



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Abderrahmane Mira
Faculté de Technologie



Département d'Automatique, Télécommunication et d'Electronique

Projet de Fin d'Etudes

Pour l'obtention du diplôme de Master

Filière : Electronique

Spécialité : Instrumentation

Thème :

Conception et simulation d'un système de protection incendie intelligent chez EURL N-S SECURITY

Préparé par :

- SOLTANA Abdelkrim
- OULAID Hocine

Dirigé par :

M. TAFININE Farid

M.NAIT SIDOUS Rabah

Examiné par :

M.YAHIAOUI Fatah

Mme. MEZZAH Samia

Année universitaire : 2024/2025

Dédicace

*Je dédie humblement ce travail à toutes les personnes qui ont marqué ma vie,
m'ont soutenu, guidé et inspiré tout au long de mon parcours.
Que ces lignes soient un témoignage de ma gratitude profonde.*

*À ma mère bien-aimée,
partie trop tôt, mais présente à chaque instant dans mon cœur, mes pensées et mes prières.*

Tu as été une source d'amour inconditionnel, de patience silencieuse et de sacrifices discrets.

Tu m'as tout donné sans rien attendre en retour.

Ton absence est une douleur, mais ton souvenir est une force. Chaque réussite m'arrache une pensée pour toi, chaque pas en avant est un hommage à ton amour.

Ce mémoire, je te le dédie avec émotion, fierté et gratitude infinie. Tu resteras à jamais la lumière de ma vie.

Tu es et resteras ma lumière, mon refuge et ma source de courage.

Ce mémoire, je te le dédie avec émotion, fierté et gratitude infinie.

Tu resteras à jamais la lumière de ma vie.

À mon père,
un pilier de force et de sagesse, qui n'a jamais cessé de croire en moi.

Merci pour ton soutien constant, tes conseils, ton dévouement et tes sacrifices au quotidien pour me permettre d'atteindre mes objectifs.

Ta présence à mes côtés m'a donné la stabilité et la force de persévérer.

mes deux frères,
merci pour votre fraternité, vos encouragements et votre patience.

Votre confiance en moi a été une source de motivation constante, même dans les moments les plus difficiles.

À mes tantes maternelles et à mon oncle maternel,
vous avez été pour moi comme des secondes mères, pleines de tendresse,

d'attention et d'encouragements.

Votre affection m'a soutenu dans les moments de doute et votre fierté m'a poussé à me dépasser.

*À mes oncles paternels et ma tante paternelle,
pour leurs prières, leur bienveillance et leur attachement familial qui m'ont beaucoup touché.*

*À mon cher binôme,
pour sa collaboration sérieuse, son aide précieuse et son amitié fidèle durant tout ce travail.*

Je n'oublierai jamais ton soutien.

*Au technicien qui nous a accompagnés,
pour son professionnalisme, ses conseils techniques et sa disponibilité.*

*À mes chers enseignants,
pour leur dévouement, la transmission de leur savoir et leur accompagnement bienveillant tout au long de ma formation.*

*Et à mes amis,
pour leur soutien moral, leur bonne humeur et leur précieuse compagnie tout au long de ce parcours.*

*Enfin,
à toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont cru en moi, m'ont soutenu, conseillé, ou simplement tendu la main :
ce mémoire vous appartient aussi.*

Merci du fond du cœur.



SOLTANA Abdelkrim

Dédicace

Avant toute chose, je rends grâce à Dieu le Tout-Puissant, source de force et de sagesse, pour m'avoir guidé, protégé et permis d'arriver jusqu'ici. Je dédie ce mémoire à la personne la plus précieuse de ma vie, mon père. Ton soutien constant, tant moral que financier, ton courage, ta sagesse et ta présence à mes côtés ont été ma plus grande force. Tu es mon pilier, mon guide, mon exemple... mon tout. Merci infiniment.

À ma chère maman, ma source d'amour inconditionnel et de joie. Tu as toujours été là pour m'encourager, me soutenir et m'aimer sans limites. Merci pour tout ce que tu as fait pour moi, que Dieu te garde.

À ma seule et unique sœur, ma deuxième maman, mon refuge, ma confidente, mon autre moitié. Tu es bien plus qu'une sœur pour moi. Tu m'as toujours tendu la main, tu ne m'as jamais laissée seule. Je ne pourrai jamais te remercier assez pour tout ce que tu représentes dans ma vie.

À son mari, qui est comme un frère pour moi, pour sa gentillesse, sa disponibilité et son soutien.

À mon frère, que j'aime de tout mon cœur, et qui a toujours cru en moi et m'a encouragé à aller de l'avant.

Je tiens également à dédier ce travail à mon binôme, mon bras droit, avec qui j'ai partagé chaque étape de ce parcours. Tu ne m'as jamais laissé seul, toujours prêt à aider, à collaborer, à soutenir. Tu as été un véritable frère de route, et je te considère aujourd'hui comme un membre à part entière de ma famille. Merci pour ta loyauté, ta patience et ton sérieux.

Je remercie aussi tous mes enseignants pour leurs efforts, leurs conseils et leurs partages de connaissances, ainsi que les techniciens de stage pour leur accompagnement durant cette belle expérience professionnelle.

Enfin, un grand merci à mes amis et à toutes les personnes qui m'ont aidé de près ou de loin à accomplir ce projet. Que Dieu vous bénisse tous.

OULAID Hocine

Remerciements

Avant tout, je tiens à remercier Dieu le Tout-Puissant de nous avoir donné la force, la patience et le courage nécessaires pour mener à bien ce travail.

Nous souhaitons exprimer nos remerciements les plus sincères à notre encadrant universitaire, M. TAFININE Farid, pour son accompagnement, ses conseils pertinents et sa disponibilité tout au long de la réalisation de ce mémoire.

Nous exprimons également notre profonde gratitude à notre co-encadrant en entreprise, M. NAIT SIDOUS Rabah, ainsi qu'à toute l'équipe de l'entreprise EURL N-S Sécurité pour leur accueil chaleureux, leur encadrement professionnel et les riches enseignements qu'ils nous ont transmis durant notre stage. Une mention particulière à Hakim pour sa disponibilité, ses conseils pratiques et son aide précieuse tout au long de notre expérience en entreprise.

Nos remerciements vont également aux membres du jury pour avoir accepté d'évaluer notre travail et pour le temps précieux qu'ils nous ont accordé.

Enfin, je tiens à remercier ma famille et mes amis pour leur soutien indéfectible, leurs encouragements et leur aide tout au long de cette aventure

Table des matières

Liste des Figures	vii
Liste des tableau	viii
Introduction Générale	1
I Généralités sur les incendies et les systèmes de sécurité incendie	3
I.1 Introduction	4
I.2 Généralité sur les incendie	4
I.2.1 Définition de l'incendie	4
I.2.2 Naissance de l'incendie	4
I.2.3 Statistique des incendies	5
I.2.4 Localisation	6
I.2.5 les causes d'incendie	6
I.3 Systeme de sécurité incendie	7
I.3.1 Types de SSI	7
I.3.1.1 SSI conventionnel	7
I.3.1.2 SSI adressable	7
I.3.1.3 Comparaison entre SSI adressable et conventionnel	8
I.3.2 Les détecteurs	8
I.3.2.1 Détecteur optique	9
I.3.2.2 Détecteur thermique	9
I.3.2.3 Détecteur optique de flamme	10
I.3.2.4 Détecteur de fumée	12
I.3.2.5 Le détecteur optique linéaire	13
I.3.2.6 Choix de détecteur	13
I.3.3 Les moteurs	14

Table des matières

I.3.3.1	Utilisation des câbles de protection incendie	14
I.3.3.2	Type de cable	14
I.3.3.3	Plaque signalétique	14
I.3.3.4	Les types de moteur	15
I.3.4	Compartimentage	16
I.3.4.1	Porte coupe-feu	16
I.3.4.2	Clapet coupe-feu	16
I.3.4.3	Importance de compartimentage	17
I.3.5	Coupure d'urgence	17
I.4	Conclusion	18
II	Etudes des systèmes de désenfumage	19
II.1	Introduction	20
II.2	Désenfumage naturel	20
II.2.1	Les rôles désenfumages naturels	21
II.2.2	Contraints désenfumage naturelle	21
II.3	Les locaux qui doivent être désenfumés	21
II.3.1	Le type d'exutoire à utiliser	22
II.3.1.1	Commande automatique par fusible thermique	22
II.4	Désenfumage adressable	24
II.4.1	Volet	24
II.4.1.1	Implantation des volets	24
II.4.2	Exutoires	25
II.4.3	Choix des moteurs	25
II.4.3.1	Type de moteur	26
II.4.3.2	Calcule débit d'aire	26
II.4.3.3	Résistance thermique	27
II.4.3.4	Types d'alimentation	27
II.4.3.5	Coffret de relayage	28
II.5	Central désenfumage intelligente	30
II.5.1	Présentation du central désenfumage intelligent . . .	30
II.5.1.1	Description des éléments du panneau de la centrale	31
II.5.2	Câblage de détecteur de fumée optique	31
II.5.3	Présentation du boîtier d'étage MIO22	33
II.5.3.1	Branchemet du module d'entrées/sorties MIO22M dans un système désenfumage	33
II.5.4	Schéma de câblage du système de désenfumage avec module MIO22	34

Table des matières

II.5.5	Fonctionnement du système :	35
II.5.6	Branchement général du système de désenfumage	35
II.5.6.1	Répartition des équipements par étage :	35
II.6	Système désenfumage conventionnel	36
II.6.1	Présentation de la centrale conventionnelle	36
II.6.2	Particularités d'utilisation selon le type de bâtiment	36
II.6.3	Façade de la centrale	37
II.6.4	Fonctionnement global de la centrale de désenfumage	38
II.6.5	Exigences de ventilation dans les parkings	39
II.6.5.1	Choix du type de ventilateur	40
II.6.6	Conclusion	41
III	Conception et Integration d'une solution alternative de désenfumage par API	42
III.1	Introduction	43
III.2	Système adressable	43
III.2.1	Architecture	43
III.2.2	Câblage	44
III.2.3	Programmation	46
III.2.3.1	Programmation manuel	46
III.2.3.2	Programmation à l'aide de logiciel Proste	47
III.3	Système conventionnel	50
III.3.1	Architecture	50
III.3.2	Câblage	50
III.3.3	Programmation	51
III.4	Limites constatées de la centrale de désenfumage durant le stage	52
III.5	Présentation de la solution API	52
III.5.1	Définition des entrées/sorties	53
III.5.2	Programmation du système de désenfumage avec TIA Portal	53
III.5.2.1	Création du projet	53
III.5.2.2	Déclaration des entrées et sorties	54
III.5.2.3	Programmation en langage LADDER (LAD)	55
III.5.3	Simulation et test	56
III.5.4	Description du système de désenfumage à l'aide d'Autogen 8	58
III.6	Bilan des travaux réalisés	59
III.7	Conclusion	60

Table des matières

Conclusion Générale	61
Bibliographie	63
A Fiche technique – SensoIRIS MIO22 (EN54-18 / EN54-17)	65
B Fiche technique – DéTECTEUR optique de fumée OA-O (EN54-7 / EN54-9)	67
C Fiche technique – SensoIRIS MCP150 (EN54-11 / EN54-17)	69
D Fiche technique – Centrale adressable SIMPO	71
E Fiche technique – Centrale MAG8Plus (EN54-2 / EN54-4)	72
F Guide de sécurité incendie interactif	73

Table des figures

I.1	Le triangle du feu : combustible, comburant et énergie d'activation [2].	5
I.2	Répartition des interventions incendie par lieux [1]	6
I.3	Logigramme de la détection incendie.	8
I.4	Fonctionnement DéTECTEUR optique [5].	9
I.5	Fonctionnement détECTEUR thermique [5].	10
I.6	DÉTECTEUR optique de flamme [5]	12
I.7	Plaque signalétique d'un moteur [7].	15
I.8	Porte coupe-feu [8].	16
I.9	Clapet coupe feu [8].	17
I.10	Coupure d'urgence gaz et électricité [9].	18
II.1	Principe du désenfumage naturel avec amenée d'air et évacuation par les ouvrants [10].	20
II.2	Exutoire naturel [10].	22
II.3	Déclencheur thermique [10].	23
II.4	Volet [10].	24
II.5	Norme d'implatation des volets [10].	25
II.6	Coffret de releyage [11].	28
II.7	Centrale désenfumage TELETEK [12].	30
II.8	Paneau de la centrale adressable [12].	31
II.9	Cablage de détECTEURS optique.	31
II.10	Déclencheur manuel.	32
II.11	Cablage du module MIO22.	33
II.12	Architecture de releyage de deux étage à l'aide de MIO22. .	34
II.13	Paneau de la centrale convectionnel [12].	37
II.14	Principe fonctionnement de la centrale desenfumage conventionnel [14].	38
II.15	Ventilateur axiaux [15].	40

Table des figures

II.16	Tourelle de disenfumage [15].	40
III.1	Emplacement des dispositifs dans un étage.	43
III.2	Câblage de la centrale TELETEK.	44
III.3	Câblage d'un étage.	45
III.4	Câblage de cofret de relayage.	46
III.5	L'écran de la centrale après la réponse du système.	46
III.6	Capteur de logiciel Proste après la connexion avec la centrale	48
III.7	Réglage de temporisation du centrale	49
III.8	Emplacement des dispositifs dans un parking.	50
III.9	schéma de câblage d'un systeme placer dans un paking. . .	51
III.10	Configuration de l'API.	54
III.11	Configuration des entrées et des sorties de l'API.	54
III.12	L'interface des entrées.	55
III.13	L'interface des sorties	55
III.14	Logiciel de declanchement des entrées de systeme.	56
III.15	Déclenchement manuel est activé.	56
III.16	Déclenchement de detecteur de fumé.	57
III.17	Dclenchemet simultané des moteurs.	57
III.18	Arret d'urgenrce.	57
III.19	Description du systeme à l'aide d'automgen	58

Liste des tableaux

I.1	Comparaison entre un SSI conventionnel et un SSI adressable [3].	8
I.2	Caractéristiques des principaux types de détecteurs d'incendie [6].	13
I.3	Les types de câbles utilisés pour le système de désenfumage [7].	14
I.4	Types de moteurs utilisés dans un système de désenfumage [7].	15
II.1	Caractéristiques des moteurs selon la température et l'application [15].	26
III.1	Affectation des entrées/sorties de l'automate	53
III.2	Étapes de fonctionnement d'un système de détection incendie	59

Liste des acronymes

SSI	<i>Système de Sécurité Incendie</i>
ERP	<i>Etablissements Recevant du Public</i>
IGH	<i>Immeubles de Grande Hauteur</i>
IR	<i>Infrarouge</i>
UV	<i>Ultraviolet</i>
CR1	<i>Câble Résistant</i>
FR-N1	<i>Câble Résistant au Feu amélioré</i>
DC	<i>Courant Continu(Direct Courant)</i>
Q EXT	<i>débit extracteur</i>
Q AA	<i>débit Amenée d'Air</i>
GV	<i>Grande Vitesse</i>
PV	<i>Ptite Vitesse</i>
ALIM	<i>Alimentation</i>
RI	<i>indicateur d'action à distance</i>
EOL	<i>End Of Line (Fin de ligne)</i>
DF	<i>Détecteur de Fumée</i>
DM	<i>Déclencheur Manuel</i>
API	<i>Automate Programmable Industriel</i>

Liste des acronymes

CMN	<i>Commun</i>
VH	<i>Volet Haut</i>
VB	<i>Volet Bas</i>
ISOL	<i>Isolant</i>
NO	<i>Normally Open (Normalement Ouvert)</i>
NC	<i>Normally Closed (Normalement Fermé)</i>
COM	<i>commun</i>
GTB	<i>Gestion Technique du Bâtiment</i>
TIA	<i>Automatisation Totalement Intégrée</i>
IP	<i>Internet Protocol</i>
AR	<i>Arrêt Pompier</i>
CEI	<i>Commission Électrotechnique Internationale</i>
ME	<i>Moteur Extracteur</i>
MA	<i>Moteur Aménée d'Air</i>
V	<i>Volet</i>
PLC SIM	<i>Programmable Logic Controller Simulator(simulateur logiciel développé par Siemens)</i>

Introduction Générale

La sécurité d'incendie est aujourd'hui un enjeu fondamental dans les bâtiments à usage collectif tels que les immeubles à plusieurs étages, les parkings souterrains et les centres commerciaux. Lorsqu'un incendie se déclare, ce ne sont pas toujours les flammes qui représentent le danger principal, mais bien la fumée : elle réduit la visibilité, entrave l'évacuation et peut entraîner l'asphyxie en quelques minutes. Face à cela, les systèmes de désenfumage sont conçus pour extraire les fumées toxiques, faciliter l'évacuation des occupants, et permettre l'intervention rapide des secours.

Dans le cadre de notre Projet de Fin d'Études, nous avons choisi d'approfondir l'étude des systèmes de désenfumage, en combinant des connaissances théoriques à une expérience de terrain acquise lors de notre stage pratique dans une entreprise spécialisée dans les installations de sécurité incendie. Ce stage nous a permis de manipuler différents types de systèmes, d'effectuer des opérations de câblage, de configuration et de programmation et d'identifier certaines limites rencontrées dans des installations réelles.

Notre travail s'articule autour de trois chapitres. Dans le premier chapitre, nous présentons les généralités sur les incendies et les dispositifs de sécurité incendie. Nous y décrivons les principes de propagation du feu, les effets des fumées, ainsi que les éléments clés utilisés dans les systèmes de désenfumage, comme les détecteurs, les déclencheurs manuels, les moteurs, les volets, et les centrales (MAG 8 pour le système conventionnel, Teletek pour le système adressable).

Le deuxième chapitre est consacré à l'étude comparative des trois grands types de désenfumage : naturel, conventionnel et adressable. Nous analysons leur fonctionnement, leurs avantages, leurs limites, et soulevons une problématique liée au manque de flexibilité de certaines centrales adressables.

Dans le troisième chapitre, nous décrivons en détail le câblage et la conception des différents systèmes de désenfumage étudiés. Sur la base des difficultés rencontrées en pratique, nous proposons une solution alternative au système

Introduction Générale

adressable classique. Cette solution repose sur l'utilisation d'un Automate Programmable Industriel (API) à la place de la centrale Teletek. Cette alternative offre une configuration plus souple, un meilleur contrôle du système, et une possibilité d'adaptation aux besoins spécifiques de chaque installation. Nous avons mis en œuvre cette solution lors de notre stage, en assurant la réalisation complète : conception, câblage, programmation et tests fonctionnels.

On termine notre travail par une conclusion générale.

Chapitre

I

Généralités sur les incendies et les systèmes de sécurité incendie

I.1 Introduction

Les incendies représentent un risque majeur pour la sécurité des personnes, des biens et de l'environnement. Leur apparition peut être soudaine, et leurs conséquences souvent dramatiques si aucune mesure de prévention et de protection n'est mise en place. Comprendre les phénomènes liés au feu est essentiel pour concevoir des systèmes de sécurité efficaces.

Ce chapitre présente dans une première partie les généralités sur les incendies, notamment les causes, les mécanismes de propagation. Dans une seconde partie, il est question des systèmes de sécurité incendie (SSI), qui regroupent l'ensemble des équipements et dispositifs destinés à détecter, alerter, contenir et lutter contre le feu afin de limiter les dommages et assurer la sécurité des occupants.

I.2 Généralité sur les incendie

I.2.1 Définition de l'incendie

Un incendie est un feu non maîtrisé, ni dans le temps, ni dans l'espace. La caractéristique d'un incendie est de pouvoir s'étendre rapidement et d'occasionner des dégâts généralement importants. Ses conséquences sont destructrices tant sur l'environnement dans lequel il évolue que sur les êtres vivants qu'il rencontre [1].

I.2.2 Naissance de l'incendie

Un incendie ne peut survenir que si trois facteurs sont réunis. Ces éléments, réunis dans ce qu'on appelle le **triangle du feu**, sont :

Le combustible : il s'agit de toute matière capable de réagir avec l'oxygène. Autrement dit, c'est toute substance susceptible de brûler en présence des deux autres éléments du triangle. Le combustible peut se présenter sous forme solide, liquide ou gazeuse.

Le comburant : il s'agit généralement de l'oxygène contenu dans l'air, lequel constitue environ 21 % de l'atmosphère. Pour que l'air soit un comburant efficace, il doit contenir au minimum 15 % d'oxygène. Ce gaz possède une grande affinité chimique avec de nombreux corps. Lors de la combustion, il ne brûle pas mais se combine avec d'autres particules pour former de nouveaux produits.

L'énergie d'activation : elle est indispensable pour déclencher une réaction de combustion. Il peut s'agir d'une étincelle, d'une flamme, d'une source de chaleur, etc. Une fois l'incendie déclenché, il peut entretenir lui-même cette énergie d'activation grâce à la chaleur dégagée par la réaction chimique [2].

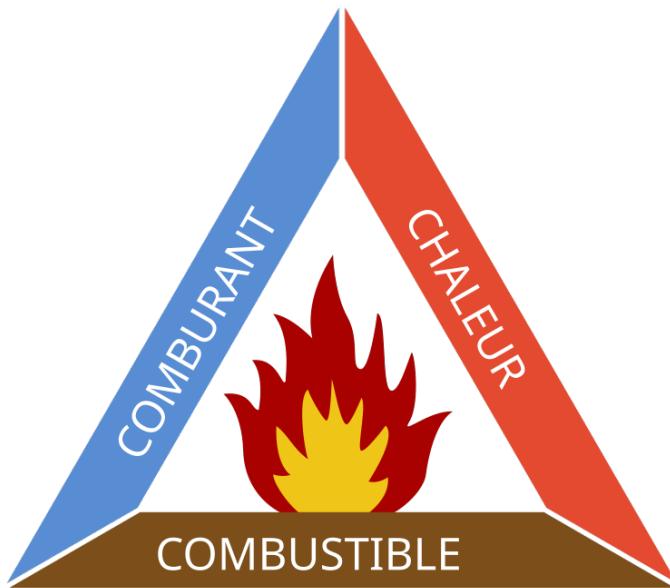


FIGURE I.1 – Le triangle du feu : combustible, comburant et énergie d'activation [2].

