الجمهـوريـــة الجزائـريـــة الديمقـراطيـــة الشـعبيـــة
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التـــعلـيـــم العـــالـــي والبـحـــث العـلمـــي
Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique

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

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

Département

MÉMOIRE

Pour l'obtention du diplôme de Master

Filière : Hygiène et Sécurité Industrielle
Spécialité : Sécurité Industrielle et Environnement

Thème

Efficacité de système d'extinction CO_2 dans la salle de commutation électrique

Présenté et soutenu publiquement par :

Nom **Prénom**

Bouziani Imane Khedidja

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom	Grade	Etablissement	Qualité
Bouhafs Mohamed	MAA	IMSI-Univ Oran 2	**Président**
Tahraoui Mohammed	MAA	IMSI-Univ Oran 2	**Encadreur**
Talbi Zahira	MCA	IMSI-Univ Oran 2	**Examinateur**

Année 2023/2024

Remerciements

En premier lieu, je tiens à remercier Mrs. Tahraoui Mohamed, pour la confiance qu'il m'a accordée en acceptant d'encadrer ce travail.

Je tiens aussi à remercier Mrs, m.Bourass pour m'avoir guidé et aidé durant ma formation.

J'adresse encore mes remerciements à les membres du jury d'avoir bien voulu accepté de juger ce travail.

Toute personne ayant collaboré de près ou de loin à la réalisation de ce travail .

Dédicace

Je voudrais exprimer ma profonde gratitude :

À Dieu, pour sa guidance inébranlable tout au long de ce voyage.

À ma mère, mon premier pilier de soutien, dont l'amour et le soutien ont été inestimables.

À mon père décédé, que je n'ai jamais eu la chance de rencontrer, mais dont je voulais ardemment faire honneur.

À l'époux de ma mère, qui a été un second père pour moi, pour son soutien indéfectible.

À mon frère, dont le rôle a été essentiel dans la continuation de mes études, et que dieu veille sur lui et sa famille.

À ma grande sœur, qui a partagé chaque minute de sa vie avec moi, ton amour et ton soutien ont été des sources de force et d'inspiration inestimables.

À mes sœurs et mon frère , dont le soutien sans faille m'a porté tout au long de ce parcours.

Je leur dédie ce projet avec tout mon amour et ma reconnaissance infinie.

Résume

Les incendies dans les installations électriques présentent des défis uniques en matière de lutte contre les incendies. Ce projet d'étude commence par une analyse approfondie des incendies afin de comprendre les bases de la prévention .

Une attention particulière est portée à l'utilisation de l'extinction automatique au CO_2, en accord avec la norme APSAD R13, qui définit les exigences pour la protection incendie des installations électriques. À travers une partie pratique, ce projet calcule précisément les besoins en quantité de CO_2 dans une salle de commutation électrique, assurant ainsi une protection optimale contre les incendies dans ces environnements critiques.

Cependant, en explorant des alternatives, ce projet recommande également l'utilisation du Novec 1230, un agent extincteur propre, efficace et respectueux de l'environnement. Cette recommandation s'appuie sur les avantages de ce produit en termes de sécurité, de performance et de durabilité, offrant ainsi une solution complémentaire pour la protection incendie dans les installations électriques.

En intégrant ces connaissances et recommandations, ce projet vise à améliorer la conception et la mise en œuvre des systèmes d'extinction automatique, garantissant ainsi une protection efficace contre les incendies dans les environnements électriques sensibles.

Abstract

Fires in electrical installations present unique challenges in fire fighting. This study begins with a thorough analysis of fires to understand the fundamentals of prevention.

Special attention is given to the use of automatic CO2 extinguishment, in accordance with APSAD R13 standards, which define requirements for fire protection in electrical installations. Through practical application, this project precisely calculates the CO2 quantity needed in an electrical switchgear room, ensuring optimal fire protection in these critical environments.

However, in exploring alternatives, this project also recommends the use of Novec 1230, a clean, effective, and environmentally friendly extinguishing agent. This recommendation is based on the safety, performance, and sustainability advantages of this product, providing a complementary solution for fire protection in electrical installations.

By integrating these insights and recommendations, this project aims to enhance the design and implementation of automatic extinguishing systems, thereby ensuring effective fire protection in sensitive electrical environments

Liste des matières

Remerciements

Dédicace

Résume

Abstract

Introduction générale …… (1)

Problématique …… (2)

Chapitre I → Description complex GP1 /Z

I.1. Historique……..……. (4)

I.2. Situation géographique et voisinage du complexe GP1/Z…… (5)

I.3. fiche technique …….……. (5)

I.4. Plans de masse de Complexe …….…. (6)

I.5. les zone du complexe GP1/Z …….…. (7)

I.6. Organigramme général de Complexe ……..… (10)

I.7. Département HSE ……..…(11)

I.7.1. Ogranisation de département HSE……..…… (11)

I.7.1. Les Missions et les Objectifs Du Département HSE…… (11)

I.7.3. Services de département ……..... (12)

Chapitre II → Systeme d'extinction CO2

II.1. Généralité sur l'incendie ……... (15)

II.1.1. Définition ……..... (15)

II. 1.2. Origine des incendies …… (15)

II.1.3. Triangle du feu …… (15)

II.1.4. Les classes de feu ……. ……..... (16)

II.1.5. Définition de système extinction automatique d'incendie …… (17)

II.1.6. Les modes d'extinction d'incendie ……..... (17)

II.1.7. Les agents extincteurs ……...……..... (18)
II.1.7.1 L'eau …… (18)
II.1.7.2. Les mousses …… (18)
II.1.7.3. Les poudres …… (19)
II.1.7.4. Les gaz …… (20)
II.2. Incendie électrique …… (21)
II.2.1. Les causes d'un incendie électrique ……. (22)
II2.1.1. Arc électrique ……... (22)
II.2.1.2. Court-circuit …… (22)
II.2.1.3. Surcharge …… (22)
II.2.1.4. Les défauts d'isolement (fuite de courant) ……. (22)
II.2.1.5. Foudre et surtensions de réseau ……. (22)
II.2.2. Prévention et sécurité contre les incendies électriques ……. (23)
II.2.2.1. Contrôle régulier …… (23)
II.2.2.2. Protection contre les surintensités ……. (23)
II.2.2.3. Emplacement dangereux ……. (23)
II.2.2.4. Entretien préventif ……. (23)
II.3. Extinction automatique d'incendie avec le dioxyde de carbone CO2….. ……...…… (25)
II.3.1. Généralité sur le CO2 ……..... (26)
II.2.2. Principe d'extinction ……...…. (26)
II.3.3. Domaines d'application ……...……...……. (26)
II.3.4. Les critères de choix de gaz CO2 ……...……...……. (27)
II.4. Extinction automatique d'incendie avec le Novec 1230 (FK-5-1-12) …… (28)
II.4.1. Généralités ……... (28)
II.4.2. Propriétés physicochimiques ……. (30)
II.4.3. Principe d'extinction de Novec 1230 ……. (31)
II.4.4. Domaines d'application …… (31)
II.4.5. Considérations de sécurité …… (32)
II.4.6. Décomposition de l'agent extincteur …… (32)

Chapitre III → Norme A.P.S.A.D R13

III.1. Définition de l'APSAD……. (34)
III.1.1. Les règles APSAD relatives à la sûreté …….. (34)
III.1.2. Les règles APSAD relatives à la sécurité ……. (35)
III.1.3. Une règle mixte : sûreté, sécurité, technique …… (37)
III.2. APSAD R13……. (38)
III.3. Agents extincteurs concernés……. (38)
III.3.1. Les gaz inertes concernés par la règle APSAD R 13…… (38)
III.3.2. Les gaz inhibiteurs concernés par la règle APSAD R13……. (39)
III.3.3. Le Dioxyde de carbone CO_2 ……. (40)
III.4. Temps d'émission…… (40)
III.5. Installation de systèmes d'extinction automatique à CO2 selon le référentiel ASPAD R13……..….(40)
III.5.1. Le stockage du gaz……. (41)
III.5.2. Le réseau de distribution …… (41)
III.5.3. Les canalisations…… (41)
III.5.4. Les diffuseurs…… (41)
III.5.5. Détermination de la quantité de gaz …… (42)

Chapitre IV → Étude de cas

IV.1. Définition de la salle de commutation …… (45)
IV.2. Le choix du CO_2 dans les salles de commutation électrique ……. (46)
IV.3. Détermination de la quantité requise de CO_2 pour l'extinction automatique dans la salle de commutation du complexe GP1Z ……..…… (47)
IV.3.1. Calcul de superficie A ……. (48)
IV.3.2. Calcul de volume V ……. (50)
IV.3.3. Détermination de la quantité requise de CO_2 ……. (52)
IV.4. Optimisation de la Quantité de Gaz Extincteur selon l'Altitude dans les Salles de Commutation …… (52)
IV.5. La quantité présente de CO_2 dans la salle de commutation ……. (53)

Recommandation ……..……..(54)
1. Description du système Sigma…… (56)
2. Utilisation de système …… (58)
2.1. Utilisation des vannes de bouteilles de type Sigma ……. (58)
2.2. Utilisation des buses ……. (59)
3. Instructions de test, d'inspection et de maintenance ……. (60)
3.1. Inspection périodique …… (60)
3 .1.1. Système de détection et de déclenchement ……. (60)
3.1.2. Tuyaux et buses ……. (60)
3.1.3. Équipements auxiliaires …… (60)
3.1.4. Rack de stockage et bouteilles …… (61)
3.1.5. Composants électriques…… (61)
3.2. Maintenance générale ..... (61)
3.2.1. Pression des bouteilles de stockage ..... (61)
3.2.2. Vérification du contenu (poids) d'une bouteille ..... (62)
3.2.3. Contrôle des bouteilles ..... (62)
3.2.4. Contrôle des tubes ..... (63)
3.3. Récapitulatif des opérations de maintenance ..... (63)
4. Contrôle de la quantité d'agent avec l'indicateur de niveau ..... (64)

Conclusion ……...……. (65)

Référence bibliographique ……. (66)

Liste Des Figures Et Tableaux

Listes des figures

Chapitre I	*N°P*
Figure I.1 : Champ de Complexe GP1/Z	**5**
Figure I.1 : Plans de masse de complexe	**6**
Figure I.3: Organigramme Générale du Complexe GP1Z	**10**
Figure I.4 : Organigramme de département sécurité	**11**
Chapitre II	*N°P*
Figure II.1 : Triangle du feu	**15**
Figure II.2 : Extinction avec l'eau	**18**
Figure II.3 : Principe de fonctionnement de la lance à mousse	**19**
Figure II.4 : Extinction avec la mousse	**20**
Figure II.5 : Incendie électrique	**21**
Figure II.6 : Synoptique d'une installation d'extinction à CO_2	**25**
Figure II.7 : Bouteilles CO2	**25**
Figure II.8 : Agent extincteur Novec 1230	**28**
Figure II.9 : Éléments type d'un système	**29**
Chapitre III	*N°P*
Figure III.1 : Référentiels APSAD	**37**
Figure III.2 : Installation d'extinction automatique à CO_2	**40**
Chapitre IV	*N°P*
Figure IV.1 : La salle de commutation de complexe GP1/Z	**45**
Figure IV.2 : Schéma de la salle de commutation de complexe GP1/Z	**47**
Figure IV.3 : Les paramètres de calcul de la quantité de CO_2	**48**
Recommandations	*N°P*
Figure 1 : Vanne de bouteille Sigma	**57**
Figure 2 : Vanne Sigma	**59**
Figure 3 : Buses	**59**
Figure 4 : Indicateur de niveau	**64**

Listes des tableaux

Chapitre I	*N°P*
Tableau I.1 : L'historique de la construction du complexe GP1Z	**4**
Chapitre II	*N°P*
Tableau II.1 : Propriétés physiques du Novec	**30**
Chapitre III	*N°P*
Table 0.1 : Facteurs K_B pour équipements spéciaux	**43**
Recommandations	*N°P*
Tableau 1 : Table isométrique pour du fluide Novec 1230 rempli à 1121 kg/m^3 pressurisé avec del'azote à 24,8 bar (360 PSI) à 21°C	**62**
Tableau 2 : Récapitulatif des opérations de maintenance	**63**

Introduction Générale

Les incendies représentent l'une des menaces les plus redoutables pour la sécurité des biens et des personnes dans divers environnements, notamment les installations industrielles, commerciales et résidentielles. Chaque année, ces événements dévastateurs causent d'énormes pertes économiques, environnementales et humaines à travers le monde. Parmi les différents types d'incendies, ceux d'origine électrique sont particulièrement préoccupants en raison de leur potentiel de propagation rapide et de leur complexité à les maîtriser.

Les incendies électriques se produisent lorsque des équipements électriques ou des systèmes électriques surchauffent ou surchargent, générant ainsi des arcs électriques ou des étincelles qui peuvent enflammer les matériaux environnants. En raison de la présence de courants électriques et de tensions élevées, ces incendies présentent des défis spécifiques en matière de lutte contre les incendies. Les agents extincteurs traditionnels, tels que l'eau, peuvent être inefficaces voire dangereux lorsqu'ils sont utilisés pour éteindre des incendies électriques en raison du risque de choc électrique ou de dommages aux équipements sensibles.

Pour faire face à ces défis, diverses méthodes et technologies ont été développées pour la lutte contre les incendies électriques, parmi lesquelles l'utilisation de dioxyde de carbone (CO_2) comme agent extincteur. Le CO_2 est un agent extincteur couramment utilisé pour éteindre les incendies électriques en raison de ses propriétés physiques uniques. En tant que gaz inerte, le CO_2 agit en éliminant l'oxygène de l'environnement de l'incendie, privant ainsi le feu de son principal comburant. De plus, le CO_2 ne laisse aucun résidu après son utilisation, ce qui le rend approprié pour les applications où la contamination des équipements est indésirable.

Cependant, pour assurer une extinction efficace des incendies électriques en utilisant du CO_2, il est crucial de déterminer la quantité appropriée de gaz nécessaire pour couvrir la zone protégée conformément aux normes de sécurité applicables. Dans ce contexte, la norme APSAD R13 fournit des directives spécifiques pour le calcul de la quantité de CO_2 requise dans une salle électrique en fonction de différents paramètres tels que la taille de la pièce, la configuration des équipements et la classe de risque incendie.

L'objectif de cette étude est donc d'évaluer si la quantité de CO_2 disponible dans la salle de commutation électrique est suffisante pour éteindre un incendie conformément aux exigences de la norme APSAD R13. Pour se faire, j'examinerai les principes de la lutte contre les incendies électriques, les caractéristiques du CO_2 en tant qu'agent extincteur, ainsi que les méthodes de calcul recommandées par la norme pour déterminer la capacité d'extinction du CO_2 dans la salle de commutation électrique.

Problématique

Dans un monde industriel de plus en plus axé sur la durabilité et la sécurité, l'optimisation des systèmes d'extinction de CO_2 dans les salles de commutation revêt une importance croissante. Ces systèmes jouent un rôle crucial dans la protection contre les incendies et la préservation de l'intégrité des équipements électriques sensibles.

Dans quelle mesure le système d'extinction de CO_2 dans cette salle de commutation est-il efficace pour éteindre un incendie tout en minimisant les risques pour l'environnement et en assurant la sécurité des personnes présentes dans l'environnement?

CHAPITRE I
Description du Complexe GP1/Z

I.1. Historique

Le complexe GP1/Z fait partie des six complexes de liquéfaction appartenant à l'activité (AVAL) de l'entreprise national **SONATRACH.**
Le site GP1Z est certifié ISO 14001 version 2004, ISO 9001 version 2008 et OHSAS 18001 version 2007.
L'historique de la construction du complexe GP1Z est résumé dans le tableau suivant :

Date	**Évènement**	**Commentaires**
11/12/1978	Le contrat de construction passé avec **IHI-ITOH JAPON**	-
11/10/1980	Ouverture du chantier	-
10/11/1980	Démarrage des travaux	-
12/12/1983	Mise en production de la phase 1	4 trains de traitement GPL produisant au total 4.8 Mt/an
31/12/1983	Inauguration officielle	-
20/02/1984	Chargement du premier navire de propane réfrigéré	-
24/02/1998	Extension phase 2	2 trains de traitement GPL supplémentaires permettant de passer à une production totale de 7.2 Mt/an pour (pour 6 trains)
Avril 2010	Extension phase 3	3 trains de traitement GPL apportant une capacité de production de 3 Mt/an supplémentaire, permettant de passer à une production totale de 9 Mt/an pour (pour 9 trains).

Tableau I.1 : ***L'historique de la construction du complexe GP1Z***

I.2. Situation géographique et voisinage du complexe GP1/Z

Le complexe GP1Z est situé sur le littoral de l'ouest algérien, à 40KM approximativement de la ville d'Oran et à 8KM de la ville d'Arzew.

