.6

$$A_{s \text{ théorique}} = 4.6 \times 3.78$$

$$A_s = 17.39 \text{ m}^2 < A_s = 12,1 \text{ m}^2.$$

$$A_{s \text{ théorique}} = A_{s \text{ max}} = 12.1 \text{ m}^2.$$

Le nombre de sprinklers nécessaires est calculé par :

- **Nombre sprinkler = A (cage A) / $A_{s \text{ théorique}}$**
- **Nombre sprinkler = 40.48/12.1**
- **Nb sprinkler = 3.34**
- Par excès, on adopte : **4 sprinklers**

L'espacement réel entre sprinklers devient alors :

- **S reel = longueur de la zone / nb sprinkler**
- **S reel = 8.86/4**
- **S reels = 2.21 m**

La surface réelle protégée par un sprinkler est :

$$A_{s \text{ reel}} = S_{\text{reel}} \times L$$

$$A_{s \text{ reel}} = 2.21 \times 3.78$$

$$\text{Et on obtient : } A_{s \text{ reel}} = 8.35 \text{ m}^2$$

À partir de la courbe densité/surface de la norme NFPA 13 correspondant à la catégorie Light Hazard, une densité d'arrosage de :

$$D = 8 \text{ L/min.m}^2 \text{ (a été retenue.)}$$

- Le débit d'un sprinkler est déterminé par la relation suivante :

$$Q_{sp} = D \times A_{reel}$$

Où :

Qsp : débit d'un sprinkler (L/min)

D : densité d'arrosage (L/min.m²)

A_{reel} : surface réelle protégée par un sprinkler (m²)

- Calcul du débit des sprinklers de la cage d'escalier A

- La surface réelle protégée par un sprinkler est :

$$A_{reel} = 8.35 \text{ m}^2$$

- Le débit d'un sprinkler est donc :

$$Q_{spA} = 8 \times 8.35$$

$$Q_{spA} = 66.8 \text{ L/min}$$

- Le nombre total de sprinklers étant égal à :

$$N_A = 4$$

- Le débit total de la cage d'escalier A est :

$$Q_A = N_A \times Q_{spA}$$

$$Q_A = 4 \times 66.8$$

$$Q_A = 267.2 \text{ L/min}$$

b) Couloir principal

- Les dimensions du couloir principal sont :

- Longueur = 26.32 m
- Largeur = 2.78 m
- Surface réelle = 80.57 m²
- Espacement longitudinal S=4.6

$$A_{s \text{ Max}} = A_{s \text{ theorique}} = 12.1 \text{ m}^2$$

- Le nombre de sprinklers nécessaires est calculé par :

- **Nombre sprinkler = A (couloir principal) / A_s theorique**

- **Nombre sprinkler = 80.57/12.1**

- **Nb sprinkler = 7.1**

- Par excès, on adopte : **8 sprinklers**

- L'espacement réel entre sprinklers devient alors :

- **S reel = longueur de la zone / nb sprinkler**

- **S reel = 26.32 / 8**

➤ **$S_{reels} = 3.29 \text{ m}$**

- a surface réelle protégée par un sprinkler est :

➤ **$As_{reel} = S_{reel} \times L$**

$As_{reel} = 3.29 \times 2.78$

➤ **Et on obtient $As_{reel} = 9.14 \text{ m}^2$**

- Calcul du débit des sprinklers du couloir principal

La surface réelle protégée par un sprinkler est :

$A_{reel} = 9.14 \text{ m}^2$

- Le débit d'un sprinkler est :

➤ **$Q_{spC} = 8 \times 9.14$**

➤ **$Q_{spC} = 70.88 \text{ L/min}$**

- Le nombre de sprinklers du couloir étant :

$NC = 8$

Le débit total du couloir est :

$QC = NC \times Q_{spC}$

$QC = 8 \times 70.88$

$QC = 567.04 \text{ L/min}$

c) Cage d'escalier B

- Les dimensions de la cage d'escalier B sont :R

- Longueur = 5.13m
- Largeur = 3.89 m
- Surface réelle = 23.26 m²
- Espacement longitudinal S=4.6

• $As_{théorique} = As_{max} = 12.1 \text{ m}^2$.

