

Table des matières

Dédicaces.....	1
Remerciements	2
Table des matières	3
Liste des figures.....	7
Liste des tableaux.....	8
Liste des abréviations.....	9
Introduction générale.....	10
Chapitre I. Présentation de l'organisme d'accueil et généralités sur l'incendie.....	12
Introduction.....	12
1.1. Présentation de l'organisme d'accueil	13
1.1.1. Présentation du groupe VINCI-Energies.....	13
1.1.2. Présentation de l'entreprise Cegelec	15
a. Entreprise Cegelec.....	15
b. Historique	15
c. Organigramme.....	16
d. Secteur d'activités	16
1.2. Généralités sur l'incendie.....	18
1.2.1. Origines de l'incendie	18
1.2.2. Causes de l'incendie	18
1.2.3. Propagation de l'incendie.....	19
a. Facteurs de propagation	19
b. Modes de propagation	20
1.2.4. Effets de l'incendie	20
a. Conséquences sur l'homme	20
b. Conséquences sur les bâtiments.....	21
1.2.5. Les classes de feux.....	22
1.3. Objectifs du projet.....	23
Conclusion	23
Chapitre II. Systèmes de détection incendie.....	24
Introduction.....	24
2.1. Qu'est-ce qu'un système de détection Incendie ?.....	25
2.1.1. Technologie conventionnelle	26
2.1.2. Technologie adressable	26

2.1.3. Technologie interactive	27
2.1.4. Lignes rebouclées	27
2.2. Les détecteurs d'incendie.....	28
2.2.1. Généralités	28
2.2.2. Détecteurs optique de fumée	29
2.2.3. Détecteurs de chaleur	30
2.2.4. Détecteurs linéaires.....	31
2.2.5. Choix du type de détecteur	32
a. Champ d'action d'un détecteur.....	32
b. Mode de détection	33
2.2.6. Phénomènes et erreurs susceptibles de perturber les détecteurs.....	33
2.3. Les déclencheurs manuelles (D.M)	34
2.4. L'équipement de contrôle et de signalisation.....	35
Conclusion	35
Chapitre III. Etude et dimensionnement des systèmes de lutte contre incendie	36
Introduction.....	36
3.1. Les modes d'extinction incendie	37
3.2. Le sprinklage.....	37
3.2.1. Définition	37
3.2.2. Principe de fonctionnement.....	38
3.2.3. Têtes sprinklers.....	38
3.2.4. Poste de contrôle	41
a. Installations sprinklers humides	42
b. Installations sprinklers sèches	42
c. Systèmes « pré-action » (ou installations sprinklers commandées)	43
d. Systèmes « Déluge ».....	44
3.2.5. La source d'eau.....	45
3.2.6. Le groupe de pompage.....	45
3.2.7. La réserve d'eau aérienne	47
3.2.8. Le réseau de tuyauteries	47
3.2.9. Les Alarmes.....	48
3.2.10. Dimensionnement d'une installation sprinklage	49
3.3. Extinction d'incendie avec la mousse.....	52
3.3.1. Qu'est-ce qu'est la Mousse	52
3.3.2. Principe d'extinction de la mousse.....	53

a. Le bas foisonnement	54
b. Le moyen foisonnement.....	54
c. Quelques définitions	56
3.3.3. Dimensionnement d'une mousse	56
3.3.4. Qualités exigibles des mousses	58
3.3.5. Les émulseurs	58
3.4. Extinction automatique d'incendie avec le dioxyde de carbone (CO ₂)	59
3.4.1. Généralités	59
3.4.2. Domaines d'applications	60
3.4.3. Dimensionnement du gaz.....	60
3.4.4. Types d'installation.....	61
3.4.5. Tuyau détecteur	62
a. Configuration directe.....	62
b. Système indirecte	63
3.5. Extinction d'incendie avec le FM-200.....	64
3.5.1. L'avantage de l'utilisation du FM-200	64
3.5.2. Domaine d'application	65
3.5.3. Calcul du gaz	65
Conclusion	66
Chapitre IV : Installation de détection et d'extinction incendie avec IG55.....	67
Introduction.....	67
4.1. Qu'est-ce qu'est IG55 ?	68
4.2. Principe d'extinction de l'IG55	68
4.3. Domaine d'utilisation	69
4.4. Pourquoi le choix de l'IG55 ?.....	70
4.5. Dimensionnement de l'installation	71
4.5.1. Quantité de gaz d'extinction	71
4.5.2. Réseau de tuyauterie.....	72
a. Exigences de la Norme	73
b. Supports de tuyauteries	74
4.5.3. Temps de décharge	74
4.5.4. Temps d'imprégnation	75
4.5.5. Concentration d'oxygène après décharge	75
4.5.5. Les diffuseurs.....	75
4.5.6. Les événements de surpression	76

4.5.7. Détermination du nombre de bouteille de gaz	79
4.7. Configuration des centrales	80
4.7.1. Centrale de détection incendie AE-SA-C1 de Aguilera	80
a. Description du logiciel	80
b. Etapes de programmation de AGE42	81
c. Exécution	83
4.7.2. Centrale de détection incendie MXP DXc4 de Morley	83
a. Configuration de la centrale	84
b. Poste de surveillance	85
Conclusion	85
Conclusion générale	86
Référence bibliographique	88
Annexes	89

Liste des figures

Figure I. 1: Implantation de VINCI-Energies dans le monde.....	13
Figure I. 2: Logo de VINCI-Energies.....	14
Figure I. 3: Implantation de VINCI-Energies au Maroc	14
Figure I. 4: Logo de Cegelec	15
Figure I. 5: Organigramme	16
Figure I. 6: Triangle du feu	18
Figure I. 7: Modes de propagation d'un feu	20
Figure I. 8: Images thermiques d'un local en feu	21
Figure I. 9: Conséquences d'un incendie sur un bâtiment	22
Figure I. 10: les classes de feux.....	22
Figure II. 1: Constitution d'un S.D.I.....	25
Figure II. 2: Technologie conventionnelle	26
Figure II. 3: Technologie adressable	26
Figure II. 4: Technologie Interactive	27
Figure II. 5: Ligne de détection ouverte	28
Figure II. 6: Ligne de détection bouclée	28
Figure II. 7: Type de détecteur suivant l'évolution d'un incendie	29
Figure II. 8: Détecteur optique installé à Sonasid	29
Figure II. 9: Principe de détecteur optique.....	29
Figure II. 10: Détecteur de chaleur installé à Sonasid	30
Figure II. 11: Détecteur linéaire.....	31
Figure II. 12: principe de fonctionnement des détecteurs linéaire.....	31
Figure II. 13: Principe de détection de fumée des D.L.....	32
Figure II. 14: déclencheur manuel	34
Figure II. 15: E.C.S de l'Aguilera	35
Figure III. 1: le Sprinklage	38
Figure III. 2: Sprinklers ordinaires à capsule.....	40
Figure III. 3: Sprinklers ordinaires à fusible métallique	40
Figure III. 4: Sprinkler spray à capsule	40
Figure III. 5: Sprinkler spray à fusible métallique	40
Figure III. 6: Sprinkler muraux à fusible métallique.....	41
Figure III. 7: Sprinkler muraux à capsule	41
Figure III. 8: Installation sprinkler humide.....	42
Figure III. 9: Installation sprinkler sèche.....	43
Figure III. 10: Installation sprinkler "pré-action"	43
Figure III. 11: Systèmes déluge	44
Figure III. 12: Tête sprinkler ouverte	44
Figure III. 13: Groupe de pompage.....	46
Figure III. 14: Réserve d'eau aérienne	47
Figure III. 15: Réseau sprinklage	48
Figure III. 16: Gong hydraulique	49
Figure III. 17: Extinction incendie avec la mousse.....	52

Figure III. 18: Production de la mousse	52
Figure III. 19: Processus de fabrication de la mousse.....	53
Figure III. 20: Mousse à bas foisonnement.....	54
Figure III. 21: Mousse à moyen foisonnement.....	54
Figure III. 22: Mousse à haut foisonnement.....	55
Figure III. 23: Synoptique d'une installation à mousse.....	56
Figure III. 24: Batterie de CO ₂	59
Figure III. 25: Les paramètres de calcul de la quantité de CO ₂	61
Figure III. 26: Synoptique d'une installation d'extinction à CO ₂	61
Figure III. 27: Tuyau capteur	62
Figure III. 28: Configuration directe.....	63
Figure III. 29: Configuration indirecte.....	63
Figure IV : 1: Bouteille de gaz IG55.....	68
Figure IV : 2: Réseau de tuyauterie de la salle de contrôle	72
Figure IV : 3: Diffuseur de gaz.....	75
Figure IV : 4: surface de couverture d'un diffuseur 1 1/4 ".....	76
Figure IV : 5: Dégâts causés par la surpression dans un local	76
Figure IV : 6 : Events de surpression.....	77
Figure IV : 7: centrale de détection incendie marge de Aguilera	80
Figure IV. 8: création d'un fichier	81
Figure IV. 9: Sélection du type de connexion	81
Figure IV. 10: Ajout du type de CDI	82
Figure IV. 11: Ajout d'élément de détection	82
Figure IV. 12: Aperçu du programme de configuration de la CDI	83
Figure IV : 13: Centrale de détection incendie MXP-DXc4	83
Figure IV. 14: Principe de configuration de la MXP-DXc4	84
Figure IV. 15: Transfert du programme à partir du PC vers la CDI	84
Figure IV. 16: Interface d'accueil du logiciel de supervision	85

Liste des tableaux

Tableau 1: Température de déclenchement des T.S à ampoule.....	39
Tableau 2: Température de déclenchement des T.S à fusible	39
Tableau 3: Pertes charges dues aux coudes et aux Té	50
Tableau 4: Caractéristiques d'une mousse.....	55
Tableau 5: Informations toxicologiques du CO ₂	59
Tableau 6: information toxicologique du FM-200.....	64
Tableau 7: Concentration d'extinction du FM-200 selon la classe du feu	65
Tableau 8: Information toxicologique de l'IG55	69
Tableau 9: Concentration nominale d'extinction.....	71
Tableau 10: Calcul du diamètre de tuyauterie	73
Tableau 11: Distance entre deux supports de tuyaux.....	74
Tableau 12: Effets de surpression	77
Tableau 13: Caractéristiques des bouteilles IG55	79

Liste des abréviations

TS : Tête sprinkler ;

ECS : Equipement de Contrôle et de Signalisation

RFPC : Risques à faible potentiel calorifique ;

RC : Risques courants ;

RTD : Risques très dangereux ;

RS : Risques spéciaux ;

NOAEL : No Observed Adverse Effect Level ;

LOAEL : Lowest Observed Adverse Effect Level ;

ODP : Ozone Depletion Potential ;

GWP : Global Warming Potencial ;

NFPA : National fire protection association ;

DM : Déclenchement manuel ;

CDI : Centrale de détection incendie ;

SSI : Système de sécurité incendie ;

Introduction générale

Ce projet s'inscrit dans le cadre de mon stage de fin d'études effectué au sein l'entreprise Cegelec-Maroc filiale de Vinci Energie Maroc à Fès. C'est l'un des éléments essentiels de la formation d'ingénieur d'Etat à la Faculté des Sciences et Techniques de Fès au Maroc. L'objectif poursuivi par ce stage est de confronter l'élève ingénieur à une problématique face à laquelle il doit utiliser et mettre en évidence ses acquis en vue de répondre à cette dernière. Pour mon cas, ce stage se base sur les systèmes automatiques de lutte contre l'incendie.

Le risque d'incendie est l'un des plus grands risques posés à la santé, à la sécurité des personnes, et à la propriété ainsi qu'à la prestation des services essentiels. C'est à l'industrie, au gouvernement, et en fait à tout le monde, que revient la responsabilité de protéger les personnes des conséquences des incendies.

La majeure partie des incendies a des origines humaines (imprudence, malveillance, cause thermiques...). Les causes naturelles les plus fréquentes sont la foudre et la fermentation. Les causes des incendies peuvent aussi être énergétiques : étincelles, réactions chimiques, court-circuit. Selon les experts, les incendies d'origine électrique sont plutôt dus au développement d'échauffements ponctuels accidentels, en particulier au niveau des connexions.

Ces phénomènes restent en effet quasiment indétectables. Une partie des principaux dangers auxquels s'expose une personne proche d'un incendie est liée à la chaleur élevée. Même en dehors des flammes, on s'expose au risque de brûlures dues principalement aux fumées chaudes, mais aussi au rayonnement infrarouge, au contact avec des objets chauffés, à l'air chauffé, ou bien aux vapeurs d'eau produites par l'arrosage. Les autres risques sont essentiellement respiratoires.

En effet, le feu consomme de dioxygène de l'air, indispensable à la survie et peut donc entraîner une asphyxie que l'on nomme « risque anoxie ». En outre le feu dégage des fines particules qui peuvent venir brûler l'intérieur des poumons, et souvent des gaz toxiques pouvant provoquer des empoisonnements, notamment le monoxyde de carbone. Un incendie se développe en plusieurs phases au cours desquelles sa température va s'élever. La rencontre du triangle du feu, c'est-à-dire un combustible, un comburant (en général le dioxygène de l'air) et une énergie d'activation (chaleur, flamme nue, étincelle) est suffisante à la combustion de s'amorcer. La combustion produit de la chaleur (réaction exothermique), le feu entretient et accroît l'énergie d'activation. Si le combustible et le comburant sont disponibles en quantités suffisantes, l'incendie s'étend de manière exponentielle. On estime que pour éteindre un feu sec naissant, il faut : un verre d'eau durant la première minute, un seau d'eau au cours de la deuxième minute, une citerne d'eau au bout de la troisième minute.

Dans un système de protection incendie, il ne suffit pas de détecter et de mettre en sécurité. Il est souvent nécessaire de protéger les personnes et les biens en agissant sur le début de l'incendie même. C'est le rôle d'un système d'extinction automatique. Qu'il soit à gaz, à eau, à brouillard d'eau, à mousse ou à poudre, l'agent extincteur géré par l'automatisme est là pour empêcher le feu de se développer ou pour l'éteindre. Pour domestiquer et maîtriser tout début d'incendie préjudiciable il est impératif de monter des matériels d'extinction répondant aux risques à couvrir. Ces matériels doivent, par leur présence, assurer une parfaite maîtrise des dangers inhérents à un départ de feu. Le rôle d'une Installation d'Extinction Automatique (IEA) est de : Détecter, donner l'alarme et éteindre ou pour le moins contenir un début d'incendie. Afin de connaître l'objectif à atteindre, il est impératif de savoir quel risque de feu est présent.

Dans notre étude on va essayer de trouver les solutions de protection contre l'incendie en citant cinq différentes solutions. Chaque endroit nécessite un système de protection spécifique ou bien plus favoris.

Mon stage s'est déroulé dans un premier temps dans le bureau d'étude au sein de l'agence pendant une durée de deux mois avant d'être envoyé en mission à Nador afin de suivre et de superviser l'exécution des travaux.

Le présent travail a été structuré de la manière suivante :

- + Un premier chapitre qui contient la présentation de l'entreprise, les généralités sur l'incendie et les objectifs convoités par ce projet ;
- + Un deuxième chapitre qui s'occupe des systèmes de détection d'incendie ;
- + Un troisième chapitre qui contient l'étude et le dimensionnement des systèmes d'extinction incendie.
- + Un quatrième chapitre qui comporte le dimensionnement de l'installation de détection et d'extinction réalisée pour la SONASID.

Chapitre I. Présentation de l'organisme d'accueil et généralités sur l'incendie

Introduction

Dans ce chapitre nous présentons dans un premier lieu un aperçu sur l'organisme d'accueil «Cegelec-Vinci Energies», son historique et son secteur d'activités. Dans un deuxième lieu nous évoquons les généralités sur l'incendie et sa propagation. Ensuite, nous entamons les objectifs attendus de ce projet.

VINCI Energies bâtit à partir de leurs besoins des offres qui répondent à leurs enjeux de performance, de fiabilité et de sécurité en :

- Energie électrique ;
- Génie climatique et thermique ;
- Mécanique ;
- Technologies de l'information et de la communication.



Figure I. 2: Logo de VINCI-Energies

Au Maroc, VINCI Energies est composée de différentes entreprises opérant sur l'ensemble du Royaume ainsi qu'en Afrique de l'Ouest à savoir :

- Actemium ;
- Axians ;
- Cegelec ;
- Citeos ;
- Omexom.

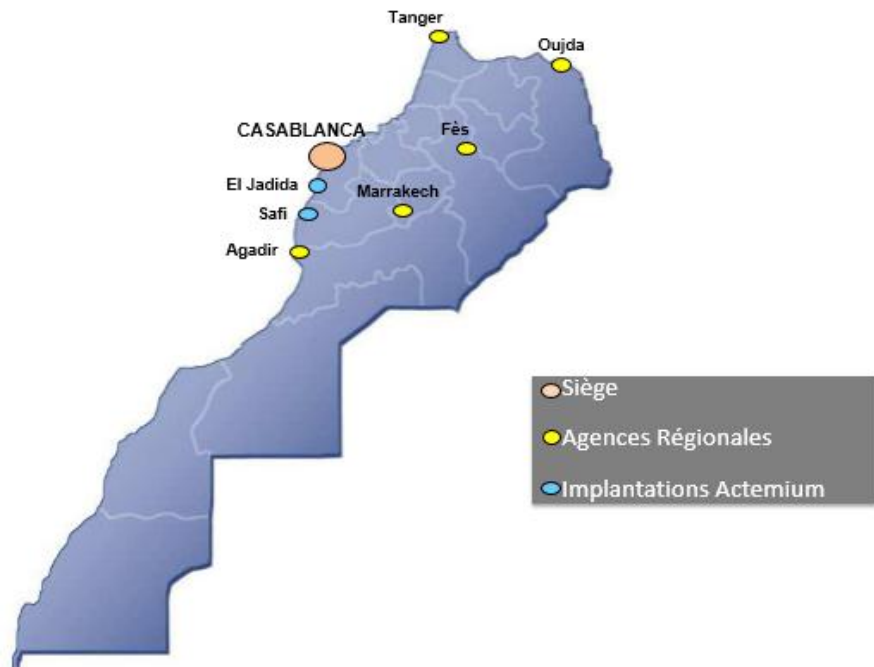


Figure I. 3: Implantation de VINCI-Energies au Maroc

1.1.2. Présentation de l'entreprise Cegelec

a. Entreprise Cegelec

Cegelec est une filiale à 100 % du groupe français VINCI depuis le 14 avril 2010. Le groupe réalise 24% de son chiffre d'affaires dans l'industrie, 28% dans les infrastructures, 20% dans le tertiaire et 28% dans la maintenance. Au Maroc, elle représente un acteur incontournable sur le marché de l'énergie et elle intervient dans cinq grands domaines à savoir :

- Energie et électricité ;
- Automatismes, instrumentation et contrôle ;
- Technologies d'information et de communication ;
- Génie climatique, mécanique ;
- Maintenance et services.



Figure I. 4: Logo de Cegelec

b. Historique

Quelques Dates :

1927 : Electrification de la ligne ferroviaire Casa-Rabat par CGEE (Compagnie Générale d'Entreprises Electriques) maison mère de la future CCEE ;

1928 : Construction du Barrage et de l'usine hydro-électrique de Sidi Saïd Maachou par SGE (Maison mère de la future SGEC) ;

1946 : Création de la compagnie Chérifienne d'Entreprises Electriques CCEE Création de la Société

Générale d'Entreprises Chérifienne SGEC ;

1981 : SGEC et CCEE fusionnent en CCEE ;

1991 : CCEE devient Cegelec Maroc ;

1999 : Cegelec Maroc devient Alstom Entreprise ;

2001 : Alstom Entreprise devient Cegelec : Société indépendante est constituée à la suite d'un premier LMBO (Leverage Management Buy-Out) ;

2006 : Cegelec s'est engagé dans un deuxième LMBO aux côtés de LBO France, l'une des toutes premières sociétés de capital investissement créées en France

2008 : Cegelec est détenu par Qatari Diar (filiale à 100 % de Qatar) ;

2010 : Entrée en vigueur du partenariat stratégique entre VINCI et Qatari Diar. VINCI acquiert 100% du capital de Cegelec et permet la Création d'un leader européen du secteur des services dans l'énergie ; Cegelec Devient Officiellement Société de Vinci.

c. Organigramme

Le fonctionnement par projets nécessite la mise en place d'une organisation spécifique qui va se superposer à la structure de l'entreprise afin de s'adapter à l'environnement technique, scientifique mais aussi économique, social et politique.

Cegelec a mis en place une organisation résolument orientée vers les services aux clients autour d'une entité dédiée aux grands projets et à l'export et de quatre entités géographiques. L'organigramme comme suit illustre l'organisation des différentes entités :



Figure I. 5: Organigramme

d. Secteur d'activités

1.2. Généralités sur l'incendie

1.2.1. Origines de l'incendie

Un incendie est un grand feu non maîtrisé qui, en se propageant rapidement et de façon incontrôlée, cause des dégâts très importants. Le processus de combustion est une réaction chimique d'oxydation d'un combustible¹ par un comburant². Cette réaction nécessite une source d'énergie³. L'absence d'un des trois éléments empêche le déclenchement de la combustion et la suppression d'un des trois éléments arrête le processus.

Cette interdépendance est symbolisée par le triangle du feu suivant.



Figure 1. 6: Triangle du feu

1.2.2. Causes de l'incendie

Le comburant est le plus souvent l'oxygène de l'air (certains produits chimiques sont aussi des comburants: symbole de danger O), il est donc difficile de jouer sur cet élément pour casser le triangle du feu. De plus l'ensemble des établissements industriels utilise des matières combustibles (emballages cartons, papiers, produits chimiques inflammables).

Il apparaît ainsi que pour éviter de réunir les 3 éléments du triangle du feu, il faudra pallier l'apparition de l'énergie d'activation.

¹ Combustible : matière capable de se consumer (solide : bois, charbon, papier... ; liquide : essence, solvants... ; gazeux : propane, butane,...).

² Comburant : corps qui, en se combinant avec un autre, permet la combustion (oxygène, air, chlorates, peroxydes...).

³ Energie d'activation : énergie nécessaire au démarrage de la réaction chimique de combustion et apportée par une source de chaleur, une étincelle...

Celle-ci peut se matérialiser sous différentes formes :

Origines techniques :

- Thermiques (sources de chaleur) ;
- Mécaniques (Disfonctionnement, frottement) ;
- Chimiques (réaction de produits) ;
- Biologiques (fermentation) ;
- Electriques (court-circuit) ;
- Emploi d'énergie.