Le complexe est de superficie de 120 hectares, est situé dans la zone industrielle d'Arzew ; entre le centre thermique Marsa el Hadjadj de la coté est et au côté ouest est les complexes GNL de liquéfaction du gaz naturel

(GL4/Z, G le complexe d'ammoniac et le complexe (GP2/Z). L1/Z, GL2/Z),

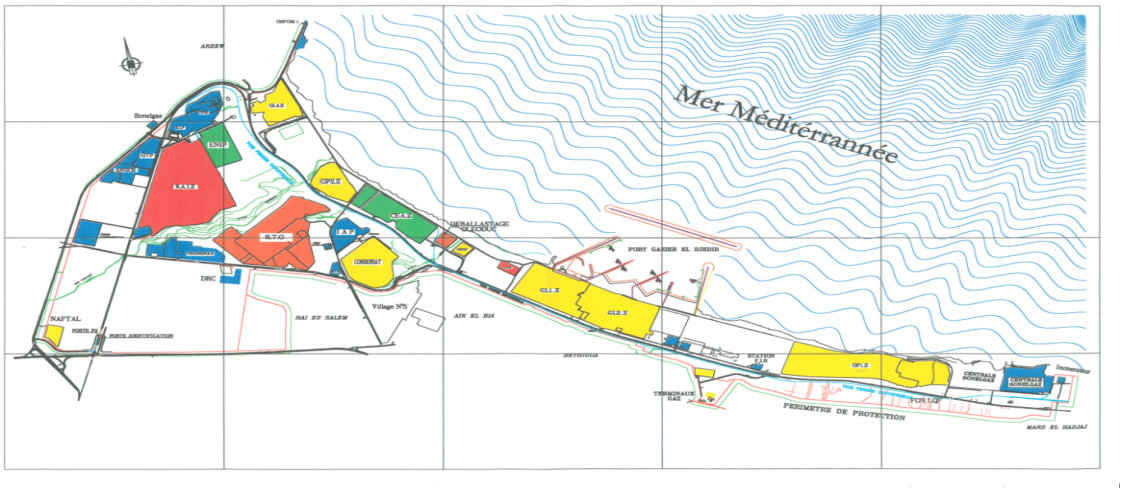


Figure I.1 : ***champ de complexe GP1/Z***

I.3. Fiche Technique Du Complexe GP1/Z

Le complexe a pour mission la production du GPL (Propane et Butane) commerciaux destinée aussi bien au marché national qu'au marché international.

- ✓ **Raison Sociale :** Complexe GP1Z
- ✓ **Superficie :** 120 hectares.
- ✓ **Effectifs :** 777 agents.
- ✓ **Objectif :** 10.8 Mt/an de GPL.
- ✓ **Produits :**
  - Propane Commercial
  - Butane Commercial
- ✓ **Procédé Utilisé** : Distillation sous pression.
- ✓ **Nombre de Trains :** Neuf (09) trains de 1,2 Mt /an chacun.
- ✓ **Constructeur :** Consortium japonais IHI (Ishikawajima Arima Heavy Industries) et C. ITOH Compagnies.
- ✓ **Date de démarrage des travaux :**10 Novembre 1980
- ✓ **Date de Mise en Production du premier train Phase I :**12 Décembre 1983.
- ✓ **Date de Mise en Production du premier train Phase II :**24 février 1998.
- ✓ **Date de Mise en Production du premier train Phase III :**12 février 2010.

- ✓ **Enlèvements :** Deux quais de chargement recevant navire des Gaz Pétrolier Liquéfier d'une capacité de 3 000 à 50 000 tonnes de GPL (D1, M6)
- ✓ **Une rampe de chargement par camions :** Six (06) camions.
- ✓ **Destination de la Production :** Exportation et Marché national.
- ✓ **Source d'Approvisionnement :** Gaz en provenance des champs gaziers du sud algérien.
- ✓ **Capacité de stockage :**

  - Vingt-deux (22) Sphères de Stockage de la charge : 22 000 m^3.
  - Quatre (04) Bacs de Stockage de propane réfrigéré : 280 000 m^3.
  - Quatre (04) Bacs de Stockage du butane réfrigéré : 280 000 m^3.
  - Quatre (04) sphères, une (01) de propane et trois (03) de butane ambiant : 500 m^3
  - Une (01) Sphère de stockage pentane : 500 m^3

I.4. Plans de masse de Complexe



Figure I.2 : ***Plans de masse de complexe***

- **9** trains de traitement du GPL dont trois nouvellement installés
- **02** unités de récupération des vapeurs de propane et butane (BOG propane et BOG butane).
- Section dépentanisassions pour les trois trains de la phase III.
- Section démercurisation.
- **02** stations électriques assurent l'alimentation du complexe via SONELGAZ.
- **05** salles de contrôle.
- **06** générateurs de secours

- **02** quais de chargement (D1 et M6) pouvant recevoir des navires d'une capacité variant entre 4 000 et 45 000 tonnes du propane et butane.
- **01** rampe de chargement de camions.
- **01** station d'eau de mer.
- **01** unité de déshuilage.

I.5. Les Zone Du Complexe GP1/Z

L'usine comprend les principales zones suivantes :

A-Zone Procès : Elle comprend Neuf (09) Trains de production dont trois nouvellement installés.

Chaque train comprend les sections suivantes :

- Une (01) Section de déshydratation
- Une (01) Section de séparation
- Une (01) Section de réfrigération
- Une (01) Section Huile chaude

B-Zone utilité : Cette zone sert à fournir les énergies nécessaires pour le fonctionnement de l'usine tel que :

- Production d'eau distillée.
- Production de la vapeur d'eau.
- Production d'air comprimé.
- Une alimentation en azote.
- Une alimentation en gaz naturel.
- Une alimentation en méthanol.
- Une alimentation en carburant diesel.
- Un générateur de secours.

Et elle comprend :

- Section de stockage de la charge GPL composée de 22 sphères et un système de filtration de la charge brute de GPL.
- Quatre (04) Chaudières d'une capacité unitaire de 10t/h
- Deux (02) dessaleurs de 10t/h chacun
- Trois (03) Sections de production d'air comprimé.
- Six (06) Générateurs assurant l'énergie de secours du complexe.
- Une (01) section d'azote.
- Trois (03) sections de distribution de gaz naturel.

C-Zone Stockage Et Chargement

- Produits réfrigérés : Le propane et le butane réfrigérés sont stockés respectivement à -42°C et -5°C dans quatre bacs chacun, d'une capacité unitaire de 70 000 m3.

Le Chargement de ces produits est assuré par deux quais de chargement pouvant recevoir des GPL d'une capacité de 3 000 à 50 000 tonnes. Chaque quai est doté de Trois (03) bras de chargement

- ✓ Un bras (01) retour vapeur (Boil Off)
- ✓ Un Bras (01) de sautage
- Produits ambiants : Le propane et le butane sont stockés à température ambiante dans quatre (04) sphères, d'une capacité unitaire de 500 m3. Le pentane est aussi stocké dans une sphère de 500 m3

Le chargement de ces produits est assuré par une rampe de chargement camions qui est dotée de

Butane :

- ✓ Trois (03) bras de chargement
- ✓ Trois (03) bras retour vapeur (Boil Off)

Propane :

- ✓ Deux (02) bras de chargement
- ✓ Deux 02) bras retour vapeur (Boil Off)

Pentane :

- ✓ Un (01) bras de chargement.
- ✓ Un (01) bras retour vapeur (Boil Off)

Un (01) Pipe Arzew - Sidi Bel abbés -Tlemcen connu sous le nom de AST est entré en service le 14/10/2005 pour alimenter à partir du complexe GP1Z les trois wilayas en butane ambiant vrac à raison de 125 m3 par heure.

D-Installations de Contrôle et sécurité :

Le complexe est doté de :

- Une (01) Salle de contrôle principale pour le contrôle des installations de production (MCR)
- Une (01) Salle de contrôle locale pour le stockage (LCR)
- Une (01) Salle de contrôle locale pour les expéditions par navires (JCR)
- Une (01) salle de contrôle locale pour les expéditions par camions (CCR)
- Une (01) Salle de contrôle sécurité (SCR)

E-Annexes

- Un atelier de maintenance
- Un magasin approvisionnement.
- Un centre de formation

F-Ressources Humaines

Centre de formation GP1Z, avec une capacité d'accueil de 226 stagiaires et les locaux pédagogiques suivants :

- Une (01) Salle de conférence pour quarante (40) personnes
- Quatre (04) Salles d'application de vingt (20) stagiaires chacune
- Six Salles (06) Salles de cours de dix (10) stagiaires chacune
- Un (01) laboratoire de langues de douze (12) cabines
- Un laboratoire (01) d'instrumentation pour huit (08) stagiaires
- Un Laboratoire (01) de chimie pour huit (08) stagiaires
- Un (01) Salle de panneaux synoptiques pour douze (12) stagiaires
- Un laboratoire DCS pour six (06) Stagiaire

I.6. Organigramme Générale du Complexe GP1Z

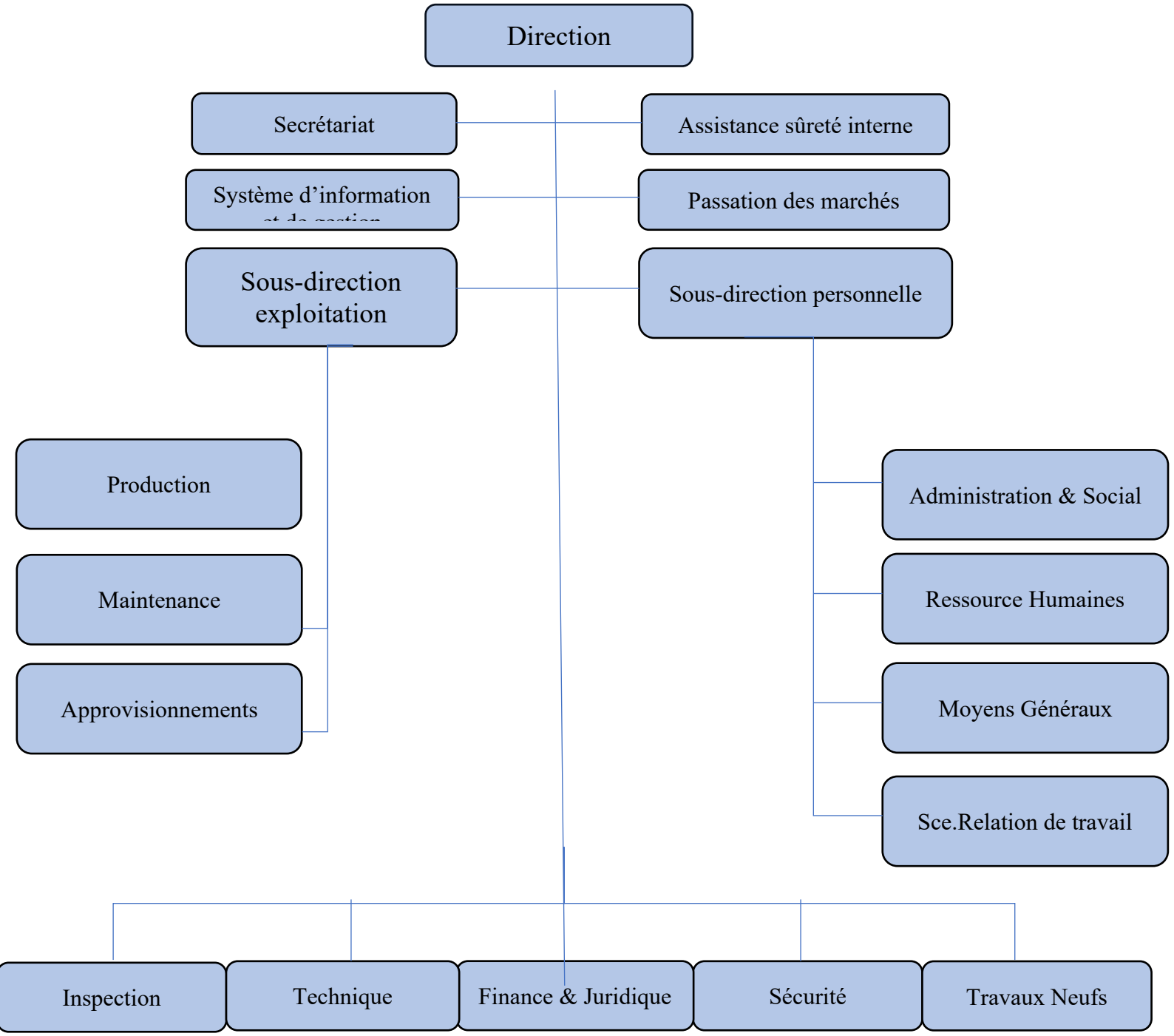


Figure I.3: ***Organigramme Générale du Complexe GP1Z***

I.7. Le Département HSE

Dans la conduite de ses opérations, le complexe GP1Z place la sécurité au cœur de ses objectifs principaux. La démarche de la sécurité industrielle (politique HSE) du complexe s'articule autour de trois axes complémentaires : technique, organisationnel et humain. Le département HSE est géré selon un organigramme bien déterminé de façon à lui permettre d'accomplir aisément la mission qui lui est allouée.

I.7.1. Organisation de Département Sécurité : « Organigramme »

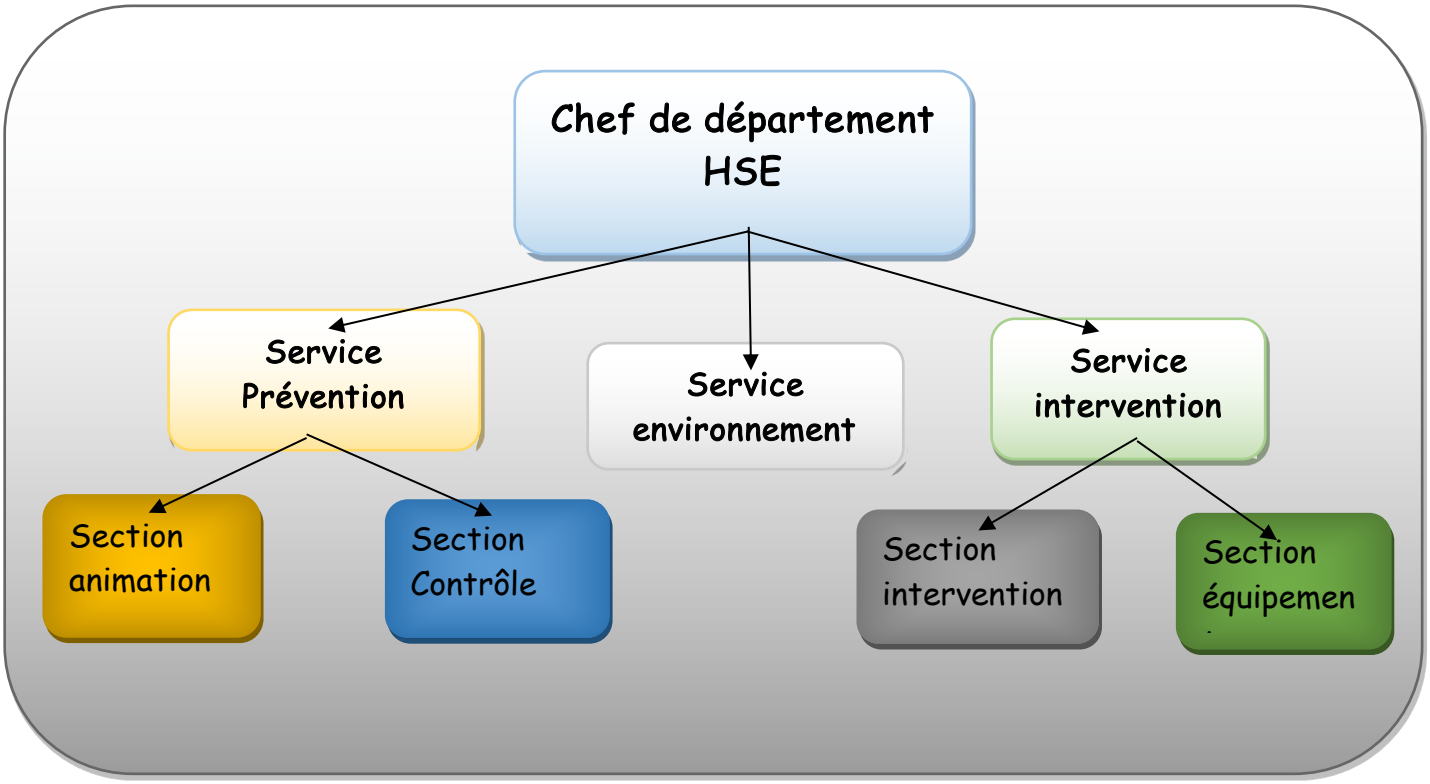


Figure I.4: ***Organigramme de Département Sécurité***

I.7.2. Les Missions et les Objectifs Du Département HSE

⇒ **Objectif :**

- Veiller à la rapidité d'intervention en cas d'urgence, Veiller à la mise en œuvre de la politique HSE du groupe SONATRACH.
- Promouvoir la culture HSE sur les lieux de travail.
- Garantir le respect de la réglementation en matière de HSE.
- Veiller à l'application des référentiels (directives, standards, normes…etc.).

- Veiller à la sécurité des travailleurs, du patrimoine et à la protection de l'environnement.
- Veiller à la prévention des risques et des nuisances.
- Exercer un rôle d'alerte en matière de risques hygiène, santé, sécurité et environnement auprès de sa direction.

⇒ **Missions :**

- Mettre en place un dispositif sécuritaire répondant aux objectifs socioéconomiques de l'entreprise ;
- Communiquer périodiquement la situation globale en matière sécurité industrielle ;
- Détection des alarmes, et l'intervention en cas urgence ;
- Informer la hiérarchie de toute évolution dans son domaine ;
- Liaison entre les différents départements ;
- Liaison avec les organismes extérieurs ;
- Programmation et suivi des control périodiques des différentes installations ;
- Liaison avec la direction ;
- Créer les conditions favorables à la sensibilisation du personnel et à la mise en place d'un système de sécurité préventif ;
- Assure conseils, contrôles et consignes de sécurité pour protéger les travailleurs, les installations et préserver l'environnement ;
- Étude et analyse de toute l'activité de l'organisme en vue de déclarer les besoins en matière de sécurité préventive et proposer des solutions adéquates ;

I.7.3. Les Services du Département Sécurité

⇒ ***Service Prévention***

Ce service met en œuvre les moyens dont il dispose afin de fournir les meilleures conditions de travail et de sécuriser toutes les interventions. Il compte trois sections :

- **Section Animation** : cette section a pour rôle de veiller à établir des programmes de sensibilisation, de formation et recyclage en matière de HSE, veiller à la sensibilisation et l'information relative au HSE, participer à l'analyse et l'investigation sur les accidents et incidents, participer à l'exercice de simulation des actions préventives pour y remédier. Elle a également à sa charge l'établissement et suivi des statistiques des accidents et incidents.

