



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique
جامعة وهران 2 محمد بن أحمد
Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed

معهد الصيانة والأمن الصناعي
Institut de Maintenance et de Sécurité Industrielle
Département de Maintenance en Instrumentation

MÉMOIRE
Pour l'obtention du diplôme de Master
Domaine : Sciences et Technologies
Filière : Génie Industriel
Spécialité : maintenance en instrumentation

Thème :

Etude du système de détection d'incendie dans une station de compression

Présenté et soutenu par :

Nom : BOUACHRIA

Prénom : Imane

Devant le jury composé de :

Nom et prénom	Grade	Etablissement	Qualité
Mr. ACHACHE Habib	MCA	IMSI-Univ D'Oran 2	Président
Mr. KACIMI Abderrahmane	MCB	IMSI-Univ D'Oran 2	Encadrant
Mr. TITAH Mawloud	MCB	IMSI-Univ D'Oran 2	Examinateur

Année 2021/2022

Remerciements

Au terme de la rédaction de ce mémoire, nous tenons à remercier Dieu qui nous a aidés à mener à terme cette recherche, on nous donnant la force de passer à travers toutes les épreuves et les découragements.

Nous tenons également à exprimer nos vifs remerciements à notre professeur encadrant de mémoire de fin d'études : Ms « Kacimi Abderrahmane » pour ces précieux conseils et ses aides durant les études et la réalisation de ce travail.

Nous tenons à remercier très chaleureusement et nos profondes gratitude, aux membres du jury qui feront l'honneur d'évaluer ce travail de fin d'études.

Nous exprimons aussi notre sincère reconnaissance aux ingénieurs pour l'aide, la disponibilité et les orientations tout au long de notre stage. A toute personne qui de près ou de loin a contribué à la réalisation de ce travail.

En fin Mes remerciements vont à ma famille pour son soutien morale et financière



Dédicaces

*Nous dédions cet humble travail,
A ceux qui ont nous aide à faire ce modeste travail par leurs conseils
et leurs encouragements*

Nos mères ;

Notre encadrant ;

Nos professeurs ;

Nos chers amis ;

A toute la promotion 2022 ;

Nous les remercions et les dédions ce travail.

Résumé

La maîtrise des incidents dus aux risques d'incendie est un défi pour les usines. Les incendies sur le lieu de travail sont un sujet très préoccupant et d'une actualité constante. Chaque année, les victimes des incendies des installations doivent pleurer. Surtout les incendies qui se produisent dans les stations de compression. Afin d'éviter cela, nous avons étudié différents systèmes de détection d'incendie et créé une simulation du système d'alarme et d'extinction d'incendie au niveau du compresseur à l'aide de l'automate programmable Somatic s7-1200 qui à l'aide du logiciel TIA PORTAL.

LES Mots Clé : sécurité incendie, système détection-incendie, système d'extinction incendie, SCADA, TIAPORTAL

ملخص:

يمثل التحكم في الحوادث الناتجة عن مخاطر نشوب حريق تحديًا للمصانع. فالحرائق في مكان العمل هي موضوع مقلق للغاية وموضوع الساعة باستمرار. كل عام، يجب أن يشعر الضحايا بالأسى أثناء حرائق المنشأة. ولا سيما الحرائق التي تحدث في محطات الضواغط. ومن أجل تفادي هذا قمنا بدراسة أنظمة الكشف المختلفة عن الحرائق وإنشاء محاكاة لنظام إنذار الحريق وإطفاءه على مستوى الضاغط باستخدام وحدة التحكم المنطقية Somatic s7 1200 القابلة للبرمجة باستخدام برنامج TIA PORTAL.

الكلمات الرئيسية: السلامة من الحرائق، نظام الكشف عن الحرائق، نظام إطفاء الحرائق.
SCADA, TIAPORTAL

Abstract:

Controlling incidents due to fire risks is a challenge for factories. Fires in the workplace are a very worrying and constantly topical subject. Every year, the victims of facility fires have to mourn. Especially fires that occur at compressor stations. In order to avoid this, we have studied different fire detection systems and created a simulation of the fire alarm and extinguishing system at the compressor level using the Somatic s7-1200 programmable logic controller which at using the TIA PORTAL software.

Keywords: fire safety, fire detection system, fire extinguishing system. SCADA, IAPORTAL

Liste des abréviations

PRF : progression rapide du feu

PVC : poly (vinylchloride)

NFPA : national fire protection association

UV : Ultra-Violet

IR : InfraRed

RIA : robinet incendie armé

FM: fire master

LED: light emitting diode

CEA : commissariat à l'énergie atomique

A3F : agent format film flottant

SIS : systèmes instrumentés de sécurité

EFB : ensemble fonctionnels de base

CRN : centre de répartition national

CSR : centre de surveillance régional

PSLS : poste satellite de liaison spécialisé

API : automate programmable industriel

PLC : programmable logic controller

TIA: totally integrated automation

CPU: central processing unit

ISO : international organisation for standardisation

SC : station de compression

F&G : fire and gaz

SDI : Système Détection d'Incendie

PLC: Programmable Logic Controller

HMI: human machine interface

SCADA: supervisory control and data acquisition

TOR ; tout ou rien

IL : instruction List

ST : structured text

LD : ladder diagram

FDB : function block diagram

SFC : sequential function chart

SIS : systèmes instrumentés de sécurité

SC : station de compression

Liste des Figures

Chapitre I :

Figure I.1 : triangle de feu	7
Figure I.2 : Feu de joie.....	7
Figure I.3 : Le brouillard d'eau.....	12
Figure I.4 : la mousse	13
Figure I.5 : installation électrique et électronique.....	13
Figure I.6 : capteur optique [7]	15
Figure I. 7 : Détecteur ionique [7].....	15
Figure I.8 : Exemple de détecteur thermostatique.....	16
Figure I.9 : Exemple de détecteur optique [12].....	18
Figure I.10 : détecteur de gaz.....	18

Chapitre II :

Figure II.1 : une pompe	23
Figure II.2 : Poteau d'incendie.....	25
Figure II. 3 : Dévidoir RIA	25
Figure II. 4 : Schéma simplifié d'un réseau incendie de la sation de compression HASSI R'MEL [20].....	26
Figure II. 5 : Système automatique de détection-extinction par FM200	28
Figure II. 6 : Système d'alarme incendie	30
Figure II. 7 : Exemple de Shéma d'alerte dans une station de compression.	31
Figure II. 8 : Schéma d'alerte [20].	32

Chapitre III :

Figure III.1 : les collecteurs principaux de station de compression	37
Figure III.2 : raccordement des turbo-compresseurs.....	38
Figure III. 3 : raccordement des Moto-compresseurs.....	39
Figure III. 4 : implantation générale de station équipé de turbo-compresseurs.....	42
Figure III. 5 : implantation générale de station équipé de Moto-compresseurs.....	43
Figure III. 6 : schéma fonctionnel d'automatisation de la station de ligne.....	44

Chapitre IV :

Figure IV. 1 : Vue d'ensemble le compresseur Arrow Engine VRC-2	48
Figure IV. 2 : Un automate programmable industriel (API).....	51
Figure IV. 3 : L'automate programmable S7-1200.....	54
Figure IV. 4 : L'automate programmable S7-1200 [36].....	54
Figure IV. 5 : Vanne pneumatique papillon simple ou double effet VPP – INOX.....	55
Figure IV. 6 : Débit / Angle d'ouverture.....	57
Figure IV. 7 : Pompe centrifuge à couplage long.	57
Figure IV. 8 : ÉCO SNT EN 733 NORME POMPES.	59

Figure IV. 9 : Transmetteur CO2.	60
Figure IV. 10 : Schéma général d'un système SCADA [42].	62
Figure IV. 11 : l'interface TIAPORTAL v16	63
Figure IV. 12 : bibliothèque de contrôleurs	65
Figure IV. 13 : vue de l'appareil	66
Figure IV. 14 : vue réseau et topologique sur TIAPORTAL.....	67
Figure IV. 15 : le programme du système incendie basé sur la langue programmation FBD	69
Figure IV. 16 : Configuration de l'écran système scada sur l'ordinateur	70
Figure IV. 17 : connectez l'ordinateur avec l'automate S7-1200	71
Figure IV. 18 : écran du système scada	71

Liste des tableaux

Chapitre IV :

Tableau IV.1 : VRC-2 Compressor Specifications	49
Tableau IV.2 : caractéristiques techniques de vanne pneumatique papillon	55
Tableau IV.3 : caractéristiques physiques de vanne pneumatique papillon	56
Tableau IV. 4 : gestion des mnémonique	68

Sommaire

Remerciements	
Dédicaces	
Résumé	
Liste des abréviations	
Liste des Figures	
Liste des tableaux	
Sommaire	
Introduction Générale	1

Chapitre I : sécurité et protection incendie

I.1 Introduction :	4
I.2 Historique :	4
I.3 Définition d'incendie :	4
I.4 Le triangle de feu :	5
I.4.1 L'intérêt du triangle du feu :	5
I.4.2 Combustible :	5
I.4.3 Comburant :	6
I.4.4 Energie :	6
I.5 Développement d'un incendie :	7
I.5.1 Écllosion :	7
I.5.2 Croissance :	8
I.5.3 Phénomènes thermiques et progressions rapides du feu :	8
I.5.4 Feu constitué :	9
I.5.5 Déclin :	9
I.6 Les classes de feu :	9
I.6.1 Les feux de classe A :	9
I.6.2 Les feux de classes B :	10
I.6.3 Les feux de classes C :	10
I.6.4 Les feux de classe D :	10
I.6.5 Les feux de classe F :	11
I.7 Les agents extincteurs :	11

I.7.1 Les principaux agents extincteurs :	11
I.7.1.1 L'EAU :	12
I.7.1.2 LA POUDRE :	12
I.7.1.3 LA MOUSSE :	13
I.7.1.4 Le CO2 :	13
I.8 Les différents types de détecteurs d'incendie :	15
I.8.1 Le détecteur de fumée optique (à cellule photo-électrique) :	15
I.8.2 Le détecteur ionique :	15
I.8.3 Le détecteur de chaleur :	16
I.8.4 Le détecteur thermo-vélocimétrique :	16
I.8.5 Le détecteur optique de flammes :	17
I.8.6 Détecteurs thermostatiques :	18
I.8.7 Détecteur de gaz :	18
I.9 Endroits où il ne faut pas installer des détecteurs :	19
I.10 Centrale d'alarme incendie :	19
I.11 Pourquoi un système de protection feu et gaz F&G :	19
I.12 Conclusion :	20

Chapitre II : Les systèmes de détection incendie

II.1 Introduction :	22
II.2 Le système de lutte contre l'incendie dans une station de compression :	22
II.2.1 Réseau d'eau incendie :	22
II.2.1.1. Système de pompage :	23
II.2.1.1.1 Généralités :	23
II.2.1.1.2 Unité de pompage :	23
II.2.1.1.3 Pomperie incendie :	24
II.2.1.1.4 Pompes principales :	24
II.2.1.1.5 Pompes auxiliaires :	24
II.2.1.2 Séquences démarrage des pompes :	24
II.2.1.3 Poteaux d'incendie :	25
II.2.1.4 Dévidoir à alimentation axiale:	25
II.2.2 Système automatique de détection-extinction par co2 :	26
II.2.2.1 Installation d'extinction automatique au CO2 :	26

II.2.2.1.1 Généralités :	26
II.2.2.1.2 Applications :	27
II.2.2.1.3 Après-vente	28
II.2.3 Système automatique de détection-extinction par FM200 :	28
II.2.3.1 Installation d’extinction automatique FM200 :	28
II.2.3.2 les caractéristiques principales du gaz FM200 :	29
II.2.3.3 Les zones utilisés ces systèmes d'extinction d'incendie FM200 :	30
II.3 Système d’alarme incendie :	30
II.3.1 Différents moyens de communication et d’alerte :	31
II.3.1.1 Moyens de communication :	31
II.3.1.2 Moyens d’alerte :	31
II.3.1.3 Code d’alerte par sirène :	31
II.4 Conclusion :	33

Chapitre III : station de compression

III.1 Introduction :	35
III.2 Définition :	35
III.3 Exploitation des réseaux de transport par canalisation :	35
III.4 Composition d’une station :	36
III.5 Dispositions générales des groupes turbocompresseurs :	36
III.6 Réseau de la station :	36
III.6.1 Réseau principal :	36
III.6.1.1 Poste de raccordement a la ligne :	36
III.6.1.2 Collecteurs principaux de la station :	36
III.6.1.3 Filtres entrée station :	37
III.6.1.4 Réseau de mise en sécurité ultime :	37
III.6.2 Raccordement des compresseurs :	38
III.6.2.1 Groupes turbo-compresseurs :	38
III.6.2.2 Groupes moto-compresseurs :	38
III.6.3 Choix des materiels et regles de construction du réseau gaz de la station :	39
III.6.3.1 Règles de construction :	40
III.6.3.2 Pertes de charge dans la station :	40
III.7 Systèmes auxiliaires :	40

III.8 La sécurité dans les stations :.....	41
III.8.1 Station équipée de turbocompresseur :	41
III.8.2 Station équipée de moto-compresseurs :.....	43
III.9 Architecture du système :	44
III.10 Régulation :	45
III.11 Conclusion :	45

Chapitre IV : Mise en place d'un système de détection et d'extinction d'incendie au niveau d'une station de compression

IV.1 Introduction :	47
IV.2 Informations générales et conception caractéristiques (VRC-2).....	47
IV.2.1 Vue d'ensemble du compresseur Arrow Engine VRC-2:	47
IV.2.2 Spécification du châssis du compresseur :.....	49
IV.2.3 le fonctionnement interne et le chemin d'écoulement d'un compresseur à piston à trois étages :	50
IV.3 Définition d'un API :	51
IV.4 Description du logiciel TIA (Totally Integrated Automation) portal :	52
IV.4.1 TIA Portal V16 :.....	52
IV.4.2 Les avantages du logiciel TIA portal :.....	53
IV.5 L'automate SIMATIC S7-1200 :	53
IV.6 Vanne pneumatique papillon simple ou double effet VPP – INOX :.....	55
IV.6.1 Définition :	55
IV.6.2 Les caractéristiques de vanne pneumatique papillon :	55
IV.6.2.1 Caractéristique techniques :	55
IV.6.2.2 Caractéristiques physiques :	56
IV.7 ÉCO SNT OH1 Pompe centrifuge à couplage long : [26].	57
IV.7.1 Définition :	58
IV.8 ÉCO SNT EN 733 NORME POMPES : [38]......	59
IV.8.1 Liquides manipulés :.....	59
IV.8.2 Caractéristiques de conception :.....	59
IV.9 Transmetteur CO2 : [38].	60
IV.9.1 Présentation du produit :	61
IV.9.2 Caractéristique de la fonction :.....	61

IV.9.3 Paramètre technologique principal:	61
IV.10 Système SCADA :	62
IV.10.1 Définition du système SCADA:	62
IV.10.2 Eléments du système SCADA.....	62
IV.11 Programmation et supervision du systeme SCADA:	63
IV.11.1 Creation du projet :	63
IV.11.2 Configuration de materiel :	64
IV.11.2.1 Configuration materiel API:	64
IV.11.2.2 Configurer la station d'ordinateur:.....	66
IV.11.3 Préparation de programme :	67
IV.11.3.1 Création le programme :	68
IV.12 Supervision sur TIAPORTAL :	70
IV.12.1 Configuration la partie visualisation SCADA :.....	70
IV.13 Conclusion :	72
Conclusion générale	73
Références bibliographiques	75

Introduction Générale

Chaque année, des dizaines des personnes sont directement ou indirectement victimes d'un incendie. Les brûlures peuvent être considérées comme étant le sésons les plus grave susceptibles de marquer un être humain. Un grand nombre des personnes sont également victimes d'intoxication par la fumée lors d'un incendie. De plus, du point de vue émotionnel, un incendie laisse aussi des séquelles chez les personnes concernées, lesquelles ont souvent besoin de beaucoup de temps pour les assimiler. Pour une entreprise, un feu et gaz peut avoir des conséquences catastrophiques. Parfois, un redémarrage des activités de l'entreprise n'est financièrement pas possible en raison de la perte de sa position sur le marché, provoquée par un arrêt forcé de ses activités. Un incendie porte également toujours préjudice à l'environnement. Chaque incendie a en effet une incidence sur l'environnement suite au dégagement de produits de combustion toxiques et à la propagation de résidus de l'incendie dans l'environnement. Les dommages matériels de l'ordre des plusieurs millions sont aussi une catastrophe pour beaucoup d'entreprises frappées d'un incendie. La sécurité des systèmes est devenue un point essentiel lors de leur conception et de leur exploitation tant pour des questions de sureté de fonctionnement, que de question de rentabilité. Un plan de sécurité mal adapté à un système peut également conduire à une situation critique, dangereuse aussi bien pour les personnes que pour les matériels et l'environnement. Les systèmes ne représentant pas de risques physiques en cas de dysfonctionnement entraînent un surcout d'exploitation non négligeable pour l'entreprise. C'est la raison pour laquelle notre travail proposé la réalisation d'une étude de gestion de système de protection feu et gaz de la station de compression pour gérer les défaillances du système existant. Et mettre en place des solutions pour minimiser l'apparition de tous les risques.

Afin d'atteindre nos objectifs, nous avons articulé notre rapport en quatre chapitres génériques :

- Dans le premier chapitre, on a exposé des généralités sur l'incendie et leurs détecteurs.
- Dans Le deuxième chapitre, on a exposé les systèmes de détection d'incendie.
- Dans le troisième chapitre, on parle sur la station de compression en général.
- Dans le quatrième chapitre, nous créerons une simulation du système d'alarme et d'extinction d'incendie du compresseur VRC-2 dans une station de compression de gaz naturel combustible, et pour obtenir une simulation idéale sur le terrain, nous avons utilisé l'automate programmable Somatic s7-1200 avec le logiciel TIA PORTAL.

Chapitre I : sécurité et protection incendie

I.1 Introduction :

L'incendie sur les lieux de travail est un sujet très préoccupant et d'actualité permanente. Chaque année, des victimes sont à déplorer lors d'incendies d'établissement industriels et commerciaux. Dramatiques sur le plan humain, ces sinistres le sont aussi sur le plan économique : dans près de 70% des sinistres, l'entreprise disparaît et le personnel se retrouve au chômage.

I.2 Historique :

On attribue traditionnellement au savant grec Ctésibios, au III^e siècle av. J.-C., l'invention de la pompe aspirante et foulante. Imaginée sur ce principe, apparaît vers le début de notre ère la seringue romaine montée sur roues, que *les siphonarii* actionnaient avec des manivelles. Il faudra attendre le XVII^e siècle pour que ces manivelles soient remplacées par des soupapes et des pistons. En 1657, Hautsch de Nuremberg met au point une machine à laquelle, en 1672, le hollandais Jan Van der Heinde apporte un complément important : une tuyauterie de cuir flexible permettant de fournir de l'eau à distance. En 1699, Dumouriez du Perrier rapporte cette invention en Hollande, et la ville de Paris est équipée de douze pompes. Beckmann mentionne dans son *Histoire des inventaires* qu'en 1518 on se servait déjà à Augsbourg de pompes contre l'incendie. En 1661, le prêtre Michel de Saint-Martin, visitant les cités flamandes, s'émerveille d'y trouver des corps de pompiers organisés, ou « maîtres du feu ». Au XVIII^e siècle, à Londres, les compagnies d'assurance contre l'incendie entretiennent chacune un corps de pompiers pour combattre le feu. Et un acte du Parlement de 1774 enjoint à chaque paroisse de la capitale d'avoir obligatoirement une voiture-pompe. Tout au long du XIX^e siècle, on s'efforcera de remplacer la force humaine par un moteur - à vapeur, à pétrole, à électricité. La première pompe à vapeur est mise au point par Braithwaite en 1829. Quand, en 1865, Londres crée une organisation de sapeurs-pompiers, le moteur à vapeur s'est généralisé. En France, c'est avec le siège de Paris, en 1870, qu'apparaît la première pompe à vapeur construite par Thirion. Et c'est peu avant le tournant du siècle qu'ont lieu les premiers essais de traction automobile pour les voitures-pompes. Les chevaux ne sont définitivement mis au rancart qu'en 1920.

I.3 Définition d'incendie :

Un incendie est un feu violent et destructeur pour les activités humaines et la nature. L'incendie est une réaction de combustion non maîtrisée dans le temps et l'espace. L'incendie base sur un principe qui s'appelle triangle du feu [1].

