



Mémoire de fin d'étude

Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur

Filière : Automatique
Spécialité : Automatique

Présenté par : Mr. ROZTANE Adel Et Mlle. ALI MERINA Weam

Thème

Conception et réalisation d'un système embarqué pour la sécurité d'incendie

Soutenue publiquement, le 15 /09/ 2022, devant le jury composé de :

Mr. MALIKI Fouad	MCB	ESSA de Tlemcen	Président
Mr. MEGNAFI Hicham	MCA	ESSA de Tlemcen	Directeur de thèse
Mr. BENNACER Djamel	Docteur	Naftal	Co-directeur de thèse
Mr. KARAOUZENE Zohier	MAA	ESSA de Tlemcen	Examineur
Mr. M'HAMMEDI Mohammed	MAA	ESSA de Tlemcen	Examineur

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Dédicace

Je dédie mon travail de recherche

A mes très chers parents pour leur amour, leurs sacrifices et leurs soutiens accordés dans les instants les plus difficiles, qui sont à l'origine de notre succès, que DIEU les garde et les protège.

A mes sœurs Maroua, Maram, Sirine, Chiraz.

A tout le personnel de l'Ecole Supérieure en Sciences Appliquées de Tlemcen

A tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin pour à bien ce travail.

Mr. ROZTANE Adel

Dédicace

Je rends grâce à Dieu de m'avoir Permis de réaliser ce modeste travail.

Je dédie mon travail de recherche

A mes très chers parents pour leur amour, leurs sacrifices et leurs soutiens accordés dans les instants les plus difficiles, qui sont à l'origine de notre succès, que DIEU les garde et les protège.

A la maman, l'amie et la tante Ghania.

A mes chers frères Wail, Noureddine, Abd-el-Djalil .

A Rahim et toutes les personnes, qui de près ou de loin, ont participé à notre travail.

A tout le personnel de l'Ecole Supérieure en Sciences Appliquées de Tlemcen

Mlle. ALI MERINA Weam

Remerciements

A cette occasion, on remercie le bon dieu tout puissant qui nous a donné le courage,
la volonté et la patience pour réaliser ce mémoire.

Nos sincères remerciements vont à nos deux encadreurs

Dr. MEGNAFI Hicham et Dr. BENNACER Djamel

D'avoir proposé et dirigé ce travail, pour ses aides, ses conseils, ses orientations et ses
intérêts.

Nous tenons également à remercier Mr. MALIKI Fouad pour nous avoir fait
l'honneur de présider le jury.

Nous exprimons notre sincère gratitude aux examinateurs de notre mémoire : Mr.
KARAOUZENE Zohier et Mr M'HAMMEDI Mohammed

On remercie aussi toutes personnes ayant contribué de près ou de loin à la réalisation
de ce travail, en particulier nos parents.

Enfin, On adresse nos plus sincères remerciements à tous nos proches et amis, qui
nous ont toujours soutenu et encouragé au cours de la réalisation de ce mémoire. Merci à
tous et à toutes.

Résumé

L'incendie est l'un des accidents les plus graves dans les usines de pétrole et de produits chimiques, peut entraîner des pertes de production considérables, des dommages matériels et des pertes. Afin de protéger les usines et de prévenir leur propagation, il est impératif pour chaque usine de faire un réseau de protection qui aide à affronter et à limiter le feu, dans cet ordre. Dans cette optique nous allons développer un système de détection incendie dédié pour un parc de stockage des produits pétroliers liquides, ce dernier est basé sur l'API de Gamme Simatic S7 300 avec une interface HMI (Human Machine Interface) conçue par le WinCC flexible.

Mots clefs : PLC, SIMATIC Step7, WinCC, détection, sécurité incendie, PLCsim,

Abstract

Fire is one of the most serious accidents in oil and chemical plants, can lead to considerable production losses, property damage and losses. In order to protect plants and prevent their spread, it is imperative for each plant to make a protective network that helps to face and limit fire, in that order. With this in mind, we will develop a dedicated fire detection system for a liquid petroleum storage tank, the latter is based on the Simatic S7 300 Series API with an HMI (Human Machine Interface) interface designed by the flexible WinCC.

Keywords: PLC, SIMATIC Step7, WinCC, detection, fire safety, PLCsim,

ملخص

الحرائق هي واحدة من أخطر الحوادث في مصانع النفط والكيماويات، ويمكن أن تؤدي إلى خسائر كبيرة في الإنتاج وأضرار بالمتلكات وخسائر. من أجل حماية النباتات ومنع انتشارها، من الضروري لكل مصنع إنشاء شبكة واقية تساعد على مواجهة الحرائق والحد منها، بهذا الترتيب. مع وضع ذلك في الاعتبار، سنقوم بتطوير نظام مخصص للكشف عن الحرائق لخران مع *Simatic S7 300 Series* تخزين البترول السائل، ويستند الأخير إلى واجهة برمجة التطبيقات المرنة *WinCC* المصممة بواسطة *HMI* واجهة

Simatic maneger step7, Wincc flexible

الكشف، السلامة من الحرائق، WinCC، SIMATIC Step7، PLC، كلمات مفتاحية: الإطفاء PLCsim،

Table des matières

Dédicace	3
Remerciements	5
Résumé	6
Table des matières	7
Liste des tableaux	Error! Bookmark not defined.
Table des illustrations.....	11
Introduction.....	14
Chapitre 01 :Feu et processus de l'incendie dans les réservoirs de stockage des produits pétroliers liquides.	16
1. Introduction :.....	16
2 Description physico-chimique du feu :.....	17
2.1 Le feu :.....	17
2.2 Le triangle de feu :.....	17
2.3 Notions de puissance :.....	18
2.4 Classes de feux :	18
2.5 L'incendie :.....	19
2.6 Causes d'incendie en tenant compte l'environnement industriel :.....	19
2.7 Développement d'incendie :	20
2.8 Modèles de propagation du feu et des fumées :	21
3Feu de réservoirs de stockage des hydrocarbures liquides	22
3.1 Types de réservoirs de stockage et évènements déclencheurs de feu.....	22

3.2 La combustion des produits pétroliers liquides	23
3.4 Le point éclair, les Concentrations limites d'inflammabilité dans l'air et auto-inflammation	23
4 Conclusion	27
Chapitre 02 :Technologies de détection incendie et supervision	29
1 Introduction :.....	29
2 Système de sécurité incendie.....	29
3 Définition d'un système de sécurité incendie :	30
3.1 Un système de détection incendie (S.D.I) :	30
3.2 Un système de mise en sécurité incendie (S.M.S.I) :.....	30
4 Composants de base d'un système de détection incendie :.....	31
a) Circuits du dispositif d'alarme	31
b) Circuits des dispositifs avertisseurs d'alarme.....	32
c) Panneau de commande d'alarme incendie	32
d) Alimentation électrique principale	32
e) Alimentation électrique secondaire	32
f) Dispositifs initiateurs.....	32
g) Les détecteurs :.....	32
Les détecteurs sont généralement composés de trois parties :.....	32
5 Les différents types de détecteurs	33
5.1 Les quatre types de détecteurs d'incendie	33
5.2 Classification des détecteurs	35
6 Les détecteurs d'incendie :.....	37
6.1 Les détecteurs de chaleur	38
6.2 Détecteurs de fumée.....	38
6.3 Détecteurs de flamme	38
6.4 Détecteurs de gaz :.....	39
Boîtes d'alarme-incendie manuelles	39
7 Système de lutte contre l'incendie.....	40
Principe des détecteurs de flamme :	41
Technologie émergente des détecteurs de flamme :	41
8 Différentes classes des systèmes de détection incendie :	46
8.1 Le conventionnel :	46
8.2 L'adressable :	46
8.3 L'interactif :	46
9 Le System SCADA pour la surveillance et contrôle de la détection automatique de l'incendie	46
9.1 Introduction.....	46

9.2 Intégration du système SCADA pour un grand parc de stockage des produits pétroliers	47
10 Conclusion	47
Chapitre 03 Logiciels et outils utilisés	48
1 Introduction :	49
2 Histoire de Plc	49
3 PLC définition :	49
4 Le principe de fonctionnement de PLC	52
5 Le choix d'un Plc	52
6 PLC communication	54
7 PLC Programmation	54
7.1 Langage textuel	54
7.2 Langage graphique	55
8 STEP 7 :	57
9 Le logiciel e supervision WinCC flexible	59
10 Conclusion :	59
Chapitre 04 : <i>Conception d'un système de supervision, surveillance et de contrôle de l'incendie d'un parc de stockage des carburants</i>	60
1 Introduction :	61
2 Étapes générales de la conception du système PLC	61
3 Réalisation du programme	63
3.1 Contenu de fonction FC1 (Température) :	64
3.2 Contenu de fonction FC2 (Niveau) :	65
3.4 Contenu de fonction FC3 (Refroidissement)	65
3.5 Contenu de fonction FC5	66
3.6 Contenu de fonction FC4 ESD:	68
4 Le simulateur des programmes PLCSIM :	68
5 Configuration de la liaison	69
6 Résultats simulation d'interface HMI :	70
6.1 Vérification de paramètre de liaison	70
6.2 L'ensemble des vues :	70
7 Simulation de Quelques scénarios :	78
1. un défaut capteur :	78
2. hausse température dans la 1 ère zone :	84
3. détection d'incendie dans la 2 -ème zone et hausse température dans les 2 zones :	89
8 Conclusion :	96
Conclusion générale	97

Table des illustrations

FIGURE I. 1 : TRIANGLE DE FEU	17
FIGURE I. 2 LES PRINCIPALES CAUSES D'INCENDIE DANS LES BATIMENTS [6]	19
FIGURE I. 3 : LES PRINCIPAUX TYPES DE RESERVOIRS [9]	22
FIGURE I. 4 VARIATION DE LA PRESSION DE VAPEUR PAR RAPPORT A LA TEMPERATURE DE L'ESSENCE	24
FIGURE I. 5 : LIMITES DE TEMPERATURE D'INFLAMMABILITE POUR CINQ CARBURANTS	25
FIGURE I. 6 FLAHPOINTS, AUTO-IGNITION AND FLAMMABILITY LIMITS FUELS	25
FIGURE I. 7 :LE SLOPOVER « FEU DE RESERVOIR »	27
FIGURE I. 8 :LE BOILOVER « FEU DE RESERVOIR »	27
FIGURE II. 1 SYNOPTIQUE SSI [15]	30
FIGURE II. 2 PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT D'UN SYSTEME DE SECURITE INCENDIE [15]	31
FIGURE II. 3 DETECTEUR A IONISATION	34
FIGURE II. 4 : DETECTEUR PHOTOELECTRIQUE	34
FIGURE II. 5 : DETECTEUR DE CHALEUR	35
FIGURE II. 6 : LES DIFFERENTS TYPES DE DETECTEURS D'INCENDIE [17]	38
FIGURE II. 7 : MANUAL PULL BOX	39
FIGURE II. 8 : SYSTEME DE DETECTION AUTOMATIQUE ET MANUELLE DE L'INCENDIE	40
FIGURE II. 9 : SHOWS THE EMISSION ENERGY SPECTRUM	42
FIGURE II. 10 : DETECTEUR DE FLAMME ULTRAVIOLET (U.V)	43
FIGURE II. 11 DETECTEUR DE FLAMME I.R.	43
FIGURE II. 12 DETECTEUR DE FLAMME A DOUBLE LONGUEUR D'ONDE U.V/I.R.	44
FIGURE II. 13 DETECTEUR INFRAROUGE MULTI-SPECTRAL (IR3)	45
FIGURE II. 14 : DETECTEUR DE FLAMME A IMAGERIE VISUELLE ET VUE D'UNE DETECTION DANS UN PROCEDE	45
FIGURE II. 15 SCHEMA DE PRINCIPE DE SUPERVISION DE PARC DE STOCKAGE A BASE DE PLC ET HMI	47
FIGURE IV. 1	61
FIGURE IV. 2 ÉTAPES GENERALES DE LA CONCEPTION DU SYSTEME PLC	63
FIGURE IV. 3 : PROGRAMME PRINCIPAL	63
FIGURE IV. 4 : L'ÉTALONNAGE DES CAPTEURS DE TEMPERATURE	64
FIGURE IV. 5 : LES FONCTIONS DE MISE A L'ÉCHELLE ET D'ÉTALONNAGE	64
FIGURE IV. 6 SCALE POUR LE DETECTEUR DE NIVEAU	65
FIGURE IV. 7 MISE EN ARRÊT ET MARCHÉ AUTOMATIQUE D'UNE VANNE MOTORISÉE	66
FIGURE IV. 8 LA DÉTECTION DE FEU POUR UNE ZONE	67
FIGURE IV. 9 L'ACTIVATION DE SIRENE ET RESEAU MOUSSE DANS LE CAS D'INCENDIE	67
FIGURE IV. 10: L'ACTIVATION D'ESD EN CAS D'INCENDIE	68
FIGURE IV. 11 LE PLCSIM	69
FIGURE IV. 12 CONFIGURATION DE LA LIAISON	69
FIGURE IV. 13 L'INTERFACE DE LIAISON DANS LE WINCC	70
FIGURE IV. 14 PAGE D'ACCUEIL	71
FIGURE IV. 15: LA VUE PROCESSUS AVANT LA SIMULATION	72
FIGURE IV. 16: LA VUE PROCESSUS APRES LA SIMULATION	73
FIGURE IV. 17 LA VUE COURBES AVANT LA SIMULATION	74
FIGURE IV. 18 LA VUE APRES LA SIMULATION	75
FIGURE IV. 19 LA VUE ALARME AVANT LA SIMULATION	76
FIGURE IV. 20 : LA VUE ALARME APRES LA SIMULATION	77
FIGURE IV. 21 : LA VUE COMMANDE VANNE AVANT LA SIMULATION	78
FIGURE IV. 22 : LES ENTREES ANALOGIQUE DANS LE PLCSIM	79

<i>FIGURE IV. 23 : VALEUR DE TEMPERATURE POUR TT1 ZONE I</i>	<i>79</i>
<i>FIGURE IV. 24 : VALEUR DE TEMPERATURE POUR TT2 ZONE I</i>	<i>80</i>
<i>FIGURE IV. 25 : RESULTAT DE SIMULATEUR STEP7</i>	<i>80</i>
<i>FIGURE IV. 26 : LE CHANGEMENT DANS LA VUE PROCESSUS</i>	<i>81</i>
<i>FIGURE IV. 27 : LE CHANGEMENT DANS LA VUE COURBE</i>	<i>82</i>
<i>FIGURE IV. 28 : LE CHANGEMENT POUR LA VUE ALARME</i>	<i>83</i>
<i>FIGURE IV. 29 : LA VUE ALARME APRES ACQUITTEMENT.....</i>	<i>84</i>
<i>FIGURE IV. 30: SIMULATION DE OB.....</i>	<i>90</i>
<i>FIGURE IV. 31:ACTIVATION AUTOMATIQUE DE MOV EAU ZONE II</i>	<i>92</i>
<i>FIGURE IV. 32 : ACTIVATION AUTOMATIQUE MOV EAU ZONE I.....</i>	<i>93</i>
<i>FIGURE IV. 33 : DETECTION DE FEU ZONE II.....</i>	<i>93</i>
<i>FIGURE IV. 34 : ACTIVATION DE SIRENE ET MOV MOUSSE ZONE II</i>	<i>94</i>
<i>FIGURE IV. 35: L'ALARME SELON L'ADRESSE DE DETECTEUR</i>	<i>94</i>
<i>FIGURE IV. 36 : FERMETURE AUTOMATIQUE DE VANNE PRINCIPALE A CAUSE D'EXISTENCE DE FEU</i>	<i>95</i>
<i>FIGURE IV. 37:ACTIVATION MANUEL D'ESD.....</i>	<i>95</i>

Liste des abréviations

A.E.S.	Alimentation Électrique de Sécurité
A.G.S.	Alarme Générale Sélective
A.P.S.	Alimentation Pneumatique de Sécurité
C.M.S.I.	Centralisateur de Mise en Sécurité Incendie
D.A.C.	Dispositif Adaptateur de Commande
D.A.D.	Détecteur Autonome Déclencheur
D.A.S.	Dispositif Actionné de Sécurité
D.C.M.	Dispositif de Commande Manuelle
D.C.M.R.	Dispositif de Commandes Manuelles Regroupées
D.C.S.	Dispositif de Commande avec Signalisation
D.C.T.	Dispositif Commandé Terminal
D.M.	Déclencheur Manuel
D.S.	Diffuseur Sonore
E.A.	Équipement d'Alarme
E.C.S.	Écran de Contrôle et de Signalisation
S.D.I.	Système de Détection Incendie
S.M.S.I.	Système de Mise en Sécurité Incendie
S.S.I.	Système de Sécurité Incendie
S.S.S.	Système de Sonorisation de Sécurité
U.C.M.C.	Unité de Commande Manuelle Centralisée

U.G.A.	Unité de Gestion d'Alarme
U.G.C.I.S.	Unité de Gestion Centralisée des Issues de Secours
U.S.	Unité de Signalisation
Z.A.	Zone de Diffusion d'Alarme
Z.C.	Zone de Compartimentage
Z.D.	Zone de Détection
Z.F.	Zone de Désenfumage
Z.S.	Zone de Mise en Sécurité
PLC	Contrôleur logique programmable
API	Automates Programmables Industriels
ESD	emergency shut down

Introduction

Le pétrole brut et les produits raffinés sont stockés dans des réservoirs. Il y a une abondance d'installations de stockage construites et en cours de construction dans de nombreux pays. Les installations de stockage et les éventuels risques d'incendie sont très importants en raison des propriétés

inhérentes des produits stockés. Les installations de stockage sont toujours vulnérables aux accidents tels que les incendies et les explosions.

Les incendies dans les réservoirs de stockage d'hydrocarbures présentent des dangers particuliers qui devraient obliger les propriétaires et les gestionnaires de ces installations à faire preuve de diligence adéquate en ce qui concerne la prévention, protection et préparation aux situations d'urgence permettant de gérer les risques associés aux incendies et aux explosions liés au stockage d'hydrocarbures.

Les incendies dans ces réservoirs ne se produisent pas fréquemment, mais de tels incidents se produisent toujours, malgré les diverses améliorations techniques et de protection contre les incendies apprises lors d'incidents antérieurs et fournies dans différents codes et normes, comme la NFPA. (National Fire Protection Association) et API (American Petroleum

Institute).

Avec les progrès des technologies des capteurs, de la microélectronique et de l'information, ainsi qu'une meilleure compréhension de la physique du feu, de nombreuses nouvelles technologies et concepts de détection du feu ont été développés au cours des deux dernières décennies.

L'objet de ce mémoire est de faire la conception et le développement d'un système de supervision, surveillance et de contrôle de l'incendie d'un parc de stockage des carburants constitué de deux réservoirs à toit fixe. Le système est mis en œuvre par l'intégration du PLC et l'interface HMI (homme-machine).

Le premier chapitre de ce mémoire donne un aperçu sur le concept de feu et les facteurs déclenchant, et une spécificité sur les feus dans les réservoirs de stockages des hydrocarbures.

Le deuxième chapitre résume brièvement les techniques de la détection incendie reposées sur la technologie d'une variété de capteurs avec un aperçu sur la supervision par le système SCADA basé à son tour sur les API et l'HMI (Human Machine Interface).

Dans un chapitre 4 nous exposons le détail du système conçu pour la détection automatique de l'incendie dans un parc de stockage des carburants. Il est développé en utilisant l'API de

Gamme Simatic S7 300 et dont l'interface graphique est conçue sur l'environnement WinCC flexible. L'objectif est de remonter tous signaux ayant pour fins le déclenchement des alarmes incendies. Huit détecteurs de flammes quatre capteurs de températures sont utilisés respectivement afin de détecter le foyer d'incendie et l'élévation de la température des liquides dans l'enceinte de stockage, pour déclencher enfin l'extinction automatique du feu par la mousse d'une part et le refroidissement des viroles de réservoirs d'autre part et cela selon des scénarios bien étudiés.

Chapitre 01 : Feu et processus de l'incendie dans les réservoirs de stockage des produits pétroliers liquides.

1. Introduction :

Un incendie peut éclater en un instant et se propager en quelques secondes, Qu'il s'agisse d'une maison, d'un site industriel ou d'une forêt, les feux peuvent avoir des conséquences humaines (décès, handicaps physiques, pertes d'emploi...), environnementales (pollution, destruction des biotopes...) et économiques (cessations d'activité...) dramatiques. Les progrès réalisés dans le domaine de la prévention et de la protection sont parvenus à limiter le nombre de décès et de blessures. Malgré cela, Une meilleure compréhension des phénomènes physiques en cause dans l'éclosion et la propagation d'un incendie permet d'intervenir plus efficacement pour prévenir les catastrophes et en atténuer la gravité.

Dans **l'industrie**, plus des deux tiers des incendies ont **des causes inconnues** ou **difficiles à trouver**. Pour les **équipements d'accès public**, cette incertitude **se produit plus de 60% du temps**. Lorsque la cause d'un incendie est connue, **les défaillances du personnel** et **des équipements électriques** sont les **principaux** facteurs de **risque [1]**.

2 Description physico-chimique du feu :

2.1 Le feu :

Dans la norme ISO 13943, le feu désigne un processus de combustion indépendant qui se développe au fil du temps et de l'espace.

2.2 Le triangle de feu :

La combustion est une réaction chimique d'un combustible avec un comburant en présence d'un allumeur [2].

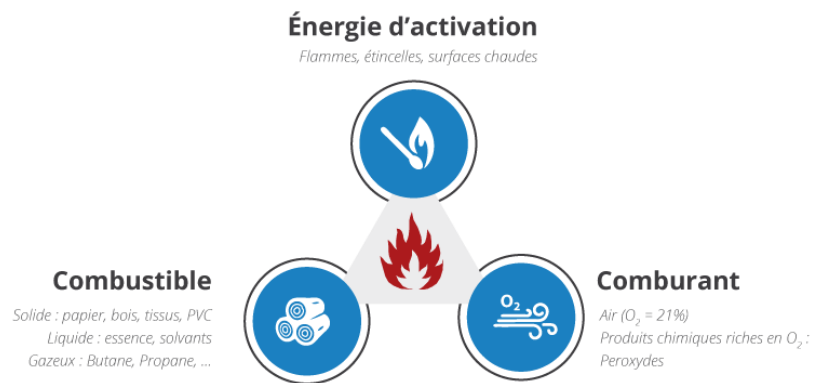


Figure I. 1 : Triangle de feu

- **Le combustible** : La matière susceptible de brûler : solide, liquide, gazeuse, métallique, huile de cuisson.
- **Un comburant** : En s'interagissant avec le combustible, il permet la combustion, c'est l'oxygène présent dans l'air ambiant, ou un peroxyde
- **Une énergie d'activation** : Les énergies nécessaires pour déclencher la combustion, elle est apportée par une source d'origine thermique, chimique, biologique, mécanique ou électrique.