Le nombre de sprinklers nécessaires est calculé par :

➤ **Nombre sprinkler = A (cage d'escalier B) / $As_{theorique}$**

➤ **Nombre sprinkler = 23.26/12.1**

➤ **Nb sprinkler = 1.9**

➤ **Par excès, on adopte :2 sprinklers**

L'espacement réel entre sprinklers devient alors :

➤ **$S_{reel} = \text{longueur de la zone} / \text{nb sprinkler}$**

➤ **$S_{reel} = 5.13 / 2$**

➤ **$S_{reels} = 2.56 \text{ m}$**

La surface réelle protégée par un sprinkler est :

➤ $As_{reel} = S_{reel} \times L$

$$As_{reel} = 2.56 \times 3.89$$

➤ Et on obtient $As_{reel} = 9.95 m^2$

- Calcul du débit des sprinklers de la cage d'escalier B

La surface réelle protégée par un sprinkler est :

$$A_{reel} = 9,95 m^2$$

Le débit d'un sprinkler est :

$$Q_{spB} = 8 \times 9,95$$

$$Q_{spB} = 79.66 L/min$$

Le nombre de sprinklers étant :

$$NB = 2$$

Le débit total de la cage d'escalier B est :

$$QB = NB \times Q_{spB}$$

$$QB = 2 \times 79.66$$

$$QB = 159.33 L/min$$

- Calcul du débit total requis :

Le débit total requis pour la protection du 16e étage est obtenu par la somme des débits des différentes zones :

$$QT = QA + QC + QB$$

$$QT = 267.2 + 569.34 + 159.33$$

$$QT = 995.87 L/min$$

En litres par seconde :

$$QT = 995.87 / 60$$

$$QT = 16.59 L/s$$

4.3.4 Cas n°2 : Risque moyen (Ordinary Hazard 2) . :

Afin d'évaluer le comportement hydraulique du réseau anti-incendie du 16^e étage, une modélisation a été réalisée à l'aide du logiciel de simulation hydraulique. Le modèle représente la conduite principale, les conduites secondaires ainsi que les différents sprinklers répartis dans les

Chapitre IV : Dimensionnement du réseau anti-incendie du 16 étage du siège LQS
zones étudiées. Cette simulation permet d'analyser les pressions, les vitesses d'écoulement et les pertes de charge dans chaque tronçon du réseau.

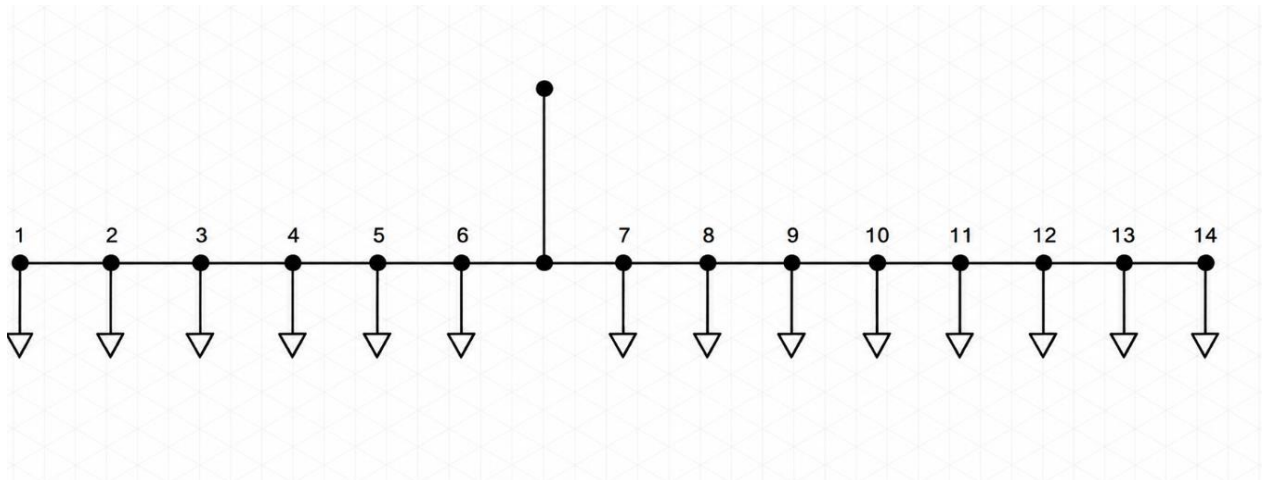


Figure 40 Schéma hydraulique du réseau sprinkler simulé.

il convient de préciser que les diamètres de 100 mm, 80 mm et 65 mm sont réservés à la conduite principale. Par la suite, les diamètres des conduites secondaires sont progressivement réduits en fonction de la diminution des débits circulant dans le réseau. Cette hypothèse de dimensionnement permet d'assurer un fonctionnement hydraulique satisfaisant tout en optimisant les coûts de réalisation du réseau.