Origines humaine :

- Imprudence ;
- Erreur ;
- Ignorance ;
- Oubli ;
- Malveillance ;
- Négligence.

Origines naturels :

- Soleil ;
- Foudre ;
- Combustion spontanée.

Origines accidentelles :

- Cigarette mal éteinte ;
- Mauvaise utilisation d'un chalumeau...

1.2.3. Propagation de l'incendie

a. Facteurs de propagation

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

- à la quantité de combustibles présents qui détermine la quantité d'énergie disponible,
- au pouvoir calorifique ¹ du combustible,
- à la forme du (ou des) matériau(x),
- aux produits de décomposition : certains matériaux engendrent des gaz combustibles propageant l'incendie à de grandes distances comme les plastiques...,

¹ Pouvoir calorifique : quantité de chaleur dégagée par la combustion complète de l'unité de masse d'un combustible donné.

- au degré hygrométrique : la sécheresse augmente les possibilités d'inflammation,
- à la ventilation et à la circulation des gaz qui sont fonctions de l'importance, de la forme et de la répartition des ouvertures (portes, fenêtres, exutoires de fumées...),
- à la nature du local en feu : les dimensions du local et la nature des parois vont conditionner son isolement thermique.

b. Modes de propagation

L'extension du feu s'effectue par transport d'énergie dû :

- au rayonnement : apport de chaleur aux matériaux voisins du foyer
- à la convection : transfert de chaleur par mouvement ascendant d'air réchauffé
- à la conduction : transfert de chaleur au sein d'un même matériau
- au déplacement de substances déjà en combustion (exemple : transmission du feu dans les systèmes de ventilation).

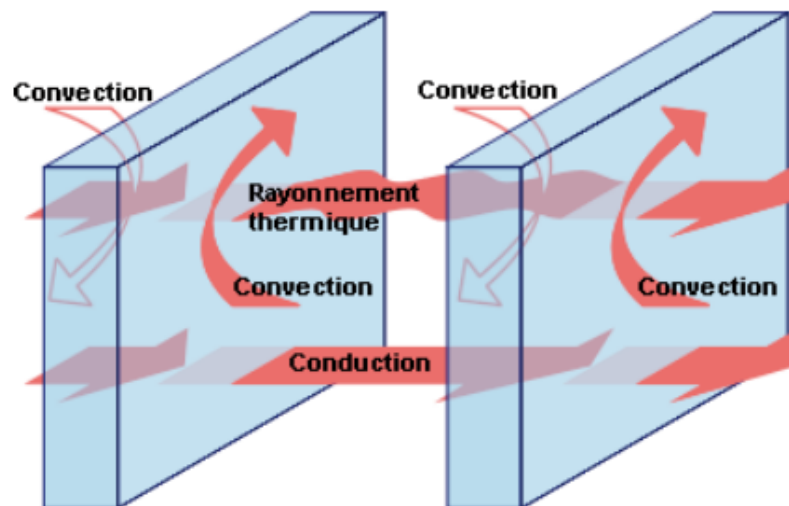


Figure I. 7: Modes de propagation d'un feu

1.2.4. Effets de l'incendie

a. Conséquences sur l'homme

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

- ✚ Les gaz et fumées présentent les dangers suivants :
 - dégagement de température avec risque de brûlure interne par inhalation des chauds,
 - opacité gênant l'évacuation,
 - asphyxie (la concentration d'oxygène diminuant lors d'un incendie),

➤ toxicité.

✚ Les flammes et la chaleur

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

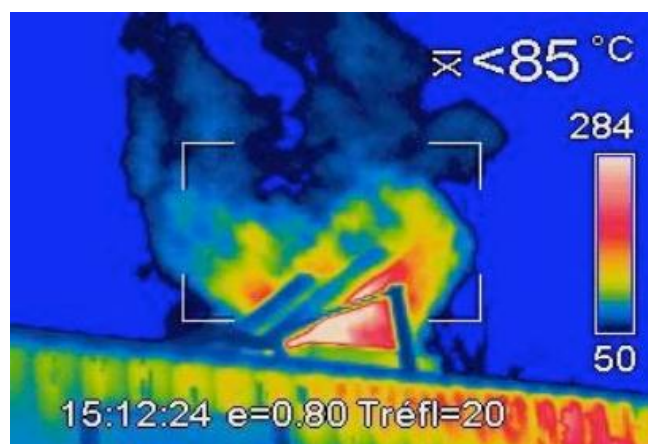
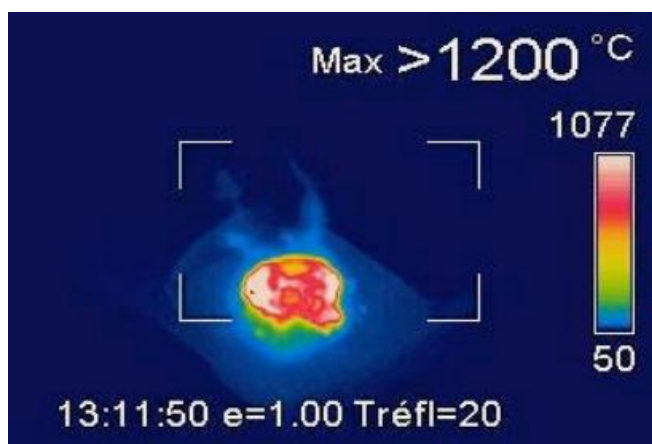


Figure I. 8: Images thermiques d'un local en feu

On distingue trois catégories de brûlures :

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

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

b. Conséquences sur les bâtiments

La destruction des bâtiments et des biens représente un tribut important payé à l'incendie. La protection contre l'incendie nécessite de connaître la charge calorifique¹ et le comportement au feu des matériaux et des éléments de construction.

¹ Charge (ou potentiel) calorifique : quantité totale de chaleur, ramenée à l'unité de surface, susceptible d'être dégagée par la combustion complète de tous les éléments combustibles se trouvant dans le local.



Figure I. 9: Conséquences d'un incendie sur un bâtiment

1.2.5. Les classes de feux

Tous les feux ne sont pas identiques. La course et la vitesse de propagation dépendent des conditions environnementales et de l'état des matériaux inflammables. La norme NFS 60-100 (constituée de la norme européenne EN2) range les feux de diverses natures (celles de combustibles) en 4 classes.

- ✚ **Classe A** : feux de matériaux solides (généralement organiques) dont la combustion se fait normalement avec formation de braises. On trouve souvent ces matériaux (papier, tissu, coton, bois) dans l'industrie.
- ✚ **Classe B** : feux de liquides ou solides liquéfiables (essence, gasoil, mazout, huile, alcool, acétone, vernis, etc.). Ces produits sont présents dans les ateliers (restauration, etc.) et dans les installations techniques.
- ✚ **Classe C** : feux de gaz (gaz de ville, butane, hydrogène, acétylène, etc.). Ces gaz sont utilisés dans certains ateliers (restauration, serrurerie, etc.) ou installations techniques (chaufferie, climatisation, etc.)
- ✚ **Classe D** : feux de métaux (aluminium, zinc, magnésium, potassium, etc.). Ces feux très particuliers peuvent se produire dans les laboratoires ou les musées des techniques.



Figure I. 10: les classes de feux

1.3. Objectifs du projet

Ce projet a pour objectifs entre autre :

- ✓ L'étude des systèmes de détection incendie ;
- ✓ L'étude et dimensionnement des installations d'extinction d'incendie type CO₂, Sprinklage, FM-200, Mousse et l'IG55 ;
- ✓ La réalisation d'une note de calcul de dimensionnement du gaz, des tuyaux, des diffuseurs, des événements de surpression et des bouteilles de gaz ;
- ✓ L'établissement des fiches de contrôle conformément à la norme APSAD R13 ;
- ✓ La configuration des centrales de détection incendie ;
- ✓ La participation à la réalisation des travaux à SONASID-Nador :
 - Inspection quotidienne des travaux ;
 - Résolution des problèmes rencontrés sur le site ;
 - Formation et apport de renseignements nécessaires sur l'installation ;

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons donné une vision globale sur le contexte du projet, notamment la structure de l'entreprise ainsi que les objectifs du projet. Il reste à entamer dans le chapitre suivant, une étude générale sur les systèmes de détection incendie.

Chapitre II. Systèmes de détection incendie

Introduction

Les systèmes de détection d'incendie font partie du système de sécurité incendie. Ce dernier est classé en 5 catégories : A, B, C, D et E, par ordre d'exigence décroissante (voir annexe 2) ; il se compose par l'ensemble des matériels servant à collecter les informations et les ordres liés à la seule sécurité incendie. Ce qui lui permet de traiter et d'effectuer les fonctions nécessaires à la mise en sécurité des personnes et du bâtiment.

Après avoir présenté l'organisme d'accueil et le contexte général du projet, ce chapitre est consacré à l'étude des systèmes de détection incendie. Pour se faire nous allons commencer par un bref aperçu sur les technologies utilisés de nos jours et leurs avantages. Puis nous allons étudier les différents types de détecteurs que nous allons utiliser dans notre projet et pour finir quelques notions sur l'équipement de de contrôle et de signalisation.

2.1. Qu'est-ce qu'un système de détection Incendie ?

Un système de détection incendie a pour objectif de déceler de façon aussi précoce que possible les prémices d'un incendie. Dans cette optique, il permet de réduire le délai de mise en œuvre des mesures de lutte contre l'incendie et d'en limiter ainsi l'impact. Il comprend des organes de détection incendie (déclencheurs manuels, détecteurs automatiques...) des organes intermédiaires (réseaux filaires...) et un Équipement de Contrôle et de Signalisation (ECS), également dénommé « tableau de signalisation » ou « tableau de contrôle », qui alerte de toute sollicitation du système, en cas de dérangement ou d'alarme feu. Les organes sont disposés sur des boucles ou lignes, reliées à l'ECS.

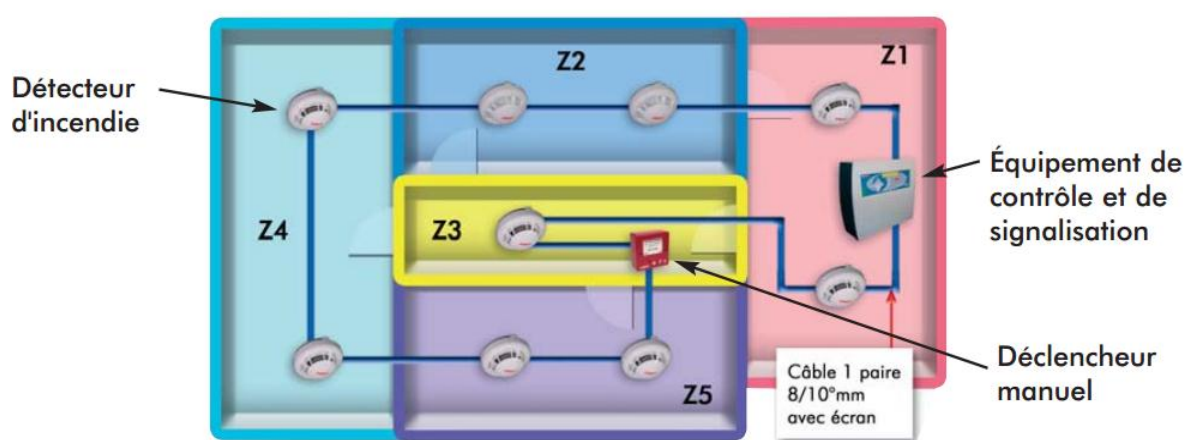


Figure II. 1: Constitution d'un S.D.I

Principe de fonctionnement

L'objectif de détecter un incendie de manière précoce se fait par l'intermédiaire de capteurs ; Ces derniers sont appelés détecteurs automatiques d'incendie. Ils utilisent différentes technologies qui permettent de chercher les phénomènes liés à l'incendie : chaleur, fumée, flamme, gaz de combustion etc...

Lors d'un incendie, le détecteur est activé, il envoie un signal à la centrale incendie. Ce signal est traduit d'une part en une information claire pour l'utilisateur et d'autre part, dans le cadre d'un Système de Sécurité Incendie (SSI), il met en œuvre les automatismes à commander pour protéger les personnes et les biens.

Suivant le besoin d'un client, trois types de technologies sont utilisés pour mettre en œuvre le principe de fonctionnement :

- Le conventionnel,
- L'adressable,
- L'interactif.

2.1.1. Technologie conventionnelle

La technologie conventionnelle délivre une information de synthèse qui permet de gérer un ensemble de points agencé en zones de détection. Cette technologie est très utilisée dans les installations fixes d'extinction d'incendie.

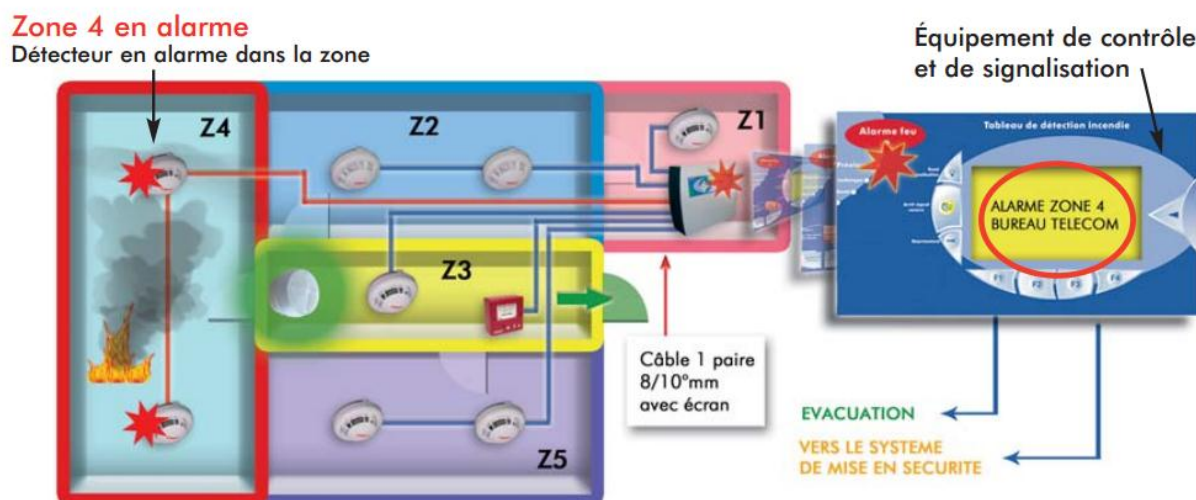


Figure II. 2: Technologie conventionnelle

2.1.2. Technologie adressable

L'évolution technologique a permis d'offrir de nouvelles fonctionnalités sur les systèmes de détection incendie adressable. Un ensemble adressable facilite grandement l'exploitation d'un système de sécurité. On peut même dire qu'il est indispensable pour les grands sites.

La technologie adressable permet de gérer toutes les informations d'une installation point par point ; chaque élément possède une adresse et un libellé qui lui est propre.

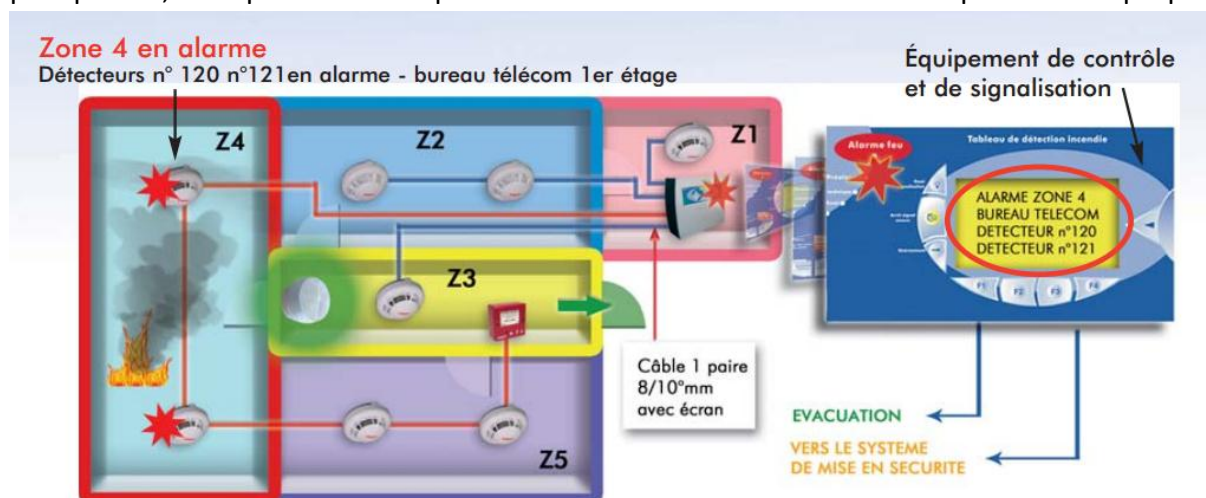
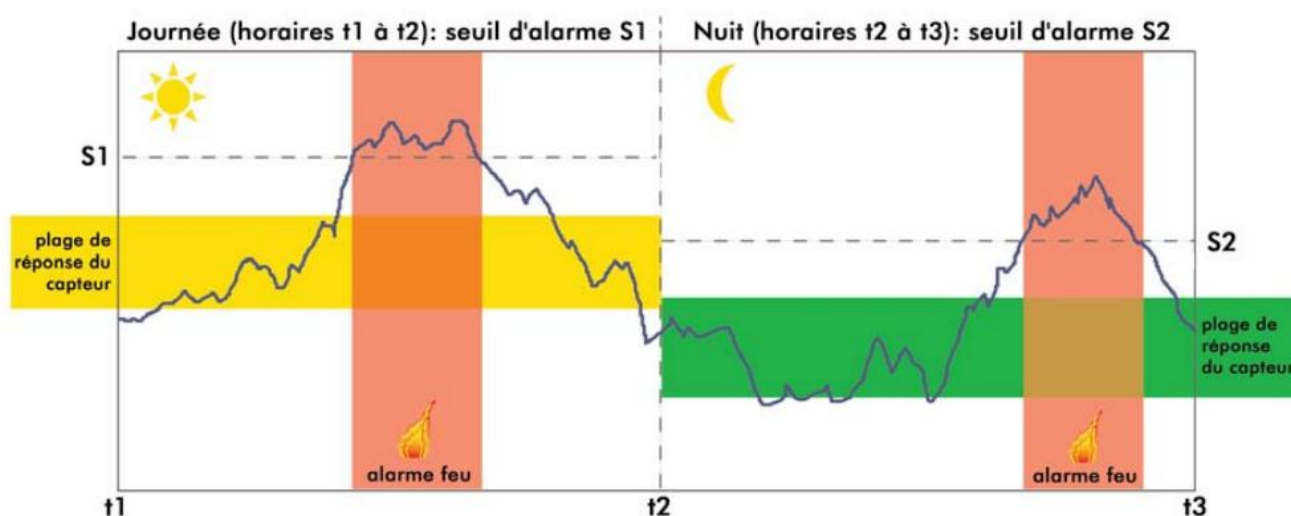


Figure II. 3: Technologie adressable

2.1.3. Technologie interactive

La technologie interactive permet, tout en gardant la souplesse d'une technologie adressable, de gérer une installation point par point en termes d'architecture et en termes de sensibilité. Chaque élément, en plus de posséder sa propre adresse, peut être réglé en sensibilité.

Outre la sensibilité, l'interactivité permet de connaître individuellement un niveau d'encrassement et d'effectuer certains réglages, de tracer les historiques pour chaque élément, d'inscrire la sensibilité d'un détecteur dans un cycle horaire ou dans un cycle jour/nuit pour s'affranchir des phénomènes d'exploitation gênants.



Zone en environnement perturbée. Cette zone durcit le critère de passage en alarme pendant l'activité du site et revient en détection précoce hors période d'activité.

Figure II. 4: Technologie Interactive

2.1.4. Lignes rebouclées

En plus de la convivialité d'exploitation, les technologies adressables et/ou interactives permettent en phase d'étude et d'installation de concevoir un système bouclé.

Le système bouclé a pour premier avantage de renforcer la sécurité du système de détection incendie. Même en cas de problème, la perte de points de détection est pratiquement nulle car il est alors possible d'alimenter la boucle des 2 côtés. De par les technologies utilisées, il est en plus possible dans un système bouclé de mixer déclencheurs manuels et détecteurs automatiques d'incendie.

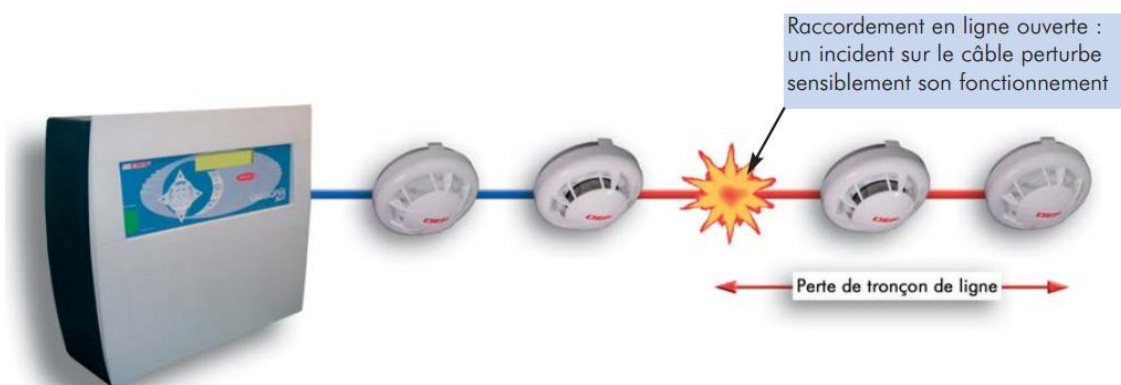


Figure II. 5: Ligne de détection ouverte

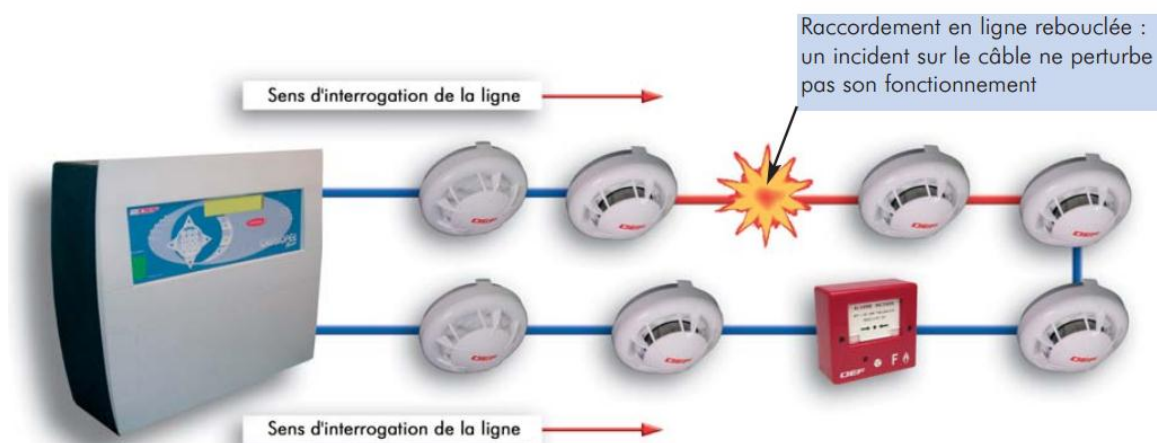


Figure II. 6: Ligne de détection bouclée

Grâce à l'isolateur de court-circuit implanté dans chaque détecteur, l'incident sur le câble est circonscrit au seul segment impliqué par le défaut. De ce fait, l'ensemble des détecteurs continue de fonctionner normalement en étant interrogé par la centrale des deux côtés de la ligne.