En fonction de la vitesse du processus de réaction, on parle de [3] :

- **Une combustion lente** : Quand il s'agit d'une réaction à basse température pour laquelle il n'y a pas de formation de flamme. Par ex. la digestion : la nourriture donne le combustible nécessaire (graisses, hydrates de carbone...). Les poumons se chargent de l'oxygène. Lors de la combinaison du combustible avec l'oxygène, une combustion lente prend naissance.
- **Une combustion normale** : Si la combinaison de la matière combustible avec l'oxygène va de pair avec l'apparition d'une lumière ou d'une flamme.

- **Une explosion** : Le processus de combustion se passe très rapidement. La puissance d'une explosion peut détruire, mais peut aussi être utilisée comme source d'énergie (par ex. moteur à explosion).
- **Une détonation** : Quand la combustion se produit avec une vitesse de propagation énorme. Une autre caractéristique est une augmentation de la pression qui peut avoir un effet destructeur.
- **L'auto-inflammation** : Certaines matières organiques peuvent commencer à chauffer spontanément par un processus de fermentation biologique. La température peut augmenter de telle manière que la température d'auto-inflammation de la matière est atteinte et que le produit commence à brûler sans qu'une source d'inflammation ne soit intervenue. Par ex. chiffons imbibés d'huile.

2.3 Notions de puissance :

La puissance d'un feu est une quantité d'énergie thermique (Joule, J) dégagée sur une unité de temps (seconde, s). Elle se mesure en Watts. Cette puissance est liée à la nature, la qualité, la volumétrie, la position et la quantité du combustible et à l'apport en comburant dans le cadre d'une situation d'incendie de structure. La puissance peut alors être limitée par le combustible (on parle de FLC : Feu Limité par le Combustible) ou par la ventilation (FLV : Feu Limité par la Ventilation).

Combustible	Puissance dégagée
Cigarette	5 W
Allumette	50 W
Bougie	80 W
Corbeille de papiers	150 KW (1 KW = 1000 Watts)
Poubelle	50 à 300 KW
Fauteuil	2 MW (1 MW = 1 000 000 Watts)
Canapé	1 à 3 MW
Feu de salon ou chambre développée	3 à 10 MW

Tableau I. 1Quelques exemples de puissance de feu

2.4 Classes de feux :

Catégorisation des feux par type de brûlure, cette classification permet de mettre en place des moyens d'extinction plus performants. Les classes de feu A, B, C sont les plus courantes et les plus faciles à éteindre. De façon générale, la catégorie D est associée à un risque industriel. La norme *NF EN 2/A1 de février 2005* classifiait les feux de A à F [4, 5].






Signalétique	Classe	Dénomination	Combustible
	A	Feux de solides	Bois, papier, carton, tissus...
	B	Feux de liquides / solides	Hydrocarbures, huiles, alcools, peintures, plastiques...
	C	Feux de gaz	Butane, propane, méthane
	D	Feux de métaux	Magnésium, sodium, aluminium...
	F	Feux d'huiles ou de graisses	Appareils de cuisson, dans l'industrie alimentaire généralement

Tableau I. 2 Les classes de feu [5, 4]

2.5 L'incendie :

L'incendie est un feu n'est pas contrôlée dans l'espace et dans le temps et les causes diffèrent selon l'environnement (Bâtiment, industrielle ou autre). La figure 1.2 illustre les principales causes d'incendie dans les bâtiments.

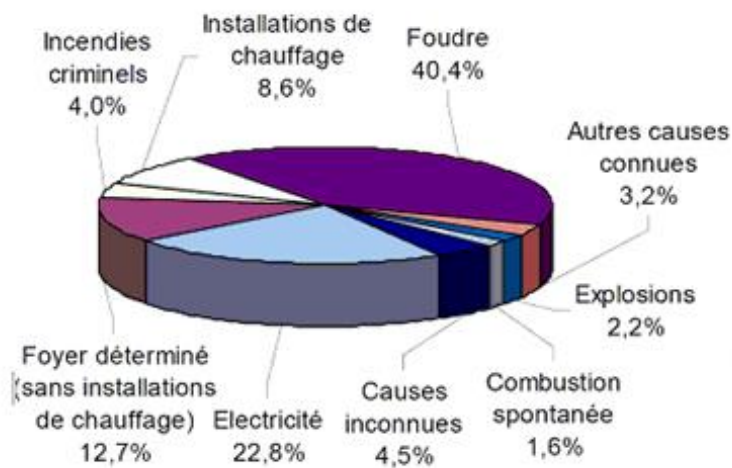


Figure I. 2 Les principales causes d'incendie dans les bâtiments [6]

2.6 Causes d'incendie en tenant compte l'environnement industriel :

Les principales causes peuvent être d'origine électrique, thermique, électrostatique, mécanique, chimique et bactériologique :

- **Electrique (étincelles, échauffement...)** : La vétusté, des installations non réalisées dans les règles de l'art ou les surcharges électriques peuvent entraîner des échauffements à l'origine de bon nombre de départs d'incendie
- **Thermique** (surfaces chaudes, appareils de chauffage, flammes nues, travaux par point chaud...) : Une flamme nue constitue une source d'inflammation active. Les travaux par points chauds (soudage au chalumeau, oxycoupage...) sont une source majeure de sinistres dans l'industrie. Dans les habitations une grande partie des incendies se déclare dans la cuisine
- **Electrostatique** (décharges par étincelles, ...) : L'électricité statique est une cause indirecte d'incendies. En effet, elle peut provoquer des étincelles qui interviennent comme apport d'énergie d'activation
- **Mécanique** (étincelles, échauffement...) : Les échauffements et les étincelles d'origine mécanique, résultant de la friction, de choc et d'abrasion, ou de défaillances (roulements, paliers...) peuvent être à l'origine de températures parfois très élevées
- **Chimique** (réactions exothermiques, auto-échauffement, emballement de réaction...)
- **Bactériologique** : La fermentation bactérienne peut échauffer le milieu et le placer dans des conditions d'amorçage d'un auto-échauffement

Il est toutefois nécessaire d'ajouter que, comme on l'a vu précédemment, il faut non seulement une source d'énergie, mais aussi de l'oxygène et la présence de produits combustibles pour déclarer un incendie.

2.7 Développement d'incendie :

2.7.1 Modes de propagation

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

- À la conduction : La conduction est le mode de transfert de chaleur au sein d'un conducteur en contact avec une source chaude par transfert de chaleur.
- À la convection : La convection est la chaleur transmise par un fluide (par exemple les fumées chaudes).
- Au rayonnement : Le rayonnement est un transfert de chaleur sous forme de rayons infrarouges ou thermiques.
- Au vent ou à l'explosion qui peut porter des particules incandescentes : c'est ce qu'on appelle la projection.

2.7.3 Phénomènes thermiques et progression rapide du feu

On entend par « phénomènes thermiques », l'ensemble des progressions rapides de feu ayant pour conséquence directe une augmentation significative et/ou brutale de la puissance de l'incendie. En fonction des conditions, cette augmentation de puissance peut être persistante ou non. Ces phénomènes, pouvant être d'une extrême dangerosité, peuvent se présenter lors des différentes phases de l'incendie et intéresser plusieurs zones adjacentes au sein d'un même bâtiment.

2.8 Modèles de propagation du feu et des fumées :

Plusieurs modèles ont été conçus pour tenir compte de la propagation du feu et de la fumée durant les incendies. Voici un modèle simple par équations aux dérivées partielles [7] :

Le modèle élaboré en (MANDEL et al. 2008). La dynamique de la température T de la colonne de fumée et la fraction de masse de combustible S sont écrites :

$$\frac{\partial T}{\partial t} = K \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} - v \frac{\partial T}{\partial z} + A(S e^{\frac{B}{T-T_a}} - C(T - T_a)) \quad \text{Équation 1}$$

$$\dot{S} = C_S S e^{\frac{B}{T-T_a}} \quad \text{Équation 2}$$

La première équation, de réaction-diffusion non linéaire, traduit la conservation de masse dans la colonne de fumée et la deuxième exprime la vitesse disparition (en fraction massique) du combustible en fonction du taux de réaction et de la quantité de combustible restante.

Le terme de diffusion $\partial^2 T / \partial z^2$ modélise le transfert de chaleur en champ proche par radiation dans un milieu semi-perméable, $v \partial T / \partial z$ modélise l'advection de la chaleur par le vent, $S e^{\frac{B}{T-T_a}}$ est le taux de combustible consommé par la combustion et $C(T - T_a)$ modélise la chaleur convective perdue dans l'atmosphère. Le taux de réaction $e^{\frac{B}{T-T_a}}$ est obtenu en modifiant le taux de réaction $e^{\frac{-B}{T}}$ de la loi d'Arrhénius par un offset pour forcer une absence de réaction à température ambiante.

Les divers paramètres sont donnés par [7] :

$$k = \frac{k_1}{h\rho C_p}, A = \frac{A_1 C_S}{h\rho C_p}, C_0 = \frac{c_a}{A_1} \quad \text{Équation 3}$$

Avec les significations suivantes :

- v : vitesse du vent
- k : Conductivité thermique

- A : Élévation de température par seconde au taux combustion maximum
 C : Coefficient de transfert calorifique vers l'environnement
 C_s : Vitesse de disparition relative du combustible
 k_1 : Flux de chaleur pour un gradient de température unitaire
 h : Largeur de la colonne de fumée
 ρ : Densité surfacique homogénéisée de la colonne de fumée
 C_p : Chaleur spécifique homogénéisée de la colonne de fumée
 T_a : Température ambiante
 c_a : Coefficient de transfert calorifique
 A_1 : Chaleur dégagée par unité de masse de combustible
 c_s : Coefficient de proportionnalité De la loi des gaz parfait,

3 Feu de réservoirs de stockage des hydrocarbures liquides

3.1 Types de réservoirs de stockage et évènements déclencheurs de feu

Il existe trois principaux types de réservoirs utilisés pour le stockage de d'hydrocarbures liquides, à savoir [8] :

1. Réservoir à toit fixe (toit conique)
2. Réservoir de toit flottant externe (toit ouvert)
3. Réservoir de toit flottant interne (toit couvert)

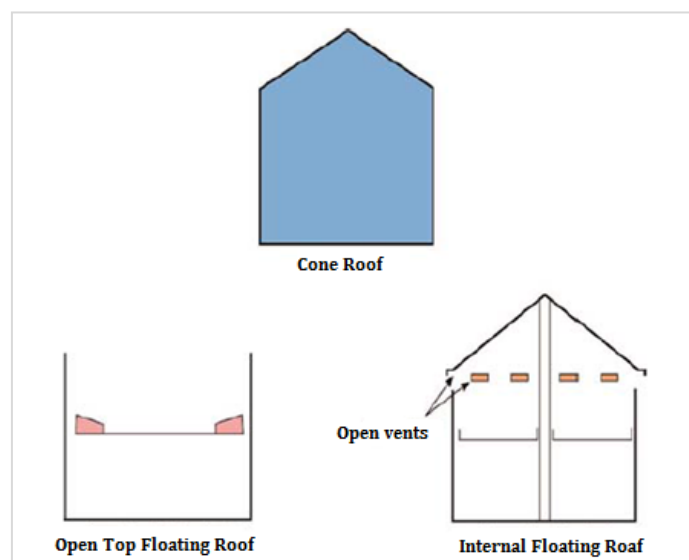


Figure 1. 3 : Les principaux types de réservoirs [9]

L'étude LASTFIRE a dressé la liste des événements déclencheurs les plus courants pour les grands incendies de réservoirs [10].

- Mélange explosif/ inflammable inattendu dans la citerne ;
- Mélange inflammable/ explosif en fonctionnement normal ;
- Surpression ;
- Températures élevées/ auto-inflammation ;
- Trous dans le toit ;
- Le remplissage excessif ;
- Les fuites provenant du fond du réservoir ou de la coque ;
- Fuites/ déversements dans la cuve pendant la préparation pour l'entretien ;
- Evénement externe (terrorisme, tremblement de terre, éruption, escalade à partir d'un autre réservoir).

3.2 La combustion des produits pétroliers liquides

Les produits pétroliers liquides ou les carburants sont obtenus à partir de la distillation du pétrole brut. Avec autant d'entreprises qui dépendent de ce type de produits, il est important de comprendre les risques associés à leur manipulation et à leur stockage et comment faire face à ces dangers. Dont il est important de répondre à la question "les carburants sont-ils inflammables ?" et de déduire ce qu'il est à faire pour stocker ces carburants en toute sécurité au travail.

Le code australien des marchandises dangereuses (ADG) et d'autres codes qualifient de classe 3 tous les liquides inflammables et toute substance ayant un point d'éclair inférieur à 60 °C.

Lorsque le carburant brûle, ce n'est pas le liquide qui brûle, mais la vapeur inflammable dégagée par le liquide inflammable. Par conséquent, plus un composé organique est facile à vaporiser, plus il est volatil ou inflammable.

3.4 Le point éclair, les Concentrations limites d'inflammabilité dans l'air et auto-inflammation

Le point d'éclair désigne la température à laquelle un liquide inflammable se vaporise ou peut s'enflammer. Par exemple. Plus la température du point d'éclair est basse, plus il est facile d'enflammer le carburant en présence d'une source d'inflammation. Plus le point d'éclair est élevé, plus le liquide est en sécurité. Bien que l'essence et le diesel soient tous deux des carburants, mais ils ont des points d'éclair différents. [11].

Tous les carburants doivent être soigneusement évalués à des plages de pression et de température. Pour un carburant stocké, le principal paramètre lié à l'inflammabilité est la pression de vapeur, puisque la réaction a lieu en phase gazeuse. Comme la réaction se produira dans la phase gazeuse, un paramètre primaire lié à l'inflammabilité est la pression de vapeur. La figure 1.3 montre la variation de la pression de vapeur par rapport à la température de l'essence. Pour les pressions d'air connues, ces valeurs donnent une indication approximative de l'inflammabilité relative. Ces données peuvent être utilisées pour trouver des compositions en phase gazeuse ou des rapports d'équivalence. Le plus courant est lorsque les vapeurs de carburant sont mélangés à l'air. Ensuite, il est possible de définir des limites d'inflammabilité pauvres et riches [11].

La température à la limite pauvre ou inférieure d'inflammabilité est indiquée par T_{LFL} . Au-dessus de cette plage de température d'inflammabilité, la concentration de carburant augmente jusqu'à ce que la limite riche ou supérieure d'inflammabilité T_{UFL} soit atteinte.

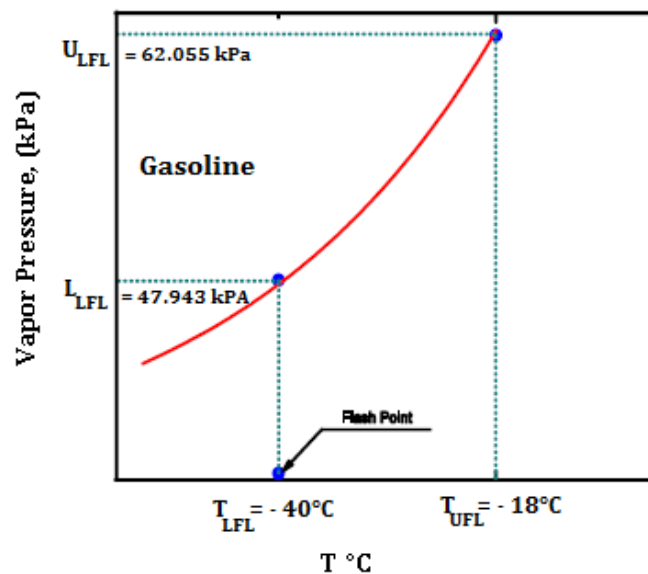


Figure 1. 4variation de la pression de vapeur par rapport à la température de l'essence

Les limites de température pauvre (L) et riche (R) à la pression atmosphérique sont présentées à la figure 1.5 pour cinq carburants. Dans des conditions normales de stockage, seul l'éthanol s'avère inflammable à 25°C .

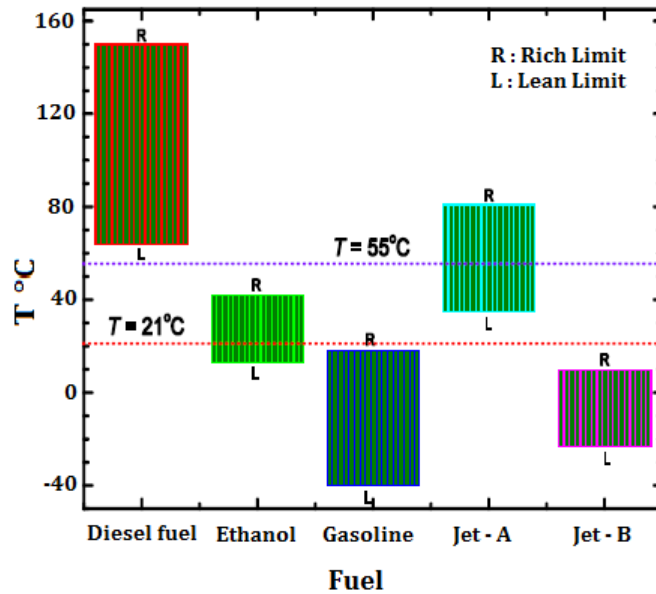


Figure 1.5 : Limites de température d'inflammabilité pour cinq carburants

La limite d'inflammabilité peut également être exprimée par le point d'éclair (Figure 1.6). Il s'agit de la température minimale à laquelle le carburant s'évapore et se mélange suffisamment à l'air pour s'enflammer sur la surface du liquide. Une autre température utilisée est la température d'auto-inflammation, la température à laquelle l'auto-inflammation se produit. Cela dépend beaucoup de la pression. Il est généralement judicieux de supposer qu'une source d'inflammation peut être présente et, par conséquent, tous les mélanges doivent être stockés dans des conditions qui dépassent les limites d'inflammabilité.

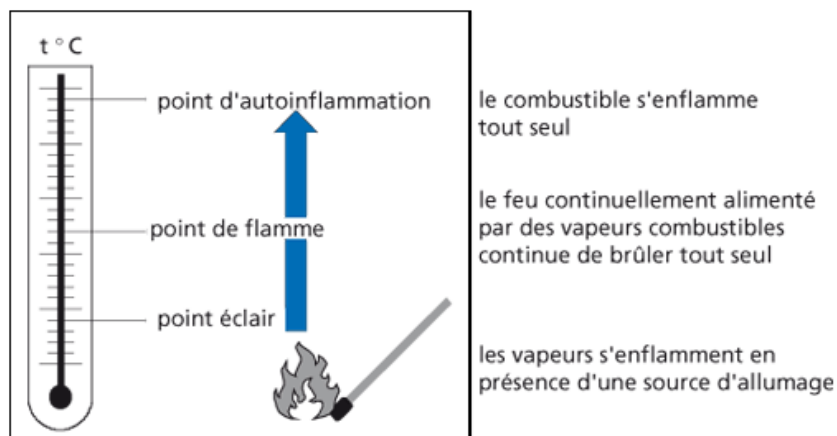


Figure 1.6 Flahpoints, Auto-ignition and flammability limits fuels

Les tableaux 1 et 2 montrent que le carburant diesel a le point d'éclair le plus élevé. Cependant, l'éthanol a la température d'auto-inflammation la plus élevée, suivi de l'essence.

Les essais d'inflammabilité effectués par Battelle [12] pour le diesel pur mélangé avec différents volumes d'éthanol ont révélé que tous les mélanges étaient presque identiques à l'éthanol. Tous les mélanges avaient le même point d'éclair et une limite d'inflammabilité inférieure à l'éthanol pur d'environ 12 °C, et une limite d'inflammabilité supérieure d'environ 42 °C.

Substance	LFL in % by volume of air	UFL in % by volume of air	Vapor pressure at 37.0°C (KPa)
Diesel	0.6	7.5	0.3
Ethanol	3 to 3.3	19	17
Gasoline fuel	1.4	7.6	65

Table 1. Limites supérieure et inférieure d'inflammabilité par volume d'air et pression de vapeur des combustibles commerciaux à P = 0,1 MPa [13].

Fuel	Flash point temperature, °C	Auto-ignition temperature, °C	Flammability limits temperature, °C
Diesel	0.6	7.5	0.3
Ethanol	3 to 3.3	19	17
Gasoline fuel	1.4	7.6	65

Table 1.2 Flashpoints, Auto-ignition and flammability limits fuels

Le boil-over :

Une A 'boil-over' (également appelée explosion de vapeur) peut se produire lors d'incendies prolongés de réservoirs contenant des mélanges de produits pétroliers ayant des points d'ébullition très variés, comme le pétrole brut et certains carburants. Le brut est chauffé à plusieurs centaines de degrés Celsius et finit par atteindre une couche d'eau au fond du réservoir où elle bout soudainement en vapeur. Cette soudaine éruption fait éclater tout le contenu du réservoir qui se diffuse dans la zone adjacente [13].

Ces dangers sont bien connus dans l'industrie pétrochimique et peuvent être rencontrés dans diverses situations où des liquides inflammables prennent feu dans des réservoirs.

Les incendies mettant en cause des réservoirs contenant des hydrocarbures liquides peuvent entraîner l'éruption de combustible, par exemple, le slopover et le boilover (Figures 1.7 et 1.8). Le slopover est l'endroit où l'expansion thermique ou l'ébullition superficielle du produit entraîne l'écoulement du combustible sur les côtés du réservoir de stockage [14].



