

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique

Université Abderrahmane Mira

Faculté de Technologie



Département d'Automatique, Télécommunication et d'Electronique

## Projet de Fin d'Etudes



Pour l'obtention du diplôme de Master

Filière : Automatique

Spécialité : Automatique et systèmes

### Thème

Etude de mise à niveau d'un système de détection /extinction d'incendie au niveau de la station de pompage de Beni Mansour –SONATRACH basé sur l'automate programmable industriel de sécurité TRICONEX

Réalisé par :

Mr. CHEKLAT Toufik

Mr. MESSIS Tarek

Dirigé par :

Dr. A. OUARET

Mr. W. AIT KHELIFA

Examiné par :

Dr. S. AISSOU

Pr. B. MENDIL

Année universitaire : 2023/2024

# Remerciements

Nos vifs remerciements vont d'emblée à Dieu le tout puissant qui nous a doté d'une grande volonté et d'un savoir adéquat pour mener à bien cet humble travail.

Nous adressons nos remerciements tout particulièrement :

À nos chers parents, notre fierté et bien sur la source de notre réussite car ils se sont sacrifiés pour nous fournir une atmosphère de travail disposant de toutes les meilleures conditions, sans eux rien n'aurait pu être facile, que dieux nous les garde et les protège afin que l'on puisse leurs rendre un peu du beaucoup qu'ils nous ont procuré.

À notre Encadreur et Co-Encadreur en l'occurrence Dr A. OUARET et Mr. W. AIT KHELIFA pour leurs disponibilités, savoir-faire et leurs soutiens, ils nous ont inculqué une grande confiance et ils nous ont orienté dans le bon sens quant à l'élaboration de ce projet.

Aux membres du jury qui ont accepté d'évaluer notre travail, Pr. B. MENDIL et Dr. S. AISSOU

À nos très chers frères, sœurs, ami (es) et à toutes les personnes qui ont contribué à la réussite de ce travail

Enfin, nous tenons à remercier toute la promotion 2023-2024 master 2 Automatique et Systèmes. Ainsi que tous nos enseignants et les membres du département ATE de Université A/Mira, Bejaïa.

# Je dédie ce modeste travail,

À ma très chère honorable et aimable mère qui représente pour moi le symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi.

À mon très cher père. Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être. Ce travail est le fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation.

Ensemble vous avez su m'encourager et me soutenir tout au long de mes études. Je dirai donc qu'aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce que vous méritez pour tous les sacrifices que vous n'avez cessé de me faire depuis ma naissance, durant mon enfance et même à l'âge adulte. Vous représentez la lumière de mon existence et l'étoile brillante de ma réjouissance. Que dieu vous protège.

À mon cher frère et sa femme,  
À ma chère grande sœur et son mari,  
À ma chère petite sœur,  
À ma chère nièce,

T.CHEKLAT

# *Dédicace*

*Je dédie ce travail à mes très chers  
parents.*

*Vous représentez pour moi le symbole de la bonté, la source  
de la tendresse et l'exemple du dévouement et de  
l'abnégation.*

*Je vous dédie ce travail en témoignage de mon profond  
amour. Puisse Dieu, le tout puissant, vous préserver et vous  
accorder santé, longue vie et bonheur.*

*Aucun mot ne saurait exprimer l'amour, l'estime et le  
respect que j'ai toujours eu pour vous*

*A mon frère NASSIM et mes sœurs SAMIA et NAWEL*

*A mes beaux-frères MOHAMED et RANI*

*A mes oncles, tantes, cousins, cousines en particulier  
AHMED, MOURAD, FAROUK, FAIZA et ABDELAZIZ*

*A Monsieur Yahiaoui*

*A toute personne qui m'a soutenu et aidé pour réaliser  
ce travail*

*TAREK*

## Liste des abréviations

**ADC** : Analog-to-Digital Converter  
**BPCS** : Basic Process Control System  
**CEI** : Commission Electrotechnique Internationale  
**CNA** : Convertisseur Numérique-Analogique  
**CAN** : Convertisseur Analogique-Numérique  
**CPU** : Central Processing Unit  
**DML** : Direction Maintenance Laghouat  
**DMB** : Direction Maintenance Biskra  
**DCA** : Digital-to-Analog Converter  
**DDE** : Dynamic Data Exchange  
**DRGB** : Direction Régionale de Bejaia  
**ECS** : Equipement de Contrôle et de Signalisation  
**E/S** : Entrées/Sorties  
**ESD** : Emergency Shut-Down  
**GNL** : Gaz Naturel Liquéfié  
**GPL** : Gaz de Pétrole Liquéfié  
**GME** : Gazoduc Maghreb Europe  
**HSE** : Hygiène, Sécurité, Environnement  
**IEC** : International Electrotechnical Commission  
**IR** : Infra-Rouge  
**IHM** : Interface Humain-Machine  
**OVD** : Output Diagnostic Voter  
**PLC** : Programmable Logic Controller  
**RTO** : Région Transport Ouest  
**RTB** : Région Transport Bejaïa  
**RTS** : Région Transport Skikda  
**SBM** : Station de Béni Mansour  
**SIF** : Safety Instrumented Function  
**SIS** : Safety Instrumented System  
**SIL** : Safety Integrity Level  
**TRC** : Transport par canalisations  
**TMR** : Triple Modular Redundancy  
**UV** : Ultra-Violet

# Liste des tableaux

<b>Tableau I.1</b> : Niveau de sécurité inhérent d'après les normes 61508 et 61511 .....	9
<b>Tableau II.1</b> : Modules de Mesit et ses différentes fonctions .....	29
<b>Tableau II.2</b> : Les différents types de dispositifs reliés à la centrale .....	31

## Liste des figures

<b>Figure I.1</b> : Organigramme du TRC.....	4
<b>Figure I.2</b> : Canalisation de SONATRACH et la situation géographique du SBM.....	5
<b>Figure I.3</b> : Vue synoptique de la station SBM.....	6
<b>Figure I.4</b> : Détecteur optique ponctuel ESSER.....	10
<b>Figure I.5</b> : Détecteur optique linéaire ESSER.....	11
<b>Figure I.6</b> : Détecteur ionique.....	12
<b>Figure I.7</b> : Détecteur thermostatique ESSER.....	12
<b>Figure I.8</b> : Détecteur conventionnel thermo vélocimétrique.....	13
<b>Figure I.9</b> : Câble sensoriel LISTEC.....	13
<b>Figure I.10</b> : Détecteur de flamme ultraviolet ESSER.....	14
<b>Figure I.11</b> : Détecteur de flamme infrarouge.....	14
<b>Figure I.12</b> : Détecteur de flamme UV/IR.....	15
<b>Figure I.13</b> : Détecteur d'étincelles GRECON.....	15
<b>Figure I.14</b> : Pressostat.....	16
<b>Figure I.15</b> : Manomètre.....	16
<b>Figure I.16</b> : Electrovanne.....	17
<b>Figure I.17</b> : Extincteur CO <sub>2</sub> .....	17
<b>Figure I.18</b> : Dévidoir d'incendie.....	18
<b>Figure II.1</b> : Structure de système automatisé.....	19
<b>Figure II.2</b> : Structure interne d'un API.....	22
<b>Figure II.3</b> : Principe de fonctionnement d'un API.....	24
<b>Figure II.4</b> : Centrale de détection/extinction incendie existante à SBM.....	30
<b>Figure II.5</b> : Câblage des détecteurs supervisés.....	35

<b>Figure II.6</b> : Câblage thermosensible supervisés .....	36
<b>Figure II.7</b> : Communication automate avec le protocole DDE .....	36
<b>Figure III.1</b> : Architecture triplé modulaire redondante TMR.....	39
<b>Figure III.2</b> : Illustration du système de vote du Tribus .....	40
<b>Figure III.3</b> : Illustration du fond du panier du TRICON .....	41
<b>Figure III.4</b> : Circuit du processeur principal modèle 3008 .....	42
<b>Figure III.5</b> : Circuit du module d'entrée logique TMR .....	44
<b>Figure III.6</b> : Architecture d'un module d'entrée TMR .....	45
<b>Figure III.7</b> : Circuit du module de sortie logique .....	46
<b>Figure III.8</b> : Circuit de vote.....	46
<b>Figure III.9</b> : Organigramme de la décharge mousse .....	48
<b>Figure III.10</b> : Organigramme du système d'extinction .....	49
<b>Figure III.11</b> : Organigramme d'un détecteur d'hydrogène .....	50
<b>Figure III.12</b> : Programme d'extinction au CO2 via Tristation.....	53
<b>Figure III.13</b> : IHM du système d'extinction au CO2 par Intouch.....	53
<b>Figure III.14</b> : Programme d'extinction mousse sur le site .....	54
<b>Figure III.15</b> : IHM du système d'extinction à base de mousse.....	54
<b>Figure III.16</b> : Programme du gaz dangereux dans l'air.....	55
<b>Figure III.17</b> : IHM du gaz dangereux hydrogène .....	55

# Introduction générale

# Table des matières

Liste des abréviations .....	I
Listes des tableaux .....	II
Liste des figures.....	III
Introduction générale .....	1
CHAPITRE I	
I.1. Introduction.....	3
I.2. Présentation de l'entreprise.....	3
I.2.1. Sonatrach (Unité de Bejaia) .....	3
I.2.2. Transport par canalisation TRC .....	4
I.2.3. Présentation de la station de Béni Mansour .....	5
I.2.4. L'organisation de la station de Béni-Mansour SBM .....	6
I.2.5. Objectifs de la station de Béni-Mansour .....	6
I.3. Classes de feu .....	7
I.3.1. Classe A .....	7
I.3.2. Classe B .....	7
I.3.3. Classe C .....	7
I.3.4. Classe D .....	7
I.3.5. Classe F.....	7
I.4. Systèmes instrumentés de sécurité .....	7
I.4.1. Fonction instrumentée de sécurité SIF.....	7
I.4.2. Système instrumenté de sécurité SIS .....	7
I.5. Notions sur la sécurité fonctionnelle des procédés .....	8
I.5.1. Définition .....	8
I.5.2. Les normes CEI 61508 et CEI 61511 .....	8
I.5.2.1. Norme CEI 61508 .....	8
I.5.2.2. Norme CEI 61511 .....	8
I.5.3. Niveau d'intégrité de la sécurité .....	8
I.6. Système de détection d'incendies existant .....	9
I.6.1. Un capteur .....	9
I.6.2. La partie traitement.....	9
I.6.3. La partie transmission.....	9
I.6.4. Les détecteurs optiques de fumée .....	10
I.6.4.1. Le détecteur optique ponctuel .....	10
I.6.4.2. Le détecteur optique linéaire .....	11
I.6.4.3. Détecteur ionique .....	11
I.6.5. Les détecteurs de chaleur .....	12
I.6.5.1. Le détecteur thermostatique .....	12
I.6.5.2. Détecteur thermo vélocimétrique .....	12
I.6.5.3. Les câbles avec capteurs thermiques .....	13
I.6.6. Les détecteurs de flammes .....	13
I.6.6.1. Le détecteur de flamme ultraviolet .....	13
I.6.6.2. Le détecteur de flamme infrarouge .....	14
I.6.6.3. Le détecteur de flamme infrarouge/ultraviolet .....	14
I.6.6.4. Le détecteur d'étincelle .....	15

I.7. Les actionneurs .....	15
I.7.1. Pressostat .....	15
I.7.2. Manomètre .....	16
I.7.3. Electrovanne .....	16
I.8. Système d'extinction d'incendie .....	17
I.8.1. Extincteur CO <sub>2</sub> .....	17
I.8.2. Dévidoirs d'incendie .....	17
I.8.3. Extincteur à mousse expansive .....	18
I.9. Conclusion .....	18

## CHAPITRE II

II.1. Introduction .....	19
II.2. Système automatisé .....	19
II.2.1. Structure d'un système automatisé .....	19
II.2.1.1. Définition .....	19
II.2.1.2. Partie opérative .....	20
II.2.1.3. Partie commande .....	20
II.2.1.4. Poste de contrôle .....	20
II.2.2. Les types de traitement des informations existants .....	20
II.2.2.1. Logique câblée .....	20
II.2.2.2. Logique programmée .....	20
II.3. Cahier des charges .....	21
II.4. Les automates programmables industriels .....	21
II.4.1 Nature des informations traitées par l'automate .....	21
II.4.1.1. Tout ou rien TOR .....	21
II.4.1.2. Analogique .....	21
II.4.1.3. Numérique .....	21
II.4.2. Programmation des automates .....	21
II.4.3. Architecture des automates .....	22
II.4.3.1. Aspect extérieur .....	22
II.4.3.1.1. Type compact .....	22
II.4.3.1.2. Type modulaire .....	22
II.4.3.2. Structure interne .....	22
II.4.3.2.1. Module d'alimentation .....	23
II.4.3.2.2. Unité centrale .....	23
II.4.3.2.3. Le bus interne .....	23
II.4.3.2.4. Mémoires .....	23
II.4.3.2.5. Interfaces d'E /S .....	23
II.5. Principe de fonctionnement d'un automate programmable industriel .....	23
II.5.1. Lecture (Photographie des entrées) .....	24
II.5.2. Traitement (exécution de programme) .....	24
II.5.3. Ecriture (mise à jour des sorties) .....	24
II.6. Les modules de l'automate .....	25
II.6.1. Les module d'entrées .....	25
II.6.1.1. Les cartes d'entrées logiques .....	25
II.6.1.2. Les cartes d'entrées analogique .....	25
II.6.2. Les modules de sorties .....	26
II.6.2.1. Les cartes de sorties logiques .....	26
II.6.2.2. Les cartes de sorties analogiques .....	26

II.7. Alimentation de l'automate .....	26
II.8. Domaines d'emploi des automates.....	26
II.9. Critère de choix d'un API.....	27
II.10. Les avantages et les inconvénients .....	27
II.11. Description du système de détection et extinction de la Station Béni Mansour SBM ...	28
II.11.1. Vue globale du système .....	28
II.11.2. La centrale de détection/extinction d'incendie .....	29
II.12. Les dispositifs du système de détection/extinction .....	30
II.13. Le Système de Détection et D'extinction de la Sous Station Électrique.....	31
II.13.1. Composition du Système .....	31
II.13.2. Philosophie de Fonctionnement.....	32
II.13.2.1. En automatique .....	32
II.13.2.2. En manuel .....	32
II.13.2.3. En local .....	32
II.14. Les différents types d'équipement existant à la SBM .....	33
II.14.1. Les détecteurs .....	33
II.14.2. Les détecteurs de fumée .....	33
II.14.3. Les pressostats de détection de la décharge CO2 .....	33
II.14.4. Les détecteurs de température .....	33
II.14.5. Les détecteurs Spectrex 20/20LB .....	33
II.14.6. Les pressostats de détection de la décharge mousse .....	34
II.14.7. Les boutons d'alarmes (déclencheurs manuels) .....	34
II.14.8. Les détecteurs de gaz .....	34
II.14.9. Les actionneurs .....	34
II.14.10. Les vannes déluge .....	34
II.15. Câblage des détecteurs .....	34
II.16. TriStation 1131 et logiciel de supervision.....	36
II.16.1. Description de l'application Tristation et des vues de supervision InTouch.....	36
II.16.2. Caractéristiques de Tristation 1131 .....	36
II.17. Conclusion .....	37

### CHAPITRE III

III.1. Introduction .....	38
III.2. TRICONEX .....	38
III.3. Architecture Triplée Modulaire Redondante TMR .....	38
III.4. Les bus du système Tricon .....	40
III.4.1. Le TRIBUS.....	40
III.4.2. Le bus E/S .....	40
III.4.3. Le bus de communication .....	40
III.4.4. Distribution de l'alimentation .....	41
III.5. Configuration du système .....	41
III.5.1. Châssis principal .....	41
III.5.2. Châssis d'extension / Châssis RXM.....	41
III.6. Circuit du châssis du processeur principale .....	42
III.6.1. Diagnostics des processeurs principaux.....	42
III.7. Modules d'entrées .....	43

III.7.1. Modules d'entrées logiques .....	43
III.7.2. Modules d'entrées analogiques .....	44
III.8. Modules de sorties.....	45
III.8.1. Modules de sorties logiques .....	45
III.8.2. Modules de sorties analogique .....	47
III.9. Organigramme et logique de fonctionnement .....	47
III.9.1. Système d'extinction à mousse .....	47
III.9.2. Système d'extinction au CO2 .....	48
III.9.3. Gaz dangereux dans l'air.....	49
III.10. Equations du système .....	50
III.10.1. Equations d'extinction à base de mousse.....	50
III.10.2. Equations d'extinction au CO2 .....	51
III.10.3. Equations du gaz dangereux dans l'air.....	52
III.11. Programmation et IHM .....	52
III.12. Interprétation des résultats .....	55
III.13. Conclusion .....	56

Conclusion générale .....	57
---------------------------	----

## Référence bibliographique

## Introduction générale

L'automatisation est un procédé important et indispensable dans l'industrie moderne. D'une part, elle permet de réduire les tâches complexes et fastidieuses pour les humains. D'autre part, elle peut améliorer l'efficacité afin d'augmenter la productivité et réduire les temps d'arrêt ; tout en maintenant un coût réduit avec une sécurité et une précision accrue. Et enfin l'automatisation contribue à une flexibilité et adaptabilité face aux changements de production et aux nouvelles exigences du marché ; en assurant une surveillance et un contrôle en temps réel dans le but de détecter les anomalies pour une intervention rapide, sans oublier qu'elle peut remplacer la logique d'un système connectée par de simples appareils électroniques afin de programmer selon les besoins.

Les installations industrielles, notamment celles travaillant dans le domaine de l'énergie sont constamment exposées au risque d'incendie. C'est pour quoi elles doivent installer des systèmes de détection et d'extinction pour réduire les risques d'incendie afin de procéder à une intervention rapide.

Notre travail est basé sur l'étude de mise à niveau de l'automate de sécurité MESIT de la station de Beni Mansour et le remplacer par Triconex qui nécessite une programmation à l'aide de logiciel Tristation1131 lié à son logiciel de supervision Intouch.