2.2. Les détecteurs d'incendie

2.2.1. Généralités

Un détecteur est appareil conçu à fonctionner lorsqu'il est influencé par certains phénomènes physiques et/ou chimiques précédant ou accompagnant un début d'incendie, provoquant ainsi la signalisation immédiate de celui-ci.

En fonction du phénomène physique à détecter, on trouvera plusieurs technologies de détecteur :

- Détecteurs de fumée,
- Détecteurs de Chaleur,
- Détecteurs de flammes.

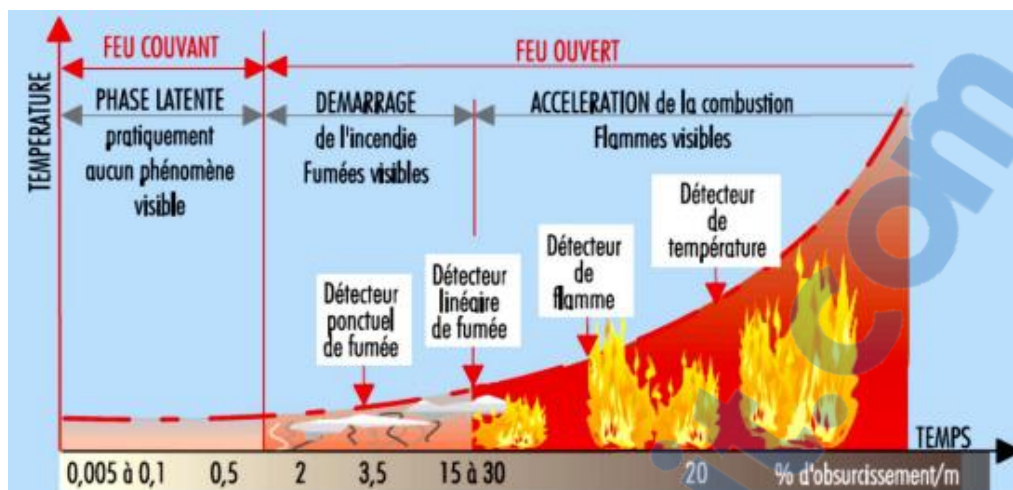


Figure II. 7: Type de détecteur suivant l'évolution d'un incendie

2.2.2. Détecteurs optique de fumée

Ces détecteurs sont particulièrement adaptés pour les feux couvant qui mettent longtemps à se déclarer et qui sont les plus courants. Ils fonctionnent selon le principe de l'effet Tyndall¹ (lumière diffusée). Ils sont formés d'une chambre de détection contenant une source de lumière et une cellule photoélectrique qui transforme la lumière en un faible courant électrique. Lorsque les particules de fumée pénètrent dans cette chambre de détection, la lumière est réfléchiée sur la surface des particules de fumée et entre en contact avec la cellule, ce qui déclenche l'alarme.

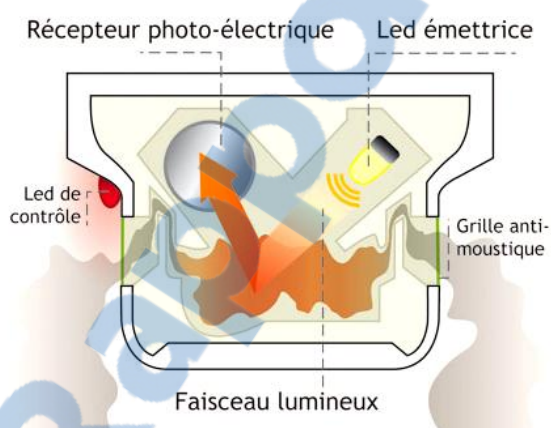


Figure II. 9: Principe de détecteur optique



Figure II. 8: Détecteur optique installé à Sonasid

¹ L'effet Tyndall est un phénomène de diffusion de la lumière incidente sur des particules de matière, de dimensions comparables aux longueurs d'onde.

+ Avantage :

- La sensibilité de ces détecteurs est bonne ; leur emploi est indiqué dans le cas des feux couvant ou à évolution lente.
- Ils permettent de ce fait, la détection des premières manifestations d'un incendie et c'est d'ailleurs pour cette raison qu'ils sont très largement utilisés.

+ Inconvénients :

- Ces détecteurs sont relativement sensibles aux courants d'air, aux variations d'hygrométrie et de température, à des échappements de gaz de non combustion et à la poussière.
- Ces types de détecteurs étant susceptible d'avoir une micro charge radioactive ; cela pourrait aboutir à leur disparition.

2.2.3. Détecteurs de chaleur

Ils réagissent à une élévation de la température. On distingue :

+ Détecteurs thermostatique : Ces détecteurs sont particulièrement adaptés pour la détection de feux à évolution rapide et à foyer ouvert. Les détecteurs de température contrôlent les paramètres de température à deux niveaux :

- Différentiel : il entre en état d'alarme lorsqu'une augmentation brusque de température dépasse les paramètres qui sont programmés (65°C pour notre installation) dans une période de temps déterminée.
- Thermique : Il entre en état d'alarme lorsqu'une augmentation lente de température, non détectée par le système différentiel, atteint une température prédéfinie.



Figure II. 10: Détecteur de chaleur installé à Sonasid

+ Détecteurs thermo-vélocimétriques : Ils réagissent lorsque la vitesse d'augmentation de la température excède une certaine valeur ; ce sont des détecteurs ponctuels (surveillance d'une aire de 18 à 25 m² avec une hauteur maximale de 6m).

Avantage :

- Quel qu'en soit le principe, ces détecteurs sont plus sensibles que les détecteurs thermostatiques simples.
- De plus, un seuil de température élevé n'est pas nécessaire à leur action. Cette caractéristique est intéressante lorsqu'une alarme précoce est demandée et lorsqu'un échauffement trop faible ou trop intense pourrait être préjudiciable au matériel à protéger.

Inconvénients :

- Comme le cas des détecteurs thermostatiques, le fonctionnement des thermo-vélocimétriques est lié à l'apparition d'un échauffement ; on doit donc s'assurer au préalable que le risque à surveiller est générateur de chaleur en cas de sinistre.

2.2.4. Détecteurs linéaires

Le détecteur linéaire de fumée contient un émetteur et un récepteur et fonctionne selon le principe de l'atténuation de lumière par la fumée. L'émetteur envoie un faisceau lumineux infrarouge très concentré sous forme d'impulsion au réflecteur. Quand il n'y a pas de fumée, une grande partie du rayon infrarouge atteint le réflecteur et est renvoyée vers le récepteur. La lumière qui arrive génère un signal électrique sur la photodiode du récepteur.



Figure II. 11: Détecteur linéaire

S'il y a de la fumée, une partie du rayon infrarouge est absorbée au contact avec les particules de fumée, tandis qu'une autre partie est dispersée par les particules de fumée. La lumière résiduelle atteint le réflecteur et est renvoyée vers le récepteur ; Cela atténue encore le rayon infrarouge. Ainsi, seule une petite partie du rayon infrarouge atteint le récepteur et le signal électrique perd son intensité.



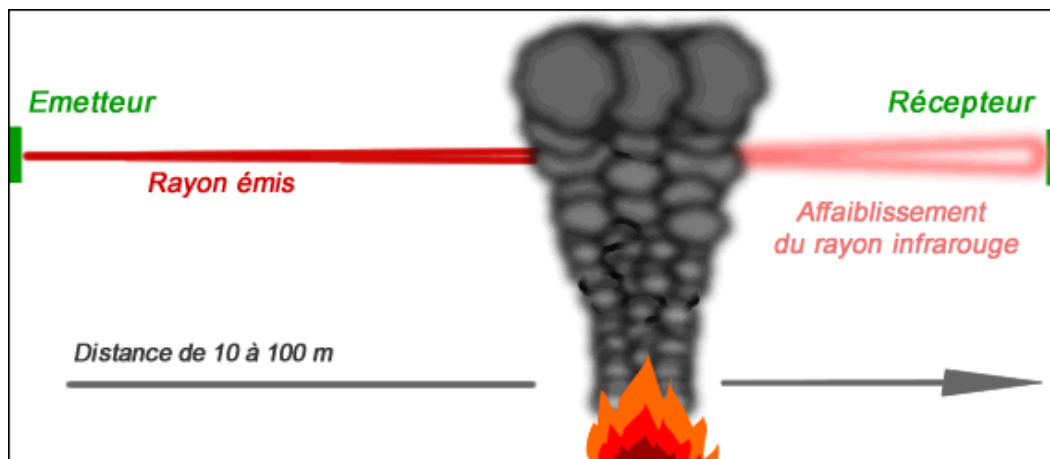


Figure II. 13: Principe de détection de fumée des D.L

2.2.5. Choix du type de détecteur

L'objectif principal du choix judicieux d'un détecteur est d'obtenir une détection précoce et sûre d'un incendie.

Une installation de détection qui surveille un local devrait en principe donner l'alarme pour n'importe quelle nature de feu qui s'y déclare. L'emploi d'un seul type de détecteur ne permet généralement pas à l'installation d'être sensible à tous les phénomènes caractéristiques d'un début d'incendie.

L'analyse des causes du feu et des scénarios de développement les plus probables permet de choisir les détecteurs les mieux adaptés en fonction de la nature des biens, de leur sauvegarde et de la protection des personnes. Il est recommandé de faire cette analyse par un organisme spécialisé.

Le choix du type de détecteur dépend de deux critères :

- Le champ d'action
- Mode de détection.

a. Champ d'action d'un détecteur

- ✚ **Détecteur ponctuel** : détecteur qui répond au phénomène détecté au voisinage d'un point déterminé.
- ✚ **Détecteur linéaire** : détecteur qui répond au phénomène détecté au voisinage d'une ligne continue.
- ✚ **Détecteur multi-ponctuel** : détecteur qui répond au phénomène détecté au voisinage d'un certain nombre de points déterminés.

b. Mode de détection

Il y'a lieu de distinguer quatre classes¹ :

- Classe C : mode de détection de nature thermique.
- Classe E mode de détection de nature électrique.
- Classe L : mode de détection de nature optique.
- Classe S : mode de détection de nature acoustique.

Pour parvenir à ces objectifs, la sélection de la classe et du type de détection à installer dans un local devra tenir compte, entre autre, des critères suivants :

- dimensions du local et notamment sa hauteur.
- formes géométriques et occupation du local.
- conditions générales d'environnement (température et taux d'humidité ambiant, empoussiérage, ventilation, etc...).
- causes possibles de perturbations susceptibles de provoquer des alarmes intempestives.
- Emplacement des détecteurs : les détecteurs, ainsi que le rappel la règle R7 de l'APSAD, doivent être placés de façon à ce que leur efficacité ne soit pas atténuée. En général, il convient de laisser libre un volume d'une demi sphère de 50 cm de rayon centrée autour du détecteur de fumée, ce rayon passe à un mètre pour les détecteur de chaleur.

Remarque : Ne pas observer ces critères peut avoir de graves conséquences lorsque l'installation commande notamment le système d'extinction automatique. Il est donc nécessaire de disposer d'une confirmation d'alarme, c'est-à-dire que deux détecteurs appartenant à deux boucles différentes d'une même zone doivent être sollicités (double détection).

2.2.6. Phénomènes et erreurs susceptibles de perturber les détecteurs

La règle APSAD R7 définit certaines conditions à respecter ou à éviter pour qu'un détecteur puisse bien assurer sa fonction ; on peut citer :

- Ne jamais implanter un détecteur à proximité d'une source de chaleur (éclairage, ...).
- Ne pas positionner ou alimenter un détecteur à moins de 0,50 m d'un ballast ou d'un transformateur (perturbation du détecteur).
- Ne pas implanter un détecteur dans les locaux humides (douches, toilettes) car risques d'alarmes intempestives dues à l'humidité.
- Eviter d'installer les détecteurs sur des plafonds métalliques (risques de condensation).
- Choisir judicieusement le type de détecteur adapté au local à surveiller.

¹ Norme NF S 61-950 pour plus de détail.

+ Pour les détecteurs de fumée :

- ne pas les placer à proximité de fours, grils, hottes de cuisine car risques de déclenchements intempestifs liés aux fumées et à la température.
- Ne pas installer de détecteurs dans un local ouvert ou à l'extérieur (sauf optique de flamme).

+ Pour les détecteurs ioniques de fumée :

- éviter les courants d'air
- éviter leur emploi dans les parkings (gaz d'échappement), les locaux aux émanations de vapeur de solvants (peintures, aérosols, produits d'entretien...) ou de gaz de fermentation (poubelles).

+ Pour les détecteurs optiques de flamme :

- éviter leur emploi dans un environnement sensible aux rayonnements U.V. (halogènes, arcs électriques...).

+ Pour les détecteurs optiques linéaires :

- les récepteurs ne doivent pas être soumis à des rayonnements solaires (exposition directe du soleil).
- En cours de chantier, protéger les détecteurs contre tous risques d'encrassement (poussières, peintures...).
- Concernant l'installation de détecteurs dans les locaux ventilés, ne pas les implanter dans le courant d'arrivée d'air.

2.3. Les déclencheurs manuelles (D.M)

Les déclencheurs manuels conventionnels permettent, après une action manuelle en pressant sur une membrane déformante ou en brisant la vitre protectrice, de transmettre une information d'alarme feu à un ECS. Sur certains modèles, une LED rouge signale l'état d'alarme du déclencheur manuel. Ces déclencheurs manuels sont prévus pour un montage en saillie ou encastré. Il est possible de procéder à des essais au moyen d'une clé test qui sert également à réarmer le déclencheur manuel.



Figure II. 14: déclencheur manuel

2.4. L'équipement de contrôle et de signalisation

C'est un composant du système de détection et d'alarme d'incendie par l'intermédiaire duquel les Détecteurs peuvent être alimentés et qui :

+ est utilisé :

- ✓ Pour recevoir les signaux des détecteurs (déclencheur manuel, détecteur de fumée.) qui lui sont reliés
- ✓ Pour déterminer si ces signaux correspondent à une condition d'alarme
- ✓ Pour signaler cette notion d'alarme feux sous forme audible et visible
- ✓ Pour localisé le lieu du danger
- ✓ Pour enregistrer tout ou partie de cette information

+ est utilisé pour surveiller le fonctionnement correct du système et signaler tout dérangement de façon audible et visible,

+ est capable, si exigé, de transmettre le signal d'Alarme Feu (possibilité de transmettre cette information vers un télésurveilleur 24h/24h).



Figure II. 15: E.C.S de l'Aguilera

Conclusion

En résumé, ce chapitre traite les différents moyens de détection incendie et choix de détecteurs à utiliser pour la prévention. Dans le chapitre suivant, nous allons aborder les quelques systèmes d'extinction de l'incendie utilisés en générale dans la lutte contre l'incendie.

Chapitre III. Etude et dimensionnement des systèmes de lutte contre incendie

Introduction

Le rôle primordial de toute mesure de protection contre l'incendie est d'assurer un degré de sécurité adéquat aux occupants d'un bâtiment. C'est pour cette raison que, dans la plupart des pays, les prescriptions légales de sécurité incendie se fondent sur la sauvegarde de la vie humaine. Les caractéristiques de protection des biens sont destinées à limiter les dommages matériels. Dans beaucoup de cas, les deux objectifs sont complémentaires.

En effet, la connaissance des causes et du principe de développement d'un incendie a permis la création de plusieurs systèmes de lutte contre l'incendie. Afin de connaître l'objectif à atteindre, il est impératif de savoir quel risque de feu est présent dans l'environnement à protéger et quel système d'extinction automatique est à adopter.

3.1. Les modes d'extinction incendie

Rappelons qu'à chaque classe de feux correspond un ou plusieurs types d'agents et de procédés d'extinction que l'on peut retrouver, par exemple, sur les étiquettes informatives des extincteurs ou dans le nom de certains produits.

Pour maîtriser un incendie, il faut rompre l'association des trois éléments du triangle du feu ; cette rupture peut être réalisée selon quatre modes :

- + **Le refroidissement**, qui consiste à absorber l'énergie calorifique émise par le foyer, a pour objectif d'abaisser la température du combustible au-dessous de la température d'inflammation afin de bloquer la distillation des gaz inflammables.
- + **L'étouffement** permet d'abaisser la teneur en oxygène aux alentours du foyer afin de rendre l'atmosphère incombustible. En fonction de la nature du combustible et s'il s'agit d'un feu profond (sans braise), il peut être nécessaire de réduire cette teneur au-dessous de 8% (15 % suffisent pour la plupart des combustibles).
- + **L'isolement**, mode d'action proche du précédent, sépare « physiquement » les gaz de distillation par rapport à l'oxygène de l'air. L'agent extincteur forme donc une couche isolant le combustible même après l'extinction.
- + **L'inhibition** a pour rôle de bloquer la réaction chimique du feu. Une flamme est le siège d'une multitude de réactions au sein desquelles des produits éphémères apparaissent et disparaissent rapidement. Ces produits, les radicaux libres, sont « piégés » par les inhibiteurs qui les empêchent de passer à la séquence suivante. La réaction de la flamme est alors bloquée.

Les agents extincteurs agissent sur le feu selon un ou plusieurs modes d'action. La bonne maîtrise de ces procédés permet de déterminer l'agent extincteur le plus approprié en fonction du risque à protéger, de l'environnement et des moyens de mise en œuvre.

En dehors de ces quatre modes d'extinction classiques, il existe également une technique qui consiste à faire passer le feu d'une classe à une autre pour permettre son extinction. Ainsi, pour certains feux de type D (feux de métaux), le métal est noyé dans un liquide inflammable. Le feu devient alors de classe B et est plus facile à éteindre.

3.2. Le sprinklage

3.2.1. Définition

Une installation de sprinklage ou extinction automatique d'incendie à l'eau consiste à libérer dans les plus brefs délais une quantité d'eau adaptée au sinistre redouté sur une zone où un début d'incendie est détecté. Elle assure un refroidissement et limite le développement

de fumées toxiques, donnant ainsi aux occupants le temps d'évacuer les bâtiments et aux pompiers les moyens de combattre le feu plus aisément.



Figure III. 1: le Sprinklage

3.2.2. Principe de fonctionnement

Lorsqu'un incendie éclot, la chaleur dégagée s'élève et atteint une des têtes de sprinkler réparties sur le plafond. Sous l'effet de la chaleur, l'ampoule ou le fusible qui maintient la tête fermée se rompt.

La pression permanente de la canalisation sur laquelle est posée la tête se libère au travers de la tête arrosant ainsi la zone enflammée. La chute de pression provoquée par l'ouverture de la tête va conduire la ou les pompes à entrer en action pour maintenir la pression et l'alimentation en eau de la tête. Cette baisse de pression actionne un gong hydraulique qui donne l'alarme (avec un renvoi sur une centrale d'alarme incendie). Si l'incendie n'est à ce stade pas maîtrisé, l'accroissement du dégagement de chaleur entraîne l'ouverture de têtes supplémentaires.

3.2.3. Têtes sprinklers

Il existe plusieurs types de sprinklers : à ampoules et à fusibles. Les modèles diffèrent par la forme et la position du déflecteur, par le diamètre de l'ouverture et par la température de fonctionnement.

La température et la rapidité de déclenchement sont des paramètres définis à la conception en fonction du risque à protéger et de son environnement. La température de déclenchement d'une ampoule peut être repérable par la couleur du liquide qu'elle contient, qui est codifiée (Voir tableau 1). De même pour les fusibles la température peut être

indiquée par la couleur des étriers (Tableau 2). Cependant la couleur n'est plus systématiquement indiquée sur les étriers ni dans les ampoules (liquide transparent). Il n'est donc pas toujours possible d'avoir l'information visuelle.

Températures (°C)	Couleur de l'ampoule
57	Orange
68	Rouge
79	Jaune
93-100	Vert
121-141	Bleu
163-182	Mauve
204/227/260/286/343	Noir

Tableau 1: Température de déclenchement des T.S à ampoule

Les plus utilisés sont les sprinkleurs qui déclenchent à 68°C (ampoule rouges) et à 93°C (ampoules vertes).

Températures (°C)	Couleur des étriers
57-77	Non coloré
80-107	Blanc
121-149	Bleu
163-191	Rouge
204-246	Vert
260-302	Orange
320-343	Noir

Tableau 2: Température de déclenchement des T.S à fusible

La forme du déflecteur détermine la taille des gouttes d'eau ainsi que le type de montage du sprinkler (debout ou pendant). Il existe une multitude de forme de tête, on peut citer :

 **Sprinklers ordinaires** : ces sprinklers sont conçus de façon à assurer une dispersion de l'eau hémisphérique et à diriger une partie de l'eau vers le plafond.



Figure III. 3: Sprinklers ordinaires à fusible métallique

Figure III. 2: Sprinklers ordinaires à capsule

- **Sprinklers « Spray » ou sprinklers parapluie** : ces sprinklers assurent uniquement une dispersion hémisphérique de l'eau sous le déflecteur¹.



Figure III. 4: Sprinkler spray à capsule

Figure III. 5: Sprinkler spray à fusible métallique

- Sprinklers muraux (« Side-wall »-sprinklers)** : ces sprinklers sont conçus pour être placés le long des murs et pour assurer une dispersion de l'eau en quart de sphère.

¹ Le déflecteur ou diffuseur est un des éléments essentiels dans le processus de diffusion de l'eau.



Figure III. 6: Sprinkler muraux à fusible métallique



Figure III. 7: Sprinkler muraux à capsule

La surface d'arrosage par tête n'est pas une caractéristique de la tête, elle dépend du dimensionnement adapté au risque à protéger. Le plus souvent cette surface est située entre 9 et 16 m².