Figure 1.7 :Le Slopover « Feu de réservoir »



Figure 1.8 :Le Boilover « Feu de réservoir »

4 Conclusion

Un incendie dans un réservoir de stockage des produits pétroliers liquides peut être catastrophique et avoir de graves répercussions sur la société. Par conséquent, les chercheurs qui développent des combustibles et des systèmes de combustion doivent accorder une attention considérable. Dans ce chapitre, un aperçu sur les notions de feu, la combustion ainsi que les paramètres des carburants en l'occurrence le point d'éclair, l'auto-inflammation, les limites

d'inflammabilité des carburants, la notion des mélanges (Pauvre et riche) couramment observés dans l'industrie pétrolière sont présentés. Les carburants couramment utilisés sont pris en compte dans cette étude. Le présent chapitre passe ainsi en revue l'effet de la pression de vapeur et de la température sur l'inflammabilité des carburants.

Chapitre 02 : Technologies de détection incendie et supervision

1 Introduction :

Les améliorations dans les technologies de détection des incendies ont été considérables au cours de la dernière décennie en raison des progrès réalisés dans les technologies des capteurs, de la microélectronique et de l'information, ainsi que d'une meilleure compréhension de la physique du feu. Le présent chapitre passe en revue les progrès réalisés dans les technologies de détection d'incendie au cours de la dernière décennie, y compris diverses technologies émergentes de capteurs ainsi que les systèmes intégrés de détection d'incendie.

2 Système de sécurité incendie

À quoi servent les systèmes de protection incendie ?

Un système d'alarme d'incendie bien conçu, installé, utilisé et entretenu peut réduire les pertes associées à un incendie indésirable. Ces pertes comprennent les biens et, surtout, la vie humaine. Il convient de noter que les systèmes d'alarme incendie sont également appelés "systèmes de signalisation de protection," en particulier dans les documents de la **NFPA** (National Fire Protection Association) et d'autres codes et normes.

3 Définition d'un système de sécurité incendie :

Le système de sécurité incendie est l'ensemble des matériels ont pour objective collecter toutes les informations liées à la sécurité incendie, à les traiter et à effectuer les fonctions nécessaires.

Un S.S.I. est composé de deux sous-systèmes principaux :

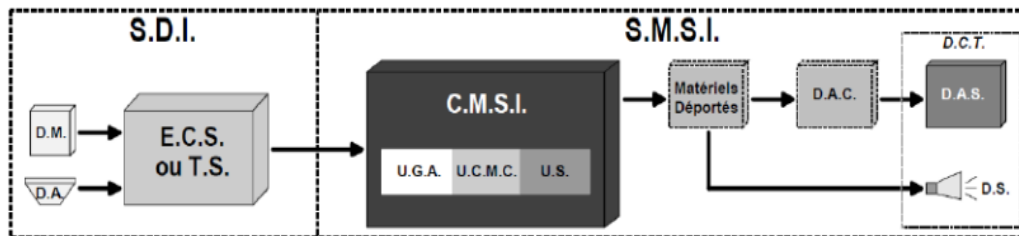


Figure II. 1Synoptique SSI [15]

3.1 Un système de détection incendie (S.D.I) :

Il comprend essentiellement :

- Des détecteurs Automatiques (D.A)
- Des Déclencheurs Manuels (D.M) éventuellement
- L'Équipement de Contrôle et de Signalisation (E.C.S) ou de Tableau de Signalisation (T.S)
- L'Équipement d'Alimentation Electrique (E.A.E)
- Des organes intermédiaires pouvant être placés entre les détecteurs automatiques et l'équipement de contrôle et de signalisation ou du Tableau de Signalisation

3.2 Un système de mise en sécurité incendie (S.M.S.I) :

Il comprend :

- Un organe de signalisation et de commande,
- Des dispositifs actionnés de sécurité : portes coupe-feu (REI), systèmes de désenfumage mécanique.
- L'ensemble des équipements qui assurent les fonctions nécessaires à la mise en sécurité d'un bâtiment ou d'un établissement en cas d'incendie : compartimentage, gestion des issues, désenfumage, extinction automatique et mise à l'arrêt de certaines installations techniques (gaz, électricité...) [15].

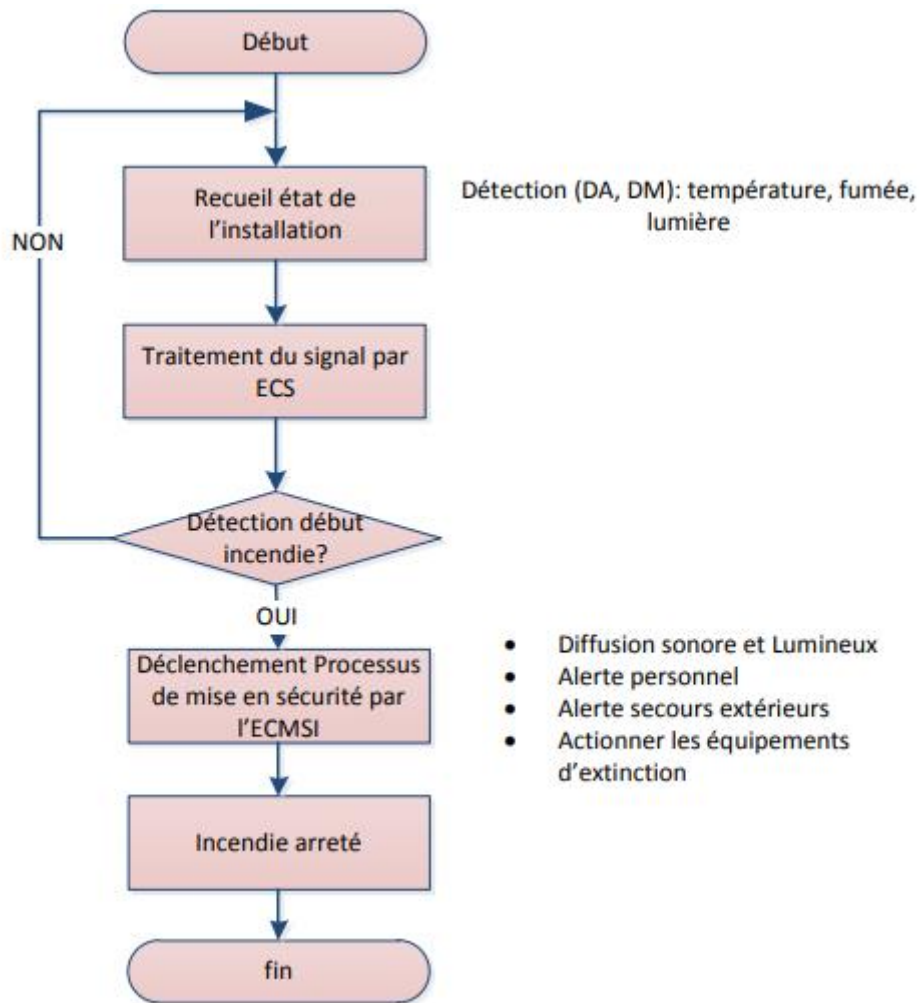


Figure II. 2 Principe de fonctionnement d'un système de sécurité incendie [15]

4 Composants de base d'un système de détection incendie :

Les systèmes d'alarme incendie comportent généralement les éléments suivants [16] :

a) Circuits du dispositif d'alarme

Ce sont les circuits qui relient les dispositifs initiateurs tels que les détecteurs de fumée, les détecteurs de chaleur, les stations de traction manuelle et les alarmes de débit d'eau. En outre, de nombreux dispositifs de surveillance du système importants pour la sécurité incendie globale du bâtiment sont également liés aux circuits d'amorçage. Ces dispositifs indiquent une situation « anormale », et non un incendie ou une « alarme ». On les appelle « dispositifs de surveillance ». Un exemple serait le commutateur de surveillance de la vanne ou le commutateur d'altération d'une vanne contrôlant le système de gicleurs automatiques. Ces types de dispositifs peuvent également être raccordés à des circuits de type supervision.

b) Circuits des dispositifs avertisseurs d'alarme

Des dispositifs d'alarme vérifiables et visibles sont raccordés à ces circuits pour avertir les occupants de l'immeuble. Les dispositifs qui envoient un signal hors des locaux peuvent également être connectés à ces circuits.

c) Panneau de commande d'alarme incendie

Le tableau de commande du système d'alarme incendie contient les composants électroniques qui surveillent le système d'alarme incendie. Les circuits d'amorçage et d'indication sont reliés directement à ce panneau.

d) Alimentation électrique principale

L'alimentation électrique principale alimente tout le système d'alarme incendie.

e) Alimentation électrique secondaire

Une alimentation électrique séparée qui fonctionne automatiquement lorsque l'alimentation principale tombe en panne et est capable de faire fonctionner l'ensemble du système, elle est considérée comme une alimentation secondaire.

f) Dispositifs initiateurs

Les dispositifs initiateurs appartiennent à l'une des deux principales catégories, soit ceux qui indiquent une condition d'alarme, soit ceux qui indiquent une condition anormale d'un dispositif surveillé.

La détection d'un incendie peut se faire à l'aide de tout dispositif qui répond aux conditions causées par un incendie. Les sous-produits les plus courants du feu sont la chaleur, la fumée, les flammes et les gaz d'incendie. De plus, les gens peuvent détecter un incendie et déclencher une alarme en activant un déclencheur manuel.

g) Les détecteurs :

Les détecteurs sont généralement composés de trois parties :

1. Le capteur :

Dont le but est de mesurer l'évolution d'un paramètre physique ou chimique auquel il est adapté (fumée, température, flamme, etc.) et de le transformer en signal électrique exploitable ;

2. La partie « traitement » :

Qui analyse les informations délivrées par le capteur et qui fait la distinction entre les états de veille, de dérangement ou d'alarme ;

3. La partie « transmission » :

Qui envoie l'information représentative des états hors service, de veille, de dérangement ou d'alarme feu vers un équipement de contrôle et de signalisation. Une information permettant l'identification du détecteur peut également être envoyée.

Les détecteurs doivent être conçus et réalisés de façon à satisfaire à certains principes, notamment :

- Détecter à temps et transmettre fidèlement le signal résultant de cette détection ;
- Traduire clairement et sans ambiguïté ce signal sous forme d'information d'alarme ;
- Être insensible à tous les phénomènes autres que ceux qu'il a pour but de détecter ;
- Signaler clairement et rapidement toute anomalie de son fonctionnement.

Ils doivent également être capables de résister, dans des limites définies par les normes, à un minimum d'agressions : vibrations et chocs susceptibles d'intervenir dans des conditions normales d'installation et de transport, atmosphère humide ou corrosive, variations thermiques, variations de tension d'alimentation électrique, phénomènes électromagnétiques.

5 Les différents types de détecteurs

5.1 Les quatre types de détecteurs d'incendie

Il existe en fait quatre différents types de détecteurs qui sont utilisés pour détecter la présence d'un incendie. La meilleure façon de déterminer quel type et de bien choisir son capteur est de comprendre les différences entre eux.

Les quatre types de détecteurs d'incendie sont : ionisation/ photoélectrique, photoélectrique, ionisation et thermique. Les différences entre ces quatre types se trouvent dans la façon dont ils détectent un incendie, la chaleur est évidemment déclenchée par la température, tandis que les trois autres proviennent de la fumée.

1. **Ionisation** – Les détecteurs de fumée à ionisation ont en fait un courant électrique constant entre deux plaques métalliques à l'intérieur de l'appareil. Le courant électrique est interrompu lorsque de la fumée pénètre dans la chambre de l'appareil et déclenche l'alarme. Ce type de détecteur est idéal pour identifier rapidement les incendies à combustion rapide.

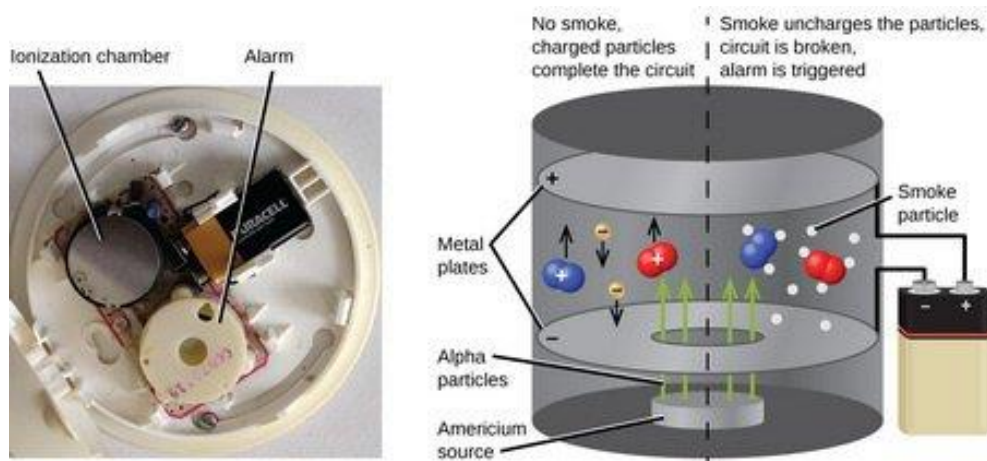


Figure II. 3 Détection à Ionisation

2. **Photoélectrique** – Les détecteurs photoélectriques fonctionnent de la même façon que les détecteurs à ionisation, mais avec un faisceau de lumière au lieu de l'électricité. Lorsque de la fumée pénètre dans la chambre, le faisceau lumineux est dispersé, ce qui déclenche l'alarme. Ce type de dispositif est bon pour identifier des incendies plus petits qu'un détecteur à ionisation. Ils sont connus pour être très fiables et produisent rarement de fausses alarmes.

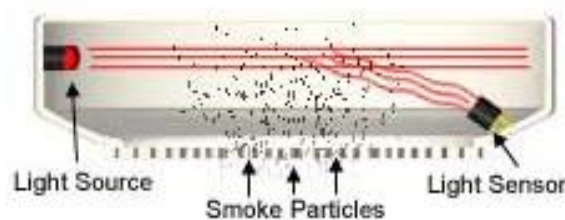


Figure II. 4 : Détecteur photoélectrique

3. **Chaleur** – Les détecteurs de chaleur détectent une augmentation de la température de l'air causée par les flammes. Bien que ces détecteurs soient connus pour déclencher quelques fausses alarmes, ils ont un temps de réaction plus long que les autres détecteurs de fumée. Les fausses alarmes peuvent être déclenchées dans les bâtiments qui sont anormalement chauds, poussiéreux ou humides et qui conviennent le mieux aux bâtiments qui ne sont pas continuellement occupés, comme les entrepôts ou les installations d'entreposage.

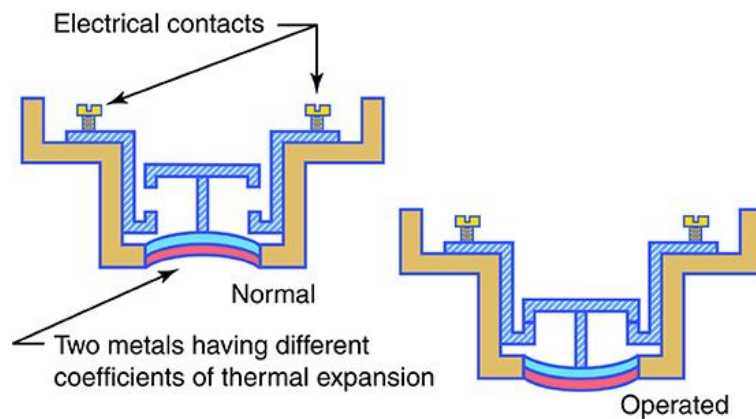
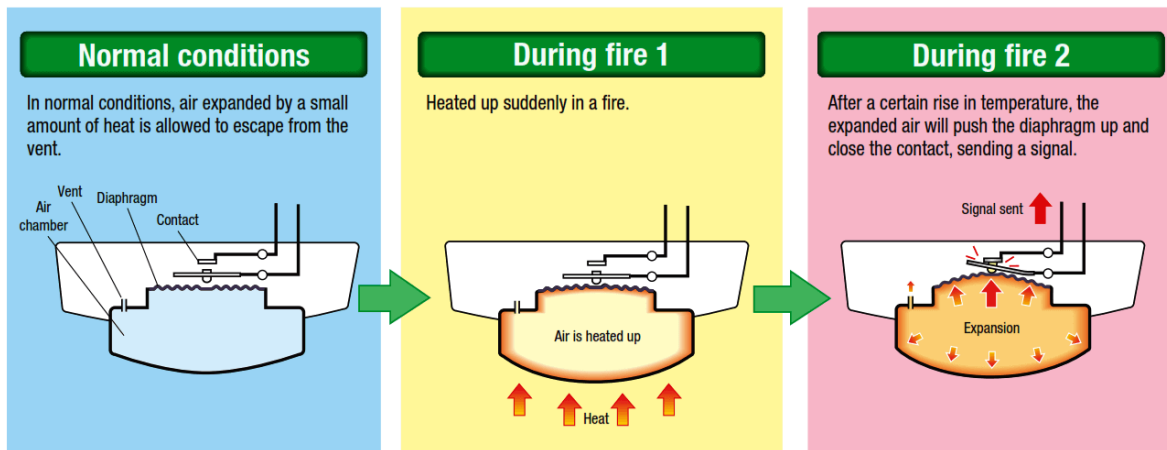


Figure II. 5 : Détecteur de Chaleur

4. **Ionisation / Photoélectrique** – Un favori de nombreux professionnels, un détecteur de fumée à ionisation et photoélectrique est considéré par beaucoup d’eux comme le meilleur type de détecteur. Ces dispositifs combinent les deux types de détecteurs de fumée (et non de chaleur) dans une seule unité afin de s’assurer que toute présence de fumée est détectée le plus rapidement possible.

5.2 Classification des détecteurs

Les détecteurs peuvent être classés selon différents critères :

a) Selon le phénomène à détecter :

- Les détecteurs de fumée sont sensibles aux particules des produits de combustion et/ou de pyrolyse en suspension dans l'air (aérosols).
- Les détecteurs de chaleur sont sensibles à une élévation de température.
- Les détecteurs de flammes sont sensibles aux radiations émises par les flammes (rayonnement infrarouge ou ultraviolet).

- Les détecteurs de gaz sont sensibles aux produits gazeux de combustion et/ou de décomposition due à la chaleur.
- Les détecteurs multicritères ou multi capteurs sont sensibles à plus d'un phénomène.

Il existe des détecteurs sensibles à d'autres phénomènes (exemple : détection de la baisse de la teneur en oxygène de l'air, détection des aérosols de précombustion générés avant le déclenchement d'un incendie).

Ces produits peuvent être qualifiés de marginaux dans la production actuelle, compte tenu de leur très faible diffusion, voire de leur non-diffusion : soit ils ont été développés pour répondre à des applications très spécifiques, souvent dans le cadre d'une détection multicritère, soit ils en sont encore au stade du développement en laboratoire.

b) Selon la configuration :

- Les détecteurs ponctuels répondent au phénomène détecté au voisinage de leur point d'implantation.
- Les détecteurs multi-ponctuels répondent au phénomène détecté au voisinage d'un certain nombre de points déterminés.
- Les détecteurs linéaires répondent au phénomène détecté au voisinage d'une ligne continue.

c) Selon le mode de fonctionnement :

Selon la manière dont les détecteurs répondent au phénomène à détecter, on distingue :

- Les détecteurs statiques sont sensibles à une valeur déterminée d'une certaine grandeur ;
- Les détecteurs différentiels sont sensibles à un écart déterminé entre deux valeurs d'une certaine grandeur ;
- Les détecteurs vélocimétriques sont sensibles à une valeur déterminée de la vitesse de la variation d'une certaine grandeur.

d) Selon les possibilités de ré-enclenchement :

- **Les détecteurs autoréenclenchables :**

Reviennent automatiquement à leur état de veille dès que les conditions qui ont produit leur fonctionnement cessent.

- **Les détecteurs réenclenchables à distance :**

Peuvent être ramenés dans leur état de veille par une opération effectuée à distance.

- **Les détecteurs réenclenchables sur place :**

Peuvent être ramenés à leur état de veille par une opération manuelle effectuée directement sur le détecteur.

- **Les détecteurs non réenclenchables :**

Ne peuvent pas être ramenés à leur état de veille après fonctionnement ; certains de ces détecteurs, dits détecteurs non réenclenchables avec éléments remplaçables, peuvent être ramenés à leur état de veille en remplaçant un ou plusieurs de leurs éléments constitutifs.

e) **Selon l'amovibilité :**

Un détecteur amovible pourra être aisément enlevé en vue d'opérations d'entretien ou pour des raisons de service.

f) **Selon le type de signal transmis vers l'équipement de contrôle et de signalisation :**

- Les détecteurs deux-états transmettent, soit l'état relatif aux conditions « normales » de fonctionnement, soit l'état relatif aux conditions d'alarme feu.
- Les détecteurs multi-états transmettent un état parmi un nombre limité relatif aux deux conditions précédentes et à des conditions « anormales » autres qu'alarme feu.
- Les détecteurs « analogiques » donnent un signal de sortie représentant la valeur du phénomène capté ; ce signal de sortie peut ne pas être un véritable signal analogique mais un signal numérique image de la valeur du phénomène capté.

6 Les détecteurs d'incendie :

Le système de détection incendie gère toutes les informations reçues par les détecteurs automatiques et les déclencheurs manuels.