I.2.3 Statistique des incendies

Les études statistiques suivantes représentent des exemples de données, proviennent des enquêtes réalisées par la direction générale de la sécurité civile et de la gestion des crises française auprès des 98 services d'incendie et de secours et ce pour avoir une idée sur quelques statistiques des incendies [1].

I.2.4 Localisation

Nous pouvons remarquer que le nombre des incendies le plus élevé est au niveau des habitations avec 72400 incendies, ensuite les incendies de véhicules avec 53300 incendies et 600 seulement dans les locaux artisanaux [1].

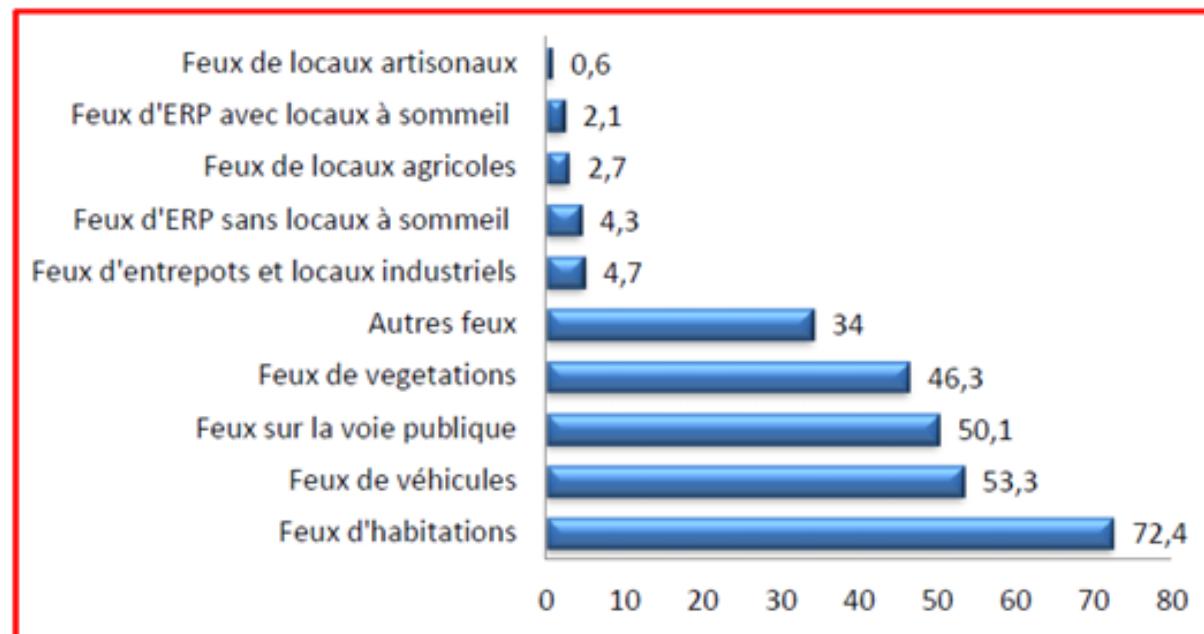


FIGURE I.2 – Répartition des interventions incendie par lieux [1]

I.2.5 les causes d'incendie

- **Mécaniques** : elles résultent principalement de l'échauffement provoqué par le frottement entre des pièces en mouvement, notamment en cas de mauvais entretien ou de défaillance mécanique.
- **Physiques** : elles concernent l'échauffement de surfaces, par exemple les carcasses de projecteurs ou d'autres équipements produisant de la chaleur.
- **Thermiques** : elles incluent la présence de feux nus (comme une cigarette), les étincelles générées par des moteurs ou des feux d'artifice, ainsi que les travaux de soudage. Ces derniers nécessitent une autorisation spécifique appelée permis feu. Les installations de chauffage mal entretenues dans les bâtiments constituent également une source potentielle.
- **Électriques** : ce sont les causes les plus fréquentes d'incendie. Elles comprennent le court-circuit, les surintensités, ou encore les impacts de la foudre.
- **Chimiques** : elles proviennent de réactions entre produits inflammables

tels que les peintures, les vernis ou les solvants, souvent utilisés dans les travaux de décoration.

- **Biologiques** : elles concernent la combustion spontanée de matières organiques, comme les chiffons imbibés d'huile jetés dans une poubelle, pouvant s'enflammer sans apport de flamme extérieure [2].

I.3 Système de sécurité incendie

C'est un ensemble de moyens techniques et humains mis en place dans un bâtiment pour détecter, signaler, alerter et lutter contre les incendies, tout en facilitant l'évacuation des personnes et la mise en sécurité des biens. Il est essentiel dans les établissements recevant du public (ERP), les immeubles de grande hauteur (IGH), les sites industriels [3].

I.3.1 Types de SSI

Il existe deux types de systèmes dans les systèmes de détection d'incendie. Dans cette partie, nous examinerons les différences entre les systèmes qui sont divisés en systèmes adressables et conventionnelles [3].

I.3.1.1 SSI conventionnel

Le Système de Sécurité Incendie (SSI) conventionnel est un système dans lequel les détecteurs et déclencheurs manuels sont répartis par zones de détection. Chaque zone est reliée à une centrale de détection d'incendie par une boucle électrique, ce qui permet de localiser une alarme par zone, mais sans identifier précisément le détecteur à l'origine de l'alarme. Ce système est simple, robuste et économique. Il est particulièrement adapté aux petits et moyens bâtiments, comme les écoles, bureaux ou petits établissements recevant du public [3].

I.3.1.2 SSI adressable

Le Système de Sécurité Incendie adressable est un système dans lequel chaque détecteur, déclencheur manuel ou module est doté d'une adresse unique. Cela permet à la centrale de localiser précisément l'appareil qui a détecté l'incendie ou qui présente un défaut. Ce type de SSI est plus intelligent, plus précis et adapté aux grands bâtiments, comme les hôpitaux, hôtels, centres commerciaux ou sites industriels [3].

I.3.1.3 Comparaison entre SSI adressable et conventionnel

Critère	SSI Conventionnel	SSI Adressable
Localisation de l'alarme	Par zone	Par adresse individuelle
Précision	Moins précise	Très précise
Type de bâtiment	Petits à moyens (écoles, petits ERP)	Grands ou complexes (hôpitaux, hôtels, usines)
Coût	Moins cher	Plus cher
Maintenance	Plus basique	Plus avancée (diagnostic, supervision)
Flexibilité	Moins flexible	Très flexible
Communication	Circuit en boucle classique	Circuit intelligent avec protocole numérique

TABLE I.1 – Comparaison entre un SSI conventionnel et un SSI adressable [3].

I.3.2 Les détecteurs

Un capteur est un dispositif permettant d'interpréter l'état d'une grandeur physique observée en une grandeur exploitable, telle qu'une tension électrique, une hauteur de mercure, un courant électrique ou la déviation d'une aiguille [4].

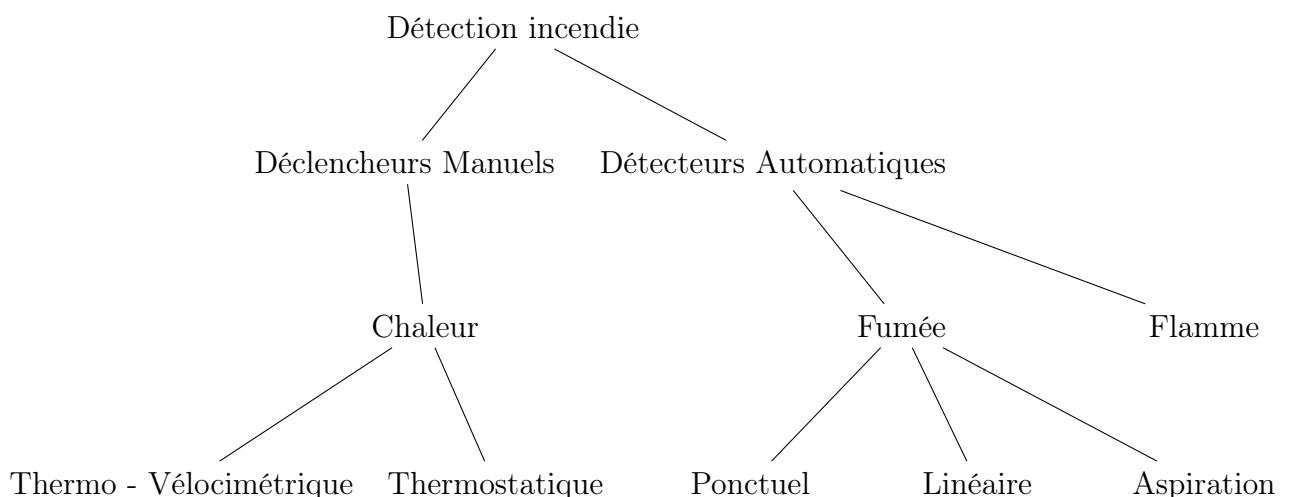


FIGURE I.3 – Logigramme de la détection incendie.

I.3.2.1 DéTECTEUR optique

Les détecteurs optiques sont des dispositifs de détection d'incendie qui exploitent la technologie optique pour détecter la présence de fumée dans un environnement. Ils sont particulièrement utilisés dans les systèmes de sécurité incendie pour détecter des feux à combustion lente, où la production de fumée est plus importante que la production de chaleur [5].

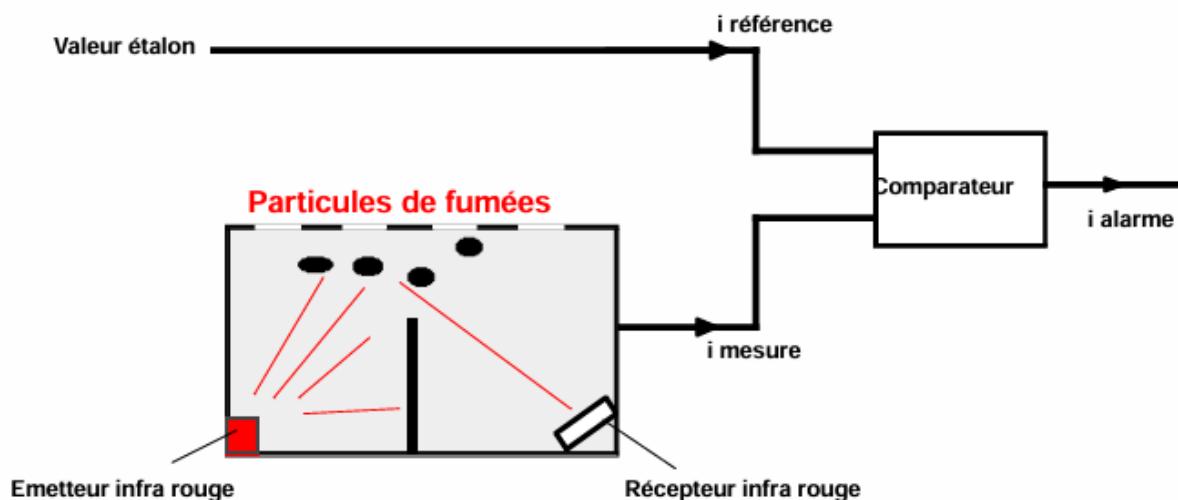


FIGURE I.4 – Fonctionnement Détecteur optique [5].

Influence : Humidité de l'air, lumière parasite, poussières, rayonnement électromagnétique

I.3.2.2 DéTECTEUR thermique

Le détecteur thermique est un type de détecteur utilisé dans les systèmes de sécurité incendie pour détecter des anomalies de température qui pourraient indiquer un départ de feu. Contrairement aux détecteurs de fumée, qui réagissent aux particules générées par la combustion, les détecteurs thermiques réagissent directement aux variations de température dans l'environnement [5].

Principe de fonctionnement : Les détecteurs thermiques fonctionnent selon deux principes de détection principaux :

Détection Thermo-vélocimétrique (ou à variation rapide de température)

Principe : Ce type de détecteur est conçu pour détecter une élévation rapide de la température dans un environnement donné. Il est sensible.

- Aux variations soudaines de température, caractéristiques des incendies à propagation rapide.

Application : Ce détecteur est idéal dans les environnements où des feux peuvent se développer rapidement et atteindre des températures élevées en peu de temps, comme dans les entrepôts, ateliers industriels ou zones de stockage de produits inflammables.

Détection Thermostatique (ou à seuil de température)

Principe : Ce type de détecteur fonctionne lorsque la température dépasse un seuil prédéterminé. Il est conçu pour détecter des augmentations progressives de température jusqu'à un certain seuil, qui est souvent fixé en fonction du type d'environnement ou de la zone protégée.

Application : Ce détecteur est plus adapté pour les espaces où les feux peuvent se développer lentement, comme dans les bâtiments administratifs ou les salles de machines [8].

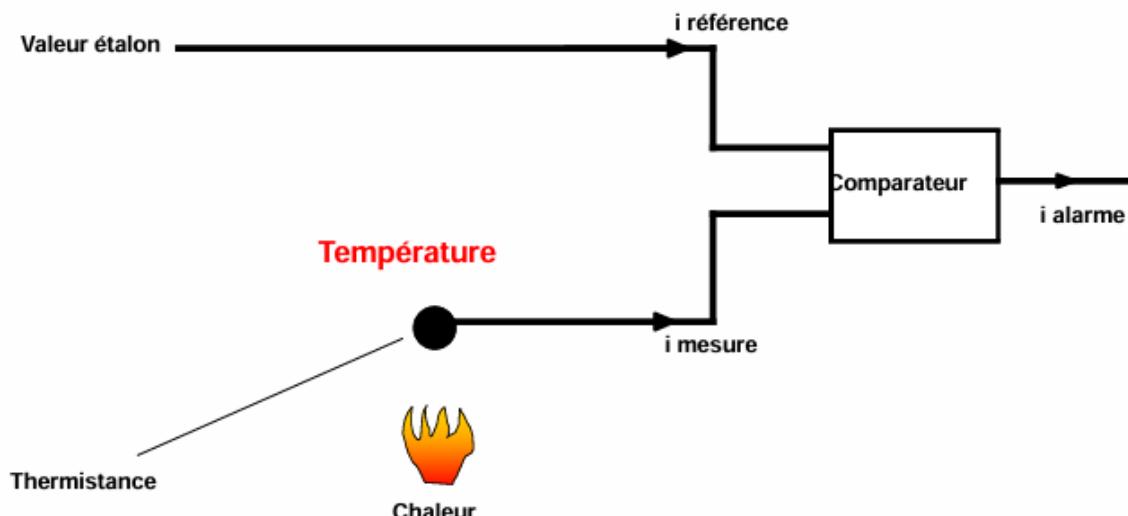


FIGURE I.5 – Fonctionnement détecteur thermique [5].

Influence : variations de température, rayonnement électromagnétique.

I.3.2.3 Détecteur optique de flamme

Le détecteur optique de flamme est un dispositif de détection incendie qui utilise la technologie optique pour détecter la présence de flamme en mesurant les rayonnements émis par celle-ci. Contrairement aux détecteurs de fumée ou thermiques, qui réagissent aux changements de température ou à la présence de particules dans l'air, les détecteurs optiques de flamme

sont spécifiquement conçus pour repérer les radiations électromagnétiques produites par le feu [5].

Principe de fonctionnement : Les détecteurs optiques de flamme exploitent la capacité des flammes à émettre des rayonnements dans plusieurs spectres, en particulier dans la gamme de l'infrarouge. Lorsqu'un feu se déclenche, il produit des radiations électromagnétiques dans les zones infrarouges et parfois ultraviolettes du spectre lumineux. Les détecteurs optiques de flamme sont équipés de capteurs qui captent ces rayonnements, permettant ainsi de détecter la présence d'une flamme, même si la visibilité de la fumée est limitée.

Les détecteurs peuvent être de différents types, selon la plage de rayonnement qu'ils sont capables de capter :

Détecteurs Infrarouges (IR)

Ces détecteurs sont sensibles aux radiations infrarouges émises par les flammes. Les flammes, en particulier celles de certains combustibles comme le gaz ou les liquides inflammables, émettent une forte quantité de rayonnements infrarouges. Le détecteur mesure ces rayonnements et déclenche l'alarme lorsqu'une flamme est détectée.

Détecteurs à Double Bande (IR et UV)

Ces détecteurs combinent des capteurs infrarouges et ultraviolets pour une détection plus robuste. L'ajout de la détection ultraviolette permet de détecter des flammes de manière plus fiable, notamment dans des environnements où les flammes peuvent ne pas émettre autant de rayonnements infrarouges.

Détecteurs Ultraviolets (UV)

Les flammes génèrent également des radiations dans la gamme ultraviolette. Les détecteurs UV réagissent à cette émission de lumière, mais ils sont principalement efficaces pour détecter des flammes très intenses, comme celles générées par des combustions rapides ou des feux de gaz [5].



FIGURE I.6 – Détecteur optique de flamme [5] .

I.3.2.4 Détecteur de fumée

Le détecteur de fumée est un dispositif fondamental dans les systèmes de sécurité incendie, conçu pour détecter la présence de fumée dans l'air et ainsi détecter précocement un incendie. Il joue un rôle clé dans la prévention des risques et dans la protection des personnes et des biens en envoyant un signal d'alarme dès les premières traces de fumée [5].

Principe de fonctionnement : Les détecteurs de fumée fonctionnent sur le principe de la détection de particules présentes dans l'air. Lorsqu'un incendie se déclenche, il génère de la fumée, qui se propage dans l'espace. Le détecteur capte ces particules et analyse leur impact sur le faisceau lumineux.

I.3.2.5 Le détecteur optique linéaire

Le détecteur optique linéaire est un dispositif de détection incendie utilisé principalement pour la surveillance de grands volumes tels que les entrepôts, les hangars industriels, les centres commerciaux ou les salles de spectacle. Il repose sur un principe de détection optique basé sur l'atténuation d'un faisceau infrarouge.

Principe de fonctionnement : Le système comprend un émetteur infrarouge et un récepteur (ou un réflecteur dans le cas des systèmes à réflexion). L'émetteur envoie un faisceau lumineux dans une ligne droite à travers la zone surveillée. En conditions normales, le faisceau atteint le récepteur avec une intensité constante.

Lorsqu'un incendie se déclare, la fumée générée par la combustion se propage dans l'air et affaiblit le faisceau lumineux en diffusant ou en absorbant la lumière infrarouge. Le récepteur détecte alors une chute d'intensité lumineuse. Si cette atténuation dépasse un seuil déterminé, cela indique la présence de fumée et déclenche une alarme.

I.3.2.6 Choix de détecteur

Type de détecteur	Caractéristiques
Détecteur optique de fumée	<ul style="list-style-type: none">- Adapté aux feux couvants lents à se déclarer.- Détection par réflexion d'un faisceau lumineux sur les particules de fumée.- Surface maximale de détection : environ 60 m².
Détecteur linéaire de fumée	<ul style="list-style-type: none">- Adapté aux feux à évolution lente avec forte émission de fumée.- Détection par mesure de l'opacité de la fumée traversant un faisceau laser.- Portée de détection jusqu'à 100 m.
Détecteur de flamme	<ul style="list-style-type: none">- Adapté aux feux à développement rapide.- Détection des rayonnements infrarouges ou ultraviolets des flammes.- Surface maximale de détection : environ 550 m².
Détecteur de chaleur	<ul style="list-style-type: none">- Adapté aux débuts d'incendie avec élévation rapide ou seuil de température dépassé (60°C).- Détection par mesure de la température ambiante.- Surface maximale de détection : environ 30 m².

TABLE I.2 – Caractéristiques des principaux types de détecteurs d'incendie [6].

I.3.3 Les moteurs

I.3.3.1 Utilisation des câbles de protection incendie

Ils permettent de ralentir la propagation de l'incendie et de réduire la charge calorifique dégagée. La densité des fumées ainsi que les émissions toxiques sont atténuées. La fumée devient moins opaque, et son degré d'acidité peut être mieux contrôlé, ce qui constitue un indicateur des effets asphyxiants liés à la combustion [7].

I.3.3.2 Type de cable

Type de câble	Désignation	Utilisation principale	Caractéristiques
Câble CR1-C1	Câble résistant au feu	Alimentation des moteurs, commandes de sécurité	Résiste au feu pendant 1h minimum, faible émission de fumée, non propagateur de flamme
Câble FR-N1 C1	Câble résistant au feu amélioré	Commandes prioritaires, systèmes d'alarme	Résiste à 950°C, faible émission de gaz toxiques et de fumées
Câble à isolation MICA	Câble très haute sécurité	Circuits d'évacuation, sécurité incendie	Maintient l'intégrité électrique jusqu'à 1000°C
Câble F2 / C2	Câble de communication ou de commande	Transmission de signaux entre automates / armoires	Non propagateur de flamme, faible émission de fumée, parfois résistant au feu

TABLE I.3 – Les types de câbles utilisés pour le système de désenfumage [7].

I.3.3.3 Plaque signalétique

Les plaques signalétiques jouent un rôle essentiel dans l'identification et la traçabilité des équipements de désenfumage. Elles sont apposées sur les dispositifs tels que les ventilateurs, les moteurs, les armoires de commande, les volets de désenfumage, etc. Ces plaques permettent d'indiquer des informations techniques importantes et facilitent les opérations de maintenance, de vérification et d'intervention en cas d'urgence [7].