- **Section Inspection Et Contrôle :** cette section a pour rôle l'inspection et le contrôle afin de sécuriser tous les travaux réalisés au niveau du complexe, en effet tout travail doit faire l'objet d'une autorisation établie par l'inspecteur prévention et ce, par l'élaboration de permis de travail (ex : permis à chaud, à froid, permis de pénétration…etc.).

⇒ **Service Intervention**

Ce service a pour rôle d'anticiper les conditions les plus défavorables et s'y prépare par la réalisation d'exercices de simulation. En cas d'urgence ou de crises, il assure une intervention rapide et efficace pour limiter les dégâts matériels et les pertes humaines.

A cet effet, le service intervention est doté de moyens humains et matériels considérables :

- Les moyens humains : répartis en deux sections : une section intervention (quatre quart) et une section équipement.
- Les moyens matériels : on peut citer les moyens suivants :
- Une salle de contrôle sécurité doté d'un système de contrôle à distance (DCS),
- Un système de télésurveillance audio comprenant des caméras fixes et mobiles.
- Un système de communication comprenant des téléphones, radios VHF et généphone.
- Des moyens d'intervention fixes et mobiles comprenant des camions d'intervention, des ambulances, des extincteurs, des Skids et RAI.

En cas où les moyens GP1Z ne peuvent maitriser une situation dangereuse, le service peut faire appel à l'assistance des unités avoisinantes se trouvant à l'intérieur de la zone industrielle, dans le cadre du protocole d'assistance mutuelle (PAM).

⇒ ***Service environnement***

Ce service veiller à l'application de la règlementation et au respect des procédures et normes environnementales, joue un rôle principal concernant les campagnes de sensibilisation pour la protection de l'environnement, et mise en œuvre le plan de gestion environnementale (PGE), veiller à la réalisation d'investigation surtout accident/incident environnemental, ce service programmer et lancer des inspections préventive et actions de surveillance des milieux naturels et de types de rejet et nuisance.

Chapitre II
Système d'extinction CO_2

II.1 Généralités sur l'incendie

II.1.1 Définition

L'incendie est une combustion qui se développe sans contrôle dans le temps et dans l'espace, contrairement au feu qui est une combustion maitrisée. Le processus de combustion est une réaction chimique d'oxydation d'un combustible par un comburant, cette réaction nécessitant une source d'inflammation pour être initiée.

II.1.2 Origine des incendies

Les origines d'incendies peuvent être nombreuses : réactions chimiques dangereuses, incompatibilités de produits, explosifs, emballement thermique, fuite de gaz, électricité (surtension, appareils défectueux). La lutte contre le feu est un élément déterminant pour la sauvegarde des personnes et des biens

II.1.3 Triangle du feu

Traditionnellement, le phénomène du feu est schématiquement représenté par le triangle du feu, dont sur les trois côtes figurent respectivement le combustible. Le comburant et l'énergie d'activation.

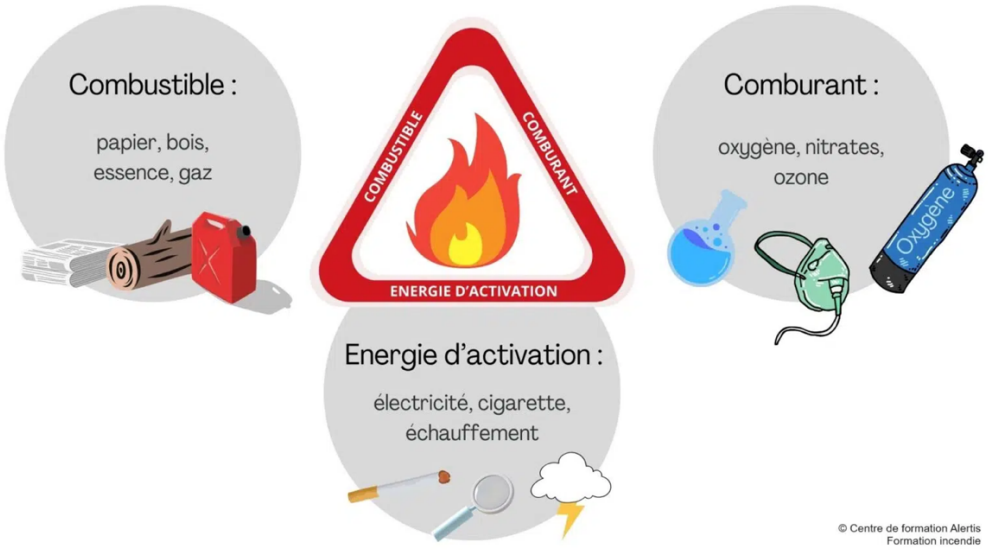


Figure II.1 : ***Triangle du feu***

1. **Le combustible** ou matières inflammable : ce qui brûle

Exemple :

- Solide : bois, charbon, papier
- Liquide : essence, alcools
- Gazeux : butane, propane

2. **Le comburant** : oxydant pouvant favoriser un climat acceptable pour la création du feu.

Exemple :

- Oxygène
- Air
- Peroxyde

3. **L'énergie d'activation ou source d'inflammation** : Énergie nécessaire pour la création du feu

Exemple :

- La flamme
- L'étincelle
- La décharge électrique
- Une certaine énergie mécanique

Ces trois éléments sont simultanément nécessaires à la création et au maintien du phénomène. La soustraction de l'un d'eux et d'un seul entraîne l'extinction. C'est ce que l'on constate en supprimant soit le combustible, soit le comburant soit l'énergie.

II.1.4 Les classes de feu

Les extincteurs sont conçus pour pouvoir éteindre un ou plusieurs types de feu :

- Classe A: feux de matières solides (dits sec) bois, papier, tissus...
  Combustion avec ou sans flamme mais toujours formation de braises
- Classe B: feux de liquides ou de solides liquéfiables hydrocarbures, solvants, huiles, polystyrene...
- Classe C: feux de gaz butane, propane, gaz naturel...
- Classe D: feux de métaux et de certaines matières plastiques
  Magnésium, sodium...
- Classe F: Feux d'huiles ou graisses servant d'auxiliaires de cuisson. Graisse animale ou graisse végétale
- Les feux d'origines électriques ne font partis d'aucune classe de feux. Néanmoins, l'extincteur le plus approprié pour ce type de feu est l'extincteur au dioxyde carbone (CO_2).

II.1.5 Définition de système extinction automatique d'incendie

Ce système est actionné soit automatiquement (recroît le signal par système de contrôle) ou manuellement (brise-glace) a la proche de la salle protégé ou distance (salle contrôle). L'extinction se fait par la décharge de l'agent d'extinction :

- CO_2 pour les endroits confinés.
- La mousse et la poudre pour les endroits ouverts.
- L'eau pour isolé l'espace brulé aux autres (rideau d'eau).

II.1.6 Les modes d'extinction d'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 incomburante. En fonction de la nature du combustible et s'il s'agit d'un feu profond (sans braise), il peut être nécessaire de réduire cette teneur au- dessous de 8% (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.

II.1.7 Les agents extincteurs

II.1.7.1 L'eau

C'est le principal agent extincteur des feux de type A. Elle peut être utilisée à l'état naturel ou avec l'adjonction d'un additif pour améliorer son pouvoir extincteur.

- Eau naturelle :
  - En jet diffusé qui provoque le refroidissement d'une surface importante ;
  - En jet bâton pour abattre les flammes
- Eau mouillante (eau + produit) : accrois l'effet de refroidissement par augmentation de l'etalement.
- Eau avec des produits retardant : lors de feux de forêt, l'addition de produits à base d'argile dit retardant permet de ralentir la propagation des flammes.



Figure II.2 : ***Extinction avec l'eau***

II.1.7.2 Les mousses

Une mouse est un assemblage de bulles constituées d'une atmosphère gazeuse (air,

Le plus souvent) emprisonnée dans une paroi formée d'un film mince de solution moussante et tapissée par une couche d'épaisseur monomoléculaire.

Celle-ci est toujours orientée de la même façon au contact de l'eau, grâce à sa structure dite « polaire ».

Cette aptitude spéciale se trouve dans les acides gras, les savons hydrosolubles et d'une façon générale, les détersifs. Ces molécules sont constituées par un groupement dit « hydro phile » (soluble dans l'eau), soudé à un élément « hydrophobe » (repoussé par l'eau).

Les hydrophiles les plus courants sont les sulfates, les sulfonates, les acides salifiés, ou les groupements fonctionnels tels les alcools, les amines, etc.

Les hydrophobes sont toujours une longue chaîne hydrocarbonée.

La représentation conventionnelle de ces molécules est la suivante: les hydrophiles sont symbolisés par un cercle, les hydrophobes par un trait. Une couche monomoléculaire est donc constituée par un assemblage de ces molécules.

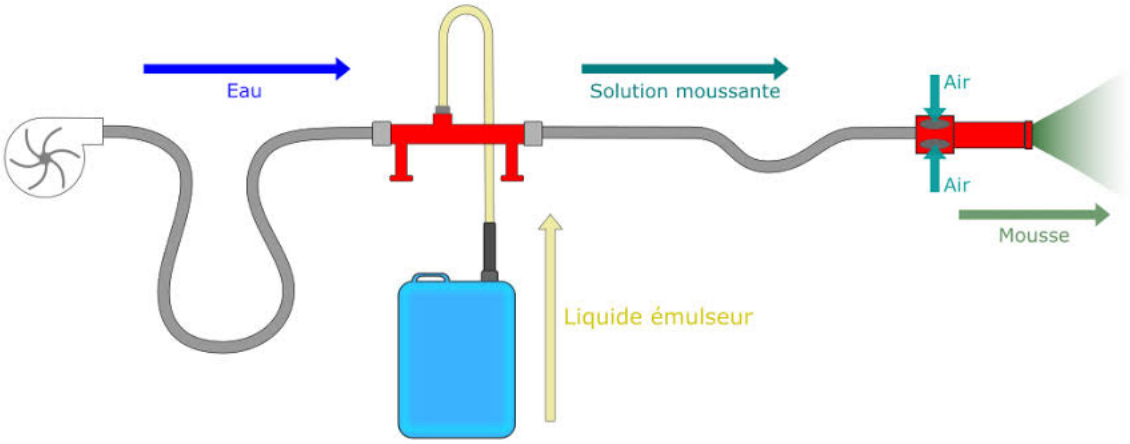


Figure II.3 : ***Principe de fonctionnement de la lance à mousse***

L'eau circule avec un certain débit dans un injecteur-proportionneur. Selon le principe Venturi, l'émulseur est alors aspiré dans l'établissement hydraulique et une solution moussante est obtenue. Les concentrations courantes varient entre 3 et 6%.

À l'extrémité de l'établissement, une lance à mousse ou un générateur permettent l'introduction d'air et la création de la mousse.

Pour la créer, il faut disposer de telles molécules à double affinité, mais aussi d'une « interface » favorable à leur développement. Si l'interface se trouve entre l'eau et l'huile, la partie hydrophile plongera dans l'eau, la partie hydrophobe dans l'huile : cela donne une émulsion. Si cette interface se trouve entre l'eau et l'air lou tout autre gaz), cela donne une mousse.

II.1.7.3 Les poudre

Les poudres ont pour effet d'arrêter presque immédiatement les flammes mais n'ont aucun effet sur les braises ; elles sont donc essentiellement efficaces sur les feux de classes B et C.

On distingue trois grandes catégories de poudre :

- Les poudres BC, utilisées pour l'extinction des feux de classe B (liquides ou solides liquéfiables telles les matières plastiques), ou de classe C (feux de gaz). Elles sont à base de bicarbonate de sodium ou de sels de potassium ;
- Les poudres ABC « polyvalentes » parce qu'utilisables non seulement sur les types de feux précédents, mais aussi sur les feux de classe A (feux de solides organiques avec formation de braises). Elles sont à base de phosphate monoammonique ;
- Les poudres D, utilisables sur les feux de classe D (feux de métaux), et qui proviennent de matériaux chimiquement inertes vis-à-vis des métaux dont elles doivent arrêter la

combustion : graphite, chlorures et parfois certains carbonates. Elles sont aussi utilisables pour les feux de métalloïdes.

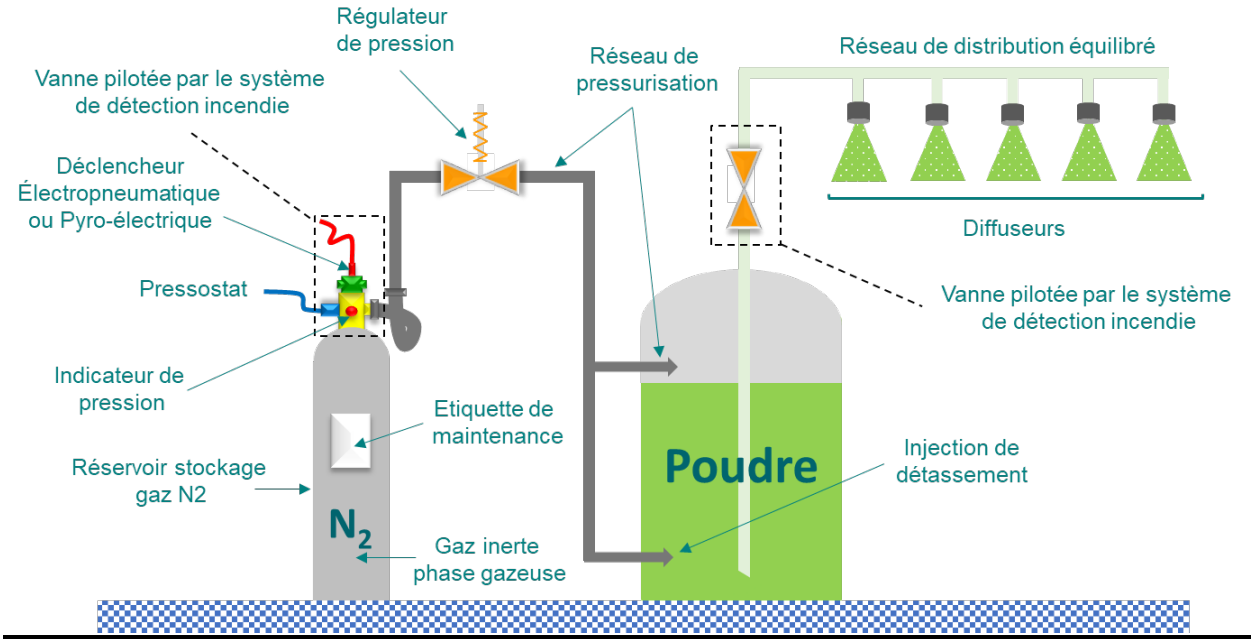


Figure II.4 : Extinction avec la poudre

II.1.7.4 Les gaz

Les gaz extincteurs peuvent être classés en deux catégories :

- Les gaz inhibiteurs, constitués de substances chimiques (halogènes) qui agissent sur les flammes à faible concentration ;
- Les gaz inertes ou le CO_2 qui agissent par étouffement du foyer en diminuant la teneur en oxygène de l'air ambiant.

Les gaz inhibiteurs: utilisés en extinction automatique seulement.
Les gaz inhibiteurs sont des composés halogénés, parfois appelés « gaz chimiques » en raison de leur action sur la réaction chimique de combustion, par opposition aux « gaz physiques » qui agissent par étouffement en se substituant à l'oxygène de l'air.
Les gaz inhibiteurs actuellement disponibles sont le HFC-23 (FE 13), le HFC-227 ea (FM 200) et le FK-5-1-12 (NOVEC 1230).

Ces « nouveaux » gaz inhibiteurs ne contiennent ni chlore ni brome et présentent les propriétés suivantes :

- Ils ne sont pas conducteurs d'électricité grâce à leur fort pouvoir diélectrique ;
- Ils sont stables à de fortes températures (jusqu'à environ 700 °C pour le FM 200) ;
- Le HFC-23 a un point d'ébullition bas et une tension de vapeur élevée qui permet son exploitation dans des zones réfrigérées (jusqu'à - 40 °C) ;
- Le FK-5-1-12 est liquide à température ambiante.

Les gaz inertes utilisés dans des volumes plus importants, susceptibles d'être occupés par des personnes, sont des produits contenant une proportion d'oxygène pouvant être tolérée temporairement par un homme, mais qui arrête la réaction de combustion des feux de surface.

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

Des mélanges de gaz inertes sont commercialisés depuis quelques années comme agents d'extinction utilisables en noyage total : ce sont l'IG 55, l'IG 541, l'IG100 et l'IGO1.

Le dioxyde de carbone (CO_2) agit à la fois par étouffement et par refroidissement. Il est utilisé en noyage total, en noyage partiel ou en extincteurs manuels.

C'est l'agent extincteur généralement recommandé pour les feux dit « électriques », c'est-à-dire pour éteindre un incendie prenant naissance dans un appareil pouvant être sous tension (armoire électrique notamment).

II.2 Incendie électrique :

Les incendies électriques peuvent être déclenchés par différentes causes. Un défaut peut survenir sur vos appareils, les fils électriques peuvent vieillir et les isolants devenir friables, ou encore la foudre peut s'abattre sur votre maison.



Figure II.5 : ***Incendie électrique***

II.2.1 Les causes d'un incendie électriques

II.2.1.1 Arc électrique

C'est la raison la plus courante selon les spécialistes. La détérioration des isolants et des connexions dans les installations endommagées et non entretenues est fréquemment responsable de ces problèmes. Lorsqu'ils se forment, ils subissent une importante hausse de température et une carbonisation qui peut entraîner l'incendie du papier, du bois ou des isolants et des plastiques qui seront en contact avec l'arc électrique, car le carbone est un conducteur de courant.