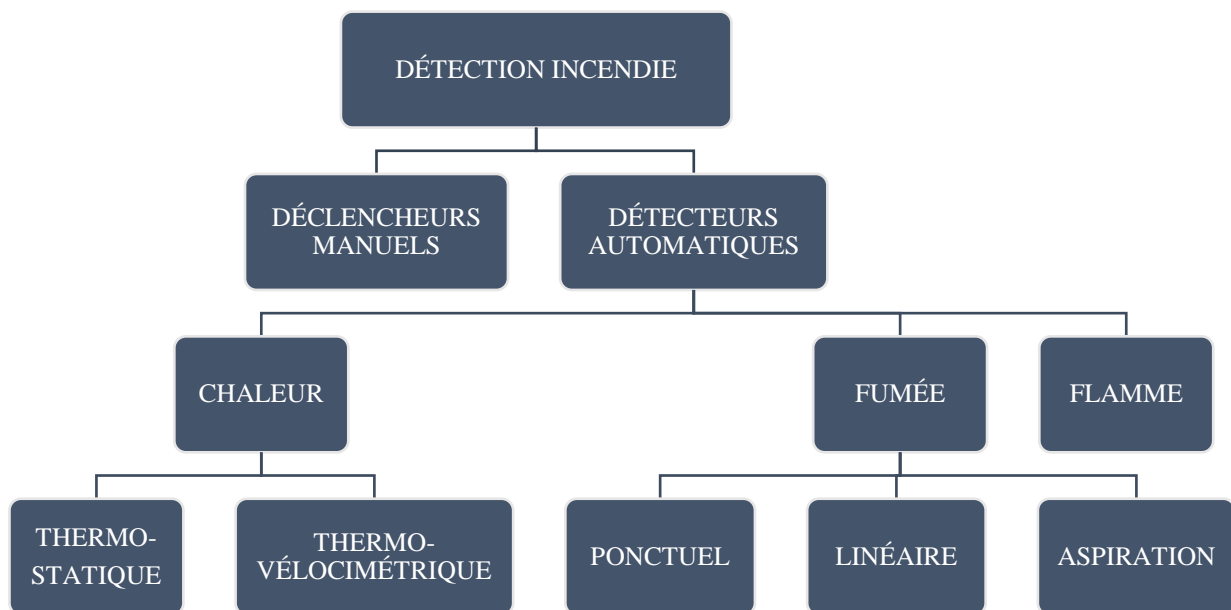


Figure II. 6 : Les différents types de détecteurs d'incendie [17]

6.1 Les détecteurs de chaleur

Les détecteurs de chaleur sont couramment utilisés pour détecter les incendies. Ils ne sont pas aussi sujets aux fausses alarmes et sont moins coûteux que les détecteurs de fumée. Cependant, la réponse des détecteurs de chaleur peut ne pas être adéquate dans de nombreux cas, ce qui limite leur utilité. Les détecteurs de chaleur réagissent plus lentement aux incendies que les détecteurs de fumée parce qu'ils ne peuvent pas réagir à la fumée. Les détecteurs de chaleur sont généralement les mieux adaptés pour détecter les incendies à croissance rapide dans les petits espaces. Les détecteurs de chaleur sont également un moyen de détection d'incendie dans des endroits que les détecteurs de fumée ne peuvent pas protéger en raison d'effets environnementaux comme la brume, la fumée qui se produit normalement et le taux d'humidité élevé. Les détecteurs de chaleur ont plusieurs mécanismes de fonctionnement différents.

6.2 Détecteurs de fumée

Les détecteurs de fumée ne sont pas utilisables dans tous les environnements et leur efficacité varie selon le scénario d'incendie et la capacité des occupants. Les deux mécanismes de fonctionnement de base actuellement utilisés dans les détecteurs de fumée sont la photoélectricité et l'ionisation.

6.3 Détecteurs de flamme

Les détecteurs sensibles aux ondes lumineuses émises par les incendies constituent une autre méthode de détection des incendies. Ceux-ci fonctionnent généralement en détectant l'énergie

ultraviolette (UV) ou infrarouge (IR). Ces détecteurs sont extrêmement rapides à utiliser et ne sont généralement utilisés que dans les zones à haut risque telles que les installations industrielles, les zones de chargement de combustible et les zones où des explosions peuvent se produire. Les systèmes de suppression des explosions les protègent. Un problème avec les détecteurs IR est qu'ils réagissent à la lumière du soleil, créant un problème d'alarme indésirable. En outre, les deux types de détecteurs de flamme doivent "voir" la flamme pour la détecter, de sorte qu'ils doivent généralement être orientés vers les endroits où les incendies sont susceptibles de prendre naissance.

6.4 Détecteurs de gaz :

Les détecteurs de gaz spéciaux détectent des gaz spécifiques émis par un incendie ; ces gaz indiquent un incendie. Par exemple, il y a des détecteurs de dioxyde de carbone et de monoxyde de carbone. L'utilisation de détecteurs de monoxyde de carbone à la maison est de plus en plus populaire comme moyen d'avertir les résidents des gaz produits par des appareils de chauffage défectueux.

Boîtes d'alarme-incendie manuelles

Dispositifs de déclenchement très courants, les boîtes d'alarme-incendie manuelles sont habituellement appelées stations de traction manuelles. Ce sont des dispositifs simples qui fonctionnent manuellement, c'est-à-dire qu'ils exigent qu'une personne actionne le mécanisme. On les trouve dans les couloirs des bâtiments, près des sorties et à d'autres endroits stratégiques comme un poste d'infirmière ou un centre de sécurité. Les dispositifs manuels d'alarme incendie permettent d'activer manuellement le système d'alarme incendie et sont utilisés dans tous les types de systèmes d'alarme incendie. Ils peuvent être les seuls dispositifs de déclenchement fournis, ou ils peuvent être utilisés avec des dispositifs de déclenchement automatique, tels que des détecteurs de chaleur ou de fumée



Figure II. 7 : Manual Pull Box

7 Système de lutte contre l'incendie

Cette section traite de l'élément principal du système de lutte contre l'incendie.

Dispositifs de détection d'incendie

En règle générale, les dispositifs de détection d'incendie sont divisés en deux types de base : les dispositifs actionnés manuellement et les dispositifs actionnés automatiquement. La figure 2.8 montre ces types.

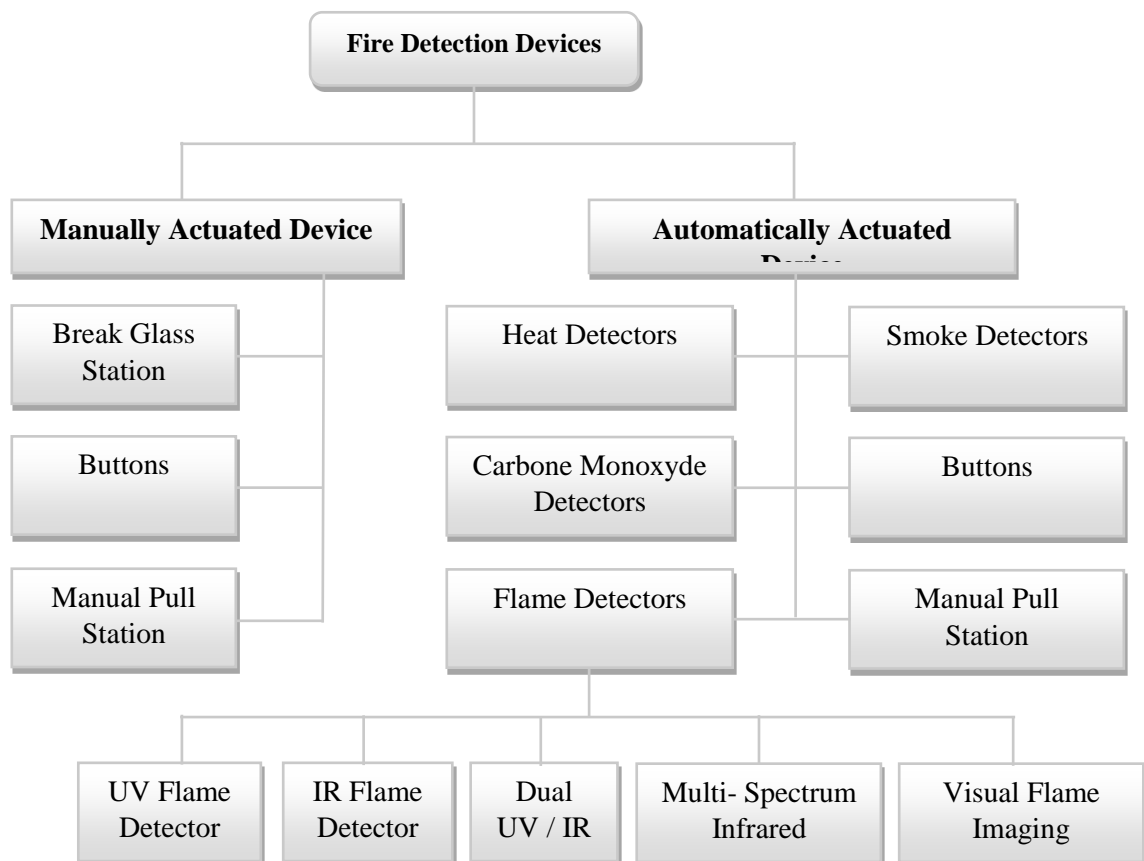


Figure II. 8 : Système de détection automatique et manuelle de l'incendie

Des alarmes d'incendie automatiques modernes sont utilisées pour détecter les incendies le plus rapidement possible. Ils ont été produits pour travailler 24 heures par jour sans aucune intervention humaine. Les détecteurs d'incendie sont divisés en détecteurs de fumée, détecteurs de flamme, capteurs de chaleur, détecteurs de monoxyde de carbone et caméras actionnées par des algorithmes informatiques.

Les détecteurs de chaleur sont sensibles à la température. Ils peuvent être passifs ou actifs. Les passifs n'utilisent pas d'énergie et lorsque la température monte au point critique, le capteur produit un signal spécifique (en raison de l'effet thermoélectrique) ou coupe le circuit électrique

de l'alarme. Les détecteurs actifs utilisent des sources d'énergie. Ils peuvent donner des informations non seulement lorsque la température monte à un point critique, mais il déclenche également une alarme lorsque la température augmente très rapidement.

Les détecteurs de flamme détectent le rayonnement infrarouge ou ultraviolet d'une flamme au moyen d'un photo-détecteur inséré. Ils sont capables de détecter les incendies. Ils sont utilisés dans des endroits où le feu peut commencer rapidement sans fumée [18].

Les caméras contrôlées par des algorithmes informatiques sont principalement déployées dans des endroits élevés, encombrants ou autres qui posent traditionnellement les plus grands défis en matière de sécurité incendie. Il est indispensable dans les tunnels, les grands stades, les installations industrielles, etc. Les caméras peuvent détecter la fumée et les flammes à de grandes distances en quelques secondes. Envoyez une vidéo en direct aux pompiers et activez les alarmes [19].

Principe des détecteurs de flamme :

Les ingénieurs de procédés, par exemple dans les industries du pétrole et du gaz, cherchent continuellement un moyen de réduire la menace que représentent les gaz dangereux dans leurs activités quotidiennes. L'une des menaces auxquelles l'industrie est confrontée est celle des incendies. Pour éviter un incendie catastrophique, une détection de flamme appropriée devrait être installée et pour sélectionner ce type d'équipement, il est bon de comprendre les principes du détecteur de flamme et d'examiner les types de détecteurs disponibles sur le marché.

La plupart des détecteurs de flamme utilisent des techniques optiques telles que la spectroscopie ultraviolette (UV), infrarouge (IR) et l'imagerie visuelle des flammes. Les flammes d'une raffinerie, par exemple, sont généralement alimentées par des hydrocarbures qui, lorsqu'ils sont alimentés en oxygène et par une source d'allumage, produisent de la chaleur, du dioxyde de carbone et d'autres produits de combustion. Des rayons infrarouges et ultraviolets sont émis lors du processus de combustion, et les détecteurs de flamme sont basés sur ce principe pour détecter les rayons ultraviolets et infrarouges à des longueurs d'onde spécifiques.

Technologie émergente des détecteurs de flamme :

Actuellement, il existe essentiellement quatre technologies de détecteurs de flamme optiques :

- Ultraviolets (U.V)
- Ultraviolet/ infrarouge (UV/IR) ou double rayonnement UV/IR
- Infrarouge multispectral (MSIR)
- Imagerie visuelle.

En ce qui concerne I.R , il existe d'autres technologies, par exemple:

- Détecteur de flamme I.R
- Dual I.R
- Triple I.R

Des rayonnements UV et IR sont émis lors de la combustion et ces techniques sont basées sur la détection des bandes spectrales UV, visible et IR.

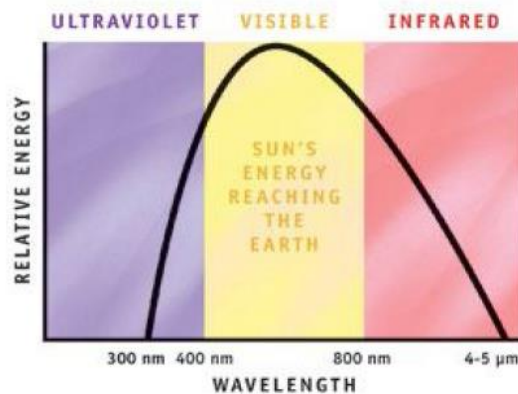


Figure II. 9 :shows the emission energy spectrum

Détecteur de flamme Ultraviolet (U.V) :

Les détecteurs de flamme UV réagissent au rayonnement dans la gamme spectrale d'environ 180 à 260 nm, détectent les flammes à grande vitesse (3 à 4 millisecondes) et offrent une excellente sensibilité à courte portée (0 à 50 pieds). En raison de leur courte longueur d'onde, les UV sont absorbés dans l'atmosphère environnante par l'air, la fumée, la poussière et diverses matières organiques [20]. Ils sont également sensibles aux décharges électriques telles que le soudage à l'arc, les lampes halogènes et la foudre [8], Par conséquent, ils sont principalement employés à l'intérieur.

Un autre problème avec les détecteurs UV est celui de l'atténuation. Les polluants tels que la fumée, les vapeurs d'hydrocarbures et les matières organiques peuvent atténuer le rayonnement UV incident.



Figure II. 10 : Détecteur de flamme Ultraviolet (U.V)

Détecteur de flamme I.R :

La plupart des flammes émettent un rayonnement infrarouge qui peut être reconnu en utilisant la technologie IR. Mais les flammes ne sont pas la seule source de rayonnement IR, surface chaude, four, lampe halogène, rayonnement solaire sont des exemples d'autres sources de rayonnement IR qui peuvent coïncider avec le rayonnement IR de flamme et peuvent également provoquer une fausse alarme. De nombreuses techniques ont été utilisées pour détecter exactement les rayonnements IR (et non IR provenant d'autres sources) et la plupart ont été utilisées pour l'analyse et les signaux de seuil IR à bande étroite traités dans la longueur d'onde IR $4.1\mu-4.6\mu$.



Figure II. 11Détecteur de flamme I.R

Détecteurs de flammes UV/IR ou double rayonnement U.V/IR :

Pour réduire ou éliminer les fausses alarmes causées par d'autres sources de rayonnement I.R qui affectent le détecteur de flamme I.R, la technologie à double longueur d'onde a été adoptée pour le détecteur de flamme optique. Il existe deux grandes branches de la technologie à double longueur d'onde : les détecteurs UV/IR et les détecteurs I.R/I.R.

Le détecteur de flamme UV/IR utilise U.V avec un fort rapport signal-bruit et une bande de capteur I.R étroite. Le détecteur de flamme combiné UV/IR offre une immunité supérieure à celle du détecteur UV, répond à une vitesse modérée et peut être utilisé à l'intérieur ou à l'extérieur. Cependant, les détecteurs de flamme UV/IR ont leurs propres inconvénients. Par exemple, la zone de détection peut être réduite par une forte fumée comme si un détecteur UV, car elle affecte à la fois les UV et les IR (chacun avec son propre canal de fausse alarme) .

Un autre type de cette technologie à double longueur d'onde est le détecteur de flamme double IR/IR. Les flammes d'hydrocarbures émettent une énergie de nature continue entre environ 0,9 μ et 3,0 μ , avec un pic unique se produisant à environ entre 4,3 μ - 4,5 μ (en raison du CO₂ produit lors de la combustion). C'est le principe de base des détecteurs de flamme double IR/IR. However, they have some limitations like attenuation especially in long range application.



Figure II. 12 Détecteur de flamme à double longueur d'onde U.V/I.R

Détecteur infrarouge multi-spectral (MSIR)

Les détecteurs de flamme IR multi-spectraux utilisent de multiples plages spectrales infrarouges pour améliorer encore la différenciation de la source de flamme par rapport au rayonnement sans flamme, le canal IR supplémentaire aide à combler les lacunes du double capteur IR qui le rend plus à l'abri des fausses alarmes. Le détecteur de flamme triple IR est un exemple de MSIR. Ils peuvent être utilisés à l'extérieur et à l'intérieur et offrent une bonne vitesse à une portée d'environ 200 pieds de la source de flamme.

Ils offrent une immunité élevée aux infrarouges provenant d'autres sources industrielles telles que le soudage à l'arc, la lumière du soleil, la foudre et d'autres sources à haute température qui émettent des rayonnements infrarouges et que l'on trouve couramment dans les procédés industries.



Figure II. 13 Détecteur infrarouge multi-spectral (IR3)

Détecteur de flamme à imagerie visuelle

Les détecteurs de flamme visuels utilisent des capteurs d'image à couple chargé (CCD), couramment utilisés dans les caméras de télévision en circuit fermé (CCTV), et des algorithmes de détection de flamme pour établir la présence d'incendies [21].

La différence entre les détecteurs de flamme UV et IR et l'imagerie visuelle, est que l'imagerie visuelle ne dépend pas de l'émission des produits de combustion comme le monoxyde de carbone, l'eau ou la chaleur rayonnante de la combustion des hydrocarbures, il fonctionne plutôt en traitant l'image en direct à partir du réseau de CCD, en analysant la forme et la progression des incendies afin de différencier les sources de flammes réelles des sources sans flammes.

Par conséquent, ils conviennent aux zones où il est nécessaire de faire la distinction entre les incendies réels causés par déversement accidentel d'hydrocarbures ou de combustibles et les incendies de procédé causés par le fonctionnement normal.

Les détecteurs de flamme à imagerie visuelle ont leurs propres limites et ne peuvent pas détecter les flammes invisibles à l'œil nu, telles que les flammes d'hydrogène, et la fumée lourde peut interférer avec la détection de la flamme, car la détection repose sur le rayonnement visible de la flamme.



Figure II. 14 : Détecteur de flamme à imagerie visuelle et vue d'une détection dans un procédé

8 Différentes classes des systèmes de détection incendie :

8.1 Le conventionnel :

Il délivre une information synthétique qui permet de gérer un ensemble de points disposés dans les zones de détection.

8.2 L'adressable :

Essentielle pour les grands sites, la technologie adressable permet la gestion de toutes les informations d'une installation point par point. L'adresse et le libellé de chaque élément sont uniques. Un ensemble adressable permet de gérer plus facilement un système de sécurité.

8.3 L'interactif :

La technologie interactive permet, tout en maintenant la flexibilité de la technologie adressable, de gérer une installation point par point au niveau de l'architecture et de la sensibilité. Chaque élément, outre avoir sa propre adresse, peut être ajusté dans la sensibilité. L'interactivité permet aussi de connaître individuellement un niveau d'encrassement et d'effectuer certains réglages, de tracer les historiques pour chaque élément, d'inscrire la sensibilité d'un détecteur dans un cycle horaire ou dans un cycle jour/nuit pour s'affranchir des phénomènes d'exploitation gênants

9 Le System SCADA pour la surveillance et contrôle de la détection automatique de l'incendie

9.1 Introduction

Le contrôle et la surveillance du processus en temps réel sont effectués à l'aide d'un système de contrôle appelé SCADA. SCADA possède des composants matériels et logiciels qui peuvent être utilisés pour surveiller et contrôler les processus industriels. Ce système surveille les données de processus pour un traitement ultérieur et fournit une interface de communication entre l'utilisateur et la machine. La supervision des processus désigne généralement les activités de prise de décision visant à maintenir le fonctionnement du système [22].

Le système de contrôle SCADA désigne le contrôle, la supervision et l'acquisition de données qui permet la gestion et le contrôle de tout système local ou distant grâce à une interface graphique qui permet aux utilisateurs de communiquer avec le système. Un système SCADA est une application ou un ensemble d'applications logicielles spécialement conçues pour travailler sur des ordinateurs de contrôle de production, avec accès à l'installation par communication numérique avec des instruments et des actionneurs, et une interface graphique de haut niveau pour l'opérateur (écrans tactiles, souris ou curseurs, ...etc.). Il présente les

avantages de réduire les coûts, le temps et les risques d'ingénierie grâce à une intégration facile avec tous les appareils de l'usine.

9.2 Intégration du système SCADA pour un grand parc de stockage des produits pétroliers

Le système SCADA peut acquérir les informations en temps réel telles que les données et l'état des instruments et équipements pertinents dans les parcs de stockage et remonte les informations à la salle de contrôle, surveiller les conditions et tous les paramètres de fonctionnement et réaliser le contrôle à distance de l'équipement concerné via les commandes déclenchées automatiquement ou émises à partir de la salle de contrôle.

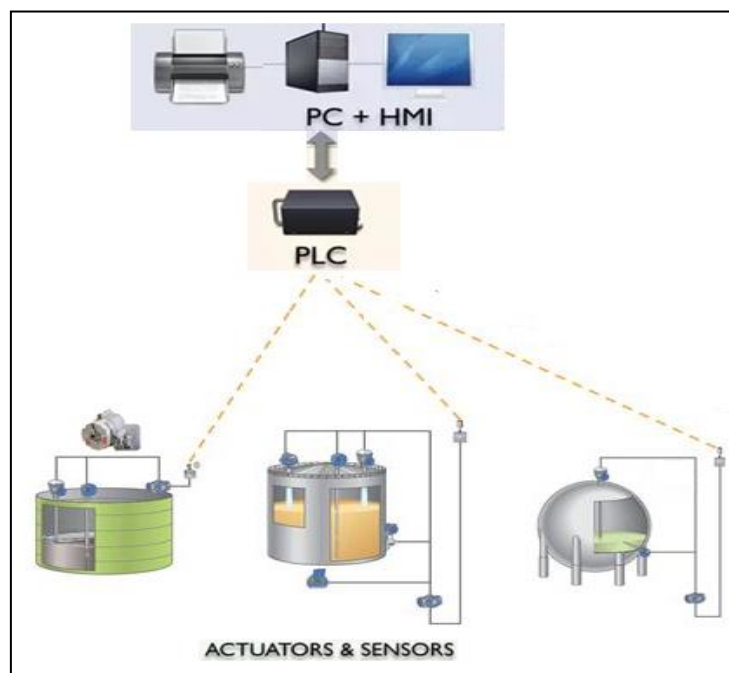


Figure II. 15 Schéma de principe de supervision de parc de stockage à base de PLC et HMI

10 Conclusion

Le chapitre a fait l'objet de décrire la technologie des capteurs dédiées pour la détection incendie ainsi que les composants du système de détection automatique de l'incendie. Parmi les solutions et les mesures de développement de ce système de surveillance et de contrôle et de lutte contre l'incendie, le recours au système SCADA (contrôle de surveillance et acquisition de données), avec l'intégration de l'API (contrôleur logique programmable), l'interface homme-machine (IHM) et l'ordinateur.