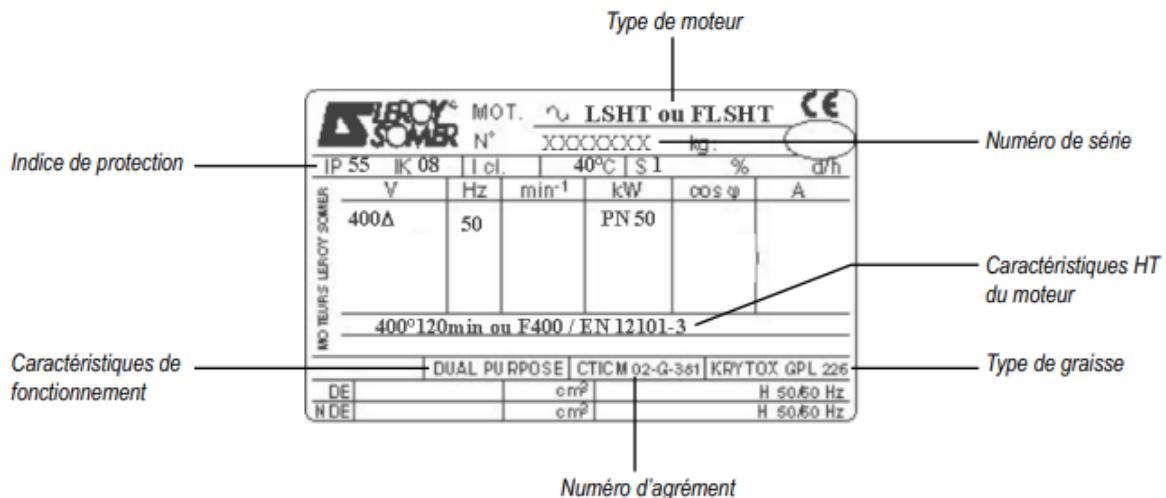


FIGURE I.7 – Plaque signalétique d'un moteur [7].

I.3.3.4 Les types de moteur

Type de moteur	Application principale	Caractéristiques
Moteur pour extrac-teur de fumée	Commande des ventila-teurs/extracteurs de toiture	Résistant aux hautes tempé- ratures (souvent certifié 300°C/2h ou 400°C/2h)
Moteur pour ventila-teur axial	Ventilation/désenfumage dans les parkings, tunnels	Débit élevé, faible perte de charge, bonne résistance ther-mique
Moteur pour ventila-teur centrifuge	Désenfumage en gaine ou en local technique	Bonne pression disponible, adapté aux longs réseaux de gaines
Moteur d'amenée d'air	Commande des volets ou ventilateurs d'amenée	Assure l'entrée d'air neuf, souvent couplé à un asservissement
Moteur asynchrone triphasé	Utilisé dans les ventilateurs industriels	Robuste, fiable, bon rendement énergétique
Moteur à courant continu (DC)	Petits volets motorisés ou automatismes secondaires	Compact, basse tension (souvent 24V), facile à contrôler

TABLE I.4 – Types de moteurs utilisés dans un système de désenfumage [7].

I.3.4 Compartimentage

Le compartimentage est une technique de conception et d'aménagement d'un bâtiment qui vise à limiter la propagation d'un incendie. Elle consiste à diviser le bâtiment en compartiments séparés les uns des autres par des murs, planchers et plafonds résistants au feu.

I.3.4.1 Porte coupe-feu

Les portes coupe-feu sont des dispositifs de sécurité passive conçus pour ralentir ou empêcher la propagation du feu et des fumées d'un compartiment à un autre. Elles permettent de contenir l'incendie dans une zone déterminée, favorisant ainsi l'évacuation des occupants et l'intervention des secours [8].



FIGURE I.8 – Porte coupe-feu [8].

I.3.4.2 Clapet coupe-feu

Les clapets coupe-feu sont des dispositifs de sécurité passive conçus pour empêcher la propagation du feu et des fumées à travers les conduits d'aération. En cas d'incendie, ils se ferment automatiquement grâce à un déclencheur thermique ou un signal émis par le système de sécurité incendie,

isolant ainsi les zones sinistrées et limitant la diffusion des gaz toxiques, ce qui contribue à protéger les occupants et à faciliter l'évacuation [8].

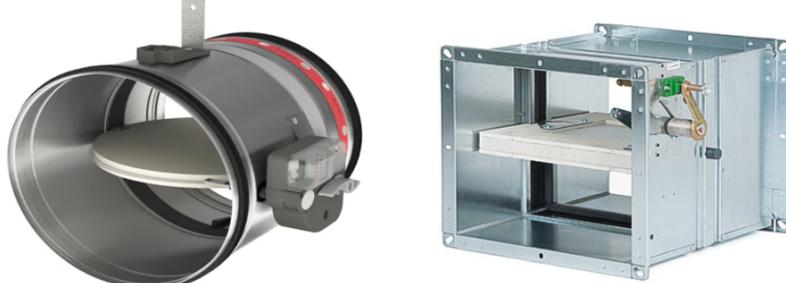


FIGURE I.9 – Clapet coupe feu [8].

I.3.4.3 Importance de compartimentage

- Réduit la propagation de l'incendie. En limitant la propagation, le compartimentage permet de gagner du temps pour l'intervention des secours et permet aux occupants d'évacuer plus facilement.
- Protège les occupants et les biens. En contenant l'incendie, le compartimentage diminue les risques de propagation à d'autres parties du bâtiment, ce qui préserve la sécurité des personnes et les dommages aux biens.
- Simplifie l'intervention des pompiers. Un incendie contenu est plus facile à maîtriser et à éteindre [8].

I.3.5 Coupure d'urgence

Les équipements de coupure d'urgence doivent être accessibles facilement par les pompiers. Ils sont placés dans des zones accessibles au personnel uniquement.

La coupure d'urgence permet de couper en charge en une seule manœuvre tous les conducteurs actifs (le réarmement ne peut avoir lieu qu'après une action volontaire de déverrouillage). Les locaux et équipements suivants doivent

être équipés de dispositifs d'arrêt d'urgences : chaufferies, cuisines, enseignes lumineuses, escaliers mécaniques, trottoirs roulants, ventilateurs [9].



FIGURE I.10 – Coupure d'urgence gaz et électricité [9].

I.4 Conclusion

Ce premier chapitre a permis de poser les fondements essentiels à la compréhension des phénomènes liés aux incendies et aux dispositifs de sécurité mis en œuvre pour les prévenir ou en limiter les effets. Après avoir défini l'incendie et analysé ses causes, son développement et ses impacts, nous avons étudié les différents systèmes de sécurité incendie (SSI), en mettant en lumière leurs composantes principales, leurs modes de fonctionnement ainsi que les types de détecteurs utilisés.

Cette étude met en évidence l'importance capitale d'un système de sécurité bien conçu, adapté à la configuration du bâtiment et à ses risques potentiels. La mise en œuvre de SSI performants constitue un élément clé dans la stratégie globale de prévention, de détection précoce, et de réaction rapide face au feu.

Dans le chapitre suivant, nous approfondirons l'étude des équipements spécifiques du système de désenfumage, élément central dans la maîtrise des fumées et dans la garantie d'une évacuation sûre des personnes en cas d'incendie.

Chapitre

II

Etudes des systèmes de désenfumage

II.1 Introduction

Dans le contexte des incendies, la sécurité des bâtiments et de leurs occupants est une priorité cruciale tant pour les propriétaires que pour les exploitants. Ce chapitre examine l'importance de la mise en œuvre de mesures de sécurité incendie adaptées, qui garantissent une protection efficace en cas d'urgence. Les statistiques mondiales soulignent que la principale menace pour les vies humaines lors d'un incendie ne réside pas dans le feu lui-même, mais plutôt dans les fumées toxiques produites par la combustion des matériaux. Ces fumées, contenant à la fois des particules visibles et des gaz invisibles comme le monoxyde de carbone, représentent un danger considérable. En plus de leur impact sur la santé, elles peuvent réduire la visibilité et provoquer une panique, rendant l'évacuation difficile.

Dans cette optique, nous allons également présenter deux types de systèmes de sécurité incendie : les systèmes adressables et les systèmes conventionnels. Chacun de ces systèmes possède des caractéristiques spécifiques, répondant à des besoins variés en matière de détection et de gestion des incendies. L'objectif est de démontrer comment ces solutions peuvent contribuer à minimiser les risques et assurer la sécurité des usagers dans les différents types de bâtiments.

II.2 Déisenfumage naturel

Le déisenfumage naturel est une solution visant à évacuer la fumée générée lors d'un incendie de manière naturelle, c'est-à-dire sans recourir à des dispositifs mécaniques tels que des ventilateurs. Il repose sur l'utilisation de l'aération naturelle du bâtiment, notamment par des ouvrants en façade ou en toiture, pour permettre l'évacuation des fumées. Parallèlement, une amenée d'air naturel est assurée, généralement par des ouvertures en partie basse, afin de favoriser le balayage des fumées et d'assurer un renouvellement d'air efficace [10].

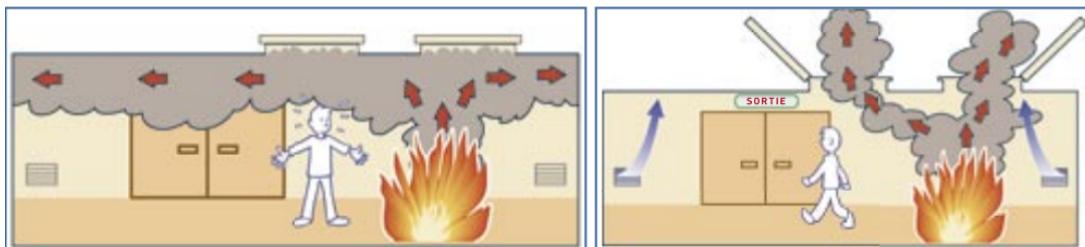


FIGURE II.1 – Principe du déisenfumage naturel avec amenée d'air et évacuation par les ouvrants [10].

II.2.1 Les rôles désenfumages naturels

Dans un local d'incendié, le désenfumage naturel a un double rôle :

1. Maintenir praticables les cheminements utilisés pour l'évacuation des personnes et favoriser l'intervention des secours en :

- Diminuant la teneur des gaz toxiques.
- Garder un taux d'oxygène suffisant.
- Conservant un maximum de visibilité Dangers.

2. Empêcher la propagation du feu, en évacuant la chaleur, gaz et imbrûlés vers l'extérieur. Les fumées et gaz de combustion produits par le feu perturbent souvent, et interdisent parfois l'évacuation des occupants et l'intervention efficace des services de secours dans les bâtiments en cas d'incendie. Elles présentent plusieurs dangers qui agissent directement sur la sécurité des personnes et des biens [10].

II.2.2 Contraints désenfumage naturelle

Les systèmes de désenfumage naturel peuvent ne pas convenir dans les cas suivants :

- Bâtiments situés dans des régions très venteuses ou soumis à des vents empêchant le bon fonctionnement de l'exutoire de fumées.

- Bâtiments nécessitant un désenfumage très performant ou une extraction sur de grandes distances (sur plusieurs étages dans les bâtiments de grande hauteur, par exemple).

- Espace restreint pour l'installation du conduit de désenfumage (les conduits de désenfumage naturel sont généralement beaucoup plus larges que les systèmes mécaniques) [11].

II.3 Les locaux qui doivent être désenfumés

-Les locaux en rez-de-chaussée et en étage de plus de 300 m².

- Les locaux aveugles de plus de 100 m².

-Tous les escaliers des bâtiments à faible hauteur.

II.3.1 Le type d'exutoire à utiliser

Exutoire de désenfumage naturel DENFC (Dispositif d'Évacuation Naturelle de Fumées et de Chaleur), le Nombre minimum d'exutoires et implantation :

- Pente de toiture inférieure ou égale à 10 : 1 exutoire pour 300 m² minimum (tout point d'un canton ne devant pas être séparé de l'exutoire par une distance horizontale supérieure à 4 fois la hauteur de référence, cette distance ne pouvant dépasser 30 m).
- Pente de toiture supérieure à 10 : pas de minimum (les exutoires doivent être implantés le plus haut possible, leur milieu ne devant pas être situé en-dessous de la hauteur de référence) [10].



FIGURE II.2 – Exutoire naturel [10].

II.3.1.1 Commande automatique par fusible thermique

Le fusible thermique est un élément de sécurité crucial dans les systèmes de désenfumage, destiné à faciliter l'évacuation des fumées et des gaz en cas d'incendie. Il est conçu pour réagir à une élévation anormale de température en fondant à une valeur prédéfinie, déclenchant ainsi l'ouverture des volets ou des trappes de désenfumage. Ce dispositif agit de manière autonome, sans besoin d'intervention électrique, garantissant un fonctionnement fiable même en cas de coupure de courant [10].

Le fonctionnement du fusible thermique

Son fonctionnement repose sur un matériau réactif à la chaleur, comme un alliage métallique ou un bilame, qui commence à fondre ou à se déformer lorsque la température atteint un seuil spécifique, généralement compris entre 57°C et 85°C [10].

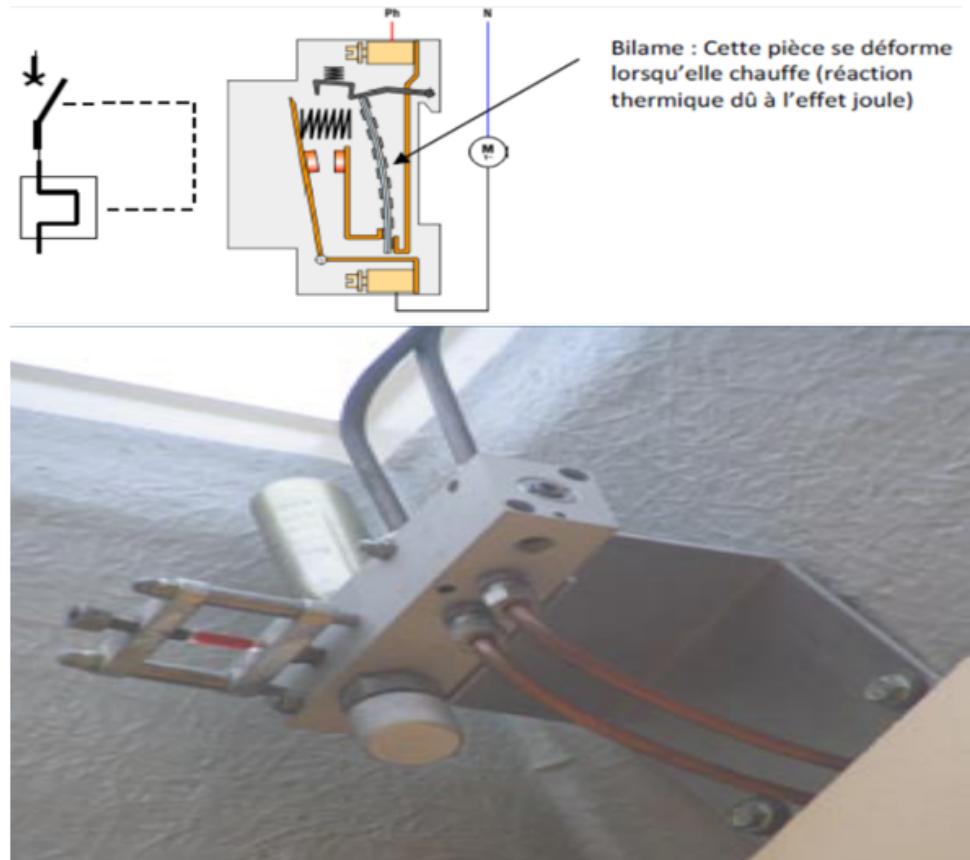


FIGURE II.3 – Déclencheur thermique [10].

Rôle Crucial des Fusibles Thermiques dans l’Amélioration de la Sécurité Incendie

Lorsqu'un incendie se déclare et que la température augmente, le fusible thermique détecte cette hausse. Une fois le seuil critique atteint, le matériau subit un changement de phase, ce qui libère un mécanisme de verrouillage qui maintenait l'exutoire de fumée fermé. Ce processus entraîne l'ouverture automatique de l'exutoire, permettant ainsi l'évacuation des fumées et renforçant la sécurité des occupants d'un bâtiment.

En intégrant ce dispositif, les systèmes de désenfumage gagnent en efficacité et en fiabilité, même sans source d'alimentation électrique. Ce mémoire explore en profondeur le fonctionnement des fusibles thermiques, leur concep-

tion, leurs applications et les possibilités d'intégration avec des systèmes électroniques, dans le but d'optimiser la sécurité incendie.

II.4 Désenfumage adressable

Le désenfumage adressable est un système de désenfumage dans lequel chaque dispositif (volet, trappe, détecteur, etc.) est identifié par une adresse unique sur un réseau de communication, permettant ainsi une surveillance, un contrôle et une localisation précis de chaque équipement à partir d'une centrale de gestion. Ce type de système offre une meilleure réactivité et une intervention plus ciblée en cas d'incendie [10].

II.4.1 Volet

Un volet de désenfumage est un dispositif installé dans les conduits, les murs ou les façades d'un bâtiment, conçu pour s'ouvrir automatiquement ou manuellement en cas d'incendie afin de permettre l'évacuation des fumées et des gaz chauds ou, au contraire, d'isoler certaines zones pour limiter la propagation des fumées [10].



FIGURE II.4 – Volet [10].

II.4.1.1 Implantation des volets

Volet bas :

Lorsqu'un volet est installé en partie basse du mur, sa hauteur par rapport au sol doit être inférieure ou égale à 1 mètre. Ce volet permet l'amenée d'air frais pour favoriser le balayage des fumées vers l'extérieur.

Volet haut :

Lorsqu'un volet est positionné en partie haute, il doit être situé dans le tiers supérieur de la hauteur libre du local, à une hauteur d'au moins 1,80 mètre du sol. Ce volet est utilisé pour l'évacuation naturelle des fumées chaudes qui montent en hauteur.



FIGURE II.5 – Norme d'implantation des volets [10].

II.4.2 Exutoires

Un exutoire de désenfumage est un dispositif installé généralement en toiture ou en façade, destiné à s'ouvrir automatiquement ou manuellement en cas d'incendie afin de permettre l'évacuation des fumées, des gaz chauds et de la chaleur, facilitant ainsi l'évacuation des occupants et l'intervention des secours [10].

II.4.3 Choix des moteurs

Les moteurs F200, F300 et F400 sont des moteurs de désenfumage classés par puissance : F200 pour les applications légères, F300 pour des besoins moyens, et F400 pour les besoins élevés ou industriels [7].

II.4.3.1 Type de moteur

Type de moteur	Température nominale	Classe d'isolation	Applications typiques
F200	200°C pendant 2 heures	Classe F (max 155°C)	Parking, locaux tertiaires
F300	300°C pendant 2 heures	Classe H (max 180°C)	Centres commerciaux, bâtiments de faible hauteur
F400	400°C pendant 2 heures	Classe H (max 180°C)	Grands bâtiments, industrie lourde

TABLE II.1 – Caractéristiques des moteurs selon la température et l'application [15].

II.4.3.2 Calcule débit d'aire

Pour déterminer les besoins en ventilation d'un espace destiné à l'hébergement, nous nous appuyons sur la norme de 1983 relative au débit d'air hygiénique.

Le débit d'air total est d'abord exprimé en m^3/s , puis converti en m^3/h :

$$1 \text{ m}^3/\text{s} = 3600 \text{ m}^3/\text{h}$$

Ensuite, le débit extérieur est calculé à partir du débit de base, en prenant en compte un facteur de majoration de 20 :

Afin de garantir une qualité d'air intérieur optimale et de limiter la propagation des polluants dans les espaces de vie, le débit d'air extrait est volontairement majoré de 20 par rapport au débit d'air introduit. Cette sur ventilation permet de créer une légère dépression dans les pièces, ce qui empêche les odeurs ou l'air vicié de migrer vers les zones adjacentes. Elle favorise également l'entrée naturelle d'air neuf par les ouvertures passives (entrées d'air ou infiltrations maîtrisées), en assurant un balayage efficace de l'air intérieur. Cette stratégie est conforme aux recommandations des normes de ventilation.

$$Q_{\text{EXT}} = 3600 \times 1 \times 1,12 = 4032 \text{ m}^3/\text{h}$$

Enfin, pour obtenir le débit d'air hygiénique effectif, on applique un coefficient de 0,6 :

$$Q_{\text{AA}} = Q_{\text{EXT}} \times 0,6 = 2592 \text{ m}^3/\text{h}$$

Ces calculs permettent d'assurer une qualité d'air satisfaisante pour les occupants, tout en respectant les exigences réglementaires [16].

II.4.3.3 Résistance thermique

La résistance thermique d'un moteur correspond à sa capacité à fonctionner à haute température pendant une durée spécifiée, sans perte de performance ni dégradation. Dans les systèmes de désenfumage, seuls des moteurs certifiés (F200, F300, F400) sont utilisés pour garantir l'efficacité même en conditions extrêmes [7].

- Dans notre stage on utilise le moteur de type F400 : moteur résistant à 400 °C pendant 2 heure.

II.4.3.4 Types d'alimentation

Dans notre installation de désenfumage, deux types d'alimentation électrique sont utilisés en fonction des équipements :

Pour l'extraction de fumée : les moteurs sont alimentés en monophasé 220 V. Ce choix est justifié par la puissance relativement modérée nécessaire à l'extraction naturelle des fumées [7].

Pour l'amenée d'air frais : les moteurs sont alimentés en triphasé 380 V. Cette alimentation est adaptée à des moteurs plus puissants, capables de fournir un débit d'air important pour compenser l'air évacué, assurant ainsi un désenfumage efficace et équilibré [7].