II.2.1.2 Court-circuit

Un court-circuit se produit lorsque la phase entre en contact direct avec le neutre. Dans une configuration traditionnelle, les fils sont de couleur rouge ou marron et bleu. Il est strictement interdit de toucher ces fils, sauf lorsque l'installation vieillit ou si une intervention vient d'être réalisée. La présence de ce contact entraîne une augmentation rapide et élevée du courant, ce qui entraîne la destruction des conducteurs par soudure ou explosion. L'incendie se déclenche simplement si un matériau inflammable se trouve à proximité.

II.2.1.3 Surcharge

La surcharge désigne une consommation d'énergie électrique supérieure à celle prévue initialement par le circuit électrique lorsqu'un appareil est allumé, mais consomme seulement le courant nécessaire. Cependant, il est important de considérer l'intensité maximale que la ligne peut supporter en cas d'accumulation d'appareils. Il arrive fréquemment que la surcharge soit due à un nombre excessif d'appareils connectés sur le même circuit, ce qui entraîne l'échauffement des câbles, allant jusqu'à leur fusion, et l'inflammation des matériaux environnants.

II.2.1.4 Les défauts d'isolement (fuite de courant)

Cela est en accord avec les courants qui s'échappent et se dissipent en traversant le matériau, ce qui peut entraîner un vieillissement prématuré des équipements et des fils, voire même un incendie. En général, les matériaux s'enflamment à partir de 300 milliampères de courant.

II.2.1.5 Foudre et surtensions de réseau

L'amorçage de l'air entre le nuage et le sol (ou un point relié au sol) est appelé foudre. Quand la température est très différente entre le bas et le haut du nuage, des mouvements d'air se produisent à l'intérieur de celui-ci.

L'air chaud se fera monter et l'air refroidi descendra. Des poussières, des cristaux de glace ou même des grêlons seront apportés avec lui. Pendant le mouvement, de nombreux chocs se produiront à l'intérieur du nuage et la structure électrique va changer.

II.2.2 Prévention et sécurité contre les incendies électriques :

Contrairement aux préjugés, les feux électriques sont beaucoup plus fréquents. Environ 20% des incendies sont causés par ces incendies, ce qui entraîne des dommages matériels humains. La plupart des feux sont le résultat d'un système électrique mal entretenu ou d'une erreur d'installation.

II.2.2.1 Contrôle régulier :

Afin de diminuer les risques d'incendies d'origine électrique, il est essentiel de vérifier régulièrement les éléments suivants :

- Dommages aux composants électriques ou exposition à l'humidité ou à la chaleur.
- Gestion des circuits.
- Installation temporaire.
- Éléments électriques endommagés et dégradés, anciens ou dans des conditions défavorables.
- Éléments électriques mal installés ou mal entretenus.

II.2.2.2 Protection contre les surintensités :

L'objectif des disjoncteurs et des fusibles est de réduire l'intensité du courant traversant les fils électriques. Une intensité excessive peut provoquer une augmentation de la température et entraîner la destruction de la gaine isolante des fils. Il est donc important de vérifier que les systèmes de protection contre les surintensités sont appropriés pour le calibre des fils

II.2.2.3 Emplacements dangereux :

Il est nécessaire de consulter des entrepreneurs électriciens qualifiés pour évaluer les composants tels que les moteurs, les lampes et les interrupteurs afin de déterminer des mesures pour prévenir la flambée de poussière ou de fibres.

II.2.2.4 Entretien préventif :

Comme tout système, les systèmes électriques sont susceptibles de vieillir et de se dégrader au fil du temps. Il est donc essentiel d'entretenir et de les suivre. En raison de l'usure de la gaine isolante des fils, les boitiers et les interrupteurs se referment et l'équipement accumule progressivement des dépôts de saleté et d'huile.

Recommandations générales concernant la prévention et la sécurité :

* Il est préférable de ne pas connecter plusieurs appareils à une même prise.
* Assurez-vous de mettre correctement les fiches à trois branches à terre.
* Ne jamais utiliser des rallonges comme cordon permanent dans des endroits où il n'y a pas de prise de courant et ne les utiliser que pour des fins temporaires.
* Pour éviter tout dommage à la gaine isolante, il est recommandé d'écarter les cordons d'alimentation des sources de chaleur, de l'eau et de l'huile.
* Il est essentiel d'installer les cordons d'alimentation dans un conduit ou de les protéger avec des planches de bois.
* Avant chaque utilisation, il est important de vérifier les outils, les cordons et les raccords électriques, et de réparer ou remplacer les équipements endommagés.

* Pour fixer les cordons aux murs et aux planchers, il est préférable d'utiliser des clous et des agrafes plutôt qu'un ruban adhésif afin d'éviter tout dommage.
* Utiliser du matériel adapté à la puissance et à l'intensité du courant électrique.

* Utiliser des fusibles de calibre approprié. Le changement d'un fusible par un autre plus puissant peut entraîner une augmentation de l'intensité du courant.
* Il est important de garder à l'esprit que les prises qui sont anormalement chaudes sont un signe d'un câblage non sûr. Ne les utilisez pas avant d'être inspectés.
* Il est recommandé d'utiliser toujours des matériaux non conducteurs près des fils électriques, comme les échelles en bois.
* Comme les lampes halogènes ont tendance à être très chaudes, il est nécessaire de les isoler des matériaux combustibles.
* L'installation de disjoncteurs différentiels permet de couper le circuit avant que l'intensité du courant ne devienne assez forte pour causer des blessures ou des décès.
* Assurez-vous que les boitiers électriques exposés soient conçus à partir de matériaux qui ne conduisent pas.
* En cas d'urgence, il est important de localiser les disjoncteurs et les boitiers et de les étiqueter de manière claire afin de pouvoir identifier la prise ou l'appareil qu'ils alimentent.

* Aucune prise ou cordon ne doit être utilisée avec des fils exposés.
* Aucune utilisation d'outils électriques ne doit être protégée.
* Aucune boîte à disjoncteurs ou à fusibles ne doit être bloquée.

En cas d'accident électrique, il est essentiel de toujours interrompre le courant avant de toucher une personne ou un appareil.

II.3 Extinction automatique d'incendie avec le dioxyde de carbone (CO_2)

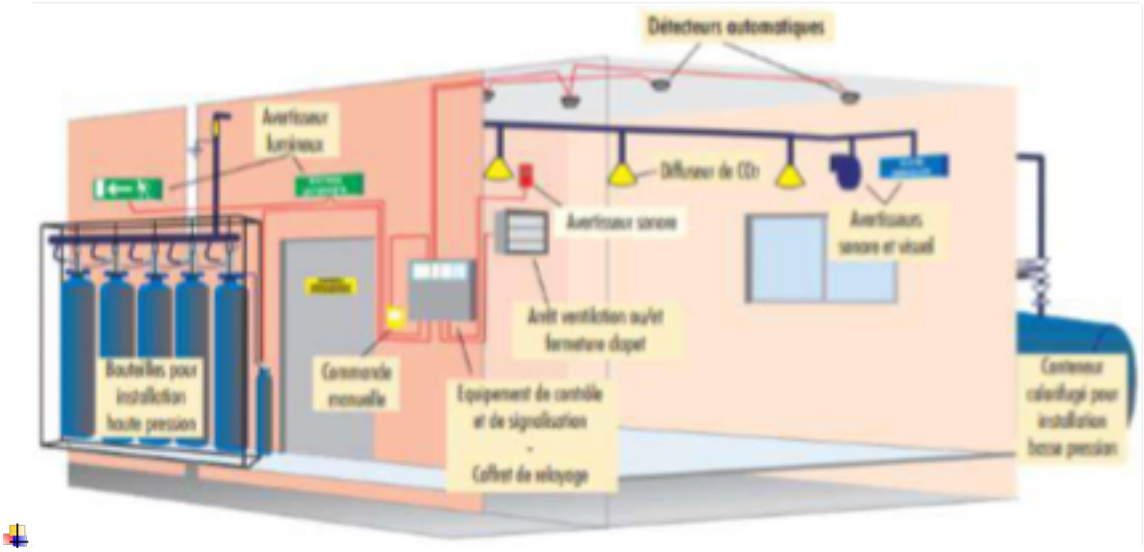


Figure II.6 : ***Synoptique d'une installation d'extinction à CO_2***



Figure II.7 : ***Bouteilles CO_2 au niveau du complexe***

II.3.1 Généralité sur le CO_2

Le CO_2 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 CO_2 est mortel, c'est pourquoi il a été conçu pour réaliser la protection de locaux non occupés en permanence.

II.3.2 Principe d'extinction de CO_2

Le dioxyde de carbone agit essentiellement par réduction de la teneur en oxygène de l'air à une valeur à laquelle le feu ne peut plus naître ni s'auto-alimenter. L'effet de refroidissement du CO_2, est minime comparativement à l'effet d'étouffement.

Lorsqu'un incendie se déclenche, le CO_2 pénètre rapidement dans la zone et réduit le niveau d'oxygène de 21% jusqu'à 14%, la quantité suffisante pour que la combustion s'arrête et soit sûre pour les personnes qui occupent la salle.

L'abaissement de la teneur en oxygène sera obtenu par injection d'une plus ou moins grande quantité de CO_2, en fonction de la nature du combustible et suivant que l'on agit préventivement ou pour éteindre un feu déclaré.

II.3.3 Domaines d'applications

L'emploi du dioxyde de carbone comme agent extincteur résulte des deux caractéristiques suivantes :

- Il est non conducteur de l'électricité, ce qui en fait donc l'agent par excellence de lutte contre les feux d'origine électrique ;
- Son action chimique est nulle, sauf exceptions précitées, il n'est ni toxique là doses peu élevées dans l'air, ni corrosif, et se dilue dans l'atmosphère après extinction sans laisser de traces ni de résidus. Il est donc approprié à la protection des objets fragiles et de grande valeur.

Il ne nécessite aucune énergie auxiliaire, puisqu'il est expulsé par sa propre pression.

En revanche, à l'air libre ou dans des locaux ouverts, son action est fugace, sauf s'il est utilisé sous forme de neige carbonique sur des feux de surface de combustibles solides ou sur des feux de conducteurs électriques. Dans ce cas, il est apte à éteindre des feux de produits à point d'éclair très bas (essence, hydrocarbures légers, etc.).

En définitive, le dioxyde de carbone convient pour les feux de classe B et dans certaines conditions, pour les feux de classe A et au voisinage des installations électriques sous tension. À la rigueur il peut être utilisé pour des feux de classe C (feux de gaz). Convient bien pour l'intervention manuelle sur feux de flaques de produits chimiques et pour feux de volumes :

- Appareillage électrique et matériels de valeur ;
- Produits alimentaires ;
- Locaux fermés ou faciles à obturer, stockages de peinture, de solvants... cales de navires ; protection de secteurs à risque permanent (peinture, vernissage, trempage, enduction, bancs d'essais, laminoirs, etc.).

II.3.4 Les critères de choix de gaz

Dégâts mécaniques : Nuls. Du fait du phénomène de sublimation de la neige et du choc thermique qui en résulte, la température extrême de la neige (- 78°C) est sans effet, même sur des produits très sensibles au choc thermique (verrerie).

Corrosion : Nulle. La neige disparaît très rapidement (sublimation) sans laisser de traces.

Toxicité : Le dioxyde de carbone n'est pas toxique mais asphyxiant. Toutefois la faible quantité de CO_2 contenue dans un extincteur (2 à 6 kg) est insuffisante pour provoquer une gêne dans un local de dimensions courantes. Il n'en irait évidemment pas de même, dans le cas d'une installation fixe à CO_2 de grand débit. Certaines parties de l'extincteur peuvent être portées à une très basse température : attention aux brûlures par le froid

Coductivité électrique: Absolument nulle.

II.4 Extinction automatique d'incendie avec le NOVEC1230 (FK-5-1-12)



Figure II.8 : ***Agent extincteur Novec 1230***

II.4.1 Généralités

Les systèmes Al-GROUP Gamma et Sigma sont des systèmes d'extinction automatique d'incendie.

Ces systèmes sont conçus pour fonctionner avec l'agent extincteur novec 1230 ;

Ils sont composés de trois composants

- ✓ Composants de stockage et de distribution : réservoir (agent container), support de réservoir, réseau de distribution et diffuseur (discharge nozzle)
- ✓ Centrale de détection (control panel)
- ✓ Détecteur (detectors), déclencheur manuel (manual discharge station) et dispositifs d'alarme sonores et visuels(alarms).

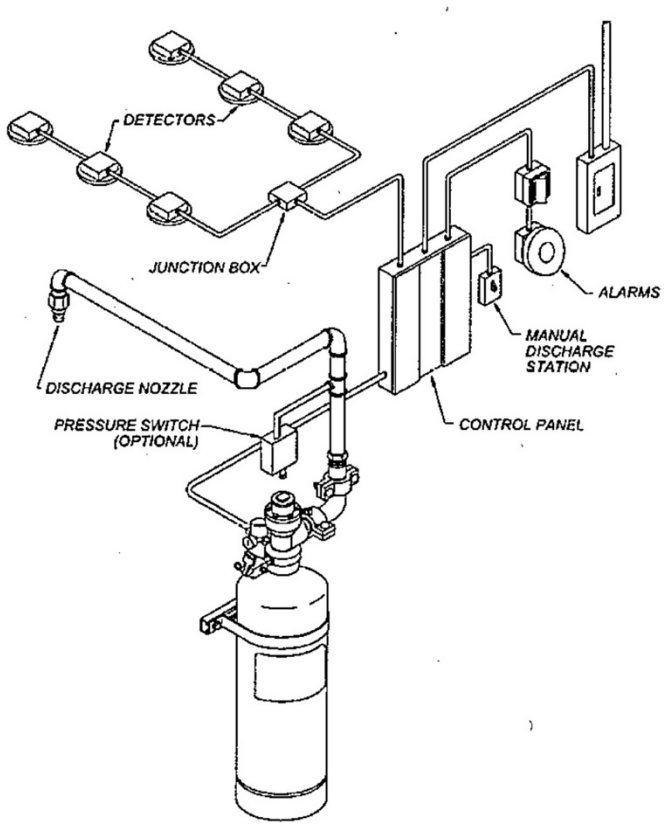


Figure II.9 : ***Éléments type d'un système***

Les systèmes permettent la suppression du feu conformément aux éditions 2001 des

NFPA 70 v 2001 (agents propres), NFPA70 (électricité), NFPA 72 (détection), et aux instructions incluses dans ce manuel.

Les systèmes des séries Bêta, Gamma et Sigma utilisant l'agent extincteur Novec 1230 peuvent être utilisés pour supprimer les feux dans des situations spécifiques (traitement de données, salles de contrôles de processus, sites de télécommunications, actifs à forte valeur).

Ils peuvent être utilisés dans les feux de types

- Feux électrique
- Feux de surface (lorsque le risque d'un feu profond n'existe pas)
- Feux de liquides

Ils ne doivent pas être utilisés sur les feux suivants sans avoir été testés avec satisfaction par l'autorité compétente :

- Certains mélanges chimiques, dont le nitrate de cellulose et la poudre

- Les métaux réactifs comme le lithium, le sodium, le potassium, le magnésium, le titane, le zirconium, l'uranium et le plutonium
- Les alliages métalliques
- Les produits chimiques susceptibles de se dégrader sous l'action de la chaleur, comme certains peroxydes organiques ou l'hydrazine

II.4.2 Propriétés physicochimiques

Le Novec 1230 $CF_3CF_2C(O)CF(CF_3)_2$ est une molécule à base de carbone, de fluor et d'oxygène. Elle est sans couleur, sans odeur, isolante électriquement, et supprime le feu en interrompant le processus de combustion et en agissant sur l'oxygène disponible dans la zone de dégagement.

Le Novec est propre, efficace, acceptable pour l'environnement et ne laisse pas de résidu.

S'il est exposé à des températures de plus de 700°C, il forme des produits de décomposition toxiques à base de fluor et d'hydrogène. Le système doit se vider en un temps compris entre 5 et 10 secondes, de façon à réduire la production de ces produits toxiques. La plupart des produits stockés dans les zones protégées par du Novec 1230 ne sont pas affectés par ce dernier (aluminium, laiton, plastiques, acier, composants électroniques, etc.)

Formule chimique	$CF_3CF_2C(O)CF(CF_3)_2$
Poids moléculaire	316,04
Température d'ébullition à 1 atm	49°C
Température de solidification	-108°C
Densité – liquide saturé	1,60 g/ml
Densité, gaz à 1 atmosphère	0,0136 g/ml
Volume spécifique	0,07333 m^3/kg
Chaleur latente de vaporisation	88,1 kJ/kg
Pression de vapeur	0,40 bar
Viscosité, liquide à 25°C	0,39 centistokes
Force diélectrique relative (sec)	~60 kv
Solubilité dans l'eau (au poids)	< 0,001% en poids

Tableau II.1 : ***Propriétés physiques du Novec***

II.4.3 Principe d'extinction de Novec 1230

Le principe d'extinction de Novec 1230 repose sur ses caractéristiques physiques et chimiques uniques. Cet agent extincteur est un liquide incolore, inodore et non conducteur d'électricité. Lorsqu'il est libéré dans une zone touchée par un incendie, Novec 1230 agit rapidement pour éliminer le feu en éteignant les flammes et en refroidissant la source de chaleur.

Novec 1230 fonctionne selon un processus de suppression des incendies par absorption de chaleur. Lorsqu'il est pulvérisé dans l'air sous forme de gouttelettes fines, il absorbe la chaleur de la zone en feu, réduisant ainsi la température en dessous du point de combustion des matériaux inflammables. Ce processus d'absorption de chaleur permet d'éteindre rapidement le feu sans endommager les équipements ou les matériaux environnants.