I.4 Le triangle de feu :

L'incendie est une combustion qui se développe d'une manière incontrôlée dans le temps et l'espace. Elle engendre de grandes quantités de chaleur, des fumées et des gaz polluants ou toxiques. L'énergie émise favorise le développement de l'incendie.

Le processus de combustion est une réaction chimique d'oxydation d'un combustible par un comburant en présence d'une source de chaleur [2].

I.4.1 L'intérêt du triangle du feu :

Le triangle du feu est une figure géométrique simple qui aide à comprendre le mécanisme de la combustion, supprimer ou agir sur l'un des éléments du triangle du feu, favorise l'extinction de l'incendie ou tout du moins en atténue les effets.

- Oter le combustible facilite l'extinction par manque de matières à brûler.
- Agir sur le comburant (l'oxygène de l'air) facilite l'extinction par étouffement.
- Retirer l'énergie d'activation, stoppe le développement du feu par refroidissement.

I.4.2 Combustible :

Presque tous les matériaux, à quelques rares exceptions sont combustibles en fonction de la température à laquelle ils sont soumis. Détailler tous les éléments combustibles dépasserait le cadre de ce contexte, toutefois il est possible de les regrouper dans les grandes catégories suivantes :

- Solide : Bois, papier, chiffons...
- Liquide : Essence gazole...
- Gaz : Butane, propane, gaz naturel...
- Métal : Sodium, magnésium, aluminium...

Le combustible solide a une forme propre (exemple du bois), il peut difficilement se déformer. Soumis à la chaleur, il émet des gaz de distillation qui en principe brûlent. Le combustible liquide n'a pas de forme propre à l'exception de sa surface qui est horizontale, il n'est pas compressible.

En fonction de sa température, il émet des vapeurs pouvant s'enflammer. Le combustible gazeux n'a pas de surface libre ; il est compressible et extensible, en mélange adapté avec l'air, il peut s'enflammer.

I.4.3 Comburant :

Le comburant est constitué par l'oxygène de l'air dans une proportion de 16 à 21 %. Du point de vue du chimiste, le comburant est une substance oxydante qui libère de l'oxygène au cours d'une combustion. La composition moyenne de l'air comprend 78 % d'azote, 21 % d'oxygène et 1 % de gaz rares (argon, krypton, néon). L'oxygène de l'air n'est pas le seul comburant existant ; bien d'autres éléments chimiques sont également comburants.

I.4.4 Energie :

A l'instar des combustibles et des comburants, les sources d'énergies sont également innombrables, toutefois, de la même manière, on peut les classer dans les grandes catégories suivantes :

- Naturelle : Le soleil ;
- Electrique : Statique ou dynamique (court-circuit par exemple)
- Mécanique : Le frottement de l'allumette.
- Biologique : La fermentation des végétaux.
- Chimique : L'oxydation et les réactions diverses.
- Thermique : Les flammèches du bois, les brûlots ...

L'énergie d'activation est la flamme que l'on approche des deux autres éléments ; c'est une énergie calorifique. Un feu est la résultante de la combinaison de ces trois éléments mais si l'on en supprime un seul, le feu s'arrête [3].

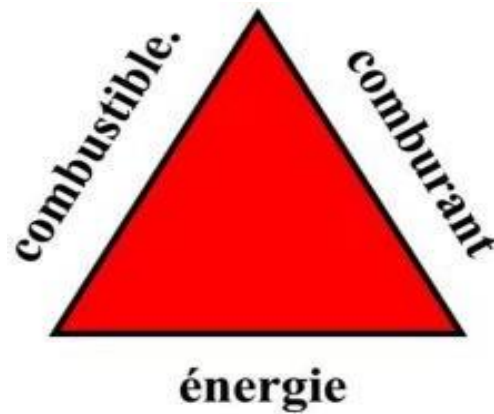


Figure I.1 : triangle de feu

I.5 Développement d'un incendie :

Un incendie se développe en plusieurs phases au cours desquelles sa température va s'élever. Cependant en fonction de son environnement, il peut aussi s'étendre et décliner s'il manque de combustible, de comburant ou de chaleur.

I.5.1 Écllosion :

La rencontre des éléments du triangle du feu, c'est-à-dire un combustible, un comburant (en général le dioxygène de l'air) et une énergie d'activation (chaleur, flamme nue, étincelle) suffisante vont permettre à la combustion de s'amorcer. À ce stade, le dégagement de chaleur est modéré, les fumées peu abondantes (appelée parfois à tort aérosol, ce terme désignant en fait un mélange liquide/gaz alors que la fumée est un mélange solide/gaz



Figure I.2 : Feu de joie

I.5.2 Croissance :

La combustion produit de la chaleur (réaction exothermique), le feu entretient et accroît l'énergie d'activation. Si le combustible et le comburant sont disponibles en quantités suffisantes, l'incendie s'étend de manière exponentielle. On est La combustion produit de la chaleur (réaction exothermique), le feu entretient et accroît l'énergie d'activation. Si le combustible et le comburant sont disponibles en quantités suffisantes, l'incendie s'étend de manière exponentielle. On estime que pour éteindre un feu sec naissant, il faut :

- Un verre d'eau durant la première minute,
- Un seau d'eau au cours de la deuxième minute,
- Une citerne d'eau au bout de la troisième minute

Dans le cas d'un feu dans un volume clos (par exemple un feu d'habitation), on estime que la température de l'air atteint 600 °C au bout de cinq minutes ; dans une cage d'escalier, elle peut atteindre 1 200 °C dans le même temps.

I.5.3 Phénomènes thermiques et progressions rapides du feu :

Dans certaines conditions, il peut se produire une progression rapide du feu (PRF) par des accidents thermiques. Le principal facteur favorisant l'apparition de ces phénomènes est le flux d'air alimentant le feu :

- Feu alimenté en air (exemple : dans local semi ouvert) : Embrassement généralisé éclair.
- Feu carencé en air (exemple : dans un local clos) puis apport d'air en ouvrant.

Subitement par exemple une porte : Explosion de fumées. Cependant, les phénomènes sont plus complexes. Les Anglo-saxons distinguent deux types d'explosion de fumées, le backdraft et le smocké explosion, et envisagent la possibilité d'une explosion avec un feu alimenté (high pressure back raft). Ces phénomènes peuvent se produire pour des volumes très réduits, comme un conteneur de poubelles métallique.

I.5.4 Feu constitué :

C'est le moment où le feu est au plus fort de lui-même. À ce moment-là, il ne peut plus croître et va suivre ensuite sa phase de déclin.

I.5.5 Déclin :

Le déclin se fait lorsque le feu cesse de croître. Le feu va progressivement baisser en intensité, puis entrer en combustion lente jusqu'à ce qu'il manque de combustible et s'éteigne [4].

I.6 Les classes de feu :

Dans le cas d'un incendie, on catégorise les feux suivant la nature de ce qui brûle en classes de feux : les classes A, B, C, D et F. Les classes les plus communes sont les trois premières A, B, C et les plus faciles à éteindre. La classe D caractérise généralement un risque industriel et est la moins connue, plus dangereuse et difficile à éteindre : c'est pourquoi le particulier laissera son extinction aux seuls spécialistes.

Il existe 5 classes de feux désignées par une lettre alphabétique de A à F :

I.6.1 Les feux de classe A :

Feux « secs » ou « braisant » Feux de matériaux solides formant des braises.

Combustibles : Bois, papier, tissu, plastiques (PVC, nappes de câbles électriques non-alimentées), déchets ...



Ces feux sont produits par les matériaux solides ou secs et brisants c'est à dire d'origine organique tels que le bois, le papier, les tissus, les cartons, les plastiques (PVC), les nappes de câbles électriques.

Ils produisent souvent une combustion vive avec flammes ou une combustion lente sans flammes mais avec des braises incandescentes.

I.6.2 Les feux de classes B :

Feux « gras » Feux de liquides ou de solides liquéfiables

Combustibles : Hydrocarbures (essence, fioul, pétrole), alcool, solvants, acétone, paraffine, plastiques (polyéthylène, polystyrène), graisses, goudrons, vernis, huiles, peintures, ...



Ces feux sont produits par les liquides ou solides liquéfiables inflammables appelés aussi feux gras, tels que l'essence, les hydrocarbures, les solvants, la paraffine, l'acétone, les alcools, les plastiques (polyéthylène, polystyrène), les graisses, les huiles, les peintures etc. Ils brûlent sans faire de braises.

La classe B regroupe l'ensemble des feux de produits pétroliers ; ces feux flambent ou s'éteignent mais ne couvent pas à l'instar des feux de classe A.

I.6.3 Les feux de classes C :

Feux « gazeux » Feux de gaz

Combustibles : propane, butane, acétylène, gaz naturel ou méthane, gaz manufacturé



Ce sont les feux de gaz tels que le butane, le propane, l'acétylène, le gaz naturel, les gaz manufacturés. A température ambiante, ils sont généralement en phase gazeuse.

I.6.4 Les feux de classe D :

Feux de métaux

Combustibles : limaille de fer, phosphore, poudre d'aluminium, poudre de magnésium, sodium, titane, ...



Ce sont les feux de métaux appelés aussi feux spéciaux tels que le magnésium, le sodium, la limaille de fer, la poudre d'aluminium ou de magnésium, le titane. Ce sont aussi les feux provoqués par

L'embrassement de copeaux ou de poussières métalliques. Ces feux nécessitent des moyens d'extinction particuliers.

I.6.5 Les feux de classe F :

Feux d'huiles et graisses végétales ou animales (Auxiliaires de cuisson)

Combustibles : En lien avec l'utilisation d'un auxiliaire de cuisson (cocotte-minute, friteuse,)



Cette classe regroupe les feux d'huile ou de graisses utilisées dans la restauration au niveau de la cuisson des aliments, qu'on désigne par le terme « auxiliaires de cuisson ».

La classe F a été introduite en 2006 par une norme européenne.

I.7 Les agents extincteurs :

A chaque classe de feu, correspond un agent extincteur bien déterminé.

I.7.1 Les principaux agents extincteurs :

Il existe un étroit rapport entre les classes de feux et leurs agents extincteurs. Beaucoup d'agents extincteurs permettent d'éteindre des feux en fonction de leur classe, mais les agents les plus communément rencontrés sont :

- L'eau avec ou sans additif,
- La poudre (produit pulvérulent à base de sels d'ammonium),
- La mousse (mélange d'eau, de liquide émulseur et d'eau)
- Le dioxyde de carbone (CO₂)

I.7.1.1 L'EAU :



Figure I.3 : Le brouillard d'eau

Agit essentiellement par refroidissement, dispersion et étouffement. L'eau pulvérisée peut aussi être utilisée sur les feux d'hydrocarbures, mais ce procédé est surtout utilisé par des personnes très averties et entraînées comme les sapeurs-pompier. Elle peut être utilisée sur un foyer d'origine électrique d'une tension inférieure à 1 000 volts (mais attention au ruissellement en contact avec le corps humain) ; elle est inefficace sans additif sur un feu de classe B. Les additifs permettent d'éteindre les feux de classe B par la production de bulles en surface formant mousse (nappe flottante). Les additifs du type A3F (Agent Formant Film Flottant) augmentent la surface en contact entre l'eau et les braises (c'est l'état mouillant) [5].

I.7.1.2 LA POUDRE :

Pour la petite histoire, la qualité de certaines poudres a été mise en évidence pour la première fois à la fin du 18^e siècle dans les mines : sous l'effet de l'onde de choc consécutive à un « coup de grisou », des poussières schisteuses se répandaient dans la galerie, provoquant ainsi l'extinction des gaz enflammés. Aujourd'hui, les poudres utilisées en protection incendie sont principalement constituées de bicarbonate de sodium. Sur le même principe que la mousse, la poudre vient étouffer le feu à la base. Cette technique peut être utilisée sur un local entier, mais peut aussi être localisée, par exemple sur une machine en particulier [6].

I.7.1.3 LA MOUSSE :



Figure I.4 : la mousse

C'est particulièrement efficace mais son usage très technique est plutôt réservé aux sapeurs-pompiers ; elle est essentiellement utilisée sur les feux de classe B.

Le mousse bas foisonnement est principalement utilisé en cas de feu de nappe de liquides inflammables (hydrocarbures, alcool...). La mousse, par sa composition eau + air + émulseur, est plus légère que ces liquides et vient donc stopper le feu en le recouvrant et en l'isolant ainsi de l'air. Les moyens ou hauts foisonnements sont quant à eux préconisés dans le cas de protection de locaux de stockage. La performance à atteindre pour nos installations est alors de remplir le local sur toute la hauteur du stockage + 10 %, et cela en moins de 3 minutes.

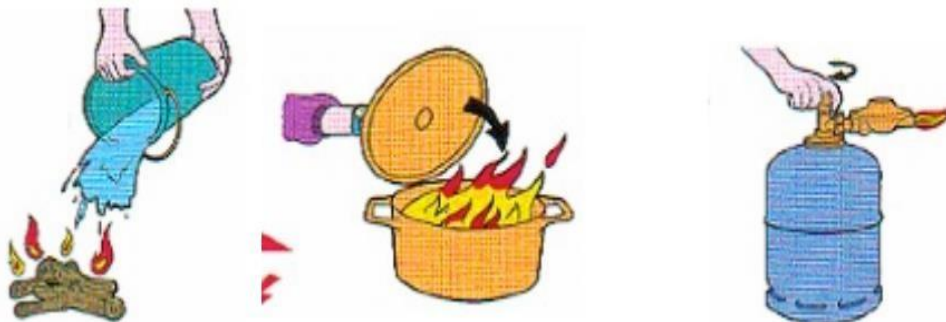
I.7.1.4 Le CO2 :



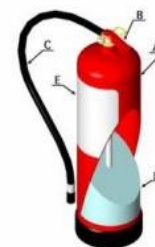
Figure I.5 : installation électrique et électronique

C'est un agent extincteur "propre" très utilisé en présence d'appareils électriques technologiquement sensibles (milieu hospitalier et informatique par exemple) mais également dans les machineries d'ascenseurs ou dans les appareillages électriques plus lourds (transformateurs etc.). Il a la particularité de ne laisser aucune trace d'extinction au contraire de la poudre. Etant un gaz, il n'y a aucune trace de résidus d'agent extincteur.

Il éteint instantanément les feux d'origine électrique. Le CO₂ agit par étouffement en se substituant à l'oxygène de l'air, mais aussi par étouffement et refroidissement ; il est également appelé anhydride carbonique, neige carbonique ou gaz carbonique. Il peut être utilisé sans difficulté particulière sur les produits alimentaires ou sur les personnes [5].



Les extincteurs



Les extincteurs: utilisation: mode opératoire

- L'utilisateur doit vérifier que la classe de l'extincteur est adaptée au feu ; mais aussi le rating (A/B)
- Sortez l'extincteur de son support;
- Enlevez la goupille de sécurité (elle est généralement plombée pour signaler que l'appareil n'a pas été utilisé.);

I.8 Les différents types de détecteurs d'incendie :

Un détecteur d'incendie est un appareil électronique qui analyse l'air au niveau du plafond. Dès qu'il perçoit un incendie, il émet une alarme sonore ou un signal vers l'automate programmable.

I.8.1 Le détecteur de fumée optique (à cellule photo-électrique) :

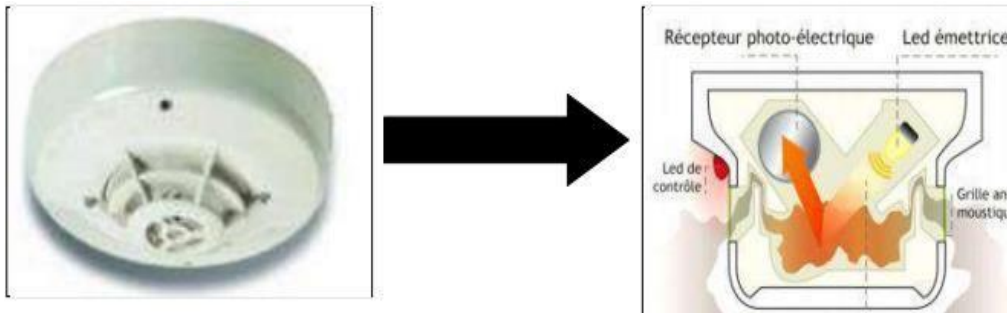


Figure I.6 : capteur optique [7]

Une source lumineuse éclaire une chambre de détection obscure. Cette chambre contient aussi une cellule photoélectrique qui transforme la lumière en un faible courant électrique. Lorsque les particules de fumée pénètrent dans la chambre de détection, la lumière est réfléchiée sur la surface des particules de fumée et entre en contact avec la cellule, ce qui déclenche l'alarme [8].

Les détecteurs de fumée doivent être installés selon la norme NFPA Standard 74. Pour la protection complète d'une habitation, installer un détecteur dans chaque pièce, dans les couloirs, la cave et les vérandas. L'équipement minimum est d'un détecteur par étage, plus un par chambre à coucher [9].

I.8.2 Le détecteur ionique :



Figure I.7 : Détecteur ionique [7].

Ce détecteur contient un élément radioactif (toutefois de très faible valeur unitaire) qui charge l'air comprise entre 2 électrodes. Cela crée un courant détectable. Quand la fumée pénètre dans le détecteur, elle perturbe le courant et fait sonner l'alarme [7].

I.8.3 Le détecteur de chaleur :

Dans certaines pièces humides ou poussiéreuses, un détecteur de fumée peut ne pas fonctionner correctement.

Le détecteur de chaleur déclenche son alarme dès que la température de la pièce atteint entre 54° et 62 °C [10].

I.8.4 Le détecteur thermo-vélocimétrique :

Il détecte la vitesse d'élévation de la température.

Le détecteur de chaleur thermo vélocimétrique est conçu pour être installé dans des locaux où la température est stable. Il est insensible à la présence de fumées mais est parfaitement adapté pour détecter une élévation rapide de la température.

- Particulièrement adapté pour les débuts d'incendie occasionnant un développement anormalement rapide de la température ou un dépassement de seuil (60°C).
- Détection par mesure de la température ambiante (thermistance associée à un microcontrôleur).
- Surface maximale de détection d'environ 30 m².

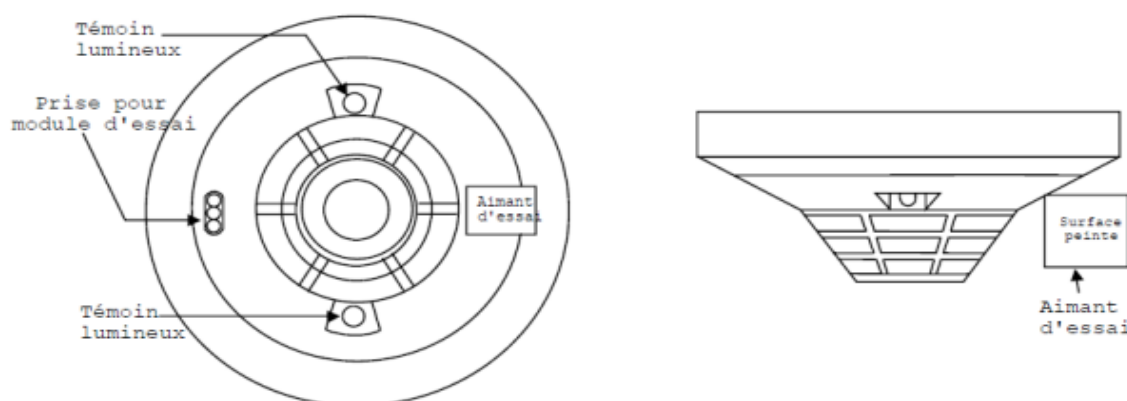


Figure I.8 : Exemple de détecteur thermostatique.

I.8.5 Le détecteur optique de flammes :



Figure I.9 : détecteur de flamme infrarouge.

Un détecteur de flamme consiste à détecter la naissance d'un feu et à transmettre l'information à une unité de traitement, qui peut déclencher un signal d'alarme et/ou l'arrosage et la mise en sécurité du site. Les détecteurs de flammes sont constitués à la base par des capteurs travaillant dans l'ultra-violet ou dans l'infrarouge. Ces capteurs reçoivent les rayonnements émis par les flammes. Suivant leurs performances, ils sont équipés d'un ou plusieurs capteurs soit dans l'UV seul soit dans l'IR seul. Quant aux appareils les plus performants, ils disposent d'une combinaison des deux types de capteurs [11].