Les espacements

Les sprinklers doivent être disposés de telle sorte que :

- Il y ait au moins un sprinkleur par 16 m² de plancher ou fraction de 16 m² de plancher.
- la distance entre deux sprinklers voisins soit au maximum de 4,50 m.
- Pour éviter l'arrosage mutuel, la distance minimale entre 2 sprinklers soit de 2 m.
- La distance entre les sprinklers et les murs ou cloisons soit au maximum de 2,30 m avec un minimum de 0,15 m.

3.2.4. Poste de contrôle

Le poste de contrôle sépare la partie aval de l'installation (réseau et sprinklers) de la partie amont (réseau, groupe de pompage et réserve d'eau). Lorsqu'une ou plusieurs têtes s'ouvrent, le réseau aval se vide créant une différence de pression au niveau du poste de contrôle. La baisse de pression dans la partie amont du réseau déclenche le démarrage du groupe de pompage.

On distingue en général 4 types d'installations :

+ Installations standard :

- Installations sprinklers humides ;
- Installations sprinklers sèches.

+ Installations spéciales :

- systèmes « pré-action » ;
- systèmes « déluge ».

a. Installations sprinklers humides

Il s'agit d'installations constamment remplies d'eau sous pression, tant en amont qu'en aval de la vanne d'alarme. Il va de soi que ce type d'installation doit être protégé contre le gel. Un système humide convient aux endroits où la température n'est pas inférieure à 10 °C ni supérieure à 95 °C.

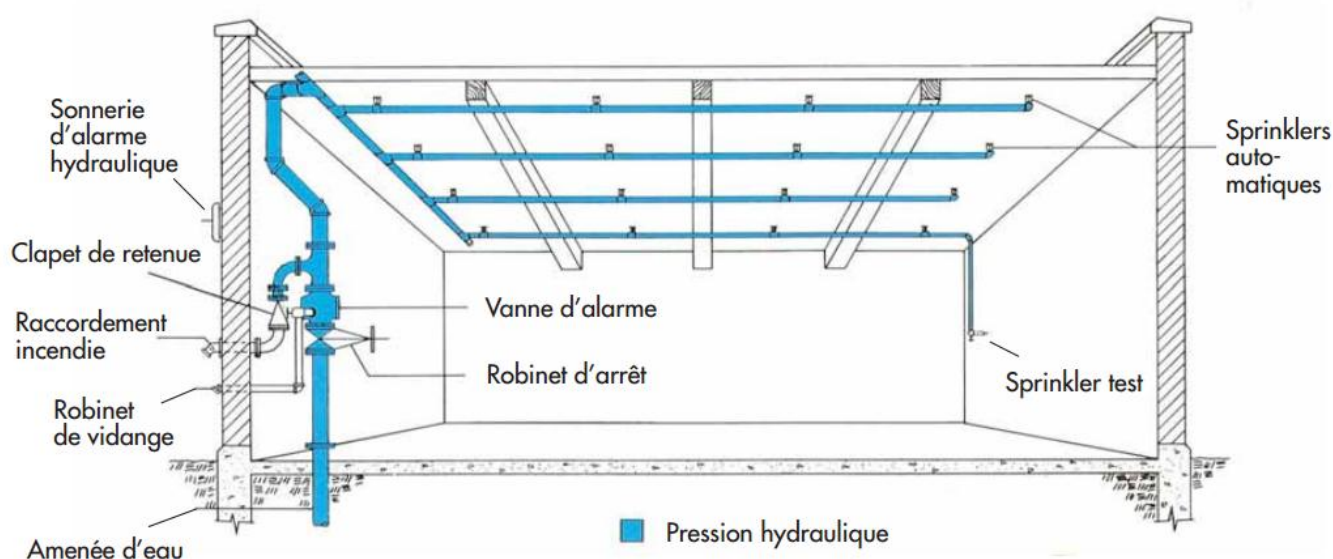


Figure III. 8: Installation sprinkler humide

b. Installations sprinklers sèches

Il s'agit d'installations dont le réseau de canalisations est toujours rempli d'air comprimé en aval de la vanne d'alarme et d'eau sous pression en amont de celle-ci. Ce type d'installation n'est autorisé que dans les locaux exposés au gel ou dans les endroits dont les températures excèdent 95 °C, tels les fours de séchage.

Après ouverture du sprinkler, l'air doit donc s'écouler en premier lieu, ce qui rend le système plus lent.

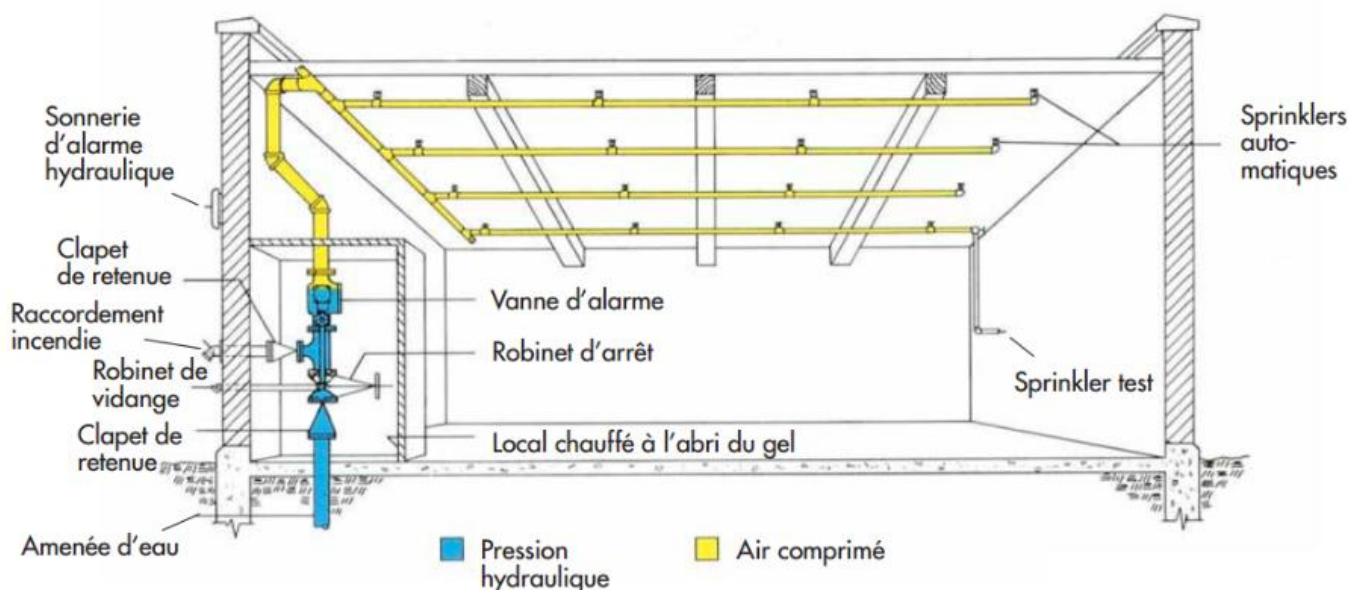


Figure III. 9: Installation sprinkler sèche

c. Systèmes « pré-action » (ou installations sprinklers commandées)

Une installation sprinkler commandée consiste en une combinaison d'une installation sprinkler sèche et d'une installation de détection d'incendie automatique et autonome, placée dans les mêmes zones que les sprinklers. Ce système est utilisé dans les endroits où l'eau ne peut être utilisée qu'en cas d'extrême nécessité comme agent extincteur par crainte des dégâts des eaux. Avant que l'eau ne s'écoule dans le réseau de canalisations, les avertisseurs d'incendie doivent d'abord ouvrir la vanne d'alarme.

- 1 Robinet d'arrêt
- 2 Vanne d'alarme
- 3 Clapet de retenue
- 4 Vanne d'arrêt à électro-aimant
- 5 Vanne d'alarme à compression
- 6 Interrupteur d'alarme faible pression
1,5 PSI (0,10 bar)
- 7 Système de contrôle de l'air comprimé
- 8 Sonnerie d'alarme hydraulique
- 9 Tête de sprinkler fermée
- 10 Tableau de commande
- 11 Commande manuelle
- 12 Sonnerie d'alarme ou gyrophare
- 13 Sirène
- 14 Détecteurs

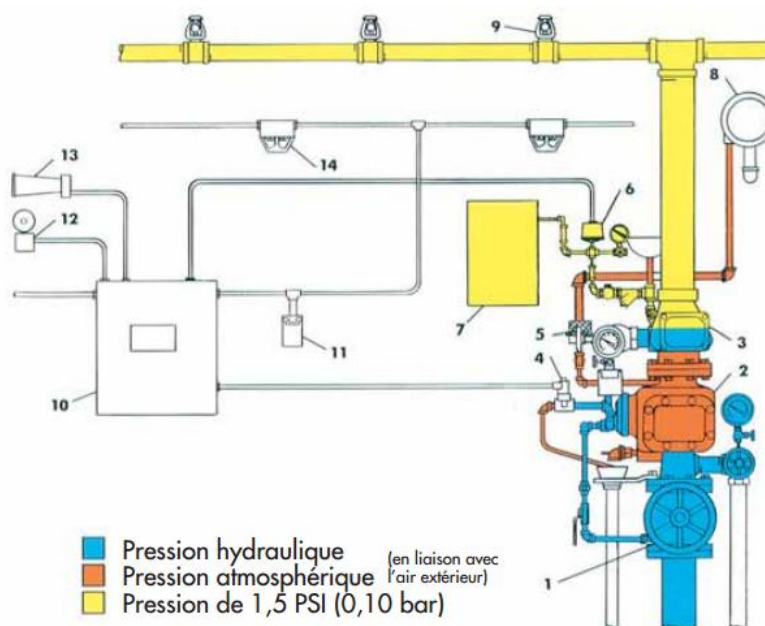


Figure III. 10: Installation sprinkler "pré-action"

d. Systèmes « Déluge »

Il s'agit des systèmes équipés de sprinklers ouverts, ou jets, alimentés par une vanne d'arrêt à ouverture rapide. Ces systèmes sont enclenchés par une installation de détection de l'incendie ou par des sprinklers pilotes placés dans la même zone que les sprinklers ouverts.

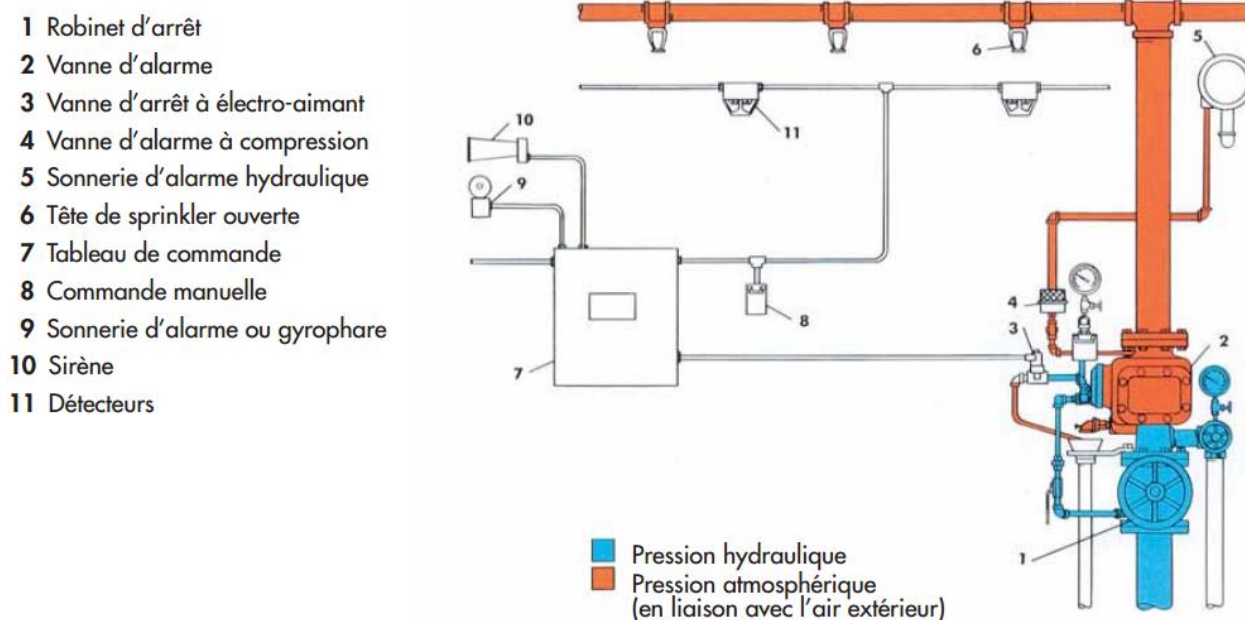


Figure III. 11: Systèmes déluge



Figure III. 12: Tête sprinkler ouverte

3.2.5. La source d'eau

La source d'eau a pour objectif d'assurer à l'installation :

- la quantité d'eau ;
- le débit ;
- la pression requise.

Plusieurs solutions techniques sont possibles pour parvenir à ces objectifs :

Solutions avec groupe de pompage :

- Réservoir aérien et groupe de pompage ;
- Réservoir enterré et groupe de pompage ;
- Réservoir naturel (rivière, lac,...) et groupe de pompage ;
- Le réseau d'eau de ville avec surpresseur ; Elles sont parfois autorisées sous conditions de vérifier la disponibilité permanente du débit et de la pression requises.
- Groupe de pompage puisant dans un réservoir limité, réalimenté par l'eau de ville. Le volume du réservoir sera fonction des débits de l'eau de ville.

Solutions où la pression et le débit sont fournis sans groupe de pompage :

- Les réservoirs sous pression ;
- Les réserves d'eau à charge gravitaire (surélevée) ;
- Le réseau d'eau de ville où la pression et le débit ne nécessitent pas de surpresseur, même en cas de puisage par les services de secours.

La solution la plus classique est le cas du réservoir aérien avec un groupe de pompage. C'est donc le cas qui a été étudié dans les paragraphes suivants.

3.2.6. Le groupe de pompage

Le groupe de pompage est la solution technique la plus courante permettant de délivrer le débit et la pression requise dans le réseau. Le groupe de pompage ou groupe motopompe est constitué des éléments principaux suivants :

-  **Une pompe Jockey ;**
-  **Une ou deux pompes simples;**
-  **Deux pressostats de démarrage par pompe.**

La constitution du groupe est définie par les référentiels en fonction du risque à protéger. Il est possible de trouver, en plus de la pompe Jockey, les configurations suivantes :

- Une seule pompe de type B couvrant l'ensemble des besoins hydrauliques ;
- Deux pompes de type B avec réserves d'eau indépendantes ;
- Deux pompes de type B puisant dans une même réserve.

On trouve aussi, dans le référentiel APSAD R1, une configuration où le groupe de pompage est constitué d'une pompe de type A et d'une pompe de type B.



Figure III. 13: Groupe de pompage

✚ **La pompe Jockey** a pour but de maintenir la pression dans le réseau d'eau. Une pompe A est une pompe dont la capacité est dite « limitée » elle doit être capable de fournir le besoin en eau de 5 têtes pendant 30 minutes. Elle n'est pas utilisée avec les têtes ESFR car elle n'est pas assez puissante.

✚ **Une pompe B est dite « inépuisable »** : C'est une pompe, liée à une réserve de plus grande capacité, dont l'ensemble est destiné à couvrir les besoins en eau en termes de débit, de pression et de durée, définis par conception.

Le groupe de pompage doit assurer l'alimentation en eau, au débit et à la pression définis, pour le nombre dimensionné de têtes. Il reçoit un ordre de démarrage par l'un des deux pressostats de démarrage au moment de la chute de pression dans le réseau en amont du poste de contrôle. Selon le référentiel suivi il est imposé (ou pas) de pouvoir tester individuellement chacun des deux pressostats.

3.2.7. La réserve d'eau aérienne

Différents systèmes sont possibles pour assurer la disponibilité de l'eau (§ 1.5). Le système le plus courant correspond à un réservoir aérien situé sur un radier, socle calculé spécifiquement.

La quantité d'eau nécessaire dépend du risque à maîtriser pour lequel sont définis un débit et une durée continue d'arrosage. Il est possible aussi que les RIA et/ou poteaux incendie (robinets d'incendie armés) soient reliés à la même réserve. Dans ce cas, leur besoin doit avoir été pris en compte dans le dimensionnement de la cuve. Les réserves doivent être protégées contre les risques mécaniques (camions, engins de manutention), contre toutes sortes de pollutions (bâche) et contre la prise en glace.



Figure III. 14: Réserve d'eau aérienne

3.2.8. Le réseau de tuyauteries

Le réseau de tuyauteries relie la réserve d'eau au groupe de pompage, du poste de contrôle jusqu'à l'ensemble des sprinkleurs : une canalisation principale ou collecteur se scinde en plusieurs canalisations plus petites, appelées antennes, qui alimentent les têtes.

Le réseau peut avoir différentes structures :

- ✚ **Une structure ramifiée** : un collecteur principal alimente les antennes d'un seul côté ;
- ✚ **Une structure maillée** : deux collecteurs permettent aux antennes d'être alimentées à chacune des extrémités. L'un des collecteurs est alimenté par les antennes où aucune tête n'arrose ;

- ✚ **Une structure bouclée** : deux collecteurs alimentent chacun une des extrémités des antennes.

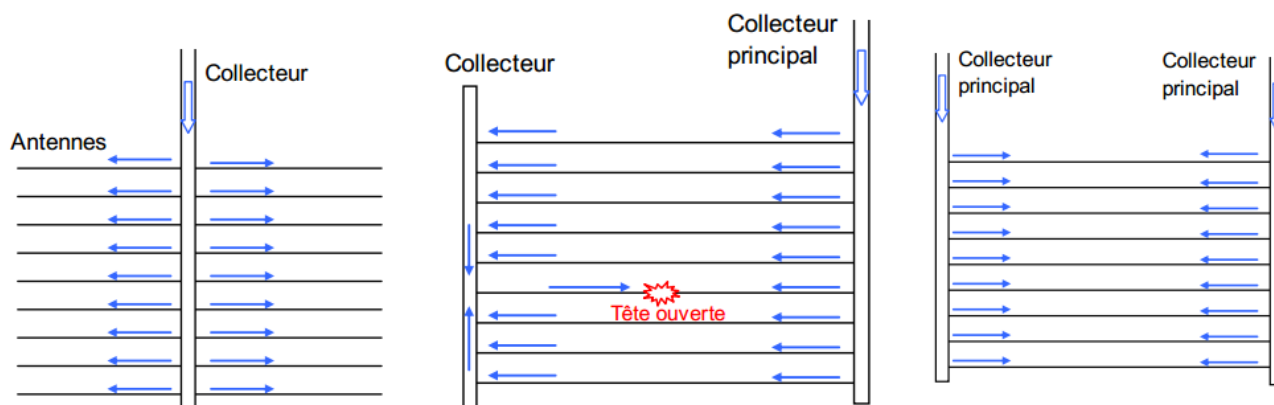


Figure III. 15: Réseau sprinklage

Le réseau est protégé, des chocs notamment, et possède son propre supportage adapté. Il est caractérisé par une pression de 8 à 10 bars et peut être composé d'une nappe unique de canalisations fixé au niveau du plafond ou de plusieurs nappes superposées ; dans ce cas, le réseau principal est fixé au niveau du plafond. Le ou les réseaux intermédiaires potentiels sont installés à l'intérieur des racks par exemple. Les températures de déclenchement peuvent être différentes selon les réseaux.

3.2.9. Les Alarmes

Elles ont pour but d'avertir les opérateurs de l'occurrence d'un défaut, d'un départ de feu. Elles permettent aussi d'avertir les opérateurs en cas de déclenchement intempestif afin d'éviter le dégât des eaux.

En cas de déclenchement de l'arrosage, l'ouverture du clapet du poste de contrôle alimente en eau la canalisation d'alarme. Le passage de l'eau :

- Déclenche un gong hydraulique qui produit une alarme locale ;
- Augmente la pression dans la canalisation d'alarme. Cette augmentation est détectée par le pressostat d'alarme qui retransmet une alarme à distance vers une zone de surveillance.

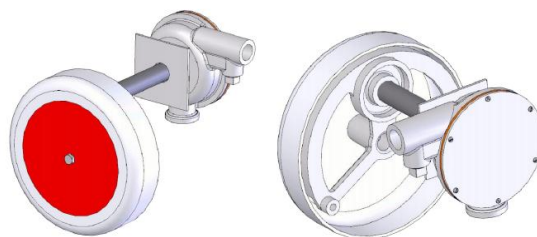


Figure III. 16: Gong hydraulique

3.2.10. Dimensionnement d'une installation sprinklage

La formule qui relie le débit à la pression des sprinkleurs est :

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

Avec :

Q : le débit en l/mn

P : la pression en bar du réseau.

Les pertes de charge linéaires dans les tuyauteries doivent être déterminées par la formule d'Hazen-Williams :

$$P = 6,05 \times \frac{Q^{1,85} \times 10^8}{C^{1,85} \times d^{4,87}}$$

Avec :

P = pertes de charge en mb pour 1 mètre de tuyau,

Q = débit de l'eau en l/mn,

C = constante pour le type de tuyau,

C = 100 pour les tuyauteries en fonte,

C = 120 pour les tuyauteries en acier,

C = 140 pour les tuyauteries à revêtement interne et les tuyauteries PVC,

d = diamètre intérieur du tuyau en mm

Les pertes de charge dues aux coudes, tés, double tés, vannes, (pertes de charge singulières) ... doivent être calculées en longueurs équivalentes de tuyauteries suivant le tableau¹ ci-contre :

Type d'accessoire	Diamètre nominal DN												
	25	32	40	50	65	80	90	100	125	150	200	250	300
Coude en fonte malléable à visser 45°, 3D	0,45	0,55	0,70	0,90	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coude en fonte malléable à visser 90°, 2D	1,00	1,20	1,60	2,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coude à souder en acier 45°, 3D	0,30	0,30	0,60	0,60	0,90	0,90	0,90	1,20	1,50	2,10	2,70	3,30	3,90
Coude à souder en acier 90°, 3D	0,60	0,90	1,20	1,50	1,80	2,10	2,40	3,00	3,60	4,20	5,40	6,60	8,10
Coude à souder en acier 90°, 5D	0,50	0,60	0,60	0,90	1,20	1,50	1,50	1,80	2,40	2,70	3,90	4,80	5,40
Té ou croix	1,50	1,80	2,40	3,00	3,60	4,5	5,10	6,00	7,50	9,00	10,5	15,0	18,0
Vanne à passage direct	-	-	-	0,30	0,30	0,30	0,30	0,60	0,60	0,90	1,20	1,50	1,80

Tableau 3: Pertes charges dues aux coudes et aux Té

¹ Ce tableau utilise la formule de Hazen-Williams dans le cas où C = 120.