Chapitre 03 Logiciels et outils utilisés

1 Introduction :

Un automate est une machine électronique programmable, il est destiné à contrôler dans un environnement industriel et en temps réel des processus appelés encore partie opérationnelle. L'API est programmée pour effectuer des opérations cycliques qui reçoivent des données via ces inputs, ensuite ceux-ci sont traités par un programme déterminé et les résultats obtenus sont livrés par ses sorties pour contrôler le système.

2 Histoire de Plc

Le PLC a révolutionné l'industrie de l'automatisation. Aujourd'hui, les automates peuvent être trouvés dans tout, de l'équipement d'usine aux distributeurs automatiques, mais avant le jour de l'An 1968, le contrôleur programmable n'existait même pas. Au lieu de cela, il y avait un ensemble unique de défis qui nécessitaient une solution.

Avant l'époque du PLC, la seule façon de contrôler les machines était d'utiliser des relais. Les relais fonctionnent en utilisant une bobine qui, lorsqu'elle est sous tension, crée une force magnétique pour tirer efficacement un interrupteur sur la position ON ou OFF. Lorsque le relais est mis hors tension, l'interrupteur relâche et remet l'appareil en position standard ON ou OFF

Les premiers PLC étaient capables de travailler avec les signaux d'entrée et de sortie, la logique interne d'antenne relais/contact, les minuteries et les compteurs. Minuteries et compteurs utilisant des registres internes et a continué d'évoluer avec l'ajout de plans uniques, de signaux d'entrée et de sortie analogiques, de minuteries et de compteurs améliorés, de mathématiques à virgule flottante, de séquenceurs de batterie et de fonctions mathématiques. La fonctionnalité intégrée PID (Proportional-Integral-Derivative) était un énorme avantage pour les PLC utilisés dans l'industrie de transformation. Des ensembles communs d'instructions ont évolué en boîtes de données à remplir qui ont rendu la programmation plus efficace. La possibilité d'utiliser des noms d'étiquettes significatifs à la place d'étiquettes non descriptives a permis à l'utilisateur final de définir plus clairement son application, et la possibilité d'importer/exporter les noms d'étiquettes vers d'autres appareils éliminent les erreurs qui résultent de la saisie manuelle d'informations dans chaque appareil.[23]

3 PLC définition :

Un contrôleur logique programmable (PLC) est un dispositif électronique numérique qui utilise une mémoire programmable pour stocker des instructions et mettre en œuvre des fonctions spécifiques telles que la logique, le chronométrage, le comptage et les opérations arithmétiques pour contrôler les machines et les processus [24]

PLC est divisé en deux types : type fixe et type combiné. Le PLC fixe comprend la carte CPU, la carte E/S, le panneau d'affichage, le bloc de mémoire, l'alimentation, etc. Ces éléments sont combinés en un tout non amovible. Fond de panier ou rack, et ces modules peuvent être combinés et configurés selon certaines règles



Figure III. 1: PLC de forme compacte(fixe) [25].



Figure III. 2: PLC de forme modulaire(combiné) [26].

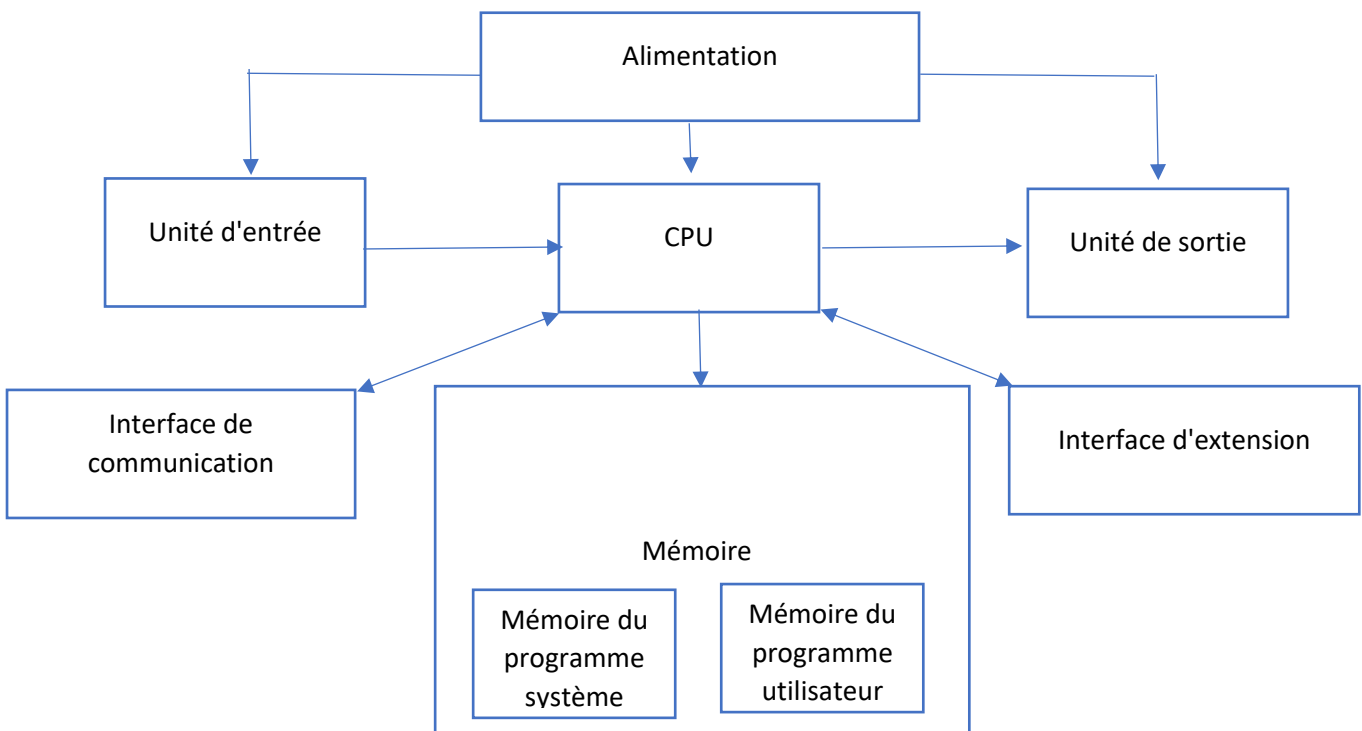


Figure III. 3: Structure du module PLC

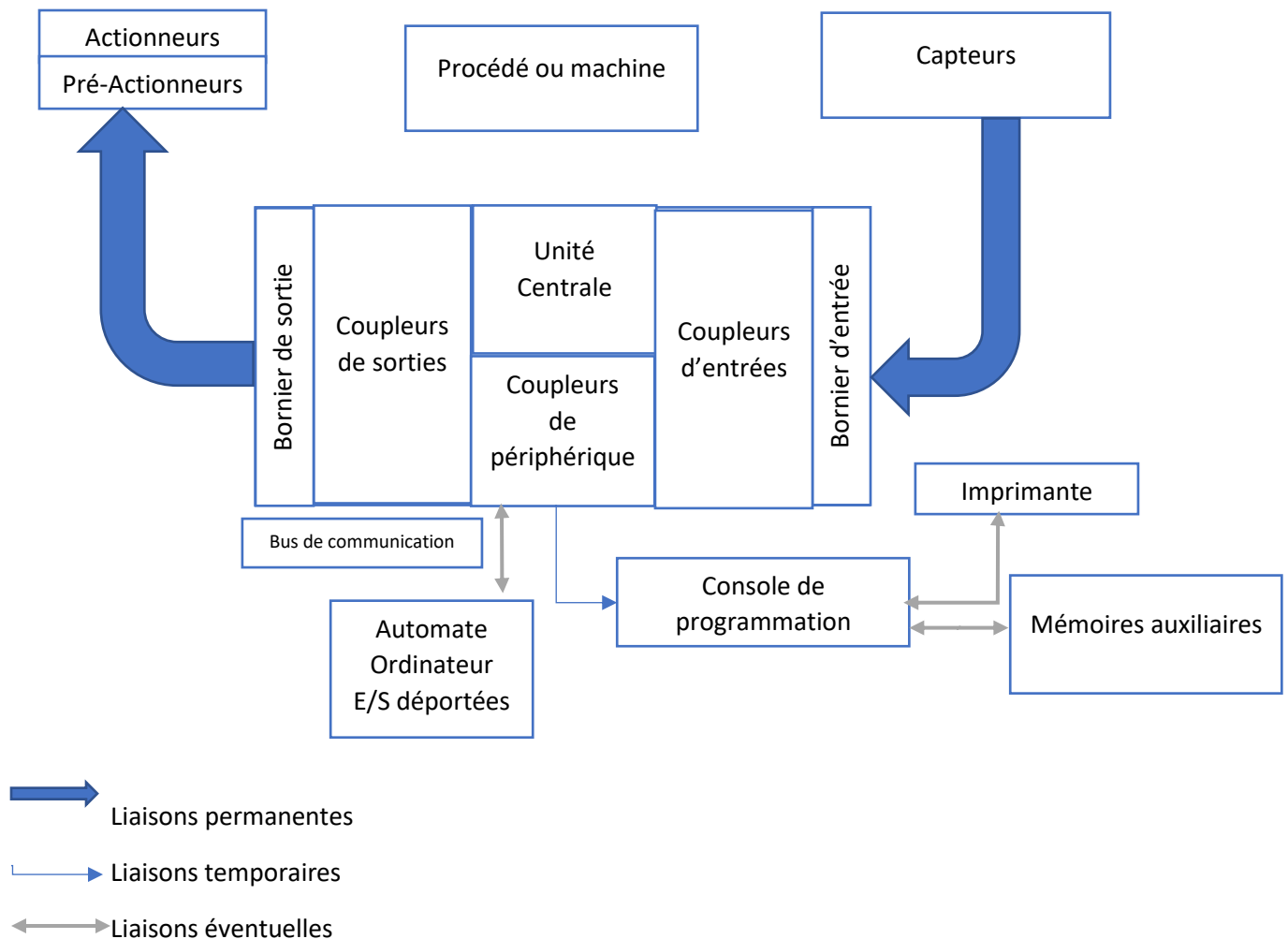


Figure III. 4 : Structure d'un système complet

L'unité centrale de traitement (CPU) est le centre de contrôle du PLC. Il reçoit et stocke le programme utilisateur et les données saisies par le programmeur en fonction des fonctions données par le programme du système PLC, vérifie l'état de l'alimentation, de la mémoire E/S et de la minuterie de surveillance, et peut diagnostiquer une erreur de taxe dans le programme utilisateur. Lorsque l'API est mise en service, il reçoit d'abord l'état et les données de chaque périphérique d'entrée de champ par balayage, et les stocke dans la zone d'image E/S respectivement, puis lit le programme utilisateur un par un à partir de la mémoire du programme utilisateur. Une fois la commande interprétée, elle exécute l'opération logique ou arithmétique selon l'instruction, et le résultat est envoyé aux E/S dans la zone d'image ou le registre de données. Une fois que tous les programmes utilisateurs ont été exécutés, les données de chaque état de sortie ou registre de sortie de la zone d'image d'E/S sont

finalement transmises au périphérique de sortie correspondant, et l'opération est effectuée jusqu'à ce qu'elle s'arrête.

4 Le principe de fonctionnement de PLC

Le CPU du PLC adopte le mode de fonctionnement du programme utilisateur d'acquisition logique séquentielle, c'est-à-dire que, si une antenne de sortie ou une antenne logique est activée ou désactivée, tous les contacts de l'antenne (y compris ses contacts normalement ouverts ou normalement fermés) n'agiront pas immédiatement. Et il n'agira pas tant que le contact n'aura pas été scanné.

Étant donné que le temps d'action des différents contacts du dispositif de commande de relais est généralement supérieur à 100 ms, et que le temps de balayage PLC le programme utilisateur est généralement inférieur à 100 ms, par conséquent, PLC adopte une sorte de mode de fonctionnement différent du balayage de micro-ordinateur général. De cette façon, il n'y a pas de différence entre les résultats de traitement du PLC et du dispositif de contrôle du relais lorsque la réponse E/S n'est pas élevée.

Lorsque l'API est mise en service, son processus de fonctionnement est généralement divisé en trois étapes : échantillonnage d'entrée, exécution du programme utilisateur et actualisation de sortie. L'achèvement de ces trois étapes est appelé un cycle de balayage. Pendant toute l'opération, le CPU de PLC répète les trois étapes ci-dessus à une certaine vitesse de balayage.

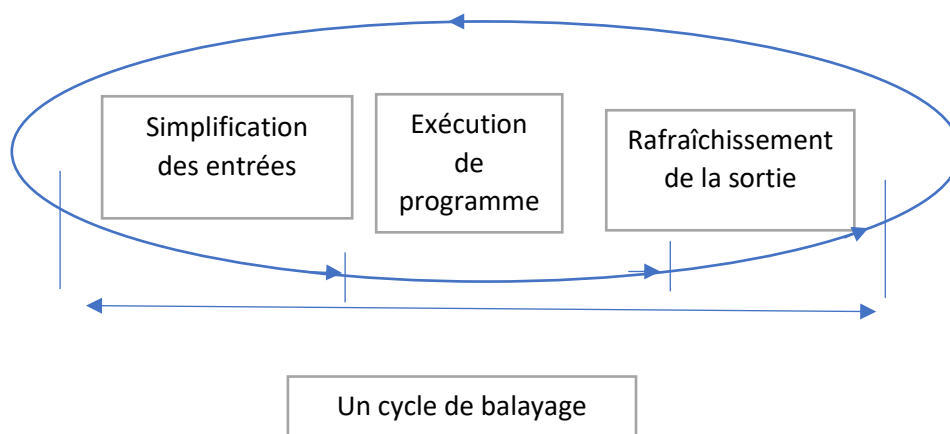


Figure III. 5 : Diagramme du cycle de balayage du PLC

5 Le choix d'un Plc

Le choix du contrôleur le plus efficace pour votre application dépend d'un certain nombre de facteurs.

- Déterminez si votre système est nouveau ou existant : Votre système sera-t-il installé à partir de zéro ou existe-t-il des produits déjà installés ? Le reste de votre système devra être compatible avec de nouveaux composants.
- Tenez compte de tout problème environnemental qui aura une incidence sur votre application (température, poussière, vibrations, codes propres à votre installation, etc.).
- Déterminez combien d'appareils discrets votre système aura. Quels types (AC, DC, etc.) sont nécessaires ?

- Déterminez combien de dispositifs analogiques votre système aura. Quels types (tension, courant, température, etc.) sont nécessaires ?
- Déterminez si votre système nécessite des fonctionnalités spéciales : Votre application nécessite-t-elle un comptage ou un positionnement à haute vitesse ? Qu'en est-il d'une horloge en temps réel ou d'un autre dispositif spécialisé ?
- Déterminez le type de CPU dont vous aurez besoin : Combien de mémoire votre système aura-t-il besoin ? Combien de périphériques votre système aura-t-il (détermine la mémoire de données) ? Quelle est la taille de votre programme, et quels types d'instructions votre programme inclura-t-il (détermine la mémoire du programme) ? Quelle est la vitesse de numérisation dont vous avez besoin ?
- Déterminez où se trouveront vos E/S : Votre système ne nécessitera-t-il que des E/S locaux, ou des E/S locaux et éloignés ?
- Déterminez vos besoins en communication : Votre système communiquera-t-il avec d'autres réseaux, systèmes ou appareils de terrain ?
- Déterminez vos exigences en matière de programmation : Votre demande exige-t-elle seulement des instructions de programmation traditionnelles, ou des instructions spéciales sont-elles nécessaires ?

Considération	Informations pour enregistrer	
1. Système proposé	Nouveau système	Système existant
2. Questions environnementales	Codes/questions environnementales à prendre en considération	Pas de codes/questions environnementales à prendre en considération
3. Dispositifs discrets	Total des intrants AC DC	Extrants totaux AC DC
4. Dispositifs analogiques	Total des intrants Tension Courant Thermo RTD	Extrants totaux Tension Courant
5. Modules ou caractéristiques spécialisés (propres à l'application)	Compteur à grande vitesse Positionnement Servo/pas à pas Horloge en temps réel Autres	
6. CPU requise	<u>Exigences matérielles :</u> Mémoire du programme K requise(estimation) K mémoire de données requise(estimation) Temps d'acquisition rapide requis ? Batterie de secours requise ? <u>Logiciel/fonction spéciale exigences :</u> PID Calculs à virgule flottante Journalisation des données intégrée	

	D'autres	
7. Emplacements des E/S	Local uniquement	À distance Télécommande spécifique Protocole E/S Requis ? Lequel ?
8. Communications	Ethernet PLC to PLC Modbus RTU ASCII (interface to serial devices) Other	
9. Programming	Floating point math Drum sequencer	PID loops Number of loops needed Subroutines Direct interrupts Autres

6 PLC communication

Les PLC doivent communiquer avec un certain nombre d'appareils différents. Tout d'abord, il y a des dispositifs qui font partie intégrante du PLC, tels que la télécommande I/O. Ensuite, il y a d'autres PLC et dispositifs de commande, tels que les entraînements de moteur et les contrôleurs de servocommande. La communication avec un certain type de dispositif d'interface de l'opérateur est également souvent nécessaire, tout comme la connectivité Internet. Enfin, les PLC communiquent souvent avec les PC de niveau serveur exécutant diverses applications liées à la fabrication.

Toutes ces communications exigent deux choses : une connexion physique ou une couche, qui est le câblage et les composants de connexion, et un protocole partagé, qui est le langage commun permettant à chaque périphérique de comprendre ce que les bits et les octets dans les messages de communication signifient.

De nombreux fournisseurs de PLC continuent de prendre en charge ces anciennes connexions physiques filaires, le plus souvent basées sur la connectivité RS-232C, RS-422 et RS-485, ainsi que les protocoles de communication propriétaires connexes.

La couche physique définit comment connecter la couche supérieure de liaison de données dans le modèle de communication Open Systems Interconnection (OSI) au sein d'un ordinateur à des dispositifs physiques. Il s'agit essentiellement des exigences matérielles avec des schémas et des spécifications pour une communication au niveau du bit réussie à différents appareils. La couche physique définit non seulement des éléments tels que les débits binaires, la transmission de signaux électriques, lumineux ou radio, et le contrôle du débit en communication série asynchrone, mais elle définit également les types de câbles et la forme des connecteurs

7 PLC Programming

Les langages de programmation standard de PLC sont essentiellement de deux types, qui sont en outre subdivisés en plusieurs types, qui sont les suivants :

7.1 Langage textuel

- Liste des instructions (LI) :

Instruction List est plutôt un langage d'assemblage, et comme Structured Text, il est également basé sur le texte. Il se compose d'une série d'instructions et de nombreuses lignes de code, mais chaque instruction est écrite sur une nouvelle ligne avec les commentaires nécessaires annotés à la fin de chaque

ligne. Un programme d'EI est lu de haut en bas et de gauche à droite. Et pour ce qui est du déroulement du programme d'EI, chaque ligne précise les conditions ainsi que les instructions et les résultats d'exécution.

Instruction List est très facile à lire et à conceptualiser, puisque chaque ligne de code est exécutée séquentiellement. Tout ce que vous devez apprendre sont les codes mnémoniques tels que Start=ST, Load =LD, OR, AND... etc. À bien des égards, les programmes d'EI sont mis en œuvre de la même façon que Ladder Logic, mais ils sont souvent confondus avec Structured Text (ST) puisque leurs éditeurs sont les mêmes. Cependant, les trois : diagramme en échelle, texte structuré et liste d'instructions sont capables de créer un flux de processus similaire.

- Texte structuré (ST) :

le texte structuré, généralement abrégé comme STX ou ST. Structured Text ressemble beaucoup à la programmation C de base et est un langage de programmation PLC de haut niveau. L'utilisateur écrit une ligne de codes qui s'exécutent séquentiellement, effectuent des vérifications booléennes, évaluent des fonctions spécifiques et actionnent les sorties PLC appropriées. Le code ST se compose d'énoncés séparés par des points-virgules et il utilise des fonctions telles que « WHILE », « IF », « FOR », « ELSEIF » et « ELSE ». En outre, un programme STX peut être manipulé facilement dans les processeurs de texte, ce qui permet d'implémenter le programme plus rapidement sans nécessiter de matériel.

Le texte structuré convient le mieux aux systèmes de contrôle qui effectuent des tâches complexes ou qui nécessitent des algorithmes mathématiques. Comme il peut mettre en œuvre l'analyse de données, le calcul et la trigonométrie plus facilement par rapport aux langages graphiques précédemment discutés comme le diagramme en échelle, le diagramme fonctionnel et le diagramme fonctionnel séquentiel. Si vous avez une expérience dans les langages de programmation classiques tels que C, C++, Python ou Java, alors vous pouvez facilement devenir compétent en texte structuré car il utilise des commandes avec une structure similaire. De plus, le texte structuré présente les mêmes paradigmes, fonctions et structures de programmation que les autres langages textuels.

7.2 Langage graphique

- Diagrammes d'échelle (LD)

Communément appelé Ladder Logic, Ladder Diagram est le premier langage de programmation PLC CEI 61131-3 à être développé. C'est le langage le plus populaire, car avant les PLC, les contrôles par relais étaient la norme dans les processus de fabrication. Les commandes de relais entraînaient les charges dans des circuits logiques simples qui étaient mis en œuvre par câblage à des dispositifs physiques tels que des relais et des commutateurs mécaniques. Les dessins de génie électrique ont fourni le plan des commandes des relais câblés, et la disposition du câblage ressemblait à une échelle. Avec l'introduction des CLP de base, la logique d'échelle a été conçue pour imiter la disposition des circuits à relais. En d'autres termes, Ladder Diagram a été le premier langage de programmation PLC, conçu pour remplacer le câblage physique des systèmes de contrôle de relais.

Les diagrammes d'échelle utilisent la logique interne pour remplacer tous les dispositifs physiques, sauf ceux qui sont actionnés par un signal électrique. Comme son nom l'indique, la logique de l'échelle est construite avec deux rails verticaux parmi une série de barreaux horizontaux. Les rails verticaux montrent le raccordement électrique tel que représenté sur un schéma de relais-logique. Ainsi, à l'aide

d'un diagramme en échelle, vous pouvez programmer toutes les conditions d'entrée nécessaires, physiques ou logiques, pour influencer les conditions de sortie.