De plus, Novec 1230 agit également en interrompant la réaction en chaîne de l'incendie. En pénétrant dans la zone de combustion, il dilue la concentration d'oxygène, ce qui rend difficile la poursuite de la combustion. Cette action contribue à étouffer le feu et à prévenir sa propagation.

Un autre avantage majeur de Novec 1230 est sa faible toxicité et son impact environnemental minimal. Contrairement à certains agents extincteurs traditionnels, il ne laisse aucun résidu corrosif ni ne produit de gaz nocifs lors de son utilisation, ce qui le rend sûr pour les occupants de l'espace protégé ainsi que pour l'environnement.

La décharge de Novec 1230 peut réduire la visibilité pendant une période brève et provoquer un bruit important. Elle peut également provoquer des engelures.

Il faut manipuler les bouteilles de Novec 1230 avec précaution. Les dispositifs anti-retour doivent être en place lorsque les bouteilles ne sont pas fixées et raccordées au réseau.

II.4.4 Domaines d'application :

Novec 1230, un fluide extincteur avancé, présente une gamme étendue d'applications dans divers domaines.

A. Dans le domaine de la protection incendie, il est largement utilisé dans les installations sensibles telles que les centres de données, les laboratoires de recherche, les musées et les bibliothèques, où la préservation des équipements et des documents est cruciale. Sa capacité à éteindre efficacement les incendies tout en préservant les biens précieux en fait un choix privilégié.

B. Novec 1230 est également utilisé dans l'industrie électrique pour la protection des transformateurs, des tableaux électriques et des équipements électroniques sensibles, où l'utilisation d'eau ou d'autres agents extincteurs pourrait causer des dommages collatéraux. Dans le domaine maritime, il est utilisé pour la protection des navires et des installations offshores, offrant une solution sûre et efficace contre les incendies dans des environnements où l'accès rapide et la sécurité sont primordiaux.

Novec 1230 est également employé dans les applications industrielles telles que la protection des turbines à gaz, des salles de serveurs et des équipements de télécommunications, assurant une protection fiable et respectueuse de l'environnement contre les incendies.

II.4.5 Considérations de sécurité

Le Novec 1230 peut être utilisé en noyage total dans des espaces occupés avec des limitations spécifiques. En accord avec les standards NFPA v2001, les règles suivantes doivent être appliquées :

Éviter tout contact inutile avec le Novec 1230, même à des concentrations inferieure a la

NOAEL[1].

On suivra les principes suivants :

A. On peut utiliser du Novec 1230 dans des zones occupées normalement jusqu'à des concentrations égales à la NOAEL[1]

B. Lorsque l'évacuation prend plus de 30 secondes mais moins de 1 minute, l'agent Novec 1230 sera utilisé à des concentrations inférieures à la NOAEL [1]

C. Les concentrations dépassant le LOAEL[2] sont permises seulement dans les zones normalement non occupées.

II.4.6 Décomposition de l'agent extincteur

Lorsque le Novec est appliqué sur un feu ou sur des surfaces très chaudes, les produits de décomposition du gaz peuvent présenter un risque pour le personnel. Les effets du Novec 1230 sur les équipements doit être également pris en compte dans les zones à risque de température ambiante élevée (par exemple fours)

[1] No Observed Adverse Effect Level = Concentration la plus élevée à laquelle aucun effet toxicologique ou physiologique n'est observé chez l'homme

[2] Lowest Observed Adverse Effect Level = Concentration la plus faible à laquelle un effet toxicologique ou physiologique a été observé chez l'homme

CHAPITRE III
Norme A.P.S.A.D R13

III.1. Définition de l'APSAD

A.P.S.A.D est une abréviation de : Assemblée Plénière des Sociétés d'Assurance Dommage. C'est une marque de certification européenne, d'origine française, qui atteste de la qualité des installations de sécurité incendie. Elle englobe les systèmes de détections, extinctions, sprinklers, télésurveillance, désenfumages…etc. Bien qu'elle ne soit pas obligatoire, elle est tout de même souvent demandée dans les projets de construction.

De base, elle a été chargée d'établir des études sur les risques et d'élaborer des recommandations et des normes, mais désormais elle est devenue une marque collective. Cette certification inclue plusieurs règles.

III.1.1. Les règles APSAD relative à la sûreté

- **APSAD R31 - Télésurveillance**

- Ce référentiel fournit des lignes directrices pour les stations de télésurveillance, couvrant la réception et le traitement des informations de sécurité telles que les alarmes incendie, les intrusions et la vidéosurveillance.

- Il spécifie les exigences techniques et organisationnelles pour garantir la fiabilité et l'efficacité des opérations de télésurveillance.

- L'APSAD R31 propose également des critères pour choisir une solution de télésurveillance adaptée aux besoins spécifiques de chaque site et fournit des recommandations pour la contractualisation des services.

- **APSAD R81 - Détection d'intrusion**

- Ce référentiel guide à travers toutes les phases d'un projet de détection d'intrusion, de l'analyse des risques à la maintenance de l'installation.

- Il définit les exigences techniques minimales pour les systèmes de détection d'intrusion, y compris les capteurs, les alarmes et les procédures de gestion des incidents.

- L'APSAD R81 établit également des directives pour l'implémentation de mesures de sécurité supplémentaires, telles que la surveillance périphérique et la sécurisation des points d'accès.

- **APSAD R82 - Vidéosurveillance**

- Ce référentiel offre des directives détaillées pour la conception et l'installation de systèmes de vidéosurveillance, en tenant compte des objectifs spécifiques de sécurité de chaque établissement.

- Il spécifie les exigences techniques minimales pour les caméras, les enregistreurs et les systèmes de gestion vidéo, ainsi que les normes de stockage et de confidentialité des données.

- L'APSAD R82 propose une méthodologie en quatre phases pour la planification, la mise en œuvre, la maintenance et la vérification des systèmes de vidéosurveillance.

III.1.2. Les règles APSAD relative à la sécurité

- **APSAD R1 - Extinction automatique à eau de type Sprinkler**

- Ce référentiel fournit des directives pour la conception et l'installation de systèmes d'extinction automatique à eau de type sprinkler.

- Il spécifie les exigences relatives à la classification des risques, aux sources d'eau, aux pompes, au matériel nécessaire et aux tests du système.

- L'APSAD R1 inclut également des lignes directrices pour l'extension ou la révision des systèmes existants, assurant ainsi une protection efficace contre les incendies.

- **APSAD R4 - Extincteurs portatifs et mobiles**

- Ce référentiel détaille les exigences pour la conception et l'installation d'extincteurs portatifs et mobiles dans tous les types de sites ou de bâtiments.

- Il propose une méthodologie pour analyser les risques, déterminer le type et le nombre d'extincteurs nécessaires, ainsi que pour leur implantation et leur maintenance.

- L'APSAD R4 vise à assurer une couverture adéquate en extincteurs pour répondre aux risques d'incendie potentiels et à garantir une intervention rapide en cas d'urgence.

- **APSAD R5 - Robinets d'incendie armés et postes d'incendie additivés**

- Ce référentiel concerne la conception et l'installation de robinets d'incendie armés (RIA) dans tous types de bâtiments, ainsi que de postes d'incendie additivés (PIA) pour protéger contre des risques particuliers.

- Il spécifie les exigences techniques pour les composants, leur implantation, les sources d'eau, le réseau de canalisations et les opérations de surveillance et de vérification périodique.

- L'APSAD R5 vise à garantir que les RIA et les PIA sont installés et entretenus conformément aux normes pour assurer une protection efficace contre les incendies.

- **APSAD R7 - Détection automatique d'incendie**

- Ce référentiel guide la conception et l'installation de systèmes de détection automatique d'incendie dans tous types de sites ou de bâtiments.

- Il énonce les exigences techniques minimales pour l'analyse des risques, l'installation et la maintenance des systèmes de détection.

- L'APSAD R7 vise à détecter et à signaler rapidement la naissance d'un incendie pour permettre une intervention précoce et minimiser les dommages potentiels.

- **APSAD R11 - Analyse de risque et de vulnérabilité incendie**

- Ce référentiel aide à évaluer le risque d'incendie pour différents types d'établissements à travers une analyse de risque et de vulnérabilité.

- Il utilise une méthode définie pour attribuer un niveau global de maîtrise du risque incendie, en évaluant les aspects de prévention et de protection.

- L'APSAD R11 fournit des recommandations pour la mise en place de mesures de prévention et de maîtrise du risque incendie, ainsi que pour la vérification régulière de leur efficacité.

➢ APSAD R12 - Extinction automatique à mousse à haut foisonnement

- Ces systèmes sont conçus pour éteindre ou contenir les incendies dans des environnements confinés ou encombrés où l'utilisation d'eau seule peut être inefficace ou dangereuse.

- L'APSAD R12 spécifie les exigences pour la sélection et l'installation des équipements, y compris les dispositifs de distribution de mousse et les réservoirs de stockage.

- Il inclut des critères pour la conception des systèmes de détection et d'activation, ainsi que des directives pour la maintenance régulière et les tests de fonctionnement.

➢ APSAD R13 - Extinction automatique à gaz

- Les systèmes d'extinction automatique à gaz utilisent des agents spéciaux pour étouffer les incendies sans endommager les biens environnants.

- Cette règle détaille les exigences pour le dimensionnement des réservoirs de gaz, les méthodes d'activation et les systèmes de détection des incendies.

- Elle fournit également des directives pour l'installation sécurisée des équipements et la formation du personnel chargé de leur utilisation et de leur maintenance.

➢ APSAD R15 - Ouvrages séparatifs coupe-feu

- Les ouvrages séparatifs coupe-feu sont essentiels pour limiter la propagation du feu à travers les bâtiments et pour protéger les personnes et les biens contre les dommages.

- L'APSAD R15 spécifie les matériaux de construction appropriés, les méthodes d'installation et les exigences de résistance au feu pour chaque type d'ouvrage séparatif.

- Il offre également des recommandations pour la maintenance régulière et l'inspection des ouvrages afin de garantir leur efficacité continue.

➢ APSAD R16 - Fermetures coupe-feu

- Les fermetures coupe-feu, telles que les portes et les volets coupe-feu, jouent un rôle crucial dans la limitation de la propagation du feu à travers les ouvertures dans les murs et les planchers.

- Cette règle détaille les spécifications pour la conception et l'installation de ces fermetures, y compris les matériaux de construction, les systèmes de verrouillage et les exigences de résistance au feu.

- Elle inclut des recommandations pour les tests de performance et la maintenance régulière des fermetures pour assurer leur fonctionnement correct en cas d'incendie.

➢ APSAD R17 - Désenfumage naturel

- Les systèmes de désenfumage naturel sont conçus pour évacuer efficacement les fumées et la chaleur des bâtiments en cas d'incendie, améliorant ainsi les conditions de visibilité et permettant l'évacuation en toute sécurité.

- L'APSAD R17 spécifie les exigences pour la conception des exutoires de fumées, y compris leur emplacement, leur taille et leur mode d'ouverture.

- Il offre également des directives pour l'installation des systèmes de désenfumage, y compris les exigences de construction et de sécurité, ainsi que des recommandations pour la maintenance régulière et les tests de fonctionnement.

III.1.3. Une règle mixte : sûreté, sécurité, technique

➢ APSAD R8 - Surveillance des risques opérationnels

- Ce référentiel propose un modèle de surveillance des risques opérationnels pour garantir une prévention efficace et une intervention adéquate face à divers événements menaçant la sécurité des sites.

- Il couvre les aspects humains, organisationnels et techniques de la gestion des risques, en fournissant des directives pour la mise en place d'un service de surveillance, la gestion des flux et l'exploitation des alarmes.

	Titre	Date d'édition
Référentiel APSAD R1	Extinction automatique à eau, type sprinkleur – Règle d'installation	Mars 2015
Référentiel APSAD D2	Brouillard d'eau – Guide pour l'installation des systèmes de protection incendie par brouillard d'eau Existe en version anglaise	Novembre 2007
Référentiel APSAD R4	Extincteurs portatifs et mobiles – Règle d'installation	Novembre 2016
Référentiel APSAD R5	Robinets d'incendie armés et postes d'incendie additivés – Règle d'installation et de maintenance	Septembre 2018
Référentiel APSAD R6	Maîtrise du risque incendie – Règle d'organisation et système de management	Janvier 2013
Référentiel APSAD R7	Détection automatique d'incendie – Règle d'installation	Février 2014
Référentiel APSAD R8	Surveillance des risques opérationnels – Règle d'organisation pour les risques d'incendie, de malveillance et techniques	Novembre 2010
Référentiel D9	Défense extérieure contre l'incendie – Guide pratique pour le dimensionnement des besoins en eau	Septembre 2001
Référentiel D9A	Défense extérieure contre l'incendie – Guide pratique pour le dimensionnement des rétentions des eaux d'extinction	Août 2004
Référentiel APSAD R11	Analyse de risque et de vulnérabilité incendie – Règle pour la réalisation de missions d'audit prévention et de conseil incendie Existe en version anglaise	Novembre 2014
Référentiel APSAD R12	Extinction automatique à mousse haut foisonnement – Règle d'installation	Avril 2014
Référentiel APSAD R13	Extinction automatique à gaz – Règle d'installation	Janvier 2015
Référentiel APSAD D14-A	Panneaux sandwichs et comportement au feu – Document technique pour la mise en œuvre Existe en version anglaise	Juin 2009
Référentiel APSAD R15	Ouvrages séparatifs coupe-feu – Règle de construction	Février 2009
Référentiel APSAD R16	Fermetures coupe-feu – Règle d'installation	Août 2007
Référentiel APSAD R17	Désenfumage naturel – Règle d'installation	Mars 2010

Figure III.1 ***: Référentiels APSAD***

III.2. APSAD R13 :

Cette règle définit les exigences minimales de conception, d'installation et de maintenance des installations fixes d'extinction automatique à gaz par noyage total assurant la protection contre l'incendie de bâtiments et de volumes clos. Elle concerne les installations neuves et les modifications ou évolutions d'installations existantes.

Cette règle fixe également des spécifications relatives :

- Aux installations de protection ponctuelle (protection d'objet) utilisant le dioxyde de carbone comme agent extincteur ;
- Aux installations de protection d'armoires renfermant du matériel électrique ou informatique et, s'il existe, le faux plancher sur lequel elles sont posées.

Elle ne s'applique pas aux systèmes anti-explosion ou à l'inertage.

Au sein d'une même zone de noyage, la coexistence d'une installation d'extinction automatique à gaz et d'un autre système d'extinction est interdite. Toutefois, cette disposition ne s'applique pas aux systèmes sprinkleurs.

Une analyse préalable du risque incendie doit permettre de déterminer si l'extinction automatique par gaz est adaptée. De plus, le prescripteur doit être consulté sur les exigences particulières liées à la protection d'un risque.

Cette règle définit également les exigences spécifiques auxquelles doivent satisfaire les structures bâtimentaires accueillant les installations d'extinction automatique à gaz. L'installateur doit informer le maître d'ouvrage de ces contraintes lors de l'établissement du projet d'installation. Le maître d'ouvrage doit communiquer à l'installateur les éléments nécessaires au respect de ces exigences.

III.3. Agents extincteurs concernés

Les agents extincteurs gazeux retenus par la présente règle sont :

- Le dioxyde de carbone (CO_2£$-
-).
- Les gaz inertes.
- Les gaz inhibiteurs.

III.3.1. Les gaz inertes concernés par la règle APSAD R13

- IG 55 : L'agent extincteur **IG 55** est un gaz incolore, inodore, non électriquement conducteur, dont la masse volumique est approximativement la même que celle de l'air

  - Formule chimique : N_2 -Ar
  - Dénomination chimique : Azote (50%) – Argon (50%)

- IG 01 : L'agent extincteur **IG 01** est un gaz incolore, inodore, non électriquement conducteur, dont la masse volumique est approximativement 1.4 fois celle de l'air

  - Formule chimique : Ar
  - Dénomination chimique : Argon

- IG 541 : L'agent extincteur **IG 541** est un gaz incolore, inodore, non électriquement conducteur, dont la masse volumique est approximativement la même que celle de l'air

  - Formule chimique : N_2-Ar-CO_2
  - Dénomination chimique : Azote (52%) – Argon (40%) – Dioxyde de carbone (8%)

- IG 100 : L'agent extincteur **IG 100** est un gaz incolore, inodore, non électriquement conducteur, dont la masse volumique est approximativement la même que celle de l'air

  - Formule chimique : N_2
  - Dénomination chimique : Azote

III.3.2. Les gaz inhibiteurs concernés par la règle APSAD R13

- HFC 227ea : L'agent extincteur **HFC 227ea** est un gaz incolore, peu odorant, non électriquement conducteur, dont la masse volumique est approximativement six fois celle de l'air. Sa température d'utilisation doit être comprise entre -10 °C et +100 °C

  - Formule chimique : CF_3CHFCF_3
  - Dénomination chimique : heptafluoropropane

- HFC 23 : L'agent extincteur **HFC 23** est un gaz incolore, peu odorant, non électriquement conducteur, dont la masse volumique est approximativement 2,4 fois celle de l'air.
  Sa température d'utilisation doit être comprise entre -60 °C et +70 °C

  - Formule chimique : CF_3
  - Dénomination chimique : trifluoroéthane

- FK 5-1-12 : L'agent extincteur **FK 5-1-12** est un gaz incolore, peu odorant, non électriquement conducteur, dont la masse volumique est approximativement 2,4 fois celle de l'air.
  Sa température d'utilisation doit être comprise entre -20 °C et +100 °C

  - Formule chimique : $CF_3CF_2C(O)CF(CF_3)_2$
  - Dénomination chimique : dodecafluoro-2-methylpentane-3-cétone

III.3.3. Le Dioxyde de carbone CO_2

À l'état de gaz, le dioxyde de carbone est incolore, inodore et non électriquement conducteur. Sa température critique se situe à 31,06 °C. Sa masse volumique varie en fonction des températures et des pressions.