4.3.4.1 Première simulation : conduite principale DN100

Une première simulation a été effectuée en adoptant un diamètre de :DN100 mm

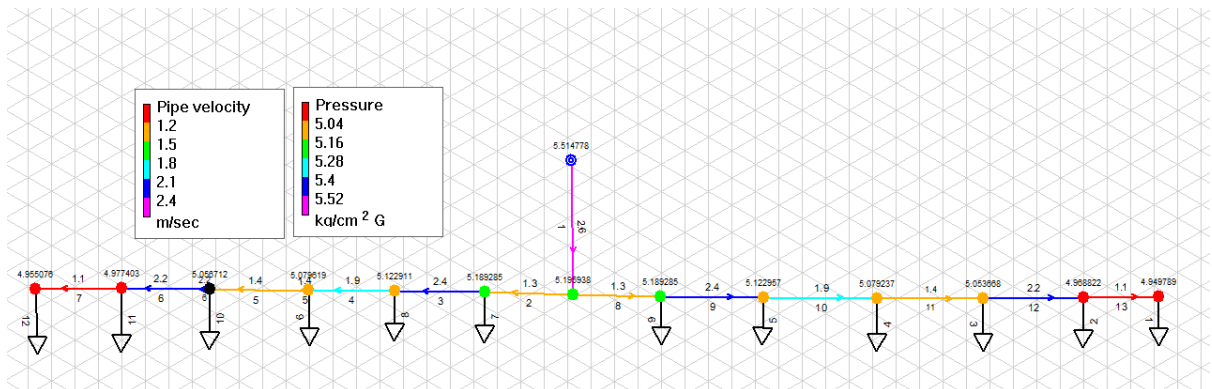


Figure 41 schéma des Résultats de la simulation hydraulique du réseau sprinkler pour un diamètre DN100

Chapitre IV : Dimensionnement du réseau anti-incendie du 16 étage du siège LQS

	Label	Input node	Output node	Input pressure kg/cm ² G	Output pressure kg/cm ² G	Friction loss kg/cm ²	Velocity m/sec	Flow rate l/min
1	13	13	14	4.968786	4.949753	0.019033	1.1	44.5
2	12	12	13	5.053632	4.968786	0.0848455	2.2	89.1
3	11	11	12	5.079201	5.053632	0.0255694	1.4	134
4	7	7	8	4.977403	4.955076	0.0223267	1.1	44.5
5	5	5	6	5.079619	5.056712	0.0229079	1.4	134.1
6	6	6	7	5.056712	4.977403	0.0793084	2.2	89.1
7	4	4	5	5.122911	5.079619	0.0432921	1.9	179.2
8	9	9	10	5.132466	5.122922	0.0095445	1.1	224.4
9	10	10	11	5.122922	5.079201	0.0437203	1.9	179.1
10	8	2	9	5.139105	5.132466	0.0066384	1.3	269.7
11	3	3	4	5.132466	5.122911	0.0095547	1.1	224.5
12	2	2	3	5.139105	5.132466	0.0066384	1.3	269.8
13	1	1	2	5.457399	5.139105	0.3182942	2.6	539.5

Figure 42 Résultats hydrauliques obtenus pour le cas DN100

4.3.4.2 deuxième simulation : conduite principale DN80

Une première simulation a été effectuée en adoptant un diamètre de : DN80mm

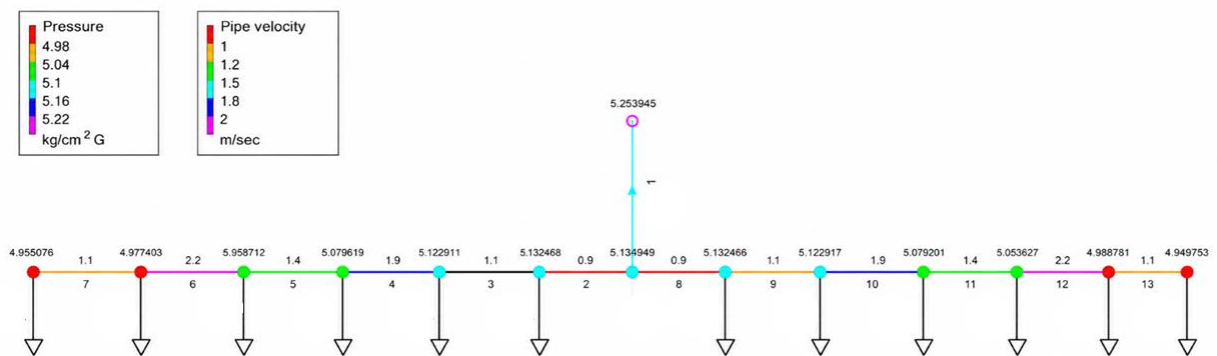


Figure 43 schéma des Résultats de la simulation hydraulique du réseau sprinkler pour un diamètre DN80