Puisque Ladder Logic est basé sur la logique de relais, le code d'instructions le plus commun lors de la programmation d'un PLC sont : Normalement ouvert (NO) et Normalement fermé (NC) et d'autres lignes de code simples. Le diagramme en échelle est lu de gauche à droite et de haut en bas. Le côté gauche représente les entrées et ils doivent être vrais afin de dynamiser les sorties. Vous pouvez en fait visualiser le processus logiquement à travers les échelons horizontaux et à mesure que les données arrivent des entrées aux composants PLC.

- Schéma fonctionnel (FBD)

Le schéma fonctionnel (FBD) est le deuxième langage de programmation PLC le plus populaire. C'est un langage de type graphique et il utilise la plupart des commandes Ladder Logic, mais le FBD est généralement plus facile à lire, à interpréter et à conceptualiser que le LD. Un schéma fonctionnel typique décrit une fonction qui relie ensemble des blocs de programme pour construire un programme PLC. Des lignes de connexion sont ensuite utilisées pour connecter les blocs d'entrée et de sortie.

L'utilisation de blocs dans FBD permet de regrouper plusieurs lignes de code en un seul bloc. Au départ, les blocs de fonctions ont été conçus pour construire un système de contrôle qui ne pouvait être utilisé que pour configurer une seule tâche répétitive, comme les boucles PID, les minuteriers, les compteurs... etc. Dans ce cas, les blocs pourraient être programmés sur des feuilles, puis le PLC pourrait constamment scanner les feuilles en fonction de la connexion programmée entre les blocs ou dans l'ordre numérique.

Mais comme les langages de programmation continuent d'avancer, les diagrammes de blocs de fonctions d'aujourd'hui sont utilisés dans de multiples fonctions répétitives telles que la commande en boucle fermée, les démarreurs, les boucles PID... etc. Chaque nouveau bloc du FBD est connecté à la sortie du composant précédent. Cela permet aux données de circuler de manière imbriquée d'un bloc de programme à l'autre virtuellement. Dans ce type de programmation, la tâche la plus importante est de prendre soin des types de données, des identificateurs, des variables et des mots clés pour que le programme fonctionne correctement.

- Tableau des fonctions séquentielles (CCS)

Le diagramme de fonction séquentiel est un langage de programmation PLC graphique et est similaire au diagramme en échelle (LD) et au diagramme fonctionnel (FBD). Si vous avez déjà utilisé des organigrammes, alors SFC devrait se sentir familier, car il utilise la même logique qu'un organigramme. Ce langage de programmation PLC se compose d'un certain nombre d'étapes, de transitions et d'actions.

Les étapes sont représentées par des blocs rectangulaires et chaque étape représente un état donné du système de contrôle. Les étapes sont les principales fonctions de votre programme SFC, et l'étape initiale est généralement la première à être activée lorsque le programme est exécuté. Deuxièmement, les transitions sont utilisées pour connecter les étapes et ce sont les instructions utilisées pour naviguer d'une étape à l'autre. Les transitions sont basées sur la condition, de sorte que lorsqu'une condition pour

un état actif devient vraie, l'étape suivante devient active tandis que l'étape précédemment active est désactivée.

Les étapes peuvent être soit inactives, soit actives en fonction des paramètres des transitions, false ou true respectivement. Cette décision peut être déterminée par le calendrier d'une phase donnée d'un processus, ou un certain état physique d'une machine ou d'un équipement. Enfin, une action est toujours effectuée lorsqu'une étape est active. En termes simples, le langage SFC est utilisé pour écrire des programmes simultanés en utilisant des étapes et des transitions pour atteindre le résultat final souhaité. Contrairement aux organigrammes conventionnels, les organigrammes séquentiels sont capables d'avoir plusieurs chemins, et les branches peuvent être utilisées pour lancer plusieurs étapes simultanément.

8 STEP 7 :

Est un logiciel de base pour la programmation et la configuration de Systèmes d'automatisation SIMATIC. Il permet la création et la gestion de projets, la configuration et le paramétrage du matériel et de la communication, la gestion des mnémoniques, et la création de programmes. Il existe plusieurs versions : STEP micro/DOS et STEP micro/ Win pour les applications S7-300 et S7-400.

Les blocs de code sont les blocs du programme utilisateur qui contiennent les instructions à exécuter. Il existe les blocs de code suivants :

Bloc d'organisation (OB) : *c'est le chef d'orchestre du programme ; il traite cycliquement le programme.*

Fonction (FC) : *c'est un bloc de code qui ne contient pas de données statiques.*

Bloc fonctionnel (FB) : *c'est un bloc de code qui contient des données statiques (exemple programmation de graphe SFC dérivé du GRAFCET).*

Fonction système (SFC et SFB) : *c'est une fonction intégrée au système d'exploitation de la CPU qu'on peut appeler dans le programme utilisateur et elle ne peut être programmée par l'utilisateur.*

Blocs de données (DB) : *ce sont des blocs utilisés par les blocs de code du programme utilisateur pour enregistrer des valeurs. Les blocs de code (OB, FB, FC) du programme utilisateur peuvent être chargés dans la CPU S7. Ils sont soit créés et édités directement dans des éditeurs incrémentaux, soit ils résultent de la compilation de sources.*

Dans l'environnement STEP7 on utilise plusieurs types de variables qu'on doit déclarer au préalable, le tableau suivant résume les types de variables utilisées [4].

[4] L. Bergougnoux, «API automate programmable industriel,» Support de cours, Poly Tech Marseille, 2004.

Symbol	Nom	Taille	Plage	Valeur
Bool	Boolean	1	0 (false) et 1 (true)	Logique
Int	Integer	16	-32768 , 32767]	Entière continue
DInt	Double integer	32		Continue entière double
UInt	Unsigned integer	16	[-231 , 231]	Entière continue non signée
REAL	Real Numbers	32	[0.65 , 535]	Continue réelle (flottante)
Byte	Bits string	8	[-2128, 2128]	demi-mot
WORD	Bits string	16	[0 , 255]	Mot
DWORD	Bits string	32	[0 , 65535]	double mot
Time			[0 , 2 ³²]	Temps

Date			[0 ms , 10* 2 ³¹ ms]	date
String			1 à 255 ASCII	Chaîne de caractères

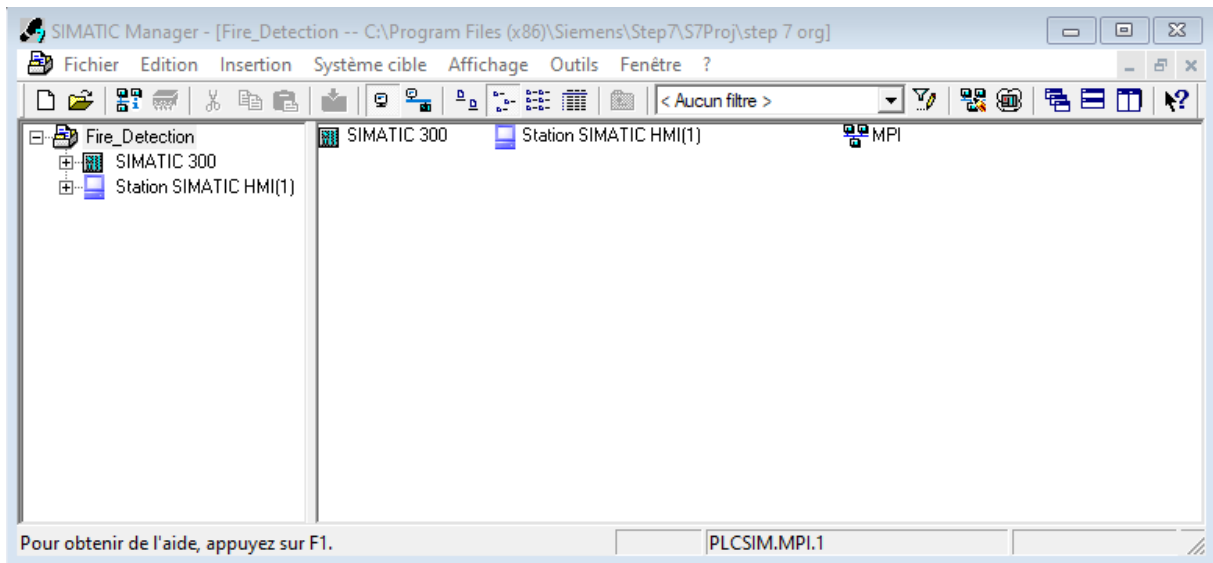




Figure III. 6 Barres de : titre, menu et outils de SIMATIC Manager

La barre de titre contient le titre de la fenêtre et des boutons pour contrôler cette fenêtre. La barre de menu contient tous les menus disponibles pour cette fenêtre. Enfin, la barre d'outils contient les tâches les plus fréquemment utilisées sous forme de symboles que l'on trouve ci-dessous.

Icône	Fonction
	Crée un nouveau projet ou une nouvelle bibliothèque
	Ouvre le projet ou la bibliothèque sélectionnée.
	Ouvre une fenêtre affichant les partenaires accessibles
	Ouvre une fenêtre pour la carte mémoire.
	Coupe les objets sélectionnés
	Copie les objets sélectionnés et les transpose dans le presse-papier
	Insère le contenu du presse-papier à la position du curseur.
	Charge l'objet en cours dans le système cible.
	Sélectionner le mode « Hors ligne ».
	Sélectionner le mode « en ligne ».
	Affiche les objets en utilisant de grandes icônes.
	Affiche les objets en utilisant de petites icônes.
	Affiche les objets sous forme de liste.
	Affiche une information sur les objets de la fenêtre.
	Passer dans le niveau de la hiérarchie supérieure.

	Activer/désactiver la simulation.
	Affiche une aide contextuelle.

9 Le logiciel e supervision WinCC flexible

WinCC est une application de supervision puissante à utiliser avec Microsoft Windows pour élaborer des HMI (Human Machine Interface ou interface homme-machine en français). WinCC permet de superviser les processus partir de différentes plateformes (station de travail, PC, pupitre digital ou panel...etc.). Les informations affichées sur HMI sont transmises par les organes de commande (API par exemple). Pour la supervision des installations industrielles et les infrastructures à grande échelle et sur de longues distances, on parle de la supervision sous l'environnement SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition, traduit en français par Système de contrôle et d'acquisition de données). Il existe plusieurs versions de WinCC dont la plus basic est WinCC flexible qui a été conçue pour créer des HMI qui s'exécute sur des consoles que l'on appelle Panel.

WinCC flexible offre les avantages suivants :

- Amélioration de la productivité (efficacité de la configuration) pendant la construction des projets HMI
- Réaliser des concepts innovants d'HMI et d'automatisation sous plusieurs réseaux, parmi lesquels TCP/IP et Web - Disponibilité accrue de nouvelles machines et installations.
- Accéder facilement et en toute sécurité aux données de processus à partir de partout dans le monde

Un système IHM se charge des tâches suivantes :

Représentation du processus : Le processus est représenté sur le pupitre opératoire. Lorsqu'un état du processus évolue par exemple, l'affichage du pupitre opératoire est mis à jour.

Commande du processus : L'opérateur peut commander le processus via l'interface utilisateur graphique, il peut par exemple définir une valeur de consigne pour un automate ou démarrer un moteur.

Vue des alarmes : Lorsque des états critiques surviennent dans le processus, une alarme est immédiatement déclenchée, par exemple, lorsqu'un défaut surgit (valeur limite est franchie).

Archivage de valeurs processus et d'alarmes : Les alarmes et les valeurs du processus peuvent être archivées par le système HMI, on peut ainsi documenter la marche du processus et accéder ultérieurement aux données de la production écoulée.

Documentation de valeurs processus et d'alarmes : Les alarmes et valeurs processus peuvent être éditées par le système HMI sous forme de journal.

Gestion des paramètres du processus et des machines : Les paramètres du processus et des machines peuvent être enregistrés au sein du système HMI dans des recettes.

10 Conclusion :

Dans ce chapitre, on a présenté les outils logiciels qu'on a utilisés dans la programmation et la supervision de notre projet. Dans une première partie on a fourni description des outils de base de Step 7 ainsi que les langages de programmation des API qu'il incorpore et les étapes de création d'un projet. Dans une deuxième partie, on a présenté brièvement le logiciel de supervision WinCC flexible.

**Chapitre 04 : Conception
d'un système de
supervision, surveillance et
de contrôle de l'incendie
d'un parc de stockage des
carburants**

1 Introduction :

Dans un projet d'automatisation, la première phase consiste à spécifier un cahier des charges et concevoir le programme correspondant et la deuxième phase consiste à élaborer l'HMI. Ce chapitre est destiné à présenter notre projet d'automatisation et de supervision d'un système de détection incendie de deux bacs de stockage. La partie programmation a été réalisée en se servant du langage LADDER de Simatic Manager Step7 et la conception de HMI a été effectuée en utilisant WinCC flexible. A fin tester nos programmes d'une manière plus effective {tous les scénarios et les événements qui peuvent survenir}

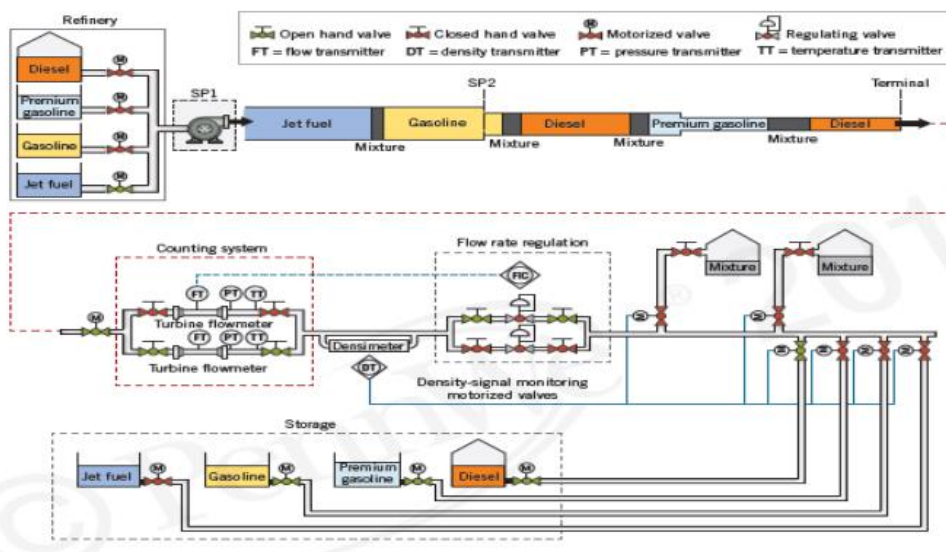


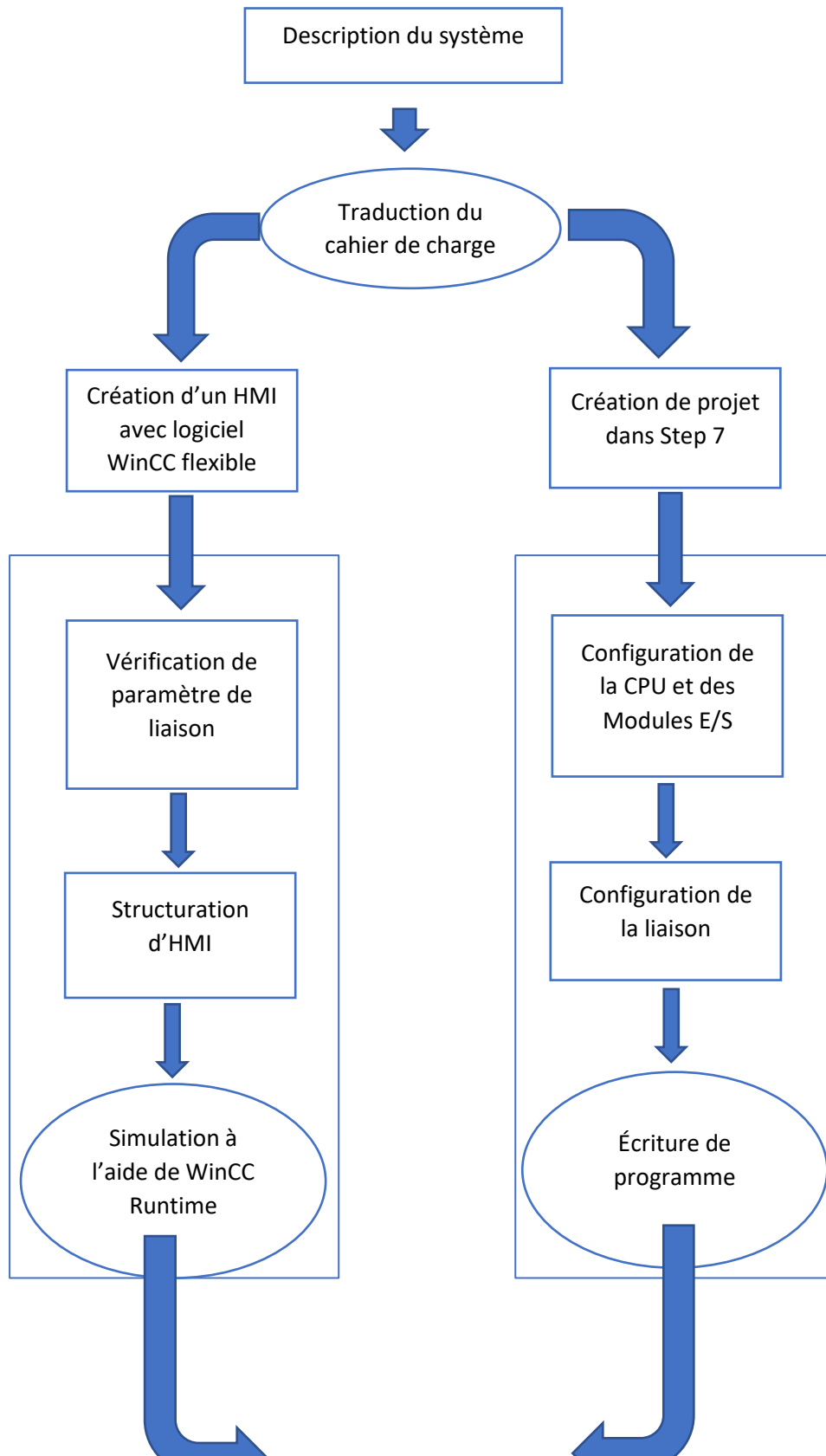
Figure IV. 1 : pipeline naftal

2 Étapes générales de la conception du système PLC

Les étapes générales de la conception du système de contrôle PLC peuvent être divisées en :

- Selon les exigences de l'analyse et du contrôle du processus de production, pour un système de contrôle complexe, il est nécessaire de dessiner un organigramme de contrôle du système pour montrer clairement la séquence et les conditions d'action. Pour un système simple, cette étape peut être omise.
- Selon les exigences de contrôle, déterminez l'équipement d'entrée et de sortie requis. Sur cette base, les points d'E/S de l'API sont déterminés.