II.4.3.5 Coffret de relayage

Le coffret de relayage joue un rôle essentiel dans le fonctionnement automatisé du système de désenfumage. Il assure l'interface entre les signaux de commande provenant du module de désenfumage (comme le MIO22) et les moteurs d'extraction et d'amenée d'air. Il permet ainsi de commuter la puissance nécessaire à l'activation de ces moteurs à partir de signaux de commande de faible puissance [11].

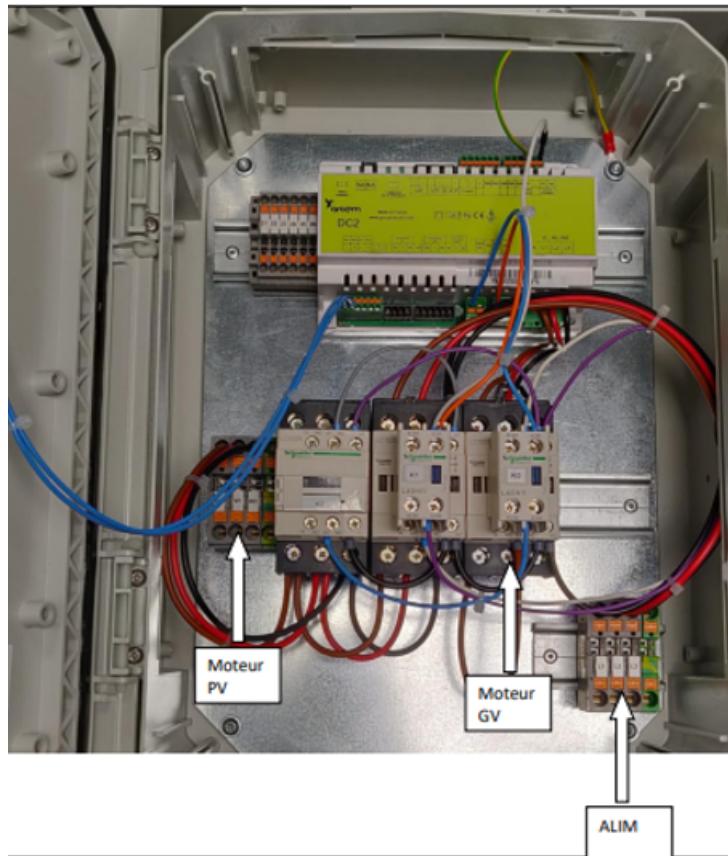


FIGURE II.6 – Coffret de relayage [11].

Fonctions principales du coffret de relayage :

Commutation de puissance :

Les relais ou contacteurs installés à l'intérieur du coffret reçoivent des ordres de commande basse tension (24 V ou 48 V) et ferment un circuit de puissance (généralement en 230 V ou 400 V) pour alimenter les moteurs.

Protection et sécurité :

Il permet d'assurer la séparation galvanique entre les circuits de commande et les circuits de puissance, garantissant une meilleure sécurité.

Distribution vers les moteurs :

Le coffret gère l'alimentation de plusieurs moteurs, notamment :

- Moteur GV : moteur de grande vitesse, l'extracteur d'air.
- Moteur PV : moteur de petite vitesse ou moteur secondaire, comme celui de l'amenée d'air.

ALIM : arrivée de l'alimentation principale (souvent en triphasé) venant du tableau électrique de la centrale.

Sorties moteurs :

- Vers le Moteur GV (extracteur d'air).
- Vers le Moteur PV (amenée d'air).
- Le coffret contient également un automate programmable (type ACD-2DH-16.7) qui reçoit les ordres de déclenchement depuis le module MIO22 ou directement via le réseau de sécurité incendie.

Ce coffret assure donc le relais entre les systèmes de détection et les actionneurs mécaniques du système de désenfumage, garantissant une activation rapide et efficace des dispositifs en cas d'incendie [11].

II.5 Central désenfumage intelligente

II.5.1 Présentation du central désenfumage intelligent

face avant du panneau est composée d'un écran LCD alphanumérique (4 lignes x 40 symboles), de touches de fonction et d'indication lumineuse. L'accès aux fonctions du panneau est organisé en trois niveaux distincts. Le panneau d'alarme incendie est basé sur le principe de la modularité et la configuration du boîtier il y a des places pour monter un contrôleur de boucle supplémentaire pour la Boucle (Loop) 2 (La Boucle 1 est intégrée dans la carte mère), un module de communication et un module de réseau redondant [12].



FIGURE II.7 – Centrale désenfumage TELETEK [12].

Le panneau d'alarme incendie possède une horloge de temps réel et un calendrier intégrés, qui rendent possibles le mode jour et le mode nuit. La commutation entre les deux modes se fait de manière automatique ou manuellement. Des événements comme : FIRE (Incendie), RESET (réinitialisation), FAULT (Défaillance) etc. sont enregistrés dans la mémoire, créant un journal (log file) des événements. Il enregistre l'heure et la date, l'adresse et le nom du dispositif, le numéro et le nom de zone etc.

II.5.1.1 Description des éléments du panneau de la centrale

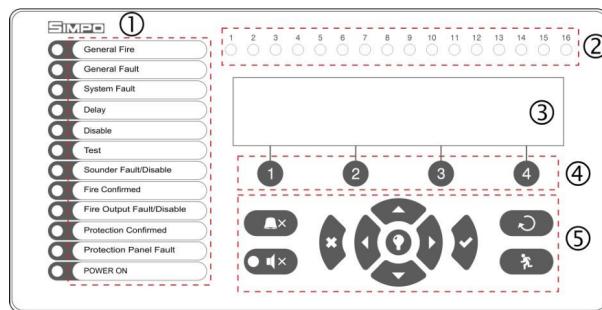


FIGURE II.8 – Panneau de la centrale adressable [12].

- 1) Indication lumineuse LED avec description des événements. Les inscriptions sont imprimées sur une étiquette en papier et peuvent être substituées s'il y a besoin de changer la langue. L'étiquette en papier est mise dans un réceptacle du côté interne du circuit imprimé indication, au-dessus du câble plat indication.
- 2) Indication LED pour les zones.
- 3) Afficheur LCD alphanumérique (440).
- 4) Touches fonctionnelles numériques.
- 5) Boutons de navigation et de contrôle [12].

II.5.2 Câblage de détecteur de fumée optique

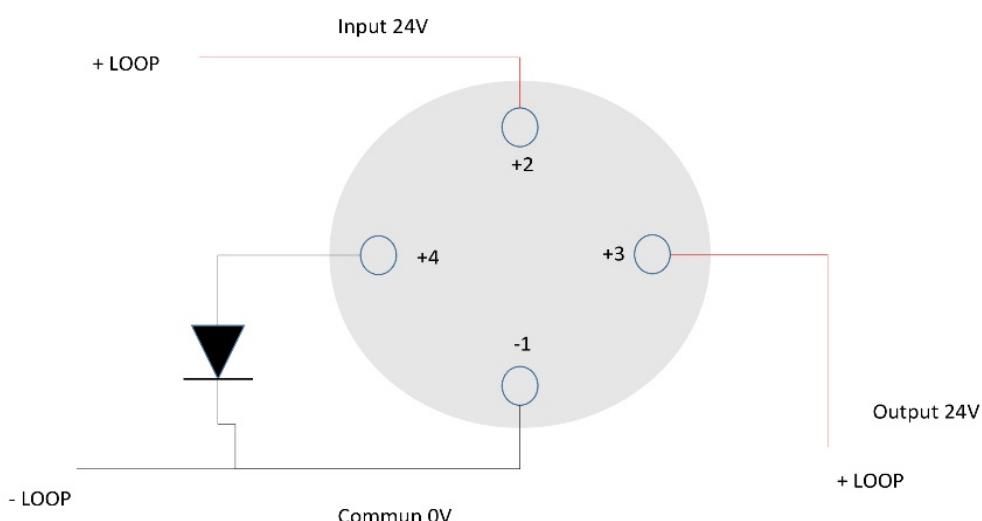


FIGURE II.9 – Cablage de detecteurs optique.

Ce schéma représente le câblage d'un socle de détecteur de fumée de type B124 dans une boucle (LOOP) d'un système de détection incendie. L'alimentation 24V est fournie via les bornes +2 et -1, tandis que la borne +3 sert à la continuité de la boucle vers les détecteurs suivants. La borne +4 est utilisée pour connecter un indicateur d'action à distance (RI), tel qu'une LED externe. Une diode est placée sur cette branche afin d'empêcher tout retour de courant, assurant ainsi la protection du circuit contre les inversions de polarité ou les défauts électriques. Ce montage permet donc d'activer un indicateur d'état sans perturber le fonctionnement de la boucle principale.

Câblage de déclencheur manuel

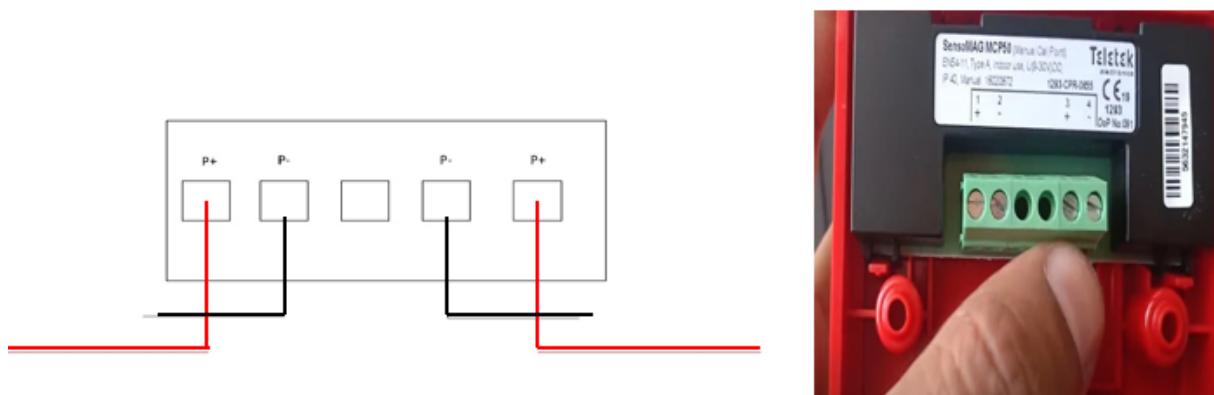


FIGURE II.10 – Déclencheur manuel.

Le déclencheur manuel est connecté en série avec le système de détection et de signalisation d'incendie. Comme illustré sur le schéma, il est relié par deux fils aux borniers du système, permettant ainsi une interruption ou une activation manuelle du signal d'alarme en cas de nécessité. Ce branchement assure que toute pression sur le déclencheur entraîne l'envoi immédiat d'un signal vers le tableau de commande, activant les dispositifs d'alerte sonore et/ou visuelle. L'installation respecte la polarité des connexions afin d'éviter tout dysfonctionnement.

II.5.3 Présentation du boîtier d'étage MIO22

Le module MIO22 est une interface d'entrée/sortie utilisée en milieu industriel pour connecter des capteurs et actionneurs. Il permet l'acquisition de données et le contrôle des équipements, assurant une communication fiable entre le terrain et le système de supervision.

II.5.3.1 Branchement du module d'entrées/sorties MIO22M dans un système désenfumage

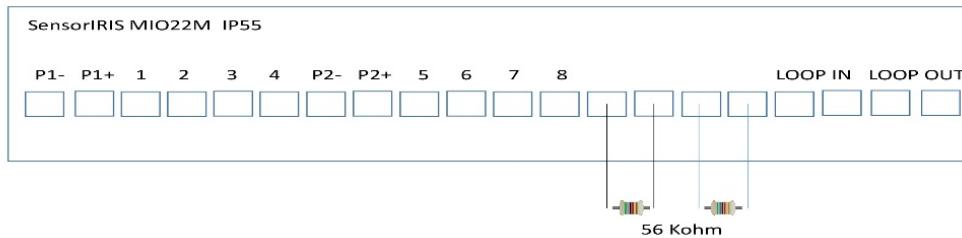


FIGURE II.11 – Cablage du module MIO22.

Le schéma ci-dessous illustre le câblage typique d'un tel module, en mettant en évidence l'utilisation de résistances de fin de ligne (EOL) pour assurer la détection des défauts (coupure, court-circuit ou sabotage) sur les lignes de détection :

- Les bornes 1 à 8 représentent des entrées/sorties programmables pouvant être configurées selon les besoins de l'installation.
- Les bornes LOOP IN et LOOP OUT assurent la communication avec le reste du système via un bus en boucle, ne garantissant pas ainsi la redondance du signal.

- Deux résistances de 56 k sont câblées :

Ces résistances sont essentielles pour que le système puisse vérifier l'intégrité des circuits connectés.

- P1+ et P1- alimentent ou surveillent la première ligne de détection.
- P2+ et P2- sont destinées à une seconde ligne indépendante.

Ces paires sont souvent utilisées pour connecter des détecteurs conventionnels, déclencheurs manuels ou autres dispositifs passifs. Le module surveille l'état de ces lignes à travers la tension, le courant et la résistance.

II.5.4 Schéma de câblage du système de désenfumage avec module MIO22

Ce schéma représente l'architecture du système de désenfumage mis en place dans un bâtiment à chaque deux étage à partir de 3 eme étage. L'ensemble est contrôlé par un module MIO22, alimenté en 24 V, qui agit comme interface entre les détecteurs, déclencheurs et les actionneurs (volets et moteurs).

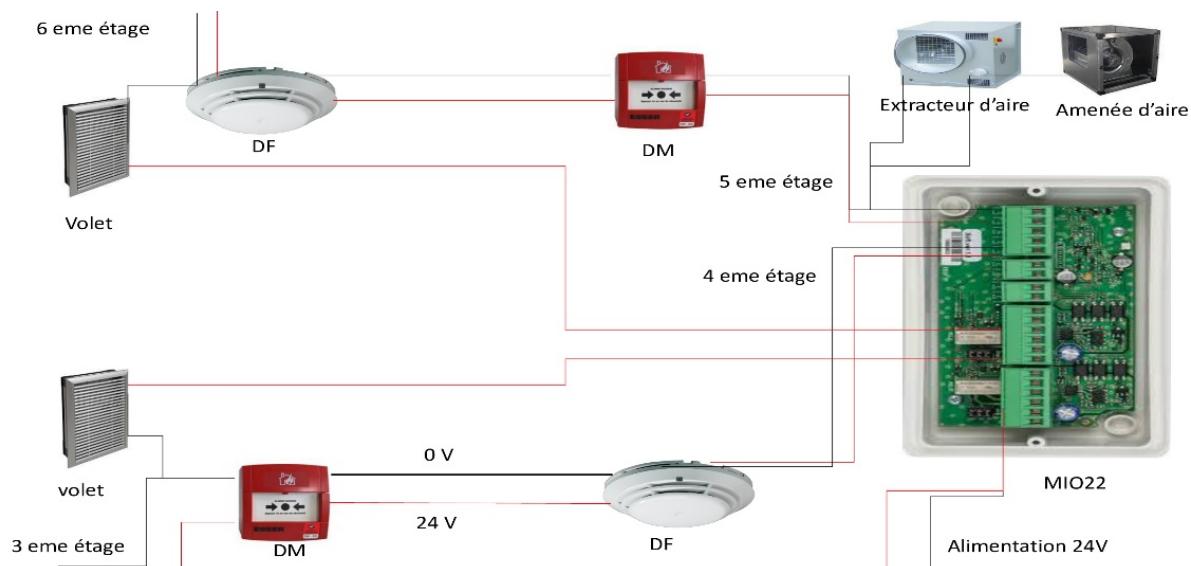


FIGURE II.12 – Architecture de releyage de deux étage à l'aide de MIO22.

Éléments connectés au MIO22 :

Détecteurs de fumée (DF) : Placés à chaque étage, ces détecteurs envoient un signal au MIO22 en cas de détection de fumée. Ils sont alimentés en 24 V via deux fils (0 V et 24 V).

Déclencheurs manuels (DM) : Présents à chaque étage, ces boutons permettent de déclencher manuellement le désenfumage. Lorsqu'un déclencheur est activé, il envoie l'information au module MIO22.

Volets de désenfumage : Installés à chaque étage, ils sont commandés automatiquement par le MIO22 pour s'ouvrir en cas de détection de fumée ou déclenchement manuel, afin de permettre l'évacuation des fumées.

Extracteur d'air et amenée d'air :

- Ces moteurs, placés en toiture, sont commandés par les sorties P2+ et P2- du MIO22.

- L'extracteur d'air évacue la fumée vers l'extérieur.

- L'amenée d'air permet l'introduction d'air frais pour faciliter l'extraction.

Alimentation 24 V : Une alimentation externe fournit l'énergie nécessaire au fonctionnement du module et de ses périphériques (déTECTEURS, volets, relais de commande des moteurs...).

II.5.5 Fonctionnement du système :

Lorsqu'un détecteur de fumée (DF) détecte un incendie ou qu'un déclencheur manuel (DM) est activé :

- Le MIO22 reçoit l'information via ses bornes d'entrée.
- Il commande immédiatement :
 - L'ouverture du volet correspondant à l'étage concerné.
 - L'activation de l'extracteur d'air pour l'évacuation des fumées. [19]
 - L'activation du moteur d'amenée d'air pour équilibrer la pression.

II.5.6 Branchement général du système de désenfumage

Le système de désenfumage est composé d'une centrale de détection incendie située au rez-de-chaussée, qui joue le rôle de cerveau de l'installation. Elle est responsable du traitement des informations provenant des détecteurs et des déclencheurs manuels répartis dans le bâtiment, ainsi que de l'envoi des ordres vers les actionneurs (moteurs, volets, ventilateurs, etc.).

II.5.6.1 Répartition des équipements par étage :

Du rez-de-chaussée au 3e étage :

Les détecteurs de fumée (DF) et les déclencheurs manuels (DM) sont directement reliés à la centrale de détection via le câblage relais 1 pour premier étage relais 2 pour deuxième étage, relais 3 pour troisième étage. Cela permet une détection rapide et une commande directe sans passer par d'autres modules.

Du 4e étage jusqu'au dernier étage :

À partir du 4e étage, le câblage change de configuration. Tous les deux étages, un boîtier d'étage de type MIO22 est installé, et tous sont relier à relais 4. Ce module permet :

- De recevoir les informations provenant des DM et DF de ces deux étages.
- D'envoyer les ordres vers les actionneurs locaux : volets motorisés, moteurs d'amenée et d'extraction d'air, etc.
- De simplifier le câblage en évitant que tous les signaux ne soient tirés jusqu'à la centrale.

II.6 Système désenfumage conventionnel

Le système de désenfumage conventionnel est une solution encore largement utilisée dans des contextes spécifiques, notamment dans les parkings, les bâtiments à faible hauteur, ou encore certains centres commerciaux. Ce type de système repose principalement sur une commande manuelle, et ne nécessite pas une gestion automatisée complexe. Il est adapté aux structures où la configuration architecturale permet une évacuation naturelle ou assistée des fumées, sans avoir recours à des systèmes intelligents. [11]

II.6.1 Présentation de la centrale conventionnelle

La centrale conventionnelle présente plusieurs limites techniques. Elle ne dispose pas de la fonctionnalité d'adressage, ce qui signifie qu'en cas de détection de fumée ou d'incendie, elle indique uniquement la zone concernée sans pouvoir localiser précisément l'origine du sinistre. Contrairement aux systèmes adressables, elle ne fonctionne pas en boucle mais utilise une architecture linéaire avec une résistance de fin de ligne (EOL) pour chaque zone, permettant de détecter les coupures ou court-circuit. Elle est également équipée de deux relais principaux : l'un pour déclencher l'alarme, et l'autre pour signaler un défaut (comme une panne ou une anomalie de ligne). Ce type de centrale reste simple et économique, mais limité en termes de précision et de flexibilité. [11]

II.6.2 Particularités d'utilisation selon le type de bâtiment

L'utilisation du système de désenfumage conventionnel varie en fonction de la nature du bâtiment et des contraintes environnementale [13].

Dans les parkings souterrains ou aérés, il n'est généralement pas recommandé d'installer des détecteurs de fumée classiques, car la présence régulière

de gaz d'échappement, de poussière et de fumée de moteurs peut provoquer des déclenchements intempestifs du système. Ces interférences rendent les capteurs peu fiables dans ce contexte, et la commande du système est donc assurée manuellement, ou activée à distance par le personnel de sécurité en cas de besoin [13].

En revanche, dans les centres commerciaux ou les bâtiments à faible hauteur, où les risques d'incendie sont plus localisés (par exemple dans les boutiques ou zones de stockage), il est courant d'utiliser des détecteurs optiques de fumée. Ces capteurs permettent une détection plus précise et réactive en cas de départ de feu, tout en limitant les fausses alarmes. Leur intégration permet de renforcer la sécurité incendie dans des espaces recevant du public [13].