Aussi Le détecteur optique possède une chambre optique avec une LED et une cellule photoélectrique placée perpendiculairement (voir schéma ci-dessous à droite). En l'absence de fumée, le faisceau lumineux émis par la diode parcourt la chambre optique sans toucher la cellule photoélectrique [12].

Lorsque de la fumée est présente dans la pièce et pénètre dans la chambre optique du détecteur, les particules de fumée renvoient le faisceau lumineux dans toutes les directions, ce qui éclaire faiblement la cellule photoélectrique. Cette dernière transforme alors la lumière en un courant électrique qui est envoyé au circuit de l'alarme et l'active [12]

- Particulièrement adapté pour les feux qui mettent longtemps à se déclarer (matelas, poubelle, canapé...) et qui sont les plus courants.
- Détection par réflexion d'un faisceau de lumière sur les particules de fumée.
- Surface maximale de détection d'environ 60 m².

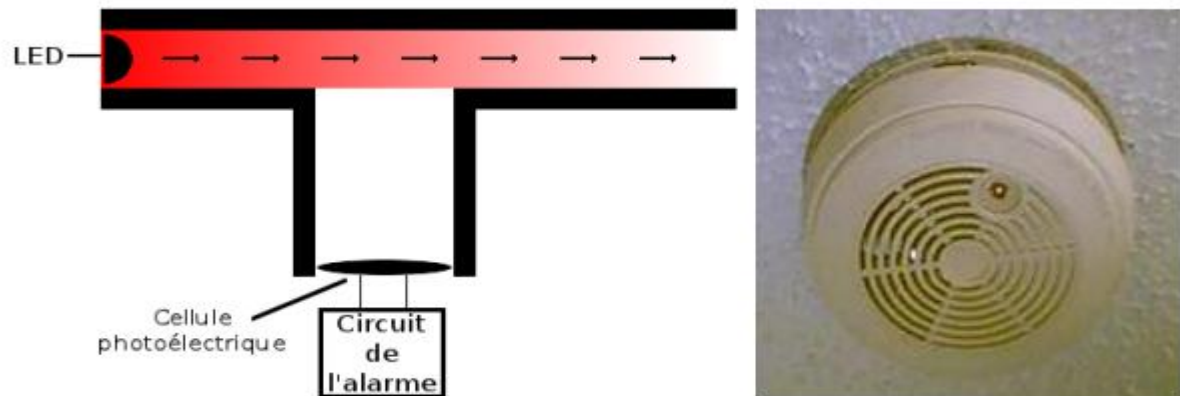


Figure I.9 : Exemple de détecteur optique [12].

I.8.6 Détecteurs thermostatiques :

Le détecteur de chaleur thermostatique est conçu pour être installé dans des locaux où des changements importants de température peuvent se produire fréquemment. Il déclenche l'alarme lorsque la température ambiante atteint une valeur fixée à l'avance. Ce sont les modèles les plus anciens et leur emploi est réservé aux locaux clos et de faible volume dans lesquels la température est relativement stable [13].

I.8.7 Détecteur de gaz :



Figure I.10 : détecteur de gaz

Un détecteur à gaz est un type de détecteur de particules dont la spécificité est d'utiliser un milieu gazeux pour la détection de rayonnement par ionisations.

En instrumentation nucléaire, les détecteurs à gaz sont utilisés dans diverses applications, soit en compteurs Proportionnels, soit en chambre d'ionisation ou encore pour la spectrométrie gamma [14].

I.9 Endroits où il ne faut pas installer des détecteurs :

Les alarmes intempestives se déclenchent lorsque les détecteurs sont installés dans des emplacements où ils ne peuvent fonctionner correctement [9].

Ne pas installer de détecteur là où il peut y avoir de la fumée : cuisines mal ventilées, garages (à cause des Gaz d'échappement) fourneaux, chaudières, radiateurs à combustion.

Les détecteurs doivent être installés à au moins 6 mètres de toute source de combustion (cuisine, ...) et si ce n'est pas possible (par exemple dans un mobil home), aussi loin que possible de la source de combustion, de préférence fixés au mur pour éviter les fausses alarmes, bien ventiler ces endroits

I.10 Centrale d'alarme incendie :

Elle permet d'assurer un fonctionnement de l'ensemble qui soit conforme à la réglementation en vigueur.

Son fonctionnement est facilement paramétrable comme le nombre de zones surveillées, et le nombre de voies asservies [15].

I.11 Pourquoi un système de protection feu et gaz F&G :

Sachant qu'un feu double d'intensité toutes les minutes, la rapidité d'intervention et d'évacuation est cruciale.

La fonction d'un système anti-incendie est de détecter tout départ de feu, afin de le neutraliser rapidement.

Les systèmes feu et gaz ont pour objectif de détecter au plutôt toute situation dangereuse ou anormale et alerter les personnes présentes dans l'environnement proche de l'unité et d'initier les actions visant à maîtriser ou limiter les conséquences de l'accident détecté.

La norme IEC61511 considère les systèmes de protection Feu et Gaz comme des systèmes instrumentés de sécurité (SIS) avec une fonction d'atténuation instrumentée de sécurité. La fonction principale d'un système de protection Feu et Gaz est de réduire les risques après un incident. Le système doit, par exemple, faire gagner du temps afin de permettre aux personnes d'évacuer la zone sinistrée. Il doit aussi contenir l'incident, c'est-à-dire l'empêcher de s'amplifier, et permettre aux services de secours d'évaluer la situation et de prendre les mesures appropriées. En surveillant les zones de procédé risquant de donner lieu à des incendies, à une accumulation de gaz inflammables ou à la formation de gaz toxiques. Telle que définie par la norme IEC 61511, Un système instrumenté de sécurité est un système visant à mettre le procédé en position de replisde sécurité (c'est-à-dire un état stable ne présentant pas de risque pour l'environnement et les personnes), lorsque le procédé s'engage dans une voie comportant un risque réel pour le personnel et l'environnement (explosion, feu ...) [16].

I.12 Conclusion :

Dans ce chapitre, nous présentons le système de sécurité et protection incendie. Nous commençons par la définition d'incendie, ensuite nous donnons les agents extincteurs, Ensuite nous présentons une étude sur les différents détecteurs d'incendie.

Chapitre II : Les systèmes de détection incendie

II.1 Introduction :

Le présent chapitre traite de l'historique et la définition de l'incendie ainsi que ses différents détecteurs. Par suite, nous passerons aux systèmes de détection incendie (SDI) Lequel est : le système de lutte contre l'incendie dans une station, ensuite le Système automatique de détection-extinction par co2 et par FM200, et enfin nous terminerons par le système d'alarme.

II.2 Le système de lutte contre l'incendie dans une station de compression :

Les gaz sur lesquels porte le présent guide sont inflammables, toxiques, ou les deux. La plupart de ces gaz sont entreposés et manutentionnés à des températures inférieures à zéro, ou sous pression, ou en utilisant une combinaison des deux. Les principaux risques sont par conséquent les émissions de vapeurs, l'inflammabilité, la toxicité et les effets des températures inférieures à zéro sur le personnel et les structures [17].

II.2.1 Réseau d'eau incendie :

Le réseau d'eau d'incendie doit être obligatoirement composé des éléments suivants :

- Une réserve d'eau ;
- Un système de pompage ;
- Un système de tuyauterie ;
- Accessoires de tuyauterie ;
- Des poteaux d'incendie ;
- Connections d'annexes (piquages) ;
- Des vannes de sectionnement [18].

II.2.1.1. Système de pompage :

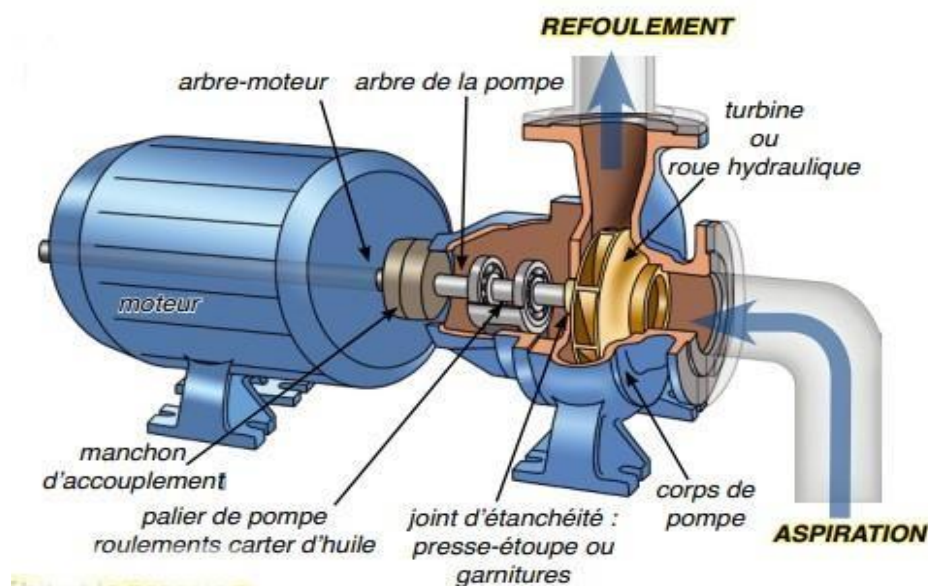


Figure II.1 : une pompe

II.2.1.1.1 Généralités :

Les équipements de pompage ont pour but de fournir automatiquement de l'eau sous pression dans une installation de lutte contre l'incendie. L'eau est considérée comme agent extincteur du feu et agit par refroidissement sur le foyer en combustion. Afin d'obtenir un maximum d'effet d'absorption de chaleur, l'eau est utilisée par divers moyens tels que les arroseurs (sprinklers) les rideaux d'eau et les poteaux d'incendie etc. ...Tous ces systèmes demandent de l'eau sous pression d'un réseau pressurisé en permanence. Devant l'éventualité d'un incendie, il se produit une demande d'eau, soit par l'ouverture d'un poteau d'incendie, soit automatiquement par les arroseurs installés, l'équipement de pompage doit fournir le débit et la pression nécessaires en mettant en service sa pompe principale en alimentant ainsi tous les points requis.

II.2.1.1.1.2 Unité de pompage :

L'unité des pompes doit être mitoyenne à la réserve d'eau. Elle doit abriter tous les moyens nécessaires pour le pompage de l'eau vers le réseau d'eau d'incendie. Elle doit renfermer tous les appareils et accessoires électriques indispensables à la commande automatique et manuelle

des pompes incendie. L'énergie de secours doit y exister aussi.

II.2.1.1.1.3 Pomperie incendie :

Deux groupes de pompage avec des sources d'énergie différentes, électricité et gas-oil sont obligatoires.

Chaque pompe doit être capable d'assurer seuls tous les besoins des installations, en débits d'eau et en pressions.

II.2.1.1.1.4 Pompes principales :

Ces pompes doivent fournir le débit et la pression requis par l'installation de lutte contre l'incendie.

Leur démarrage est manuel ou automatique par chute de pression importante dans le réseau (ouverture de poteau d'incendie), l'arrêt est uniquement manuel. D'une manière générale, et dans la mesure du possible un réseau d'eau d'incendie doit disposer de trois pompes incendie principales, deux à énergie électrique (une pour stand-by), la troisième à énergie diesel, sinon deux sont obligatoires, une électrique et l'autre diesel [18].

II.2.1.1.1.5 Pompes auxiliaires :

Elles sont connues sous le nom de « pompes JOCKEY », elles sont au nombre de deux dans le réseau d'eau d'incendie, travaillant en alternance. Ce sont des petites pompes, entraînées électriquement, avec démarrage et arrêt automatique, dont la fonction est de maintenir constamment le réseau pressurisé, en compensant ainsi les possibles pertes pouvant avoir lieu dans l'installation.

II.2.1.2 Séquences démarrage des pompes :

Une pompe de pressurisation (type jockey) est maintenue en service, selon la sélection, en permanence et maintient le réseau sous pression de 11.5 bars [19].

Si la pression dans le réseau chute à :

- 10.5 bars, GA203 démarre automatiquement,
- 9.5 bars, GA200 démarre automatiquement,
- 8.5 bars GA201 démarre automatiquement,

- 7 barsGA202 démarrent automatiquement.

NB : L'arrêt des pompes se fait manuellement.



Figure II.2 : Poteau d'incendie

II.2.1.3 Poteaux d'incendie :

Les poteaux d'incendie sont installés le long des routes de façon à cerner les zones à protéger. Chacun d'eux est type à deux prises de diamètre 110/100mm. D'une manière générale, les poteaux d'incendie jouent un rôle important en tant que source d'eau utilisée pour divers systèmes de protection contre le feu à travers la station [20].

II.2.1.4 Dévidoir à alimentation axiale :



Figure II. 3 : Dévidoir RIA

Les dévidoirs sont installés dans la zone de procès et autour du Module. Ils sont toujours prêts à envoyer de l'eau après une simple manœuvre sur la vanne à passage direct. Les tuyaux de ces dévidoirs sont en caoutchouc de type non pliable et résistent à l'huile, les tuyères ont double fonction, jet bâton et jet diffusé [20].

Exemple : Réseau incendie dans la station Sonatrach HASSI R'MEL comporte :

- 25 poteaux d'incendie +01 vers terrain de feu
- 21 dévidoirs
- 22 vannes de sectionnement

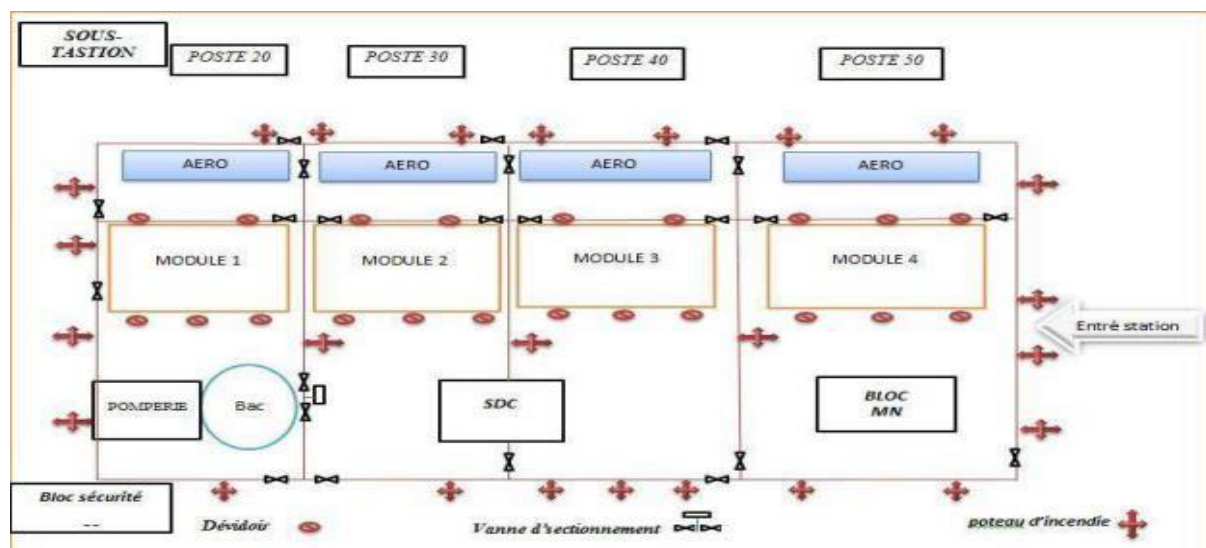


Figure II. 4 : Schéma simplifié d'un réseau incendie de la station de compression HASSI R'MEL [20].

II.2.2 Système automatique de détection-extinction par CO₂ :

II.2.2.1 Installation d'extinction automatique au CO₂ :

II.2.2.1.1 Généralités :

Le CO₂ ou dioxyde de carbone permet l'extinction d'un foyer par asphyxie. Il diminue la teneur en oxygène de l'air ambiant et neutralise le processus de combustion.

C'est un gaz neutre, incolore, inodore, non corrosif, diélectrique. Sa densité est 50 % plus élevée que celle de l'air.

La concentration nécessaire à une extinction peut générer un danger de mort. Pour une concentration supérieure à 5 %, il est nécessaire de respecter les règles de sécurité à l'égard du personnel occupant la zone protégée et ses alentours.

Le CO₂ est reconnu pour son efficacité et ses diverses applications dans la lutte contre les feux de classe B (liquides) et C (gaz) ainsi que les feux d'origine électrique.

Une installation au CO₂ se compose le plus souvent d'une ou plusieurs bouteilles sous haute pression, équipée de vannes spécifiques qui sont raccordées à un collecteur de décharge par des flexibles à haute pression. Par un réseau de tuyauteries, le CO₂ est amené à des éjecteurs dont l'ajutage est calibré spécifiquement. Le CO₂ agit par saturation du volume à protéger ou par application directe sur le risque.

Dans la plupart des cas l'éjection est activée par une installation de détection électronique mais peut aussi être déclenchée manuellement.

Pour un système classique, le CO₂ est stocké dans des bouteilles à température ambiante. Pour des installations à partir de 1.000 kg, un système à basse pression est parfois utilisé : dans ce cas, le CO₂ est stocké dans un réservoir refroidi à - 20° C.

Toutes nos installations sont conçues suivant les normes internationales (CEA, ISO, NFPA, etc.).

II.2.2.1.2 Applications :

- Fabrication de peinture
- Cabines de peinture
- Bains d'huile
- Presses
- Salles de commutation électrique
- Cabines haute tension
- Générateurs diesel
- Transformateurs à bain d'huile
- Armoires pour produits dangereux [21].

II.2.2.1.3 Après-vente

Pour une sécurité de l'entreprise, il est conseillé que l'installation automatique de protection incendie soit correctement étudiée, réalisée et entretenue. Il est recommandé d'effectuer un contrôle annuel des équipements.

Les bouteilles de CO2 doivent obligatoirement subir le ré-épreuve légale tous les dix ans ou après cinq ans si elles ont été vidées, même partiellement [21].

II.2.3 Système automatique de détection-extinction par FM200 :



Figure II. 5 : Système automatique de détection-extinction par FM200

II.2.3.1 Installation d'extinction automatique FM200 :

Situé dans les systèmes d'extinction automatiques, l'extinction du gaz FM200 ; en raison de ses propriétés en tant qu'incolore et inodore, est préféré. Rempli dans le tube sous la pression 25 bars FM200 ; est maintenu sous forme liquide.

La raison pour laquelle on préfère si souvent des systèmes d'extinction d'incendie FM200 étant largement utilisé est qu'il ne donne aucun dommage à l'endroit appliqué et qu'il crée aucune menace pour la santé humaine. Le gaz dedans sous forme liquide, est appliqué comme injection à la surface combustible et le gaz de FM200 forme à travers glaciers une couche de revêtement sur la surface. FM 200 qui a une structure semblable à gaz halon ; n'est pas chimique comme le gaz d'Halon, c'est un système d'extinction d'incendie physiquement exécuté.

Situé dans les systèmes d'extinction d'incendie FM 200, le gaz FM200 ; est le gaz le plus efficace à propos d'extinction avec sa performance de l'air environ 7%. Surtout parce qu'il ne reflète pas des dommages physiques laissés par les autres extincteurs ; aujourd'hui c'est l'un

des systèmes d'extinction automatique d'incendie la plus largement utilisée. Ceci est encore un avantage pour le FM200.

Pour éviter de causer plus de pertes d'incendie ; il faut éteindre le feu dès que possible. Sinon, différents systèmes et des unités vont disparaître dans une courte durée dans la région où l'incendie a éclaté. FM200 systèmes d'extinction du gaz ; sont précieuses en raison d'interférences dans une courte durée. Après l'activation du système d'alarme incendie, le système d'allumage intervient automatiquement à l'opération et en environ 8 secondes s'applique la pulvérisation sur la surface inflammable.

Une des caractéristiques les plus importantes des systèmes d'extinction d'incendie FM 200 ; est qu'il ne laisse pas de dommages permanents sur la surface combustible et divers équipements. Sur des surfaces appliquées l'eau, la mousse, ou bien de systèmes d'extinction contiennent de la poudre chimique, on voit de graves dommages physiques. A cause de ce problème on a développé le gaz FM 200, et comme il ne laisse pas de dommage physique sur la surface appliquée, on commence à largement utiliser. En particulier, les zones traitées avec du gaz FM200 ; ce n'est pas nécessaire nettoyer l'endroit après un incendie, c'est le facteur le plus important.

Dans ce système largement utilisé même dans les zones où il y a l'équipement électrique ne pose pas de problème [22].