- A - 30 °C, sous pression de 1 bar (état gazeux), elle est de 2,20 $kg.m^3$ et sous pression de 60 bar (état liquide),elle est de 1100 $kg.m^3$
- A + 65 °C, sous les mêmes pressions (cette fois sous état gazeux uniquement) ces valeurs atteignent respectivement 1,58 et 121 $kg.m^3$.

III.4. Temps d'émission

Le délai maximal pour atteindre 95% de la concentration nominale d'extinction est de 10 secondes à 20 °C pour les gaz inhibiteurs, et de 60 secondes à 20 °C pour les gaz inertes.

III.5. Installation de systèmes d'extinction automatique à CO_2 selon le référentiel ASPAD R13

L'efficacité d'extinction du dioxyde de carbone (CO_2) est essentiellement due à la réduction de la teneur en oxygène de l'air à une valeur à laquelle le feu ne peut plus s'auto-alimenter. Ce mode d'action est évidemment préjudiciable à l'organisme humain alors menacé d'asphyxie et conditionne largement les règles d'installation des systèmes. L'effet de refroidissement créé par la détente du gaz n'a généralement pas d'effet trop gênant.

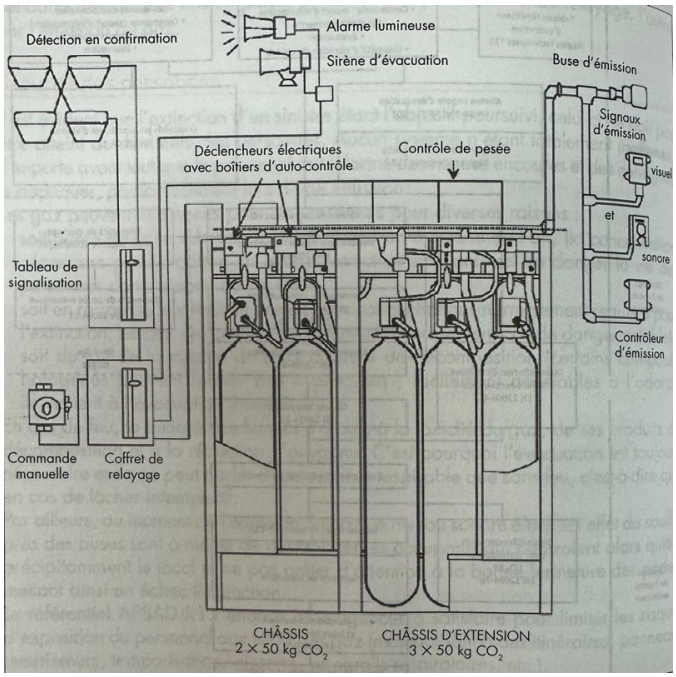


Figure III.2 : ***Installation d'extinction automatique à CO_2***

III.5.1. Le stockage du gaz

Il est différent suivant qu'il s'agit d'un système haute pression ou basse pression.

Dans le cas d'un système haute pression, le stockage est réalisé dans des réservoirs, à température ambiante. Le taux de remplissage doit être de 0,667 kg/l ou 0,750 kg/l de volume de réservoir.

Dans le cas d'un système basse pression, le gaz est stocké dans des conteneurs. calorifugés maintenus à une température, ce qui correspond à une presion de 19 à 21 bar. Les conteneurs ne doivent pas être stockés dans des ambiances dont la température peut être supérieure à 35 °C ou à la température ambiante maximale escomptée.

Dans les deux cas, des prescriptions très précises sont à respecter pour maintenir les conteneurs en bon état de fonctionnement et limiter les pertes.

des instructions d'exploitation doivent être afichées de manière permanente et bien visible dans le local de stockage du CO_2, ainsi que les cordonnées du fabricant et/ou de la société de maintenance, l'année de l'installation, les instructions d'emploi et de maintenance et les données techniques nécessaires à l'installation.

III.5.2. Le réseau de distribution

Il doit être conçu de manière à permettre l'émission de la quantité de base requise dans la zone de noyage dans le délai d'mission prévu en fonction du risque à protéger.

Hormis certaines exceptions (centre informatique, locaux, électriques, etc.), dans le cas des systèmes de protection d'ambiance, la durée normale maximale d'émission ne doit pas excéder 60 secondes ; elle peut être 120 secondes maximum dans le cas d'installations comportant plus de 3

tonnes de quantité de CO_2 stockée est protégeant des zones où des feux à développement lent sont prévisible.

III.5.3. Les canalisations

Elles seront d'un diamètre nominal supérieur à 10 mm (sauf exceptions où ce diamètre peut être réduit à 6 mm). La pression calculée dans toutes les tuyauteries ne doit pas être inférieure à :

- 14 bar pour les installations haute pression ;
- 10 bar pour les installations basse pression.

III.5.4. Les diffuseurs

Ils seront disposés de façon à éviter que les jets de CO_2 puissent faire tourbillonner les matières enflammées.

Plusieurs méthodes de calcul sont possibles pour le dimensionnement des diffuseurs et du réseau de tuyauteries ; la méthode et les moyens de calcul utilisés doivent être conformes au référentiel APSAD R13.

Le référentiel donne les spécifications techniques applicables à la réalisation : qualité des tuyauteries, conception des supports, positionnement des vannes, implantation des diffuseurs, etc.

Le réseau de tuyauterie de l'installation doit être relié à la terre.

III.5.5. Détermination de la quantité de gaz

La quantité de base de CO_2 requise doit être déterminée en appliquant la formule suivante. Cette formule s'applique autant aux installations de protection ponctuelle avec volume fictif qu'aux installations de protection d'ambiance par noyage total.

$$Q= K_B\ (0{,}2A + 0{,}75V)$$

Note : Av et non A doit être utilisé dans cette comparaison, (A = Av + 30 Ao)

Le coefficient 0,2 exprimé en kg/m^2 tient compte de la quantité de CO_2 susceptible de s'échapper.

Avec

Q : quantité de base de CO_2 en kg.

$$A = Av + 30A_0$$

Av : superficie totale des murs, plancher et plafond (y compris les ouvertures A_0) de l'enceinte (réelle ou fictive), en m^2.

Ao : superficie totale de toutes les ouvertures pouvant être supposées ouvertes dans le cas d'un incendie, en m^2.

$$V = V_V + 4\ V_Z - V_G$$

V_V : volume de l'enceinte ou le volume de l'objet (réel ou fictif), en m^3.

Vz : volume d'air en valeur absolue qui sera introduit dans l'enceinte ou évacué de l'enceinte au cours du temps d'émission et du temps d'imprégnation par des systèmes de ventilation qui ne peuvent être fermés, en m^3.

V_G : volume de la structure du bâtiment qui peut être déduit en m3 (éléments fixes incombustibles)

K_B : facteur imputé à la matière à protéger qui peut être égal ou supérieur à 1.

Matières	Facteur Kb	C concentration de CO2 à atteindre dans le risque (%)
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
Transformateurs à bain d'huile	2,00 (1)	58
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
Groupes électrogènes	1,50 (1)	47
(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.		

Table.1 : ***Facteurs K_B pour équipements spéciaux***

Chapitre IV
Étude de cas

IV.1. Définition de la salle de commutation

La salle d'appareillage de commutation est un espace centralisé où sont rassemblés divers éléments essentiels à la distribution électrique. Elle abrite une variété de dispositifs de protection tels que des disjoncteurs, des fusibles et des interrupteurs, conçus pour assurer la sécurité, le contrôle et l'isolement des équipements électriques. Ces dispositifs sont montés avec soin dans des structures métalliques robustes afin d'assurer leur stabilité et leur fiabilité. Chaque ensemble de ces structures constitue une rangée ou un ensemble d'appareillage de commutation, jouant un rôle crucial dans la gestion et la distribution efficaces de l'électricité au sein d'un système électrique.

Les dispositifs d'appareillage de commutation sont typiquement intégrés dans les réseaux de transmission et de distribution gérés par les services publics d'électricité. De plus, on les retrouve couramment dans les environnements commerciaux et industriels de taille substantielle. Ces installations sont essentielles pour garantir un approvisionnement électrique fiable et sécurisé, tant pour les besoins domestiques que pour les besoins industriels, assurant ainsi un fonctionnement efficace des équipements électriques.



Figure IV.1 : ***La salle de commutation du complexe GP1/Z***

IV.2. Le choix du CO_2 dans les salles de commutation électrique

Le choix du système d'extinction automatique au CO_2 dans une salle de commutation est motivé par plusieurs facteurs cruciaux pour la sécurité et la protection des équipements électriques sensibles :

- **Efficacité d'extinction** : Le dioxyde de carbone (CO_2) est un agent d'extinction très efficace. Lorsqu'il est libéré dans une salle de commutation, le CO_2 supprime rapidement le feu en privant le foyer d'oxygène, étouffant ainsi les flammes.

- **Non corrosif** : Contrairement à d'autres agents d'extinction, tels que l'eau ou la mousse, le CO_2 est non corrosif. Cela signifie qu'il n'endommage pas les équipements électriques sensibles présents dans la salle de commutation.

- **Rapide et sans résidu** : Le CO_2 agit rapidement pour éteindre les incendies sans laisser de résidus. Cette caractéristique est essentielle dans une salle de commutation où la propreté et la rapidité de rétablissement sont critiques pour minimiser les temps d'arrêt.

- **Sécurité pour les personnes** : Bien que le CO_2 soit efficace pour éteindre les incendies, il est important de noter qu'il peut être dangereux pour les personnes s'il est inhalé en quantités importantes. Par conséquent, les systèmes d'extinction automatique au CO_2 sont conçus pour libérer le gaz de manière contrôlée et à des concentrations sécuritaires une fois que la salle a été évacuée.

- **Adaptabilité aux environnements électriques** : Les systèmes d'extinction au CO_2 peuvent être configurés pour s'adapter aux besoins spécifiques des salles de commutation, en tenant compte des facteurs tels que la taille de la pièce, la disposition des équipements et les exigences de sécurité.

En résumé, le choix du système d'extinction automatique au CO_2 dans une salle de commutation est basé sur sa capacité à fournir une protection efficace contre les incendies tout en préservant l'intégrité des équipements électriques sensibles et en assurant la sécurité des personnes présentes dans l'environnement.

IV.3. Détermination de la quantité requise de CO_2 pour l'extinction automatique dans la salle de commutation du complexe GP1Z

Conformément à la norme APSAD R3, la quantité de CO_2 de base nécessaire doit être calculée en utilisant la formule suivante pour les systèmes de protection ponctuelle et de protection d'ambiance :

$$Q= K_B\ (0{,}2A + 0.75V)$$

⇒ Puisque la salle a une configuration en forme de L, le calcul de sa surface est divisé en deux sections distinctes.

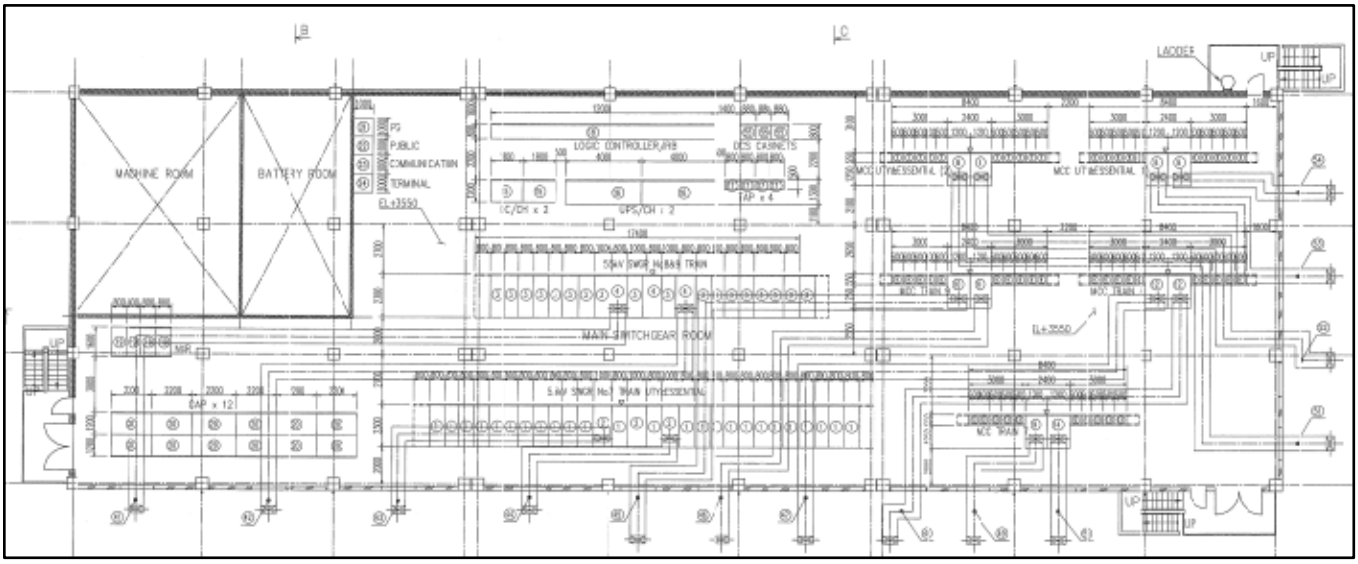


Figure IV.2 : ***Schéma de la salle de commutation de complexe GP1/Z***

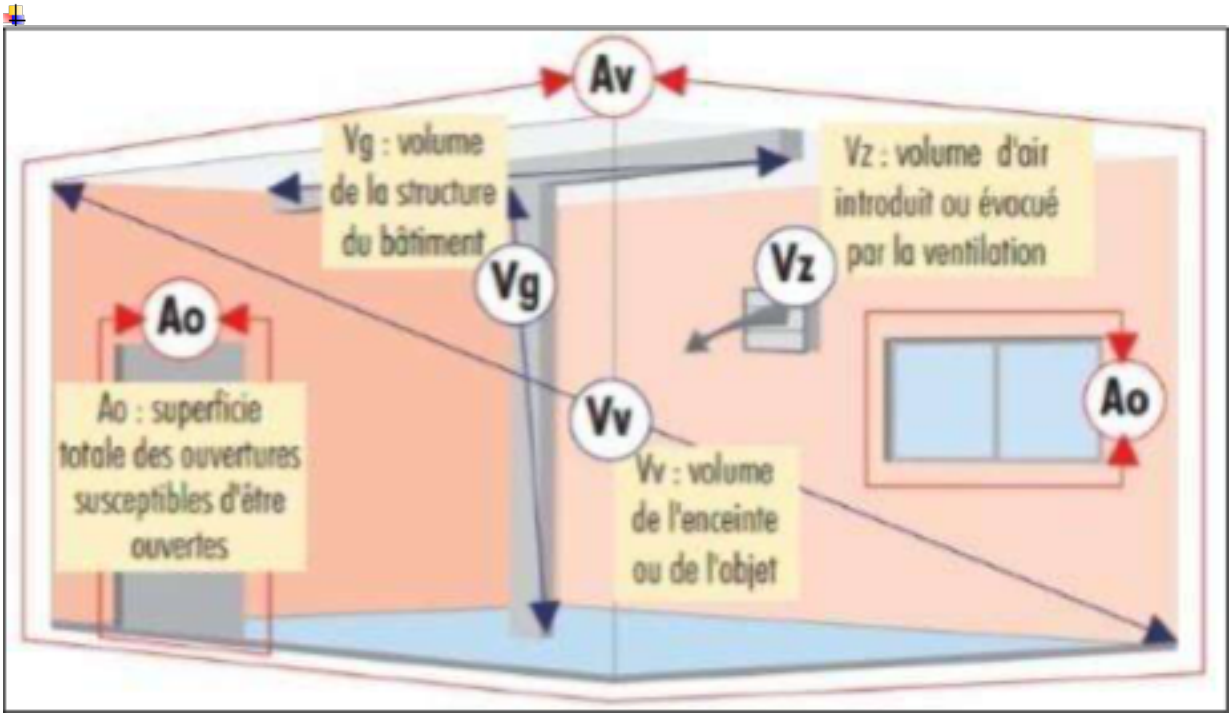


Figure IV.3 : ***Les paramètres de calcul de la quantité de CO_2***

IV.3.1. Calcul de superficie A

$$A = Av + 30A_0$$

- **Section 1 avec**

  Longueur L_o1 : 64.4 m

  Largeur. L_a 1 : 21m

$S1 = L_o1 * L_a1 = 64.4 * 21$

$S1 = 1352.4m^2$

- **Section 2 avec**

  Longueur L_o2 : 12.33m

  Largeur L_a 2 : 12m

$S2 = L_o2 * L_a2 = 12.33 * 12$

$S2 = 147.96m^2$

- **Superficie du local**

S= S1-S2 = 1352.4– 147.96

S= 1204.44 m²

- **Superficie totale**

Av : superficie totale des murs, plancher et plafond (y compris les ouvertures A_0) de l'enceinte (réelle ou fictive), en m^2.

A_v= 2 * (superficie mur longueur + superficie mur largeur +superficie plancher)

A_v= 2 * [(L_o * H) + (L_a * H) + S]

A_v= 2 * [(64.4 * 5.45) + (21 * 5.45) + 1204.44]

A_v= 2 * (350.98+114.45+1204.44)

A_v= 2 * (1669.87)

A_v= 3339.74 m³

- **Superficie des ouvertures**

Ao : superficie totale de toutes les ouvertures pouvant être supposées ouvertes dans le cas d'un incendie, en m^2.