Classe des risques	Surface à couvrir par chaque tête sprinkler	Débit requis
Risques à faible potentiel calorifique ¹ (RFPC)	4,1 x 3,8 m ²	2,24 litre/m ² /min
Risques courants ² (RC)	3,4 x 3 m ²	5 litre/m ² /min
Risques très dangereux ³ (RTD)	3 x 2,7 m ²	7,5 litre/m ² /min
Risques spéciaux ⁴	3 x 2,7 m ²	7,5 litre/m ² /min

Calcul

Symboles :

A = Surface impliquée

L = Longueur de la zone

ai = Surface maxi couverte par sprinkleur dans la zone

ei = Espacement des sprinkleurs sur les rangées dans la zone

Ni = Nombre de sprinkleurs en fonctionnement dans la zone impliquée

ni = Nombre de sprinkleurs en fonctionnement sur les rangées

nl= Nombre de lignes comportant le nombre « ni » de sprinkleurs en fonctionnement.

$$L = 1,2 \sqrt{A}$$

$$Ni = \frac{A}{ai} \text{ (Arrondi au chiffre supérieur)}$$

¹ RFPC : Ces risques comprennent exclusivement des activités n'ayant un caractère ni industriel, ni commercial.

² RC : Ces risques comprennent les activités industrielles et commerciales dans lesquelles les matériaux et marchandises ne sont pas susceptibles de donner lieu, dans la phase initiale d'un incendie, à un feu à développement rapide et intense, en raison aussi bien de leur nature que de leurs modes et hauteurs de stockages.

³ RTD : Ces risques comprennent les activités de fabrication, de manutention ou de stockage des matériaux et/ou marchandises susceptibles de donner lieu à des feux à développement rapide et intense en raison soit de leur nature, soit de leurs conditions de stockage.

⁴ RS : Risques nécessitant la mise en place d'une protection spécifique (installation spéciale ou autre agent extincteur que l'eau par exemple) et/ou dans lesquels les éléments de construction sont très combustibles ou peu stables au feu.

$$ni = \frac{L}{ei} \text{ (arrondi au chiffre supérieur)}$$

$$nl = \frac{Ni}{ni} \text{ (arrondi au chiffre supérieur)}$$

Nombre de sprinkleurs débitant sur la dernière ligne de la surface impliquée côté poste de contrôle :

$$Ni - (ni \times nl)$$

3.3. Extinction d'incendie avec la mousse

3.3.1. Qu'est-ce qu'est la Mousse

Une mousse est un mélange hétérogène d'air et d'eau, obtenu à l'aide d'un agent émulseur¹ et d'un générateur. Cet assemblage de bulles, non toxique, non agressif vis-à-vis des matériaux et plus léger que les liquides, est envoyé sur la surface du feu ou dans le volume en feu afin d'éteindre l'incendie.

Pour produire de la mousse, il est nécessaire de mélanger, grâce à un brassage énergique, les trois composants suivants :

- Eau sous pression ;
- Emulseur ;
- Gaz (CO₂ pour les mousses chimiques et l'air ambiant pour les mousses physiques) ;



Figure III. 17: Extinction incendie avec la mousse

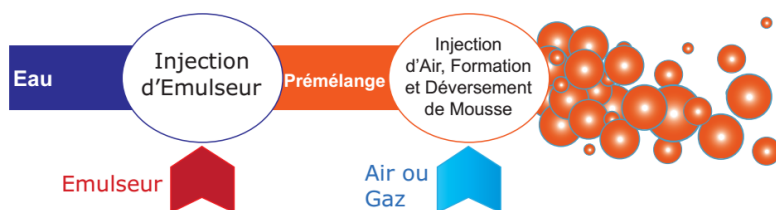


Figure III. 18: Production de la mousse

¹ Emulseur : C'est un fluide ayant la propriété de diminuer la tension superficielle de l'eau à laquelle il est mélangé, ce qui permet la formation de bulles gazeuses ; il est comme du savon.

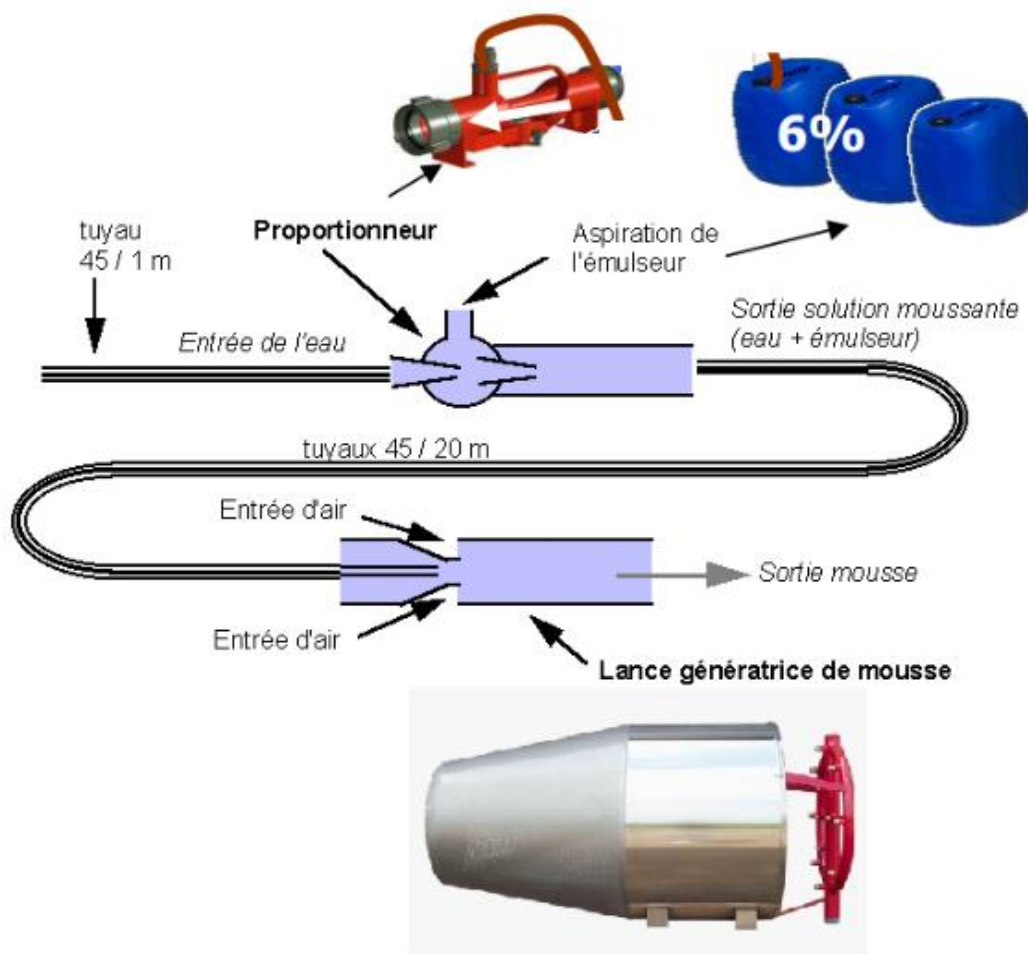


Figure III. 19: Processus de fabrication de la mousse

3.3.2. Principe d'extinction de la mousse

La mousse recouvre la zone à risque empêchant ainsi l'entretien des flammes par l'oxygène et le dégagement de vapeurs qui peuvent s'enflammer au contact de l'air (principe d'isolement). En complément, l'eau présente dans la mousse permet de refroidir rapidement la zone en feu.

Compte tenu de son efficacité et de sa rapidité d'extinction, la mousse est particulièrement bien adaptée à la protection de risques spéciaux caractérisés par l'apparition rapide de flammes et un développement violent de l'incendie.

Les mousses sont définies par leur « foisonnement » ; Ce dernier dépend du volume d'air introduit dans le mélange. C'est le rapport volume de mousse produit / volume de solution moussante¹.

¹ Solution moussante : Mélange eau + Emulseur

a. Le bas foisonnement

Produit par des lances ou des canons, permet de projeter la mousse à longue distance. La mousse bas foisonnement est peu sensible aux conditions atmosphériques, vent ou pluie : elle est stable et assure une couverture résistante.



Figure III. 20: Mousse à bas foisonnement

b. Le moyen foisonnement

La mousse en moyen foisonnement peut être projetée jusqu'à une dizaine de mètres. Elle est plus sensible aux intempéries et sa résistance à la ré-inflammation est inférieure à celle de la mousse bas foisonnement. Le moyen foisonnement est utilisé dans les cas où des quantités importantes de mousse sont nécessaires alors que les moyens en eau sont limités. Il est également adapté à la rétention des fuites ou épandages de gaz liquéfiés et de produits toxiques.



Figure III. 21: Mousse à moyen foisonnement

1.1.1. Le haut foisonnement

La mousse haut foisonnement est déversée à la sortie même de l'appareil de mis en œuvre.

Elle est essentiellement destinée au remplissage de volumes important.



Figure III. 22: Mousse à haut foisonnement

Taux de foisonnement	Type d'installation	Application
0 à 20	Bas foisonnement	Zones de dépôtage Postes de chargement Couronnes d'arrosage de cuves Déversoirs de cuvette de rétention (industries pétrolières)
20 à 200	Moyen foisonnement	Déversoirs de cuvette de rétention (industries pétrochimiques) Noyage de petits volumes jusqu'à une hauteur de 2m maxi. (caves, groupes électrogènes)
Plus de 200	Haut foisonnement	Noyage de grands volumes, grandes hauteurs Entrepôts de stockage (solvants...) Ateliers de production chimique Salles machines, galeries techniques Locaux d'archives

Tableau 4: Caractéristiques d'une mousse

c. Quelques définitions

- ✚ **Le taux de Concentration**, c'est un pourcentage qui exprime le volume d'émulseur par rapport au volume de solution moussante.

$$C = \frac{E}{SM} \times 100$$

Exemple : Une solution moussante qui contient 6 litres d'émulseur et 94 litres d'eau est dite à 6%.

- ✚ **Le Rendement d'un émulseur** est le rapport entre le volume de mousse et le volume d'émulseur.

$$R = \frac{M}{E}$$

3.3.3. Dimensionnement d'une mousse

La figure ci-après illustre la relation entre les différentes composantes qui doivent être présent dans un système à mousse.

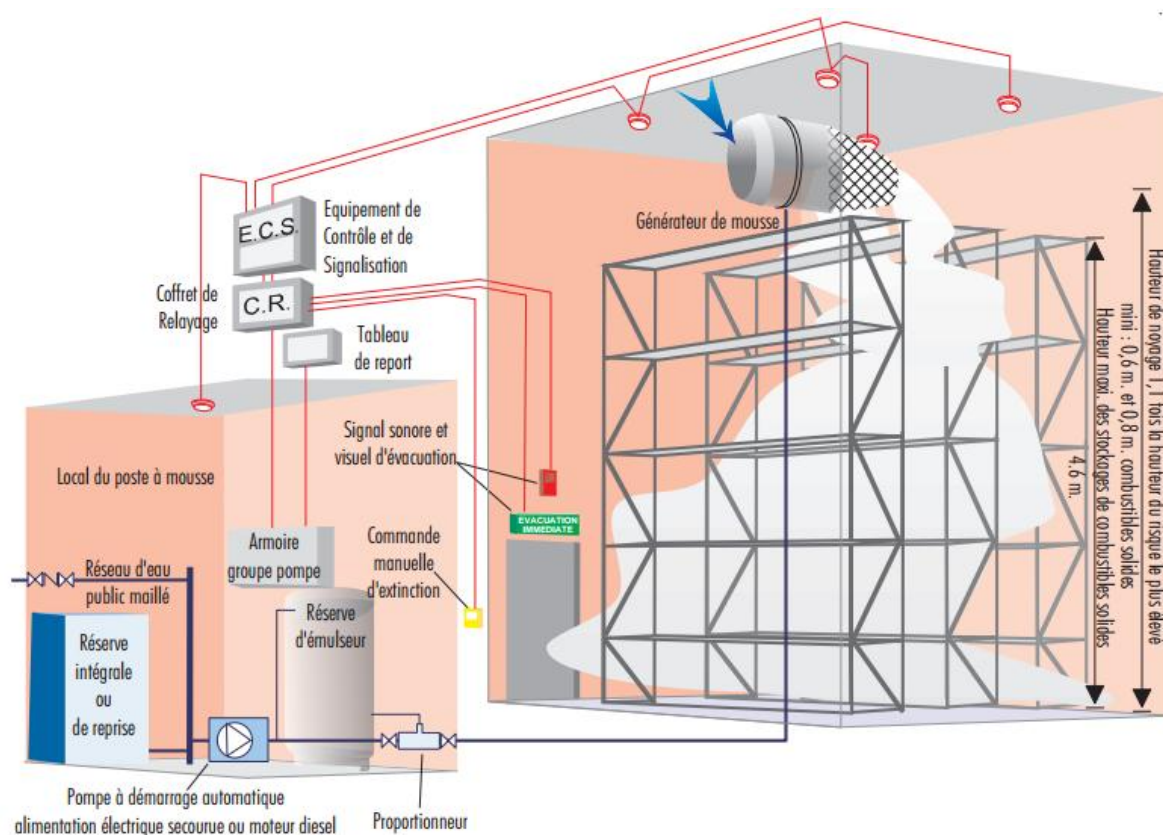


Figure III. 23: Synoptique d'une installation à mousse

Le système de détection incendie est similaire à celui qui a été détaillé dans le chapitre II ; quant à la quantité de la mousse, nous allons supposer la grande salle de SONASID (1660 m³ de volume) et que nous devons remplir avec de la mousse pendant une durée de trois minutes avec un haut foisonnement.

+ Volume de la solution moussante (eau + émulseur) requis¹ :

$$Sm = \frac{V}{F} = \frac{1660}{200} = 8,3 \text{ m}^3 \text{ soit } Sm = 8300 \text{ litre}$$

Avec :

V : volume de la salle ;

F : Taux de foisonnement.

+ Débit de solution moussante requis :

$$Dsm = \frac{Sm}{t} = \frac{8300 \text{ litre}}{3 \text{ min}} = 2767 \text{ litre/min soit } 2,767 \text{ m}^3 / \text{min}$$

+ Débit de la pompe émulseur pour une concentration C de 3%:

$$Dem = Dsm \times C = 2767 \times 3\% = 83,01 \text{ litre/min}$$

+ Débit minimum de la pompe d'eau requis

$$Dea = Dsm - Dem = 2767 - 83,01 = 2684 \text{ litre/min}$$

+ Capacité de réserve en eau :

$$\begin{aligned} Cae &= Dea \times t \times Dsm = 2684 \times 3 \times 2,767 \\ &= 22\,279,88 \text{ litre soit un réservoir d'eau de } 22,3 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

+ Capacité de réserve en émulseur :

$$Cem = Dem \times t \times Dsm = 83,01 \times 3 \times 2,767 = 689 \text{ Litres, soit } C = 0,689 \text{ m}^3$$

¹ Ces calculs ont pour référence la norme APSAD R12

3.3.4. Qualités exigibles des mousses

L'extinction incendie avec la mousse est d'autant plus efficace lorsque la mousse possède les qualités suivantes :

- Tenue aux flammes et à la chaleur
- Résistance à la destruction par les liquides inflammables
- Imperméabilité aux gaz et aux vapeurs
- Fluidité
- Élasticité
- Adhérence et cohésion
- Innocuité
- Neutralité

On définit alors les phénomènes qui favorisent ou non une extinction à mousse :

+ Phénomènes Positifs

- production de la mousse, notion de débit et de performance de l'émulseur.
- propagation de la mousse, notion de fluidité.

+ Phénomènes Négatifs

- évaporation, perte en eau par vaporisation,
- contamination, destruction de la mousse par les produits en feu.

L'extinction est possible seulement dans le cas où les phénomènes positifs l'emportent sur les phénomènes négatifs.

3.3.5. Les émulseurs

Le critère principal, permettant de déterminer l'efficacité d'un émulseur, est le taux d'application, c'est-à-dire le nombre de litres de solution moussante qu'il est nécessaire de projeter par minute sur un mètre carré de surface du foyer en feu ($L/m^2/mn$).

Plus un émulseur est performant, moins il faudra appliquer de solution moussante pour obtenir l'extinction, ou plus court sera le temps d'extinction.

Il en existe de plusieurs sortes : Protéiniques (P), fluor-protéiniques (FP), agents formant film flottant (AFFF), synthétiques (S), et les polyvalents (PL) ; chaque type est utilisé en fonction du milieu à protéger afin d'éviter toutes sorte de réaction toxique.

Remarque : L'utilisation de la mousse comme agent extincteur est très efficace lorsqu'il s'agit de la protection des grands volumes ; En fonction de la nature du produit enflammé, les flammes peuvent détruire la mousse (c'est le cas des alcools et des solvants). C'est pourquoi il est judicieux de bien choisir son type d'émulseur afin de faire face à tout type de

risque. Les sapeurs-pompiers utilisent en général des mousses synthétiques polyvalentes qui peuvent être utilisées dans la plupart des incendies.

3.4. Extinction automatique d'incendie avec le dioxyde de carbone (CO₂)

3.4.1. Généralités

Le CO₂ est un gaz inodore, incolore, non corrosif et non conducteur de l'électricité et les mécanismes électriques sensibles. C'est un gaz asphyxiant potentiellement dangereux pour l'homme aux concentrations utilisées en extinction automatique.

La force des systèmes d'extinction par dioxyde de carbone réside dans la lutte rapide et efficace contre le feu. Il agit par étouffement en abaissant la concentration d'oxygène jusqu'à un niveau où la flamme ne peut plus se développer. Le taux de concentration utilisé pour le CO₂ est mortel, c'est pourquoi il a été conçu pour réaliser la protection de locaux non occupés en permanence.



Figure III. 24: Batterie de CO₂

Information toxicologique du CO ₂	
Propriété	Valeur %
NOAEL ¹	5,0
LOAEL ²	7,5

Tableau 5: Informations toxicologiques du CO₂

¹NOAEL (No Observed Adverse Effect Level) : concentration la plus élevée à laquelle aucun effet toxicologique ou physiologique n'est observé chez l'homme ;

² LOAEL (Lowest Observed Adverse Effect Level) : concentration la plus faible à laquelle un effet toxicologique ou physiologique a été observé chez l'homme.

3.4.2. Domaines d'applications

Une installation d'extinction au CO₂ est très efficace, génère peu de frais de nettoyage après extinction. Le CO₂ est principalement utilisé pour la protection volumétrique tel que :

- ✓ Les zones de stockage de matières inflammables
- ✓ Les transformateurs
- ✓ Les rotatives
- ✓ Les générateurs de puissance
- ✓ Les industries de transformation du métal
- ✓ Les imprimeries
- ✓ Mélangeurs de peinture
- ✓ Machines industrielles...

3.4.3. Dimensionnement du gaz

La quantité de base de CO₂ requise doit être déterminée en appliquant la formule suivante aux installations de protection ponctuelle et aux installations de protection d'ambiance.

$$Q = K_B \times [0,2 A + 0,75 V]$$

Où :

$A = A_V + 30 A_0$: Variable relative aux surfaces (m²) ;

A_V : superficie totale des murs, plancher et plafond de l'enceinte réelle (m²) ;

A_0 : superficie totale des ouvertures supposées ouvertes (m²) ;

$V = V_V + 4 V_Z - V_g$: Variable relative aux volumes (m³) ;

V_V : Volume de l'enceinte réelle (m³) ;

V_Z : Volume de l'air en valeur absolue qui sera introduit ou évacué de l'enceinte au cours du temps de l'émission ou du temps d'imprégnation par des systèmes de ventilation qui ne peuvent pas être fermés (m³) ;

V_g : Volume de la structure du bâtiment qui peut être déduit (m³) ;

$K_B \geq 1$: facteur imputé à la matière à protéger (voir annexe).

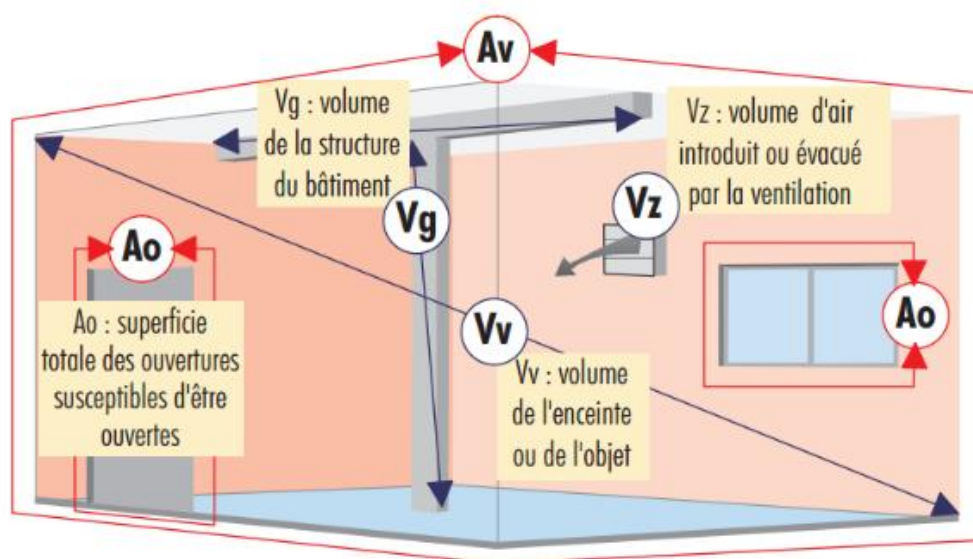


Figure III. 25: Les paramètres de calcul de la quantité de CO2

3.4.4. Types d'installation

Le choix entre une installation haute pression et une installation basse pression dépend de la quantité de CO2 à stocker et du réseau de distribution requis. On trouve ainsi deux types de protections :

- ✚ Installations par noyage total du local avec le gaz
- ✚ Installations ponctuel dans lequel un seul matériel est protégé.