Cette étude est organisée en trois chapitres :

Le **premier chapitre** est consacré pour la présentation de l'entreprise SONATRACH avec la station de Beni Mansour, et la mention des différentes catégories d'incendies. A mettre en exergue la sécurité fonctionnelle incluse dans la sécurité industrielle ainsi que les normes de sécurité et également les divers équipements de détection d'incendie existant.

Le **deuxième chapitre** vise à exposer les Automates programmables Industriels ainsi que leurs structures, architecture, modules, alimentation, domaine d'emploi et leurs critères de choix. A faire la description des prises en charges des modules de l'automate obsolète Mesit, et les fonctions de chaque capteur et actionneur existants à la station de Beni Mansour . Ce chapitre est finalisé par une brève mention du logiciel Tristation 1131 et sa liaison avec son logiciel de supervision Intouch.

Le **troisième chapitre** est réservé à la présentation du fonctionnement de l'automate de sécurité Triconex, la configuration du système, les divers modules et circuits de ses derniers. Ce chapitre démontre également les organigrammes et la logique de fonctionnement des détecteurs et actionneurs du système de détection et d'extinction d'incendie appliqué dans la programmation via le logiciel Tristation et Intouch.

Enfin, nous clôturons ce travail par une conclusion générale et les perspectives envisagées.

# CHAPITRE I

Présentation de l'entreprise et  
analyse du système de détection  
d'incendie existant

## **I.1. Introduction**

Dans ce chapitre, nous allons présenter l'entreprise SONATRACH qui est une Société national pour la recherche, la production, le transport, la transformation et la commercialisation des hydrocarbures. Nous avons également mis en évidence les différents capteurs et actionneurs du système de détection et d'extinction d'incendies existant.

## **I.2. Présentation de l'entreprise**

Depuis 60 ans, SONATRACH joue pleinement son rôle de locomotive de l'économie national. Sa mission est de prévaloir les importantes réserves en hydrocarbure de l'Algérie. Cet acteur majeur de l'industrie pétrolière, surnommé la major Africaine, tire sa force de sa capacité à son intégrité en tant que groupe sur toute la chaîne de valeur des hydrocarbures.

En amont, SONATRACH opère, en effort propre ou en partenariat avec des compagnies pétrolières étrangères, des gisements parmi les plus importants du monde dans différentes régions du Sahara Algérien : Hassi Messaoud, Hassi R'Mel, Hassi Berkine, Ourhoud, Tin Fouyé Tabankort, Rhourde Nouss, In Salah et In Amenas.

En matière de transport, le Groupe dispose d'un réseau de canalisations extrêmement dense qui s'étend aujourd'hui sur près de 22 000 kilomètres sur le territoire national. La Compagnie a également aménagé quatre ports pétroliers de chargement d'hydrocarbures : Alger, Arzew, Bejaia et Skikda afin de permettre le chargement et le déchargement de gros tankers d'une capacité de 80 000 à 320 000 Tonne métrique TM et de méthaniers.

En aval, SONATRACH compte six raffineries en activité sur le territoire et deux complexes pétrochimiques, quatre complexes de liquéfaction Gaz Naturel Liquéfié GNL et deux complexes de séparation Gaz de Pétrole Liquéfié GPL [1].

### **I.2.1. SONATRACH (Unité de Bejaia)**

La direction régionale de Bejaia DRGB située à 2Km au Sud-ouest de la ville Bejaia, est l'une des cinq directions régionales de Transport par canalisations TRC des hydrocarbures, situé au nord de la ville, son travail est le transport, le stockage, et la livraison des hydrocarbures liquides et gazeux de la région centre à travers les pipelines :

- 1) L'oléoduc « Haoud El Hamra »
- 2) L'oléoduc Béni Mansour
- 3) Gazoduc « Hassi R'mel »

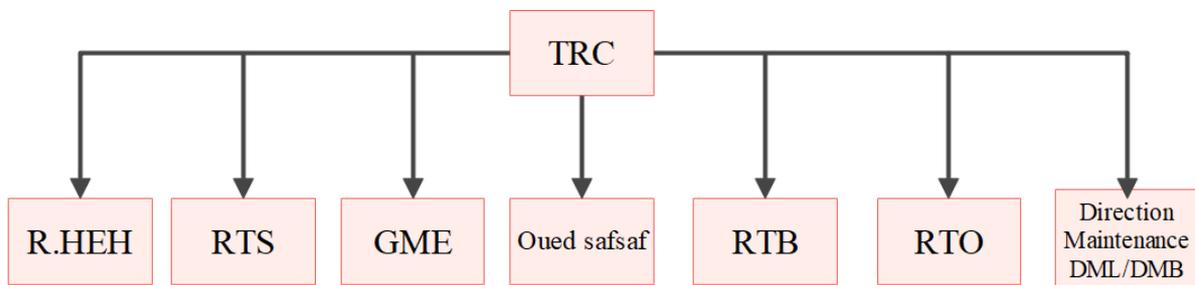
## I.2.2. Transport par canalisation TRC

Au sein du groupe SONATRACH l'activité Transport par Canalisation TRC est en charge du cheminement des hydrocarbures (pétrole brut, gaz et condensat) depuis les zones de productions jusqu'aux zones de stockage, de complexes GNL et GPL, raffineries, pétroliers et pays d'exportation. L'activité TRC est chargée de définir, de réaliser, d'exploiter, d'assurer la maintenance et de faire évoluer le réseau de canalisation et les différentes installations qui s'y attachent. Dans ses activités, le TRC est en conditions optimales de qualité de sécurité et de respect de l'environnement.

Les capacités du TRC sont de 320 millions de tonnes équivalent pétrole. Le TRC dispose de 31 canalisations d'une longueur de 16000 km dont deux canalisations intercontinentales de gaz naturel :

- L'une vers l'Italie via la Tunisie
- L'autre vers l'Espagne

Un programme intensif d'extension et du réseau lancé par TRC qui portera la longueur totale à 22.000 km. La figure I.1 illustre l'organigramme du TRC.



**Figure I.1 :** Organigramme du TRC

**TRC :** Transport par Canalisation

**DML :** Direction Maintenance Laghouat

**DMB :** Direction Maintenance Biskra

**RTO :** Région Transport Ouest

**RTB :** Région Transport Bejaïa

**GME :** Gazoduc Maghreb Europe

**RTS :** Région Transport Skikda

**HEH :** Haoud El Hamra

### I.2.3. Présentation de la station de Béni Mansour

La station de pompage de Béni Mansour SBM se situe dans la commune de Ath Mansour, daïra de M'chedallah, à environ 50 km à l'est de la wilaya de Bouira et environ de 107 Km au sud-ouest de la wilaya de Bejaia, le site s'étend sur la superficie de 71525 m<sup>2</sup> dont 53625 m<sup>2</sup> pour la station de pompage.

La SBM est alimentée par un nouveau piquage sur le pipeline OB1 véhiculant du pétrole brut de site Haoud El hamra vers le terminal pétrolier de Bejaia. Cette déviation sur OB1 permet via la station de pompage de Béni-Mansour d'alimenter la raffinerie de Sidi-Arcine située au voisinage d'Alger par le nouveau pipeline 20''D.OG1.

La station de pompage de Béni-Mansour doit assurer un débit pouvant atteindre 650 m<sup>3</sup>/h pour une pression de 68 bars.

La figure I.2 illustre le plan de canalisation de SONATRACH.

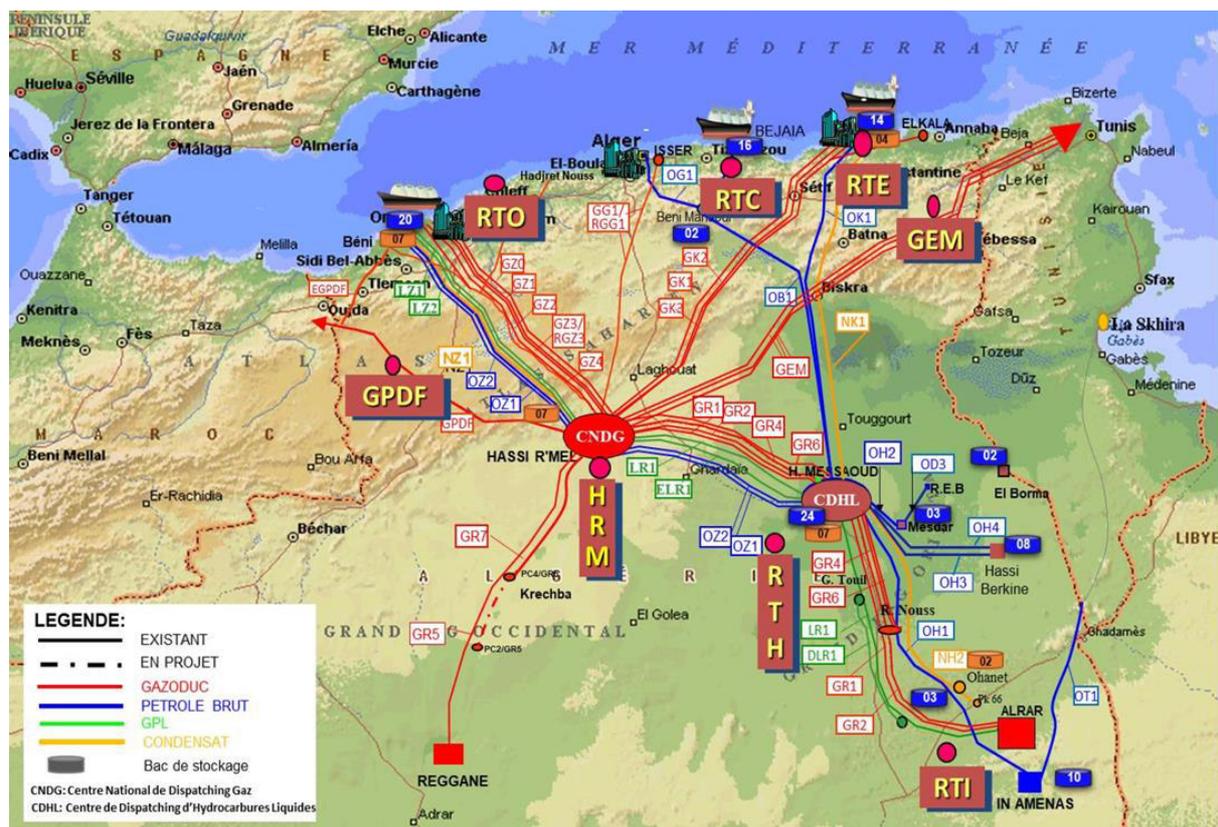


Figure I.2 : Canalisation de SONATRACH et la situation géographique du SBM

#### I.2.4. L'organisation de la station de Béni-Mansour SBM

La station de Béni-Mansour est gérée par un responsable du site dit le Chef de Groupe de la station et sous sa coupe six sections qui sont :

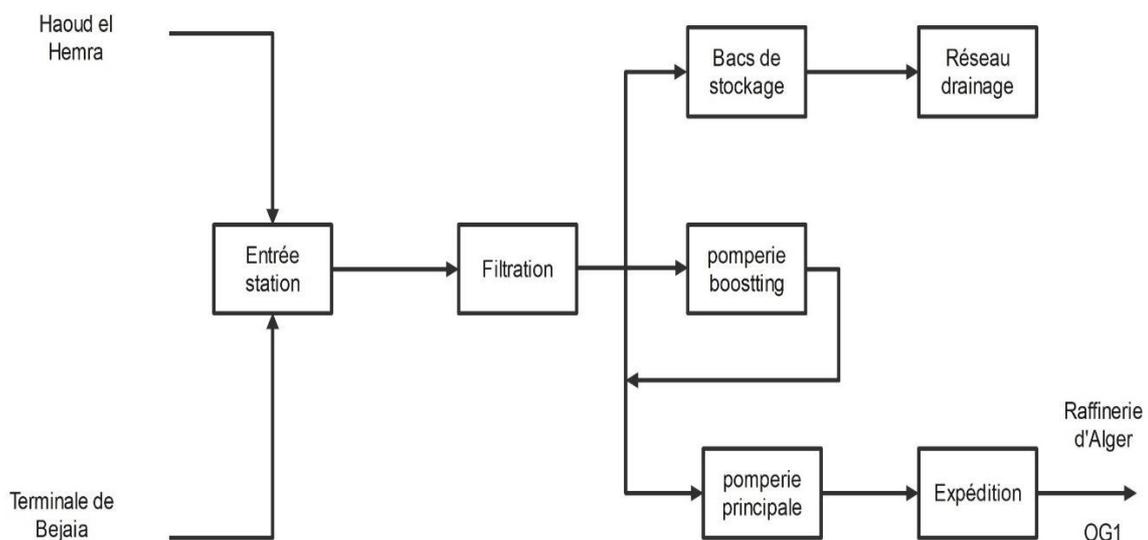
- Exploitation (exploitation des équipements).
- La maintenance (la réparation et le maintien des équipements en bon état de marche).
- HSE (la sécurité des équipements, du personnel et la préservation de l'environnement).
- Travaux (la réparation des fuites sur manifold, à l'intérieur de la station et le nettoyage des lieux contaminé).
- Gestion (la gestion du personnel et du matériel).
- Moyens généraux (la gestion du restaurant et de l'hôtel)

#### I.2.5. Objectifs de la station de Béni-Mansour

Les objectifs de la station sont :

- Le pompage du pétrole brut vers la raffinerie d'Alger (Sidi-Arcine). Pour cela, elle doit assurer un débit suffisant pour répondre aux besoins de cette unité. Pour réaliser cet objectif, les groupes électropompes de la station sont dimensionnés pour développer une pression afin de vaincre le point culminant.
- Assurer un débit continu avec une pression bien déterminée selon la demande des terminaux ou bien exigence de la station.
- Contrôle du passage du brut vers le terminal pétrolier de Bejaia [2].

La figure I.3 représente une vue globale de la SBM.



**Figure I.3 :** Vue synoptique de la station SBM

### **I.3. Classes de feux**

Les différentes classes de feux sont les suivantes :

#### **I.3.1. Classe A**

Caractérise les feux secs. Il s'agit de matériaux solides dont la combustion forme des braises (bois, papier, tissu...) Leurs combustions est soit vive avec flamme ou lente avec formation de braise (feu couvant).

#### **I.3.2. Classe B**

Caractérise les feux gras. Il s'agit des liquides et des solides liquéfiables (hydrocarbures, goudron, graisse, peinture...) Ils flambent ou s'éteignent, mais ne couvent pas. En revanche, il peut y avoir un rallumage brutale tant que la température avoisine celle de l'auto inflammation. C'est pourquoi, l'extinction complète ne peut être obtenue qu'après refroidissement.

#### **I.3.3. Classe C**

Caractérise les feux de gaz (gaz naturel, GPL, butane...). Leur mise à feu s'accompagne généralement d'une explosion.

#### **I.3.4. Classe D**

Caractérise les feux de métaux. Leur combustion est violente et très lumineuse.

#### **I.3.5. Classe F**

Caractérise les feux liés aux auxiliaires de cuisson.

### **I.4. Systèmes instrumentés de sécurité**

#### **I.4.1. Fonction instrumentée de sécurité SIF**

Une fonction instrumentée de sécurité est l'ensemble des composants conçus pour exécuter une tâche spécifique de sécurité en cas de survenue d'un danger spécifique. Les fonctions de sécurité sont déterminées à partir de l'étude des dangers et des risques.

#### **I.4.2. Système instrumenté de sécurité SIS**

Un système instrumenté de sécurité est l'ensemble des fonctions instrumentées de sécurité conçu pour amener un processus industriel dans des conditions sûres lorsque des conditions dangereuses sont détectées. Ces systèmes servent de couches additionnelles contre les dommages qui peuvent se produire sur les équipements du process.

Un des défis inhérents à la conception des SIS est de trouver un compromis entre le maximum de sécurité et le coût minimal. Un SIS doit être suffisamment performant sans compromettre la raison d'être de l'usine qui est la production. C'est pour cette raison qu'on parle de réduire le risque à un niveau acceptable.

## **I.5. Notions sur la sécurité fonctionnelle des procédés**

### **I.5.1. Définition**

Selon la norme IEC 61511, la sécurité fonctionnelle est le sous-ensemble de la sécurité globale se rapportant au processus et au Basic Process Control System BPCS, qui dépend du fonctionnement correct du SIS (Safety Instrumented System) et d'autres barrières de protection. En d'autres termes, la sécurité fonctionnelle est la réduction des risques fournie par les fonctions mises en œuvre afin de garantir l'exploitation sécurisée du procédé.

### **I.5.2. Les normes CEI 61508 et CEI 61511**

#### **I.5.2.1. Norme CEI 61508**

L'intégrité des systèmes de contrôle électronique CEI est une norme générique qui s'applique à tous les systèmes électriques, électroniques ou électroniques programmables liés à la sécurité indépendamment de leur utilisation ou de leur application. Elle concerne les problèmes de procédé et les défaillances du système. Elle permet une gestion systématique de la sécurité des procédés basée sur les risques. Elle part du principe que des fonctions de sécurité doivent être fournies afin de réduire ces risques. Ensemble, les fonctions de sécurité peuvent constituer un système instrumenté de sécurité SIS, et leur conception ainsi que leur fonctionnement doivent reposer sur une évaluation des risques présents.

#### **I.5.2.2. Norme CEI 61511**

Elle porte sur la gestion de la sécurité pendant la durée de vie d'un système, de la conception jusqu'à la mise hors service. Elle décrit les activités en rapport avec la spécification, la mise au point, le fonctionnement ou la maintenance d'un SIS.

### **I.5.3. Niveau d'intégrité de la sécurité**

SIL (Safety Integrity Level) est une manière de classer la fiabilité d'une fonction instrumentée de sécurité SIF est d'utiliser une échelle numérique d'un à « quatre » ou le quatre représente la fiabilité maximale et le « un » une fiabilité modérée.