Chapitre IV : Dimensionnement du réseau anti-incendie du 16 étage du siège LQS

	Label	Input node	Output node	Input pressure	Output pressure	Friction loss	Velocity	Flow rate
				kg/cm ² G	kg/cm ² G	kg/cm ²	m/sec	l/min
1	1	1	2	18.523239	18.025393	0.4978458	3.7	1169.3
2	15	15	16	15.922377	15.864296	0.0580805	2	79.7
3	14	14	15	16.171545	15.922377	0.2491677	4	159.5
4	7	7	8	17.940805	17.886885	0.05392	2.1	84.6
5	6	6	7	17.963713	17.940805	0.0229079	1.8	169.3
6	13	13	14	16.802631	16.171545	0.6310871	6.1	239.9
7	4	4	5	17.986752	17.970702	0.0160503	1.6	338.8
8	3	3	4	18.017368	17.986752	0.030617	2	423.7
9	9	9	10	18.012369	17.958347	0.054022	2.7	575.9
10	10	10	11	17.958347	17.918107	0.0402406	2.3	491.1
11	11	11	12	17.918107	17.88975	0.0283558	1.9	406.5
12	12	12	13	17.88975	16.802631	1.087119	8.1	321.9
13	5	5	6	17.970702	17.963713	0.0069876	1.2	254.1
14	8	2	9	18.025393	18.012369	0.0130243	2.1	660.8
15	2	2	3	18.025393	18.017368	0.0080252	1.6	508.6

Figure 44 Résultats hydrauliques obtenus pour le cas DN80

4.3.4.2 deuxième simulation : conduite principale DN65

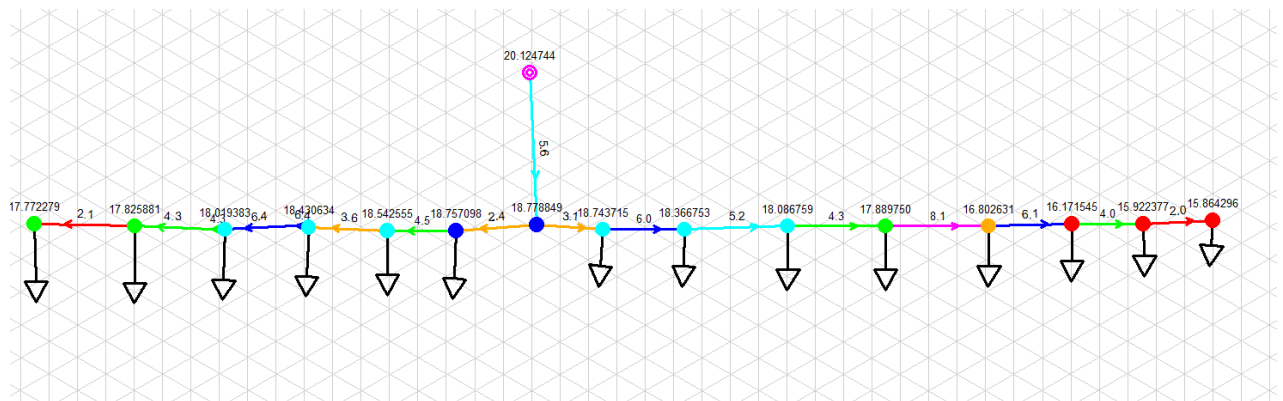


Figure 45 schéma des Résultats de la simulation hydraulique du réseau sprinkler pour un diamètre DN65