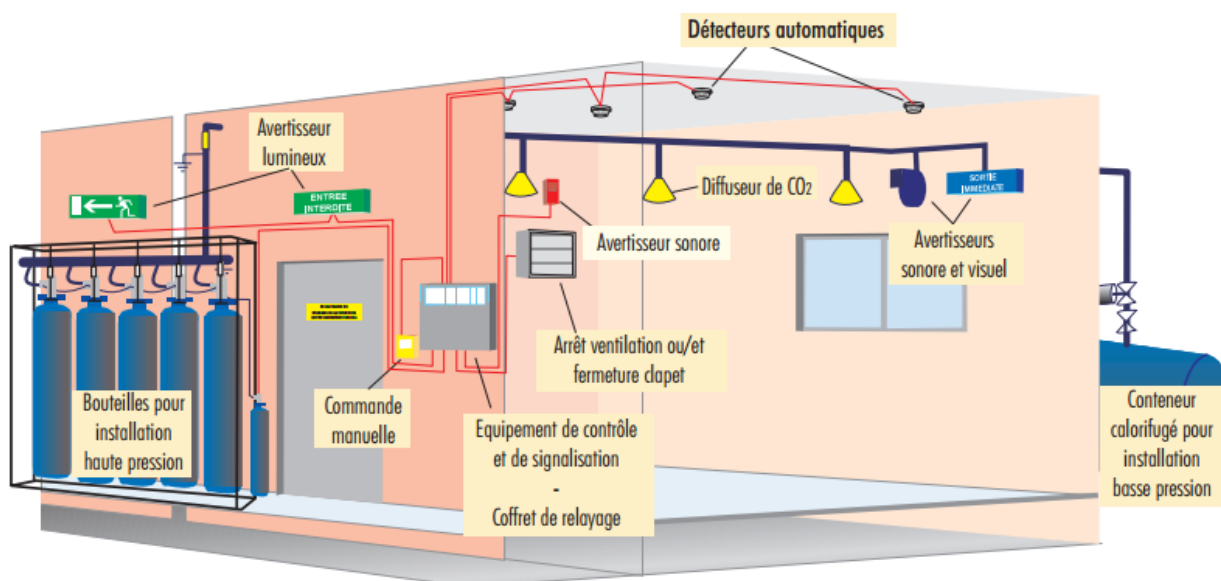


Figure III. 26: Synoptique d'une installation d'extinction à CO2

3.4.5. Tuyau détecteur

C'est un système qui repère et éteint automatiquement l'incendie à sa source. Le système utilise, essentiellement, un tube souple, sensible à la chaleur, réalisé en polymères spéciaux dont la composition garantit les caractéristiques de détection et diffusion.

Ce système d'extinction automatique est relié à un réservoir sous pression contenant l'agent extincteur (le CO₂) ; lorsqu'un feu se déclare et atteint le tube, la paroi de ce dernier s'amincit pour rapidement éclater à l'endroit le plus exposé. L'agent extincteur est alors pulvérisé directement sur la source du feu, garantissant son extinction rapide avant qu'il ne s'étende. Le tube sous pression peut se faufiler partout et donc au plus près du risque : armoires électriques, stockage de produits dangereux, moteurs, machines-outils, cuisines de restaurants et industrielles...

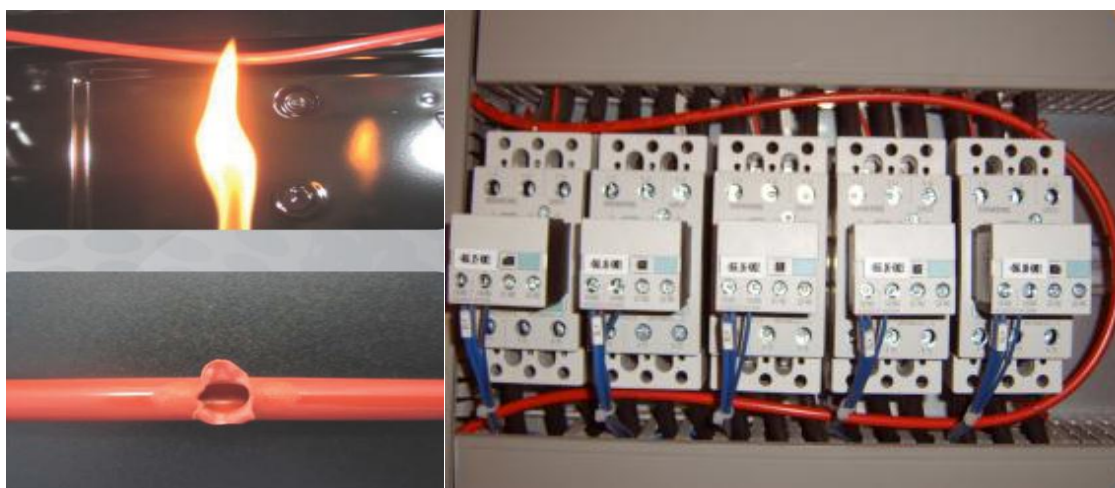


Figure III. 27: Tuyau capteur

Il existe deux types de configurations pour cette installation :

a. Configuration directe

Le système Direct utilise le tube détecteur également comme diffuseur. La diffusion de l'agent extincteur se fait à basse pression, à l'endroit où le tube est percé par la source de chaleur, donc directement au cœur du foyer.

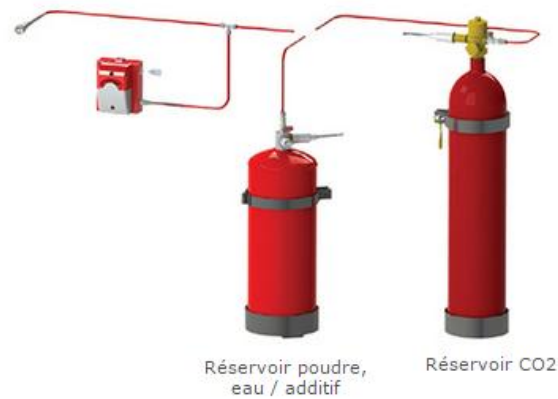


Figure III. 28: Configuration directe

b. Système indirecte

Le système Indirect utilise le tube détecteur uniquement pour la détection. La diffusion se fait par une canalisation rigide et des diffuseurs adaptés, ce qui permet un plus gros débit, et donc une vidange du réservoir rapide. Ce système est le plus efficace.



Figure III. 29: Configuration indirecte

3.5. Extinction d'incendie avec le FM-200

Le FM-200 est le nom commercial de l'Heptafluoropropane (HFC-227ea) qui est un gaz inhibiteur. Il agit principalement par le mécanisme physique de l'absorption de la chaleur et par l'inhibition de la réaction en chaîne responsable de la combustion, sans pour autant abaisser de manière significative la teneur en oxygène de l'air. Le FM-200 est efficace lorsque l'énergie dégagée est nécessaire à la poursuite de la combustion et est utilisable sur les feux de gaz, de liquide et sur les feux de solides brûlant sans présence de braises.

3.5.1. L'avantage de l'utilisation du FM-200

Ce système est utilisé pour remplacer progressivement les gaz appauvrissant l'ozone comme le Halon 1301, désormais interdit. Utilisé à sa concentration nominale d'extinction (maximum 9%), le FM-200 n'appauvrit pas le niveau d'oxygène à un niveau trop bas pour que les occupants puissent rester dans la pièce.

Suite à un incendie, le gaz peut être dispersé par le biais d'une ventilation naturelle grâce à l'absence d'effets secondaires toxiques du FM-200 et comme il ne contient ni brome ni de chlore, son potentiel de destruction de l'ozone est nul. Il est stocké dans des bouteilles sous forme liquide, pressé à l'azote. Il occupe donc une faible surface. Il n'existe aucun risque de dommage dû au choc thermique des équipements électroniques sensibles et le FM-200 est non conducteur et non corrosif. Par ailleurs, il ne laisse aucun dépôt ni résidu huileux qui pourraient endommager les logiciels, fichiers de données ou équipements de communication, ce qui implique une réduction des coûts et du temps de nettoyage après la décharge.

Information toxicologique du FM-200	
Propriété	Valeur %
NOAEL	9,0
LOAEL	>10,5

Tableau 6: information toxicologique du FM-200

3.5.2. Domaine d'application

Le système FM-200 est utilisé dans les locaux où l'utilisation de l'eau peut conditionner la destruction du matériel ; on peut citer :

- Les salles informatiques et chambres électriques.
- Les turbines à gaz
- L'Exploration pétrolière et installation de production offshore
- Les centres de télécommunications
- Les générateurs d'électricité
- Les Musées, archives et stockage des données.

Remarque : L'agent extincteur FM-200 n'est pas utilisable sur les feux profonds ou couvant (copeaux de bois ou sciure, carton, textile, câbles en nappes importantes...).

Les concentrations de design minimums selon la norme sont les suivantes :

Concentration selon la classe du feu	
Risque	FM200
Classe B	9 %
Classe A superficielle	7,9 %
Risque supérieure à classe A	8,5 %

Tableau 7: Concentration d'extinction du FM-200 selon la classe du feu

3.5.3. Calcul du gaz

Le calcul va nous permettre de préciser la masse des cylindres FM-200 nécessaire pour un local donné ainsi que le volume et le nombre de ses cylindres.

La méthode de calcul

- Calculer le volume (V) de la région protégée.
- Définir la température de la zone de danger.
- Définir la concentration nécessaire du FM-200 (% par volume).
- Calculer le volume massique de la Température T.
- Calculer le poids nécessaire du cylindre FM-200.
- Définir le nombre et la taille du cylindre FM-200.

Formule :

La masse d'agent extincteur FM200 à mettre en œuvre pour obtenir la concentration nominale peut être calculée par la formule suivante :

$$M = \left\{ \frac{V}{0,1269 + 0,000513 \times T} \right\} \times \left\{ \frac{C}{100 - C} \right\}$$

Avec :

M : quantité de FM200 (kg) ;

T : température (°C) ;

V : Volume du local (m³) ;

C : Concentration nominale d'extinction (voir tableau 9, en %)

Conclusion

Dans ce chapitre, Après avoir élaboré les modes d'extinction de l'incendie, nous avons procédé à l'étude et au dimensionnement des systèmes sprinklage, la mousse, le CO₂ et le FM-200. Nous entamons dans le prochain chapitre, le cœur même de notre projet.

Chapitre IV : Installation de détection et d'extinction incendie avec IG55

Introduction

Après avoir étudié les systèmes d'extinction d'incendie avec l'eau, la mousse, le FM-200 et le CO₂, ce chapitre vient dans le but d'apporter les raisons du choix de la solution IG55 ainsi son dimensionnement.

4.1. Qu'est-ce qu'est IG55 ?

L'IG-55 (argonite ou argo 55 en appellation commerciale) est un gaz composé d'un mélange de 50% d'argon (IG-01) et de 50% de nitrogène (IG-100). Ses composants se trouvent de façon naturelle dans l'environnement, il n'a donc pas d'effet de serre et il ne détruit pas la couche d'ozone.

Sa densité est similaire à celle de l'air et aussi bien l'argon que le nitrogène sont des gaz propres, non corrosifs, incolores et insipides qui offrent une grande flexibilité d'adaptation à tous les systèmes d'action et de déclenchement. Il peut être utilisé à des températures normales avec des matériaux comme le nickel, l'acier, l'acier inoxydable, le cuivre, le bronze, le laiton, etc. L'IG-55 se stocke sous forme comprimée dans des cylindres à haute pression (200 ou 300 bars), et pour cette raison l'espace nécessaire pour son stockage dépendra de sa pression et capacité.



Figure IV : 1: Bouteille de gaz IG55

4.2. Principe d'extinction de l'IG55

Lorsqu'un incendie se déclenche, l'IG-55 pénètre rapidement dans la zone et réduit le niveau d'oxygène de 21% jusqu'à atteindre une limite qui oscille entre 13% et 11%, la quantité suffisante pour que la combustion s'arrête et soit sûre pour les personnes qui occupent la salle.

Information toxicologique de l'IG55	
Propriété	Valeur %
NOAEL	43,0
LOAEL	52,0
ODP	0
GWP	0

Tableau 8: Information toxicologique de l'IG55

4.3. Domaine d'utilisation

Tout comme le FM-200, l'IG55 est utilisé pour protéger des produits et/ ou des matériaux de très grandes valeurs sur lesquels l'eau ne peut pas être utilisée comme :

- ✓ Les centres de données ;
- ✓ Les salles informatiques ;
- ✓ Infrastructures de télécommunications ;
- ✓ Postes de commande ;
- ✓ Chambres de stockage liquide inflammable ;
- ✓ Les locaux de machines ;
- ✓ Installations pétrolières ;
- ✓ Les turbines à gaz ;
- ✓ Etc...

4.4. Pourquoi le choix de l'IG55 ?

Pas d'ODP et pas de GWP

L'IG-55 n'a aucun potentiel de déplétion ozonique (Ozone Depletion Potential ODP) ni aucun potentiel d'effet de serre (Global Warming Potencial GWP), puisqu'il est composé de nitrogène et d'argon, des gaz inertes présents de forme naturelle dans notre atmosphère.

Non toxique

L'IG-55 ne contient ni dioxyde de carbone (CO₂) ni halocarbones. Il n'y a aucune possibilité de production de gaz toxiques de décomposition y compris au contact de la chaleur ou d'une flamme.

Faible cout de remplissage

L'IG-55 est composé d'un mélange de 50% de nitrogène et d'argon, facilement disponibles pour l'usage industriel.

Vanne avec contrôle de pression régulée

L'ensemble vanne-cylindre dispose d'un système de régulation constant de pression déposé. L'agent extincteur, stocké à 300 bars ou 200 bars dans le cylindre, se décharge de façon contrôlée à 60 bars. Cela permet l'usage de systèmes de tubes à moindre pression.

Vision claire

Le déchargement lors d'un incendie de l'IG55 ne provoque aucun problème de visibilité aux occupants pour procéder à l'évacuation de l'enceinte. Aucune condensation dans l'air suite au déchargement de l'agent.

Agent propre

L'Argonite peut être utilisé pour protéger des enceintes avec des composants de précision, des œuvres d'art, des articles de valeur, des équipements électroniques puisqu'il ne laisse aucun résidu après la décharge.

Systèmes d'extinction centralisés

Les systèmes à IG55 peuvent être conçus pour la protection de plusieurs zones via l'installation de vannes directionnelles.

4.5. Dimensionnement de l'installation

4.5.1. Quantité de gaz d'extinction

La quantité de conception de gaz nécessaire est déterminée en fonction par la formule suivante :

$$Q = V \cdot \frac{S_R}{S} \cdot \ln \left[\frac{100}{100 - C} \right]$$

Avec :

Q : le volume d'agent extincteur (IG55) total en m³,

C : la concentration nominale d'extinction en % du volume de la zone (voir tableau 9) ;

V : volume net de la zone, en m³ (c'est-à-dire le volume brut du local protégé diminué du volume des éléments inamovibles et incombustibles de la construction, par exemple, les poteaux).

S=K₁ + K₂.T : volume spécifique, en m³/kg à la température T (température ambiante minimale prévue du volume protégé, en °C).

S_R est le volume spécifique en m³/kg à 20°C=0,708 m³/kg ;

K₁, K₂ sont les constantes spécifiques à l'agent extincteur utilisé ; dans notre cas K₁=0,6598 et K₂=0,002416.

CLASS OF FIRE	ISO 14520 (edition 2006)				EN 15004 (edition 2008)				NFPA 2001	
CLASE A	NORMAL		HIGHER		NORMAL		HIGHER		NORMAL	
Agent	Concentration	Flooding Fact. kg/m ³	Concentration	Flooding Fact. kg/m ³	Concentration	Flooding Fact. kg/m ³	Concentration	Flooding Fact. kg/m ³	Concentration	Flooding Fact. kg/m ³
DuPont™ FE-13™	15,90%	0.556	16,3%	0.573	15,9%	0.556	16,3%	0.573	14,7%	0.507
HFC 125	8,7%	0.485	11,5%	0.661	11,2%	0.485	11,5%	0.661	8%	0.443
DuPont™ FM 200®	7,9%	0.625	8,5%	0.677	7,9%	0.625	8,5%	0.677	7,3%	0.574
DuPont™ FM 200® UL	-	-	-	-	-	-	-	-	6,25	0.485
IG-01	41,9%	0.534	48,4%	0.650	41,9%	0.534	49,2%	0.666	38,7%	0.481
IG-55	40,3%	0.507	45,1%	0.589	40,3%	0.507	45,2%	0.591	37,2%	0.457
IG-100	40,3%	0.507	41,5%	0.527	40,3%	0.507	45,2%	0.591	37,2%	0.457
IG-541	39,9%	0.501	39,9%	0.501	39,9%	0.501	45,7%	0.600	36,8%	0.451

Tableau 9: Concentration nominale d'extinction

4.5.2. Réseau de tuyauterie

Les diffuseurs et les tuyauteries doivent être dimensionnés de telle manière que la quantité de gaz nécessaire pour atteindre 95 % de la concentration de conception doit être rejetée dans la zone d'inondation dans le temps de décharge. La distribution du gaz est assurée par un réseau de tuyauterie en acier composé de plusieurs tronçons de diamètres différents. Chaque diamètre est calculé suivant le débit de fonctionnement de l'installation, la longueur du tronçon et les pertes charges¹ qu'il engendre.

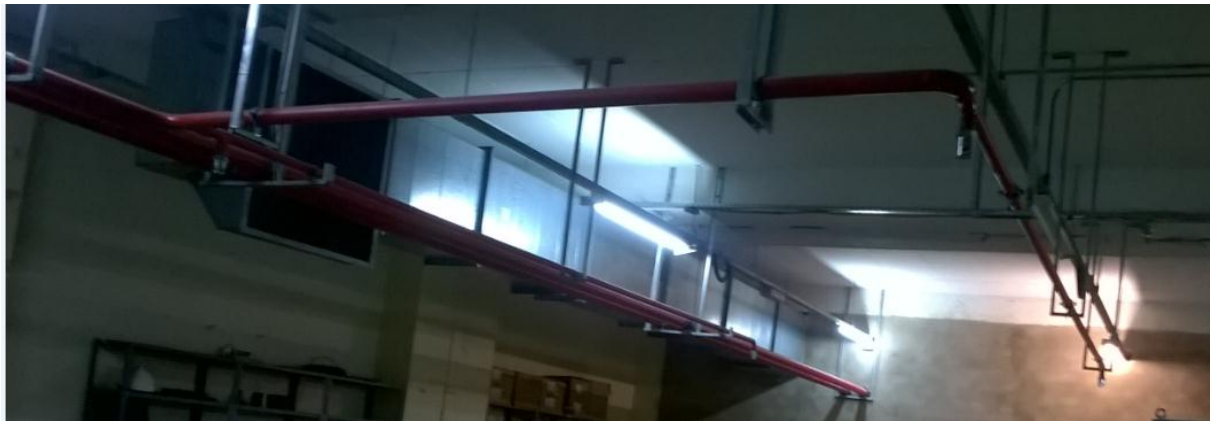


Figure IV : 2: Réseau de tuyauterie de la salle de contrôle

Pour déterminer le diamètre intérieur du tronçon, deux équations sont généralement utilisées dans la norme américaine NFPA 58 :

✚ Cas d'une basse pression $\leq 10,3$ kPa (10,3 mbar)

$$D = \frac{Q^{0,381}}{19,17 \times \left[\frac{\Delta H}{C_r \times L} \right]^{0,206}}$$

✚ Cas d'une haute pression $> 10,3$ kPa

$$D = \frac{Q^{0,381}}{18,93 \times \left[\frac{(P_1^2 - P_2^2) \times Y}{C_r \times L} \right]^{0,206}}$$

¹ La perte de charge d'un tronçon est la somme des pertes de charges linéaires dues aux longueurs droites de tuyauteries et des pertes de charges singulières dues aux incidents de parcours rencontrés (coudes, Tés...).

Avec :

D : diamètre du tuyau (en m)

L : Longueur du tronçon (en m)

Q : Débit du gaz en (m³/sec)

P1 : Pression en amont du tuyau (en bar) ;

Cr et Y : coefficient relatifs aux gaz respectivement 0,6094 et 0,9992 ;

P2 : Pression en aval du tuyau (en bar) ;

DH : Pertes charges (en mbar)

Nombre de diffuseur asservi	Débit max correspondant (kg/min)	Ø estimé avec les abaques (inch)	Ø calculé avec l'équation (mm)	Ø normalisé (inch)
1	88,47	1 ¼"	29,08	1 ¼"
2	176,94	1 ½"	37,88	1 ½"
3	265,41	2"	44,20	2"
4	353,82	2 ½"	49,33	2"
5	442,29	2 ½"	53,70	2 ½"
6	530,76	2 ½"	57,57	2 ½"
7	619,23	3"	61,05	2 ½"
14	1238,47	3"	79,50	3"

Tableau 10: Calcul du diamètre de tuyauterie

a. Exigences de la Norme

Le réseau de tuyauteries doit être conforme à la réglementation applicable et doivent satisfaire aux dispositions suivantes :

- ✓ L'intérieur et l'extérieur des tuyauteries doivent être effectivement protégés contre la corrosion ;
- ✓ Le diamètre intérieur des tuyauteries doit être supérieure ou égal à 10 mm ;
- ✓ Les tuyauteries d'un diamètre intérieur inférieur ou égal à 80 mm devraient être raccordées par filetage. L'utilisation de tout autre mode de raccordement nécessitant un soudage sur place doit faire l'objet de précautions particulières, notamment d'un permis de feu ;
- ✓ L'installation de la tuyauterie doit être réalisée de manière à ne pas pouvoir être endommagée du fait de son propre poids, des variations de température, des vibrations, du déclenchement de l'installation ou d'autres influences inhérentes à l'installation ;
- ✓ L'intérieur des tuyauteries doit être inspecté visuellement avant le montage afin de vérifier l'absence de corps étrangers. Après l'installation, les tuyauteries doivent être soumises à un soufflage avant le montage des diffuseurs.

b. Supports de tuyauteries

Etant donné que le réseau de tuyauterie sera fixé en hauteur, la conception des supports doit tenir en compte des basses températures produites lors de l'émission de l'agent extincteur et de la variation de la longueur des tuyauteries causée par les effets thermiques. Les ancrages doivent également résister aux vibrations.

Le mode de conception des supports de tuyauteries doit permettre d'éliminer tout risque de dommages à l'installation et les supports doivent fixer le réseau de tuyauterie directement à la structure du bâtiment ; ils ne doivent pas être utilisés comme supports pour d'autres objets.

DN de tuyauterie	$DN \leq 25$	$25 < DN < 50$	$DN \geq 50$
Espacement maximal entre supports (m)	2	3	4

Tableau 11: Distance entre deux supports de tuyaux

4.5.3. Temps de décharge

Le temps de décharge ne doit pas dépasser 60 secondes et la concentration de la conception à tout moment au sein de l'enceinte doit être obtenue. Si les zones avec des feux à croissance lente sont protégées, le temps de la décharge ne doit pas dépasser 120 secondes. La concentration de conception doit être réalisée à tout point situé dans l'enceinte.