II.2.3.2 les caractéristiques principales du gaz FM200 :

- C'est un gaz incolore.
- Il donne l'odeur
- Il n'y a pas conductivité.
- Il ne nuit pas la couche d'ozone.
- Parce qu'il n'est pas un gaz chimique ; il ne contient pas d'éléments de violence ou une menace
- Pour la santé humaine.
- Etant un gaz physique, le gaz FM200 ; s'il est utilisé correctement, il ne donne pas de dommage
- Sur la surface inflammable que les autres extincteurs donnent.

- Propagation de l'environnement dans une courte période de temps.
- Il est économiquement plus profitable par rapport à d'autres extincteurs [22].

II.2.3.3 Les zones utilisés ces systèmes d'extinction d'incendie FM200 :

Les salles informatiques, centraux téléphoniques, les centres de contact, des musées, galeries d'art, salle de contrôle, les centres de système générateur, centres de distribution d'électricité, les coffres forts Bancaires, bibliothèques, bandes, disquettes et les zones de stockage sur disque, entrepôts de liquides inflammables tels que l'acétone [22].

II.3 Système d'alarme incendie :



Figure II. 6 : Système d'alarme incendie

Un système d'alarme-incendie est une combinaison de dispositifs conçus pour avertir les occupants d'un bâtiment d'une urgence. Il peut être local ou relié à un central d'alarme et doit comprendre au moins les dispositifs suivants :

1. Un poste de commande ou un autre mode d'alimentation du système ;
2. Une station manuelle ;
3. Un appareil à signal sonore.

Est également un système d'alarme-incendie, tout système de sécurité ayant au moins une composante de détection incendie [24].

Prendre note que le règlement concerne uniquement les systèmes d'alarme-incendie reliés ou non à un central de répartition et non les avertisseurs de fumée. Le panneau principal d'alarme est installé dans la salle de contrôle afin de permettre la commande centralisée des moyens de lutte contre l'incendie prévus pour les locaux à protéger [20].

II.3.1 Différents moyens de communication et d'alerte :

II.3.1.1 Moyens de communication :

- Radio mobile ;
- Radio semi-mobile ;
- Radio fixe ;
- Interphone ;
- Réseau téléphonique interne.

II.3.1.2 Moyens d'alerte :

- La sirène.
- Manuel coup de poing.
- Poste téléphonique externe.
- Poste téléphonique interne.

II.3.1.3 Code d'alerte par sirène :

03 coups longs	⇒	Sinistre sur unités.
02 coups longs	⇒	Sinistre sur puits.
01 coup long	⇒	Autres, ex : sur base de vie.
01 coup court	⇒	Fin d'alerte.

Figure II. 7 : Exemple de Schéma d'alerte dans une station de compression.

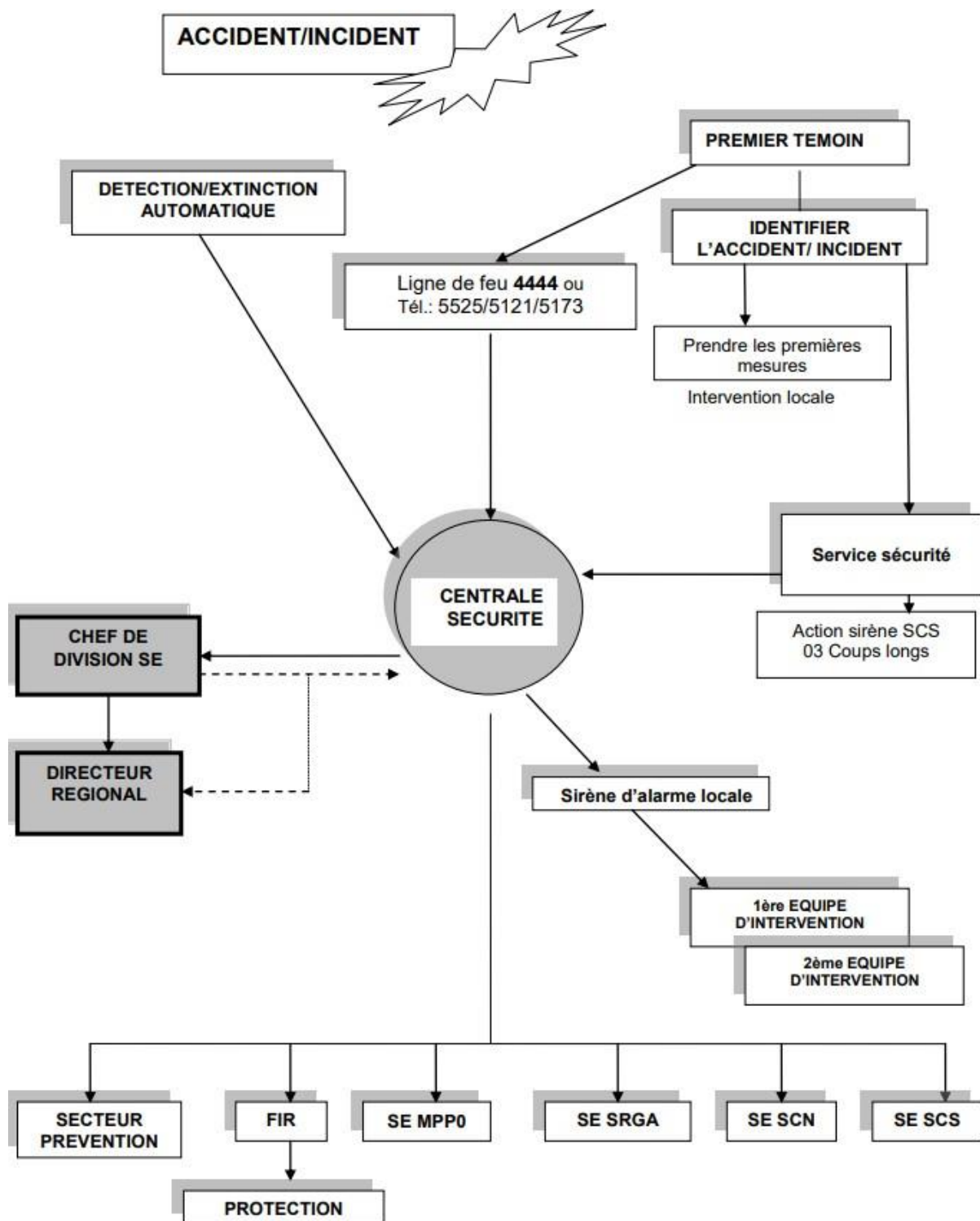


Figure II. 8 : Schéma d'alerte [20].

II.4 Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons montré les systèmes de détection incendie, et nous avons essayé d'expliquer le rôle et le fonctionnement de chaque système.

Dans le chapitre suivant, nous présentons des généralités sur la station de compression en général.

Chapitre III : station de compression

III.1 Introduction :

Les pipelines sont généralement utilisés pour transporter du gaz naturel. Le gaz naturel est introduit dans le pipeline avec une pression importante (jusqu'à 100 bars). En raison de la perte de débit, la pression dans la canalisation est réduite lorsque la distance augmente. Pour cette raison, il est essentiel d'installer des stations de compression de gaz naturel dans certaines zones. La compression du gaz naturel permet le transport continu de la production à la transformation du gaz naturel pour son utilisation.

III.2 Définition :

Une station de compression (SC) est une unité où une série de compresseurs aspire le fluide à une pression assez basse et rejette ce fluide à une pression nettement plus élevée. En effet pour des besoins divers, on est appelé à avoir un fluide sous une pression élevée. Par exemple, afin de pouvoir soutirer le maximum de gaz ou de pétrole d'un gisement, on procède à une injection de gaz ou d'eau dans le gisement pour faire sortir le maximum de gaz ou de pétrole.

Pour ce faire, on fait passer le gaz ou le liquide à injecter à travers plusieurs étages de compression qui le comprime petit à petit jusqu'à la pression désirée. C'est ainsi qu'en bout de chaîne de compression, on peut avoir jusqu'à 500 bars et le fluide est ensuite injecté dans le gisement.

On utilise aussi les stations de compression dans les stations de pompage relais pour faire progresser les fluides dans les oléoducs et compenser la perte de charge. Sur les gazoducs, les stations de compression sont en général disposées tous les 100 à 200 km [25].

III.3 Exploitation des réseaux de transport par canalisation :

On utilise aussi les stations de compression dans les stations de pompage relais pour faire progresser les fluides dans les oléoducs et compenser ainsi la perte de charge.

Sur les gazoducs, les stations de compression répondent à un besoin équivalent pour les fluides gazeux ; les stations de compression y sont en général espacées de 100 à 200 kilomètres. Elles peuvent être employées pour permettre des transports bidirectionnels, par exemple pour diversifier l'approvisionnement en gaz naturel avec des « rebours » [26].

Cela permet aussi d'absorber une production locale de biométhane supérieure à la consommation pour la faire circuler sur un réseau à plus haute pression [27], [28].

III.4 Composition d'une station :

Les grands ensembles constituant une station sont :

- ✓ Le ou les postes de coupure sur la ou les lignes permettant de raccorder la station
- ✓ Le ou les ateliers élémentaires de compression, éventuellement, un atelier interconnexion ;
- ✓ Les collecteurs principaux gaz reliant les ensembles précités ;
- ✓ Les bâtiments principaux et bâtiments annexes, les routes et aires de manutention.

III.5 Dispositions générales des groupes turbocompresseurs :

Les stations de compression destinées au transport du gaz Lorsqu'elles sont installées sur le réseau de transport et qu'elles n'ont pour fonction que de renforcer la capacité de transit pendant les périodes de pointe ; ces stations de compressions sont équipées de groupes compresseurs centrifuges entraînés par turbine à gaz [29].

III.6 Réseau de la station :

La station de compression est constituée de connexions à la ligne d'un système de filtration, d'un atelier de compression qui peut comprendre plusieurs ateliers élémentaires de compression.

III.6.1 Réseau principal :

III.6.1.1 Poste de raccordement à la ligne :

La ligne (c'est la canalisation de transport) qui comporte généralement un poste de coupure avec gares de réception et de départ de pistons racleurs. Du fait de sa coupure, la ligne est butée de chaque côté du poste dans sa partie enterrée par un massif d'ancrage. Une vanne de sectionnement assure la continuité de la ligne.

III.6.1.2 Collecteurs principaux de la station :

Le réseau gaz des stations de compression est réalisé en tubes d'acier soudés

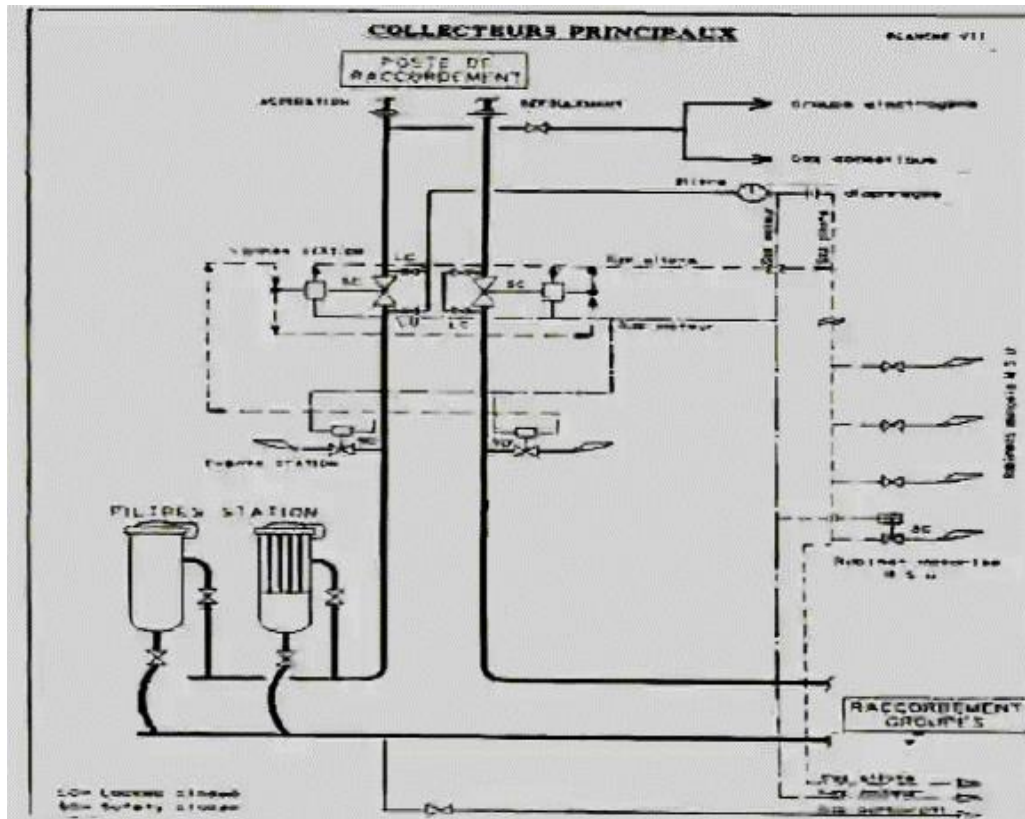


Figure III.1 : les collecteurs principaux de station de compression

III.6.1.3 Filtres entrée station :

L'emploi de compresseurs à pistons exige une filtration poussée du gaz et une bonne élimination des produits liquides, tels qu'eau, gazoline, etc.

III.6.1.4 Réseau de mise en sécurité ultime :

Ce réseau de petit diamètre fait partie intégrante du réseau principale, car sa fonction est primordiale. La mise en sécurité ultime avec mise à l'air de l'ensemble du réseau gaz de la station est obtenue par décompression du réseau gaz de la station est obtenue par décompression du réseau de gaz pilote (sécurité positive).

III.6.2 Raccordement des compresseurs :

III.6.2.1 Groupes turbo-compresseurs :

Les groupes turbo-compresseurs peuvent être montés, soit en parallèle, soit en série suivant l'utilisation de la station.

Un compresseur peut également comporter 2 sections de compression que l'on peut configurer par jeux de vannes en série ou en parallèle. Les compresseurs sont placés en parallèle : dans ce cas, chaque compresseur fournit la hauteur totale de la station, mais ne prend qu'une partie du débit proportionnel à sa puissance. Les compresseurs sont placés en série : dans ce cas, le même débit, égale au débit total de la station, traverse chacun des compresseurs. Par contre, chaque compresseur n'assure qu'une partie de la hauteur de refoulement de la station proportionnellement à sa puissance. Les compresseurs à deux sections sont installés sur les stockages souterrains. Ils sont configurés en série pour l'injection, en parallèle pour la compression au soutirage.

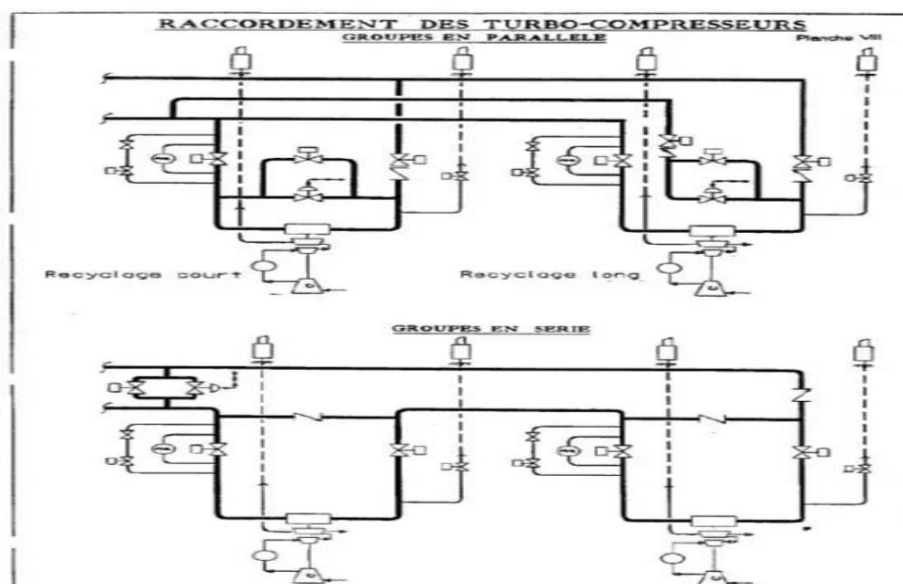


Figure III.2 : raccordement des turbo-compresseurs

III.6.2.2 Groupes moto-compresseurs :

Les groupes moto-compresseurs sont toujours montés en parallèle, même sur les stockages souterrains, ou un fort taux de compression est obtenue par le fonctionnement en série de plusieurs cylindres compresseurs attelés au même vilebrequin.

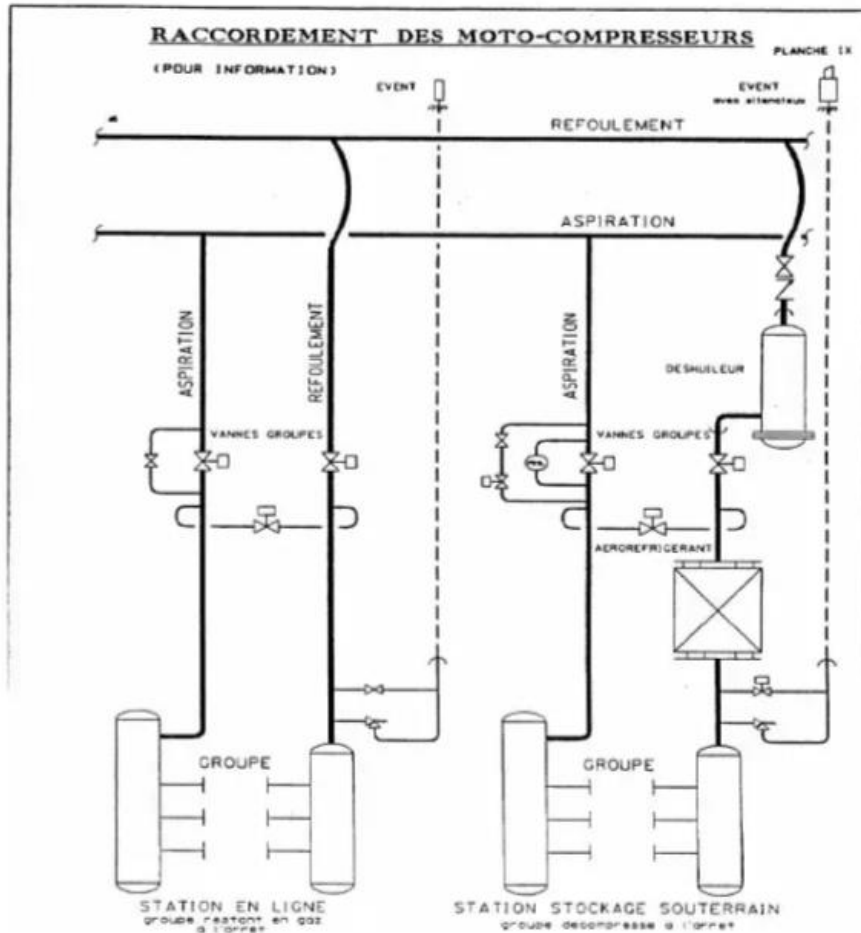


Figure III. 3 : raccordement des Moto-compresseurs

III.6.3 Choix des matériels et règles de construction du réseau gaz de la station :

Matériels :

Les vannes, aussi bien pour les turbo-compresseurs que les moto-compresseurs, sont des vannes sphériques double siège avec injection de graisse et mise à l'air entre les deux sièges. Elles sont d'une façon générale à bout à souder, à l'exception des vannes équipant les raccordements des groupes qui sont à brides, pour faciliter les interventions sur les groupes (démontage d'élément de tuyauterie, etc...). Les vannes, équipant les événements d'arrêt d'urgence de la station, sont obligatoirement du type « étanchéité métal sur métal ». Les vannes à joint PTFE sont à exclure, car pendant l'ouverture, le laminage est important et le joint plastique

d'étanchéité est très vite détérioré. Les actionneurs des vannes de sécurité (de(s) atelier(s), vannes d'évent, vannes dégroupe) sont obligatoirement pneumatiques simple effet ou oléopneumatiques sans détente, ni injection de glycol. Les autres servomoteurs peuvent être pneumatique ou électrique, mais il est à noter qu'il est recommandé d'installer des actionneurs pneumatiques qui résistent mieux aux vibrations dans les stations équipées de moto-compresseurs. Les capteurs, pressostats, etc. ... doivent être prévus pour être installés à l'extérieur.