II.6.3 Façade de la centrale

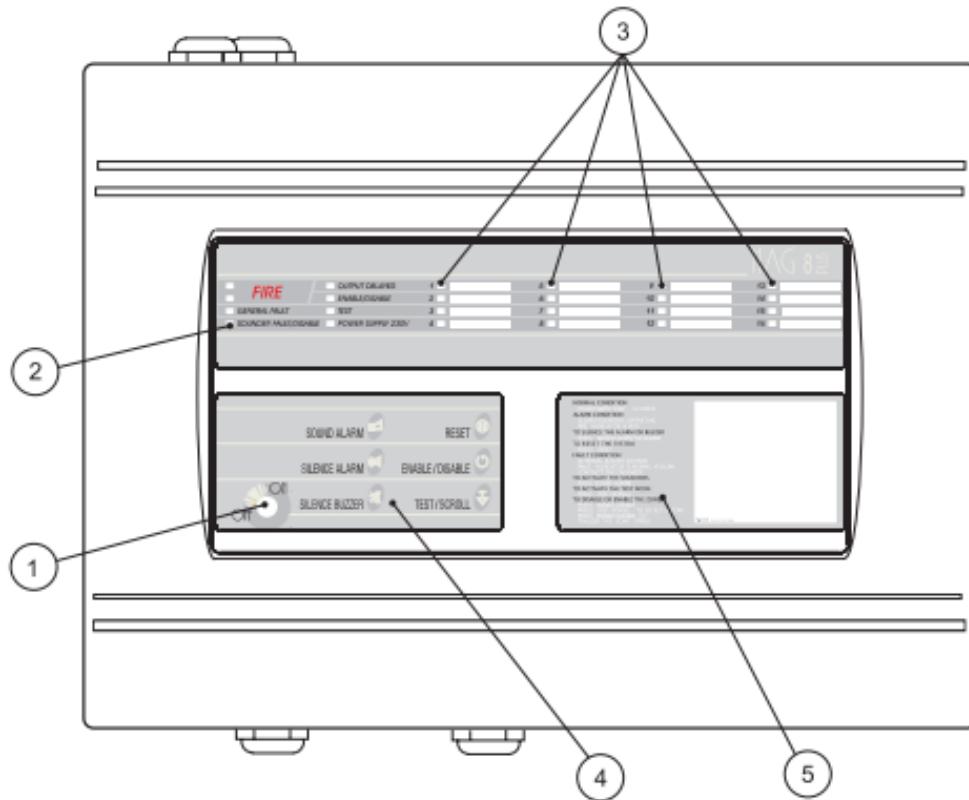


FIGURE II.13 – Panneau de la centrale conventionnel [12].

1. Interrupteur de commutation entre les niveaux d'accès 1 et 2 : En position OFF (niveau d'accès 1), seul le bouton principal est actif. En position ON (niveau d'accès 2), tous les boutons sont activés.

2. Voyant LED des modes de fonctionnement : Indique l'état opérationnel actuel du panneau (mode normal, alarme, défaut, etc.).
3. Voyants LED d'état des zones : Permettent de visualiser rapidement l'état de chaque zone (normale, alarme, défaut, etc.).
4. Boutons de commande : Utilisés pour effectuer différentes actions sur la centrale (réinitialisation, silence alarme, test, etc.).
5. Instructions d'utilisation de la centrale incendie : Guide imprimé ou collé directement sur le panneau pour aider l'utilisateur à effectuer les opérations de base.

II.6.4 Fonctionnement global de la centrale de désenfumage

Le schéma ci-dessus illustre le principe de fonctionnement d'une centrale de désenfumage utilisée dans les parkings ou les bâtiments à ventilation mécanique. Ce système est conçu pour piloter un moteur triphasé deux vitesses (type Dahlander), permettant d'assurer à la fois la ventilation quotidienne (petite vitesse) et le désenfumage en cas d'incendie (grande vitesse) [14].

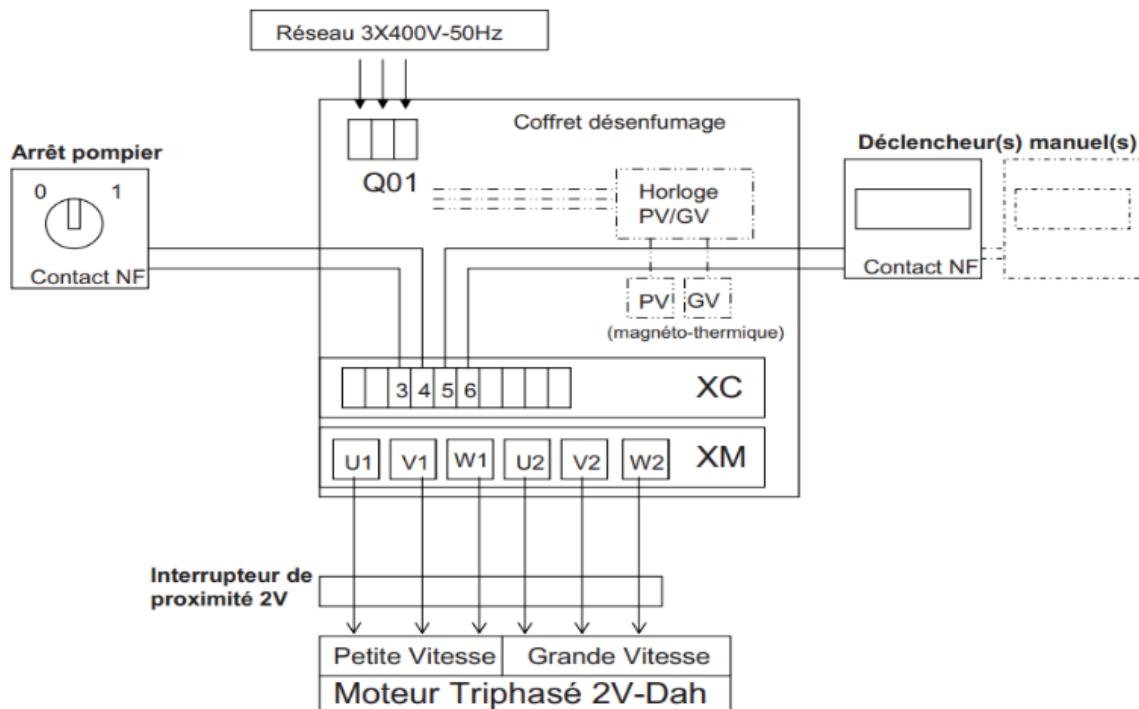


FIGURE II.14 – Principe fonctionnement de la centrale de désenfumage conventionnel [14].

1. Alimentation : La centrale est alimentée en courant triphasé 3x400V – 50Hz.
2. Centrale de désenfumage : Elle regroupe les composants de protection, de commande et de commutation. On y trouve le disjoncteur Q01, les relais

de commande (XC et XM), ainsi que l'horloge permettant de gérer automatiquement le passage entre les deux vitesses.

3. Déclenchement manuel : Un ou plusieurs déclencheurs manuels à contact normalement fermé (NF) permettent d'activer manuellement le désenfumage en cas d'incendie.

4. Commande pompière : Un interrupteur à clé permet aux pompiers de couper l'alimentation du moteur pour effectuer des interventions en toute sécurité.

5. Horloge PV/GV : Cette horloge permet de programmer les périodes de fonctionnement en petite vitesse (PV) et en grande vitesse (GV), selon les besoins du bâtiment.

6. Moteur 2V Dahlander (moteur à deux vitesses) : Ce moteur dispose de deux bobinages permettant un fonctionnement à deux vitesses. Il est raccordé à la centrale via deux ensembles de connexions (U1/V1/W1 pour PV, U2/V2/W2 pour GV).

7. Interrupteur de proximité 2V : Il assure une commutation sécurisée entre les deux vitesses et garantit que seule l'une d'elles peut être activée à la fois, évitant ainsi le court-circuit et les dommages au moteur [14].

II.6.5 Exigences de ventilation dans les parkings

Dans le cas d'une ventilation naturelle, les ouvertures situées en partie basse et en partie haute du parking doivent offrir une surface libre minimale de 6 dm^2 par véhicule afin de garantir une circulation d'air suffisante. En revanche, pour une ventilation mécanique, le débit de renouvellement d'air exigé est d'au moins $600 \text{ m}^3/\text{h}$ par voiture, afin d'évacuer efficacement les gaz d'échappement et assurer la qualité de l'air.

Son choix dépend de plusieurs facteurs, notamment le volume du parking, le nombre de véhicules, le type de ventilation (naturelle ou mécanique), ainsi que les exigences techniques de l'installation. On utilise souvent des ventilateurs axiaux ou centrifuges à deux vitesses, permettant une ventilation normale au quotidien et un fonctionnement en grande vitesse en cas d'urgence. Il est aussi essentiel de tenir compte des pertes de charge du réseau de conduits et de s'assurer que le ventilateur est compatible avec la commande automatique de la centrale de désenfumage.

II.6.5.1 Choix du type de ventilateur

- **Ventilateurs axiaux :** Ce sont des ventilateurs qui créent un flux d'air parallèle à l'axe du ventilateur. Ils sont efficaces pour des espaces avec un débit d'air élevé, comme les parkings de grande taille [15].



FIGURE II.15 – Ventilateur axiaux [15].

- **Ventilateurs centrifuges :** Ces ventilateurs sont mieux adaptés pour des espaces plus petits et pour des installations nécessitant une pression plus élevée pour pousser l'air à travers des conduits.



FIGURE II.16 – Tourelle de disenfumage [15].

II.6.6 Conclusion

Ce chapitre a permis de souligner l'importance stratégique des dispositifs de sécurité incendie dans la protection des personnes et des biens, en mettant en lumière les risques majeurs liés aux fumées dégagées lors d'un incendie. Ces dernières, en raison de leur toxicité et de leur impact sur la visibilité, constituent l'un des principaux facteurs de danger dans les phases d'évacuation d'urgence.

L'analyse comparative des systèmes conventionnels et adressables a montré que le choix d'un système de détection doit être guidé par les spécificités du bâtiment, les exigences réglementaires et les objectifs de performance attendus. Ces systèmes jouent un rôle déterminant dans la détection rapide des foyers d'incendie et dans le déclenchement automatique ou semi-automatique des mécanismes de mise en sécurité.

Les notions développées dans ce chapitre constituent ainsi une assise théorique indispensable pour aborder, dans le chapitre suivant, l'étude détaillée des équipements constituant un système de désenfumage et leur intégration dans une architecture de sécurité cohérente et efficace.

Chapitre

III

Conception et Integration d'une solution alternative de désenfumage par API

III.1 Introduction

Ce chapitre décrit les étapes techniques de la mise en œuvre du système de désenfumage, notamment le câblage, la configuration et l'intégration des différents éléments. Le système conventionnel a été utilisé sans modification particulière. En revanche, face à certaines contraintes liées à la centrale adressable, une solution alternative basée sur un API a été mise en place, permettant une gestion plus souple et adaptée aux besoins du projet.

III.2 Système adressable

III.2.1 Architecture

Notre objectif est de montrer aux techniciens l'emplacement des différents dispositifs et de les guider dans leur installation aux normes et réglementation de la protection civile. Pour cela, nous avons réalisé, à l'aide de PowerPoint, une architecture de câblage représentant un étage du bâtiment.

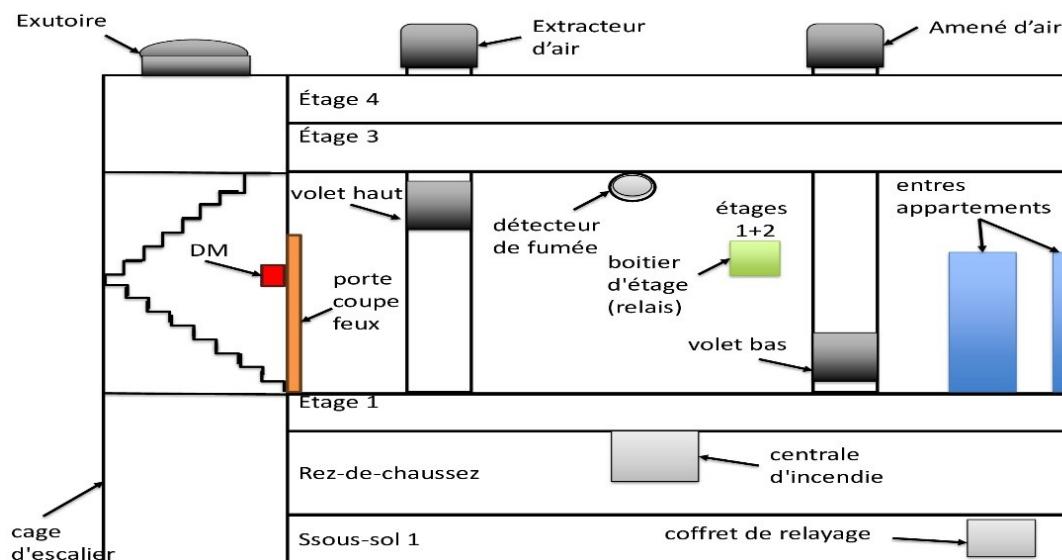


FIGURE III.1 – Emplacement des dispositifs dans un étage.

III.2.2 Câblage

Durant notre stage, nous avons réalisé un schéma de câblage d'un étage à l'aide du logiciel PowerPoint, afin de représenter visuellement l'emplacement des dispositifs et les connexions électriques prévues.

Dans notre stage, nous avons réalisé un câblage avec une boucle (loop) pour connecter plusieurs dispositifs. On a utilisé trois relais pour gérer les équipements du sous-sol, et un relais commun pour le reste des étages. L'alimentation se fait en 24V à partir du 220V, et une batterie 12V prend le relais en cas de coupure de courant. Ce montage permet d'assurer le bon fonctionnement des capteurs et la continuité du système en toute sécurité.

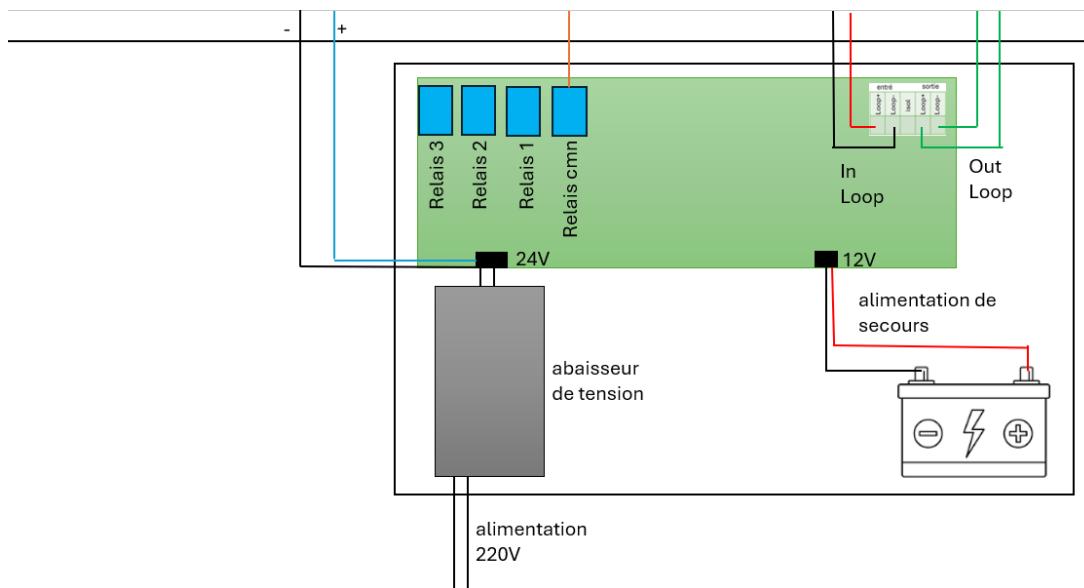


FIGURE III.2 – Câblage de la centrale TELETEK.

Après la mise en place du système général, nous avons réalisé le câblage d'un étage type. Un câble arrive depuis la loop in de la centrale, passe par le déclencheur manuel (DM), puis par le détecteur de fumée (DF), avant d'entrer dans la loop in du boîtier d'étage (MIO-22). Ensuite, un autre câble sort de la loop out du boîtier pour aller vers le DM de l'étage supérieur. Les volets (VH/VB) sont commandés à partir du boîtier d'étage via ses relais. Ce même câblage est répété tous les deux étages, ce qui permet une gestion groupée et plus simple de l'architecture incendie du bâtiment.

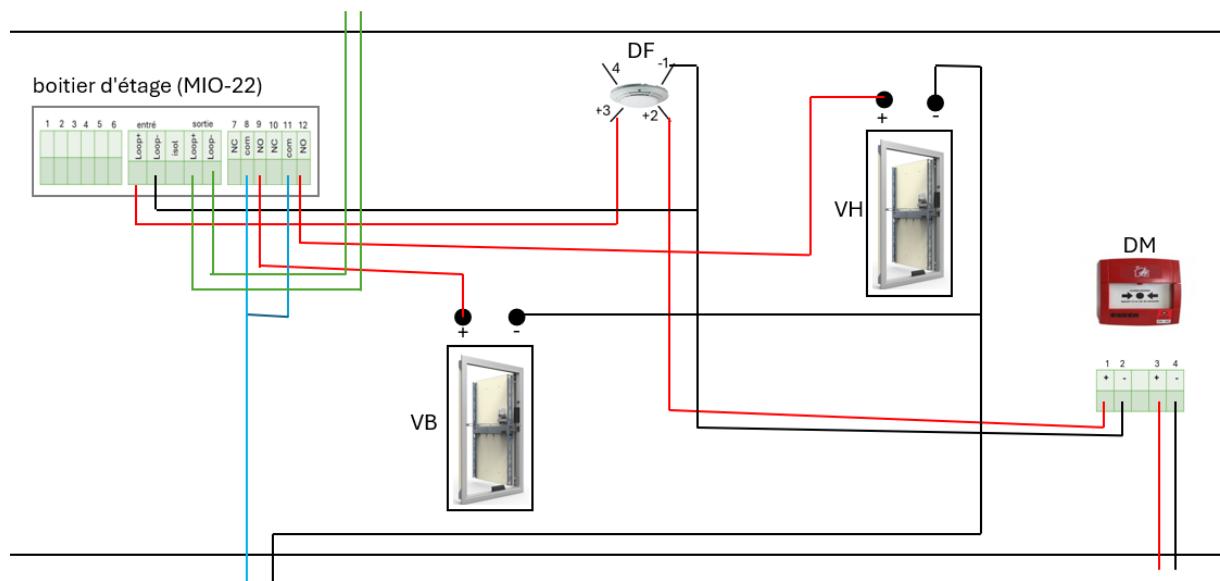


FIGURE III.3 – Câblage d'un étage.

Lors de notre stage, nous avons fait une installation d'un coffret de relayage au dernier étage, ce coffret sert à démarrer deux moteurs : un pour faire entrer l'air, et un autre pour le faire sortir.

Un câble de commande (24V) vient de la centrale et active les deux moteurs en même temps.

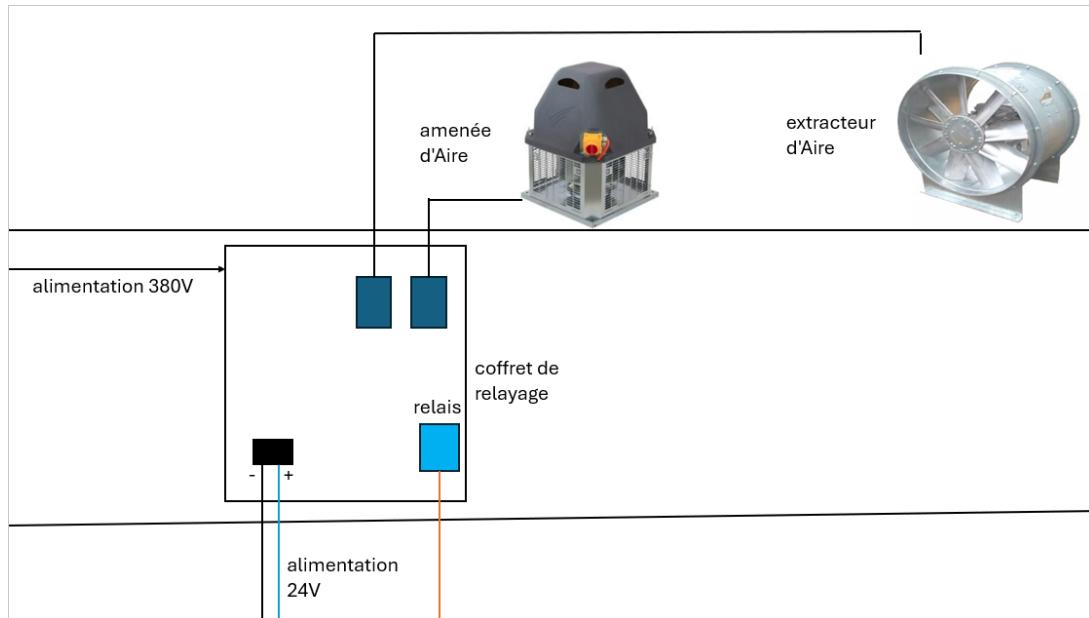


FIGURE III.4 – Câblage de cofret de relayage.

III.2.3 Programmation

III.2.3.1 Programmation manuel

L'accès aux menus de programmation se fait à partir des niveaux d'accès 2 (Maintenance) et 3 (Installateur), après la saisie du code correspondant. Le niveau 2 permet d'effectuer certains ajustements partiels et d'accéder à certaines valeurs en lecture seule. En revanche, le niveau d'accès 3 autorise une programmation complète du système : modification des réglages, ajout de dispositifs, restauration des paramètres d'usine, y compris la réinitialisation des codes d'accès [16].



FIGURE III.5 – L'écran de la centrale après la réponse du système.

Les modes de programmation

Les étapes de programmation de la centrale Il est essentiel de déconnecter tous les détecteurs de fumée ainsi que les déclencheurs manuels. En effet, lors de sa mise en service, la centrale détecte automatiquement les dispositifs connectés et les configure de manière aléatoire. Cette déconnexion préalable permet d'éviter toute identification erronée ou configuration non souhaitée des équipements.

III.2.3.2 Programmation à l'aide de logiciel Proste

PROST (Programming and Operating Software Tool) est un logiciel professionnel spécialisé dans la programmation, le diagnostic et la maintenance des centrales d'alarme incendie. Il est notamment utilisé pour les systèmes TELETEK (technologie adressable) ainsi que pour les systèmes conventionnels tels que le MAG 8 Plus. Ce logiciel permet une gestion centralisée, incluant le contrôle des dispositifs de désenfumage, garantissant ainsi une meilleure efficacité en matière de protection et de sécurité des bâtiments.[17]

Objectifs de l'utilisation du logiciel PROST

1- Identification et adressage des dispositifs

-Attribuer une adresse logique unique à chaque équipement (détecteurs, déclencheurs manuels, modules relais, etc.).