Chapitre IV : Dimensionnement du réseau anti-incendie du 16 étage du siège LQS

	Label	Input node	Output node	Input pressure kg/cm ² G	Output pressure kg/cm ² G	Friction loss kg/cm ²	Velocity m/sec	Flow rate l/min
1	1	1	2	20.124744	18.778849	1.345895	5.6	1176.1
2	15	15	16	15.922377	15.864296	0.0580805	2	79.7
3	14	14	15	16.171545	15.922377	0.2491677	4	159.5
4	7	7	8	17.825881	17.772279	0.0536014	2.1	84.3
5	6	6	7	18.019383	17.825881	0.1935013	4.3	168.8
6	13	13	14	16.802631	16.171545	0.6310871	6.1	239.9
7	4	4	5	18.542555	18.430634	0.1119215	3.6	339.5
8	3	3	4	18.757098	18.542555	0.2145432	4.5	425.6
9	9	9	10	18.743715	18.366753	0.376961	6	577.2
10	10	10	11	18.366753	18.086759	0.2799937	5.2	491.5
11	11	11	12	18.086759	17.88975	0.1970092	4.3	406.5
12	12	12	13	17.88975	16.802631	1.087119	8.1	321.9
13	5	5	6	18.430634	18.019383	0.4112515	6.4	253.7
14	8	2	9	18.778849	18.743715	0.0351343	3.1	663.8
15	2	2	3	18.778849	18.757098	0.0217505	2.4	512.3

Figure 46 Résultats hydrauliques obtenus pour le cas DN65

Parmi les diamètres étudiés, le diamètre DN80 constitue la solution la plus adaptée. En effet, il permet de maintenir les vitesses d'écoulement en dessous de la limite recommandée de 3 m/s tout en assurant les débits et les pressions nécessaires au bon fonctionnement du réseau. De plus, l'utilisation d'un diamètre inférieur à DN100 permet une réduction des coûts tout en respectant les critères hydrauliques de conception

4.2 Dimensionnement hydraulique du réseau R.I.A du bâtiment IGH de SONATRACH

4.2.1 Présentation du cas d'étude

Le dimensionnement hydraulique a été réalisé sur le réseau de Robinets d'Incendie Armés du bâtiment IGH de SONATRACH conformément aux exigences de la norme **NFPA 14** relatives aux systèmes de colonnes montantes de **classe III**.

Le bâtiment étudié est un immeuble de grande hauteur (IGH) comportant plusieurs niveaux. L'étude est effectuée sur le **16^e étage**, considéré comme **le point hydraulique le plus défavorable**, car il est situé à la plus grande distance de la source d'alimentation.

Les principales caractéristiques retenues sont :

Paramètre	Valeur
Classe du système	Classe III
Étage étudié	16 ^e étage
Hauteur de la colonne montante	60 m
Longueur du couloir	40 m
Surface de l'étage	149 m ²
Point de calcul	R.I.A le plus défavorable

4.2.2 Références normatives

Le dimensionnement est réalisé conformément à la **NFPA 14**, qui impose pour les systèmes de **classe I et III** les exigences suivantes :

Exigence	Valeur NFPA 14
Pression résiduelle minimale au R.I.A le plus défavorable	6,9 bar
Pression maximale	12,2 bar
Débit minimum au robinet le plus éloigné	946 L/min
Débit pour les deux R.I.A les plus défavorisés	1893 L/min

Selon la NFPA 14 :

Les calculs hydrauliques doivent être effectués sur les deux prises hydrauliquement les plus défavorisées de la colonne montante en garantissant une pression résiduelle minimale de **6,9 bars**.

Choix du point de calcul

Conformément à la NFPA 14, le calcul hydraulique est effectué sur le robinet incendie situé au **16^e étage**, car :

- Il représente le point le plus éloigné de la pompe ;
- Il subit les pertes de charge les plus importantes ;
- Il est soumis à la plus grande hauteur géométrique.

Ce robinet constitue donc le **cas de fonctionnement le plus défavorable**.

Vérification de l'implantation des R.I.A

La NFPA 14 précise que pour les systèmes de classe III, les règles d'implantation sont identiques à celles des systèmes de classe I.

Les robinets incendie doivent être placés :

- Dans les cages d'escalier ;
- À proximité des issues de secours ;
- De manière que toutes les zones soient accessibles.

Dans le cas du bâtiment étudié :

Longueur du couloir :

$$L=40 \text{ mL} = 40 \text{ \textbackslash ; mL}=40\text{m}$$

La norme impose une distance maximale de couverture de :

- **61 m** pour un bâtiment protégé par sprinklers ;
- **39,7 m** pour un bâtiment non protégé.

Comme le couloir mesure **40 m**, un R.I.A implanté à proximité de la cage d'escalier permet de couvrir pratiquement tout le couloir. Si le bâtiment n'est pas protégé par sprinklers, un léger repositionnement ou un second R.I.A peut être nécessaire afin de respecter strictement la limite de **39,7 m**.

Hauteur géométrique

La différence de niveau entre la pompe et le robinet du 16^e étage est :

$$H=60 \text{ m}$$

La perte de charge statique vaut :

$$P_s = \frac{H}{10}$$

$$P_s = \frac{60}{10}$$

$$\mathbf{P_s = 6 \text{ bar}}$$

Ainsi, avant même les pertes de charge dans les conduites, la pompe doit fournir environ **6 bars** uniquement pour compenser la hauteur.