Le tableau I.1 représente la marge de manœuvre du SIL :

**Tableau I.1** : Niveau de sécurité inhérent d'après les normes 61508 et 61511

SIL	Probabilité moyenne de défaillance par an	Facteur de réduction des risques	Probabilité moyenne de défaillance par heure
SIL 4	$\geq 10^{-5}$ et $< 10^{-4}$	100000 jusqu'à 10000	$\geq 10^{-9}$ et $< 10^{-8}$
SIL 3	$\geq 10^{-4}$ et $< 10^{-3}$	10000 jusqu'à 1000	$\geq 10^{-8}$ et $< 10^{-7}$
SIL 2	$\geq 10^{-3}$ et $< 10^{-2}$	1000 jusqu'à 100	$\geq 10^{-7}$ et $< 10^{-6}$
SIL 1	$\geq 10^{-2}$ et $< 10^{-1}$	100 jusqu'à 10	$\geq 10^{-6}$ et $< 10^{-5}$

Le SIL représente le niveau de fiabilité de la fonction de sécurité et non celui des composants individuels de la fonction. Le SIL de chaque composant doit être au minimum égal à celui de la fonction SIF ou il est intégré et le SIL de l'automate doit être égal à celui de la fonction qui a le SIL maximal [3].

## I.6. Système de détection d'incendies existant

Un détecteur à incendie a pour objectif de détecter un départ de feu de manière préventive et d'envoyer une information à l'Équipement de Contrôle et de Signalisation ECS. Il est généralement composé de 3 parties :

### I.6.1. Un capteur

Il mesure le changement d'un paramètre (fumée, température, flamme) pour lequel il est conçu et il transforme le changement en un signal électrique.

### I.6.2. La partie traitement

Elle analyse les informations captées pour distinguer les différents états (veille, dérangement, alarme).

### I.6.3. La partie transmission

Elle envoie l'information des états vers l'ECS et peut transmettre aussi son identification pour savoir immédiatement quel détecteur est en alerte.

Les détecteurs doivent respecter des normes de fabrication pour résister à l'environnement humidité, changements de température, changements de tensions et surtout pour garantir leur fiabilité.

Les détecteurs peuvent se classer selon le phénomène qu'ils détectent :

- Les détecteurs de fumées : Sensible aux particules des produits de combustion en suspension dans l'air.
- Les détecteurs de chaleur : Sensible à une élévation de température.
- Les détecteurs de flammes : Sensible aux radiations émises par les flammes.

#### **I.6.4. Les détecteurs optiques de fumée**

##### **I.6.4.1. Le détecteur optique ponctuel**

Ce détecteur fonctionne sur la base de l'effet TYNDALL qui est une manifestation anormale de réflexion de la lumière par particules de matière très fines, comme la poussière, de dimensions plus petites comparables aux longueurs d'onde de cette lumière qui varient selon les milieux traversés.

Le détecteur ponctuel de fumée est constitué d'une source lumineuse, d'un capteur optique et d'une chambre noire.

Lorsque la fumée pénètre dans la chambre noire, les particules de cette dite fumée vont traverser le faisceau lumineux et donc renvoyer la lumière vers le capteur optique. La partie de traitement du détecteur va analyser la quantité reçue et passe en alarme dès lors que le seuil défini est dépassé. La figure I.4 qui suit illustre l'appareil en question.



**Figure I.4 :** Détecteur optique ponctuel ESSER

Voici ses avantages et inconvénients :

- Installation simple
- Peut détecter les incendies de manière préventive
- Confusion de la poussière pour de la fumée
- L'humidité peut changer son fonctionnement habituel
- Une modification de la sensibilité du détecteur peut être émise par un faisceau lumineux
- Les courants d'air dispersant la fumée rendant la détection difficile voire impossible

### I.6.4.2. Le détecteur optique linéaire

Le fonctionnement de ces détecteurs se basent sur la loi de LAMBERT-BEER, c'est à dire sur le phénomène d'absorption de la lumière.

Il existe deux types de détecteur optique linéaire :

- Avec un émetteur et un récepteur.
- Avec un émetteur/récepteur et un réflecteur.

L'émetteur émet un rayon lumineux jusqu'au récepteur avec une certaine puissance. Lorsque la fumée traverse ce faisceau, la puissance se trouve donc atténuée et dès lors qu'il passe en dessous du seuil défini, le récepteur donne l'alerte. La figure I.5 ci-dessous présente le détecteur optique linéaire.



**Figure I.5 :** Détecteur optique linéaire ESSER

Les avantages et inconvénients sont les suivants :

- Ce détecteur a une longue portée à plus de 150 m
- Réglage automatique de la sensibilité
- Installation plus complexe avec l'alignement entre l'émetteur et le récepteur
- La poussière qui se dépose sur l'émetteur, le récepteur et le réflecteur altère sa précision
- La poussière traversant les faisceaux lumineux
- L'humidité

### I.6.4.3. Détecteur ionique

Ce détecteur contient un élément radioactif qui charge l'air compris entre 2 électrodes. Cela crée un courant détectable. Quand la fumée pénètre dans le détecteur, elle perturbe le courant et fait sonner l'alarme. La figure I.6 représente le détecteur ionique [4].



**Figure I.6 :** Détecteur ionique

## **I.6.5. Les détecteurs de chaleur**

### **I.6.5.1. Le détecteur thermostatique**

Ce détecteur utilise l'analyse électronique pour fonctionner. Le capteur est constitué d'une thermistance qui est un capteur de température. La valeur mesurée par cette thermistance est transmise à un comparateur de tension. Dès lors que la tension envoyée est supérieure à la tension de seuil, alors un signal d'alarme est délivré. La figure I.7 représente le détecteur thermostatique ESSER.



**Figure I.7 :** Détecteur thermostatique ESSER

### **I.6.5.2. Détecteur thermo vélocimétrique**

Sa réaction est basée à la vitesse de changement de température, et aussi à un seuil de température qui donne l'alerte dès que ce seuil est dépassé. Il a le même fonctionnement que le capteur thermostatique en revanche ce dernier est plus tardif que le capteur thermo vélocimétrique. La figure I.8 ci-dessous représente le détecteur thermo vélocimétrique.



**Figure I.8 :** Détecteur conventionnel thermo vélocimétrique

### **I.6.5.3. Les câbles avec capteurs thermiques**

C'est un câble de détection linéaire, qui fonctionne par convection. Il est sensible à la chaleur et est équipé, à des distances régulières, de capteurs de détection électronique. Chaque capteur est interrogé sur la température mesurée par une unité centrale. Les capteurs sont programmés individuellement pour adapter les seuils en fonction de l'environnement.

L'unité centrale enregistre la température mesurée et analyse les données de chaque capteur. Dès lors que l'unité centrale constate un dépassement du seuil programmé par un capteur, il déclenche l'alarme. La Figure I.9 ci-dessous illustre le câble sensoriel LISTEC.



**Figure I.9 :** Câble sensoriel LISTEC

### **I.6.6. Les détecteurs de flammes**

#### **I.6.6.1. Le détecteur de flamme ultraviolet**

Ce détecteur (Figure I.10) mesure le rayonnement Ultra-Violet UV au point d'allumage. Dès lors qu'une flamme est émise, le capteur la détecte et va produire une alerte.



**Figure I.10 :** Détecteur de flamme ultraviolet ESSER

### **I.6.6.2. Le détecteur de flamme infrarouge**

Ce détecteur mesure le rayonnement thermique que génère la flamme. Les mouvements émis par la flamme sont perçus par le capteur qui va alors générer un signal. La figure I.11 suivante présente le détecteur de flamme infrarouge.



**Figure I.11 :** Détecteur de flamme infrarouge

### **I.6.6.3. Le détecteur de flamme Ultraviolet/Infrarouge**

Ce détecteur est constitué d'un capteur UV/IR associé à un ou deux capteurs Infrarouge (IR). Les circuits électroniques traitent les signaux issus des deux types de capteurs afin de confirmer le signal de feu. La figure I.12 ci-dessous illustre le détecteur de flamme UV/IR.



**Figure I.12 :** Détecteur de flamme UV/IR

#### **I.6.6.4. Le détecteur d'étincelle**

Il se caractérise par une haute sensibilité de détection d'étincelles et des points chauds en zone opaque [5]. La figure I.13 représente le détecteur d'étincelle :



**Figure I.13 :** Détecteur d'étincelles GRECON

### **I.7. Les actionneurs**

#### **I.7.1. Pressostat**

Un pressostat (Figure I.14) est un appareil contenant un interrupteur électrique dont le mouvement des contacts est établi pour une valeur de pression de fluide prédéterminée. Lorsque la pression change les pressostats convertissent le changement de pression en un signal électrique (tout ou rien) afin d'atteindre le point de consigne affiché.



**Figure I.14** : Pressostat

### I.7.2. Manomètre

Un manomètre (Figure I.15) est un instrument de mesure utilisé pour évaluer la pression d'un fluide liquide ou gaz dans un système.



**Figure I.15** : Manomètre

### I.7.3. Electrovanne

Une électrovanne (Figure I.16) est un dispositif électromécanique utilisé pour contrôler le débit de fluides, tels que l'eau, le gaz ou le pétrole, à travers un pipeline. Il s'agit d'un type de vanne qui utilise un courant électrique pour ouvrir ou fermer le mécanisme de la vanne.



**Figure I.16 :** Electrovanne

## **I.8. Système d'extinction d'incendie**

### **I.8.1. Extincteur CO<sub>2</sub>**

L'extincteur à CO<sub>2</sub> (Figure I.17) utilise un Gaz comme agent extingueur qui est efficace contre les feux :

- De liquides inflammables ou solides liquéfiables (classe B ou feux gras).
- D'origine électrique (anciennement classe E).



**Figure I.17 :** Extincteur CO<sub>2</sub>

### **I.8.2. Dévidoirs d'incendie**

Les dévidoirs, tout comme les extincteurs, sont le premier moyen d'intervention en cas d'incendie. Ils peuvent être utilisés pour éteindre les incendies de classe A. La figure I.18 illustre le dévidoir en question :



**Figure I.18** : Dévidoir d'incendie

### **I.8.3. Extincteur à mousse expansive**

Les systèmes d'extinction d'incendie à mousse utilisent des pistolets à mousse, des canons à mousse, des arroseurs ou des buses pour répandre la mousse sur une grande surface. La mousse se dépose sur le combustible, éteignant les flammes et empêchant le feu de se rallumer.

## **I.9. Conclusion**

Dans ce chapitre nous avons introduit l'entreprise SONATRACH et ses différentes fonctions de manière non-exhaustive et vu plus en détail les différents capteurs et actionneur existant pour un système anti-incendie.

Le prochain chapitre s'étalera sur les systèmes automatisés et sur les détecteurs présents dans la station de Béni Mansour.

## CHAPITRE II

Description des systèmes  
automatisés et automates  
programmables industriels

## II.1. Introduction

Dans ce chapitre on va décrire les automates programmables industriels, leurs architectures, leurs principes de fonctionnement, leurs modules ainsi que leurs structures et domaines d'emploi.

Les Automates Programmable Industriels APIs ont fait leur apparition aux Etats-Unis en 1969. Ils répondaient aux demandes des industries de l'automobile dans le but de développer une chaîne de fabrication automatisées qui pourraient suivre l'évolution techniques des modèles fabriqués.

L'automate Programmable Industriel API est aujourd'hui le constituant le plus répandu des automatismes. On le trouve dans tous les secteurs de l'industrie. Il répond aux besoins d'adaptation et de flexibilité à de nombreuses activités économiques actuelles.

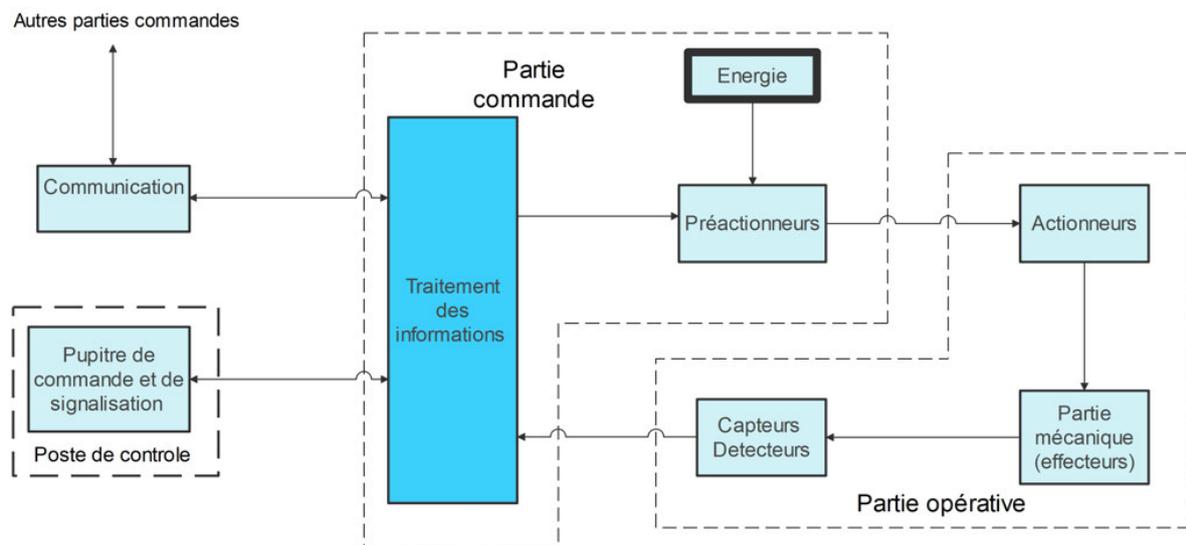
## II.2. Système automatisé

### II.2.1. Structure d'un système automatisé

#### II.2.1.1. Définition

Un système automatisé est un système qui effectue des opérations, l'opérateur étant uniquement impliqué dans la programmation et le réglage du système.

Tout système automatisé se décompose selon la Figure II.1 ci-dessous :



**Figure II.1 :** Structure de système automatisé.

### **II.2.1.2. Partie opérative**

Également appelé la partie de puissance, elle opère sur la matière d'œuvre afin de lui associer sa valeur ajoutée. Les actionneurs comme par exemple un moteur ou un vérin agissent sur la partie mécanique du système qui agit à son tour sur la matière d'œuvre. Les capteurs vont acquérir les divers états du système.

### **II.2.1.3. Partie commande**

Elle donne les ordres de fonctionnement à la partie opérative. Les pré-actionneurs permettent de commander les actionneurs, ils assurent un transfert d'énergie entre la source de puissance et les actionneurs comme par exemple un contacteur, distributeur. Ces pré-actionneurs sont commandés à leur tour par le bloc de traitement des informations. Ce dernier réceptionne les consignes du pupitre de commande et les informations de la partie opérative transmises par les détecteurs.

Selon les instructions et du programme de gestion des tâches (inséré dans un automate programmable ou réalisé par des relais), cette partie va commander les pré-actionneurs et renvoyer des données au pupitre de signalisation ou à d'autres systèmes de commande et de supervision en exploitant un réseau et un protocole de communication [6].

### **II.2.1.4. Poste de contrôle**

Composé des pupitres de commande et de signalisation, il permet à l'opérateur de commander le système marche, arrêt, départ cycle.

Il permet également de visualiser les différents états du système à l'aide de voyants, de terminal de dialogue ou d'Interface Homme-Machine IHM.

## **II.2.2. Les types de traitement des informations existants**

### **II.2.2.1. Logique câblée**

Établi par le câblage des contacteurs et des relais, adapté à la tâche à accomplir. En effet, les systèmes câblés présentent des caractéristiques volumineuses, rigides, onéreuses, peu souples, et ne garantissent pas la communication pour de telles applications.

### **II.2.2.2. Logique programmée**

Le programme stocké dans la mémoire du système d'automatisation est déterminé par le câblage avec une unité de traitement (microprocesseur, API, ordinateur), ce qui lui permet d'être modifié à tout moment en utilisant une console de programmation [7].

### II.3. Cahier des charges

Le cahier des charges est décrit par :

- Les relations entre la partie commande et la partie opérative.
- Les conditions d'utilisation et de fonctionnement de l'automatisme.

Le fonctionnement d'un automatisme séquentiel peut être décomposé en un certain nombre d'étapes. La transition d'une étape à une autre étape se fait à l'arrivée d'un événement particulier qui est la réceptivité auquel la condition est satisfaite pour passer à l'étape suivante [8].

### II.4. Les automates programmables industriels

L'API est un dispositif électronique programmable adapté aux industries. Il peut accomplir des fonctions d'automatisation pour contrôler des pré-actionneurs et des actionneurs à partir d'informations logiques, analogiques ou numériques.

#### II.4.1. Nature des informations traitées par l'automate

Les informations peuvent être de type :

##### II.4.1.1. Tout ou rien TOR

Cette information ne peut prendre que deux états vrai/faux, 0 ou 1. C'est le type d'information transmise par le détecteur comme par exemple un bouton poussoir.

##### II.4.1.2. Analogique

L'information est continue et peut prendre des valeurs dans une plage définie. C'est le type d'informations fournies par les capteurs de pression et de température à titre d'exemple.

##### II.4.1.3. Numérique

L'information est contenue dans des mots codés sous forme binaire ou bien hexadécimale. C'est le type d'information délivrée par un ordinateur.

#### II.4.2. Programmation des automates

Pour programmer l'automate, l'automaticien peut utiliser :

- Une console de programmation qui présente l'avantage d'être transportée.
- Un PC avec lequel la programmation est plus conviviale et communique avec l'automate par le biais d'une liaison série RS232 ou d'un réseau de terrain [9].

## II.4.3. Architecture des automates

### II.4.3.1. Aspect extérieur

Les automates peuvent être de deux types différents qui sont les suivants :

#### II.4.3.1.1. Type compact

On distinguera les automates de programmation comme SIMATIC de Siemens, ZELIO de Schneider, MILLENIUM de Crouzet des micro automates.

Il intègre le processeur, l'alimentation, les entrées et les sorties. Selon les modèles et les fabricants, il pourra réaliser certaines fonctions supplémentaires comptage rapide, E/S analogiques et recevoir des extensions en nombre limité.