III.6.3.1 Règles de construction :

La tuyauterie d'aspiration, depuis la vanne d'isolement d'aspiration, du groupe de compression résiste à une pression correspondant à la PMS du refoulement. La tenue à la température des revêtements ne permet pas d'excéder 60°C. dans le cas de fonctionnement, pour une partie de l'installation, a une température supérieure à 100°C, l'installation est réalisée en respectant la réglementation des "canalisations d'usines".

III.6.3.2 Pertes de charge dans la station :

Nous ne pouvons pas terminer ce chapitre, sans parler rapidement des pertes de charges dans la station.

Ces pertes de charge sont difficiles à éviter, compte tenu de la complexité du réseau, mais certaines règles permettent de les limiter.

III.7 Systèmes auxiliaires :

Pour les stations équipées de turbo-compresseurs, les systèmes auxiliaires sont beaucoup moins importants que ceux nécessaires à une station équipée de moto-compresseurs. Pour les turbo-compresseurs, nous avons :

Le système gaz carburant des groupes :

- ✓ Le système électrique
- ✓ Eventuellement
- ✓ Le système huile d'alimentation des groupes
- ✓ Le système air instrument pour les turbines à garnitures sèches

- ✓ Le système de chauffage

Pour les moto-compresseurs, en plus des réseaux précités, nous avons :

- ✓ Les systèmes eau (eau potable, eau de refroidissement et eau incendie)

Le système huile, de transfert et d'huile usée

III.8 La sécurité dans les stations :

III.8.1 Station équipée de turbocompresseur :

L'avantage des groupes turbo-compresseurs est d'être installé sous capotage ou, en bâtiment, de ce fait, l'extinction automatique du groupe peut être envisagée. Le gaz carbonique (co2) a été retenu pour assurer l'asphyxie du feu et le refroidissement des pièces portées à haute température. Le système de détection est constitué par des chaînes de capteurs thermiques (détection thermo-vélocimétrique), les chaînes de détecteurs sont à surveillance de boucle. Ces capteurs regroupés par paire suivant deux boucles indépendantes sont répartis dans l'enceinte. L'alarme incendie est déclenché lorsqu'une boucle est en détection, le déclenchement co2 est activé lorsque deux boucles sont en détection. Les bouteilles de co2 sont installées à l'extérieur et sont montées en suspension dynamométrique pour le contrôle permanent de leur remplissage un électro-aimant, en permanence sous tension, maintient un contrepoids. Lors d'une ouverture du circuit électrique, la des excitations d'électro-aimant provoque la chute du contre poids et la percussion des bouteilles de co2. La percussion des bouteilles peut être provoquée de trois manières différentes :

- Automatiquement lorsque deux boucles sont en détection
- Manuellement par deux boutons " coup de poing " sous cage vitrée placée, l'un près du local de stockage co2 l'autre dans la cabine de contrôle/commande
- Directement par lib aération manuelle du contre-poids. Le nombre de bouteilles est prévu pour maintenir une teneur en co2 de 40 % pendant vingt minutes, correspondant au temps de décompression d'un groupe équipé de garnitures secges. L'alarme incendie d'un group déclenche l'arrêt d'urgence de ce groupe. L'alarme incendie de deux groupes d'un même atelier élémentaire de compression provoque, la mise hors gaz de l'atelier élémentaire. Compression. Pendant les interventions du personnel dans l'enceinte des turbo-compresseurs,

le système doit être inhibé par blocage du contrepoids et par fermeture d'une vanne. L'inhibition du système est transmise en salle de contrôle par affichage d'un message "inhibition co2 ". Des détecteurs d'atmosphère dangereuse sont installés dans l'enceinte et dans le caisson d'aspiration d'air de la turbine. Le contrôle/commande est équipé d'un système de détection de fumée qui déclenche une alarme avec retransmission au centre de répartitions régionales, un deuxième niveau déclenche l'arrêt d'urgence du groupe de compression. Le groupe électrogène est également protégé par un capteur thermique. Son fonctionnement provoque l'arrêt du groupe et la fermeture de l'arrivée gaz. Une alarme est retransmise à distance. Des extincteurs ont poudré et des extincteurs a eau sont répartis dans la station.

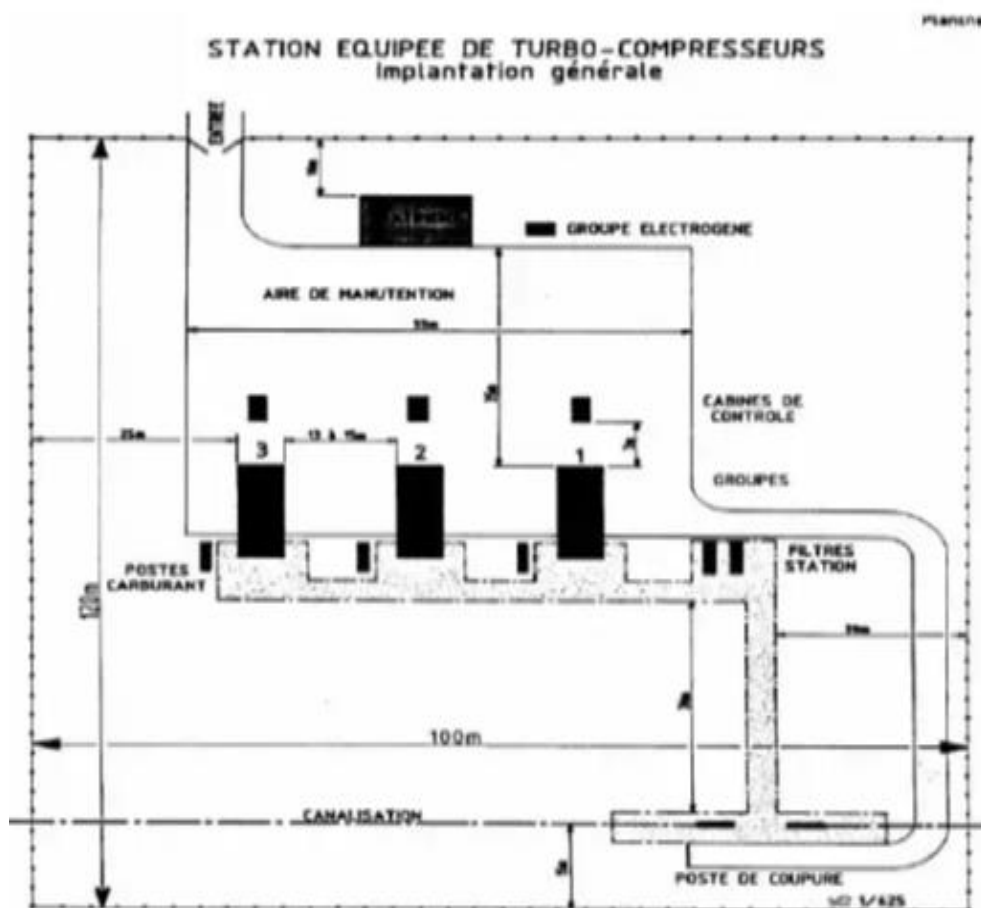


Figure III. 4 : implantation générale de station équipé de turbo-compresseurs

III.8.2 Station équipée de moto-compresseurs :

Le bâtiment abritant les groupes est bien trop vaste pour installer un dispositif d'extinction automatique semblable à celui des groupes turbo-compresseurs. Il faut cependant préciser que les risques d'incendie sont beaucoup moins grands. Néanmoins, une détection incendie et une détection d'atmosphère dangereuse sont installées dans le bâtiment. Les détecteurs incendie sont du même type que ceux installés dans les enceintes des turbines. Ils sont installés au-dessus des moteurs, des cylindres compresseurs et du poste gaz carburant.

La détection d'atmosphère dangereuse scrute, cycliquement, les capteurs installés au-dessus des groupes et du poste de gaz carburant. La détection d'atmosphère dangereuse, provoque la mise à l'air de la station. L'alarme est retransmise en salle de contrôle et au centre de répartition régional. Les moyens de lutter contre l'incendie sont assurés par des extincteurs à poudre de grosse capacité et montés sur chariot (ces extincteurs sont à demeure dans le bâtiment) et en dernier ressort, par le réseau incendie de la station. Les bâtiments, excepté les ateliers, sont équipés de détecteurs de fumée avec retransmission d'alarme.

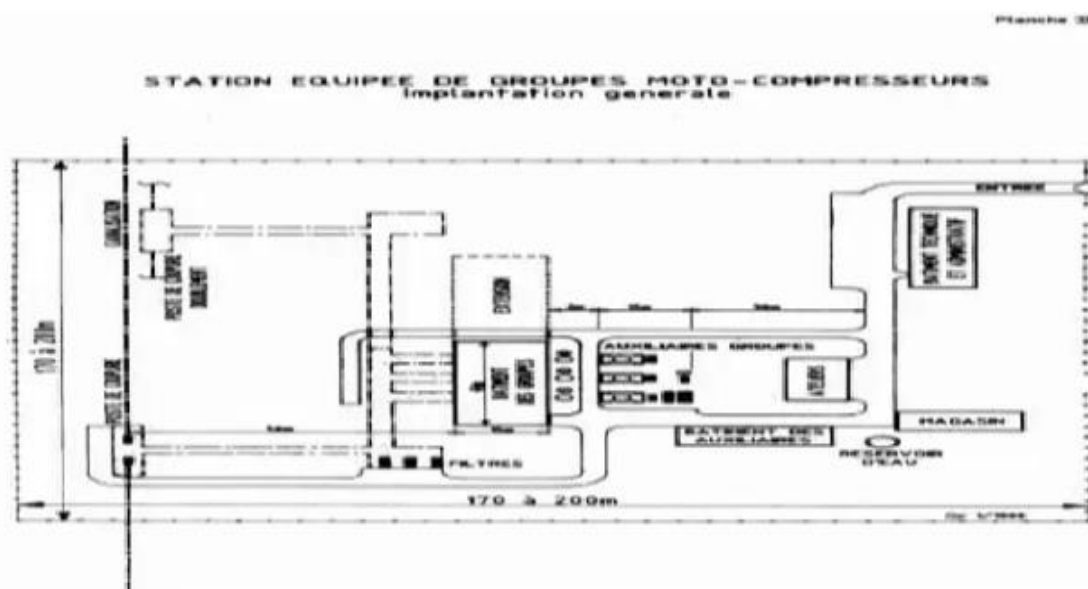


Figure III. 5 : implantation générale de station équipée de Moto-compresseurs

III.9 Architecture du système :

Les fonctions définies précédemment sont regroupées en modules :

- Un superviseur
- Un poste satellite de liaison spécialisé (PSLS)
- Un automatisme de sécurité comportant un relayage de sécurité pour chaque atelier élémentaire
- Un relayage de sécurité MSU pour chaque atelier élémentaire
- Un automatisme de pilotage
- Un automatisme de régulation station
- Eventuellement un automatisme de régulation des vannes de laminage installées sur l'inter connexion.

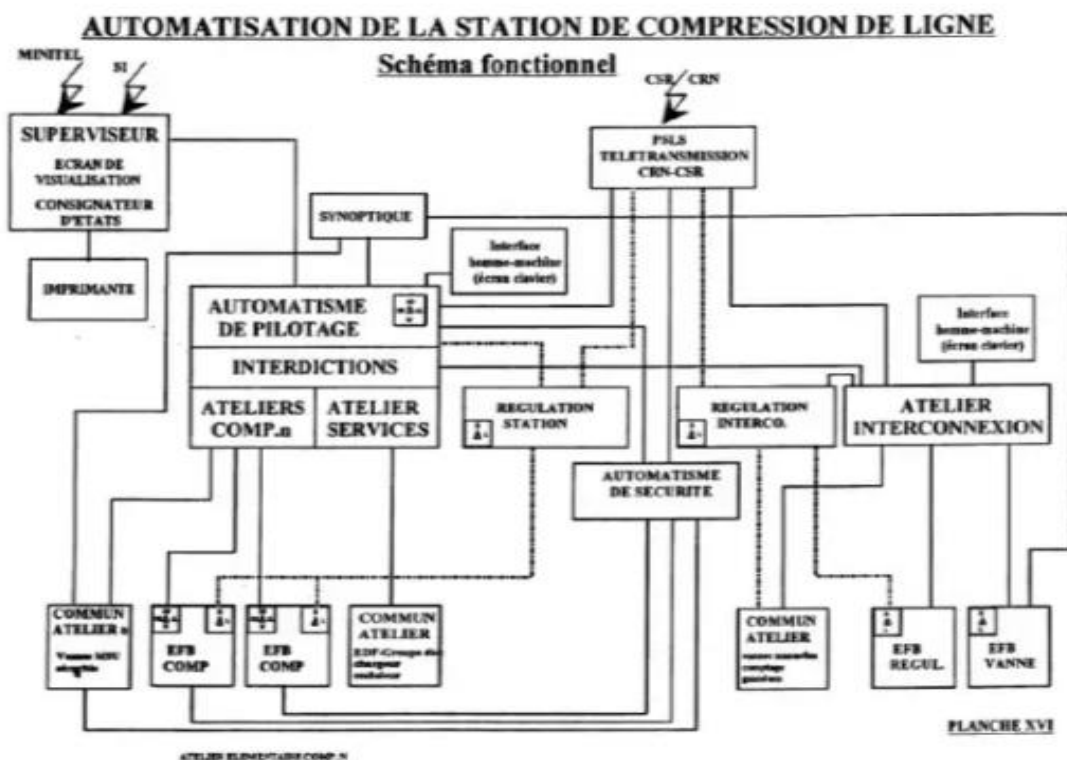


Figure III. 6 : schéma fonctionnel d'automatisation de la station de ligne

III.10 Régulation :

L'automatisme de régulation de la station de compression élabore le point de consigne de vitesse des groupes de compression. Le point de consigne est affecté à la station entière, indépendamment du nombre d'EFB compression ou d'ensembles homogènes.

Le régulateur station peut posséder jusqu'à trois boucles de régulation actives en permanence :

- Régulation en débit
- Régulation en pression de refoulement
- Régulation pression d'aspiration

Le signal de régulation sélectionnée est celui faisant apparaître le plus faible besoin de puissance de compression. L'automatisme de régulation doit mémoriser les derniers points de consignes reçus en cas de défaillance du système de télégestion. Sur la majorité des stations, le paramètre à réguler est celui de la pression de refoulement.

III.11 Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons découvert la station de compression, sa composition et les matériels et bases les plus importants pour sa construction. Aussi, nous avons également abordé ses réseaux et systèmes, et nous avons terminé ce chapitre avec la régulation.

**Chapitre IV : Mise en place d'un
système de détection et d'extinction
d'incendie au niveau d'une station de
compression**

IV.1 Introduction :

Le domaine des systèmes d'alarme incendie est vaste dans divers domaines, et dans ce chapitre, nous allons créer une simulation d'un système d'alarme incendie et d'extinction au niveau du compresseur

VRC-2 dans une station de compression de gaz naturel combustible basée sur les valeurs hypothétiques qui peuvent être modifiées et mis en œuvre dans ce chapitre nous couvrirons les outils les plus élémentaires de l'aspect industriel et nous choisirons les composants réels disponibles sur le marché pour réaliser la simulation parfaite dans ce domaine, parmi lesquels figurera le contrôleur logique programmable Somatic s7 1200 utilisant TIA PORTAL logiciel.

IV.2 Informations générales et conception caractéristiques (VRC-2)

IV.2.1 Vue d'ensemble du compresseur Arrow Engine VRC-2 :

L'Arrow VRC-2 est un compresseur à gaz alternatif séparable à deux jets. L'opposé horizontalement Les cylindres sont équilibrés avec précision pour un fonctionnement en douceur et une longue durée de vie à 1800 tr/min.

Contrairement à de nombreux autres compresseurs à pistons, le VRC-2 a une configuration unique de vilebrequin à trois temps qui élimine le décalage des cylindres opposés et les vibrations associées aux conceptions traditionnelles.

L'alignement absolu des cylindres opposés permet une répartition parfaitement équilibrée du poids et symétrie. L'élimination des vibrations associées au couple horizontal inhérent aux Les conceptions, ainsi que la conception technique de pointe et la construction robuste, font du VRC-2 un compresseur vraiment équilibré, performant et durable spécialement conçu pour un fonctionnement continu à haute vitesse.

La conception de vitesse de 1800 tr/min, 125 chevaux et 14 000 livres combinées la capacité de charge de la tige fait du VRC-2 un ajustement parfait pour un couplage direct avec le gaz à plus grande vitesse d'aujourd'hui moteurs. L'Arrow VRC-2 peut être conditionné pour des applications à un, deux ou trois étages avec cylindre taille de 2 1/4" à 8". Les cylindres sont refroidis par air, ce qui réduit les coûts d'emballage et de maintenance. Comme une caractéristique standard, les cylindres ont une poche de dégagement à volume variable pour la flexibilité et l'ajustement pour permettre des ajustements précis aux conditions changeantes sur

le terrain.

L'utilisation d'un système de lubrification sous pression, de vannes Hoerbiger hautement efficaces, d'accessoires éprouvés dans l'industrie, d'une conception technique innovante et d'une attention particulière à la qualité font du gaz Arrow VRC-2 compresseur inégalé dans l'industrie [31].



Figure IV. 1 : Vue d'ensemble le compresseur Arrow Engine VRC-2

IV.2.2 Spécification du châssis du compresseur :

Spécifications du	châssis du compresseur VRC-2
Accident vasculaire cérébral	3 po (76,2 mm)
Vitesse, TR/MIN (maximum)	1 800 tr/min
Vitesse des pistons	900 pi/min (4,57 m/s)
Nombre de lancements	2
Puissance	125 ch (93 kW)
Puissance (facultatif)	150 ch (112 kW)
Diamètre de la tige de piston	1,125 po (28,575 mm)
Diamètre vilebrequin	2,50 po (63,50 mm)
Hauteur –Du bas au vilebrequin	12,75 po (323,85 mm)
Largeur maximale	95 po (2,413 m)
Longueur maximale	22,5 po (0,5715 m)
Poids approximatif avec vérins	1700 lb (771 kg)
Charge de tige-Tension	7 000 livres (3 175 kg)
Charge de tige-compression	7 000 livres (3 175 kg)
Charge de tige combinée	14 000 lb (6 350 kg)
Capacité de la pompe à l'huile	4 GPM (15 LPM)
Rejet de chaleur d'huile	3750 BTU/h. (945 Kal/h)
Capacité du carter d'huile	4 gal. (15L)

Tableau IV.1 : VRC-2 Compressor Specifications

IV.2.3 le fonctionnement interne et le chemin d'écoulement d'un compresseur à piston à trois étages :

Le débit d'entrée ou le côté aspiration du compresseur commence à 30 psi et 80 degrés. Il entre dans l'épurateur d'entrée et tous les liquides libres tombent.

Au premier étage de compression, les pistons comprimeront le gaz à 155 psi et la température augmentera à 260 degrés. Comme il existe le premier étage, il entre dans l'intercooler. Cela refroidit le gaz à 120 degrés le chauffage et le refroidissement du gaz ainsi que la compression font tomber plus de liquides du gaz. De là, il entre dans un autre épurateur afin que les liquides puissent tomber

La deuxième étape de compression augmente la pression à 490 psi et la température chauffe également jusqu'à 270 degrés. À partir de là, il revient à travers le refroidisseur pour ramener la température à 120 degrés. Avec plus de pression et de refroidissement, il y a plus de liquides qui tomberont dans le dernier épurateur.

La troisième étape de compression atteint 1 200 psi et 240 degrés. Une fois de plus, la chaleur passera par le refroidisseur et sortira à la décharge à 120 degrés. Certains producteurs feront passer le gaz dans un dernier épurateur pour donner une place aux liquides restants d'abandonner.

Components d'un compresseur à un étage basse pression :

1. régulateur de gaz d'alimentation
2. réduction de pression
3. Commutateur de niveau de liquide pneumatique
4. contrôleur de niveau liquide
5. vanne de régulation basse pression
6. régulateur de contre-pression
7. régulateur de pression différentielle

Dans le compresseur haute pression à un étage. Les produits ont tous la même fonction mais tous les thèmes ont une pression de travail supérieure à 300 psi.

Le débit de gaz entre par la soupape de commande d'aspiration et dans l'épurateur de l'épurateur, il va au compresseur puis à travers le ventilateur de refroidissement et sort par la décharge. Si la pression d'aspiration descend en dessous du point de consigne, la vanne de recyclage à faible aspiration s'ouvrira et la pression ira vers l'épurateur. Si la pression de refoulement dépasse le point de consigne, la vanne de recirculation à refoulement élevé s'ouvrira et enverra la pression en amont de la vanne de commande d'aspiration.