4.5.4. Temps d'imprégnation

Le temps d'imprégnation qui est le temps à partir duquel l'atmosphère du local où l'extinction a été effectuée devient normale doit être au moins 10 minutes.

4.5.5. Concentration d'oxygène après décharge

La concentration en oxygène qui en résulte peut être calculée en utilisant la formule suivante :

$$O_2 = 20,9 \times \left[\frac{100 - C}{100} \right]$$

Avec :

O₂ : Concentration d'oxygène après décharge (%) ;

C : concentration nominale d'extinction (%).

4.5.5. Les diffuseurs

Ces pièces métalliques sont conçues pour répandre le gaz sur un plan horizontal, perpendiculaire à l'axe de la vis de connexion dans toute la salle de manière à ne causer aucun dommage aux équipements contenus dans celle-ci ; Ils sont directement fixé au réseau de la tuyauterie grâce à un filetage.



Figure IV : 3: Diffuseur de gaz

En fonction de leur diamètre intérieur, chaque diffuseur peut couvrir une surface bien propre selon la relation suivante :

$$L = \sqrt{100 - l^2} \text{ Où } L \text{ est la longueur totale du rectangle (en m) et } l \text{ la largeur (en m).}$$

Dans notre cas, nous utilisons un diffuseur de diamètre 1 ¼" avec une surface de 7,07 x 7,07 m².

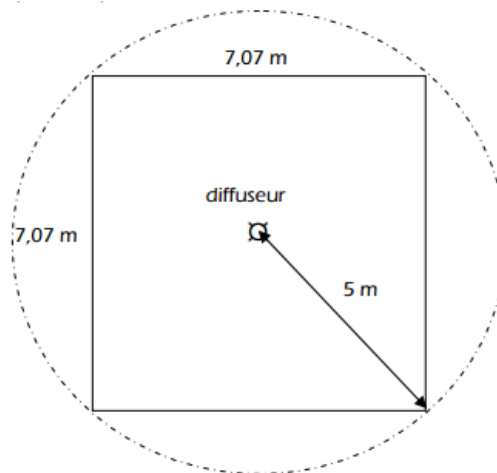


Figure IV : 4: surface de couverture d'un diffuseur 1 1/4 "

4.5.6. Les événements de surpression

L'augmentation brusque de la pression lors de l'émission du gaz peut provoquer des dégâts qui peuvent s'avérer plus graves que ceux causés par l'incendie.



Figure IV : 5: Dégâts causés par la surpression dans un local

Surpression (mbar)	Effets
2	Fentes occasionnelles de vitres de grandes fenêtres sous tension
7	Bris de petites vitres sous tension
10	Bris de vitre, pression typique
30	Dommages mineurs et limités aux structures
55	Eclatement de fenêtres
90	Eclatement des panneaux en fibrociment
140	Effondrement partiel des murs
175	Eclatement des murs en moellons non renforcés
300-700	Structures fortement endommagées
700 à 1000	Soufflage des murs en briques, destruction totale des bâtiments

Tableau 12: Effets de surpression

Pour que toutes les parois du local (mur, plafonds, planchers, portes, fenêtre ...) puissent résister à l'accroissement dangereux de la pression, la norme R13 stipule que des dispositifs de limitation de pression appelés événements de surpression doivent être installés. Ces événements sont munis de ressorts qui s'ouvrent à un certain niveau de pression dans la salle ; ce qui permet d'évacuer la surpression vers l'extérieur.



Figure IV : 6 : Events de surpression

Le calcul de la surface des événements s'effectuera à l'aide de la formule suivante :

$$A = \frac{M_Z^* \times V_Z}{\sqrt{\Delta_p \times V_{HOM}}} \times C_2$$

Avec : $C_2 = \sqrt{\frac{C_1}{2}}$: C1, coefficient de résistance ; varie en fonction de la géométrie et est compris dans la plupart des cas entre 0,5 < C1 < 2,5. Par défaut on prend 2.

$$\Delta_p = C_1 \times \frac{\rho_{HOM}}{2} \times \omega_{HOM}^2$$

Débit massiques :

$$M_{HOM} = V_{HOM}^* \times \rho_{HOM}$$

$$M_Z = V_Z^* \times \rho_Z$$

Z : indice utilisé pour le gaz ;

HOM : indice utilisé pour le mélange homogène ;

A : surface d'ouverture (m²) ;

ρ : Masse volumique (kg/m³) ;

ω : Vitesse d'écoulement (m/s) ;

M* : Débit massique (kg/s) ;

V* : Débit volumique (m³/s) ;

Δp : Augmentation de pression admissible dans l'enceinte (Pa) ;

4.5.7. Détermination du nombre de bouteille de gaz

A partir de la quantité requise du gaz calculée en 4.5.1, nous déduisons le nombre de cylindre de gaz IG55 optimale comme suit :

$$n = \frac{Q}{p}$$

Avec : **Q**, la quantité requise du gaz calculée précédemment en m³

P : poids net du gaz dans une bouteille en m³ et **n**, le nombre de bouteille.

Pression de stockage	300 bars			
Capacité du cylindre	80 litre		140 litre	
IG55	22,3 m ³	32,1 kg	39,1 m ³	56,3 kg
IG100	23,0 m ³	33,2 kg	40,2 m ³	57,9 kg

Tableau 13: Caractéristiques des bouteilles IG55

4.7. Configuration des centrales

4.7.1. Centrale de détection incendie AE-SA-C1 de Aguilera

La programmation a été la dernière tâche effectuée avant d'être envoyé sur le chantier de réalisation ; elle consiste en la configuration de la centrale de détection incendie et à préparer une personnalisation qui permet la télégestion de l'installation ; les logiciels (AGE41, AGE42) ont été livré par le fournisseur.



Figure IV : 7: centrale de détection incendie marge de Aguilera

a. Description du logiciel

AGE42 est un logiciel développé sous environnement Windows que l'on peut utiliser pour créer de nouvelles personnalisations ainsi que pour rééditer des personnalisations déjà existantes.

Ce programme nous permet de réaliser, de façon simple, les opérations suivantes :

- ✓ Créations de nouvelles personnalisations, en définissant les textes à assigner à chacun des points, zones ou secteurs de l'installation ;
- ✓ Capture et transfère la personnalisation aux centrales connectées ;
- ✓ Importation des structures créées à l'aide du programme de mise en marche AGE41 ;
- ✓ Définition des plans de l'installation pour utiliser un poste de contrôle ;
- ✓ Répertoire les données de personnalisation, à l'écran ou sur une imprimante, au moyen de différents types de rapports ;
- ✓ Définition des secteurs et des risques de l'installation ;
- ✓ Etc...

Concernant AGE41, ce dernier permet de vérifier l'état d'une installation sans avoir besoin de personnaliser les centrales.

b. Etapes de programmation de AGE42

Après avoir installé le logiciel, on ouvre ce dernier puis clic sur file puis sur new/open :

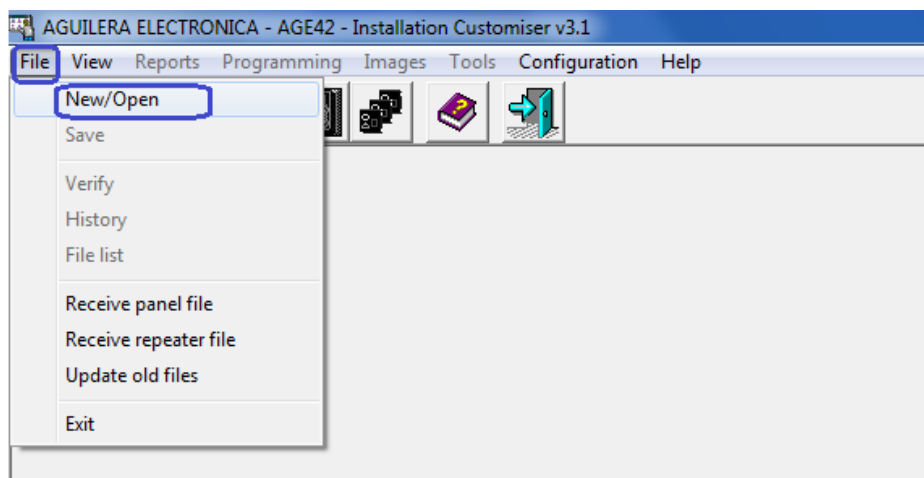


Figure IV. 8: création d'un fichier

On donne le nom du programme (exemple : test) puis un clic sur ok, nous pouvons ainsi apporter des modifications sur celui-ci.

Lorsque l'on clique sur créer, une fenêtre apparaît et demande de choisir le type de connexion à faire, choisissez le type ETHERNET puis un clic sur ok et l'espace de travail s'affiche.

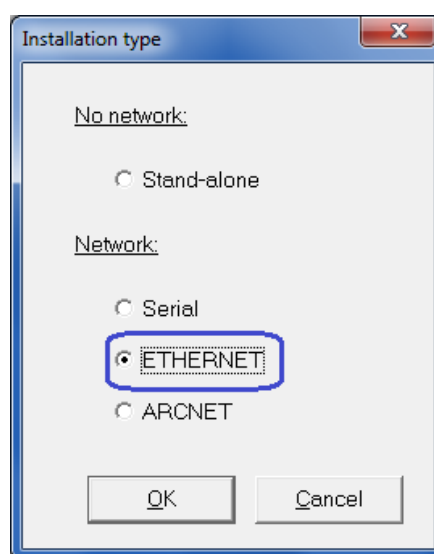


Figure IV. 9: Sélection du type de connexion

Une fois tout ceci fait, on fait un clic droit puis sélectionner « Add element » pour ajouter la centrale de détection incendie CDI.

On choisit la référence de notre centrale qui est AE/SA-C1 en cliquant dessus.

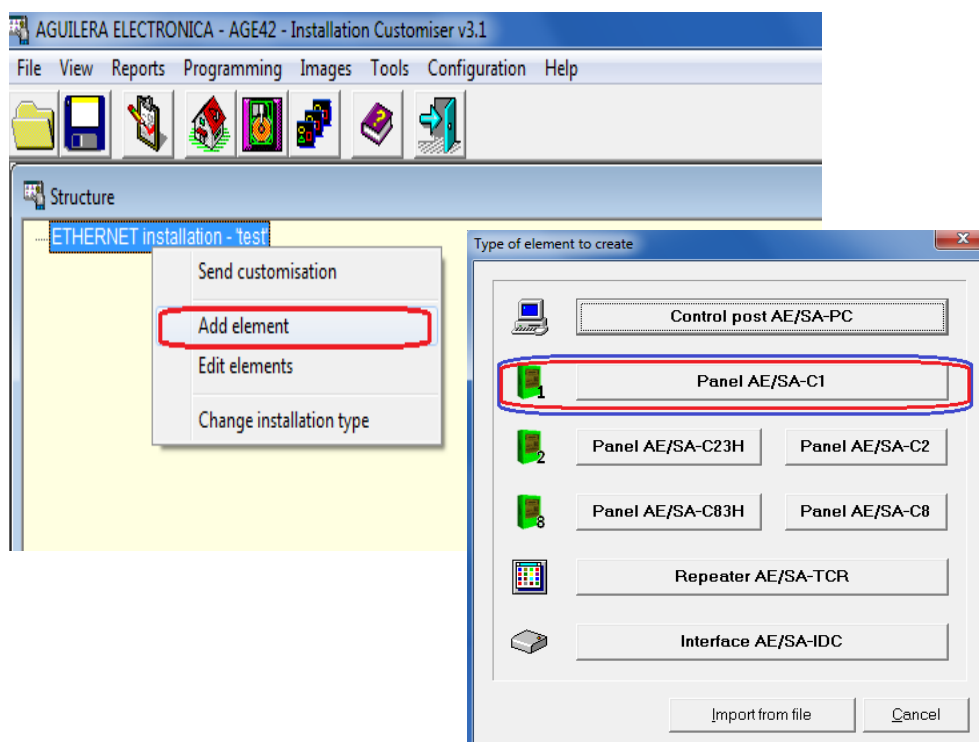


Figure IV. 10: Ajout du type de CDI

La centrale étant choisie, nous lui ajoutons maintenant les zones (les salles), les secteurs (secteur électrique et commande), séquences (manœuvre à faire) et les channels (les centrales d'extinction ainsi que les détecteurs, sirènes etc...).

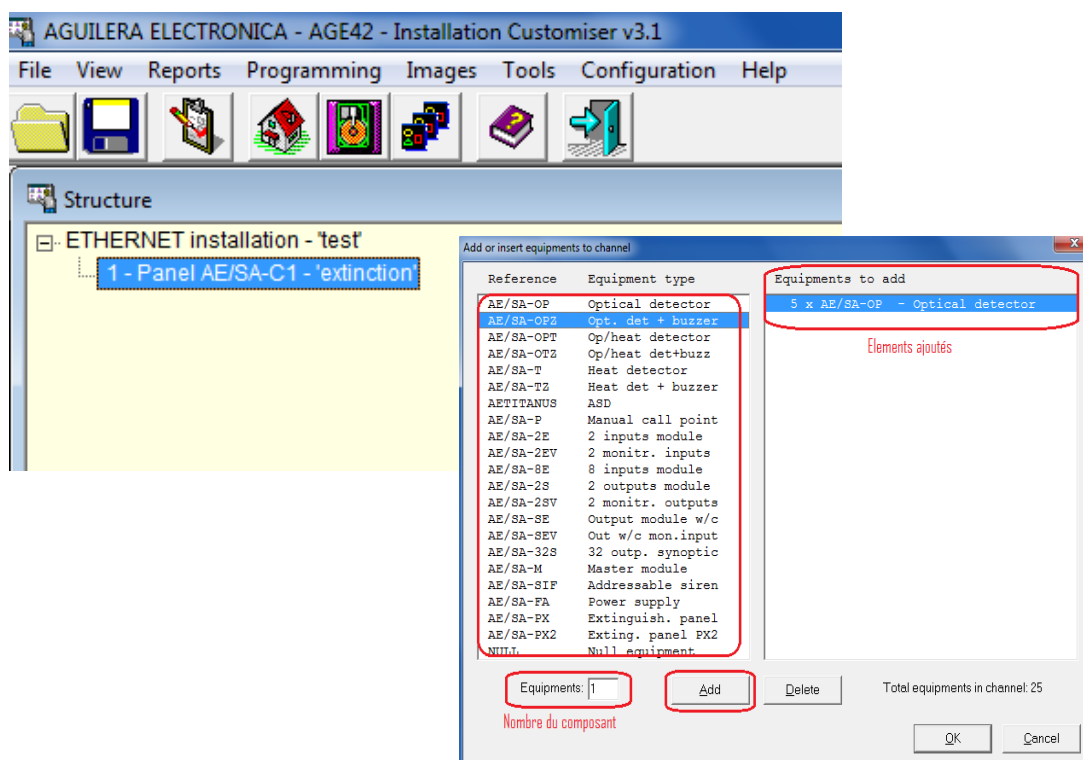


Figure IV. 11: Ajout d'élément de détection

c. Exécution

L'exécution de ce programme nécessite la connexion de l'ordinateur avec la centrale.

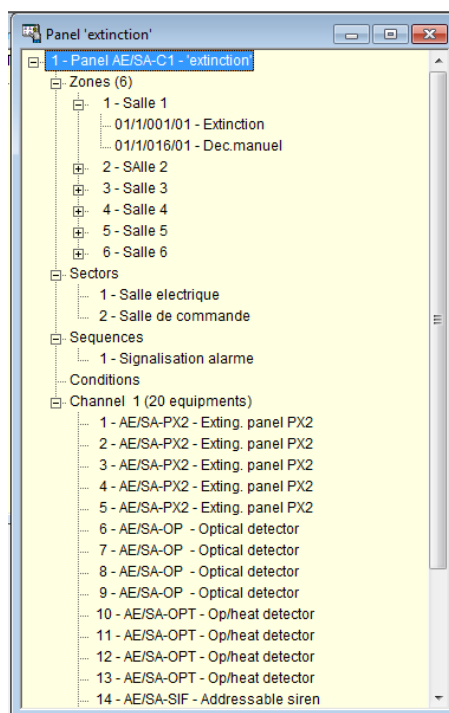


Figure IV. 12: Aperçu du programme de configuration de la CDI

4.7.2. Centrale de détection incendie MXP DXc4 de Morley

Notre projet est composé de deux parties :

- ✓ La détection et l'extinction incendie gérées par la centrale AE-SA-C1 de Aguilera.
- ✓ Détection d'incendie uniquement dans les différents bureaux de l'usine de production assurée par la centrale MXP-DXc4 ; une fois que tous les détecteurs ont été installés, notre nouvelle tâche est de configurer cette centrale avec le logiciel DXc CONFIGURATION puis faire la configuration d'un poste de commande avec le logiciel TG-CONNEXION.



Figure IV : 13: Centrale de détection incendie MXP-DXc4

a. Configuration de la centrale

La configuration s'effectue à l'aide du logiciel DXc-CONFIGURATION ; il permet d'éditer jusqu'à 4 boucles de détection en technologie adressable (120 éléments par boucle).

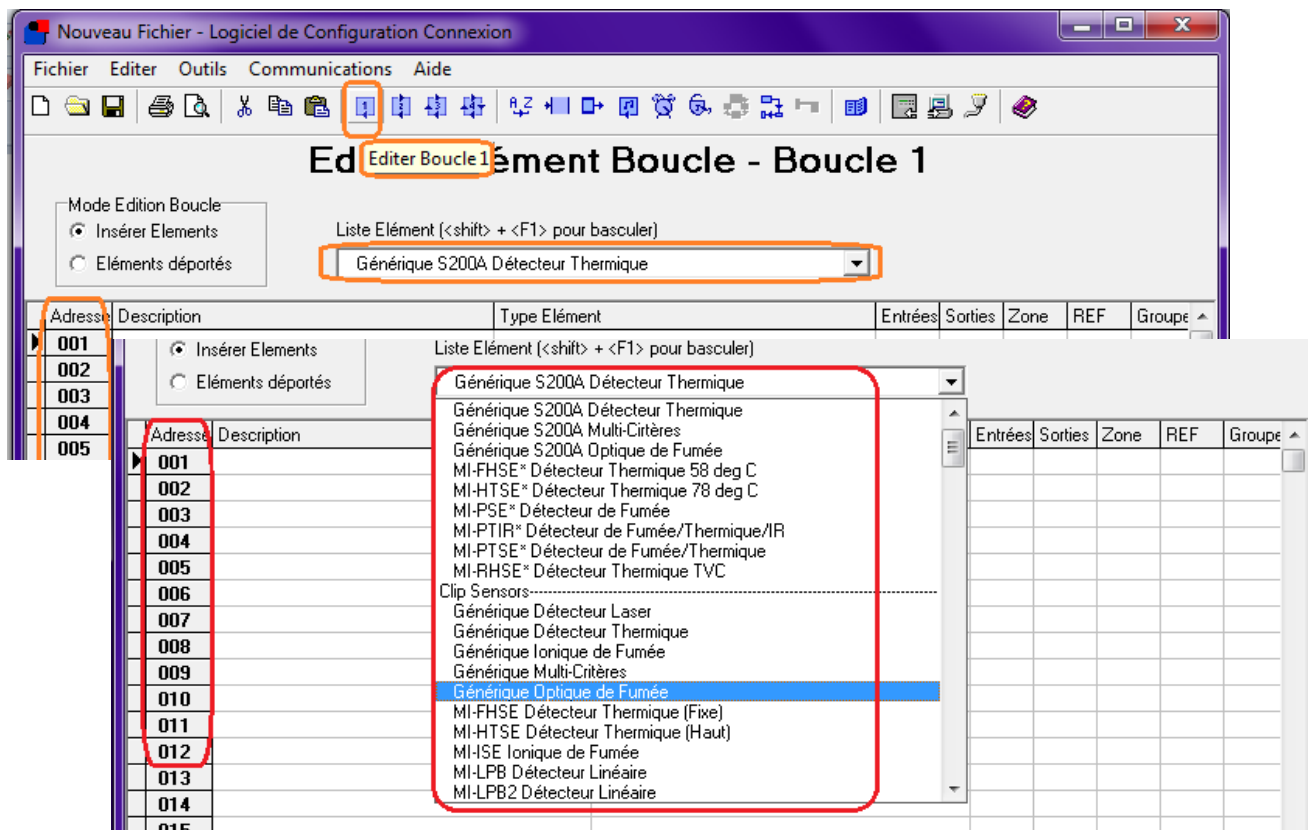


Figure IV. 14: Principe de configuration de la MXP-DXc4

- Principe de configuration : On choisit le type de détecteur puis on lui attribue une adresse et une zone (son emplacement), l'adresse est ensuite configurée à l'aide du programmeur d'adresse (voir annexe). Une fois que tous les détecteurs et les déclencheurs manuels ont été ajoutés, on transfère le programme du PC vers la centrale.

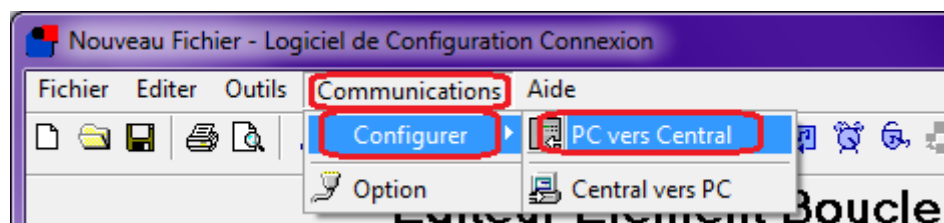


Figure IV. 15: Transfert du programme à partir du PC vers la CDI

b. Poste de surveillance

Après avoir configuré la centrale, il ne nous reste plus qu'à visualiser l'état des détecteurs et D.M en temps réel ; cela peut se faire à l'aide du logiciel TG-CONNEXION.