Ces automates de fonctionnement simple sont généralement destinés à la commande de petits automatismes.

#### II.4.3.1.2. Type modulaire

Le processeur, l'alimentation et les interfaces d'entrées/sorties E/S résident dans des unités séparées appelées modules et sont fixées sur un ou plusieurs racks contenant le fond de panier.

Ces automates sont intégrés dans les automatismes complexes où la puissance, la capacité de traitement et la flexibilité sont nécessaires.

### II.4.3.2. Structure interne

La figure II.2 représente la structure interne d'un API.

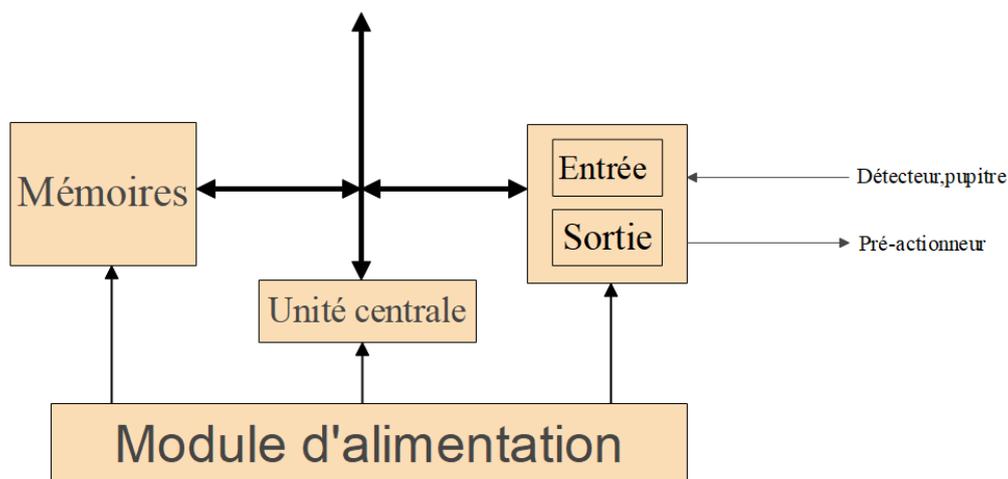


Figure II.2 : Structure interne d'un API

Ci-dessous quelques composants interne de son fonctionnement :

#### **II.4.3.2.1. Module d'alimentation**

Il assure la distribution d'énergie aux différents modules.

#### **II.4.3.2.2. Unité centrale**

À base de microprocesseur, elle réalise toutes les fonctions logiques, arithmétiques et de traitement numérique comme le transfert, le comptage et la temporisation.

#### **II.4.3.2.3. Le bus interne**

Il permet la communication de l'ensemble des blocs de l'automate et des éventuelles extensions.

#### **II.4.3.2.4. Mémoires**

Elles permettent de stocker le système d'exploitation ROM ou PROM, le programme EEPROM et les données du système lors du fonctionnement RAM. Cette dernière est généralement secourue par une pile ou une batterie.

#### **II.4.3.2.5. Interfaces d'E/S**

Les entrées reçoivent des informations en provenance des éléments de détection et du pupitre opérateur. Les sorties transmettent des informations aux pré-actionneurs et aux éléments de signalisation du pupitre.

Les interfaces d'entrées sont destinées à :

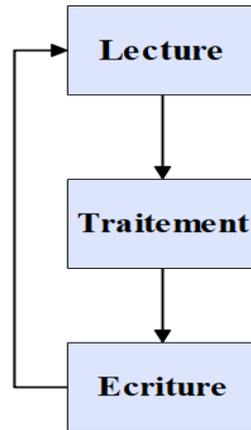
- Recevoir l'information en provenance des capteurs.
- Traiter le signal dans de meilleur condition, en éliminant les parasites et en isolant électriquement l'unité de commande de la partie opérative.

Les interfaces de sorties sont destinées à :

- Commander les pré-actionneurs et les éléments de la signalisation du système.
- Adapter les niveaux de tensions de l'unité de commande à celle de la partie opérative du système en garantissant une isolation galvanique entre ces dernières.

### **II.5. Principe de fonctionnement d'un automate programmable industriel**

L'automate programmable fonctionne par le déroulement cyclique d'un programme. Un cycle comporte trois opérations successives qui se répètent constamment comme illustré sur la figure II.3 qui suit :



**Figure II.3 :** Principe de fonctionnement d'un API

Les différentes étapes de fonctionnement sont les suivantes :

### **II.5.1. Lecture (Photographie des entrées)**

Durant cette phase qui dure quelques microsecondes :

- Les entrées sont photographiées et leurs états logiques sont stockés dans une zone spécifique de la mémoire de donnée.
- Le programme n'est pas scruté.
- Les sorties ne sont pas mises à jour.

### **II.5.2. Traitement (exécution du programme)**

Durant cette phase qui dure quelques millisecondes :

- Les instructions du programme sont exécutées une par une. Si l'état d'une entrée doit être lu par le programme, c'est la valeur stockée dans la mémoire de données qui est utilisée.
- Le programme Détermine l'état des sorties et stocke ces valeurs dans une zone de la mémoire de données réservée aux sorties.
- Les entrées ne sont pas scrutées.
- Les sorties ne sont pas mises à jour.

Notez que pendant cette phase, seule la mémoire de données et la mémoire du programme sont mises à contribution. Si une entrée change d'état sur le module d'entrées, l'API ne distingue pas ce changement.

### **II.5.3. Ecriture (mise à jour des sorties)**

Cette phase dure quelques microsecondes :

- Les états des sorties mémorisés précédemment dans la mémoire de données sont reportés sur le module de sorties.
- Les entrées ne sont pas scrutées.
- Le programme n'est pas exécuté.

## **II.6. Les modules de l'automate**

### **II.6.1. Les module d'entrées**

Un module d'entrées doit permettre à l'Unité Centrale de l'automate, d'effectuer une lecture de l'état logique des capteurs qui lui sont associés module 4, 8, 16 ou 32 entrées. À chaque entrée correspond une voie qui traite le signal électrique pour élaborer une information binaire, le bit d'entrée est mémorisé. L'ensemble des bits d'entrées forme le mot entrée. Périodiquement, le Processeur de l'automate programmable vient questionner le module, le contenu des entrées d'un module est alors recopié dans la mémoire de données de l'automate programmable.

Un module d'entrées est principalement défini par sa modularité ou nombre de voies. Il est soumis à certaines contraintes, notamment la tension et la nature du courant

#### **II.6.1.1. Les cartes d'entrées logiques**

Les cartes d'entrées logiques (cartes d'entrées tout ou rien) permettent de raccorder à l'automate les différents capteurs logiques tels que :

- Boutons poussoirs.
- Fins de course.
- Capteurs de proximité inductifs ou capacitifs.
- Capteurs photoélectriques.

Elles assurent l'adaptation, l'isolation, le filtrage et la mise en forme des signaux électriques. Une diode électroluminescente située sur la carte donne l'état de chaque entrée.

#### **II.6.1.2. Les cartes d'entrées analogiques**

Les cartes d'entrées analogiques permettent de gérer des grandeurs analogiques en faisant varier un code numérique au sein du module.

Les entrées analogiques disposent d'un seul Convertisseur Analogique/Numérique CAN, elles sont scrutées les unes à la suite des autres par un multiplexeur à relais.

## II.6.2. Les modules de sorties

Un module de sorties permet à l'automate programmable d'agir sur les actionneurs. Il réalise la correspondance entre l'état logique et le signal électrique. Périodiquement, le processeur s'adresse au module et provoque l'écriture des bits d'un mot mémoire sur les voies de sorties du module. L'élément de commutation du module est soit électronique transistors, triac soit électromécanique contacts de relais internes au module.

### II.6.2.1. Les cartes de sorties logiques

Les cartes de sorties logiques permettent de raccorder à l'automate les différents pré-actionneurs tels que :

- Les contacteurs.
- Les voyants.
- Les distributeurs.
- Les afficheurs.

Les tensions de sorties usuelles sont de 5 volts en continu ou de 24, 48, 110, 220 volts en alternatif. Ces cartes possèdent soit des relais, soit des triacs, soit des transistors. L'état de chaque sortie est visualisé par une diode électroluminescente.

### II.6.2.2. Les cartes de sortie analogiques

Les cartes de sortie analogiques permettent de gérer des grandeurs analogiques en faisant varier un code numérique au sein du module. Ces modules assurent la Conversion Numérique/Analogique CNA, Les sorties analogiques peuvent posséder un convertisseur par voie. Le nombre de voies sur ces cartes est de 2 ou 4.

## II.7. Alimentation de l'automate

L'automate est alimenté généralement par le réseau monophasé 230V/50 Hz, mais d'autres alimentations sont possibles. La protection est de type magnétothermique. Il est souhaitable d'asservir l'alimentation de l'automate par un circuit de commande spécifique comme un contacteur KM1. De même, les sorties seront asservies au circuit de commande et alimentées après validation par la supervision.

## II.8. Domaines d'emploi des automates

On utilise les APIs dans tous les secteurs industriels pour la commande des machines de convoyage, d'emballage ou des chaînes de production automobile, ou agro-alimentaire.

Il peut également assurer des fonctions de régulation de processus métallurgique et chimique.

## **II.9. Critère de choix d'un API**

Le choix d'un API est une fonction de la partie commande à programmer. On doit tenir compte de plusieurs critères :

- Nombre d'E/S.
- Le temps de traitement.
- La capacité de la mémoire.
- Le nombre d'étapes ou d'instructions.
- Le nombre de temporisateurs.
- Le langage de programmation.

## **II.10. Les avantages et les inconvénients**

Les avantages d'un API sont :

- Amélioration des conditions de travail en éliminant les travaux répétitifs.
- Amélioration de la productivité.
- Amélioration de la qualité des produits en minimisant les coûts.
- Les APIs sont programmés facilement et ont un langage de programmation facile à comprendre dans la logique programmée et leurs modifications du programme est plus facile par rapport à la logique câblée.
- Simplification du câblage.
- Puissance et rapidité.
- Facilité de maintenance.
- Une sécurité élevée.
- Possibilités de communication avec l'extérieur de l'ordinateur et d'autres API.
- Diverses possibilités d'exploitation.

Les inconvénients d'un API sont :

- Plantage.
- Coût élevé notamment pour des applications exigeantes.

## **II.11. Description du système de détection et extinction de la Station Béni Mansour SBM**

### **II.11.1. Vue globale du système**

La station de béni Mansour est protégée par un système anti-incendie fourni par l'entreprise SES-ASA dont le modèle de la centrale est le FG-ESD 2400. Ce système permet la détection au niveau du bâtiment de contrôle et la zone du procédé. Il assure aussi l'extinction par CO<sub>2</sub> de la sous-station électrique et l'extinction par eau de la zone du procédé.

Le bâtiment de contrôle protégé comprend :

- La salle de contrôle.
- Les différents bureaux.
- La sous-station électrique.
- Le local des batteries.
- Le local Telecom.
- Le local de climatisation.

D'autre part, la zone du procédé protégée comprend :

- La pomperie Principale.
- La pomperie booster.
- Les filtres entrées station.
- Les pompes de transfert.
- Les cuves de purge.

Le système de détection/extinction est composé principalement de :

- Une centrale de détection/extinction de type modulaire abritant la CPU et les différents modules adressable et conventionnels.
- Des détecteurs de fumées ionique pour le bâtiment de contrôle à l'exception du local des batteries qui est doté par des détecteurs d'hydrogène.
- Des détecteurs de flamme UV/IR pour les équipements de la zone du procédé.
- Des détecteurs de chaleur pour les équipements de la zone du procédé.
- Deux racks de bouteilles CO<sub>2</sub> pour l'extinction au niveau de la sous station électrique,
- Quatre vannes déluge pour la protection des équipements de la zone du procédé.
- Une pomperie anti-incendie composée de deux pompes jockey, une électropompe auxiliaire et une Motopompe.

### II.11.2. La centrale de détection/extinction d'incendie

De type modulaire, la centrale de détection/extinction incendie est implantée dans la salle de contrôle comprenant les modules/dispositifs internes dans le tableau II.1:

**Tableau II.1 :** Modules de Mesit et ses différentes fonctions

Type de Module	Qty	Utilité (Acquisition de signaux)
Module 2401	02	Deux unités centrales (CPU) redondantes
Module 2405	01	Module avec afficheur pour la communication avec les dispositifs de type adressable (DéTECTEURS de fumée, boutons d'alarme, et voyant lumineux)
Module 2403	02	Modules pour la communication avec les détecteurs d'hydrogène
Module 2406	01	Module pour la communication avec les déclencheurs manuels
Module 2422	01	Module de sorties pour transférer les informations d'alarme à l'ESD/DCS
Module 2420	04	Module de sorties pour la signalisation et la commande des électrovannes de décharge
Module 2409	06	<p>Modules pour l'acquisition des signaux des dispositifs de type conventionnel, à savoir :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les 03 pressostats de décharge CO2</li> <li>- Fins de course de la vanne d'isolement du circuit des bouteille CO2.</li> <li>- Fins de courses poids bouteilles (principales et réserves).</li> <li>- Boutons de déclenchement de déluge (pompe principale, pompes boosters, pompes de transfert et cuves des purges).</li> <li>- Les détecteurs de chaleur (pompe principale, pompes boosters, pompes de transfert et cuves des purges).</li> <li>- Les détecteurs de flammes (pompe principale, pompes boosters, filtres, pompes de transfert et cuves des purges).</li> <li>- Les pressostats de confirmation d'ouverture des vannes déluge.</li> <li>- Un bouton d'alarme cuve de drainage.</li> <li>- L'état du tableau de commande de décharge CO2 sous station électrique (manuel / automatique / inhibé).</li> </ul>

La figure II.4 ci-dessous illustre la centrale de détection/extinction incendie :



Figure II.4: Centrale de détection/extinction d'incendie existante à SBM

## II.12. Les dispositifs du système de détection/extinction

Le tableau II.2 liste les différents types de dispositifs reliés à la centrale et faisant partie intégrante du système :

**Tableau II.2 :** Les différents types de dispositifs reliés à la centrale

Désignation du dispositif	Emplacement	Modèle/Caractéristique	Quantité installée
Détecteurs de fumée	Sous-station électrique et bureaux du bâtiment de contrôle	1251E, type : ionique Adressable	60
Détecteurs d'hydrogène	Salle des batteries	SES-ASA, S500-HC	04
Détecteurs de flamme	Site du procédé	Spectrex, 20/20LB, Type : UV/IR	12
Détecteurs de température	Site du procédé	MS, Type : bimétallique	22
Alarme sonore	Site du procédé	KROMA MEC, SOUNDER ETH20MD 12W 112 Db 1 metro	01
Lampes clignotantes	Au-dessus des portes d'entrée et de sortie de la sous station électrique	CSA, 4481	06
Sirènes d'alarme	Au-dessus des portes d'entrée et de sortie de la sous station électrique	CSA, 4461	06
Boutons d'alarme extérieurs	Site du procédé	COELBO, EFDC-1SE	07
Déclencheurs manuels	Sous station électrique et salle de contrôle	SYSTEM SENSOR, M210E	03

## II.13. Le Système de détection et d'extinction de la sous station électrique

### II.13.1. Composition du Système

La sous station électrique abrite les armoires d'alimentation en énergie des différents équipements de la SBM. La détection d'incendie de la sous station est assurée par des détecteurs de fumée de type ionique branchés au module 2405 de la centrale. La protection de la sous station contre l'incendie est assurée par un système de détection/extinction à gaz CO<sub>2</sub> composé de :

- 02 rampes de 17 bouteilles CO<sub>2</sub> chacun (principal et réserve).
- 29 détecteurs de fumée de type ionique branchés au module 2405 de la centrale.
- 04 têtes pour les bouteilles pilotes avec électrovannes (02 pour chaque rampe) pour la commande électrique de décharge.
- 30 têtes pour les bouteilles esclave.

- 04 fins de course d'indication du poids des bouteilles.
- 03 pressostats de confirmation de décharge des bouteilles.
- 01 vanne manuelle d'isolement du système.
- 01 système de tuyauterie avec des diffuseurs pour le CO<sub>2</sub>.
- 01 tableau de commande avec un sélecteur d'état du système (manuel, inhibé et automatique).
- 03 sirènes d'alarme au niveau des portes du local.
- 06 lampes de signalisation dont 03 pour l'alarme et 03 pour la décharge.

### **II.13.2. Philosophie de Fonctionnement**

Le déclenchement du système de détection/extinction se fait en trois manières distinctes :

#### **II.13.2.1. En automatique**

Lorsqu'un détecteur de fumée est activé, la centrale FG-ESD 2400 déclenche les 03 sirènes d'alarmes et les 03 lampes de signalisation situées au-dessus des portes d'entrée de la sous station électrique. L'activation d'un deuxième détecteur implique l'existence réelle de l'incendie et la centrale active les 03 lampes de décharge et déclenche une temporisation de 30s avant le processus d'extinction pour permettre au personnel de sortir de la sous station. Après l'écoulement des 30s, les deux électrovannes des bouteilles pilotes relatives à la rampe sélectionnée sont excités. Ces dernières percutent à leurs tours les 15 bouteilles esclaves. Un volume de CO<sub>2</sub> est canalisé vers le local en activant les 03 pressostats et les 03 lampes de confirmation de décharge.

#### **II.13.2.2. En manuel**

En sélectionnant le mode manuel sur le tableau de commande et en appuyant sur le bouton de décharge, la centrale excite simultanément les deux électrovannes des bouteilles pilotes relatives à la rampe sélectionnée, et ces dernières percutent à leurs tours les 15 bouteilles esclaves. Un volume de CO<sub>2</sub> est canalisé vers le local en activant les 03 pressostats et 03 lampes de confirmation de décharge.