-Associer un nom clair (ex. : D001 – DéTECTEUR couloir RDC) pour une traçabilité optimale.

2- Définition des zones et des groupes d'action

-Structurer le système en zones logiques (ex. : Zone A – RDC, Zone B – 1^{er} étage).

-Configurer les groupes de désenfumage pour une gestion coordonnée des exutoires et ventilateurs.

3- Programmation des scénarios automatiques

-Établir des règles de déclenchement (ex. : Si DÉTECTEUR Fumée D003 → Activer Exutoire R10).

-Paramétriser les temporisations, enchaînements d'actions et priorités entre alarmes.

4- Surveillance et diagnostic en temps réel

-Visualiser l'état du système (défauts, alarmes, confirmations).

Générer des rapports de diagnostic pour la maintenance préventive.

Étapes de la programmation avec PROST

1- Connexion physique

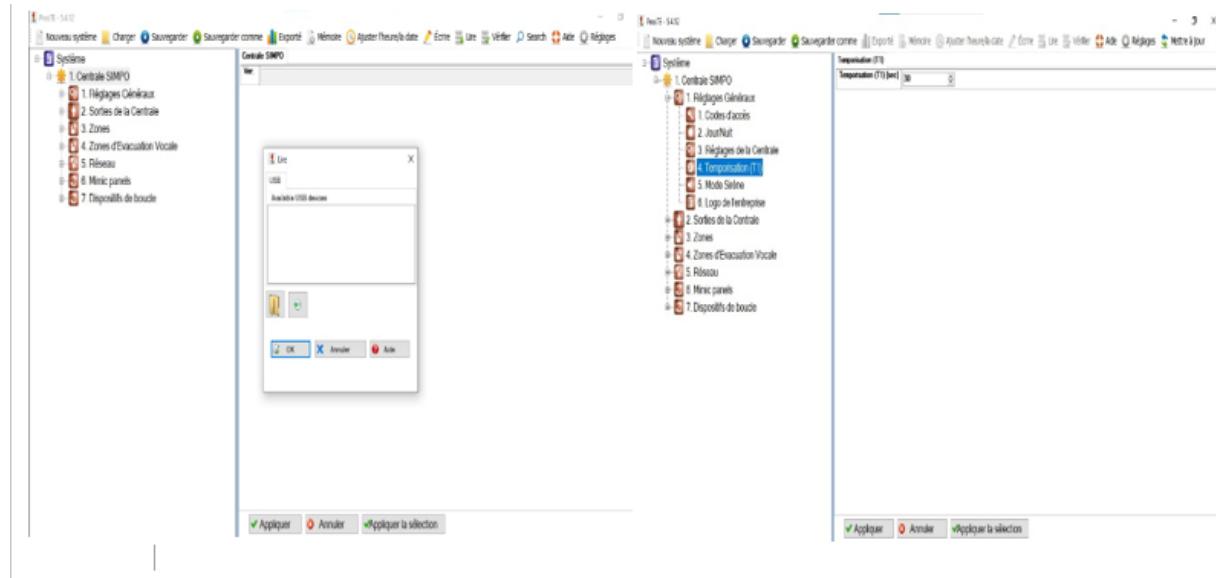


FIGURE III.6 – Capteur de logiciel Proste après la connexion avec la centrale

La centrale IRIS est connectée à l'ordinateur via un port USB pour établir la communication avec le logiciel PROST.

2- Initialisation et lecture du bus

- Lancement du logiciel PROST.
- Lecture automatique du bus adressable pour détecter les éléments connectés.

3- Identification et nommage des éléments

Chaque dispositif est identifié et nommé selon une convention prédéfinie (exemple : D001 – DéTECTeur 1er étage couloir).

4- Définition des zones logiques

Les zones sont configurées en fonction de la répartition géographique (exemple :

- Zone A : Rez-de-chaussée.
- Zone B : 1er étage.
- Zone C : 2e étage, (etc....).

5- Paramétrage des scénarios de désenfumage

Des règles d'action sont définies pour assurer la gestion des fumées. Par exemple : - Si D003 (déTECTEUR fumée escalier 2e étage) est déclenché → Activer R10 (commande exutoire étage 2).

6- Configuration des temporisations et priorités

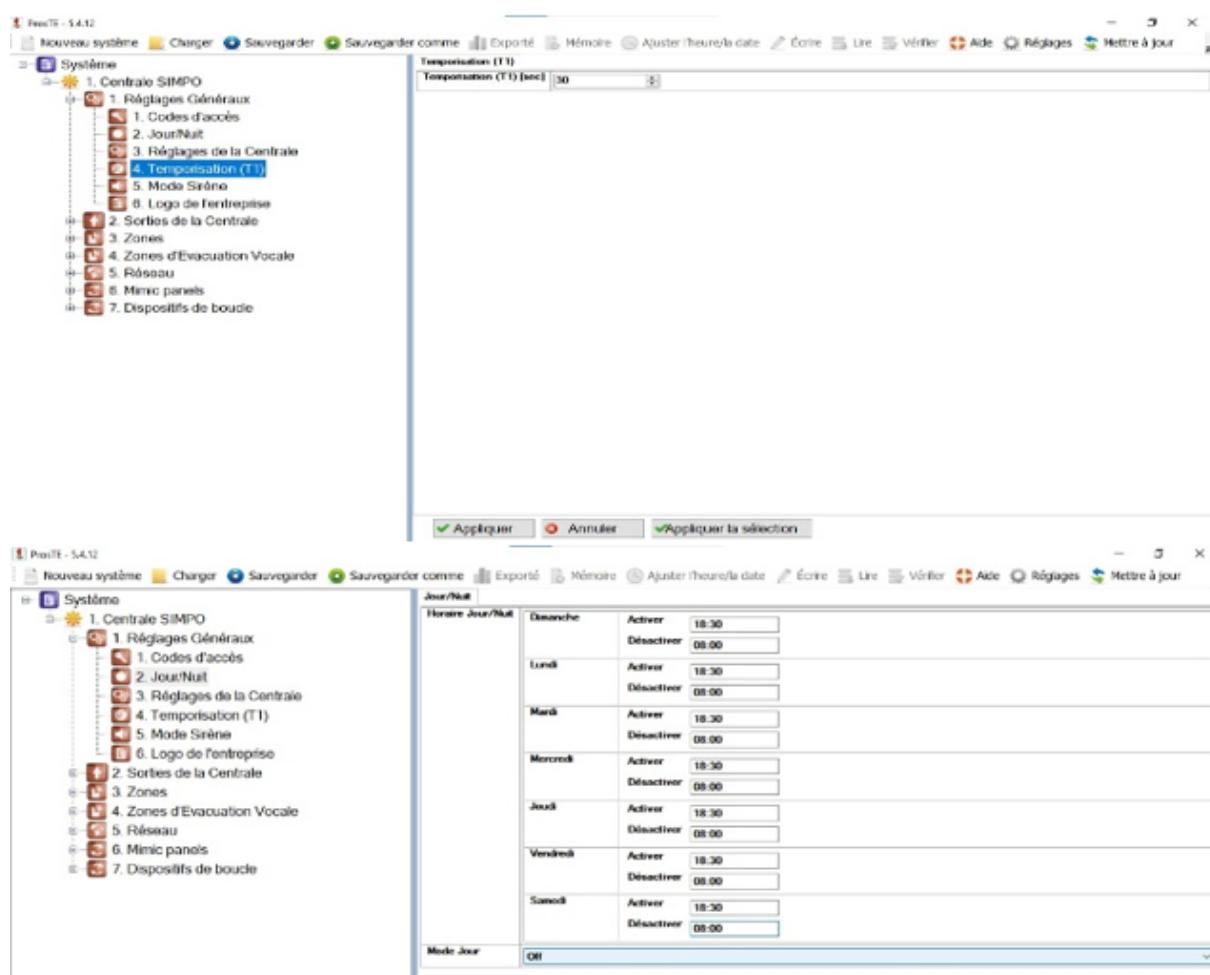


FIGURE III.7 – Réglage de temporisation du centrale

- Réglage des délais d'activation/désactivation.
- Définition des priorités entre les alarmes.
- Paramétrage du réarmement automatique ou manuel.

7- Simulation et validation

- Test des scénarios via des simulations d'alarmes.
- Vérification du comportement des actionneurs (exutoires, désenfumage, ect.)

8- Sauvegarde et documentation

- Enregistrement de la programmation dans la centrale.
- Export d'un fichier de diagnostic pour archivage et traçable.

III.3 Système conventionnel

III.3.1 Architecture

Dans le cadre de mon stage, nous avons étudié l'architecture d'un système de désenfumage conventionnel utilisé dans un parking. Ce système repose sur une centrale d'incendie conventionnelle connectée à des déclencheurs manuels, des extracteurs d'air, des grilles de ventilation et une amenée d'air. L'objectif est d'assurer une évacuation efficace des fumées en cas d'incendie afin de protéger les personnes et faciliter l'intervention des secours.

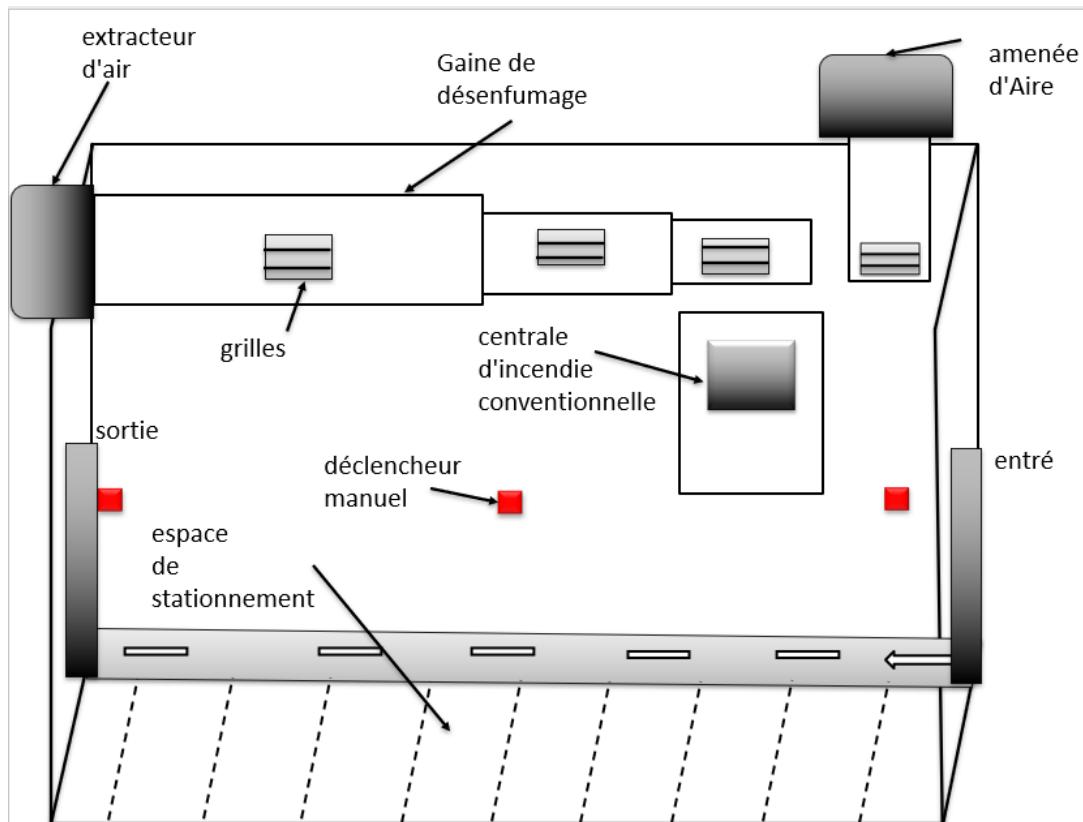


FIGURE III.8 – Emplacement des dispositifs dans un parking.

III.3.2 Câblage

Durant notre stage, nous avons réalisé un schéma de câblage d'un étage à l'aide du logiciel PowerPoint, afin de représenter visuellement l'emplacement des dispositifs et les connexions électriques prévues.

Dans le domaine du stationnement, une centrale conventionnelle a été installée, accompagnée d'un coffret de relai situé à proximité. Un condensateur de fin de ligne a été intégré afin de prévenir d'éventuels défauts au niveau de la centrale. De plus, une alimentation de secours de 12V a été mise en place pour faire face aux coupures d'électricité. L'alimentation extérieure de deux moteurs, qui sont pilotés par le relai du coffret, est également contrôlée par la centrale.

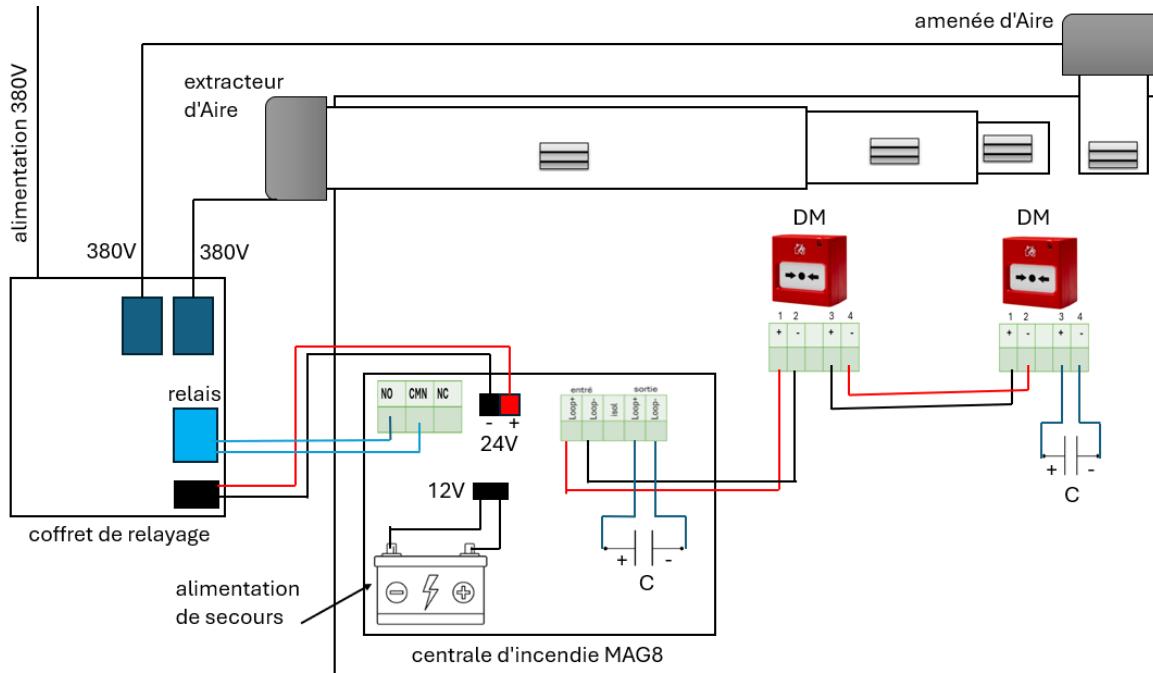


FIGURE III.9 – schéma de câblage d'un système placé dans un parking.

III.3.3 Programmation

Lors de notre stage, nous avons observé que la programmation d'un système conventionnel repose principalement sur un câblage direct entre les dispositifs de terrain (détecteurs, volets, ventilateurs, etc.) et la centrale de désenfumage. Ce type de configuration permet une mise en œuvre rapide, avec un fonctionnement automatique dès la détection d'un événement.

Cependant, nous avons relevé plusieurs inconvénients. En effet, il peut arriver que la centrale ne reconnaisse pas certains dispositifs ou rencontre des erreurs de communication, ce qui peut compromettre la fiabilité du système. Ces limitations mettent en évidence le manque de souplesse et de contrôle offert par une centrale conventionnelle, et soulignent la nécessité d'envisager une solution plus évoluée, comme l'utilisation d'un automate programmable industriel.

III.4 Limites constatées de la centrale de désenfumage durant le stage

Au cours de notre stage, nous avons eu l'occasion d'observer le fonctionnement d'un système de désenfumage géré par une centrale classique. Bien que ce type de dispositif remplisse correctement sa fonction de base, plusieurs inconvénients ont été relevés sur le terrain :

- Rigidité du système : la centrale ne permet pas de modifier facilement la logique de fonctionnement selon les besoins spécifiques de l'installation.
- Difficulté d'évolution : l'ajout de nouveaux équipements (volets, capteurs, ventilateurs) nécessite souvent une intervention technique complexe et coûteuse.
- Programmation limitée : la logique interne est figée et inaccessible, ce qui empêche toute adaptation ou optimisation du système par l'utilisateur.
- Intégration compliquée : le raccordement à d'autres systèmes automatisés ou de supervision (incendie, GTB, ventilation) est limité ou nécessite des modules supplémentaires.
- Manque de flexibilité pour le technicien : la configuration se fait via une interface souvent peu intuitive, et l'accès à certaines fonctions reste restreint.

III.5 Présentation de la solution API

Pour moderniser et rendre plus flexible le système de désenfumage, nous avons choisi de remplacer la centrale classique par un automate programmable industriel (API) Siemens S7-314. Ce choix s'appuie sur la capacité de l'API à gérer des entrées/sorties variées, à exécuter des scénarios logiques complexes, et à offrir une reconfiguration facile en cas d'évolution du système.

III.5.1 Définition des entrées/sorties

Nous avons défini les entrées et sorties indiqués sur le tableau suivant :

Désignation	Type	Adresse API
Détecteur de fumée	Entrée DI	I0.0
Déclencheur manuel	Entrée DI	I0.1
Volet de désenfumage	Sortie DO	Q0.0
Moteur extraction	Sortie DO	Q0.1
Moteur amenée d'air	Sortie DO	Q0.2
Arrêt d'urgence	Entrée DI	I0.2

TABLE III.1 – Affectation des entrées/sorties de l'automate

III.5.2 Programmation du système de désenfumage avec TIA Portal

Nous avons réalisé la programmation du système de désenfumage en utilisant le logiciel TIA Portal de Siemens, compatible avec l'automate S7-314. Ce travail nous a permis de concevoir une solution flexible, adaptée aux besoins du bâtiment.[18]

III.5.2.1 Cr éation du projet

Nous avons commencé par créer un nouveau projet dans TIA Portal, en ajoutant le modèle de l'automate utilisé (S7-314) et en configurant les paramètres de base tels que l'adresse IP.

L'automate programmable industriel (API) dispose de 16 entrées, chacune étant connectée à un déclencheur manuel (DM) et un détecteur de fumée (DF) pour chaque étage. Il comprend également 16 sorties, chacune reliée aux volets de désenfumage de chaque étage, ainsi qu'une sortie commune permettant de commander les deux moteurs d'extraction d'air.

Chapitre III. Conception et Integration d'une solution alternative de désenfumage par API

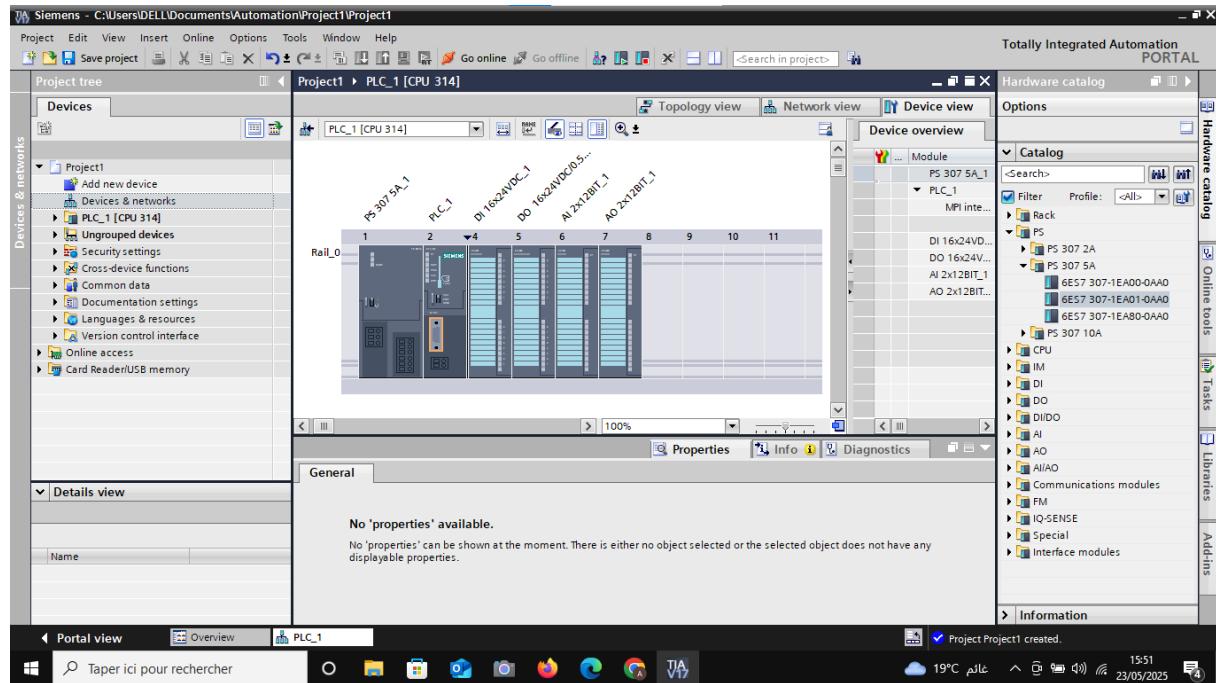


FIGURE III.10 – Configuration de l'API.

III.5.2.2 Déclaration des entrées et sorties

Nous avons ensuite défini les entrées et les sorties nécessaires au fonctionnement du système, en nous basant sur le schéma de câblage établi.