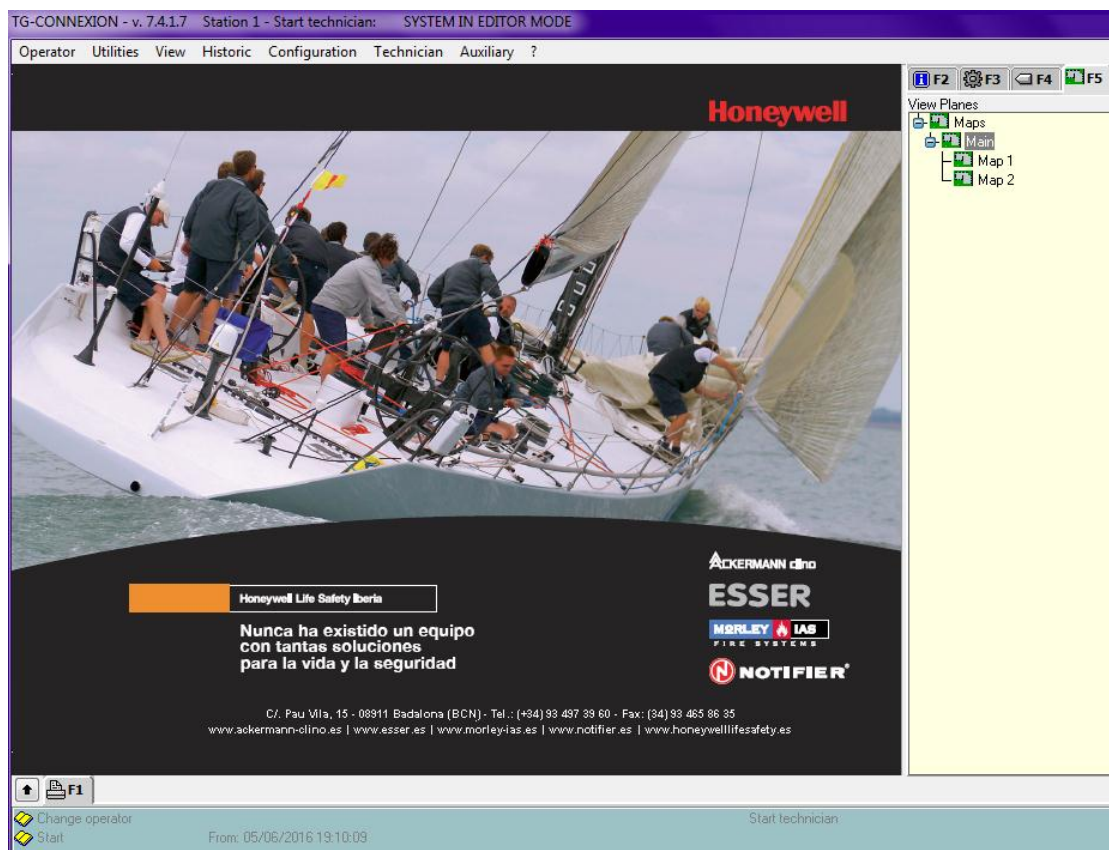


Figure IV. 16: Interface d'accueil du logiciel de supervision

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons fait dimensionnement de l'installation IG55 puis les étapes de configuration de centrales de détection d'incendie mal grès que nous avons évité de détailler la configuration et les réglages de la CD1 MXP-DXc de morley pour des raisons de confidentialités.

Conclusion générale

Travaux réalisés :

Aux termes de ce stage de fin d'études nous sommes arrivés à adapter une installation d'extinction automatique d'incendie avec l'argonite conformément aux normes et recommandations qui nous ont été assignés.

Les travaux rapportés par ce présent sont effectués dans leur globalité dans les mois de février et de mars hormis les configurations des centrales ; les mois qui ont suivis étaient entièrement consacrés dans un premier temps, à la suivie et à l'inspection des travaux à Sonasid puis, dans un deuxième temps, à la vérification des données des différents fournisseurs du matériel d'extinction et à la possibilité de l'utilisation d'autres types de gaz au lieu de l'argonite.

Par la suite, je suis passé à l'étude d'autres types d'installations (exemple : Protection des transformateurs de l'O.N.E, Protection des galeries de câbles etc...) afin d'approfondir nos connaissances dans les systèmes d'extinction incendies.

Perspectives :

Ce travail de projet de fin d'études ouvre plusieurs perspectives :

Après avoir étudié et dimensionné les systèmes d'extinction automatique d'incendie, il reste à faire une étude comparative en termes de coûts. L'étanchéité et la fermeture des portes lors d'une décharge doivent être revues. Une étude sur les systèmes de désenfumage va nous permettre de bien nous instruire sur tous les systèmes de sécurité incendie.

Référence bibliographique



Normes étudiées :

- Règle d'installation APSAD R1 : Extinction automatique type sprinklage ;
- Règle d'installation APSAD R7 : Détection automatique d'incendie
- Règle d'installation APSAD R13 : Extinction automatique à gaz
- Règle d'installation APSAD R12 : Extinction automatique à mousse à haut foisonnement.
- NF EN 15004-9 : Installations fixes de lutte contre l'incendie.



Webographie

- <http://www.inrs.fr>
- www.legifrance.gouv.fr
- www.afnor.fr
- www.ffsa.fr
- http://securite-erp.org/incendie/1_feu/la_combustion.htm
- <http://www.vkf.ch>
- <http://www.eca-vaud.ch/>
- <http://www.vds.de/>
- <http://www.nfpa.org/>
- <http://www.empa.ch/>
- <http://www.cnpp.com/>
- <http://www.swissfire.ch/>
- <http://www.hygood.com/>
- <http://www.kamat.de/>
- www.détecteurdefumée.com/
- www.def-online.fr/
- www.siemens.com/
- www.sdi-france.com/

Annexes

Annexe 1 : les valeurs du coefficient K_B

Tableau 1 : Facteurs K_B pour gaz et liquides

Matières	K_B	%
Acétone	1.00	34
Acétylène	2.57	66
Carburant pour avion -indice 115/145	1.06	36
Benzol, Benzène	1.10	37
Butadiène	1.26	41
Butane	1.00	34
Butène-1	1.10	37
Disulfure de carbone	3.03	72
Monoxyde de carbone	2.43	64
Gaz de cokerie	1.10	37
Cyclopropane	1.10	37
Gazole	1.00	34
Diethyl éther	1.47	46
Diméthyle éther	1.22	40
Fluide caloporteur	1.47	46

Matières	K_B	%
Ethane	1.22	40
Alcool éthylique	1.34	43
Ether éthylique	1.47	46
Ethylène	1.60	49
Dichlorure d'éthylène	1.00	34
Oxyde d'éthylène	1.80	53
Essence	1.00	34
Hexane	1.03	35
n-Heptane	1.03	35
Hydrogène	3.30	75
Sulfure d'hydrogène	1.06	36
Isobutane	1.06	36
Isobutylène	1.00	34
Formiate d'isobutyl	1.00	34
JP-4	1.06	36

Matières	K_B	%
Kérosène	1.00	34
Méthane	1.00	34
Acétate de méthyle	1.03	35
Alcool méthyle	1.22	40
Méthyle butane-1	1.06	36
Méthyle éthyle cétone	1.22	40
Formiate de méthyle	1.18	39
n-Octane	1.03	35
Gaz naturel	1.10	37
Pentane	1.03	35
Propane	1.06	36
Propylène	1.06	36
Toluène	1.30	42
Huile de trempe de graissage	1.00	34

Tableau 2 : Facteurs K_B pour des matières combustibles solides

Matières	K_B	%
Matière cellulosique	2.25 ⁽¹⁾	61
Coton	2.00 ⁽¹⁾	57
Papier, carton ondulé	2.25 ⁽¹⁾	61
Matière plastique (granulaire)	2.00	57
Polystyrène	1.00	34
Polyuréthane vulcanisé, uniquement	1.00	34

⁽¹⁾ il s'agit de matières susceptibles de donner lieu à des feux profonds et une concentration de 34 % doit être maintenue pendant au moins 20 minutes.

Tableau 3 : Facteurs K_B pour équipements spéciaux

Matières	K_B	%
Salles de câbles, gaines contenant des câbles	1.50 ⁽¹⁾	47
Zones de traitement de données (bandothèque,...)	2.25 ^{(1) (3)}	61
Ordinateurs	1.50 ⁽¹⁾	47
Salles de commande et de distribution électrique	1.20 ⁽¹⁾	40
Générateurs, y compris système de refroidissement	2.00 ⁽²⁾	57
Transformateur à bain d'huile	2.00 ⁽¹⁾	57
Zones d'imprimantes	2.25 ^{(1) (3)}	61
Installations de peinture par pulvérisation et de séchage	1.20	40
Métiers à tisser	2.00 ^{(1) (4)}	57

⁽¹⁾ une concentration de 34 % doit être maintenue pendant au moins 10 minutes.

⁽²⁾ le temps d'imprégnation doit être maintenu jusqu'à l'arrêt des générateurs

⁽³⁾ le papier doit être uniquement traité et non stocké

⁽⁴⁾ selon la nature des produits, se conformer au tableau 1

Annexe 2 : catégorie de SSI en fonction des bâtiments

Les systèmes de sécurité Incendie (SSI) sont classés en 5 catégories : A, B, C, D et E

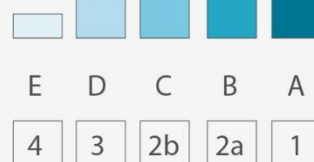
Ces catégories de SSI sont déterminées par l'établissement auquel ils sont destinés (L,M,N,O,...) et le nombre de personnes admissibles dans cet établissement.

Les équipements d'alarme sont classés par type (1, 2a, 2b, 3 et 4)

Niveau de risque

Catégorie de SSI

Équipement d'alarme



ÉTABLISSEMENTS RECEVANT DU PUBLIC			5° cat.		4° cat.		3° cat.		2° cat.		1° cat.					
			< 300 p.		< 300 p. (sauf 5° cat.)		de 301 à 700 p.		de 701 à 1500 p.		Plus de 1500 p.					
			SSI	EA	SSI	EA	SSI	EA	SSI	EA	SSI	EA				
J	Structures d'accueil pour personnes âgées et personnes handicapées		A	1	A	1	A	1	A	1	A	1				
L	Salles à usage d'audition, de conférence, de réunions Salles de spectacles ou à usages multiples	Accueil > 3000 p.									A	1				
		Accueil < 3000 p.	E	4	E	4	E	4	E	3	C	D	E	2b		
									Avec salle polyvalente							
										4						
M	Magasins de vente, centres commerciaux		E	4	E	4	D	3	C	D	E	2b	B	2a		
N	Restaurants et débits de boissons		E	4	E	4	E	4	D	3	D	3				
O	Hôtels, pensions de famille et autres établissements d'hébergements		A	1	A	1	A	1	A	1	A	1				
P	Salles de danse		D	3	D	3	C	D	E	2b	B	2a	A	1		
	Salles de danse sous-sol		D	3	C	D	E	2b	C	D	E	2b	B	2a	A	1
	Salles de jeux		E	4	E	4	C	D	E	2b	B	2a	A	1		
R	Établissements d'éveil, d'enseignement, de formation, centres de vacances, centres de loisirs sans hébergement	Avec zone de sommeil	A	1	A	1	A	1	A	1	A	1	A	1		
		Autres	E	4	E	4	C	2b	C	2b	C	2b				
S	Bibliothèques, centres de documentation et de consultation d'archives		C	2b	C	2b	C	2b	B	2a	A	1				
T	Salle d'exposition	Accueil > 3000 p.									B	2a				
		Accueil < 3000 p.			E	4	D	3	C	D	E	2b	C	D	E	2b
U	Établissements de soins	Avec locaux de sommeil	A	1	A	1	A	1	A	1	A	1	A	1		
		Autres	D	3	D	3	D	3	D	3	D	3				
V	Établissements de culte		E	4	E	4	E	4	E	4	E	4				
W	Administrations, banques, bureaux		E	4	E	4	D	3	C	D	E	2b	C	D	E	2b
X	Établissements sportifs couverts		E	4	E	4	E	4	D	3	D	3				
Y	Musées		E	4	E	4	E	4	E	4	B	2a				
		ou sur demande de la comision de sécurité							A	1	A	1				
CTS	Chapiteaux, tentes, structures itinérantes à étages		D	3	D	3	D	3	D	3	D	3				
EF	Établissements flottants		D	3	D	3	D	3	C	2b	C	2b				
GA	Gares accessibles au public				C	2b	C	2b	B	2a	B	2a				
OA	Hôtels et restaurants d'altitude		A	1	A	1	A	1	A	1	A	1				
PO	Petits hôtels		A	1	A	1	A	1	A	1	A	1				
EP	Établissements pénitentiaires		A	1	A	1	A	1	A	1	A	1				
REF	Refuge de montagne		E	4	E	4	E	4	E	4	E	4				

Annexe 4 : Fiches techniques

détecteur optique de fumées

AE/C5-OP

Descriptif



Détecteur optique de fumées qui fonctionne selon le principe de lumière diffusée (effet Tyndall). Il est indiqué pour la détection d'incendies lors de leur première phase de fumées, avant que des flammes ne se forment ou que la température n'augmente de façon dangereuse.

Formé par une chambre noire qui comprend un émetteur et un récepteur qui détectent la présence de particules de fumée en son intérieur.

Le détecteur dispose de 2 indicateurs lumineux (voyants) qui indiquent de façon visible son état de fonctionnement au repos et en alarme. De plus, un indicateur d'action à distance peut être connecté à la base du détecteur.

Une fois le détecteur activé, l'alarme reste enclenchée et il est nécessaire de réaliser une coupure momentanée de l'alimentation pour pouvoir le désactiver.

Fabriqués et certifiés selon la norme EN 54-7:2000.

En raison de la méthode de détection que ce type de détecteurs utilise, il est recommandé de l'installer dans des lieux propres.

Installation

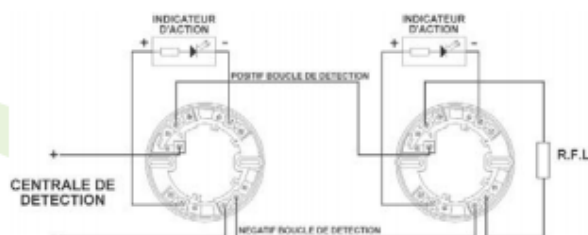
Montage

La base du détecteur peut être montée directement sur des surfaces de faux-plafond, ou sur des boîtiers de raccordements électriques de forme octogonale (75 mm, 90 mm ou 100 mm), ronde (75 mm) ou carrée (100 mm), sans besoin d'adaptateur mécanique.

Câblage

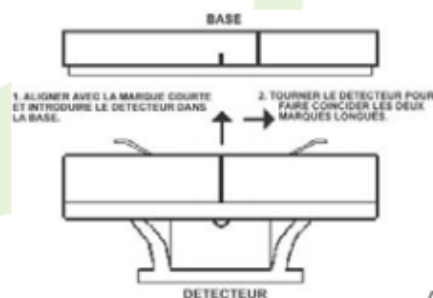
Déconnectez la tension d'alimentation de la boucle de détection avant d'installer la base du détecteur.

- Connectez le positif d'entrée de la boucle de détection à la borne 2 (positif d'entrée de la boucle de détection). La borne 2 dispose de deux connecteurs séparés, un pour la boucle d'entrée et l'autre pour la boucle de sortie.
- Connectez le négatif d'entrée de la boucle de détection à la borne 5 (négatif d'entrée de la boucle de détection). La borne 5 dispose de deux connecteurs séparés, un pour la boucle d'entrée et l'autre pour la boucle de sortie.
- Connectez le positif de sortie dans le connecteur libre de la borne 2 avec le positif d'entrée de la borne 2 d'un autre détecteur ou avec la fin de ligne. Vous permettez ainsi la détection par ligne ouverte.
- Procédez avec le négatif de la boucle de détection de la façon indiquée dans le point précédent mais avec la borne 5.
- Si un indicateur d'action à distance va être installé, connectez le positif de l'indicateur à la borne 6 et le négatif à la borne 3.



Installation du détecteur

- Placez le détecteur dans la base du détecteur, en alignant les marques comme indiqué sur la figure.
- Tournez le détecteur en douceur dans le sens des aiguilles d'une montre jusqu'à ce qu'il s'emboîte parfaitement, et que les marques longues de la base et du détecteur coïncident.
- Si le détecteur est mis en place dans la base sans faire coïncider les marques, il fonctionnera, mais la polarité de l'indicateur d'action sera inversée, ce qui peut entraîner, selon le modèle utilisé, un dysfonctionnement de l'indicateur.
- Après avoir installé tous les détecteurs, connectez à nouveau la tension d'alimentation de la boucle.
- Le nombre maximal de détecteurs qui peuvent être installés dans une même boucle de détection est de 30.



AE/C5-OP

Centrale de 1 boucle AE/SA-C1

Description



Centrale avec microprocesseur analogique algorithmique, fabriquée par AGUILERA ELECTRONICA selon les normes européennes UNE-EN 54-2 et UNE-EN 54-4, avec une grande capacité opérative qui lui permet de contrôler de façon individuelle tous les équipements composants les installations de détection d'incendies.

Centrale intelligente de contrôle d'incendies avec une capacité pour 1 boucle de 125 équipements, auquel se connectent les détecteurs, boutons poussoir, modules de manœuvre de contrôle en plus de éléments qui configurent l'installation.

Permet la connexion de boucles CLASSE A: boucle fermée avec isolateurs indépendants d'entrée et de sortie; et boucles CLASSE B: boucle ouverte avec isolateur de sortie.

- Source d'alimentation commutée de 27.2 Vcc 4 A, prévue pour couvrir les nécessités propres de la centrale et de l'installation.
- Chargeur de batteries d'urgence. La centrale dispose d'une capacité pour loger à l'intérieur deux batteries de 12v 7Ah.
- Module CPU, où est personnalisée l'installation, se programme les manœuvres de sorties et se gère l'information.

Ses caractéristiques principales sont :

- Mémoire d'événements non volatiles, avec capacité pour 4000 événements.
- Horloge en temps réel.
- Contrôle complet du fonctionnement de tous les équipements qui composent l'installation de façon programmée ou manuelle : Réarmements, remplacements, niveaux, connexions/déconnexion de points, activation/désactivation d'évacuations, fermeture des portes et vannes coupe-feux.
- Programmation de retards selon norme UNE EN54-2.
- Modes JOUR/NUIT configurables automatiquement grâce à un calendrier programmable.
- Sortie d'avertissement aux pompiers avec temps d'activation programmables, temps de reconnaissance et temps de recherche selon la norme NEN2535.
- Modes de test et essais incorporés pour chaque zone.
- Permet différents langages de travail.
- Gestion intégrale de listes historiques entre deux dates et états des zones.
- Afficheur graphique de 240x64 points.
- Clavier de contrôle
- Indicateurs lumineux et avertisseur acoustique local, pour présentation d'états généraux de service, alarme, panne, déconnexion, test, alimentation et état de manœuvre d'évacuation et autres.

- Sorties incorporées d'évacuation (sortie surveillée), alarme (pompiers), préalarme et panne.
- 2 ports de communication série interface RS232 ou RS485 sélectionnable par l'utilisateur.
- 1 port de communications série Interface RS485 avec protocole ARCNET optionnel pour travailler avec le réseau AE2NET d'AGUILERA.
- Port d'imprimante série incorporé
- Port de réseau TCP optionnel, grâce à une carte AE/SA-TCP1, pour l'intégration en réseaux Ethernet.

- Source d'alimentation commutée de 27.2 Vcc 2 A.
- Chargeur de batteries d'urgence.
- Capacité pour loger deux batteries de 12V / 7 Ah.
- Dimensions: Hauteur 274 - Largeur 322 - Fond 123 mm

Annexe 4. Note de calcul

Note de calcul					
Date de l'étude:	02/02/2016	Zone à protéger: type de gaz Capacité du cylindre Classe du Risque Concentration du gaz Longueur du local à protéger largeur hauteur Température minimum estimée Altitude de la salle sur le niveau de la mer: Densité du gaz IG55 par rapport à l'air Coefficient de résistance Facteur de Risque Kb (cas du CO2)	Salle 1		
Client:	SONASID		IG_55		
Référence du projet:			140	[litre]	
Adresse:	Cegelec-vinci		Classe A		
Ingénieur du projet:	MOUMOUNI Ahamed		40,3	[%]	
			44,9	[m]	
			9,72	[m]	
			3,8	[m]	
			35	[°C]	
			0	[m]	
			1,413	[kg/m³]	
			1,3		
			1.8		
Calcul Initial		Calcul en fonction des Cylindres sélectionnés	Event d'évacuation		
Volume total du local	1658,4264 [m³]	Quantité dégagee	Débit massique	20,6433333	[kg/s]
Quantité du gaz IG55		1238,6 [kg]	Surface de l'évent	1,14027117	[m²]
Masse	1207,334419 [kg]				
Nombre des cylindres					
Charge net [kg]	Nombre de cylindre calculé	Nombre de cylindre selectionné			
56,3	21,44466109	22			
Les Diffuseurs		Calculs pour l'estimation du diamètre des tuyaux			
Nombre de diffuseur calculé	14	Qté totale déchargée (Diamètre maximum) à chercher dans l'abaque	1238,6	[kg/min]	
Quantité déchargée par un diffuseur	88,47142857 [kg]	Qté déchargée par diffuseur(Diamètre minimun)	88,4714286	[kg/min]	
Diamètre des diffuseurs	1 1/4"	Valeur à chercher dans l'abaque (Diamètre de la tuyauterie alimentant deux diffuseurs)	176,942857	[kg/min]	
	32 mm	(Diamètre de la tuyauterie Alimentant trois diffuseurs)	265,414286	[kg/min]	

Annexe 5. Exemple de fiche de contrôle

I. Contrôle Système de détection

Réf.	Opération à effectuer	Résultat			Mesures et Remarques
		Bon	Obs.	S. Objet	

1. Vérification de la référence du matériel de

AE_C5 OP	Détecteur optique de fumée				
AE-C5 TV	Détecteur de température				
AE/SA- PRG	Programmeur d'adresse				
AE/V- PB2	Bouton poussoir de Blocage				
AE/V- PD2	Bouton poussoir de déclenchement				
AE/V-CE	Panneau d'extinction optique				
AE/V- CEIP	Panneau d'extinction acoustique				
AE/SA- C1	Centrale de détection 1 boucle				
AE/SA- PX2	Panneau de contrôle d'extinction				

2. Détecteurs

Réf.	Opération à effectuer	Résultat			Mesures et Remarques
		Bon	Obs.	S. Objet	

	Vérification de position				
	Fixation au plafond et proximité des murs				
	Orientation du détecteur				
	Distance entre deux détecteurs				
	Vérification du câblage				
	Sensibilité de détection				
	Résistance de fin de ligne				
	Surface de couverture				
	Test de fonctionnement				
	Liaison avec la centrale de détection				
	Type de câble utilisé				

3. Déclencheurs

Réf.	Opération à effectuer	Résultat			Mesures et Remarques
		Bon	Obs.	S. Objet	

	Vérification de position et d'accessibilité				
	Hauteur de fixation				
	Vérification du câblage				
	Vérification de conformité du type de câble utilisé				
	Continuité du câble jusqu'à la centrale de détection				
	Résistance de fin de ligne				
	Test de fonctionnement				