IV.3 Définition d'un API :

L'automate programmable industriel (API), ou en anglais 'Programmable Logic Controller' (PLC), est une machine électronique programmable destinée à piloter dans une ambiance industrielle et en temps réel des procédés logiques séquentiels. Autrement dit, un Utilisateur (censé être un automaticien) l'utilise pour le contrôle et essentiellement la commande d'un procédé industriel en assurant l'adaptation nécessaire entre tout ce qui est de grande puissance par rapport à ce qui est de faible puissance côté commande. Son objectif principal est de rendre tout le mécanisme de type "laisser-faire-seul" : le système contrôle ses sorties, décide et agit sur ses entrées afin de maintenir le fonctionnement comme prévu par l'utilisateur c'est le principe de l'automatisme [26].

Un API est destiné à automatiser les tâches les plus nombreuses de l'industrie, afin d'assurer la commande des pré-actionneurs et actionneurs à partir d'information logique, analogique ou numérique [33].

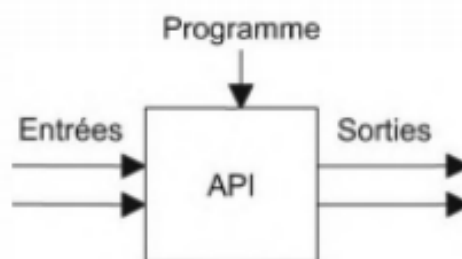


Figure IV. 2 : Un automate programmable industriel (API).

IV.4 Description du logiciel TIA (Totally Integrated Automation) portal :

La plateforme Totally Integrated Automation Portal est le nouvel environnement de travail Siemens qui permet de mettre en œuvre des solutions d'automatisation avec un système d'ingénierie intégré comprenant les logiciels SIMATIC STEP 7 V13 et SIMATIC WinCC.

IV.4.1 TIA Portal V16 :

Pour la programmation, on a utilisé le logiciel de Siemens STEP 7 Professional V16 (TIA Portal V16).

Le portail Totally Integrated Automation, ci-après appelé Portal TIA, offre la fonctionnalité complète pour réaliser notre tâche d'automatisation, regroupée dans une plateforme logiciel globale. Le portail TIA permet également de disposer, au sein d'un cadre, d'un environnement de travail commun pour une ingénierie transparente avec différents systèmes SIMATIC. Tous les progiciels requis, de la configuration matérielle à la visualisation du processus en passant par la programmation, sont intégrés dans un cadre complet d'ingénierie.

Le logiciel STEP 7 Professional (TIA Portal V16) est l'outil de programmation des nouveaux automates comme :

- SIMATIC S7-1500
- SIMATIC S7-1200
- SIMATIC S7-300
- SIMATIC S7-400

Avec STEP 7 Professional (TIA Portal), les fonctions suivantes peuvent être utilisées pour automatiser une installation :

- Configuration et paramétrage du matériel
- Paramétrage de la communication
- Programmation
- Test, mise en service et dépannage avec les fonctions d'exploitation et de diagnostic.
- Documentation

- Génération d'écrans de visualisation pour les Basic Panels SIMATIC avec WinCC Basic intégré.
- Il est également possible de générer des écrans de visualisation pour les PC et autres Panels à l'aide de WinCC Real Time (WinCC RT).

IV.4.2 Les avantages du logiciel TIA portal :

- ✓ Programmation intuitive et rapide : avec des éditeurs de programmation nouvellement développés SCL, CONT, LOG, LIST et GRAPH.
- ✓ Efficacité accrue grâce aux innovations linguistiques de STEP 7 : programmation symbolique uniforme, calculate box, ajout de blocs durant le fonctionnement, et bien plus encore.
- ✓ Performance augmentée grâce à des fonctions intégrées : simulation avec PLCSIM, télémaintenance avec Téléservice et diagnostic système cohérent.
- ✓ Technologie flexible : Fonctionnalité motion control évolutive et efficace pour les automates S7-1500 et S7-1200.
- ✓ Sécurité accrue avec Security Integrated : Protection du savoir-faire, protection contre la copie, protection d'accès et protection contre la falsification.
- ✓ Environnement de configuration commun avec pupitres IHM et entraînements dans l'environnement d'ingénierie TIA Portal.

IV.5 L'automate SIMATIC S7-1200 :

Fabriqué par SIEMENS est un automate de conception modulaire et compact, polyvalent, destiné à des tâches d'automatisation simple mais d'une précision extrême, il constitue donc, un investissement sûr et une solution parfaite à une grande variété d'applications. Une conception modulaire et flexible, une interface de communication répondant aux exigences les plus sévères dans l'industrie et une large gamme de fonctions technologiques performantes et intégrées, font de cet automate, un composant à part entière d'une solution d'automatisation complète [34].

Le contrôleur S7-1200 offre la souplesse et la puissance nécessaires pour commander une large gamme d'appareils afin de répondre à vos besoins en matière d'automatisation. Sa forme compacte, sa configuration souple et son important jeu d'instructions en font une solution idéale pour la commande d'applications très variées [35].

La CPU combine un microprocesseur, une alimentation intégrée, des circuits d'entrée et de sortie, un PROFINET intégré, des E/S rapides de commande de mouvement, ainsi que des entrées analogiques intégrées dans un boîtier compact en vue de créer un contrôleur puissant. Une fois que vous avez chargé votre programme, la CPU contient la logique nécessaire au contrôle et à la commande des appareils dans votre application. La CPU surveille les entrées et modifie-les sorties conformément à la logique de votre programme utilisateur, qui peut contenir des instructions booléennes, des instructions de comptage, des instructions de temporisation, des instructions mathématiques complexes ainsi que des commandes pour communiquer avec d'autres appareils intelligents.

La CPU fournit un port PROFINET permettant de communiquer par le biais d'un réseau PROFINET. Des modules supplémentaires sont disponibles pour communiquer via les Réseaux PROFIBUS, GPRS, RS485 ou RS232. Pour ce projet, le S7-1200 sera programmé en l'aide du logiciel TIAPORTAL sous Windows.



Figure IV. 3: L'automate programmable S7-1200



Figure IV. 4 : L'automate programmable S7-1200 [36].

IV.6 Vanne pneumatique papillon simple ou double effet VPP – INOX :

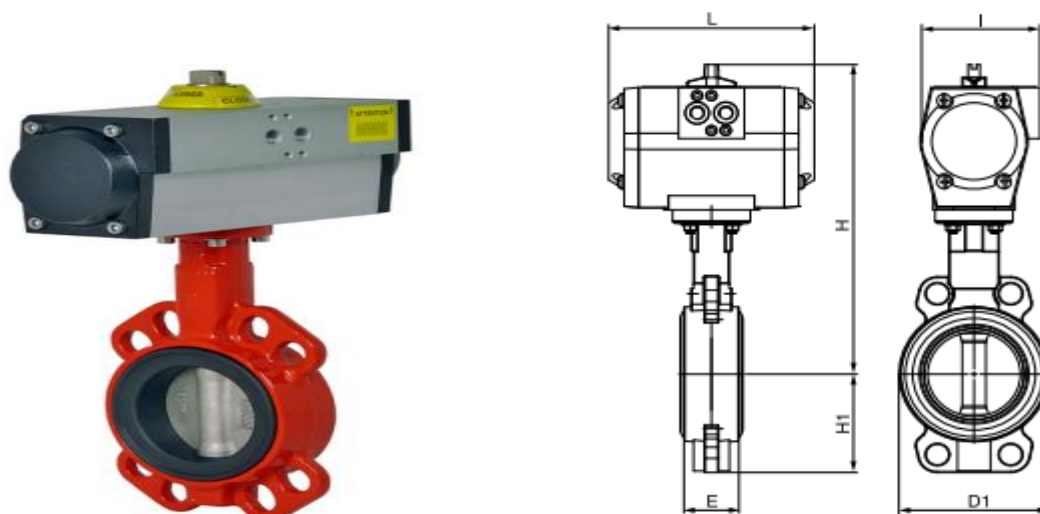


Figure IV. 5 : Vanne pneumatique papillon simple ou double effet VPP – INOX

IV.6.1 Définition :

Ces vannes papillon commandées par actionneur pneumatique simple effet NF ou NO, ou double effet, autorisent ou interdisent le passage du fluide. Seule la manchette d'étanchéité et le papillon sont en contact avec le fluide.

IV.6.2 Les caractéristiques de vanne pneumatique papillon :

IV.6.2.1 Caractéristique techniques :

Corps Certification Attestation de Conformité Sanitaire	Fonte peinte epoxy
Joints et manchette	EPDM / Certification ACS
Papillon	Inox 316 (1.4408)
Raccordement	Entre brides (Wafer) PN 16 / EN1092-1, NFE 29203
Pression maxi	6 bar (10/16 bar, sur demande)
Température	-20...+80 °C

Tableau IV.2 : caractéristiques techniques de vanne pneumatique papillon

IV.6.2.2 Caractéristiques physiques :

Angle d'ouverture / Table des valeurs Kv :

(Kv = m³ /h à 1 bar ΔP)

Exemple : DN 100 ouverture à 50° → Kv = 115 m³ /h

D	10	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
N	°								
50		2	6	12	23	38	65	114	126
65	-	4	10	23	40	70	115	205	228
80	----	6	17	40	70	120	200	350	390
100	2	10	28	65	115	190	320	560	620
125		13	40	90	160	260	430	770	860
150	2	26	80	175	310	520	860	1540	1710
200	4	50	155	340	600	1010	1680	3040	3380
250	6	100	300	660	1190	1980	3300	9500	6600
300	8	125	370	820	1480	2460	4100	7370	8190

Tableau IV.3 : caractéristiques physiques de vanne pneumatique papillon

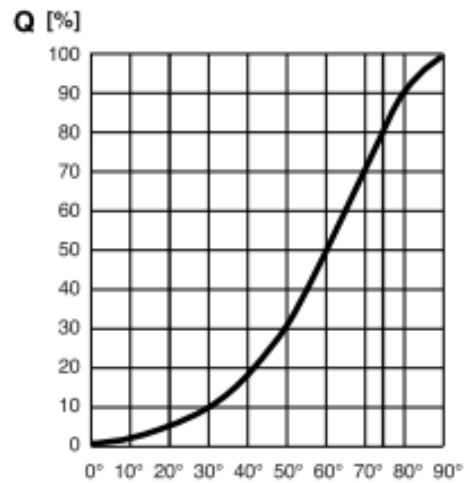


Figure IV. 6 : Débit / Angle d'ouverture

IV.7 ÉCO SNT OH1 Pompe centrifuge à couplage long : [26].



Figure IV. 7 : Pompe centrifuge à couplage long.

IV.7.1 Définition :

Débit	Jusqu'à 600m ³ /h
Tête (pression)	Jusqu'à 100m
Tailles d'entrée/sortie	DN32 à DN150
Température de fonctionnement	-10°C à +140°C
Options de lecteur	Moteur électrique, Moteur

La pompe centrifuge horizontale monocellulaire à aspiration axiale et accouplement long ECO SNT est normalisée selon la norme EN 733/DIN 24255 et peut être utilisée pour une vaste gamme d'applications sur les marchés industriels et marins. Il est conçu pour pomper des fluides propres à faible viscosité ou légèrement contaminés sans la présence de particules solides ou fibreuses. Les fluides courants pompés comprennent l'eau douce, l'eau de mer et les carburants (diesel, essence et kérosène) et les applications courantes comprennent le transfert de carburant, la chimie, les centrales énergétiques, l'exploitation minière, la lutte contre les incendies, l'irrigation, l'approvisionnement en eau, le traitement de l'eau, la pressurisation, les eaux grises, l'assèchement, systèmes de construction, marine et conditionnement de refroidissement/chauffage (HVAC).

Il s'agit d'une grande pompe centrifuge horizontale robuste avec des capacités de débit et de pression élevées.

IV.8 ÉCO SNT EN 733 NORME POMPES : [38].

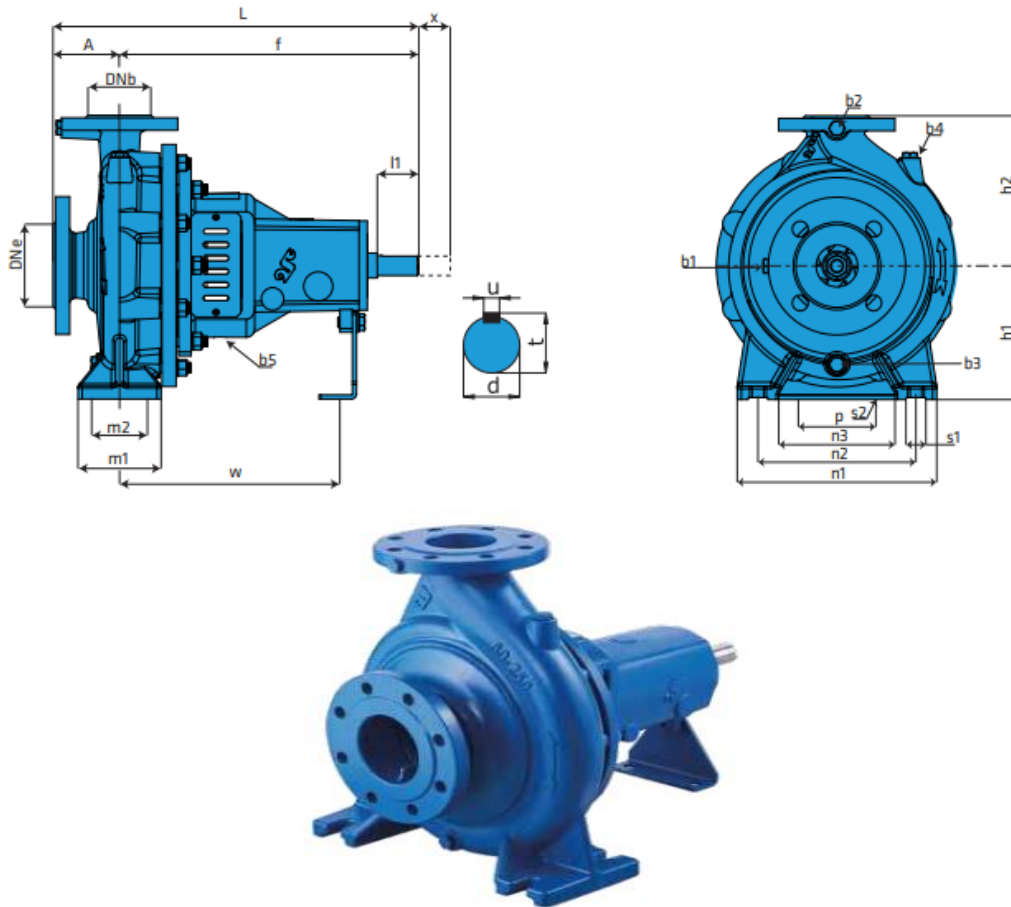


Figure IV. 8 : ÉCO SNT EN 733 NORME POMPES.

IV.8.1 Liquides manipulés :

Liquides à faible viscosité propres ou légèrement contaminés sans particules solides et fibreuses.

IV.8.2 Caractéristiques de conception :

- Type de volute horizontale, fendue radialement, à un étage, pompe centrifuge à aspiration axiale avec roue fermée.
- Dimensionnellement conforme à la norme EN 733.
- En plus des 24 tailles de base conformes à la norme EN 733, il existe 8 tailles supplémentaires. Les dimensions des tailles supplémentaires peuvent différer des autres.

fournisseurs.

- ECO SNT 40-315, 50-315, 65-315, 80-315, 100-315, 125-250 les pompes sont fournies avec 2900 tr/min uniquement pour la lutte contre l'incendie application.

- Les brides d'aspiration et de refoulement sont conformes à la norme EN 1092-2 / PN 16.

Pour les boîtiers en acier ou en acier inoxydable, il s'agit de la norme EN 1092-1 / PN 16. Au cas où sur demande, des brides ANSI/ASME peuvent être fournies.

- En raison de la conception à retrait arrière, le roulement complet l'ensemble comprenant la roue et le couvercle de corps peut être démonté sans retirer la volute du système de tuyauterie. Avec application d'accouplement à entretoise, également possible de retirer le rotor groupe sans démonter le moteur électrique.

- Toutes les roues sont équilibrées dynamiquement ou statiquement selon ISO 1940 degrés 6.3.

- La poussée axiale est équilibrée par le système de trous d'équilibrage de la turbine.

- Le sens de rotation est dans le sens des aiguilles d'une montre depuis l'extrémité motrice.

- En cas de demande, la bague d'usure et/ou le manchon d'arbre peut être fourni.

- Les roulements des pompes de type ECO SNT sont normalement "graissés à vie roulements à billes lubrifiés ». S'il y a une demande, lubrification à l'huile ou un roulement regraissable peut être fourni.

IV.9 Transmetteur CO2 : [38].



Figure IV. 9 : Transmetteur CO2.

IV.9.1 Présentation du produit :

L'émetteur utilise un nouveau type de technologie de vérification infrarouge pour mesurer la concentration de dioxyde de carbone. La réponse est rapide et sensible, évitant les problèmes de longévité et de dérive à long terme des capteurs électrochimiques traditionnels. Il est largement utilisé dans les serres, la floriculture, la culture de champignons comestibles, etc. qui nécessitent des occasions de surveillance du CO₂, de la température et de l'humidité. Sortie de signal analogique, 4-20mA, 0-10V, 0-5V en option. L'équipement dispose d'une alimentation électrique de 10 à 30 V et le boîtier a un niveau de protection élevé, qui peut répondre à diverses conditions difficiles sur le site.

IV.9.2 Caractéristique de la fonction :

Ce produit utilise une sonde de détection de gaz à haute sensibilité, une stabilité du signal et une grande précision. Avec une large plage de mesure, une bonne ligne, facile à utiliser, facile à installer, distance de transmission, etc.

IV.9.3 Paramètre technologique principal :

- Alimentation : 10 ~ 30V DC courant moyen : <85mA
- Plage de mesure du dioxyde de carbone : 400 ~ 5000 ppm (d'autres peuvent être personnalisés)
- Précision du dioxyde de carbone : (40 ppm 3 % Fahrenheit) (25 Celsius)
- Stabilité : <2 % F S Non-linéarité : <1 % F S.
- Temps de rafraîchissement des données : 2 secondes Temps de préchauffage : 2 minutes (disponible), 10 minutes (précision maximale)
- Effets de température : livré avec indication de sortie de température : 4-20 mA, 0-5 V, 0-10 V
- Environnement de travail de compensation : -10°C~50°C, 0-80%RH

IV.10 Système SCADA :

IV.10.1 Définition du système SCADA :

SCADA est un acronyme qui signifie le contrôle et la supervision par acquisition de données (en anglais : Supervisory Control and Data Acquisition) permettant la centralisation des données, la présentation souvent semi-graphique sur des postes de « pilotage ». Le système SCADA collecte des données de divers appareils d'une quelconque installation, puis transmet ces données à un ordinateur central, que ce soit proche ou éloigné, qui alors contrôle et supervise l'installation. Ce dernier est subordonné par d'autres postes d'opérateurs, l'allure générale d'un système SCADA est montrée sur la figure ci-dessous [41].

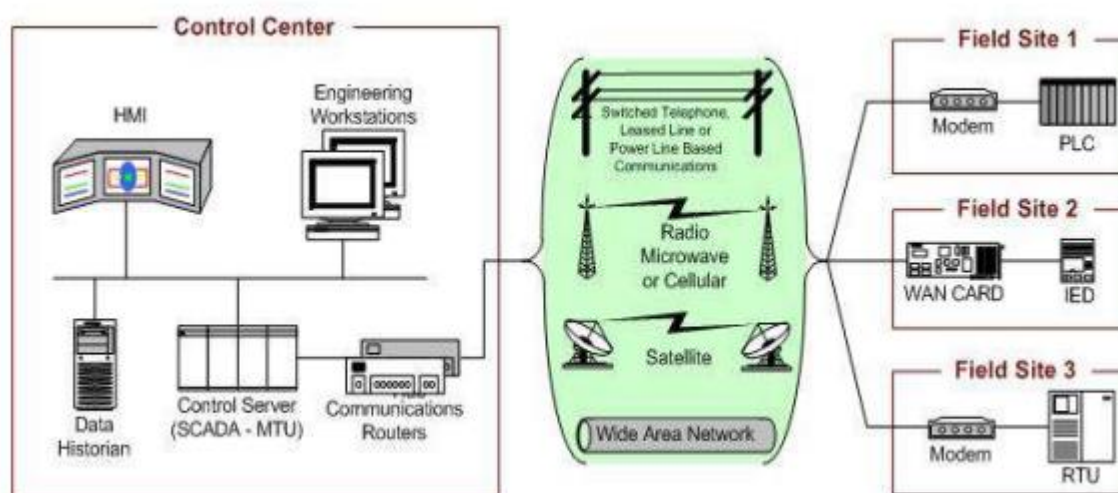


Figure IV. 10 : Schéma général d'un système SCADA [42].