- *Sélectionnez le modèle PLC et sa capacité. Le choix du modèle et l'échelle devraient être appropriés, les fonctions devraient être égales, la structure devrait être compacte et la capacité de charge et les facteurs environnementaux devraient être pris en considération.*
- *Définir les noms des points d'entrée et de sortie, attribuer des points E/S PLC et concevoir un diagramme de connexion E/S.*
- *Selon les tâches à accomplir par le PLC et les fonctions qu'il devrait avoir, la conception du programme PLC est effectuée, et la conception de la console et la construction sur site sont effectuées en même temps*



Intégré le projet
WinCC dans le
Step 7

Figure IV. 2 Étapes générales de la conception du système PLC

3 Réalisation du programme

Le logiciel SIMATIC Manager permet de programmer en plusieurs langues, c'est-à-dire : Il est possible de programmer l'application dans diverses langues, et même mélanger plusieurs langues au sein d'un même programme et on a choisi le LADDER

Notre programme est composé d'un Bloc d'organisation (OB) qui fait appel à cinq fonction (FC) :

OB1	programme principale	CONT	118	Bloc d'organisation
FC1	Températures	CONT	434	Fonction
FC2	Niveaux	CONT	174	Fonction
FC3	Refroidissement	CONT	202	Fonction
FC4	ESD	CONT	94	Fonction
FC5	Extinction	CONT	138	Fonction

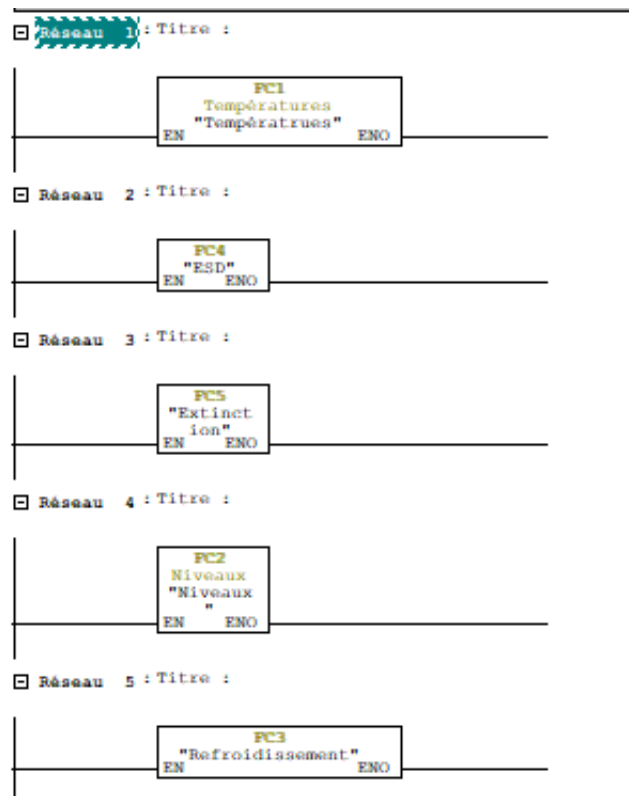


Figure IV. 3 : programme principal

3.1 Contenu de fonction FC1 (Température) :

La fonction est composée de six 06 réseaux comme suit

- quatre concerné par la mise à l'échelle analogique des transmetteurs de température à l'aide du bloc SCALE

-02 concernée par l'étalonnage des capteurs de température

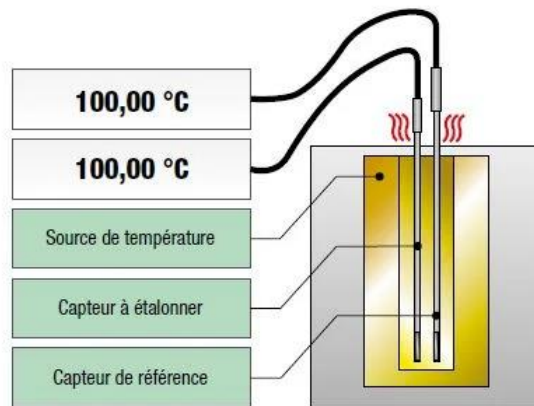


Figure IV. 4 : l'étalonnage des capteurs de température

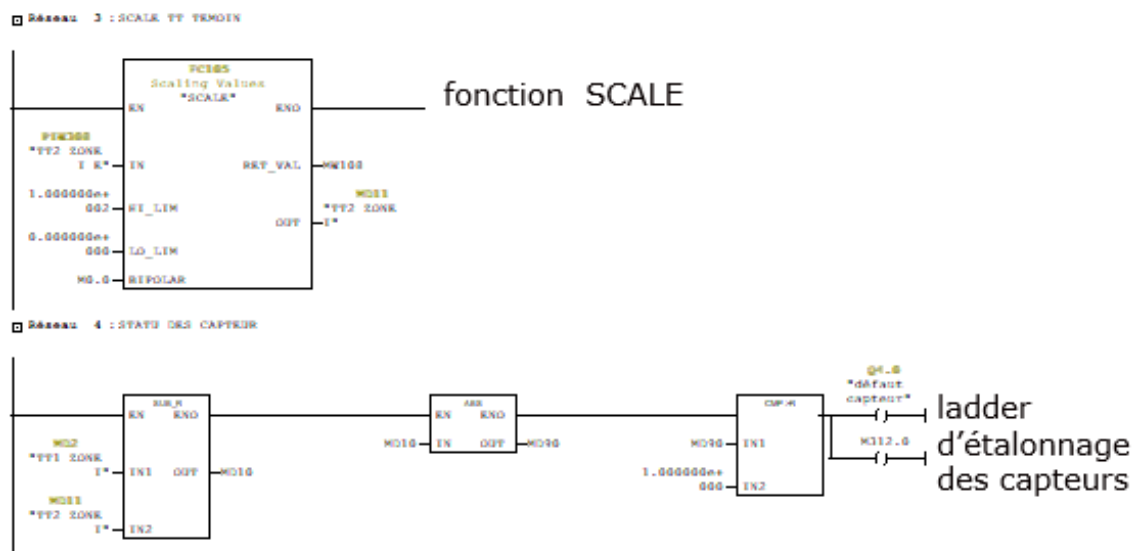


Figure IV. 5 : les fonctions de mise à l'échelle et d'étalonnage

3.2 Contenu de fonction FC2 (Niveau) :

Le bloc est composé de deux 02 réseaux de mise à l'échelle analogique des transmetteurs de niveau à l'aide du bloc SCALE

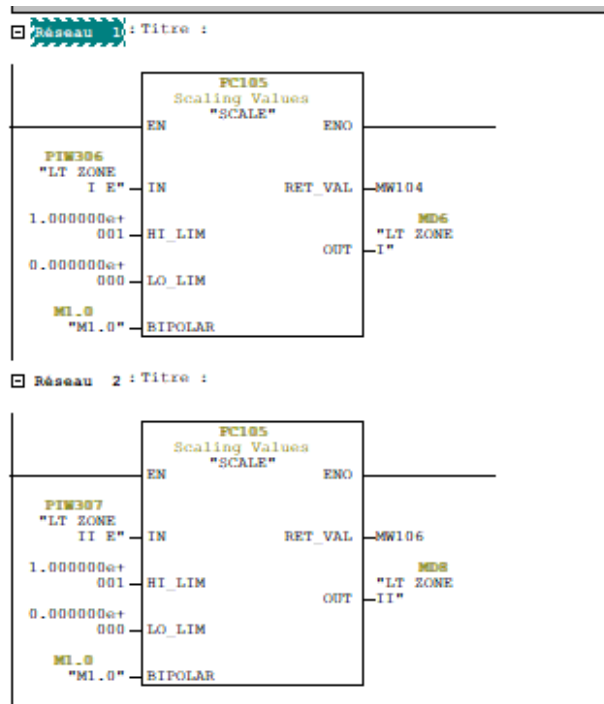


Figure IV. 6 SCALE pour le détecteur de niveau

3.4 Contenu de fonction FC3 (Refroidissement)

Le mise en fonctionnement et en arrêt de système de refroidissement pour les conditions motionnée dans le cahier de charge :

- Mise en marche : T supérieur à 35°C
- Mise en arrêt : T inférieur à 25°C

Pour cela on construit quatre réseaux deux pour suivre la valeur de température et deux pour contrôler l'état de vannes selon les conditions précédentes

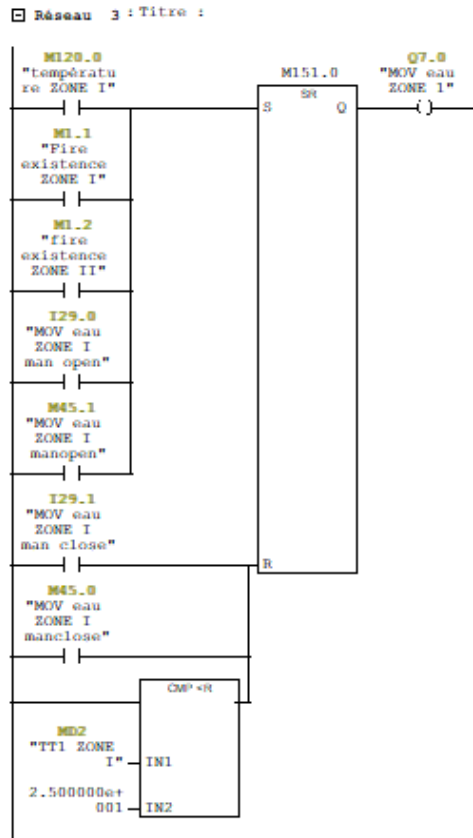


Figure IV. 7 mise en arrêt et marche automatique d'une vanne motorisée

3.5 Contenu de fonction FC5 (extinction) :

Contient huit 08 réseaux pour l'alarme de chaque flame garde plus deux autres pour l'activation de sirène

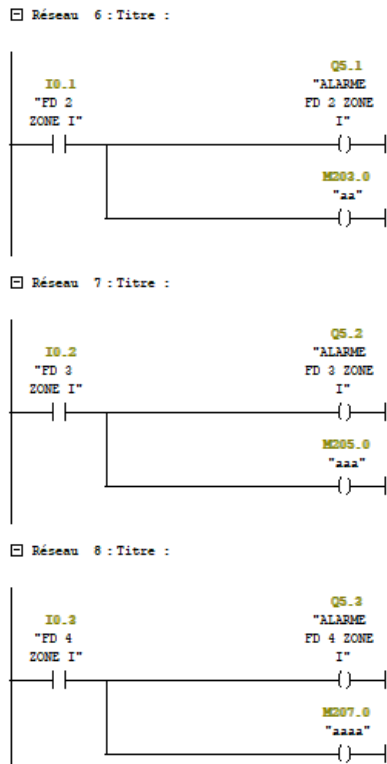


Figure IV. 8 la détection de feu pour une zone

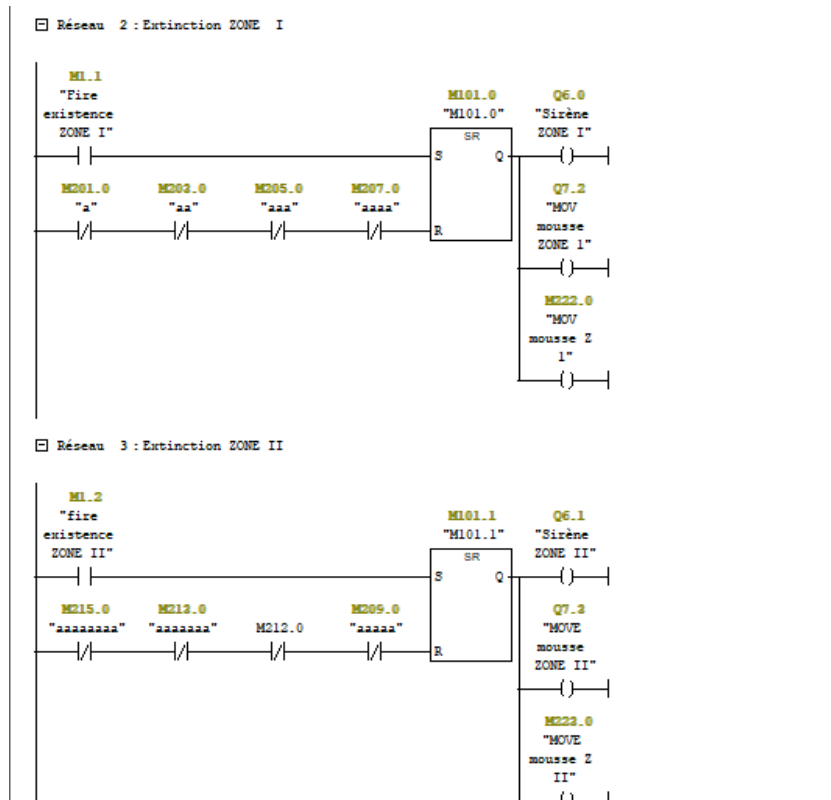


Figure IV. 9 l'activation de sirène et réseau mousse dans le cas d'incendie

3.6 Contenu de fonction FC4 ESD:

Composé d'un seul réseau concerné par l'activation d'ESD

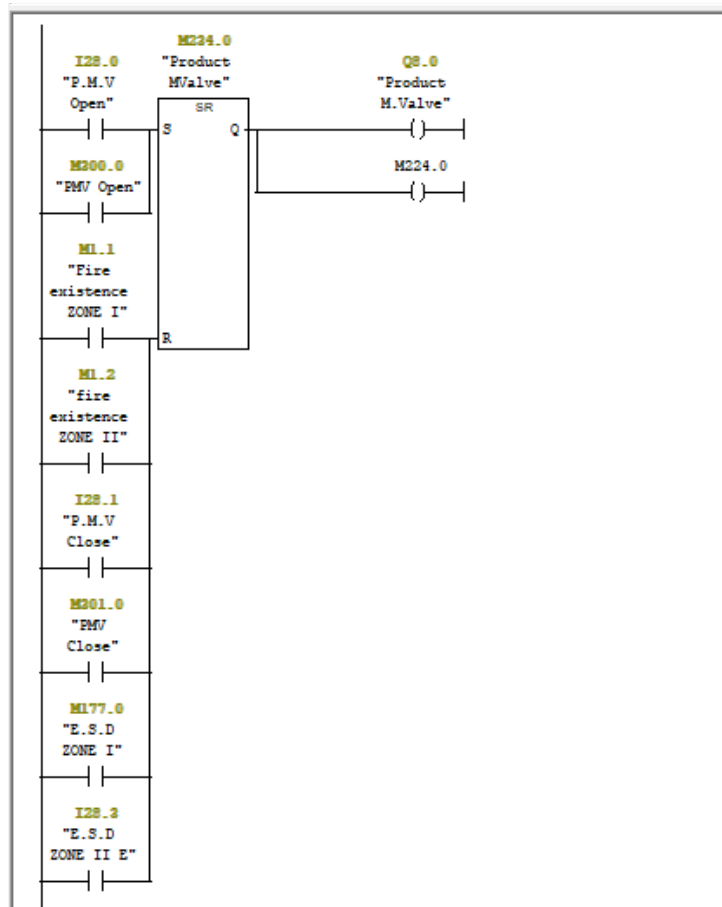


Figure IV. 10: l'activation d'ESD en cas d'incendie

4 Le simulateur des programmes PLCSIM :

L'application de simulation de modules S7-PLCSIM permet d'exécuter et de tester le programme dans un API qu'on simule dans un ordinateur ou dans une console de programmation. La simulation étant complètement réalisée au sein du logiciel STEP7, il n'est pas nécessaire qu'une liaison soit établie avec un matériel S7 quelconque (CPU ou module de signaux). L'application S7 de simulation permet de tester des programmes destinés aux CPU S7-300 et aux CPU S7-400, et de remédier à d'éventuelles erreurs. S7-PLCSIM dispose d'une interface simple permettant de visualiser et de forcer les différents paramètres utilisés par le programme (comme, par exemple, d'activer ou de désactiver des entrées). Tout en exécutant le programme dans l'AP de simulation, on a également la possibilité de mettre en oeuvre les diverses applications du logiciel STEP7 comme, par exemple, la table des variables afin d'y visualiser et d'y forcer des variables

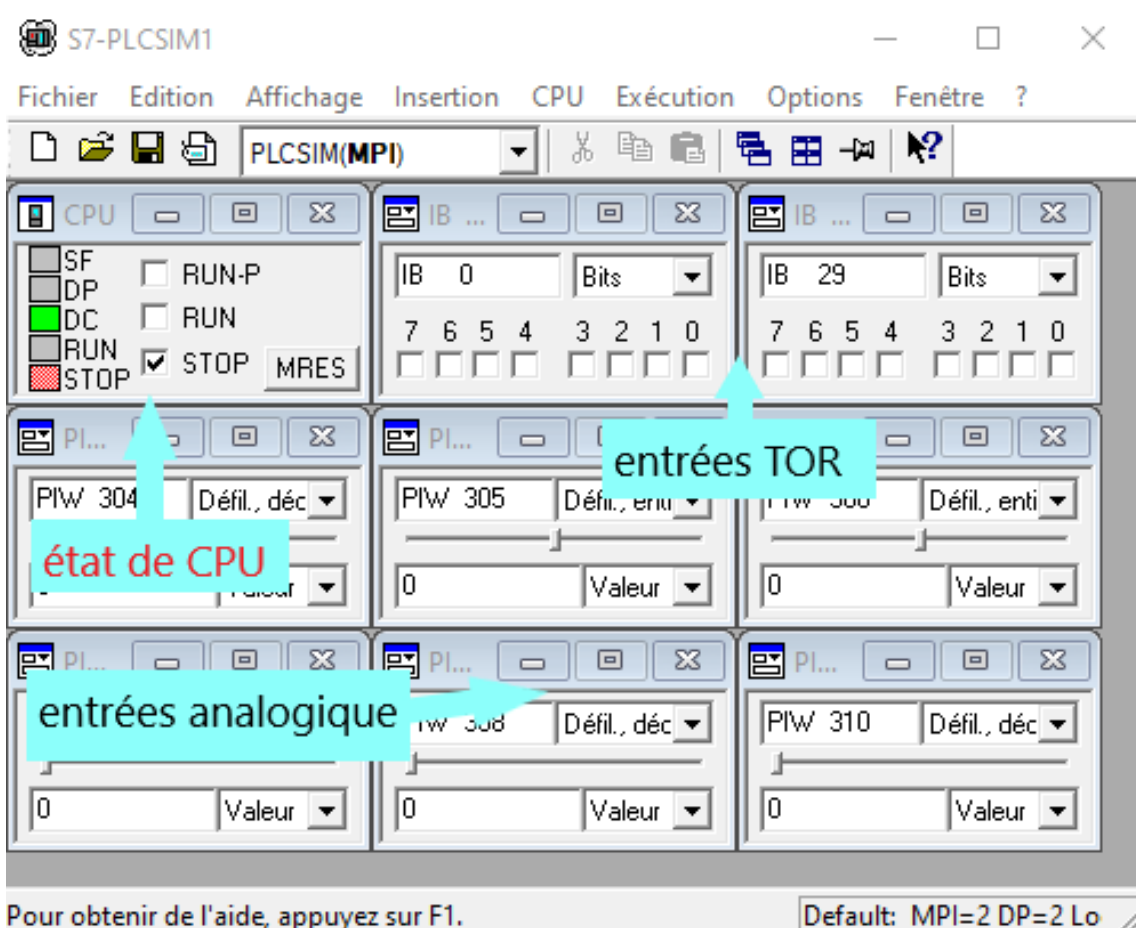


Figure IV. 11le plcsim

5 Configuration de la liaison

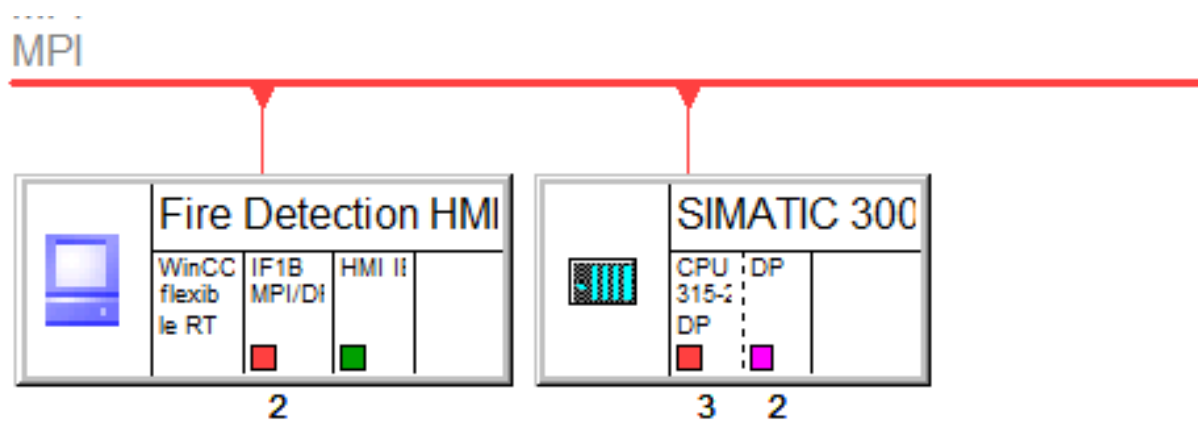


Figure IV. 12 configuration de la liaison

6 Résultats simulation d'interface HMI :

6.1 Vérification de paramètre de liaison

Pour configurer le protocole de communication entre l'API et le HMI, on clique sur aperçu, puis Communication > liaisons.

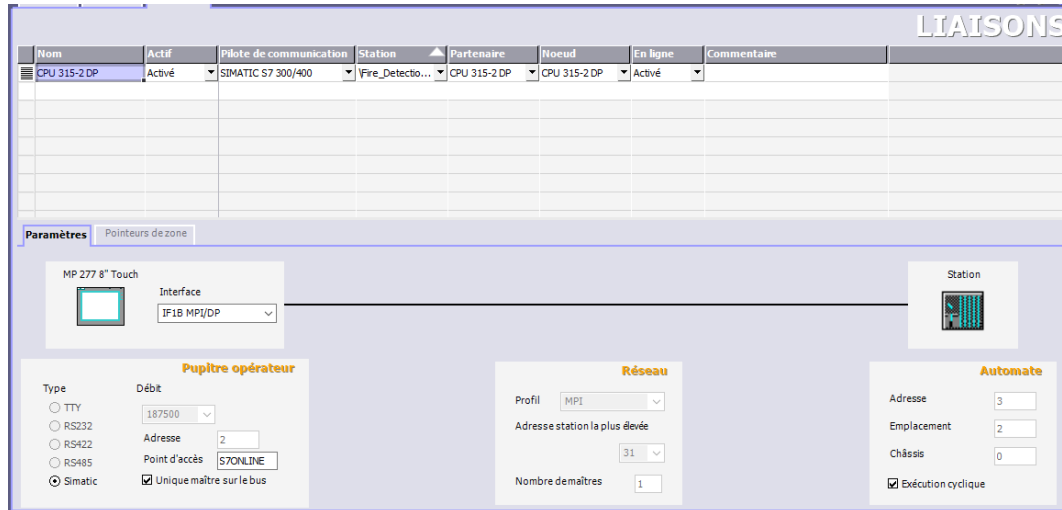


Figure IV. 13 l'interface de liaison dans le wincc

6.2 L'ensemble des vues :

Home (page d'accueil) :

Sur l'écran du page de la page d'accueil on peut avoir notifications qui informent des alarmes sur l'état des détecteurs. Elle contient quatre boutons de navigation répartis comme suit :

- Un bouton pour retourner vers la vue générale de processus.
- Un bouton pour aller vers la vue de signalisation d'incendie.
- Un bouton pour la vue des courbes.
- Un bouton pour la vue de commandes et contrôles des vannes.



Figure IV. 14 page d'accueil

Processus :

Il s'agit d'une vue d'ensemble du fonctionnement du système. Dans cette vue on trouve :

- Des signalisations d'état des vannes d'extension et refroidissement.
- Des signalisations d'état des détecteurs de flamme.
- Des afficheurs de valeurs de température et niveau pour chaque bac
- Notifications qui informent des alarmes sur les détecteurs.
- Quatre boutons de navigation répartis comme suit :

-Un bouton pour retourner vers la page d'accueil

- Un bouton pour aller vers la vue de signalisation d'incendie.

-Un bouton pour la vue des courbes.

- Un bouton pour la vue de commandes et contrôles des vannes.