La salle de commutation contient :

- 3 petites portes de 2.17m de hauteur et 1.03m de largeur
- 2 grandes portes de 2.17m de hauteur et de 2.63m de largeur

A_o= 3 * (2.17 * 1.03) + 2 * (2.17 * 2.63)

A_o=3 * (2.2351) + 2 * (5.7071)

A_o= 18.1195m²

Alors:

A= 3339.74 + 30 * (18.1195)

A= 3883.325 m²

IV.3.2. Calcul de volume V

$$V = V_V + 4\,V_Z - V_G$$

V_V : volume de l'enceinte en m^3.

- **Volume de local**

Hauteur de local H = 5.45m

$V_v = S*H$

$V_v = 1204.44 * 5.45$

$V_v = 6564.198 m^3$

- **Volume d'air**

Vz : volume d'air en valeur absolue qui sera introduit dans l'enceinte ou évacué de l'enceinte au cours du temps d'émission et du temps d'imprégnation par des systèmes de ventilation qui ne peuvent être fermés, en m^3.

Étant donné que lors de la détection de l'incendie, les ouvertures de ventilation se ferment automatiquement et qu'il n'y a aucune ouverture, telle qu'une fenêtre ou une porte, qui ne puisse être fermée, cela signifie que le volume d'air introduit ou évacué de la salle pendant la période d'émission est nul.

$V_z = 0\ m^3$

- **Volume de la structure de la salle de commutation**

V_G : volume de la structure du bâtiment qui peut être déduit en m3 (éléments fixes incombustibles)

- Le local contient 18 piliers de 0.4m de longueur, 0.4m de largeur

$Vp= 18* (L_op * L_ap * Hp)$

$Vp= 18* (0.4 * 0.4 * 5.45)$

$Vp= 18* (0.872)$

$Vp= 15.7\ m^3$

- Le local contient 25 types d'armoire de dimensions différentes.

✓ 43 armoires type 1 et 3 :
Longueur : 0.8m ; largeur : 2.3m ; hauteur : 2.35m
✓ 6 armoires type 2 et 4 :
Longueur : 1m ; largeur : 2.3m ; hauteur : 2.35m
✓ 50 armoires type 5, 7, 9,11 et 13 :
Longueur : 0.6m ; largeur : 0.55m ; hauteur : 2.35m
✓ 10 armoires type 6, 8, 10, 12 et 14 :
Longueur : 1.2m ; largeur : 1.8m ; hauteur : 2.35m
✓ 2 armoires type 15 :
Longueur : 1.8m ; largeur : 1.2m ; hauteur : 2.35m
✓ 2 armoires type 16 :
Longueur : 4m ; largeur : 1.3m ; hauteur : 2.35m
✓ 4 armoires type17 :
Longueur : 0.8m ; largeur : 0.5m ; hauteur : 1.5m
✓ 1 armoire type 18 :
Longueur : 12m ; largeur : 0.8m ; hauteur : 2.35m
✓ 4 armoires type 19 :
Longueur : 0.8m ; largeur : 1.6m ; hauteur : 2.35m
✓ 12 armoires type 20 :
Longueur : 2.2m ; largeur : 1.2m ; hauteur : 2.35m
✓ 4 armoires type 21, 22, 23 et 24 :
Longueur : 1m ; largeur : 1m ; hauteur : 2.35m
✓ 3 armoires type 55 :
Longueur : 0.88m ; largeur : 0.8m ; hauteur : 2.35m

$V_{1,3}$= 43 *(0.8* 2.3 *2.35) = 185.932 m^3

$V_{2,4}$= 6 *(1* 2.3 *2.35) = 32.43 m^3

$V_{5,7,9,11,13}$= 50*(0.6*0.55*2.35) = 38.775 m^3

$V_{6,8,10,12,14}$= 10*(1.2*1.8*2.35) = 50.76 m^3

V_{15}= 2*(1.8*1.2*2.35) = 10.152 m^3

V_{16}= 2*(4*1.3*2.35) = 24.44 m^3

V_{17}= 4*(0.8*0.5*1.5) = 2.4 m^3

V_{18}= 1*(12*0.8*2.35) = 22.56 m^3

V_{19}= 4*(0.8*1.6*2.35) =12.032 m^3

V_{20}= 12*(2.2*1.2*2.35) = 74.448 m^3

$V_{21,22,23,24}$= 4*(1*1*2.35) = 9.4 m^3

V_{55}= 3*(0.88*0.8*2.35) = 4.9632 m^3

Donc volume des armoires :

$V_{armoires}$: 185.932+ 32.43+ 38.775+ 50.76+ 10.152+ 24.44+ 2.4+ 22.56+ 12.032+ 74.448+ 9.4+ 4.9632

$V_{armoires}$: 468.2922 m^3

⇒ $V_G = Vp + V_{armoires}$
V_G= 15.7 + 468.2922
V_G= 483.99 m^3

Alors

V= 6564.198 + 4*0 – 483.99

V= 6080.208 m3

IV.3.3. Détermination de la quantité requise de CO_2

$Q_{CO2}= K_B\ (0,2A + 0.75V)$

On prend **K_B= 1.20** pour salles de commande et de distribution électrique (Table 0.1.)

Q_{CO2} = 1.20 *(0.2*3883.325 + 0.75*6080.208)

Q_{CO2} = 6404.1852 Kg

IV.3.4. Optimisation de la Quantité de Gaz Extincteur selon l'Altitude dans les Salles de Commutation

Pour ajuster la quantité de gaz extincteur en fonction de l'altitude, il est crucial de compenser les variations de pression ambiantes, qui peuvent dépasser 11 %. La quantité de CO_2 requise est obtenue en multipliant la quantité de base calculée par le rapport entre la pression ambiante moyenne de la salle et la pression nominale au niveau de la mer. À une altitude de 2 mètres par rapport au niveau de la mer, le facteur de correction est égal à 1, ce qui signifie que la quantité de base calculée est déjà suffisante pour protéger cette salle, car elle prend en compte les conditions de pression spécifiques à cette altitude.

IV.3.5. La quantité présente de CO_2 dans la salle de commutation

Quantité de CO_2 présente dans la salle est 6454 kg.

La quantité réelle de CO2 présente dans la salle dépasse presque de 50 kg celle calculée dans le cadre de mon étude. Cette constatation démontre que la quantité de CO_2 disponible est suffisante pour répondre aux exigences de sécurité et pour éteindre efficacement un incendie potentiel.

Une fois que cette quantité de CO_2 est utilisée pour éteindre un incendie, elle se renouvelle automatiquement.

Cette quantité doit être toujours disponible dans la salle.

Recommandations

Il est fortement recommandé d'opter pour l'utilisation de Novec 1230 comme agent d'extinction automatique des incendies dans la salle de commutation plutôt que le dioxyde de carbone (CO_2). Cette recommandation est basée sur plusieurs facteurs clés qui démontrent les avantages de Novec 1230 :

Efficacité d'extinction : Novec 1230 est hautement efficace pour éteindre les incendies électriques sans endommager les équipements sensibles. Sa capacité à éteindre rapidement les flammes tout en évitant les dommages collatéraux en fait un choix optimal pour les environnements électriques.

Compatibilité écologique : Contrairement au CO_2, Novec 1230 est un agent d'extinction respectueux de l'environnement. Il n'a aucun impact sur la couche d'ozone et possède un potentiel de réchauffement global très faible, ce qui en fait une solution plus durable et respectueuse de l'environnement.

Sécurité des occupants : Novec 1230 est non toxique et sûr pour une utilisation dans les espaces occupés. Contrairement au CO_2, qui peut présenter des risques pour la santé en cas d'exposition prolongée, Novec 1230 assure la sécurité des personnes présentes dans la salle de commutation en cas d'incendie.

Maintenance simplifiée : Les systèmes d'extinction utilisant Novec 1230 nécessitent généralement moins de maintenance que ceux utilisant du CO_2. Cela réduit les coûts opérationnels à long terme et garantit une protection continue contre les incendies.

L'utilisation de Novec 1230 comme agent d'extinction automatique des incendies dans la salle de commutation offre une combinaison unique d'efficacité, de respect de l'environnement, de sécurité des occupants et de facilité d'entretien. Il est donc recommandé d'adopter cette solution pour assurer une protection optimale contre les incendies électriques tout en minimisant les risques pour l'environnement et la sécurité des personnes.

Les systèmes d'extinction automatique au gaz Novec 1230 sont couramment utilisés pour protéger les espaces sensibles tels que les centres de données, les salles de serveurs, et autres installations critiques. Sigma et Gamma sont deux types d'installations de ces systèmes.

❖ **Système Sigma**

1. **Conception de base**

- Le système Sigma est conçu pour des installations où une seule zone doit être protégée.

- Il est généralement plus simple et plus direct en termes de conception et d'installation.

2. Utilisation

- Souvent utilisé pour des espaces plus petits ou pour des applications spécifiques où une protection unique est suffisante.

3. Coût

- Généralement moins coûteux à installer et à maintenir en raison de sa simplicité.

❖ **Système Gamma**

1. Conception de base

- Le système Gamma est conçu pour des installations multi-zones, où plusieurs zones doivent être protégées par le même système.

- Il est plus complexe et peut inclure des fonctions de redirection de gaz vers différentes zones en cas d'incendie.

2. Utilisation

- Idéal pour des environnements plus grands et complexes où plusieurs zones distinctes nécessitent une protection simultanée.

- Utilisé dans des installations où la flexibilité et la capacité de couvrir plusieurs zones sont nécessaires.

3. Coût

- Habituellement plus coûteux en raison de la complexité accrue et de la capacité à protéger plusieurs zones.

- Peut nécessiter plus de maintenance et de supervision en raison de ses fonctionnalités avancées.

Autres considérations

1. Déclenchement et détection

- Les deux systèmes utilisent des détecteurs d'incendie pour déclencher le déploiement du gaz Novec 1230, mais la configuration et le nombre de détecteurs peuvent varier en fonction du type d'installation.

2. Installation et configuration

- L'installation Sigma est plus facile et plus rapide à mettre en place en raison de sa simplicité.

- L'installation Gamma peut nécessiter une planification plus détaillée et une installation plus longue en raison de la complexité du système multi-zones.

Le choix entre un système Sigma et un système Gamma dépend principalement des besoins spécifiques de l'installation à protéger. Pour une seule zone ou une installation moins complexe, le système Sigma est souvent suffisant et plus économique. Pour des installations plus grandes et complexes nécessitant la protection de plusieurs zones, le système Gamma offre une flexibilité et une couverture supérieures, bien que cela soit associé à des coûts et à une complexité accrus.

Le système d'extinction automatique Sigma est idéal pour une salle de commutation électrique car il offre une protection incendie fiable et rapide grâce à sa capacité à déployer le gaz Novec 1230 de manière efficace. De plus, sa simplicité d'installation et de maintenance, ainsi que son coût réduit par rapport aux systèmes multi-zones, en font une solution parfaitement adaptée pour sécuriser une zone unique et critique telle qu'une salle de commutation.

1 Description du système Sigma

Le système Sigma permet un débit élevé de décharge et il est particulièrement adapté aux zones nécessitant de grandes quantités de Novec 1230 à décharger en peu de temps.

- **Assemblage de bouteilles**

L'agent Novec 1230 est stocké dans des bouteilles conçues spécialement pour cet usage. Les bouteilles Sigma existent en trois dimensions : 600, 750 et 1000 Ib. Toutes les bouteilles sont pressurisées avec de l'azote sec à une pression de 360 psig (2,482 MPa) à 21,1°C. Chaque bouteille est équipée d'une plaque d'identification indiquant la quantité d'agent Novec stockée.

L'assemblage standard des bouteilles, avec tube plongeur rigide, est conçu uniquement pour une installation verticale. Le réservoir est composé d'une bouteille, d'un disque de sécurité, d'un tube plongeur et d'une vanne de décharge.

A. **Bouteille** : les bouteilles en acier sont fabriquées suivant les règlements de DOT' sur les gaz sous pression. Elles ont des cols filetés à l'intérieur pour les connections des vannes de bouteille. Le col de la bouteille est fileté pour la fixation de la vanne de bouteille. Chaque bouteille SIGMA est fournie avec

un bossage qui permet la mise en place d'un indicateur de niveau. On se référera aux annexes pour des informations sur la procédure d'utilisation de l'indicateur de niveau.

B. **Disque de sécurité** : Un disque de rupture est placé sur le haut de la bouteille et sert à protéger la bouteille en cas de pression excessive. Le disque est conçu pour éclater à une pression compriseentre 5,86 et 6,895 MPa.

C. **Tube plongeur** : un tube fileté plongeur s'étend de la vanne de la bouteille jusqu'à environ 1 in (25 mm) du fond de la bouteille. Le diamètre du tube est 3-1/2 in (88.9 mm) et ses parois sont épaisses de 1/8 in (3.2 mm). Le filetage est 3-1/2 in (88.9 mm) 12UN-2A.

D. **Vanne de bouteille** : Une vanne de décharge à ouverture rapide avec corps en bronze foi gé est fixée au col de la bouteille et contrôle le débit du Novec 1230 depuis la bouteille. La vanne est fixée sur la bouteille par un filetage 4.5 in (114.3 mm) -12UN-2A avec étanchéité par joint torique. Une soupape en caoutchouc synthétique est attachée à un support de soupape métallique, qui est vissé au fond de la vanne. Le support de soupape soutient également le tube plongeur.

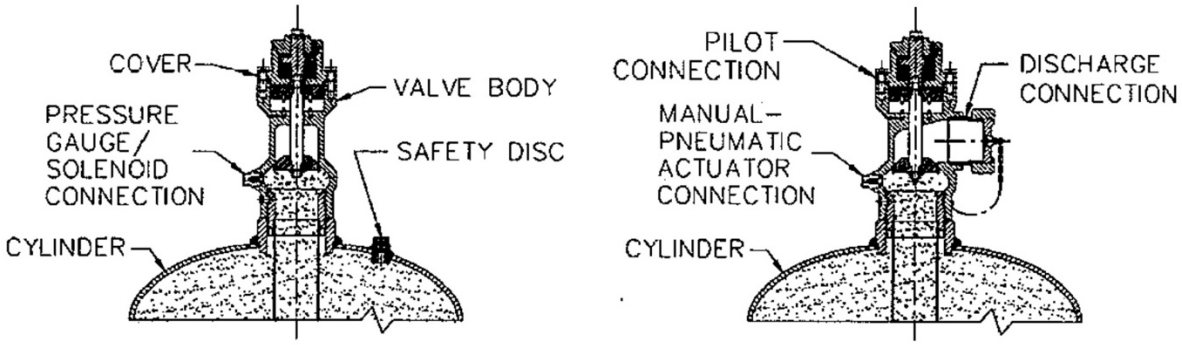


Figure 1 *: **Vanne de bouteille Sigma***

2 Utilisation de système

2.1. Utilisation des vannes de bouteilles de type Sigma

La vanne de bouteille Sigma est conçue pour maintenir la pression sous la soupape (C) (Cf. figure 5). La pression exercée par le ressort (B) et la pression forme un joint entrel'élastomère de la soupape (C) et l'anneau usiné dans la vanne de la bouteille. Un anneau en forme de O au fond de la vanne de bouteille assure un joint entre la vanne de bouteille et la sortie filetée de la bouteille.

La Figure 5 illustre deux positions de la vanne : d'une part le mode veille (standby), pendant lequel la vanne attend d'être déclenchée, et le mode déclenchement automatique (actuated), pendant lequel la vanne a été déclenchée électriquement.

A. Mode Veille

La pression pilote est appliquée de façon continue sur une soupape de la vanne solénoïde normalement fermée. La vanne solénoïde pilote est connectée à un clapet (G) via un raccord spécialement usiné. Une jauge de pression donne une indication de la pression dans la bouteille. En mode veille, la pression pilote est maintenue sous la soupape (C) et en amont de la soupape de la vanne solénoïde pilote (E).

B. Déclenchement automatique

La vanne solénoïde pilote reçoit un signal électrique de la centrale de détection incendie, ce qui provoque un écoulement du gaz de pression via un connecteur flexible 3/16 in (4.8 mm) vers le port B du déclencheur manuel-pneumatique (F). La pression pilote est appliquée au piston du déclencheur manuel-pneumatique (F), ce qui provoque l'ouverture d'un clapet anti-retour (G), et permettant un accroissement du débit du gaz pilote vers le haut de la tête de bouteille via un connecteur flexible 3/16 in (4.8 mm) (I). La pression pilote remplit alors la chambre, exerçant une pression sur le piston (A), et abaissant la soupape (C), permettant la circulation du fluide Novec 1230 autour de cette soupape et vers la sortie de la vanne de bouteille. Le déclencheur manuel-pneumatique (F) maintient la vanne de la bouteille ouverte jusqu'à l'épuisement du gaz.

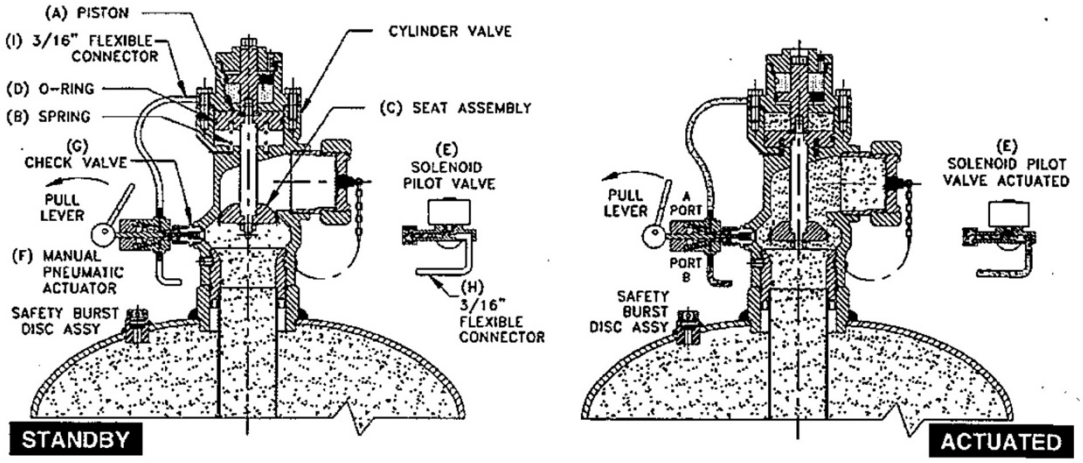


Figure 2 : ***Vanne Sigma***

2.2. Utilisation des buses

Des buses à 180ᵉ et 360º sont utilisées pour contrôler le débit de Novec et s'assurer de sa décharge en moins de dix secondes et de sa correcte diffusion dans la zone à protéger.