IV.10.2 Eléments du système SCADA

Principalement un système SCADA se compose de :

- RTU (Remote Terminal Unit) : il sert à collecter les informations à partir de l'instrumentation du terrain et les transmettre au MTU à travers le système de communication.
- MTU (Master Terminal Unit) : il recueille les données provenant des RTU, les rend accessibles aux opérateurs via l'HMI et transmet les commandes nécessaires des opérateurs vers l'instrumentation du terrain.

- Système de communication : moyen de communication entre MTU et les différents RTU, la communication peut être par le biais de l'Internet, réseaux sans fil ou câblé, ou le réseau téléphonique public, ... etc. [43], [44].

IV.11 Programmation et supervision du système SCADA :

Sa section est subdivisée en deux parties : partie programmation sur tiaportal et partie supervision sur wincc pour le système SCADA.

La première partie consiste à concevoir un programme répondant aux fonctions principales du système de la protection incendie et installé dans une station de compression en utilisant TIAPORTAL.

IV.11.1 Création du projet :

La première étape pour faire la programmation du système, nous préparons le programme

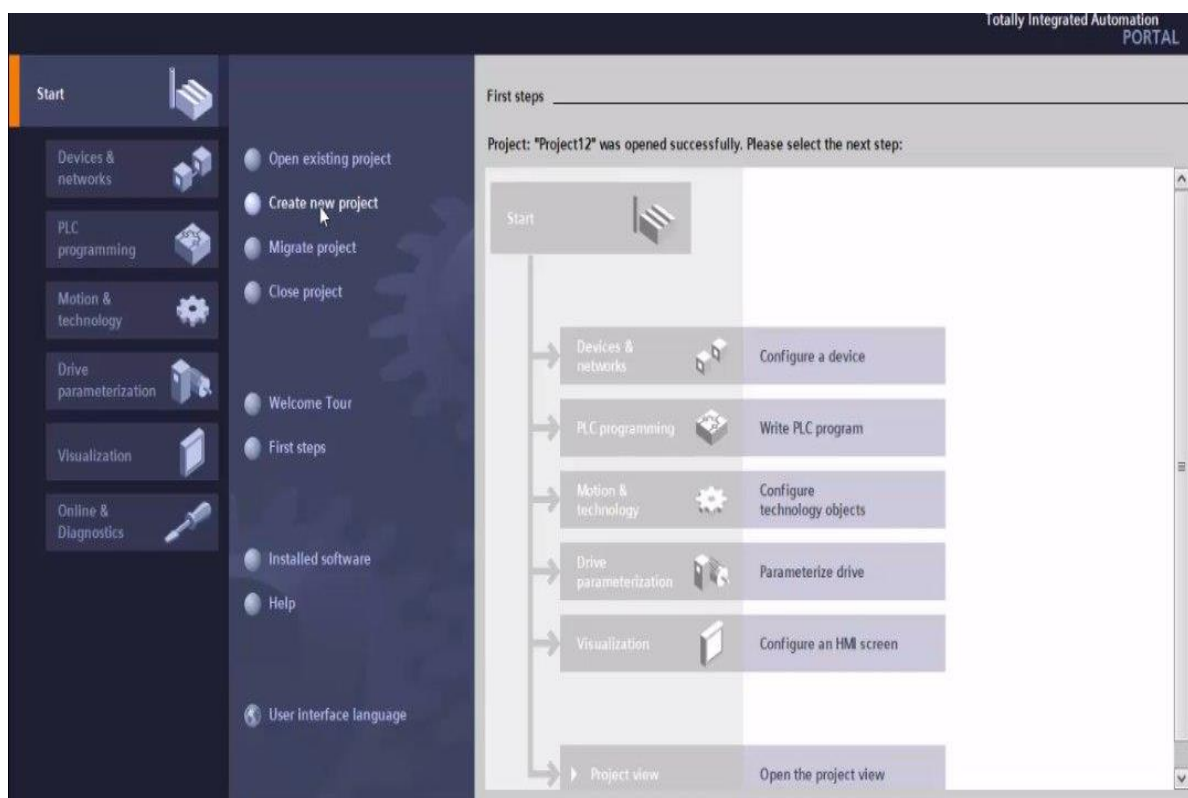


Figure IV. 11 : l'interface TIAPORTAL v16

La Figure (1) représente l'interface du programme, qui contient une arborescence (tree) des étapes pour la configuration matériel et création le programme et la visualisation HMI ou SCADA libérer le système sur l'API.

Pour terminer le projet, nous devons suivre les étapes séquentielles :

- Configurer un matériel
- Ecrire le programme API
- Configurer les objets technologiques
- Paramétrer drive
- Configure un écran HMI
- Ouvrir la vue du projet

IV.11.2 Configuration de matériel :

IV.11.2.1 Configuration matériel API :

Dans cette étape, nous choisirons l'API approprié, en fonction du type de traitement et le type de lignes de production, la précision et la qualité des opérations.

Comme nous n'avons pas de données et de valeurs réelles sur le terrain, nous choisirons un processeur qui prend en charge le système SCADA et l'écran de contrôle sera sur l'ordinateur et nous nous passerons le HMI, il s'agit de s'assurer qu'en cas d'incendie au niveau de la station, le site est exempt de la facteur humain don't nous avons besoin.

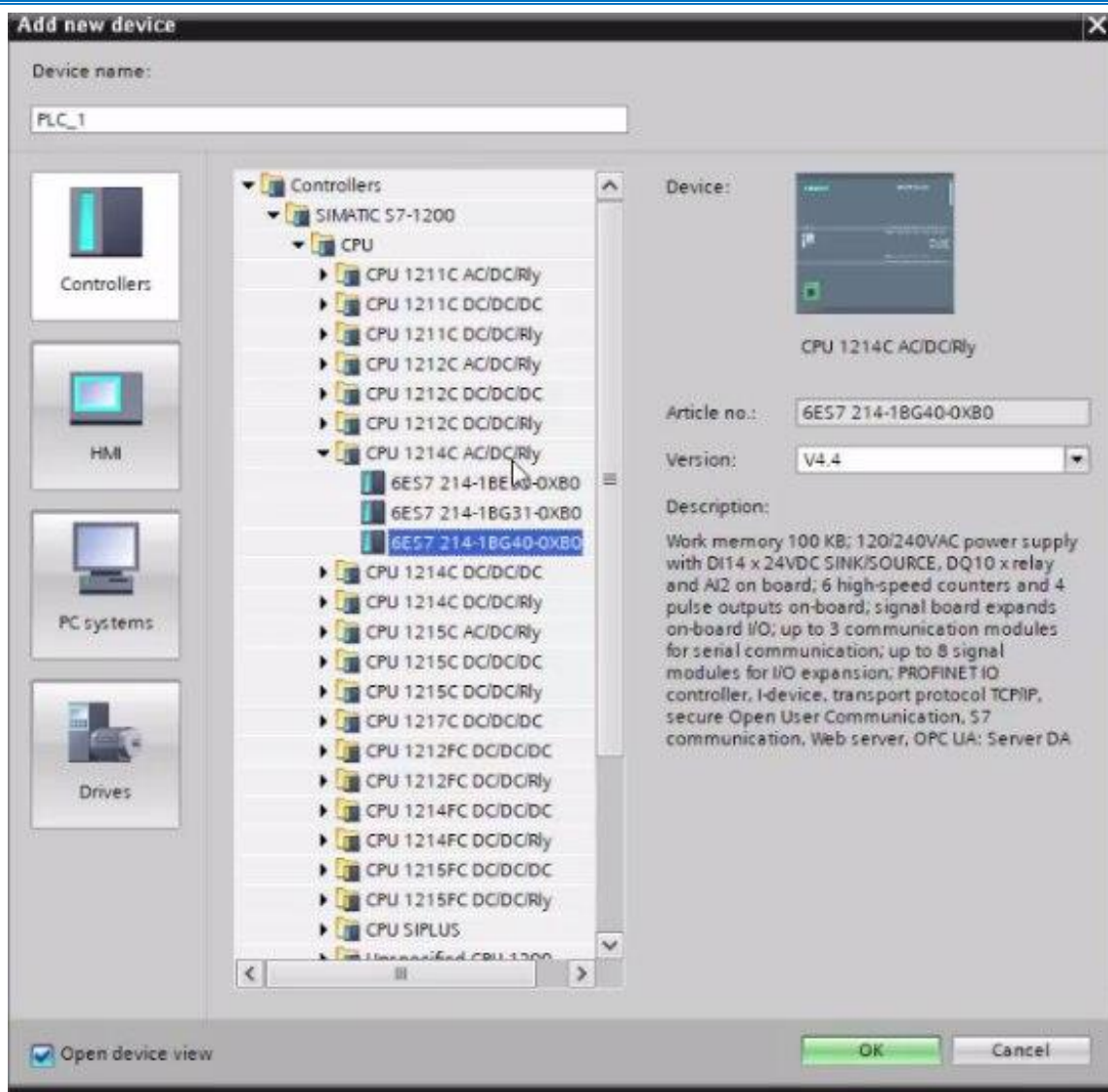


Figure IV. 12 : bibliothèque de contrôleurs

Dans la bibliothèque, nous avons choisi l'API 1214 AC/DC/RLY et le CPU (6ES7 214-1BG40-0xB0)

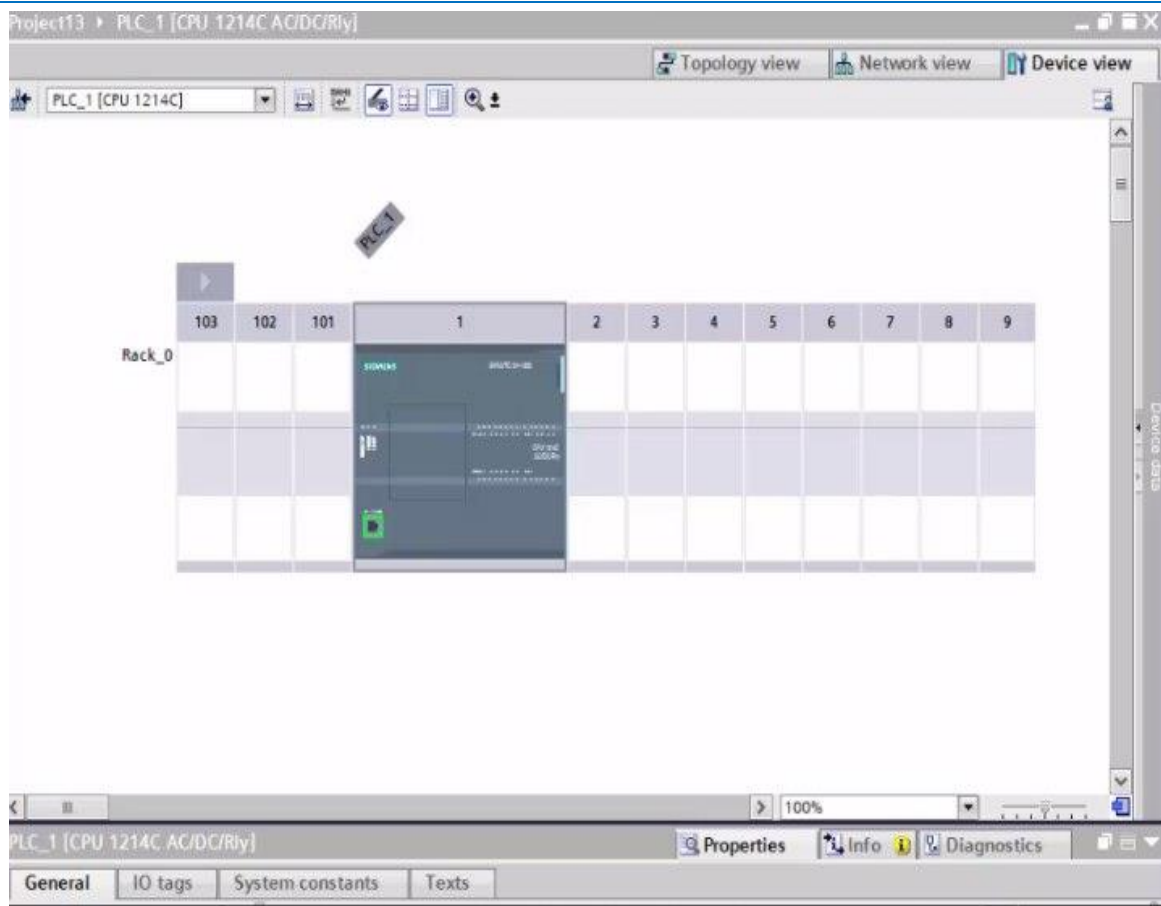


Figure IV. 13 : vue de l'appareil

Cette interface montre l'aspect réel du CPU installé sur le rack, au sol, le CPU est installé à l'intérieur de l'armoire électrique pour le protéger des dangers extérieurs et fournir un facteur de refroidissement pour réduire l'échauffement des éléments.

IV.11.2.2 Configurer la station d'ordinateur :

Dans cette étape, nous préparerons le centre de contrôle, et celui-ci sera basé sur l'ordinateur et des outils spéciaux pour connecter l'ordinateur au contrôleur API et ça se fera avec un câble Ethernet et l'adapter communication IE général et l'application WINCC RT advance

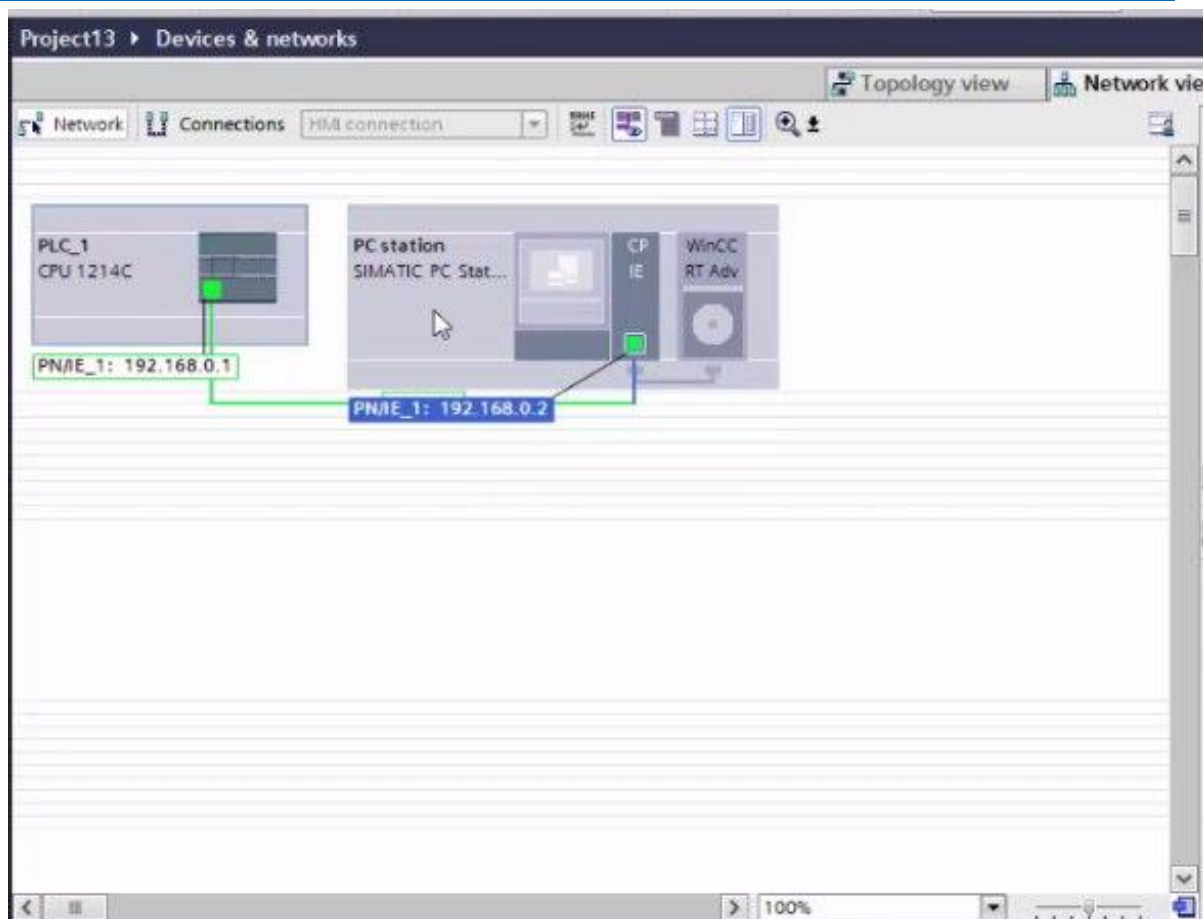


Figure IV. 14 : vue réseau et topologique sur TIAPORTAL

IV.11.3 Préparation de programme :

Cette étape consiste à faire la déclaration des entrées/sorties du programme. Pour opérantes TOR, l'adresse est débutée par "I" et la sortie par "Q" puis le numéro de l'octet de module ensuite le numéro de bit.

Nom	Type de données	Adresse
Alarme	Bool	%M2.1
Alarme_word	Word	%MW2
Input	Word	%IW64

Input_SCADA	Word	%MW0
Max_co2	Bool	%M2.0
Reset alarme	Bool	%M4.0
Tag_1	Bool	%M0.2
Tag_2	Bool	%M2.2

Tableau IV. 4 : gestion des mnémoniques

Le tableau (1) contient la déclaration des entrées/sorties utilisées dans la programmation du système.

La première colonne (nom) représente le champ des éléments, qui sont l'équipement du système de lutte contre l'incendie, et la deuxième colonne (type de données) représente le type de données, qui sont les données dont dépend le contrôleur API pour la lecture et l'exécution du programme.

La troisième colonne (adresse) représente les entrées et sorties numériques et analogiques.

IV.11.3.1 Création le programme :

Les contrôleurs logiques programmables sont destinés à être utilisés par des ingénieurs sans expérience en programmation. Pour cette raison, des langages de programmation graphiques ressemblant à un schéma de système construit avec des relais électromécaniques ont été développés et adoptés par de nombreux fabricants, puis normalisés dans la norme de programmation des systèmes de contrôle CEI 61131-3. En 2015, il est encore largement utilisé, grâce à sa simplicité.