#### **II.13.2.3. En local**

Au cas où les deux méthodes d'extinction ci-dessus ne se manifesteraient pas lors d'un incendie réel, les têtes des bouteilles pilotes sont équipées par des percuteurs manuels qui peuvent être actionnées, et ces bouteilles pilotes percutent à leurs tours les 15 bouteilles

esclaves. Un volume de CO<sub>2</sub> est canalisé vers le local en activant les 03 pressostats et 03 lampes de confirmation de décharge.

## **II.14. Les différents types d'équipement existant à la SBM**

### **II.14.1. Les détecteurs**

Dans le cas d'extinction CO<sub>2</sub>, les détecteurs de fumé ont la majorité des détecteurs avec les déclencheurs manuels et les pressostats de décharge.

Pour les détecteurs de température et les détecteurs de flammes sont installés au niveau du site.

Tous les détecteurs sont alimentés en 24Vdc depuis l'armoire de l'automate.

Les détecteurs sont certifiés ATEX selon la directive 94/9/CE.

### **II.14.2. Les détecteurs de fumée**

Ce sont des détecteurs ioniques adressables de marque System Sensor, on compte dans l'ensemble 20 détecteurs installés sous le planché et sous le faux plafond de la sous-station électrique en formant une boucle.

### **II.14.3. Les pressostats de détection de la décharge CO<sub>2</sub>**

On compte trois pressostats qui sont réglée à 1.5bar, installée sur le collecteur de décharge CO<sub>2</sub>, ils enverront un signal vers l'automate en cas décharge électrique ou mécanique.

### **II.14.4. Les détecteurs de température**

Ils sont de type thermostatique a bilames de marque MS et sont installés au niveau du site avec un seuil de détection de 85°C.

### **II.14.5. Les détecteurs Spectrex 20/20LB**

Ce sont des détecteurs de flammes qui fond une combinaison entre des capteurs de type UV et des capteurs de type IR pour identifier les incendies à base d'hydrocarbures, d'hydroxyle, d'hydrogène, de métaux et d'inorganiques.

Les rayonnements ultraviolets et infrarouges émis par la flamme sont captés par des détecteurs optiques bi spectraux sensibles à deux gammes de longueurs d'onde. Le détecteur a un angle de cône de visualisation de 90° horizontalement et 90° verticalement, et une plage de sensibilité de 0,185 µm à 0,260 µm (UV) et de 2,5 à 3 µm (IR).

#### **II.14.6. Les pressostats de détection de la décharge mousse**

Pour chaque vanne existant dans la station, ils possèdent un pressostat réglé à 1.3 bars son rôle est de détecter le passage de la mousse et renvoie un signal vers l'automate pour une signalisation .

#### **II.14.7. Les boutons d'alarmes (déclencheurs manuels)**

Baptisé SES&ASA, il est renvoyé sur place afin que l'opérateur puisse activer le système d'extinction d'incendie via l'automate.

#### **II.14.8. Les détecteurs de gaz**

Il s'agit d'un capteur de type catalytique contrôlé par une carte d'entrée spécialis\_2403 de l'automate facility 2400 et doit donc être remplacé par un émetteur 4/20 mA.

#### **II.14.9. Les actionneurs**

On compte les électrovannes de commande des bouteilles de pilote de CO2 et celles qui commandent l'ouverture des vannes déluge du site.

Les trois ensembles sont constitués de deux voyants lumineux, rouge et bleu, et d'une sirène qui est installés aux entrées et à l'intérieur de la sous-station électrique pour signaler la détection de fumée et la décharge CO2. Deux autres sirènes sont installées au niveau du site.

#### **II.14.10. Les vannes déluge**

Ce sont des vannes à membrane maintenues en position fermées par la pression exercée par l'eau contenue dans la chambre de la membrane.

Si cette chambre est dépressurisée par l'ouverture de l'électrovanne de commande ou par la vanne manuelle montée dessus, la vanne déluge s'ouvre laissant l'eau ou la mousse se déverser sur les installations.

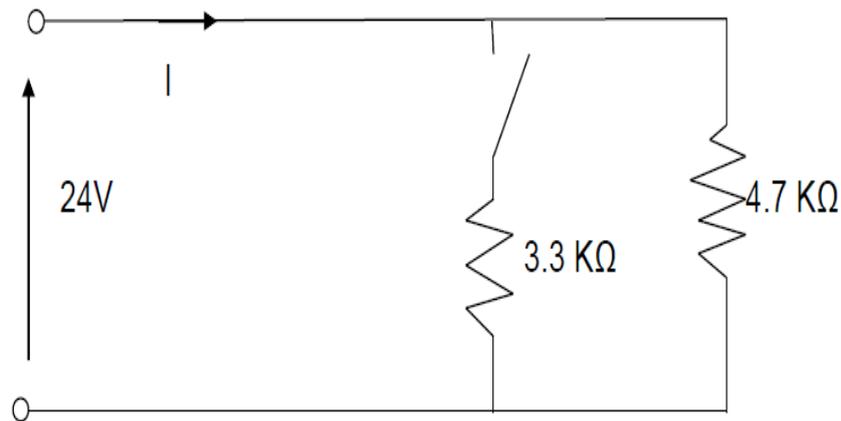
### **II.15. Câblage des détecteurs**

Les détecteurs des systèmes F&G restent figés dans un état de repos pendant de longue durée.

C'est la raison qui fait qu'une surveillance permanente des boucles de mesure et la signalisation d'éventuels défauts soit incluse dans la logique de fonctionnement de ces systèmes.

Au lieu d'utiliser des entrées digitales à deux états pour les entrées logiques, on va utiliser des entrées analogiques (4/20mA) combinées avec des résistances de valeurs bien déterminées pour obtenir les deux états logiques (état normal et alarme) et les états de défauts de boucle (circuit ouvert et court-circuit).

La figure II.5 suivante est le circuit de son fonctionnement :



**Figure II.5 :** Câblage des détecteurs supervisés

Voici ces caractéristiques :

Etat normal :  $I = 24/4700 = 5.1 \text{ mA}$ .

Alarme :  $I = 24 / 1938.75 = 12.38 \text{ mA}$ .

Défauts :  $I < 5.1 \text{ mA} =$  circuit ouvert.

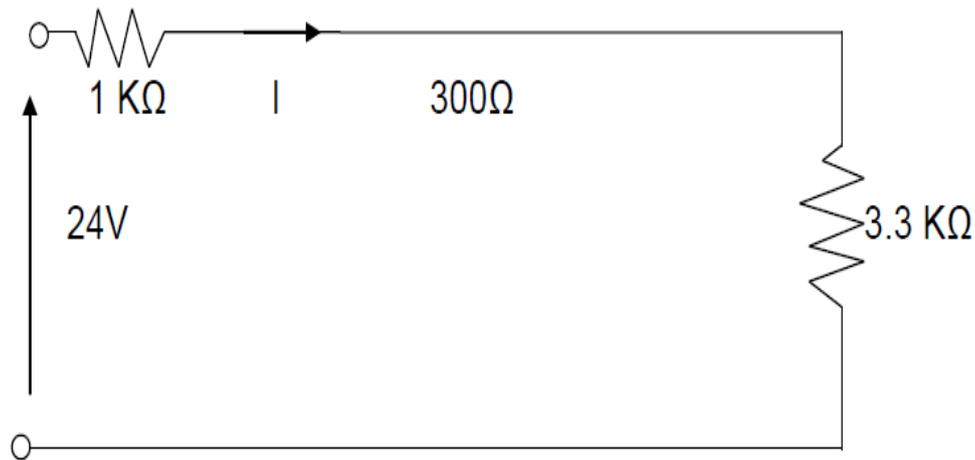
$I > 12.38 =$  court-circuit.

**NB :** les détecteurs de température sont câblés à plusieurs en parallèles sur une même boucle, ce qui nous oblige à ne pas considérer le cas du court-circuit comme défaut mais comme une alarme.

Pour le cas des câbles thermosensibles on utilise le câblage suivant, puisque le court-circuit de la ligne est synonyme d'alarme.

La résistance des câbles thermosensibles est d'environ  $300 \Omega$ .

La figure II.6 représente le circuit du thermosensible :



**Figure II.6 :** Câblage thermosensible supervisés.

Ainsi on a :

Etat normal :  $I = 24 / 4600 = 5.21 \text{ mA}$ .

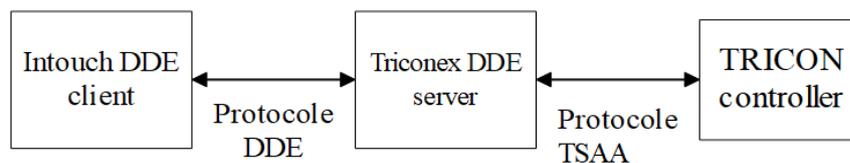
Alarme :  $I = 24 / 1300 = 18.46 \text{ mA}$ .

## II.16. TriStation 1131 et logiciel de supervision

### II.16.1. Description de l'application Tristation et des vues de supervision InTouch

La logique de fonctionnement qui sera implémentée sur l'automate TRICON est développée par le logiciel Tristation 1131 et la partie supervision qui sera implémentée dans le PC opérateur a été développée en utilisant le logiciel InTouch.

La liaison entre l'application Tristation implémentée dans le TRICON et l'application InTouch est réalisée à travers le protocole Dynamic Data Exchange DDE et est représenté dans la figure II.7 :



**Figure II.7 :** Communication automate avec le protocole DDE

### II.16.2. Caractéristiques de Tristation 1131

Le système TRICON Version 9 est compatible avec le logiciel Tristation 1131 dont les principales caractéristiques sont les suivantes :

- Fonctionne avec le système d'exploitation Windows NT.

- Trois langages de programmation conforme à la norme CEI 1131-3 relative aux langages de programmation pour les automates programmables.

Compatible avec un grand nombre de type de données comme :

- Les entiers 16 et 32 bits.
- Les réels à virgules flottante 32 et 64 bits.
- Les chaînes de caractères et les bits.
- Les durées, date et heure du jour [4].

## **II.17. Conclusion**

Dans ce chapitre nous avons parlé tout d'abord des automates en générale, puis on a abordé les modules et les équipements existant dans la station de Beni Mansour, enfin, on a présenté brièvement le logiciel de programmation TriStation 1311 et logiciel de supervision Intouch.

Le chapitre suivant détaillera le fonctionnement de l'automate Triconex par le logiciel Trisation 1131.

## CHAPITRE III

Automatisation du système de  
détection d'incendie avec  
l'automate programmable  
industriel TRICONEX

### **III.1. Introduction**

Dans ce chapitre on va décrire l'automate programmable industriel Triconex son architecture, ses circuits des modules E/S et également son principe de fonctionnement, ainsi que sa configuration de manière général, nous ferons la conception des organigrammes des différents détecteurs de fumées, hydrogènes et triple infrarouge IR ainsi que leurs logiques de fonctionnement.

### **III.2. Triconex**

Triconex est un automate programmable anciennement du constructeur Invensys et actuellement de Schneider Electric. Ce dernier est un leader mondial en gestion de la performance des solutions numériques d'énergie et des automatisations. L'automate est utilisé pour des installations à sécurité critique là où le niveau de sécurité est exigeant comme les installations de raffinage, le traitement de gaz, les turbomachines, c'est pour cette raison qu'il prend en charge la sécurité du type Safety Integrity Level 3 SIL 3 qui est un niveau de sécurité relatif de réduction des risques inhérents.

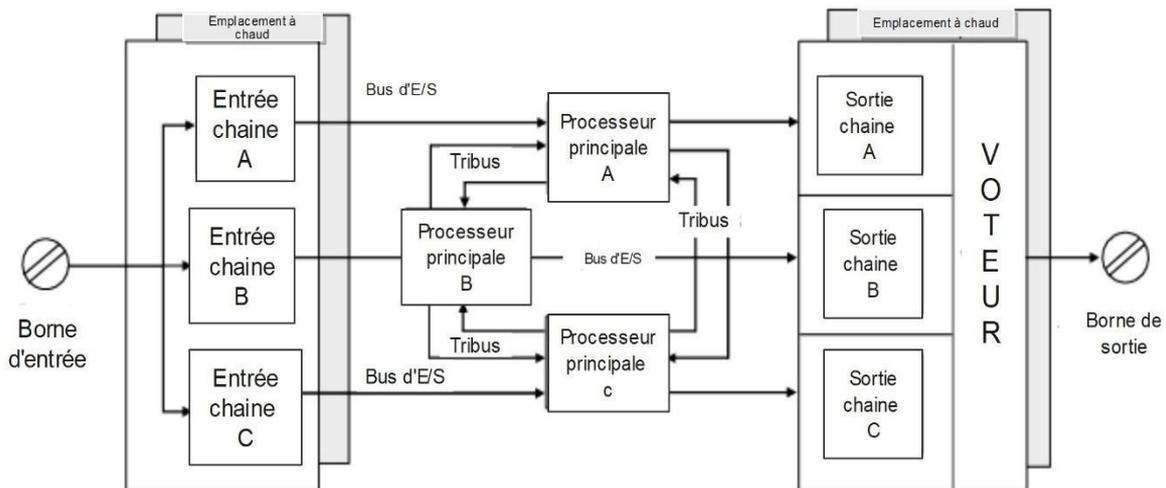
Plusieurs constructeurs des automates dédiés à la sécurité on trouve HIMA, HONEYWELL, WIELAND ELECTRICS, ROCKWELL AUTOMATION.

### **III.3. Architecture Triplée Modulaire Redondante TMR**

Le système Tricon TMR est composée de trois systèmes de contrôle parallèle isolé les uns des autre dans un même ensemble matériel. Le vote des données se fait de deux sur trois assurant la fiabilité et minimisant les erreurs.

Si un contrôleur tombe en panne ou produit des sorties incohérentes un autre contrôleur prend le relais sans interrompre le processus ce qui assure l'opérationnalité du système.

La Figure III.1 illustre l'architecture du TMR.

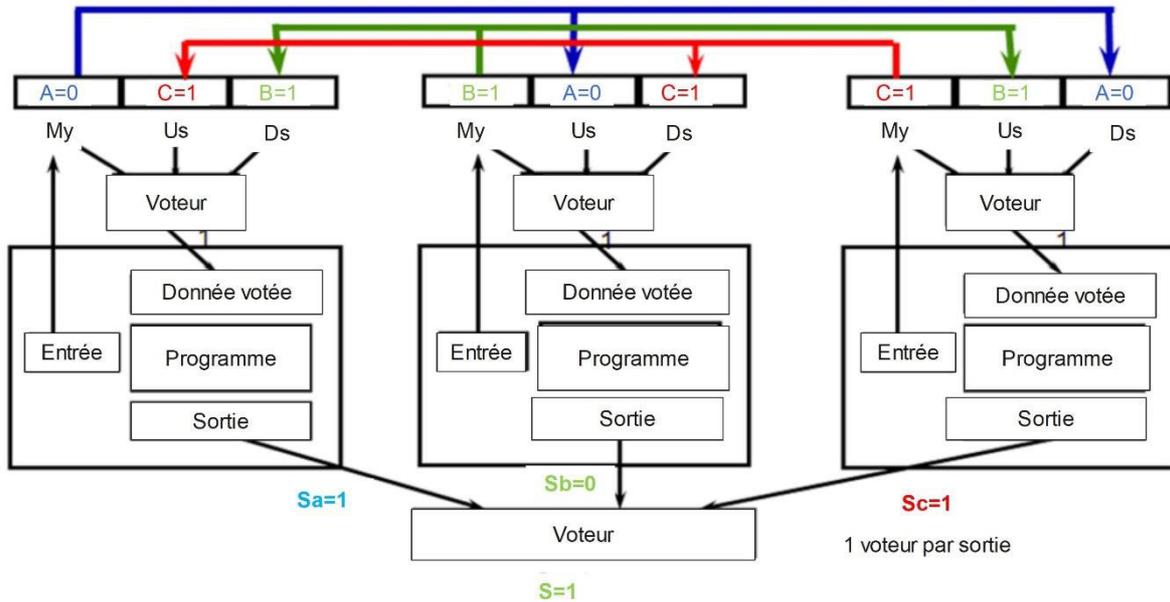


**Figure III.1 :** Architecture triplée modulaire redondante TMR

Voici quelques caractéristiques de l'API TRICONEX :

- Le Triconex est un système tolérant aux pannes grâce à son architecture Triplée Modulaire Redondante TMR, ce qui garantit un contrôle en continu en cas de défaillance des composants internes ou externes.
- Chaque canal des modules d'entrées s'exécute indépendamment et transmet les données vers son processeur principal auxquelles il est rattaché, ses derniers communiquent les données entre eux grâce à un BUS de communication nommée TRIBUS.
- Une fois par période de scrutation, les trois processeurs se synchronisent et communiquent entre eux par le TRIBUS. Le TRIBUS vote les données d'entrées numérique, compare les données de sorties et envoient des copies des données analogique à chaque processeur principal. Les processeurs principaux exécutent le programme de contrôle et envoient les résultats vers les modules de sorties du TMR le contrôleur tricon vote les données de sorties sur les modules de sorties de tel sorte de détecter et corriger les erreurs entre les processeurs principaux et les sorties.

La Figure III.2 illustre le fonctionnement du Tribus :



**Figure III.2 :** Illustration du système de vote du Tribus

### III.4. Les bus du système Tricon

Les Trois systèmes de bus triplés sont gravés sur le fond de panier (back plane) du châssis qui sont :

#### III.4.1. Le TRIBUS

Il est composé de trois liaisons en série indépendantes qui fonctionnent à 25 Mbits/s. Il synchronise les processeurs au début d'un scan. Chaque processeur envoie les mêmes données vers le processeur en amont et celui en aval.

#### III.4.2. Le bus E/S

Transfère les données entre les modules d'E/S et les processeurs à une vitesse de 375Kbits/s. Chaque canal du bus d'E/S est relié entre l'un des trois processeurs et les modules d'E/S correspondants. Ce bus peut être étendue vers d'autres châssis en utilisant un ensemble de 3 câbles E/S.

#### III.4.3. Le bus de communication

Il est rattaché entre les processeurs et les modules de communication, qui roule à une vitesse de 2 Mbits/s.