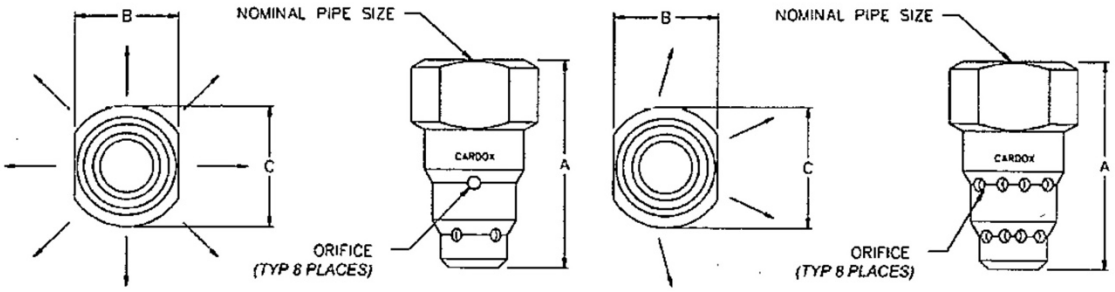


Figure 3 : ***Buses***

3 Instructions de test, d'inspection et de maintenance

3.1. Inspection périodique

Le système d'extinction doit être inspecté complètement chaque année — de préférence tous les six mois — par un personnel compétent et suivant un calendrier et une procédure approuvée. L'inspection visuelle de tous les composants du système et de la pression dans les bouteilles doit être réalisée tous les mois. La NFPA édition 2001 exige que les poids des bouteilles et leur pression soient vérifiés tous les six mois. Chaque tuyau pilote doit être inspecté chaque année pour identifier d'éventuels dommages. Tous les problèmes doivent être traités immédiatement par du personnel compétent.

L'objectif de ces inspections périodiques est de s'assurer que le système est opérationnelà tout moment ; et également d'identifier les problèmes d'usures, d'accident, de dommage environnemental, la malveillance, les manipulations inadéquates, les changements dans les contenus ou les utilisations des salles, ou tout changement pouvant affecter le fonctionnement de l'installation.

Pendant une inspection, les risques doivent être comparés à ceux de la conception initiale afin de s'assurer qu'il n'y a eu ni modification ni addition nécessitant une adaptation de l'installation.

Une bouteille en service continu sans avoir été déchargée doit être inspectée visuellement tous les cinq ans. Cette inspection doit être raite par un personnel habilité, et ne nécessite pas de vidage de la bouteille.

3.1.1 Système de détection et de déclenchement

Les détecteurs doivent être vérifiés (et nettoyés si nécessaire) pour s'assurer qu'ils sont libres de tout corps étranger.

Si le système de détection est supervisé, les fonctions de supervision doivent être vérifiées de façon à s'assurer que le système de détection est fonctionnel. Se rapporter au manuel du fabricant pour les procédures d'inspection.

3.1.2 Tuyaux et buses

Les tuyaux doivent être étudiés pour toute trace de corrosion. Les buses doivent être vérifiées pour s'assurer que les orifices sont libres de toute obstruction. Leur position et leur orientation doivent également être vérifiées.

3.1.3 Équipements auxiliaires

Tous les équipements auxiliaires tels que les contacts de pression doivent être inspectées pour s'assurer de leur bon état de fonctionnement. Vérifier que le système est bien capable de ventiler la zone suite à une décharge de gaz.



Tous les dispositifs de fermetures **doivent** fonctionner **quelque** soit le mode de déclenchement (détection automatique, manuel à distance, ou manuel direct)

3.1.4 Rack de stockage et bouteilles

Inspecter le rack de stockage et vérifier que les fixations sont serrées, y compris les écrous de fixation murale et les autres matériels, s'il y en a.

Les bouteilles doivent être examinées pour identifier d'éventuelles traces de corrosion, ainsi que de dommages sur les cannes. Les fixations des bouteilles et les raccords de sortie connectés aux tuyaux doivent être vérifiés.

3.1.5 Composants électriques

Un test opérationnel doit être réalisé chaque année sur tous les équipements électriques, conformément à la NFPA 72 (National Fire Alarm Code) et aux recommandations des fabricants.

3.2. Maintenance générale

Le système doit être maintenu opérationnel à tout moment. En particulier, la pression et le poids des bouteilles doivent être maintenus. Tous les tuyaux doivent être vérifiés annuellement pour identifiés d'éventuels dommages, et si une inspection visuelle montre le moindre défaut, les tuyaux doivent être remplacés ou testés suivant la NFPA 2001.

3.2.1. Pression des bouteilles de stockage

La pression des bouteilles de stockage doit être suivie de façon mensuelle. Si la température de la bouteille est de 21,1°C, la pression devrait être de 360 Psi (2,482 MPa).

Si la température est plus haute ou plus basse que 21,1°C, la pression devrait être plus importante ou plus faible, suivant la table fournie ci-dessous. Si la pression montre une chute d'un mois sur l'autre, le réservoir devrait être inspecté à la recherche d'éventuelle fuite en utilisant de la mousse à savon ou tout autre moyen de recherche de fuite. Si la perte de pression est supérieure ou égale à 10%, la bouteille doit être remplie ou remplacée.

Température		Gauge Pressure		Température		Gauge Pressure	
°F	°C	PSIG	Bar	°F	°C	PSIG	Bar
0	-17.8	310	21	*70	+21.1	360	25
+5	-15.0	314	22	+75	+23.9	364	25
+10	-12.2	317	22	+80	+26.7	367	25
+15	-9.4	321	22	*85	*29.4	371	26
+20	-6.7	324	22	+90	*32.2	374	26
+25	-3.9	328	23	+95	+35.0	378	26
+32	0	333	23	+100	+37.8	381	26
*35	+1.7	335	23	+105	+40.6	385	27
*40	+4.4	339	23	*110	+43.3	388	27
*45	7.2	342	24	+115	+46.1	392	27
+50	+10.0	346	24	+120	+48.9	396	27
*55	+12.8	349	24	+125	*51.7	399	28

+60	+15.6	353	24	+130	*54.4	403	28
+65	+18.3	356	25				

Tableau 1 : ***Table isométrique pour du fluide Novec 1230 rempli à 1121 kg/m³, pressurisé avec del'azote à 24,8 bar (360 PSI) à 21°C***

3.2.2. Vérification du contenu (poids) d'une bouteille

La quantité et la pression de l'agent dans les bouteilles doivent être vérifiés au moins tous les six mois. Une bouteille doit être remplacée lorsqu'on met en évidence une perte de plus de 5% d'agent ou une perte de pression (ajustée pour la température et la pression) de plus de 10%.

Le contenu de la bouteille peut être analysé par pesée.

Le poids peut être mesuré en utilisant une balance à plate-forme standard et de capacité suffisante. Lors d'une pesée, i1 faut retirer les sangles de fixation.



IMPORTANT : Préparation d'une bouteille pour une pesée.

Avant de desserrer les colliers de fixation des bouteilles et de les déconnecter du réseau de distribution, il faut réaliser les actions suivantes :

1. Déconnecter la vanne solénoïde pilote ou la jauge de pression et le déclencheur manuel-pneumatique de la bouteille.
2. Déconnecter le connecteur flexible de la partie supérieure de la bouteille.
3. Déconnecter le conduit de décharge sur la connexion de la vanne de bouteille
4. Le capuchon de la vanne anti-recul doit être attaché à la sortie de la vanne de bouteille.

IMPORTANT - Manipuler les bouteilles avec beaucoup de précaution ! Une bouteille ne doit jamais être manipulée sans son bouchon anti-recul en place.

3.2.3. Contrôle des bouteilles

Les bouteilles doivent être contrôlées au moins une fois tous les 5 ans. Ce contrôle doit inclure une inspection visuelle interne et externe, conformément au Code of Federal Regulation, Titre 49, Section 173.34(e)(10) et à la NFPA v2001.

3.2.4. Contrôle des tubes

Tous les tubes doivent être examinés chaque année. Si l'inspection visuelle révèle le moindre défaut ou le moindre dommage, le tube doit être immédiatement remplacé ouretesté.

L'ensemble des tubes doit être testé tous les cinq ans.

3.3. Récapitulatif des opérations de maintenance

Équipement	Description	Durée maximale entre 2 inspections		
		1 Mois	6 Mois	1 An
Tous	Inspection visuelle	X		
	Vérification de l'agencement des pièces pour vérifier que tous les risques sont couverts			X
Bouteille	Relever la pression	X		
	Noter la charge de NOVEC		X	
	Inspection visuelle par personne reconnue			X
Système de détection	Vérifier que les détecteurs ne soient pas cachés	X		
Buses et canalisations	Vérifier la corrosion des canalisations	X		
	Vérifier que les buses ne soient pas obstruées	X		
Équipement annexe	Vérifier le fonctionnement		X	
Racks de stockage des bouteilles	Vérifier le serrage des boulons	X		
	Vérifier la corrosion	X		
Équipement électrique	Faire un test fonctionnel complet			X

Tableau 2 : ***Récapitulatif des opérations de maintenance***

4. Contrôle de la quantité d'agent avec l'indicateur de niveau

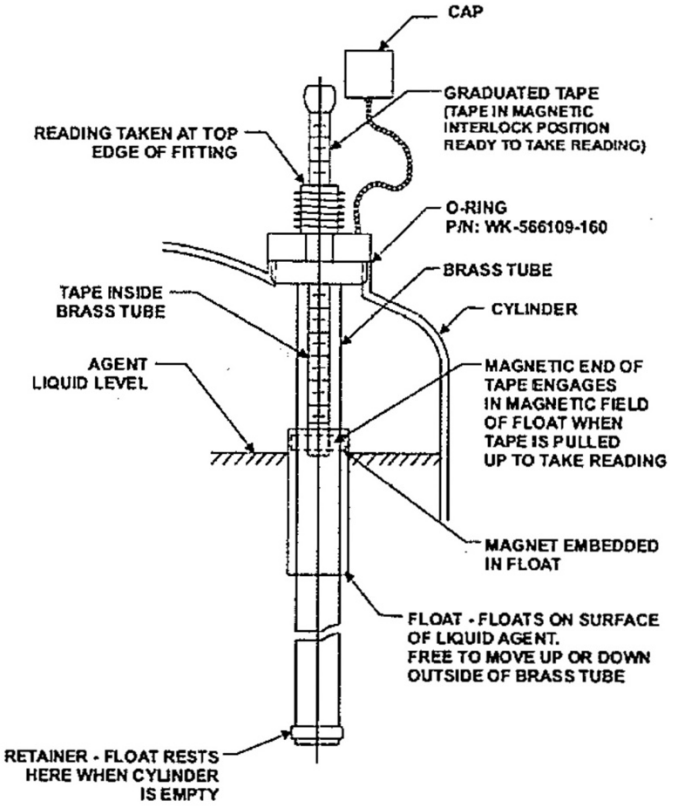


Figure 4 : ***Indicateur de niveau***



1. Mesurer la température ambiante en unité métrique (°C) et noter cette température.

Attention : Les bouteilles doivent être stockées à température ambiante pendant au moins 24 heures pour que la lecture deniveau **liquide soit précise.**

2. Retirer le capuchon protecteur de ruban.

3. Soulever doucement le ruban jusqu'à ce que l'aimant flottant soit actif.

4. Lire le niveau sur le ruban au niveau du 1/8 de pouce le plus proche et enregistrer cette lecture.

5. Remettre le ruban en le soulevant pour désengager l'aimant. Ensuite remettre le ruban et le capuchon protecteur.

6. En utilisant les abaques 7, 8, 9 et 10 pour respectivement les bouteilles GAMMA 400, GAMMA 550, SIGMA 600 et SIGMA 750, lire le poids de Novec 1230 en suivant la courbe de la température adéquate au niveau de la mesure faite.

7. Comparer le poids lu sur l'abaque au poids de Novec 1230 indiqué sur la plaque. Si la mesure montre une perte de plus de 5% de Novec, le cylindre doit être pesépour vérifier la mesure de niveau liquide. Si après pesée, la perte de poids est toujours supérieure à 5% la bouteille doit être rechargée.

Conclusion générale

Dans la recherche de solutions pour garantir la sécurité des salles de commutation du complexe GP1/Z, le CO_2 reste un agent d'extinction suffisamment efficace. Les analyses rigoureuses effectuées ont confirmé que, selon les normes et les critères établis, le CO_2 répond aux exigences d'extinction des incendies dans ces environnements sensibles. Cette constatation offre une assurance précieuse quant à la fiabilité des systèmes existants dans de nombreuses installations à travers le monde.

Cependant, au-delà de cette conclusion, il est impératif de reconnaître les opportunités d'amélioration. Bien que le CO_2 soit adéquat du point de vue de l'efficacité, il est essentiel d'explorer des alternatives qui non seulement maintiennent un niveau élevé de sécurité, mais également minimisent les impacts environnementaux et les risques pour la santé.

C'est dans cette optique que l'introduction du Novec 1230 se révèle être une évolution significative. En remplaçant le CO_2 par le Novec 1230, nous nous engageons dans une voie vers une gestion plus durable des risques d'incendie. Les caractéristiques environnementales du Novec 1230, telles que son faible potentiel de réchauffement global et sa faible toxicité, en font une alternative attrayante pour les environnements sensibles comme les salles de commutation électrique du complexe GP1/Z.

En conclusion, alors que le CO_2 demeure une solution viable et efficace pour l'extinction des incendies dans les salles de commutation électrique, l'introduction du Novec 1230 représente une opportunité de transition vers des pratiques plus respectueuses de l'environnement et de la santé humaine. Cette évolution témoigne de notre engagement à garantir la sécurité et la durabilité dans les environnements industriels critiques, tout en reconnaissant la nécessité d'innover et d'adapter nos approches aux défis du monde contemporain.

Référence bibliographique

Les livres :

1. Centre national de prévention et de protection. « Traité pratique de sécurité incendie », 2016 édition CNPP, France
2. Centre national de prévention et de protection « TOME 1 : TRAITE PRATIQUE DE SECURITE INCENDIE » 1987-1990 édition CNPP, France
3. J.C. Das. «Transients in Electrical Systems: Analysis, Recognition, and Mitigation » 2010 édition McGraw Hill, USA
4. Babu Baskaran. « Sécurité industrielle : Garantir la sécurité dans l'industrie » 2024 édition Notre Savoir, France

Normes étudiées :

Règle d'installation APSAD R13 : Extinction automatique à gaz

Règle d'installation APSAD R3 : Extinction automatique a CO_2

Norme NFPA 12 : Extinction automatique a Novec 2001

Les sites web :

https://france.securitas.fr/newsroom/referentiels-apsad-regles-prescription-installation

https://spiegato.com/fr/quest-ce-quun-systeme-halon

https://www.medisafe.fr/blog/comment-utiliser-un-extincteur/

https://spiegato.com/fr/quest-ce-quun-systeme-halon

http://french.fm200-system.com

Documents :

Documents interne de l'entreprise référence 9905-105-rev1

Résumé

Les incendies dans les installations électriques présentent des défis uniques en matière de lutte contre les incendies. Ce projet d'étude commence par une analyse approfondie sur les incendies afin de comprendre les bases de la prévention .

Une attention particulière est portée à l'utilisation de l'extinction automatique au CO_2, en accord avec la norme APSAD R13, qui définit les exigences pour la protection incendie des installations électriques. À travers une partie pratique, ce projet calcule précisément les besoins en quantité de CO_2 dans une salle de commutation électrique, assurant ainsi une protection optimale contre les incendies dans ces environnements critiques.

Cependant, en explorant des alternatives, ce projet recommande également l'utilisation du Novec 1230, un agent extincteur propre, efficace et respectueux de l'environnement. Cette recommandation s'appuie sur les avantages de ce produit en termes de sécurité, de performance et de durabilité, offrant ainsi une solution complémentaire pour la protection incendie dans les installations électriques.

En intégrant ces connaissances et recommandations, ce projet vise à améliorer la conception et la mise en œuvre des systèmes d'extinction automatique, garantissant ainsi une protection efficace contre les incendies dans les environnements électriques sensibles.

Abstract

Fires in electrical installations present unique challenges in fire fighting. This study begins with a thorough analysis of fires to understand the fundamentals of prevention.

Special attention is given to the use of automatic CO2 extinguishment, in accordance with APSAD R13 standards, which define requirements for fire protection in electrical installations. Through practical application, this project precisely calculates the CO2 quantity needed in an electrical switchgear room, ensuring optimal fire protection in these critical environments.

However, in exploring alternatives, this project also recommends the use of Novec 1230, a clean, effective, and environmentally friendly extinguishing agent. This recommendation is based on the safety, performance, and sustainability advantages of this product, providing a complementary solution for fire protection in electrical installations.

By integrating these insights and recommendations, this project aims to enhance the design and implementation of automatic extinguishing systems, thereby ensuring effective fire protection in sensitive electrical environments