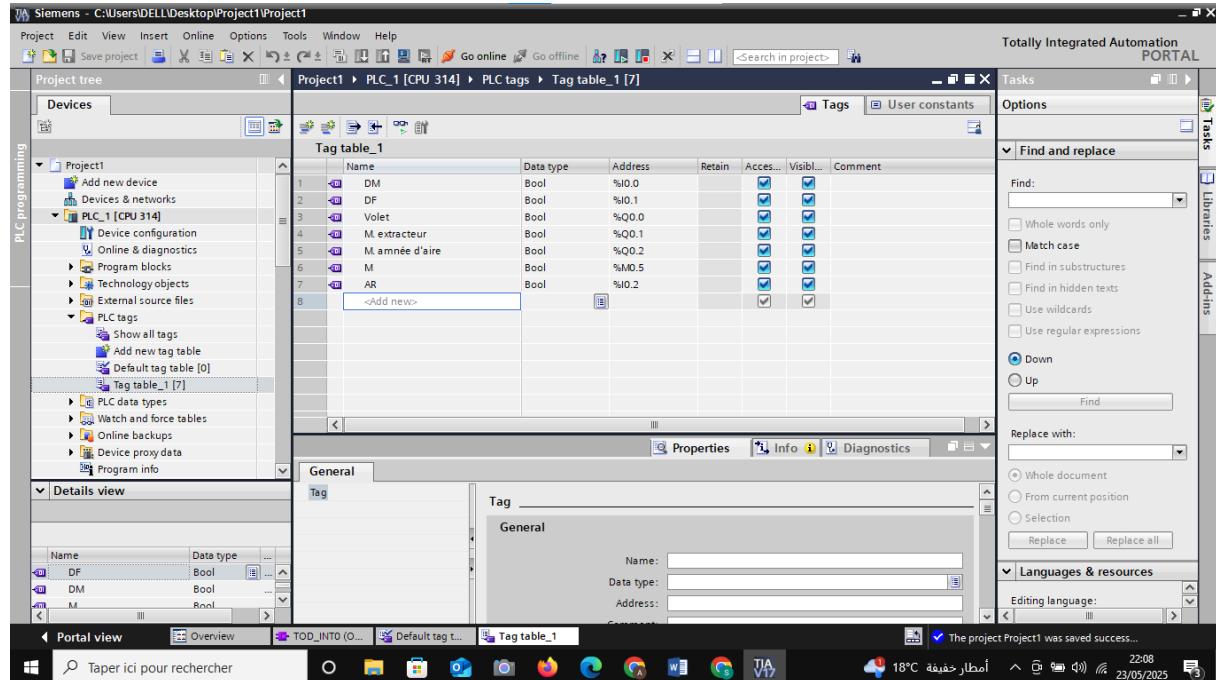


FIGURE III.11 – Configuration des entrées et des sorties de l'API.

III.5.2.3 Programmation en langage LADDER (LAD)

Nous avons programmé la logique de fonctionnement en langage Ladder, un langage graphique simple et intuitif. Le programme comprenait :

- L'activation automatique des dispositifs en cas de détection de fumée ou déclenchement manuel en cas du fumé

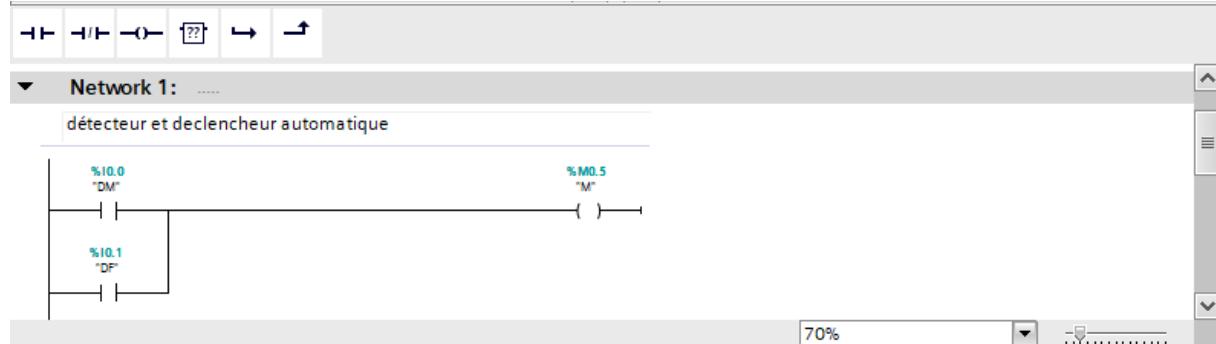


FIGURE III.12 – L'interface des entrées.

- La mise en marche simultanée des volets, du moteur extracteur et amnée d'air.
- Un réseau dédié à l'arrêt d'urgence manuel, permettant d'interrompre le système à tout moment

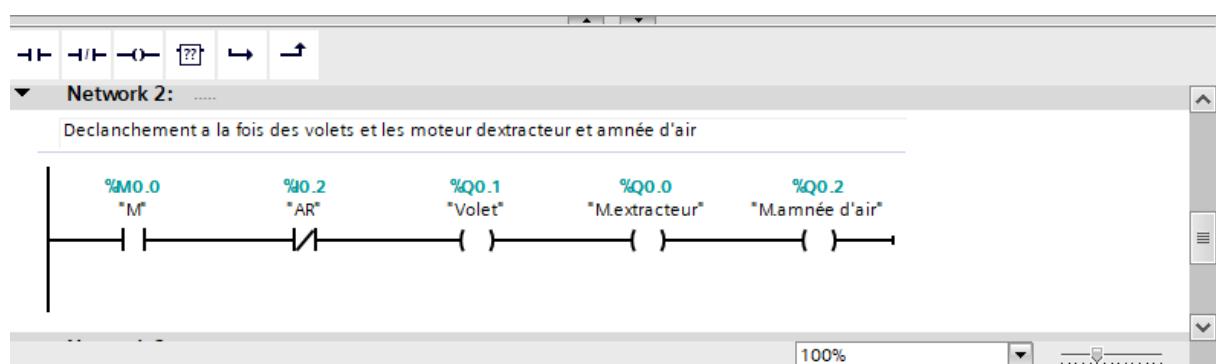


FIGURE III.13 – L'interface des sorties

III.5.3 Simulation et test

Nous avons réalisé une simulation du système de désenfumage à l'aide du logiciel TIA Portal.

- DM : Déclencheur Manuel
- DF : DéTECTeur de Fumée
- AR : Arrêt d'Urgence (lié à la fermeture des portes)

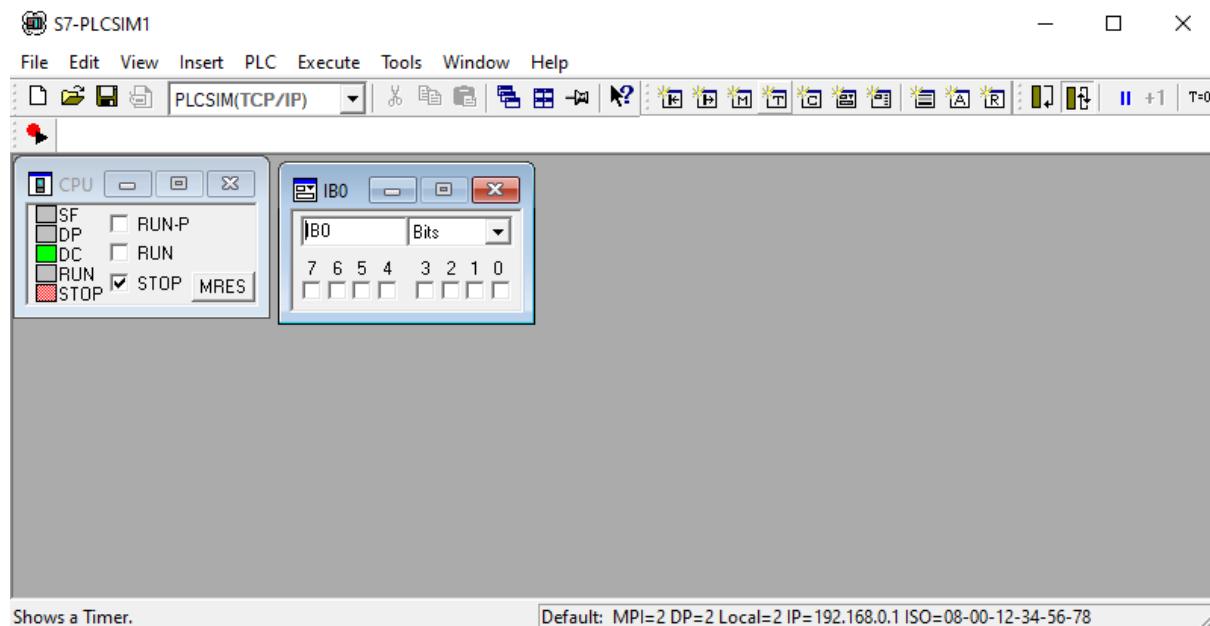


FIGURE III.14 – Logiciel de declanchement des entrées de systeme.

Les entrées DM et DF ont été câblées en parallèle, de manière à ce que l'activation de l'un ou de l'autre déclenche une adresse d'alerte M.

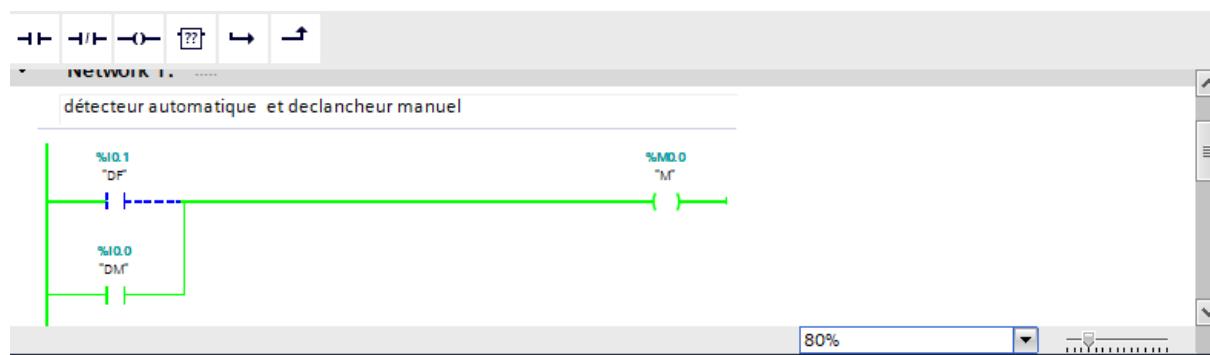


FIGURE III.15 – Déclenchement manuel est activé.

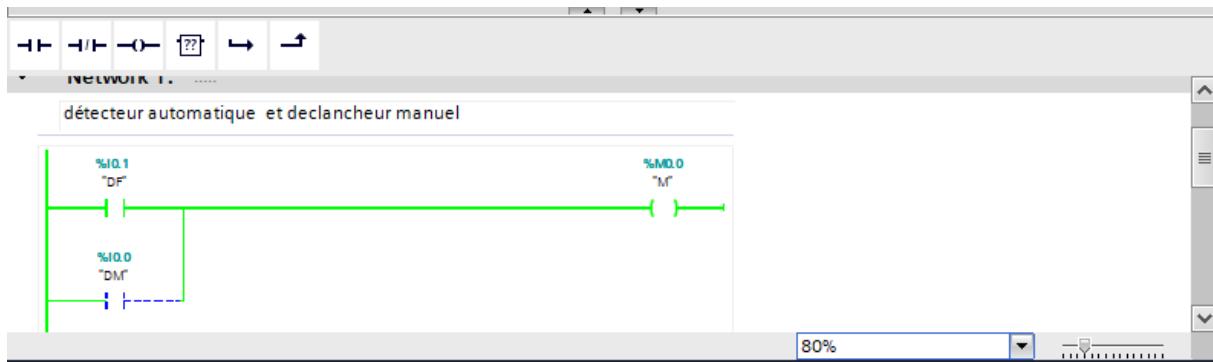


FIGURE III.16 – Déclenchement de détecteur de fumé.

Cette adresse active ensuite les sorties suivantes :

- Volet de désenfumage
- Moteur extracteur (M. extracteur)
- Moteur d'amenée d'air (M. amenée d'air)

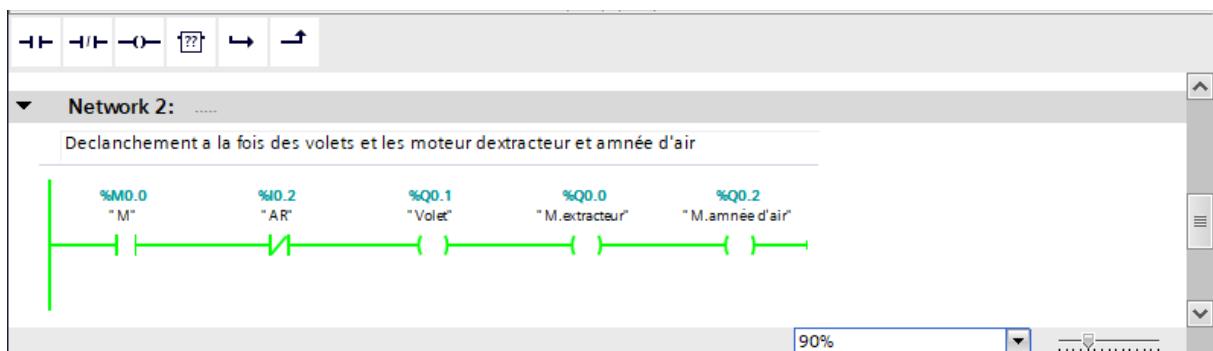


FIGURE III.17 – Dclenchemeant simultané des moteurs.

Par ailleurs, l'entrée AR permet de simuler une condition d'arrêt d'urgence. Lorsqu'elle est activée, elle entraîne l'arrêt immédiat de tous les équipements actifs : volets, moteur extracteur et moteur d'amenée d'air.

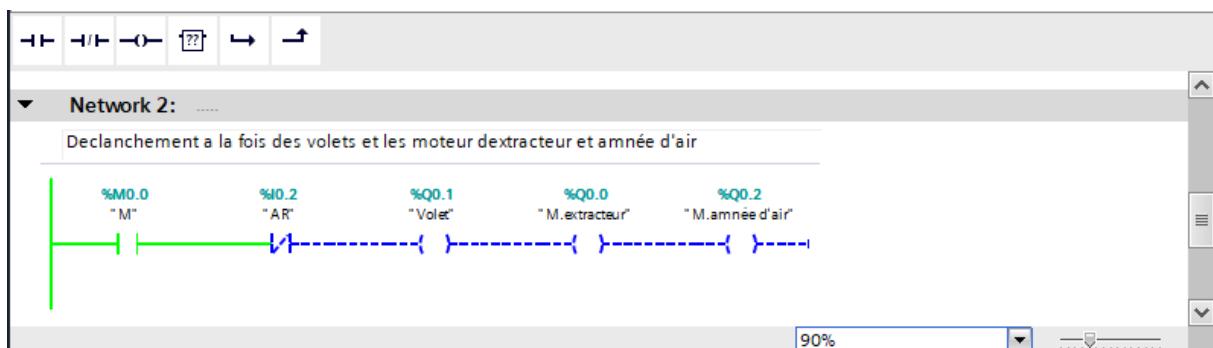


FIGURE III.18 – Arret d'urgenre.

Cette simulation dans TIA Portal nous a permis de tester le bon fonctionnement de la logique de sécurité et de valider le comportement du système en conditions simulées, avant toute mise en œuvre réelle.

III.5.4 Description du système de désenfumage à l'aide d'Automgen 8

Afin de représenter le fonctionnement logique de notre système de désenfumage, nous avons utilisé le logiciel AUTOGEN 8. Ce dernier permet de concevoir des GRAFCETs (Graphe Fonctionnel de Commande Étapes/Transitions) de manière claire et conforme aux normes CEI 60848. Le GRAFCET que nous avons développé modélise la séquence d'actions déclenchée automatiquement lors de la détection d'un départ d'incendie.

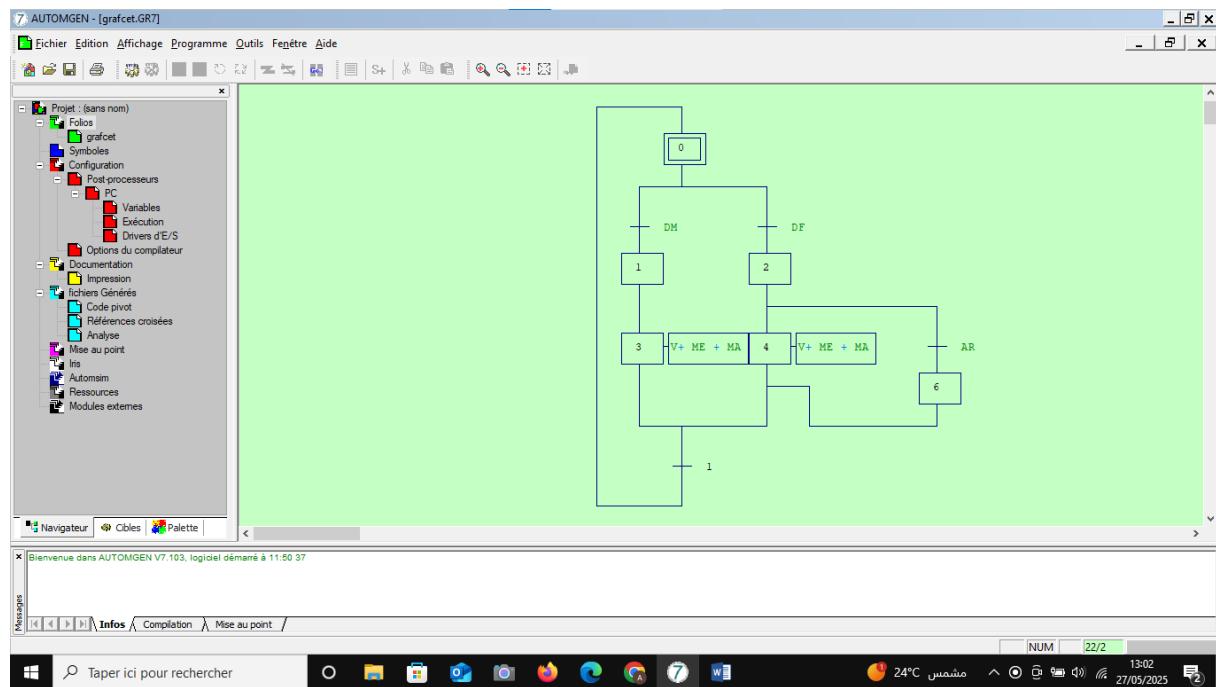


FIGURE III.19 – Description du système à l'aide d'automgen

Ce GRAFCET comporte 6 étapes principales, incluant la détection, l'activation des équipements de désenfumage, et le réarmement du système.

Étape	Description
Étape 0	Système au repos – Aucune détection de fumée ou de flamme. Le système est en attente.
Étape 1	Détection de fumée (DM) – Le capteur de fumée détecte un incendie potentiel.
Étape 2	Détection de flamme (DF) – Le capteur de flamme déclenche également la mise en sécurité.
Étape 3	Activation équipements via DM : Ouverture des volets (V) , démarrage du moteur d'extraction (ME) , moteur d'amenée d'air (MA).
Étape 4	Activation équipements via DF : Même action que l'étape 3 (V + ME + MA), mais initiée par le détecteur de flamme.
Étape 6	Arrêt d'urgence (AR) – Remise à zéro manuelle du système après incendie.

TABLE III.2 – Étapes de fonctionnement d'un système de détection incendie

III.6 Bilan des travaux réalisés

À l'issue de cette étude, nous avons pu mettre en œuvre une démarche complète allant de l'analyse des besoins jusqu'à la mise en œuvre d'un système de désenfumage fonctionnel. Ce travail nous a permis d'explorer les différentes composantes du système, d'en analyser le fonctionnement, puis de proposer une solution alternative via un automate programmable industriel, accompagnée d'une simulation validant son efficacité.

III.7 Conclusion

À travers ce travail, nous avons pu comparer deux approches pour la gestion d'un système de désenfumage : l'utilisation d'une centrale classique et l'intégration d'un automate programmable industriel (API). Si la centrale offre une solution simple et fonctionnelle, elle présente toutefois plusieurs limites en termes de flexibilité, de personnalisation et d'évolutivité.

Durant notre stage, nous avons constaté que l'utilisation de l'API S7-314 constitue une alternative performante. Elle permet non seulement une programmation plus souple et personnalisée, mais aussi une meilleure intégration avec d'autres systèmes du bâtiment. De plus, les outils proposés par Siemens, notamment TIA Portal et PLCSIM, facilitent considérablement le développement, la simulation et la mise en service du système.

Cette expérience nous a permis de renforcer nos compétences en automatisation industrielle et d'apprécier l'intérêt croissant des API dans les applications de sécurité et de gestion technique des bâtiments.

Conclusion Générale

Ce projet de fin d'études a été consacré à l'étude, la conception et la mise en œuvre d'un système de désenfumage, dans le but de renforcer la sécurité incendie dans des structures telles que les bâtiments à plusieurs étages, les parkings souterrains et les centres commerciaux. À travers les différentes étapes de ce mémoire, nous avons suivi un parcours allant des principes de base de la sécurité incendie à la réalisation d'une solution pratique et adaptable sur le terrain.

Pour bien approfondir notre étude, nous avons d'abord réalisé une analyse de l'existant au sein de l'entreprise où nous avons effectué notre stage, spécialisée dans les systèmes de sécurité incendie. Nous avons identifié les différents composants utilisés dans les installations réelles, et soulevé une problématique liée à la rigidité des centrales adressables, notamment la centrale Teletek. Cette problématique nous a conduit à explorer une alternative plus flexible et modulaire.