### III.4.4. Distribution de l'alimentation

L'alimentation du châssis est distribuée par 2 rails indépendants de tel sorte que chaque module du châssis soit relié ainsi.

La Figure III.3 représente le fond du panier du TRICON.

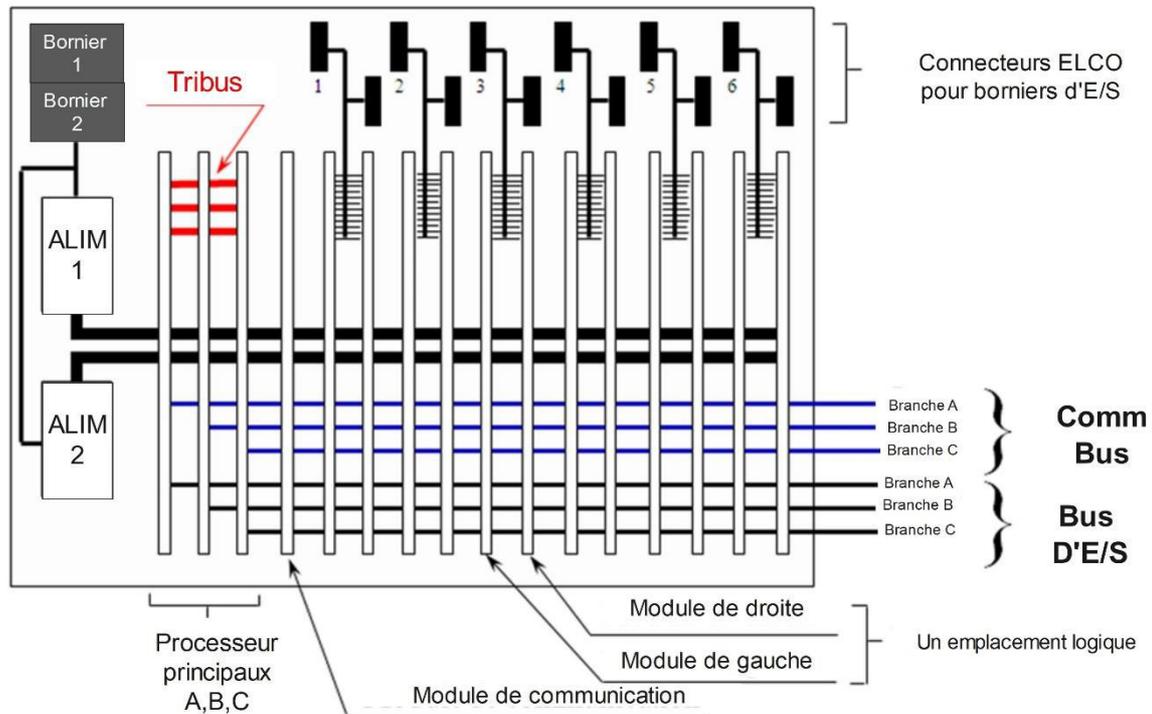


Figure III.3 : Illustration du fond du panier du TRICON

## III.5. Configuration du système

### III.5.1. Châssis principal

Un châssis principal Tricon modèle 8110 comprend deux modules d'alimentation, trois processeurs principaux, deux batteries, un emplacement de communication (COM) sans emplacement de secours à chaud et six emplacements logiques pour les E/S. Chaque emplacement logique offre deux espaces physiques pour les modules.

### III.5.2. Châssis d'extension/châssis RXM

Le châssis d'extension et le châssis Tricon RXM ont pratiquement le même rôle qui est d'ajouter des modules d'E/S additionnels. Il comprend également deux modules d'alimentation et huit emplacements logiques pour le châssis d'extension et six pour le RXM. Ces châssis peuvent être utilisés lorsque la longueur totale du câble du bus d'E/S du système à partir du châssis principal vers les châssis d'extension/RXM n'excédant pas 30 mètres.

### III.6. Circuit du châssis du processeur principal

Il se caractérise par des doubles alimentations haute densité qui peuvent séparément charger un châssis jusqu'à 175 watts et signale également une hausse de température et les modules peuvent être remplacés à chaud c'est-à-dire en cours d'exécution sans oublier les batteries qui ont la capacité de sauvegarder la mémoire dans le fond du panier du châssis principal [1].

La figure III.4 représente le circuit du châssis principal :

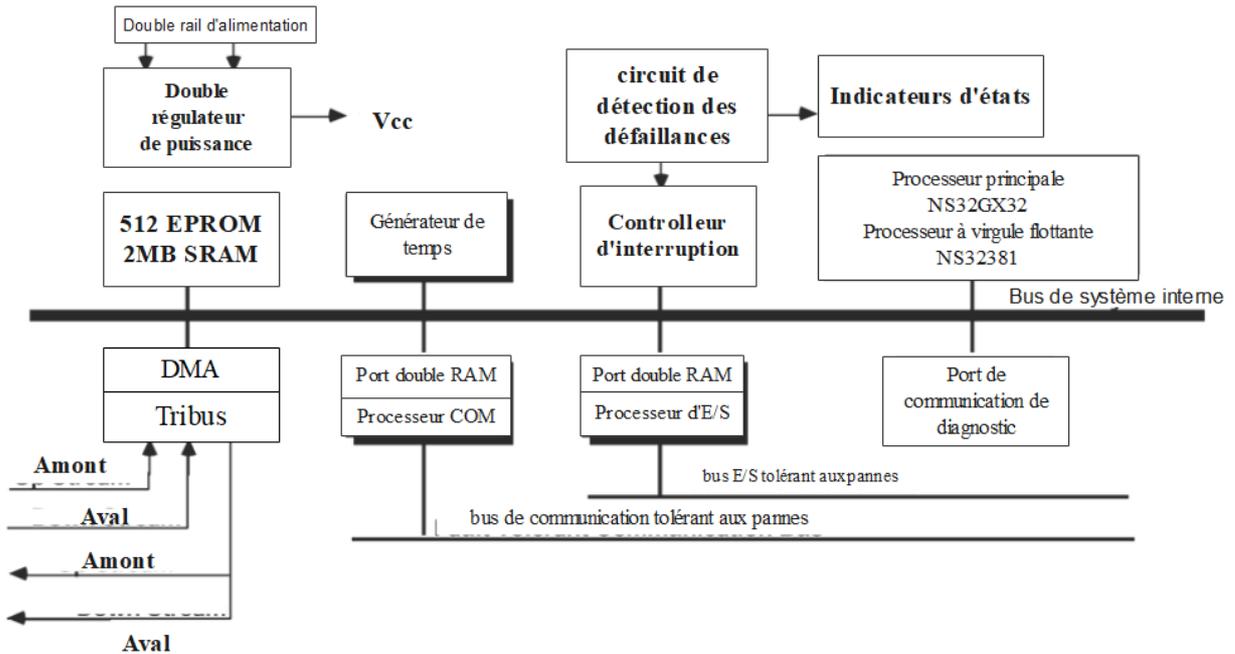


Figure III.4 : Circuit du processeur principale modèle 3008

#### III.6.1. Diagnostics des processeurs principaux

Les diagnostics permettent d'observer l'état de chaque processeur principal et celle des modules E/S ainsi que les canaux de communication, les défauts transitoires sont enregistrés et masqués par le matériels grâce au vote majoritaire en cas de désaccord, les pannes persistantes sont diagnostiquées et le module défaillant remplacé à chaud ou exploité de manière tolérante jusqu'à ce qu'une panne définitive survienne.

### III.7. Modules d'entrées

#### III.7.1. Modules d'entrées logiques

Il existe deux types de modules d'entrées logiques de base : le module TMR et le module single.

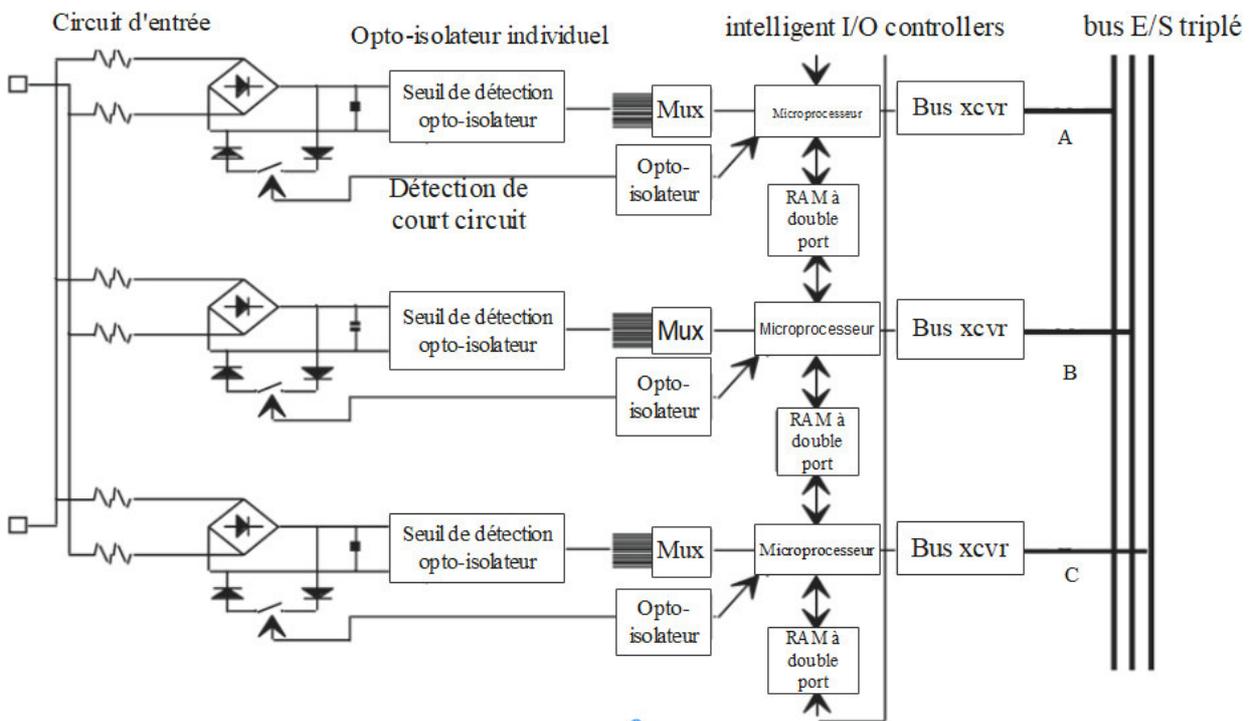
Voici quelques-unes des caractéristiques du module single :

- Les trois branches sont identiques (A, B et C) contenues dans un module complètement isolé et fonctionnent de manière indépendante; un défaut dans une branche ne peut en affecter une autre.
- Chacune de ces dernières déterminent les états des signaux d'entrées et place les valeurs dans les tableaux d'entrées.
- Chaque branche contient un microprocesseur de 8 bits qui est un processeur de communication d'E/S afin de gérer la communication avec le processeur principal correspondant.

Passons maintenant aux caractéristiques du module TMR :

- Chaque circuit est triplé pour une sécurité garantie et une disponibilité maximale
- Chaque branche conditionne les signaux de manière indépendante et fournit une isolation optique entre le Tricon et le site.
- Le module d'entrées TMR peut s'auto-diagnostiquer pour détecter d'éventuelle condition de blocage là où le circuit ne peut pas signaler si un point est passé à l'état d'arrêt.

La figure III.5 illustre le circuit du TMR :



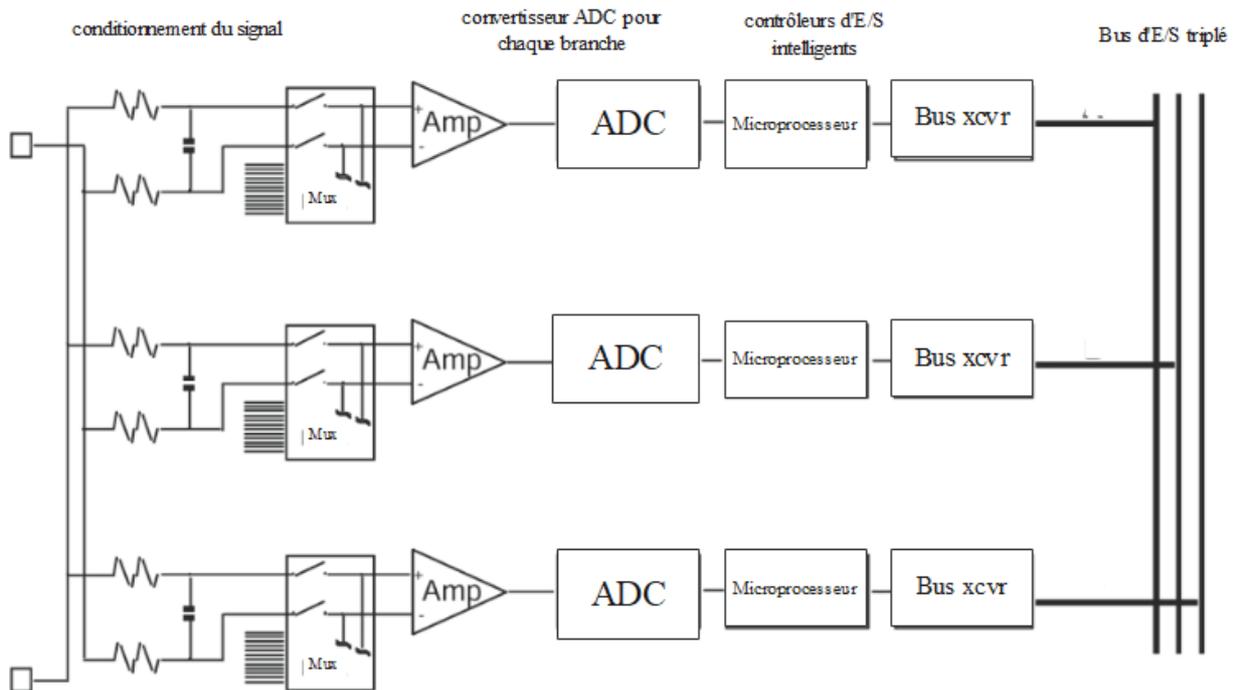
**Figure III.5 :** Circuit du module d'entrée logique TMR

### III.7.2. Modules d'entrées analogiques

Les caractéristiques du module d'entrées sont les suivantes :

- Chacune des trois branches mesure de manière asynchrone et répertorie les résultats dans un tableau de valeur qui est ensuite transmis au module principal qui lui est associé par le biais du bus d'E/S.
- Les tableaux de chaque module principal est transmis à ses voisins à travers le Tribus
- La valeur médiane est sélectionnée par chaque processeur principal et le tableau d'entrée erroné de chaque processeur principal est corrigé en conséquence.
- En mode TMR, les données de la valeur médiane sont utilisées par le programme d'application.
- En mode duplex, c'est la moyenne qui est utilisée.

La Figure III.6 illustre l'architecture d'un module d'entrée TMR.



**Figure III.6 :** Architecture d'un module d'entrée TMR

## III.8. Modules de sorties

### III.8.1. Modules de sorties logiques

Il existe quatre types fondamentaux de modules de sortie numérique : double, supervisé, tension continue et tension alternative. Ce qui suit est la description des modules de sortie numérique en général et les spécificités des quatre types.

- Tous les modules de sortie numérique, à l'exception des modules à double courant continu, utilisent un circuit de sortie quadruple spécial qui vote sur les signaux de sortie individuels juste avant qu'ils ne soient appliqués à la charge.
- Le circuit de vote est basé sur des circuits en série-parallèle qui prend en compte le un vote de 2/3.
- Le circuit de vote quadruple fournit une redondance multiple pour tous les circuits de signaux critiques, ce qui garantit une sécurité et une disponibilité maximale.
- Chaque type de module de sortie exécute un diagnostic particulier de l'organe de commande de sortie OVD pour chaque point, chaque microprocesseur va lire la valeur de sortie de ce dernier afin de déterminer s'il existe un défaut latent dans le circuit de sortie.

La Figure III.7 met en évidence le circuit du module de sortie.

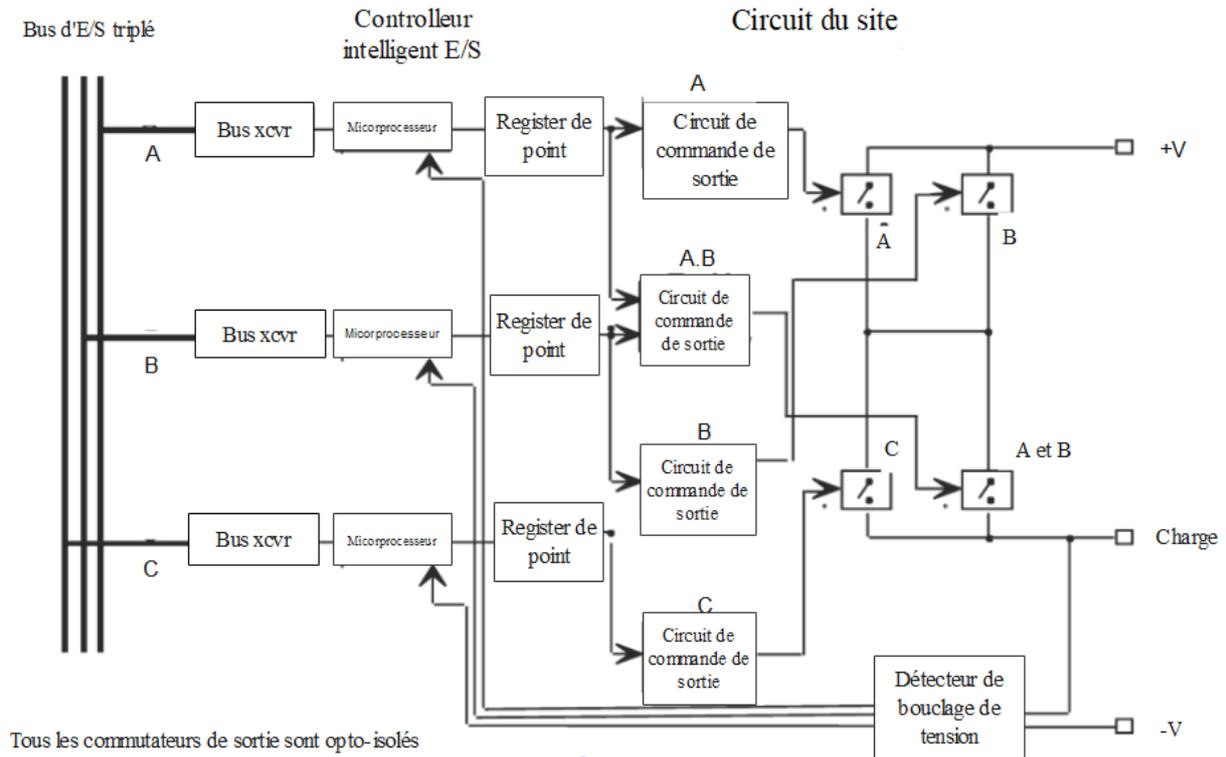


Figure III.7 : Circuit du module de sortie logique

La Figure III.8 représente le circuit de vote.