Les 5 types de langages de programmation PLC les plus populaires sont :

- Schéma à contacts (LD)
- Diagrammes fonctionnels séquentiels (SFC)

- Diagramme de blocs fonctionnels (FBD)
- Texte structuré (ST)
- Liste d'instructions (IL)

Dans cette section, nous allons créer un programme basé sur un langage (FBD) ou diagrammes fonctionnels séquentiels voir la figure (5)

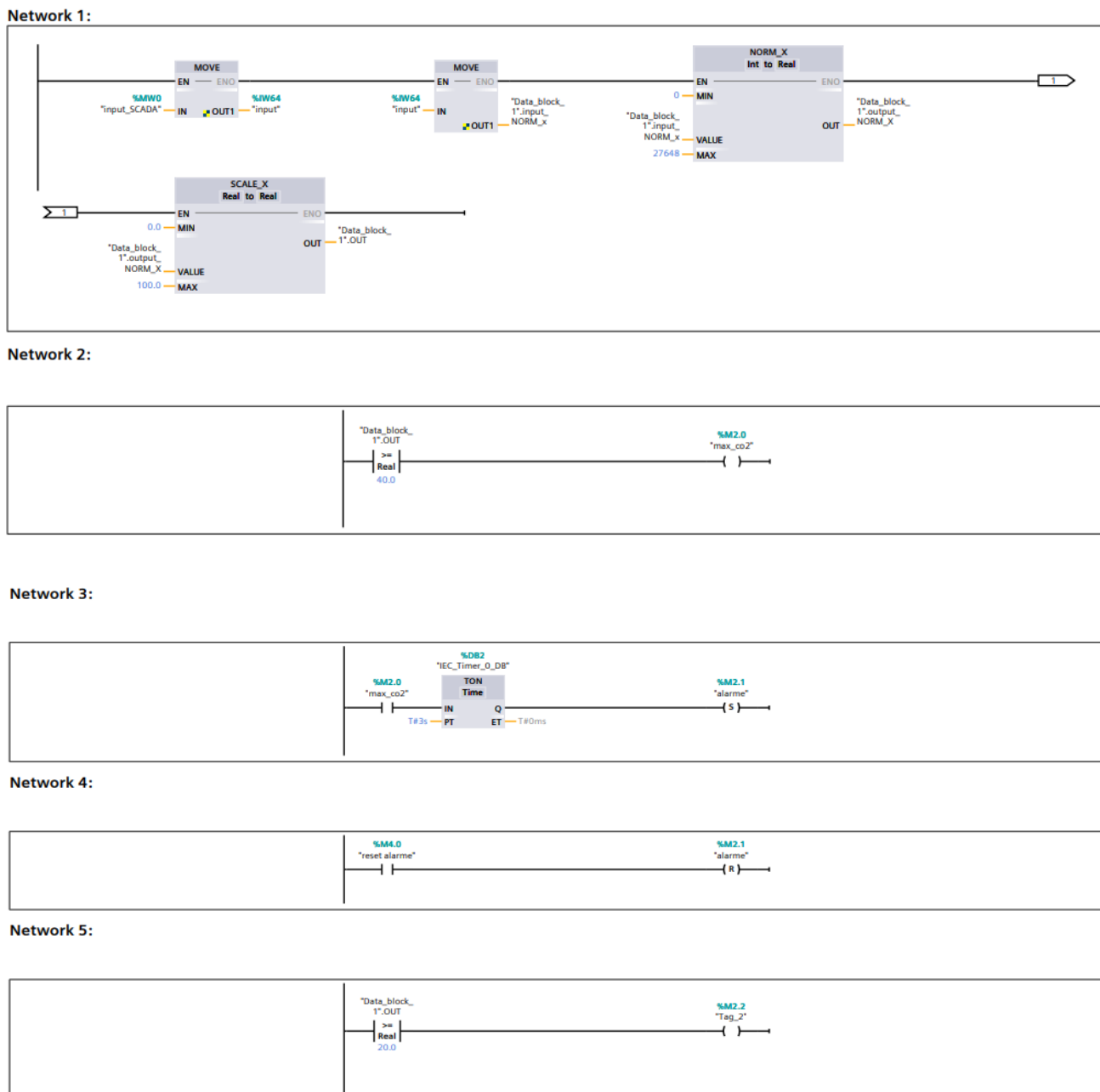


Figure IV. 15 : le programme du système incendie basé sur la langue programmation FBD

IV.12 Supervision sur TIAPORTAL :

Dans cette section, nous configurant l'interface supervision Cette partie n'en est pas moins importante dans le système car elle nous permet de voir le système d'extinction et le contrôle complet des éléments au niveau de la station de compression.

IV.12.1 Configuration la partie visualisation SCADA :

Nous préparons l'écran de contrôle des dimensions approprié pour visualiser toutes les pièces de la station de compression de gaz. Les dimensions de l'écran selon l'appareil seront la figure (1) suivante :

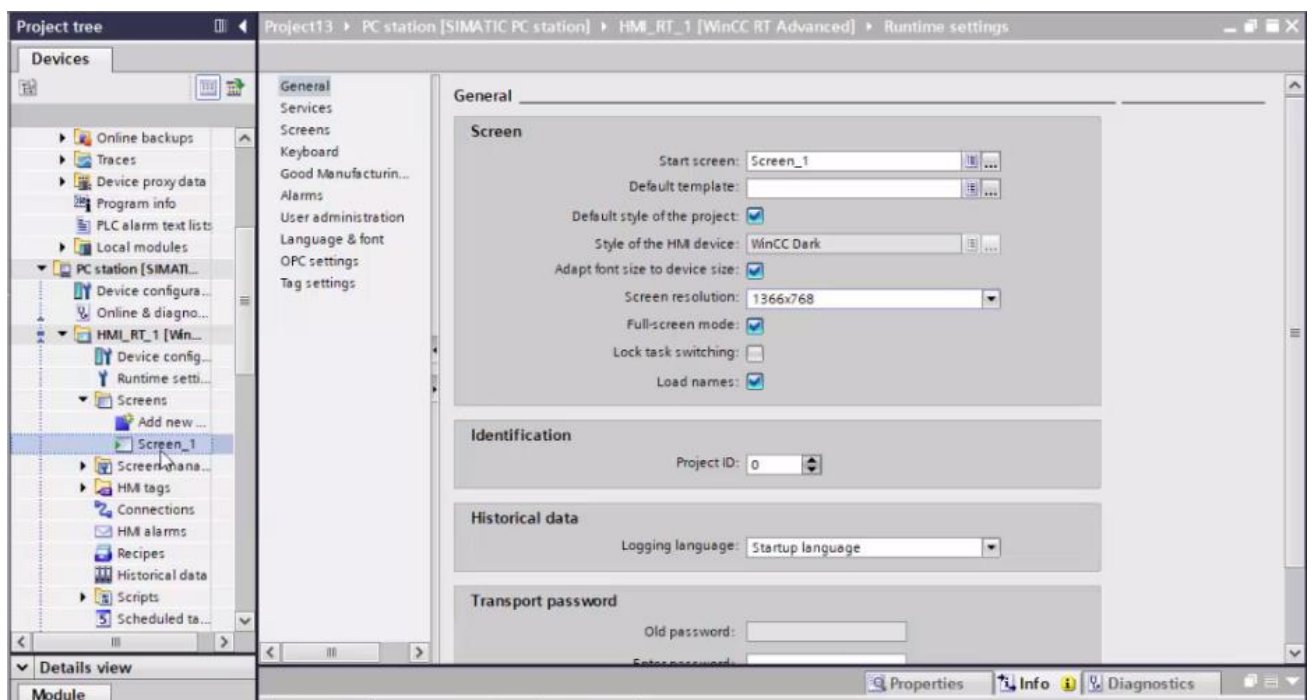


Figure IV. 16 : Configuration de l'écran système Scada sur l'ordinateur

Après avoir initialisé l'écran, on dessine le système graphiquement sur le logiciel wincc flexible Et téléchargez-le et connectez le programme sur l'automate s7-1200 et lancez-le

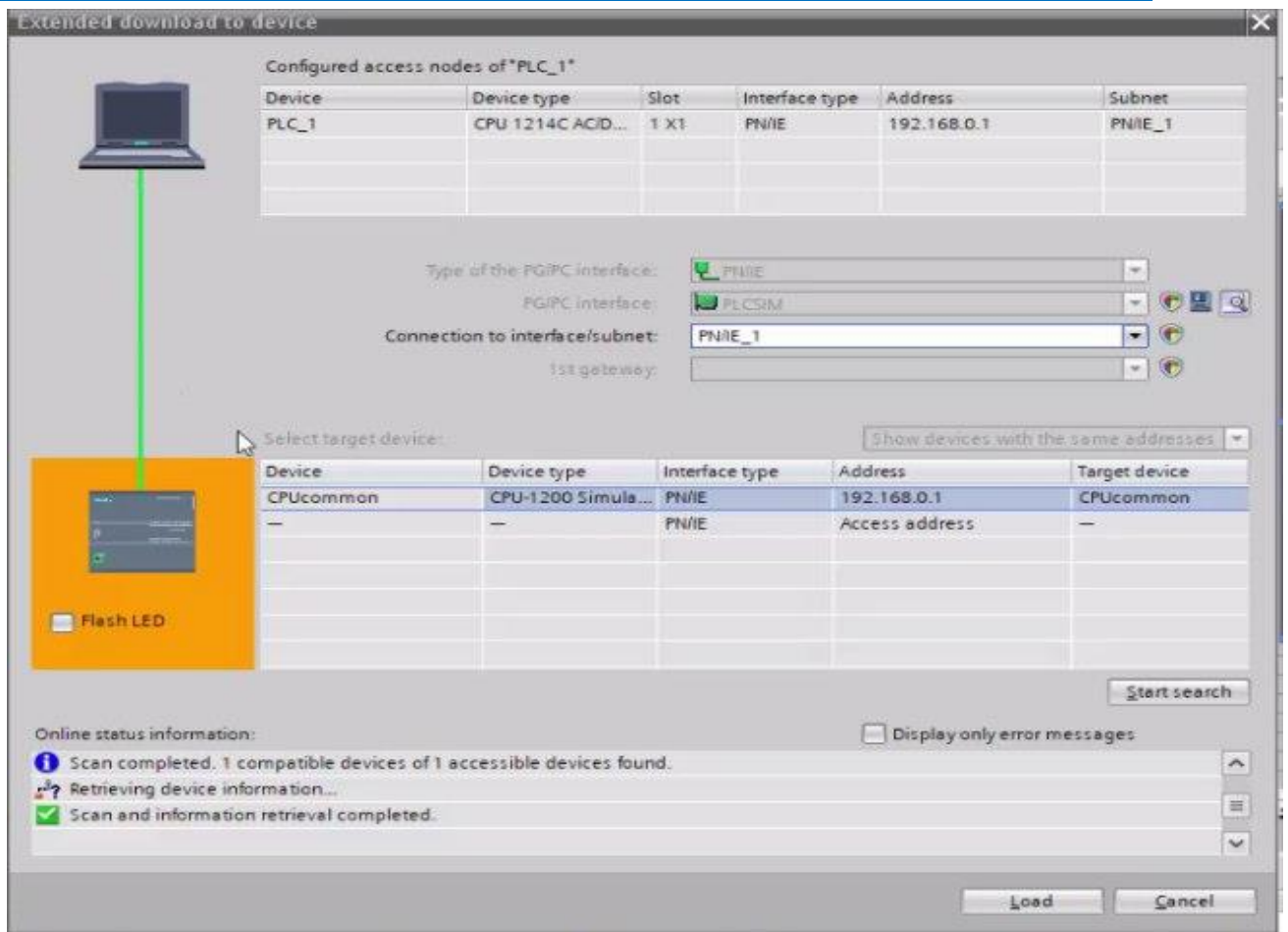


Figure IV. 17 : connectez l'ordinateur avec l'automate S7-1200

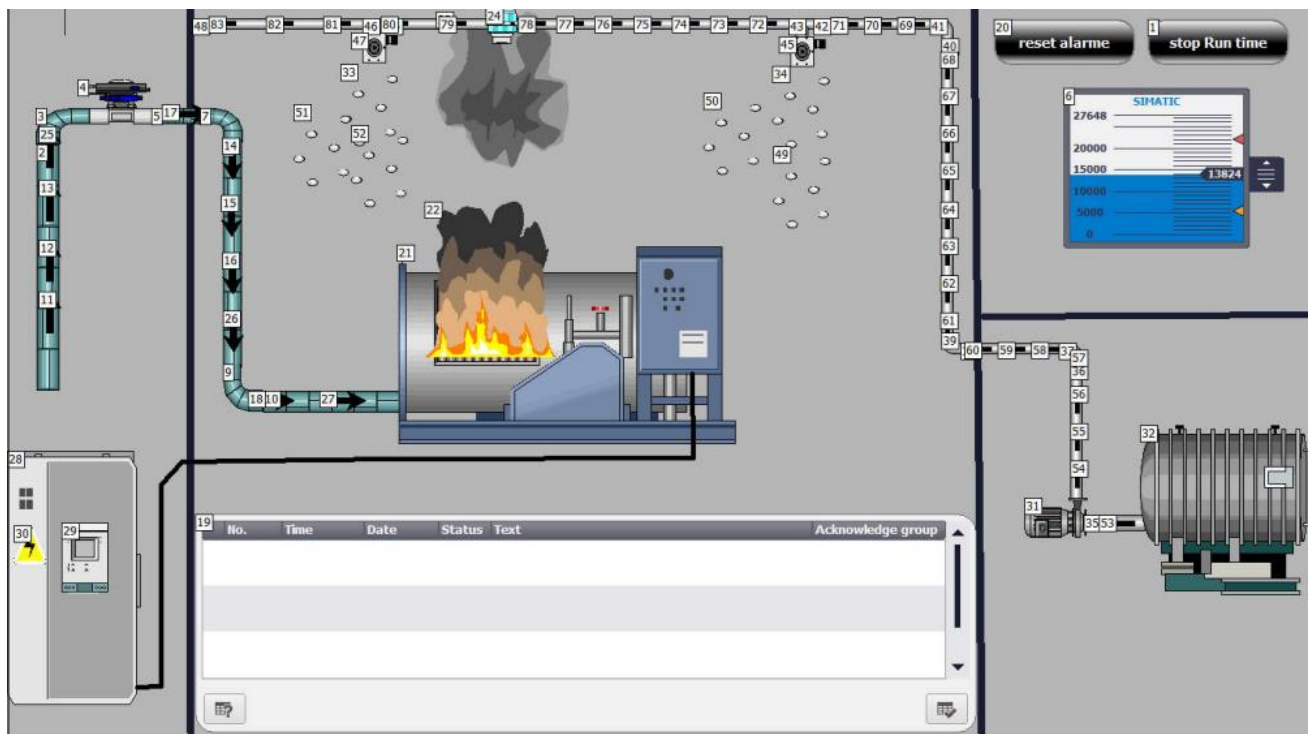


Figure IV. 18 : écran du système SCADA

L'écran contient l'interface principale du système de lutte contre l'incendie, où nous pouvons arrêter et démarrer le système en appuyant sur un bouton (stop run time) et rétablir le système En appuyant sur la bouton (reset alarme) .

Sur la figure (3) On voit que la station est en état de combustion et le système actionne la pompe et isole la station du gaz C'est en fermant la vanne

IV.13 Conclusion :

Dans ce travail, nous avons abordé de nombreux outils pour éditer un système harmonisé afin de protéger la station sous pression, en s'appuyant principalement sur le programme de simulation et en disposant les équipements de base de ce système . Le travail était purement théorique, en raison de l'impossibilité de fournir des équipements, nous étions donc satisfaits de l'aspect théorique de la libéralisation du système dans le but d'améliorer et de protéger le facteur humain pour assurer un environnement de travail adapté et sûr pour les travailleurs.

Conclusion générale

Dans un système de protection incendie, il ne suffit pas détecter et de mettre en sécurité. Il est souvent nécessaire de protéger les personnes et les biens en agissant sur le début de l'incendie même. C'est le rôle du système de sécurité incendie. Outre les dangers immédiats du feu, est la propagation aux abords même du sinistre et le risque d'explosion. Pour domestiquer et maîtriser tout début d'incendie préjudiciable, il est impératif de monter des matériels d'extinction répondant en manière immédiat et efficace au risque à couvrir. De par leur conception et leurs nombreuses options, le système de protection incendie est géré par l'automate siemens simatic S7-1200 répondent parfaitement à des multiples détections. A travers de cette étude ; nous avons touché à un travail purement technique et industriel très intéressant, et nous avons aussi appris beaucoup de choses. Nous espérons enfin, que ce travail être profitable aux promotions à venir.

Références bibliographiques

- [1] L'incendie http://fr.wikipedia.org/wiki/Incendie#Ph.C3.A9nom.C3.A8nes_thermiques_et_progressions_rapides_du_feu[http://www.Formationssiap.net/triangle -du-feu .php](http://www.Formationssiap.net/triangle-du-feu.php)
- [2] Formation_incendie.pdf
- [3] Risquesspéciaux<http://www.cofelyaximaprotectionincendie.com/risques-speciaux.html>
- [4] L'incendie http://fr.wikipedia.org/wiki/Incendie#Ph.C3.A9nom.C3.A8nes_thermiques_et_progressions_rapides_du_feu[http://www.Formationssiap.net/triangle -du-feu .php](http://www.Formationssiap.net/triangle-du-feu.php)
- [5] les-classes-de-feu3.pdf
- [6] Risquesspéciaux<http://www.cofelyaximaprotectionincendie.com/risques-speciaux.html>
- [7] « Sistemi Di Rivelazion Incendie / Gaz », Silvani spa 2013
- [8] www.wikipidia.com «Les différents types de détecteurs », Avril 2017
- [9] détecteur de fumée autonome série nb-728 [ft_nb728_detecteur_de_fumee pdf](#)
- [10] www.wikipidia.com «Les différents types de détecteurs », Avril 2017.
- [11] BADORIS - Document de synthèse relatif à une Barrière Technique de Sécurité (B.T.S.) Détecteur de flamme DRA-12-125696-06440A
- [12] www.wikipédia.com
- [13] <http://www.somesca.fr/domotique/professionnels/detectchaleur.html>
- [14]« Système de Détection Feu & Gaz et de Commande d'Extinction Eagle Quantum 7 Premier », DET-TRONICS A UTC FIRE & Security Company, Mai 2013.
- [15] Article publié par EDP Sciences et disponible sur le site <http://www.j3ea.org>
- [16] Systèmes de protection Feux et Gaz Avalable
- [17] https://www.isgintt.org/files/documents/Chapter_30fr_isgintt_062010.pdf
- [18] [https://dspace.univ-ouargla.dz/jspui/bitstream/123456789/22374/1/debbi- belaichi.pdf](https://dspace.univ-ouargla.dz/jspui/bitstream/123456789/22374/1/debbi-belaichi.pdf)
- [19] <https://dspace.univ-ouargla.dz/jspui/bitstream/123456789/17388/1/talba-messalaem.pdf>

- [20] document interne de SCS-SONATRACH Hassi R'mel.
- [21] <https://bgs.be/wp-content/uploads/2020/11/Installation-dExtinction-Automatique-CO2-1.pdf>
- [22] <https://ekselyangin.com/fr/fm200-dextinction-de-gaz.html>
- [23] https://ville.montreal.qc.ca/sim/sites/default/files/alarme_deplia_2010.pdf
- [24] <https://ville.montreal.qc.ca/sim/site> : https://ville.montreal.qc.ca/sim/sites/default/files/alarme_deplia_2010.pdf
- [25] contenu soumis à la licence CC-BY-SA. Source : Article station de compression de Wikipédia
- [26] <http://www.grtgaz.com/fr/grands-projets/projets-dinteret-commun/creation-dune-apacite-rebours-de-la-france-vers-lallemagne-a-obergailbach.html> sur grtgaz.com (consulté le 19 août 2022).
- [27] <https://www.actu-environnement.com/ae/news/biomethane-rebours-grtgaz-34434.php4>.sur actu-environnement.com, 18 novembre 2019 (consulté le 12 août 2022).
- [28] <https://www.magjournal77.fr/vie-locale/item/53867-meaux-biomethane-le-surplus-local-sera-redirige-vers-des-conduites-de-transport-nationales-video>. Sur magjournal77.fr, 21 juillet 2020 (consulté le 12 août 2020).
- [29] <https://pdfcoffee.com/cours-station-de-compresion-des-fonc-maint-pdf-free.html>
- [30] <https://fr.scribd.com/document/475413764/expose-station-de-compression-du-gaz>
- [31] <https://www.arrowengine.com/literature/compressors/vrc/73-vrc-2-compressor-operation-maintenance/file>
- [32] Henri Nussbaumer, « informatique industrielle III », Press polytechniques de Romandes1987
- [33] MICHEL Groult et Patrick Salam, Instrumentation industriel : 3eme édition
- [34] SIMATIC S7-1200 ; N° de référence E20001-A1860-P272-X-7700 , 2011.
- [35] 01 1200 Initiation à la programme du SIMATIC S7-1200.pdf

[36] André SIMON, «Automates programmables, programmation, et logique programmé », Edition L'ELANE, 1983

[37] www.bamo.fr

[38]https://www.northridgepumps.com/p_1245_north-ridge-eco-snt-oh1-long-coupled-centrifugalpump?gclid=Cj0KCQjwguGYBhDRARIsAHgRm49cYmXkx5Q5Fp9AyAr8qKEwTfawvF9Kow-mWgYuY5QZz13qqwN-DrMaAoZ-EALw_wcB

[39]<https://www.northridgepumps.com/upload/pdfs/ECO-SNT-OH1-Long-Coupled-entrifugal-Pump-English.pdf>

[40] <https://fr.aliexpress.com/i/4000956032449.html?gatewayAdapt=glo2fra>

[41] . Dale Barr, Peter Fonash «Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA)

Systems»,NationalCommunications System, Technical Information Buletin 04-10ctobre 2004.

[42] Keith Stouffer, Joe Falco, Karen Kent «Guide to Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) and Industrial Control Systems Security» NIST Special Publication800-82.

[43] David Bailey,Edwin wright «Practical SCADA for Industry», Edition Newnes2003.

[44] John Park, Steve Mackay «Practical Data Acquisition for Instrumentation and Control