Pression minimale exigée

La NFPA 14 impose :

$$\mathbf{P_{résiduelle} = 6,9 \text{ bar}}$$

La pression minimale que la pompe devra fournir est donc :

$$P_{pompe} = P_{statique} + P_{résiduelle} + P_{pertes}$$

Soit

$$P_{pompe} = 6 + 6,9 + P_{pertes}$$

En considérant des pertes de charge d'environ **1,5 à 2 bars** (qui seront déterminées précisément par le logiciel PIPENET), la pression de refoulement estimée devient :

$$\mathbf{P_{pompe} = 14,5 \text{ à } 15 \text{ bar}}$$

Débit de calcul

Selon la NFPA 1, pour un système de classe III :

Débit demandé sur le R.I.A le plus défavorable :

$$Q=946 \text{ L/min}$$

Lorsque deux R.I.A sont susceptibles de fonctionner simultanément :

$$Q=1893 \text{ L/min}$$

Ces valeurs constituent les conditions de calcul du réseau.

4.5 Conclusion

Le dimensionnement hydraulique du réseau R.I.A du bâtiment IGH de SONATRACH est réalisé conformément aux prescriptions de la **NFPA 14** applicables aux systèmes de **classe III**. Le point de calcul retenu correspond au **16^e étage**, représentant la situation la plus défavorable du point de vue hydraulique.

Les paramètres de conception imposés par la norme sont les suivants :

- hauteur géométrique : **60 m** ;
- pression résiduelle minimale au R.I.A : **6,9 bar** ;
- débit minimal : **946 L/min** (ou **1893 L/min** pour deux R.I.A simultanés) ;
- prise en compte des pertes de charge dans les canalisations.

Le modèle hydraulique développé sous **PIPENET** permettra ensuite de déterminer avec précision les pertes de charge, les vitesses d'écoulement, les pressions aux différents nœuds ainsi que la pression réelle exigée à la sortie de la pompe, afin de vérifier la conformité de l'installation aux exigences de la **NFPA 14**.

Conclusion Générale

Conclusion générale

Au terme de ce travail, nous avons réalisé le dimensionnement d'un réseau anti-incendie destiné au 16^e étage du siège LQS Oran, en nous appuyant sur les exigences des normes NFPA 13, et NFPA 14. Cette étude nous a permis de comprendre les principes de conception des réseaux de protection incendie ainsi que le rôle des différents équipements tels que les sprinklers, les RIA et les poteaux d'incendie.

Le dimensionnement du réseau sprinkler a été effectué en tenant compte de la classification du bâtiment, des caractéristiques des zones étudiées ainsi que des paramètres hydrauliques nécessaires pour assurer une protection efficace. Les calculs réalisés ont permis de déterminer le nombre de sprinklers, les débits, les pressions et les diamètres des conduites.

Les résultats obtenus ont ensuite été validés par des simulations hydrauliques à l'aide du logiciel PIPENET. Les différentes simulations ont permis de comparer plusieurs diamètres de conduites et de retenir la solution la plus adaptée, garantissant le respect des exigences normatives tout en optimisant les performances hydrauliques du réseau.

Enfin, ce projet nous a permis de mettre en pratique les connaissances acquises durant notre formation en hydraulique, tout en développant nos compétences en dimensionnement, en simulation et en interprétation des normes. Cette étude met en évidence l'importance d'une conception rigoureuse afin d'assurer la sécurité des personnes, des biens et des infrastructures.