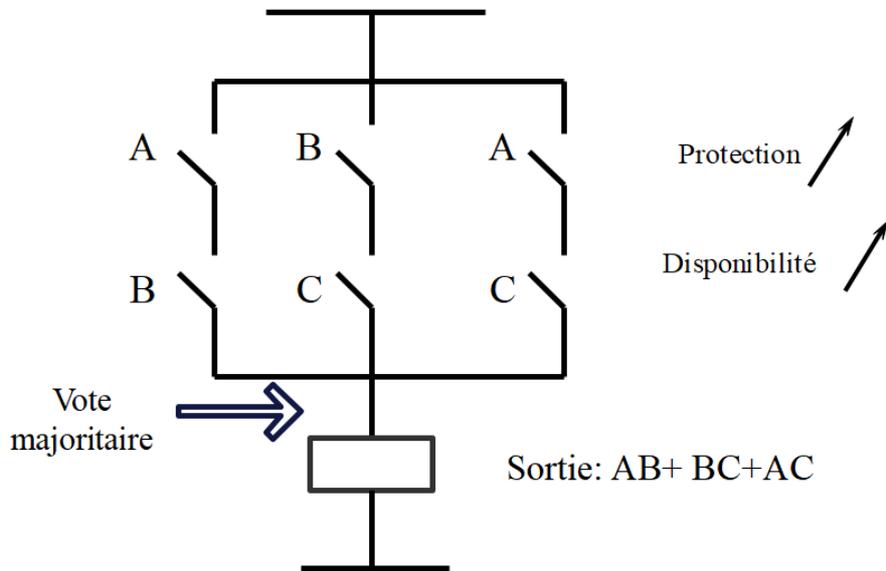


Figure III.8 : Circuit de vote

### III.8.2. Modules de sorties analogiques

Voici le fonctionnement d'un module de sortie analogique :

- Chaque branche possède son propre convertisseur numérique-analogique CNA.

- L'une des trois branches est sélectionnée pour piloter les sorties analogiques.
- L'exactitude de la sortie est vérifiée en permanence par des entrées de "bouclage" sur chaque point, qui sont lues par les trois microprocesseurs. Si une erreur se produit dans la branche de pilotage, cette branche est déclarée défectueuse et une nouvelle branche est sélectionnée pour piloter le dispositif de terrain [2].

## **III.9. Organigramme et logique de fonctionnement**

### **III.9.1. Système d'extinction à mousse**

Le déclenchement d'un détecteur UV/IR ou d'un détecteur de températures provoque une pré-alarme signalée au niveau de la salle de contrôle et sur le PC de supervision.

Les alarmes doivent persister pendant au moins 30 secondes afin d'éviter les alarmes intempestives, une fois ce laps de temps écoulé l'état de cette entrée est verrouillée au niveau de l'automate et l'appui sur le bouton reset réinitialise le système à la seule condition de la disparition de la cause.

Le bouton d'acquiescement permet d'arrêter l'alarme sonore.

Si une deuxième alarme d'un autre détecteur s'enclenche ou qu'un bouton d'alarme est actionné sur le site par un opérateur, une alarme de feu est signalée dans le buzzer de contrôle, et sur le PC de supervision une sirène sur le site s'active également.

Après une temporisation de 30 seconde l'ordre de décharge de la mousse est envoyé via des électrovannes pour l'ouverture des vannes déluges et renvoie l'information de décharge vers l'automate.

Une petite vanne montée sur la vanne déluge permet l'ouverture de la vanne déluge sur site par un opérateur.

La Figure III.9 représente l'organigramme de la décharge mousse.

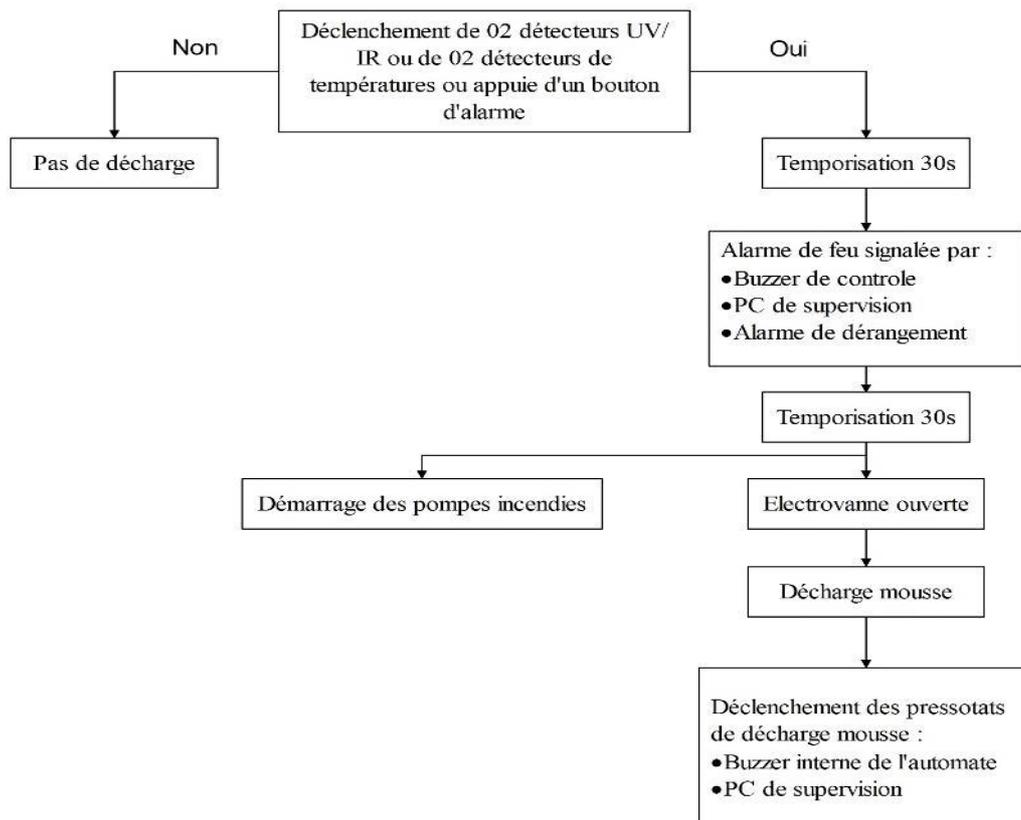


Figure III.9 : Organigramme de la décharge mousse

### III.9.2. Système d'extinction au CO2

Le déclenchement d'un seul détecteur fumé provoque une pré-alarme qui dure au minimum 30 secondes signalée par l'alarme de l'automate et par le PC de supervision.

L'alarme de feu se déclenche si un deuxième détecteur confirme la présence de la fumée ou bien par l'appui du bouton d'alarme l'alerte est donnée par le buzzer de la centrale ainsi qu'au niveau du PC de supervision et des sirènes de la sous station électrique le sélecteur est mis en automatique.

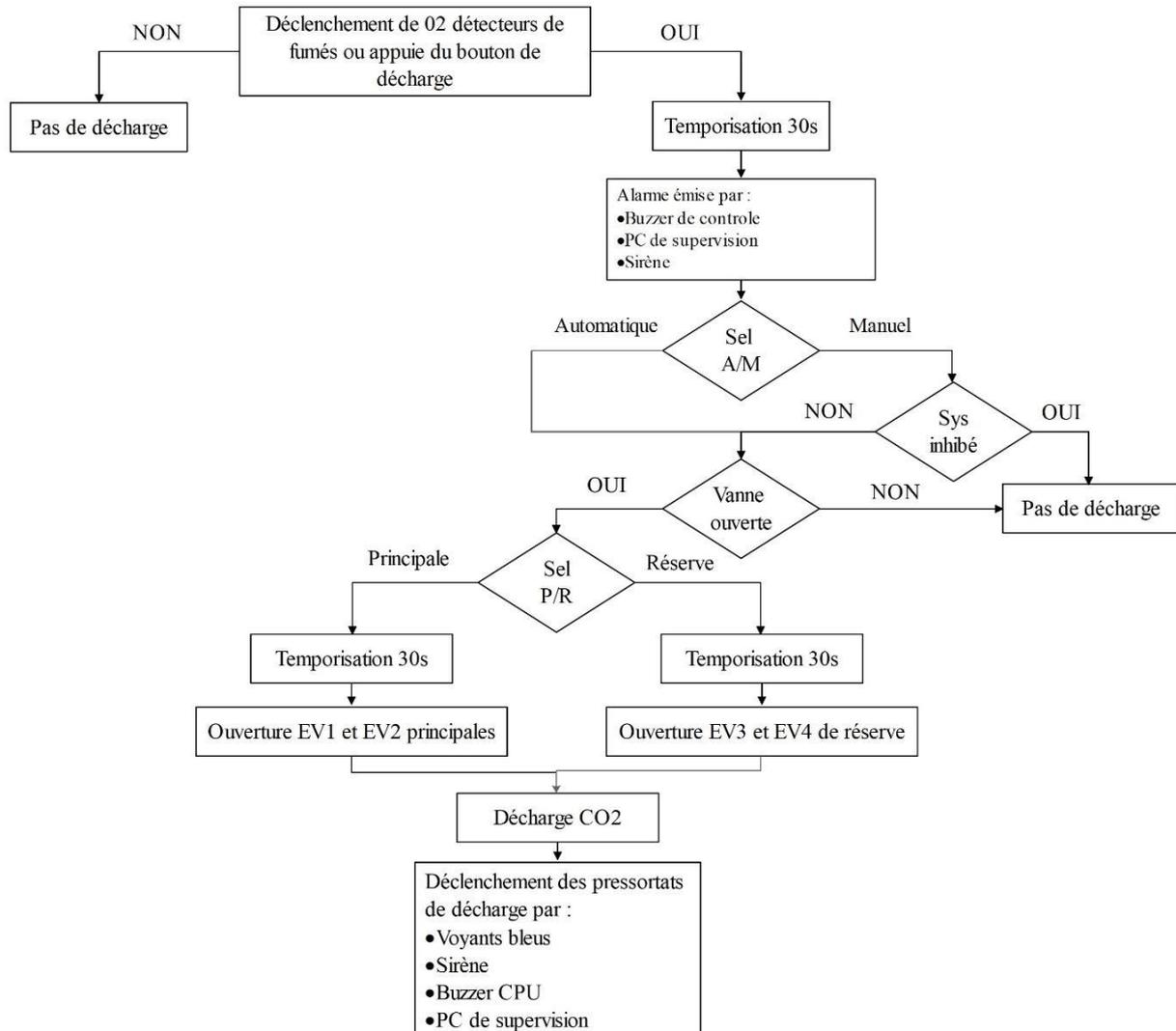
Un autre sélecteur prend en charge la sélection des bouteilles principales ou bien de réserves une fois la temporisation de 30 seconde écoulée l'automate envoie l'ordre d'ouverture des électrovannes pour la décharge de CO2 cette décharge est détectée par les pressostats et est signalée par les voyants bleus, les sirènes, buzzer de CPU et le PC de supervision.

Pour que tout ceci fonctionne il faut que :

- Le système ne soit pas inhibé.
- Le sélecteur auto/manu est sur auto.

- La vanne de décharge doit être ouverte et non fermée.

La Figure III.10 illustre l'organigramme du système d'extinction.



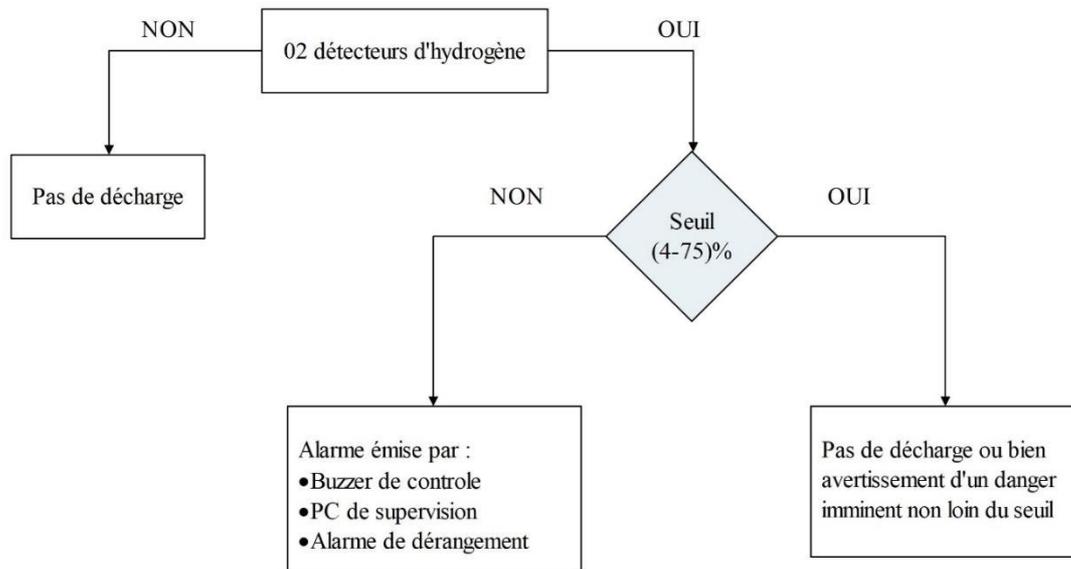
**Figure III.10 :** Organigramme du système d'extinction

### III.9.3. Gaz dangereux dans l'air

Si l'hydrogène n'est pas compris dans le seuil (4 - 75) % partie par million ppm, le détecteur d'hydrogène signale une alarme par l'automate et le PC de supervision une alarme de dérangement donne l'alerte afin d'évacuer le personnel.

Un avertissement d'un danger imminent est affiché si jamais l'hydrogène dans l'air a presque dépassé le seuil à ce moment-là une pré-alarme s'enclenche pour une mesure préventive.

La Figure III.11 représente l'organigramme du détecteur d'hydrogène.



**Figure III.11 :** Organigramme d'un détecteur d'hydrogène

### III.10. Equations du système

#### III.10.1. Equations d'extinction à base de mousse

Ci-dessous les entrées et sorties du système d'extinction de mousse :

##### Entrées :

**ADFL1** : alarme du détecteur de flamme 1

**ADFL2** : alarme du détecteur de flamme 2

**ADFL3** : alarme du détecteur de flamme 3

**ADFL4** : alarme du détecteur de flamme 4

**ADT1** : alarme du détecteur de température 1

**ADT2** : alarme du détecteur de température 2

**ADT3** : alarme du détecteur de température 3

**ADT4** : alarme du détecteur de température 4

**BA** : bouton d'alarme

**RES** : bouton de réinitialisations des alarmes

##### Sorties :

**EV** : Electrovanne ouverte

**AD** : Alarme de dérangement

**DPI** : Démarrage des pompes incendies

**TON1/TON2** : Temporisation 1 et 2 respectivement de 30 secondes chacun

$$AD = (ADFL1.ADFL2 + ADFL1.ADFL3 + ADFL1.ADFL4 + ADFL2.ADFL3 + ADFL2.ADFL4 + ADFL3.ADFL4 + ADT1.ADT2 + ADT1.ADT3 + ADT1.ADT4 + ADT2.ADT3 + ADT2.ADT4 + ADT3.ADT4 + BA).TON1 \quad \text{III. 1}$$

$$EV = AD.TON2 \quad \text{III. 2}$$

$$DPI = AD.TON2 \quad \text{III. 3}$$

$$RES = (\overline{ADFL1} . \overline{ADFL2} . \overline{ADFL3} . \overline{ADFL4}) . (\overline{ADT1} . \overline{ADT2} . \overline{ADT3} . \overline{ADT4}) \quad \text{III. 4}$$

### III.10.2. Equations d'extinction au CO2

Ci-dessous les entrées et sorties du système :

#### Entrées :

**ADF1** : Alarme du détecteur de fumée 1

**ADF2** : Alarme du détecteur de fumée 2

**ADF3** : Alarme du détecteur de fumée 3

**ADF4** : Alarme du détecteur de fumée 4

**BD** : Bouton de décharge

**Sel A/M** : Sélecteur Automatique ou Manuel 0/1

**Sel P/M** : Sélecteur des bouteilles principales ou de réserves 0/1

**In** : Système inhiber

**ACQ** : Bouton d'acquiescement des alarmes

#### Sorties :

**VO** : Vanne ouverte

**EVP** : Ouverture de l'électrovanne principale

**EVR** : Ouverture de l'électrovanne de réserve

**S** : Sirène sonore du site

**BIA** : Buzzer interne de l'automate

**TON1/TON2** : Temporisation 1 et 2 de 30 secondes chacune

$$S = (ADF1.ADF2 + ADF1.ADF3 + ADF1.ADF4 + ADF2.ADF3 + ADF2.ADF4 + ADF3.ADF4). \overline{BD}. \overline{Sel A/M}. TON1 + BD.Sel A/M. TON1 \quad III. 6$$

$$BIA = ADF1 + ADF2 + ADF3 + ADF4 \quad III. 7$$

$$ACQ = \overline{ADF1}. \overline{ADF2}. \overline{ADF3}. \overline{ADF4} \quad III. 8$$

$$EVP = \overline{Sel P/R}. VO. \overline{In}. TON2. S.(Sel A/M + \overline{Sel A/M}) \quad III. 9$$

$$EVR = Sel P/R. VO. \overline{In}. TON2. S.(Sel A/M + \overline{Sel A/M}) \quad III. 10$$

$$In = \overline{VO}. \overline{ADF1}. \overline{ADF2}. \overline{ADF3}. \overline{ADF4}. Sel A/M \quad III. 11$$

### III.10.3. Equations du gaz dangereux dans l'air

Ci-dessous les entrées et sorties de ce système :

#### Entrées :

**ADH1** : Alarme détecteur d'hydrogène 1

**ADH2** : Alarme détecteur d'hydrogène 2

**ADH3** : Alarme détecteur d'hydrogène 3

**ADH4** : Alarme détecteur d'hydrogène 4

#### Sorties :

**ASD** : Alarme sonore de dérangement

$$ASD = ADH1.ADH2 + ADH1.ADH3 + ADH1.ADH4 + ADH2.ADH3 + ADH2.ADH4 + ADH3.ADH4 \quad III. 12$$

### III.11. Programmation et IHM

La Figure III.12 représente la programmation avec le logiciel Tristation d'extinction au CO2.