Nous avons présenté les trois types de systèmes de désenfumage les plus utilisés : le désenfumage naturel, le désenfumage conventionnel (avec la centrale MAG 8) et le désenfumage adressable (avec la centrale Teletek). Chacun de ces systèmes a été présenté selon sa logique de fonctionnement, ses composants et son domaine d'application.

Afin de concrétiser la partie pratique de notre projet, nous avons réalisé le câblage complet et la programmation des différents systèmes de désenfumage étudiés. Puis, nous avons proposé une solution alternative au système adressable en remplaçant la centrale Teletek par un Automate Programmable Industriel (API), ce qui nous a permis de personnaliser la logique de désenfumage, d'optimiser le contrôle du système et d'améliorer la souplesse de l'installation.

Ce mémoire nous a permis de confirmer l'importance des systèmes de désenfumage dans la prévention et la gestion des incendies, ainsi que le rôle de l'innovation dans leur amélioration. La conception de notre solution, com-

Conclusion Générale

binée aux apports théoriques et pratiques du stage, nous a offert une vision concrète et professionnelle sur la mise en place d'un système de sécurité incendie efficace et évolutif.

En perspective, ce travail peut être enrichi par l'intégration des technologies modernes telles que l'Internet des objets (IoT) afin de rendre le système de désenfumage connecté et intelligent.

Par exemple, l'ajout de capteurs IoT permettrait une supervision à distance en temps réel, ainsi que la remontée automatique d'alarmes via une application web ou mobile.

De plus, le développement d'une interface homme-machine (IHM) offrirait une visualisation graphique intuitive de l'état du système (état des détecteurs, déclenchement des scénarios, ventilation, etc.), ce qui faciliterait le pilotage et la maintenance du dispositif.

Ces axes d'amélioration ouvrent ainsi la voie à de futurs travaux pour les candidats intéressés par l'automatisation avancée et les systèmes embarqués dans le domaine de la sécurité incendie.

Bibliographie

- [1] Hörmann. (s.d.). Portes coupe-feu – Conseils et informations. <https://www.hoermann.ch/fr/conseils/portes-coupe-feu> [22/03/2025, 13 :05]
- [2] INRS. (s.d.). La démarche de prévention du risque incendie. <https://www.inrs.fr/risques/incendie-lieu-travail/demarche-prevention> [22/03/2025, 21 :13]
- [3] CNPP. (2020). Systèmes de sécurité incendie (SSI) – Guide technique. CNPP Éditions.
- [4] Idjedaren, N. (2023). Cours Capteurs intelligents, Master 1 Instrumentation, Université Abderrahmane Mira de Béjaïa.
- [5] Mazzoldi, A., Nicoli, G., Cumo, M. (2004). Sécurité incendie : Analyse, prévention, protection. Éditions Tec Doc.
- [6] Kingspan. (s.d.). Solutions de désenfumage et protection incendie. <https://www.kingspan.com> [02/04/2025, 00 :51]
- [7] (s.d.). Maintenance des moteurs de désenfumage – Guide des bonnes pratiques.
- [8] AFNOR. (2010). NF S 61-932 – Systèmes de sécurité incendie – Équipements d’alarme – Règles de mise en œuvre des systèmes de sécurité incendie de type 1. Association Française de Normalisation.
- [9] Mazzoldi, A., Nicoli, G., Cumo, M. (2004). Sécurité incendie : Analyse, prévention, protection. Éditions Tec Doc.
- [10] Kingspan. (s.d.). Comprendre le désenfumage. <https://www.kingspan.com> [29/02/2025, 18 :34]
- [11] AFNOR. (1991). NF S 61-934 – Système de sécurité incendie – Centralisateur de mise en sécurité incendie. Association Française de Normalisation.
- [12] Kingspan. (s.d.). Solutions de désenfumage et protection incendie. <https://www.kingspan.com> [10/05/2025, 16 :56]
- [13] AFNOR. (2004). NF S 61-931 – Systèmes de sécurité incendie – Dis-

Bibliographie

positions générales. Association Française de Normalisation.

[14] Siemens. (s.d.). Instructions d'utilisation – Moteurs Simotics DP.<https://support.industry.siemens.com>
[19/04/2025, 13 :09]

[15] Technitalia. (s.d.). Tourelle d'extraction professionnelle à 5 vitesses, 5400 h – TEC45H. <https://www.stock-direct-chr.com>
[03/04/2025, 21 :39]

[16] TELETEK. (s.d.). Description, installation et programmation des systèmes d'alarme incendie.

TELETEK. (s.d.). Catalogue des produits TELETEK.

[18] Siemens. (s.d.). STEP 7 Professional / WinCC Advanced V17 – Manuel utilisateur

[19] Description, installation et programmation, TELETEK.

Fiche technique – SensoIRIS MIO22 (EN54-18 / EN54-17)

Description

Le SensoIRIS MIO22 est un module adressable à deux entrées et deux sorties relais, conçu pour une utilisation dans les systèmes de détection incendie. Il est certifié conforme aux normes EN54-17 et EN54-18.

Caractéristiques techniques

- **Tension de fonctionnement :** 16 – 32 VDC
- **Consommation en veille :** 235 µA @ 27 VDC
- **Consommation avec 1 LED :** 3,5 mA
- **Consommation avec 2 LED :** 7 mA
- **Entrées :** 2 entrées surveillées
- **Sorties :** 2 relais libres de potentiel
- **Courant max relais :** 1 A / 30 VDC ou 0,5 A / 125 VAC
- **Protocole de communication :** TTE (Teletek Electronics)
- **Adresse :** Programmable (1 à 250)
- **Température de fonctionnement :** -10 °C à +60 °C
- **Humidité relative :** 93
- **Indice de protection :** IP21C
- **Dimensions :** 142 × 80 × 45 mm
- **Poids :** 230 g environ

Applications

Ce module permet :

- La surveillance d'équipements tiers (portes coupe-feu, ventilateurs, etc.)
- Le déclenchement de dispositifs électriques via relais
- L'intégration dans les systèmes adressables IRIS ou SIMPO

Montage

- Montage mural en intérieur
- Boîtier plastique avec couvercle transparent
- Câblage via borniers à vis (0,4 à 2 mm²)

Fiche technique – DéTECTEUR optique de fumée OA-O (EN54-7 / EN54-9)

Description

Le détecteur optique de fumée interactif **OA-O** utilise l'effet Tyndall pour détecter la fumée. Il dispose de **8 seuils de détection programmables** et d'une surveillance intégrée du capteur.

Caractéristiques mécaniques

- **Dimensions** : 104 × 55mm
- **Poids** : 130g
- **Couleur** : Blanc cassé (autres sur commande)
- **Verrouillage** : Tête/socle par rotation de $\frac{1}{4}$ de tour

Caractéristiques électriques

- **Tension d'alimentation** : 12–28V
- **Consommation en veille** : 150–500 μ A
- **Consommation en alarme** : 5mA @ 24V
- **Consommation en dérangement** : environ 140 μ A

Conditions environnementales

- **Température de stockage** : +10°C à +50°C
- **Température de fonctionnement** : -10°C à +60°C
- **Humidité** : 85

Certifications & Immunité

- **Normes :** EN54-7 et EN54-9, NF n° L050 :contentReference[oaicite :1]index=1
- ^:contentReference[oaicite :2]index=2
 - 1 :contentReference[oaicite :3]index=3 1 :contentReference[oaicite :4]index=4 1 :contentReference[oaicite :5]index=5 1 :contentReference[oaicite :6]index=6 1 :contentReference[oaicite :7]index=7
- ^:contentReference[oaicite :8]index=8

Montage

1 :contentReference[oaicite :9]index=9 1 :contentReference[oaicite :10]index=10 :contentReference[oaicite :11]index=11

Fiche technique – SensoIRIS MCP150 (EN54-11 / EN54-17)

Description

Le SensoIRIS MCP150 est un déclencheur manuel adressable avec isolateur de court-circuit intégré. Il est conçu pour une utilisation dans les systèmes d'alarme incendie basés sur le protocole TTE.

Caractéristiques techniques

- **Tension de fonctionnement :** 15 – 32 VDC
- **Consommation en veille :** 125 µA @ 27 VDC
- **Consommation avec communication :** 160 µA
- **Consommation en alarme :** 3 mA
- **Type de déclencheur :** Réarmable (Type A selon EN54-11)
- **Isolateur de court-circuit :** Intégré
- **Température de fonctionnement :** -10 °C à +60 °C
- **Humidité relative :** 93
- **Indice de protection :** IP40
- **Dimensions :** 90 × 90 × 57 mm
- **Poids :** 175 g environ
- **Matériau :** Plastique ABS rouge
- **Normes :** EN54-11 et EN54-17
- **Protocole :** TTE (Teletek Electronics)

Montage

- Installation en intérieur, sur boîte encastrée ou en saillie
- Câblage via borniers à vis pour conducteurs de 0,4 à 2 mm²
- Réarmement par outil spécial (bouton réinitialisable)

Fiche technique – Centrale adressable SIMPO

Description

La centrale SIMPO est une centrale incendie adressable conçue pour des installations de petite et moyenne taille. Elle permet la gestion de jusqu'à 2 boucles adressables et jusqu'à 500 dispositifs.

Caractéristiques techniques

- **Nombre de boucles :** 1 (extensible à 2)
- **Dispositifs par boucle :** jusqu'à 250 (500 max)
- **Nombre de zones :** jusqu'à 48
- **Alimentation :** 90 – 264 V AC, 50 Hz
- **Batterie :** 1 × 12 V / 18 Ah
- **Sorties relais :** 5 relais surveillés + 4 relais programmables
- **Entrées :** 3 entrées spécialisées (alarme, défaut, etc.)
- **Écran :** LCD 4 lignes × 40 caractères
- **Journal des événements :** jusqu'à 10000 événements
- **Communication :** RS485, USB, options LAN/GPRS
- **Température de fonctionnement :** -5 °C à +40 °C
- **Humidité relative :** jusqu'à 95
- **Dimensions :** 306 × 412 × 81 mm
- **Poids :** 4,2 kg (sans batterie)
- **Normes :** EN54-2, EN54-4

Fiche technique – Centrale MAG8Plus (EN54-2 / EN54-4)

Description

La centrale MAG8Plus est une centrale d'alarme incendie adressable modulaire, adaptée aux installations de petite et moyenne taille avec jusqu'à 8 boucles.

Caractéristiques techniques

- **Nombre de boucles** : Jusqu'à 8 boucles adressables
- **Dispositifs par boucle** : Jusqu'à 250
- **Zones** : Jusqu'à 128 zones
- **Alimentation secteur** : 230 V AC
- **Batterie de secours** : 24 V / 7 Ah ou 12 V / 18 Ah (option)
- **Sorties relais** : Plusieurs sorties programmables et surveillées
- **Écran** : Écran LCD alphanumérique pour affichage clair des événements
- **Communication** : Interfaces RS485, Ethernet, options GPRS/LAN
- **Température de fonctionnement** : -5 °C à +40 °C
- **Humidité relative** : Jusqu'à 95
- **Dimensions** : Variable selon configuration modulaire
- **Normes** : Conforme EN54-2 et EN54-4

Annexe

F

Guide de sécurité incendie interactif



Esquisse

Dès l'esquisse, il est important d'adopter **une démarche de prévention passive**.

La «prévention passive» reprend les moyens de prévention en rapport avec la conception même du bâtiment, de sa structure et son enveloppe et de ses parachèvements.

Elle concerne par exemple des prescriptions relatives

- à la **résistance au feu** des éléments de construction,
- à la **réaction au feu** des matériaux,
- au **compartimentage**,
- à la conception des **chemins d'évacuations**,
- aux **issues** vers l'extérieur,
-

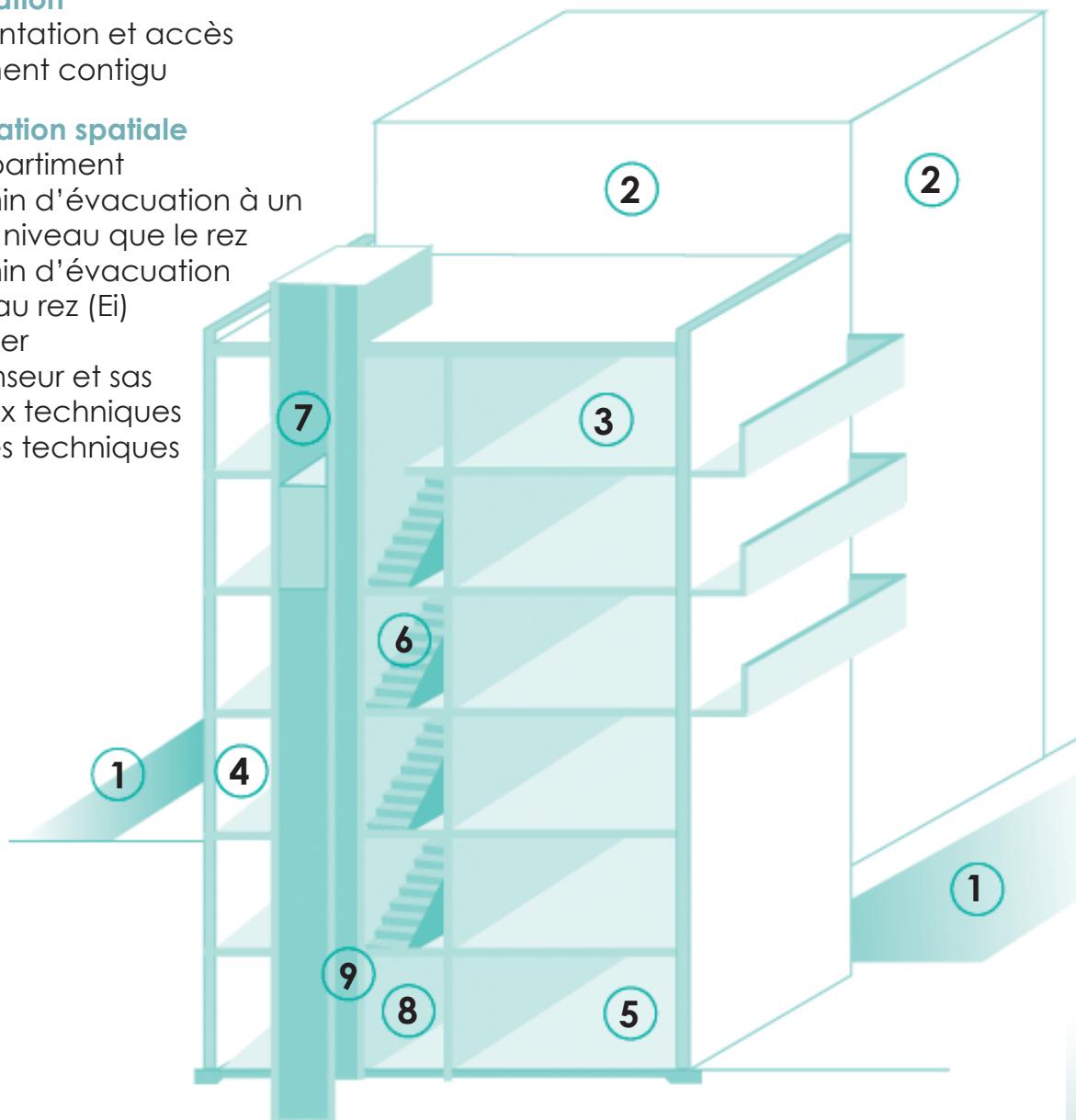
Elle concerne le gros œuvre du bâtiment et le parachèvement.

Implantation

1. implantation et accès
2. bâtiment contigu

Organisation spatiale

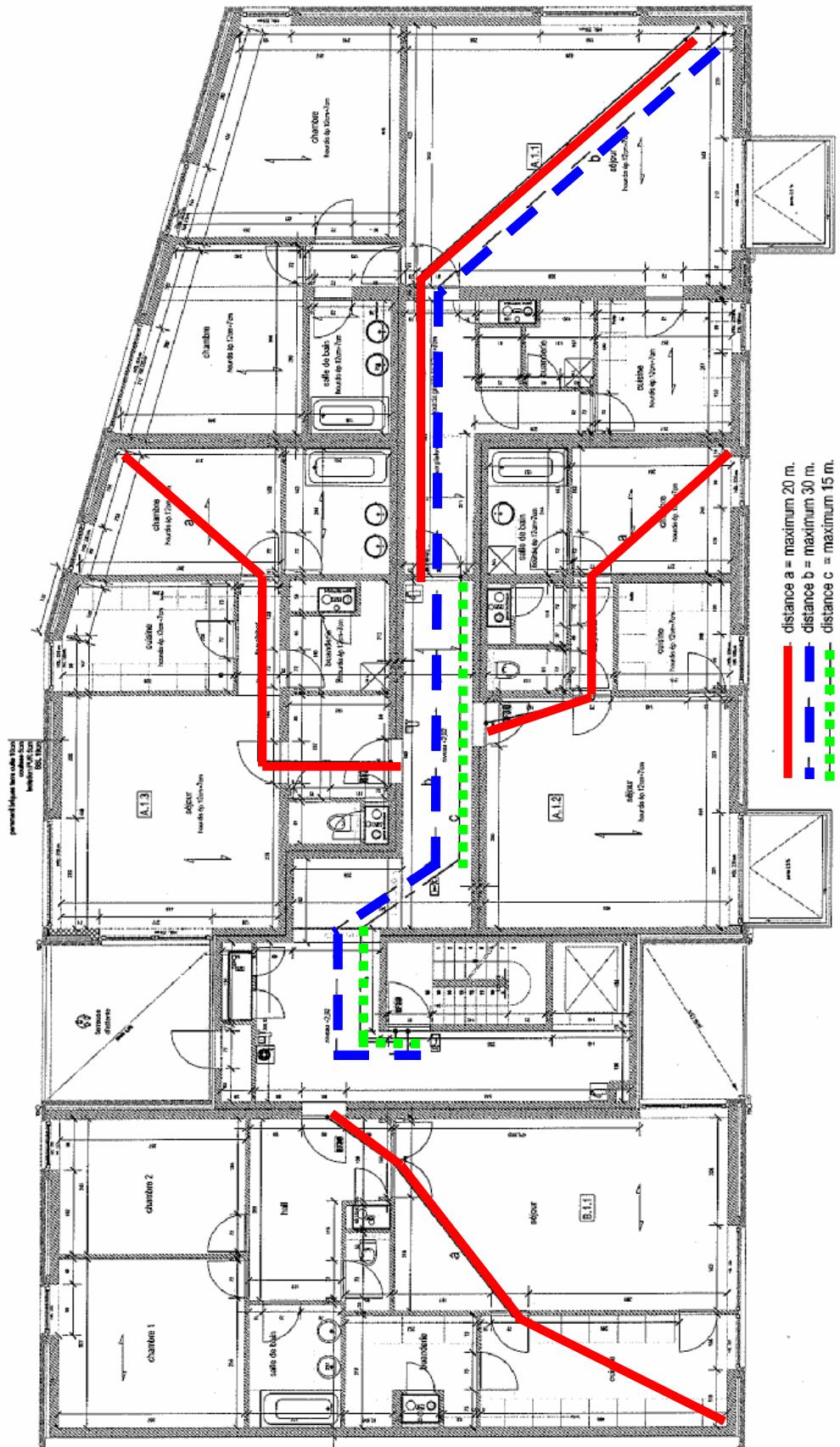
3. compartiment
4. chemin d'évacuation à un autre niveau que le rez
5. chemin d'évacuation situé au rez (Ei)
6. escalier
7. ascenseur et sas
8. locaux techniques
9. gaines techniques





5. ILLUSTRATIONS

5.1 Evacuation : distances à respecter



Résumé

Résumé

Ce mémoire traite de la conception d'un système de désenfumage intelligent, en proposant une alternative innovante à la centrale Teletek, grâce à l'utilisation d'un automate programmable (API).

Face aux limites des systèmes traditionnels, nous avons imaginé une solution plus flexible, économique et personnalisable, capable de gérer efficacement l'évacuation des fumées en cas d'incendie. Ce projet, mené en collaboration avec l'entreprise EURL N-S Sécurité, allie théorie, normes de sécurité incendie et mise en œuvre pratique via des simulations réalistes. Une approche moderne pour répondre aux enjeux de sécurité dans les bâtiments intelligents.

Mots clés : API, N-S, EURL,DF,DM,V

This thesis addresses the design of a smart smoke extraction system, proposing an innovative alternative to the Teletek control unit through the use of a programmable logic controller (PLC). Faced with the limitations of traditional systems, we devised a more flexible, economical, and customizable solution capable of effectively managing smoke evacuation in the event of a fire. This project, carried out in collaboration with EURL N-S Sécurité, combines theory, fire safety standards, and practical implementation through realistic simulations. A modern approach to addressing the security challenges of smart buildings.

Keywords : API, N-S, EURL,DF,DM,V

تناول هذه المذكورة تصميم نظام ذكي لاستخراج الدخان، مقترنةً بدليلاً مبتكرأً لوحدة تحكم تيليتيك من خلال استخدام وحدة تحكم منطقية قابلة للبرمجة (عث). ونظرأً لمحدودية الأنظمة التقليدية، ابتكرنا حالأً أكثر مرونةً واقتصاديةً وقابليةً للتخصيص، قادرأً على إدارة إخلاء الدخان بفعالية في حالة نشوب حريق. يجمع هذا المشروع، الذي نفذ بالتعاون مع يبغى ص صخرت، بين النظرية ومعايير السلامة من الحرائق والتطبيق العملي من خلال محاكاة واقعية. وهو نجح حديثاً مواجهة تحديات الأمان في المبني الذكي.

Annexe F. Guide de sécurité incendie interactif