***Références
bibliographiques***

Références bibliographiques

- [1]Shutterstock. (2025). *A firefighter puts out a burning warehouse. Close up. Russia's war against Ukraine* [Photographie]. Shutterstock. Consulté le 25 juin 2026 sur : [Shutterstock](#)
- [2]Institut national de l'environnement industriel et des risques (Ineris). Développement d'une méthodologie d'évaluation des effets thermiques et toxiques des incendies d'entrepôt. Format [en ligne]. Edition. (Juin 2000. Disponible avec la référence : DRA-03). Parc Technologique Alata BP2-60550 Verneuil-en-Halatte. <http://www.ineris.fr>. Consulté le 14/05/2026
- [3]Institut national de l'environnement industriel et des risques (Ineris). Document de synthèse relatif à une Barrière Technique de Sécurité (B.T.S.) ; Moyens fixes de lutte contre l'incendie – Stockages de liquides inflammables et de gaz inflammables liquéfiés. Format [en ligne]. Edition. (Édition Novembre 2016. Disponible avec la référence : DRA-16-156884- 04985D). Parc Technologique Alata BP2-60550 Verneuil-en-Halatte. <http://www.ineris.fr>. Consulté le 14/05/2026
- [4]ACTIF Construction . L'exutoire de désenfumage [en ligne]. Consulté le 15/05/2026. Disponible sur : <https://www.actifc.com/exutoire-de-desenfumage/>
- [5]RSA. Systèmes de protection incendie.[PDF]. Edition (RCG010(FR) Fire Protection System Risk Control Guide –V1 - 08/2020). <https://www.rsabroker.com>. Consulté le 15/05/2026.
- [6]République Algérienne Démocratique et Populaire. (1976). *Décret n° 76-37 du 20 février 1976 relatif à la sécurité contre l'incendie dans les bâtiments d'habitation*. Direction Générale de la Protection Civile. Disponible sur : [Direction Générale de la Protection Civile – Bâtiments d'habitation](#) et [Décret n° 76-37 \(PDF\)](#)
- [7]NFPA, National Fire Protection Association. National Fire Protection Association The leading information and knowledge resource of fire, electrical and related hazards [enligne]. 154 Consulté Le 18/05/2026. Disponible sur : <https://www.nfpa.org/About-NFPA>
- [8]CNPP.APSAD – *Référentiels techniques et certifications pour la prévention et la protection contre l'incendie et la malveillance*. Centre National de Prévention et de Protection (CNPP), France.
- [9]Nicolas Trévisan. Etude expérimentale et numérique des interactions entre dispositifs d'évacuation naturelle des fumées et de chaleur et système d'extinction à eau. Thèse : Mécanique-Energétique. L'Université de Lorraine, le 19 avril 2018. 213 p. [18] Institut national de l'environnement industriel et des risques (Ineris). Extincteur, Robinet d'incendie armé (RIA). [PDF]. Edition. (BADORIS – Document de synthèse relatif à une Barrière Technique de Sécurité (B.T.S.)). 19 février 2004. Disponible sur :

Références bibliographiques

https://www.ineris.fr/sites/ineris.fr/files/contribution/Documents/Entrepots_extinction_manuelle_V2.pdf. Consulté le 20/05/2026.

[10] National Fire Protection Association (NFPA). NFPA 13: Standard for the Installation of Sprinkler Systems. [PDF]. (NFPA 13), 2022. One Batterymarch Park, Quincy, Massachusetts 02169-7471: National Fire Protection Association (NFPA), 2022. Consulté le 15/05/2026. Disponible à l'adresse : <https://www.nfpa.org/>

[11] DHB Componentes. *Sprinkler pendent EXT955570F*. Disponible sur : https://dhh3yazwboecu.cloudfront.net/1108/fotosprod/1000_EXT955570F_010636.jpg (consulté le 10/06/2026).

[12] National Fire Protection Association (NFPA). Automatic Sprinkler Systems Handbook. [PDF]. 11^{ème} édition. (NFPA 13 Handbook). One Batterymarch Park, Quincy, Massachusetts 02169-7471: National Fire Protection Association (NFPA), 2016. <https://www.nfpa.org/>. Consulté le 15/06/2026

[13] ABHISHEK FIRE PROTECTION PVT. LTD. *Sidewall Sprinkler System* [en ligne]. Disponible sur : [AbhishekFire Protection Pvt. Ltd.](#) consulté le 10/06/2026

[14] MADE-IN-CHINA. *1/2" Upright Fire Sprinkler Head* [en ligne]. Disponible sur : https://fr.made-in-china.com/co_119xlfire/product_1-2-Upright-Fire-Sprinkler-Head_ryonhyurg.html (consulté le 16/05/2026).

[15] National Fire Protection Association (NFPA). NFPA 14: Standard for the Installation of Standpipe and Hose Systems. [PDF]. (NFPA 14), 2019. One Batterymarch Park, Quincy, Massachusetts 02169-7471: National Fire Protection Association (NFPA), 2022. Consulté le 05/05/2026. Disponible à l'adresse : [NFPA | The National Fire Protection Association](#)

[16] Institut national de l'environnement industriel et des risques (Ineris). Extincteur, Robinet d'incendie armé (RIA). [PDF]. Edition. (BADORIS – Document de synthèse relatif à une Barrière Technique de Sécurité (B.T.S.)). 19 février 2004

[17] AFNOR. Matériels de lutte contre l'incendie Poteaux et bouche d'incendie Règles 154 d'installation, de réception et de maintenance [PDF]. NF S 62-200, 15 juillet 2009.