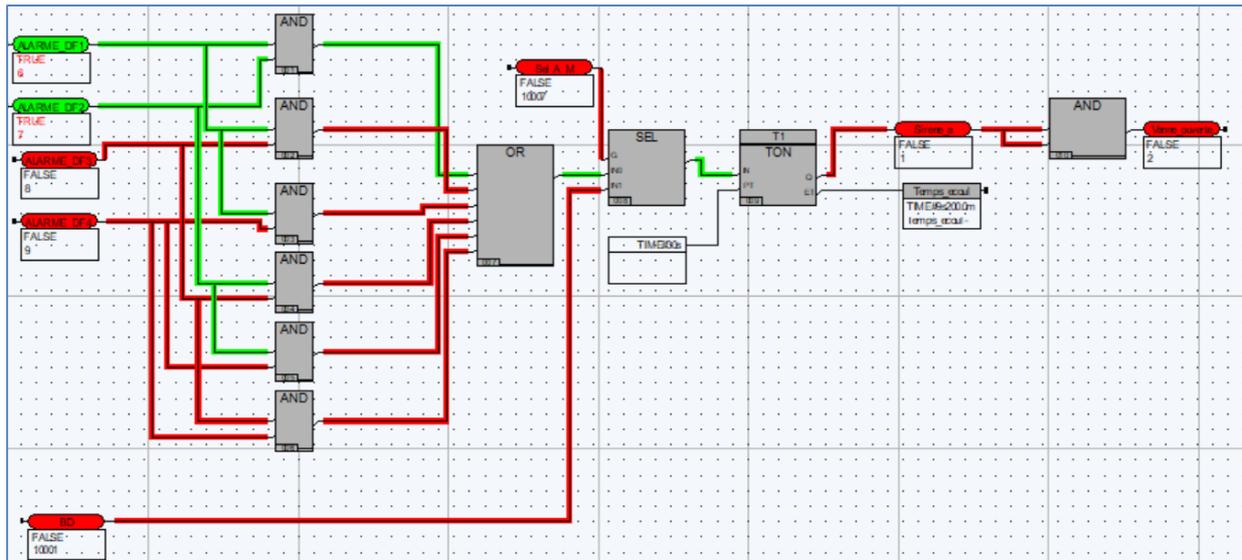


Figure III.12 : Programme d’extinction au CO2 via Tristation

Et voici son IHM correspondant dans la Figure III.13.

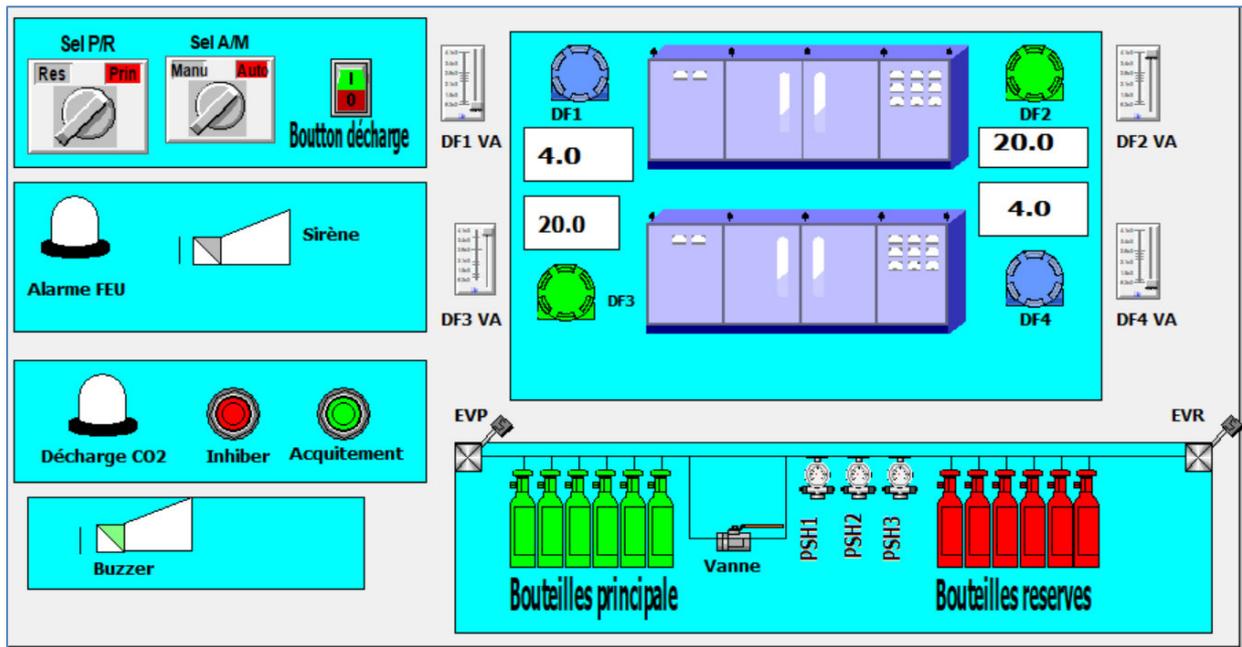


Figure III.13 : IHM du système d’extinction au CO2 par Intouch

Voici la Figure III.14 qui illustre le programme de la décharge mousse.



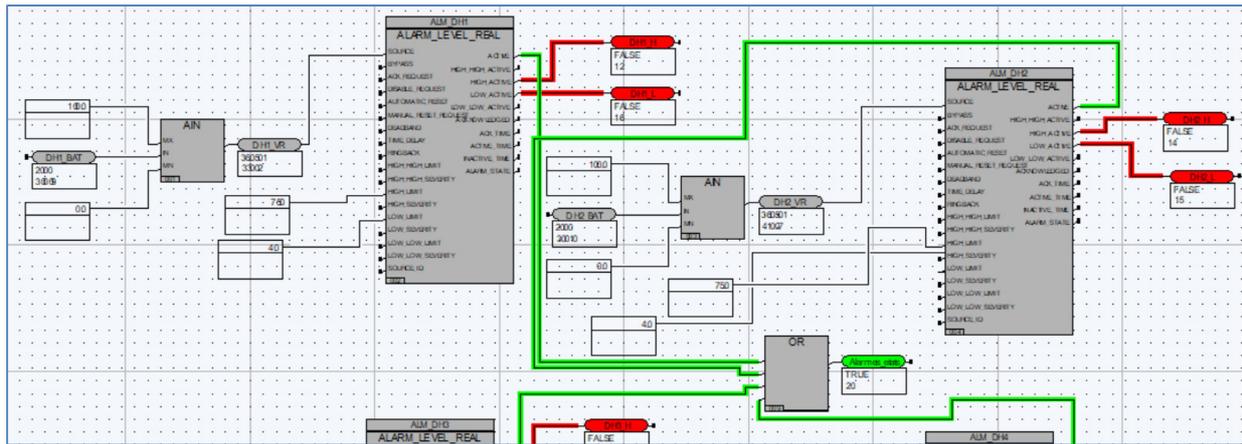


Figure III.16 : Programme du gaz dangereux dans l'air

La figure III.17 qui représente son IHM.

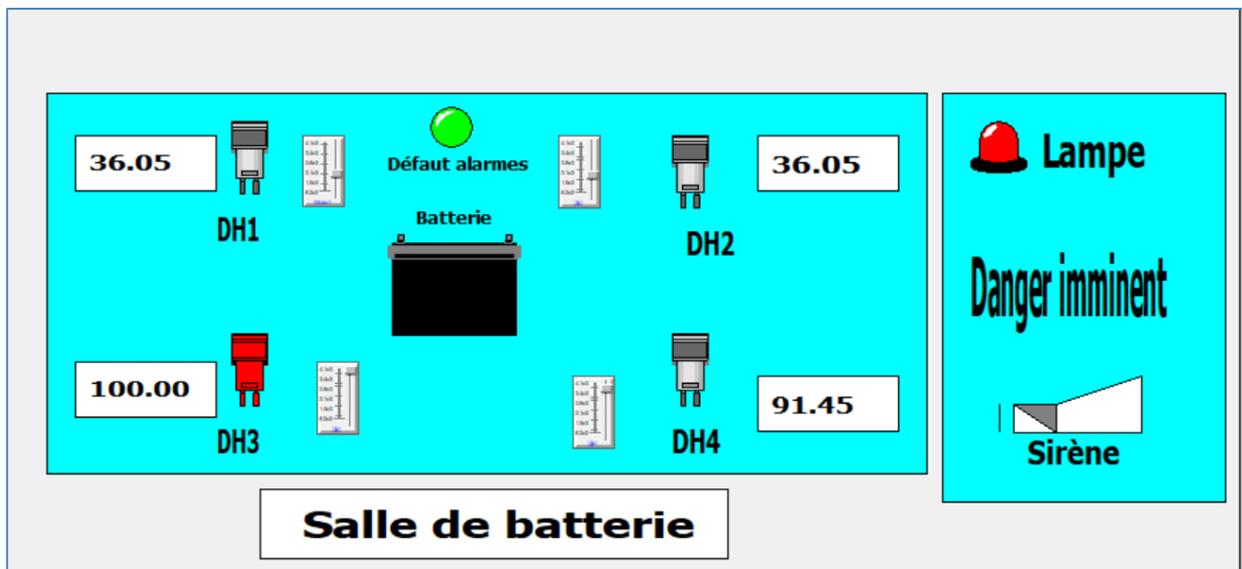


Figure III.17: IHM du gaz dangereux hydrogène

### III.12. Interprétation des résultats

Les Détecteurs de fumées et de flammes sont à contact, et fonctionnent dans une plage de courant entre 4/20 mA. 4 mA représente l'état de fonctionnement normale, 20 mA représente l'état d'alarme.

Le programme lit ces données grâce à un convertisseur analogique-numérique les valeurs 819 et 4095 représente respectivement en valeur réel 4/20 mA ou 1-5 v.

Quant aux détecteurs de températures, ils convertissent les valeurs analogiques 4/20 mA à une valeur réelle à savoir 0-85 C respectivement dès que le seuil de 85 C est dépassé l'alarme s'enclenche.

Les capteurs d'hydrogènes signalent la présence d'un gaz dangereux dans l'air dès que sa présence n'est pas compris dans le seuil de 4-75% ppm.

### **III.13. Conclusion**

Dans ce chapitre, on a fait un récapitulatif du fonctionnement de Triconex et nous avons mis en lumière la programmation des différents types de capteur grâce au logiciel Tristation 1131 et également observé les différents états des détecteurs à l'aide du logiciel de supervision Intouch.

# Conclusion générale

## Conclusion générale

Le travail réalisé dans ce mémoire a été mené au sein de l'entreprise de SONATRACH. L'objectif de notre travail consiste à faire une étude afin de remplacer l'automate obsolète nommé MESIT existant à la station de Beni Mansour par l'automate de sécurité TRICONEX de la société Schneider à l'aide de logiciel de programmation tristation 1311 et l'IHM Intouch.

Notre choix d'API basé sur des considérations techno-économique, le TRICONEX a eu une très bonne réputation ou le niveau de sécurité demandé est très élevé là ou un manque de précision peut mener à des conséquences désastreuses et des pertes économique énorme tel que les installations de raffinage, de traitement de gaz, les turbomachines, installations nucléaire.

Dans le cadre de notre projet nous avons débuté notre premier chapitre par une présentation de l'entreprise et de sa station de Beni Mansour, les classe de feu, la sécurité fonctionnelle, les normes CEI 61508 et CEI 61511, et vers la fin nous avons présenté le système de détection et d'extinction d'incendies existant.

En suite dans le deuxième chapitre nous avons commencé par une description générale des automates et des systèmes automatisés, leur architecture, alimentation et des différentes fonctions On a fait une description des fonctions des modules de l'automate MESIT présent à Beni Mansour et également les fonctions des détecteurs et actionneurs présent la bas et au finale on a définis brièvement le logiciel de programmation tristation 1131 et le logiciel de supervision Intouch.

Enfin, le dernier chapitre introduit les divers modules de Triconex, leurs fonctionnement ainsi que des différents organigrammes et leur logique de fonctionnement qui seront ensuite appliquer dans les logiciels Tristaion et Intouch.

Ce stage nous a permis d'appliquer nos connaissances théoriques acquises durant notre parcours universitaire. Cette expérience nous a permis d'acquérir des connaissances dans le domaine pratique.

En perspective, il serait intéressant d'implémenter d'autres fonctionnalités afin de mieux sécuriser le processus :

- Ajouter un arrêt d'urgence Emergency Shut-Down ESD pour stopper un procédé dans le but d'atténuer le danger.
- Utiliser des modules de supervision en vue d'observer les différents états des capteurs et actionneurs.
- Utilisation des modules de boucle qui signifie qu'ils sont câblés en série et retournent à la centrale, formant un circuit complet, si la boucle est rompue les capteurs/actionneurs peuvent toujours communiquer avec la centrale depuis les deux extrémités de la boucle.

## Bibliographie

- [1] SONATRACH | L'énergie du Changement. (n.d.). consulté le 3 Mars 2024, from <https://sonatrach.com/presentation>
- [2] BOUZEROURA Mustapha et DAHACHE Idir, « Etude diagnostic de la station de pompage du pétrole de Béni Mansour(W.BOUIRA) », mémoire master 2, Université AKLI MOHAND OULHADJ-BOUIRA. juin 2018.
- [3] Canada, & Rockwell. (2000). Amériques : Rockwell Automation, 1201 South Second Street. In Control and Information Solutions (Vol. 382). [www.rockwellautomation.com](http://www.rockwellautomation.com)
- [4] BENOUARET Nabil et BOUABBAS Faouzi, " Etude et automatisation du système de détection et d'extinction d'incendie de l'unité sonatrach de bejaia"Université A.MIRA-BEJAIA, promotion 2020/2021.
- [5] Les différents types de détecteur incendie. (n.d.). <https://www.securipro.eu/blog/incendie/systeme-de-securite-incendie/les-differents-detecteurs-incendie/> Consulter le 5 MARS 2024.
- [6] Alain GONZAGA,« LES AUTOMATES PROGRAMMABLES INDUSTRIELS »,2004.
- [7] Unité Production : fonction Communiquer. (n.d.).
- [8] MAATOU Mohammed et BELLAGH Abderrahman "automatisation et réalisation a petite échelle (maquette) d'une chaine transporteuse de briques ", Mémoire de Master, Université Hassiba Benbouali De Chlef , Juin 2016.
- [9]BOUHERAOUA Ryma " étude de l'unité de régénération de glycol pk420 et automatisation de démarrage par un automate programmable industrielle TRICONEX ", Mémoire fin d'étude, Université Mouloud MAMMERI, Tizi-Ouzou, Promotion 2009-2010.
- [10] Tristation 1131 Planning and Installation Guide Planning and Installation Guide. (2012). <http://slidepdf.com/reader/full/tristation-1131-planning-and-installation-guide>
- [11] Electric Technical Publications, S. Tricon™ v9-v11 Systems Planning and Installation Guide. (2007).

**Résumé :** Ce travail vise à faire une étude de mise à niveau sur le système de détection et d'extinction d'incendie de la station de Béni Mansour de Béjaia. Il est réalisé par le biais l'Automate Programmable Industriel de sécurité TRICONEX de l'entreprise Schneider. Pour cela, on a élaboré des programmes visant à enclencher des extincteurs à CO2 et/ou à mousse ainsi que la détection d'un gaz dangereux (H2). Le logiciel Tristation a été utilisé comme outil de programmation. Le logiciel Intouch pour la supervision.

**Mots clé :** détection/extinction, Automate Programmable Industriel, sécurité, outil de programmation, logiciel de supervision.

**Abstract :** The purpose of this work is to carry out an upgrade study on the fire detection and extinguishing system at the Beni Mansour station of Bejaia. The system is based on the TRICONEX safety Programmable Logic Controller from Schneider. Programs were developed to activate CO2 and/or foam extinguishers, as well as the detection of a harmful gas (H2). Tristation software was used as the programming tool. Intouch software was used for supervision.

**Keywords:** detection/extinguishing, safety, programming software, supervision software.

**ملخص:** الهدف من هذا العمل هو إجراء دراسة ترقية على نظام الكشف عن الحرائق وإطفائها في محطة بني منصور في بجاية. يعتمد على نظام السلامة الأوتوماتيكي TRICONEX للسلامة من شنايدر. تم تطوير برامج لتفعيل طفايات ثاني أكسيد الكربون و/أو الرغوة وللكشف عن الغاز الخطير (H2). تم استخدام برنامج Tristation كأداة برمجة. تم استخدام برنامج Intouch للإشراف.

**الكلمات المفتاحية:** الكشف/الإطفاء، الأمان، برمجة البرامج، برمجيات الإشراف، نظام السلامة الأوتوماتيكي.