[18] APSAD, *Référentiel APSAD R5 : Robinets d'incendie armés – Règle d'installation et de maintenance*, CNPP Éditions. Disponible à l'adresse : [APSAD R5.pdf](#)

[19] National Fire Protection Association (NFPA). NFPA 1 : Fire code. [PDF]. (NFPA 1), 2015. One Batterymarch Park, Quincy, Massachusetts 02169-7471 : National Fire Protection Association (NFPA), 2015 Disponible à l'adresse : [NFPA | The National Fire Protection Association](#) consulte le 20/05/2026

Références bibliographiques

- [20]] National Fire Protection Association (NFPA). NFPA 220: Type of building construction. [PDF]. (NFPA 220),2015. One Batterymarch Park, Quincy, Massachusetts 02169-7471: National Fire Protection Association (NFPA),2015. Disponible à l'adresse : [NFPA | The National Fire Protection Association](#) consulte le 01/06/2026
- [21] PUM, *Poteaux d'incendie – Défense incendie et fontainerie*, consulté le 06 juin 2026. [PUM – Poteaux d'incendie](#)
- [22][SONATRACH – Site officiel](#) (consulté le 15/06/2026).
- [23]Adapté de Google Maps, <https://maps.google.com>

Annexe

ANNEXE B

Le débit d'incendie minimal requis et la durée d'écoulement pour les bâtiments en fonction de la surface du débit d'incendie et du type de construction.

Table 18.4.5.2.1 Minimum Required Fire Flow and Flow Duration for Buildings

Fire Flow Area Ft ² (× 0.0929 for m ²)					Hose Flow at 1,578 ft (= 2.5' b)	Flow Duration (hours)
I (443), I (332), II (222)*	III (111), III (211)*	IV (2HH), V (111)*	II (000), III (200)*	V (000)*		
0–22,700	0–12,700	0–8,300	0–5,000	0–5,000	1500	2
22,701–30,300	12,701–17,000	8,301–10,900	5,001–7,000	5,001–8,000	1750	
30,301–38,700	17,001–21,800	10,901–12,500	7,001–8,000	8,001–9,500	2000	
38,701–48,300	21,801–24,200	12,501–17,400	8,001–12,600	9,501–17,000	2250	
48,301–50,900	24,201–33,200	17,401–21,300	12,601–15,100	17,001–19,800	2500	
50,901–70,000	33,201–39,700	21,301–25,500	15,101–18,100	19,801–21,300	2750	
70,001–81,700	39,701–47,100	25,501–30,100	18,101–21,800	21,301–24,100	3000	3
81,701–97,700	47,101–54,500	30,101–35,900	21,801–25,900	24,101–31,600	3250	
97,701–112,700	54,501–65,400	35,201–40,600	25,901–29,300	31,601–35,000	3500	
112,701–129,900	65,401–72,600	40,601–46,100	29,301–32,700	35,001–40,600	3750	
129,901–145,800	72,601–82,600	46,101–52,500	32,701–37,000	40,601–45,200	4000	
145,801–161,600	82,601–106,200	52,501–58,100	37,001–42,700	45,201–53,200	4250	4
161,601–194,200	106,201–114,600	58,101–65,200	42,701–45,400	53,201–62,000	4500	
194,201–259,700	114,601–129,100	65,201–73,100	45,401–50,600	62,001–66,000	5000	
259,701–427,100	129,101–139,800	73,101–82,200	50,601–60,400	66,001–59,900	5250	
427,101–617,700	139,801–152,900	82,201–97,300	60,401–77,700	59,901–61,600	5500	
617,701–926,900	152,601–166,100	97,301–106,500	77,701–87,000	61,601–67,600	5750	
Greater than 926,900	Greater than 166,500	106,501–115,300	87,001–97,400	67,601–54,600	6000	
		115,301–125,300	97,401–107,600	54,701–62,700	6250	
		125,301–135,300	107,601–107,900	62,701–64,600	6500	
		135,301–145,300	107,901–111,200	64,601–66,600	6750	
		145,301–156,700	106,101–113,300	66,601–69,600	7000	
		156,701–167,900	113,301–121,300	69,601–70,600	7250	
		167,901–179,400	121,301–129,800	70,601–73,900	7500	
		179,401–191,400	129,801–138,800	73,901–75,100	7750	
		Greater than 191,400	Greater than 138,300	Greater than 75,100	8000	

*Types of construction are based on NFPA 220.

(Measured at 20 psi (138 kPa)).