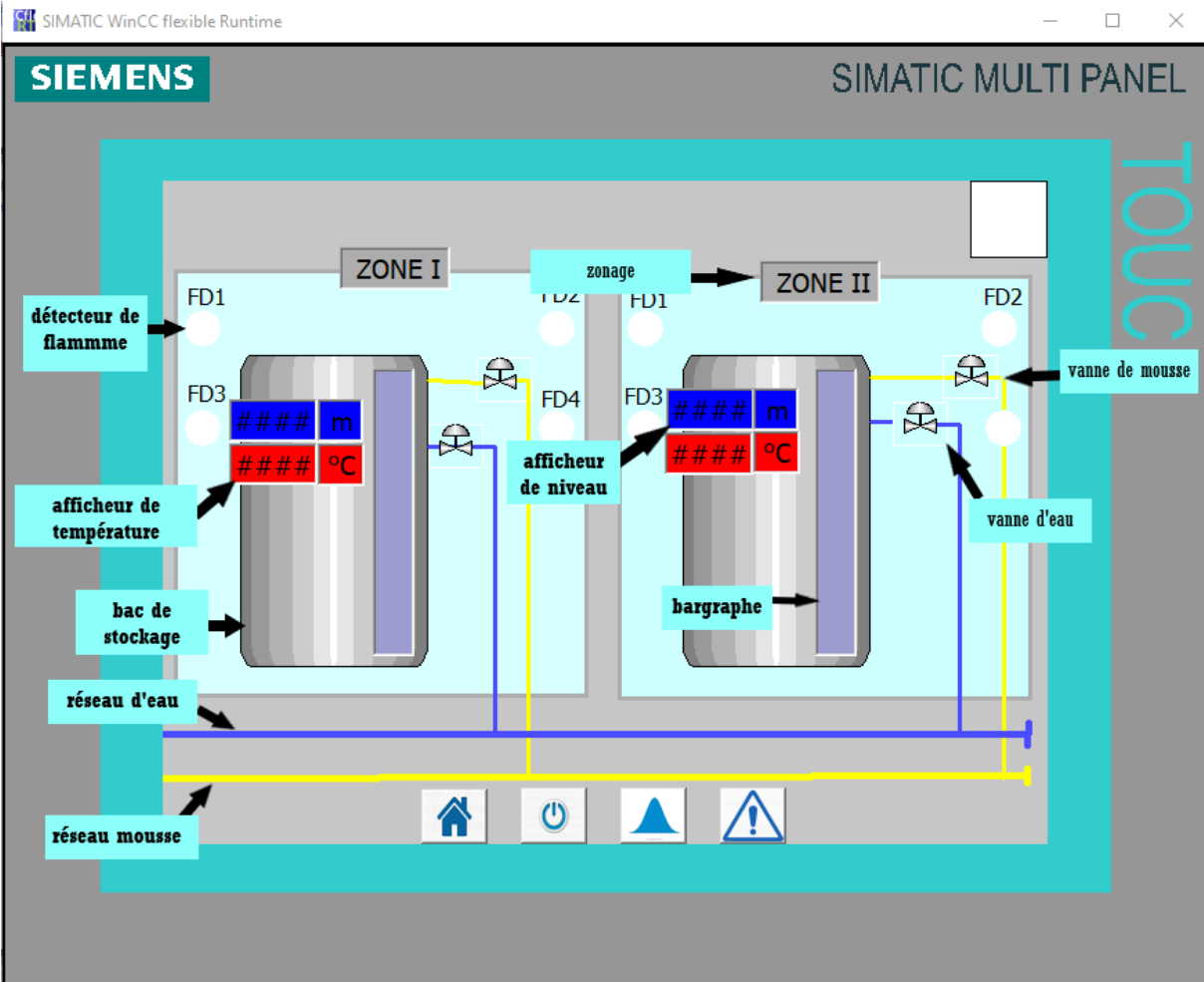


Figure IV. 15: La vue Processus avant la simulation

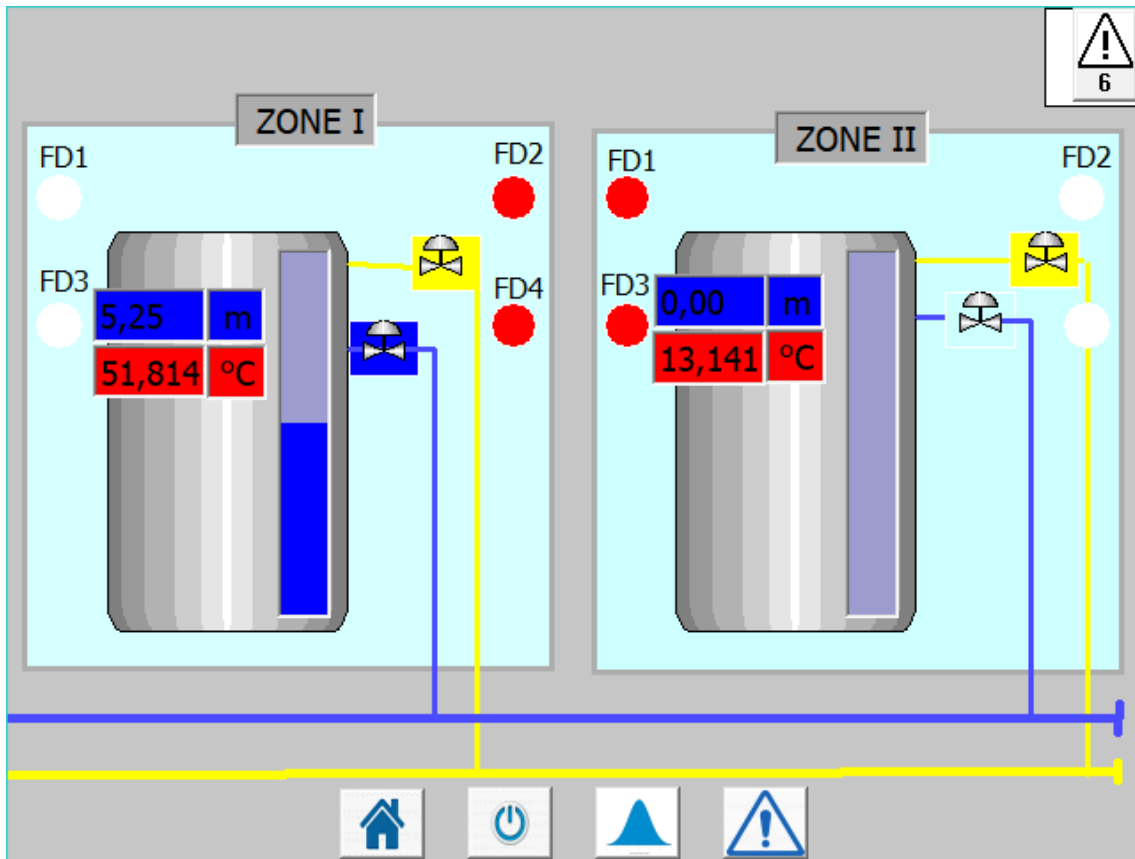


Figure IV. 16: La vue Processus après la simulation

Courbes :

Elle contient :

- Les tableaux de valeurs
- Un ensemble des courbes des détecteurs séparés en deux graphiques :

-Le premier pour les transmetteurs de température : $\left\{ \begin{array}{l} TT 1 ZONE I \\ TT 2 ZONE I \\ TT 1 ZONE II \\ TT 2 ZONE II \end{array} \right.$

-Le deuxième pour les transmetteurs de niveau : $\left\{ \begin{array}{l} LT ZONE I \\ LT ZONE II \end{array} \right.$

- Des notifications qui informent des alarmes sur les détecteurs
- Quatre boutons de navigation répartis comme suit :

-Un bouton pour retourner vers la page d'accueil

- Un bouton pour aller vers la vue de signalisation d'incendie.

-Un bouton pour la vue générale de processus.

- Un bouton pour la vue de commandes et contrôles des vannes.

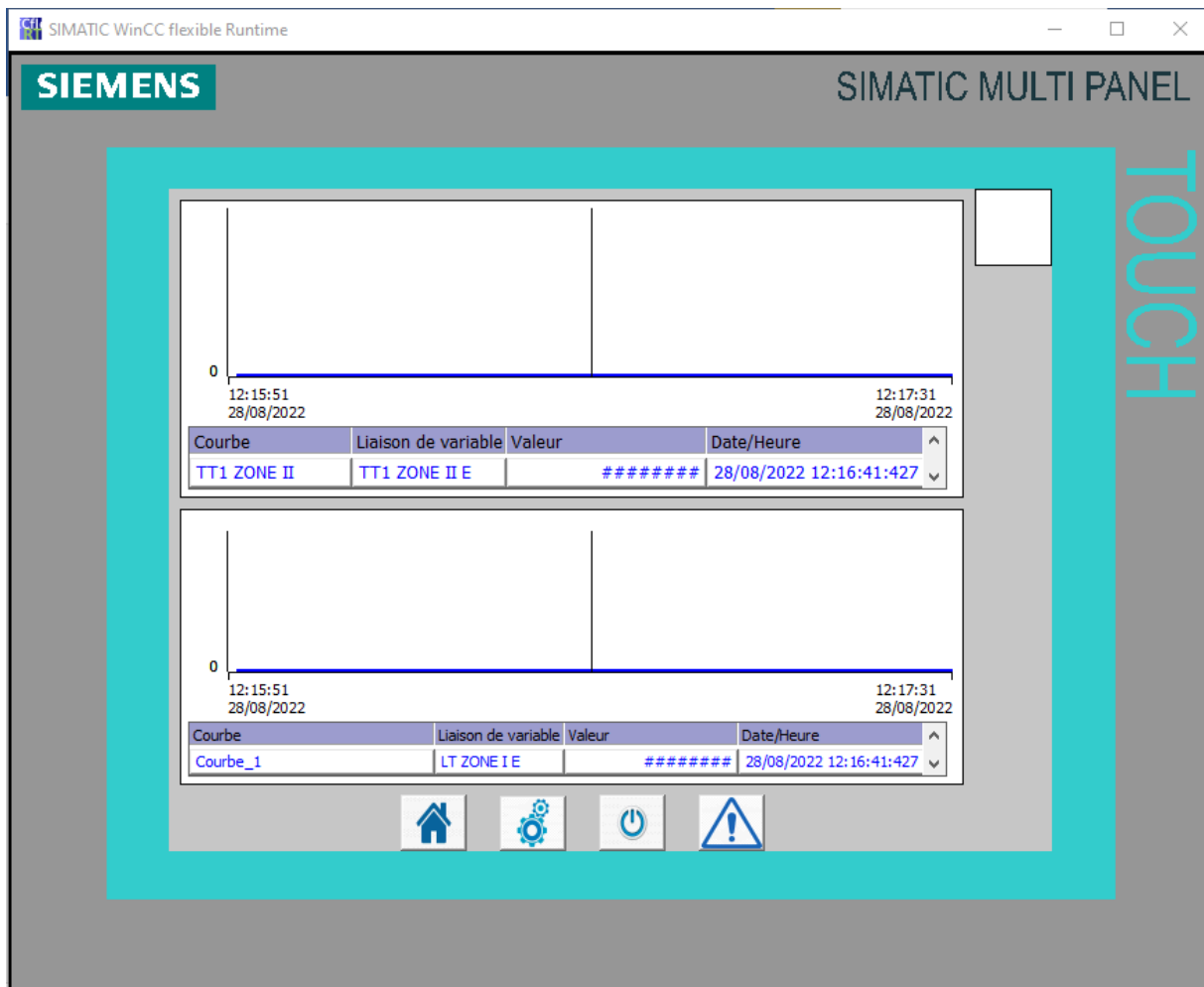


Figure IV. 17 La vue Courbes avant la simulation

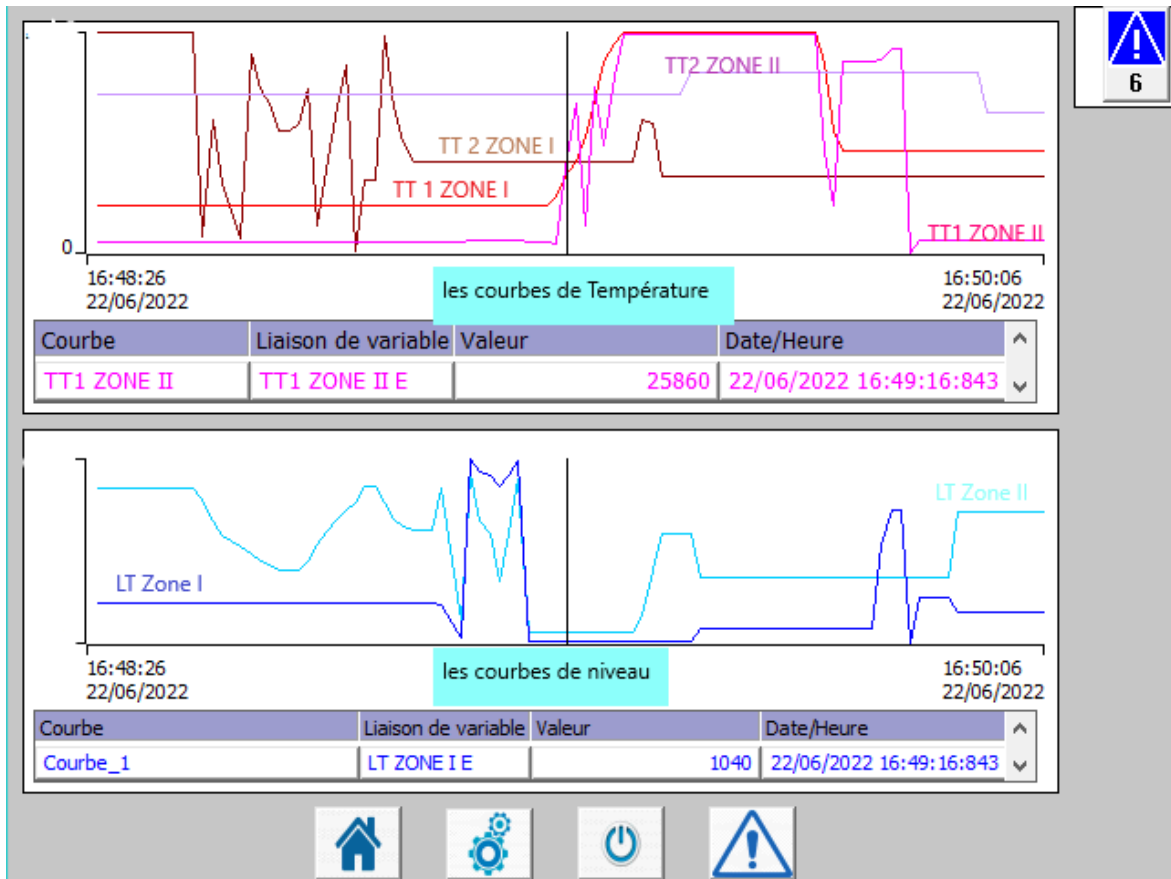


Figure IV. 18La vue après la simulation

Alarme :

Une vue Alarmes fournit une liste d'historique dans laquelle les alarmes en attente (non acquitté) sont classées par temps d'apparition elle contient aussi un bouton d'acquiescement et Quatre boutons de navigation répartis comme suit :

- Un bouton pour retourner vers la page d'accueil
- Un bouton pour aller vers la vue générale de processus.
- Un bouton pour la vue des courbes.
- Un bouton pour la vue de commandes et contrôles des vannes.

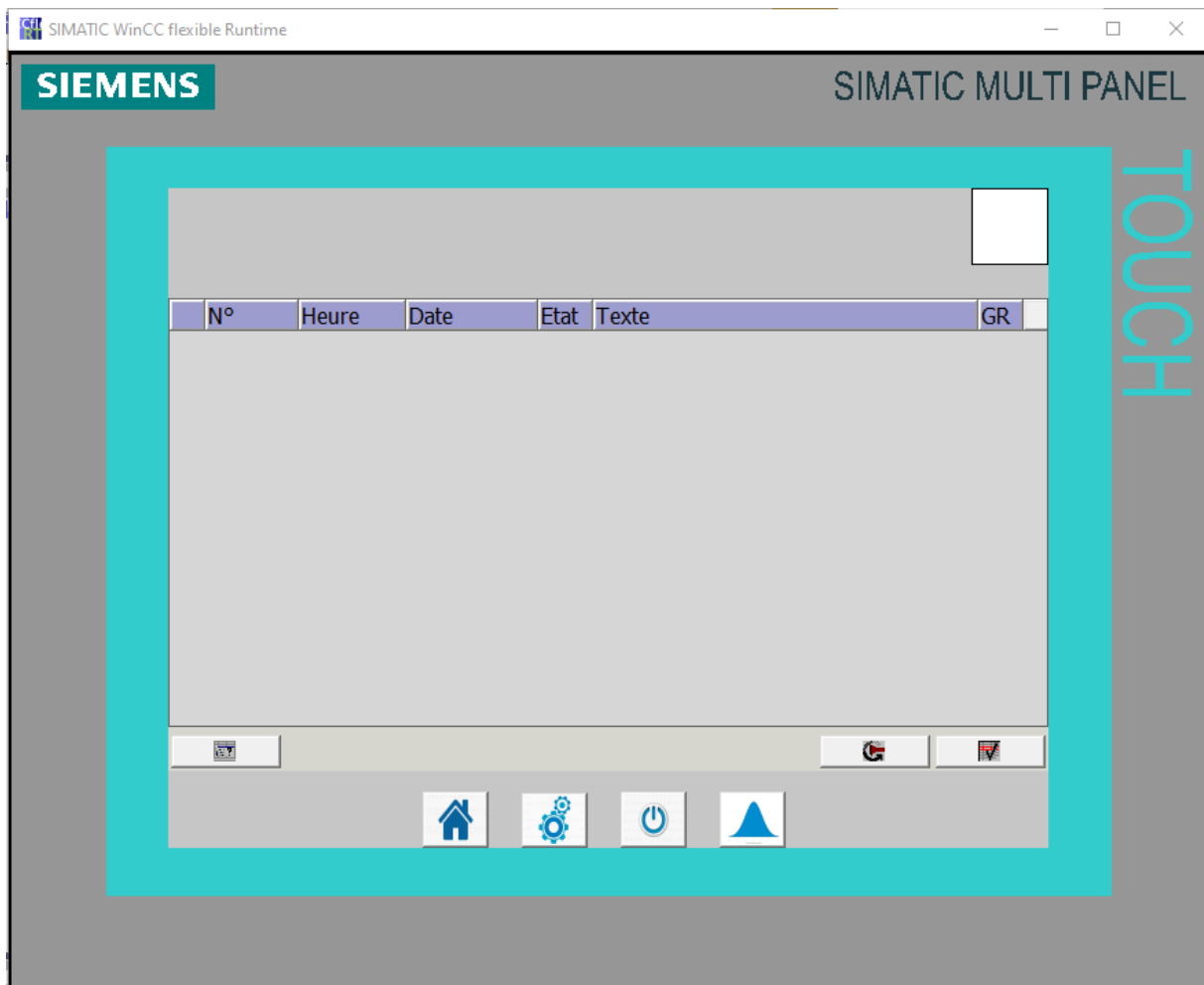


Figure IV. 19 La vue Alarme avant la simulation

	N°	Heure	Date	Etat	Texte	GR
!	1	16:43:42	22/06/2022	AD	FD1 zone I	0
!	9	16:44:51	22/06/2022	A	défaut capture TT ZI	0
!	11	16:45:26	22/06/2022	A	hausse temperature ZI	0
!	10	16:45:32	22/06/2022	AD	défaut capture TT ZII	0
!	5	16:46:21	22/06/2022	AQ	FD1 zone II	0
!	7	16:46:27	22/06/2022	AQ	FD3 zone II	0
!	4	16:46:31	22/06/2022	AQ	FD4 zone I	0
!	2	16:46:37	22/06/2022	AQ	FD2 zone I	0

Acquittement d'alarme

Figure IV. 20 :La vue Alarme après la simulation

Commande vanne :

C'est la vue de commande et de contrôles des vannes D'extinction d'incendie, elle contient :

- Des boutons poussoirs d'ouverture vanne.
- Des boutons poussoirs de fermeture vanne.
- Des signalisations d'état de la vanne.
- Des notifications qui informent des alarmes sur les détecteurs
- Quatre boutons de navigation répartis comme suit :

-Un bouton pour retourner vers la page d'accueil

- Un bouton pour aller vers la vue de signalisation d'incendie.

-Un bouton pour la vue des courbes.

- Un bouton pour la vue de commandes et contrôles des vannes.

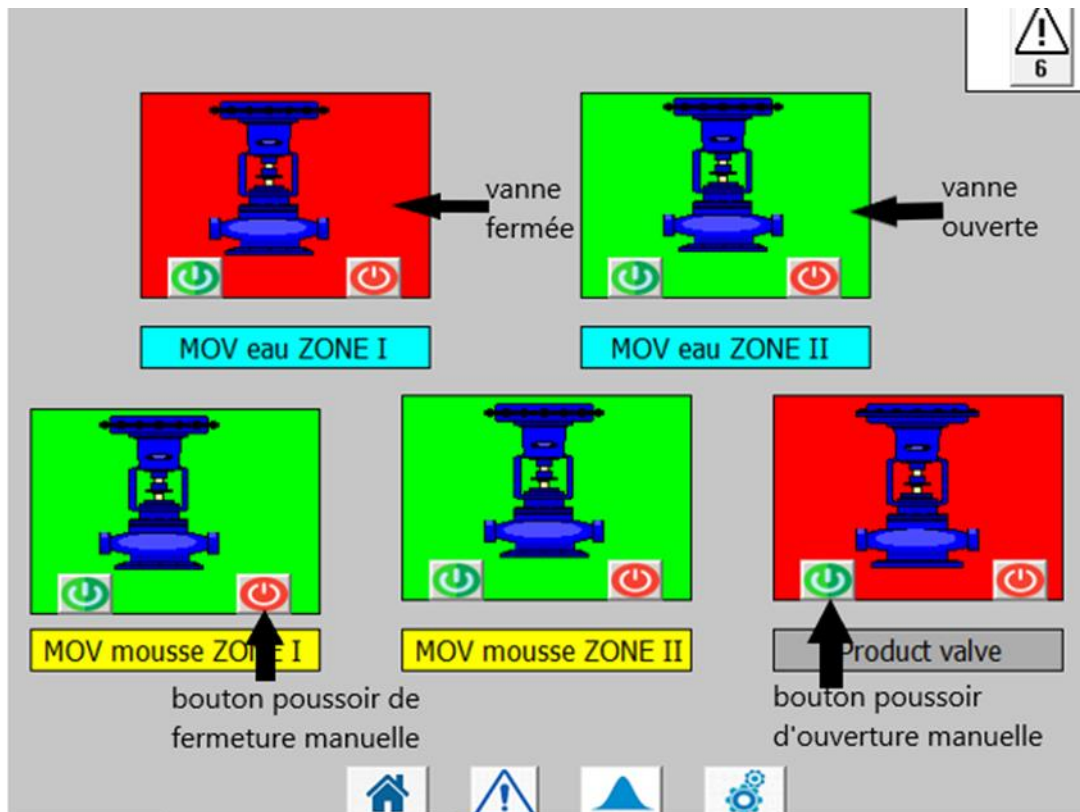


Figure IV. 21 : La vue Commande vanne avant la simulation

7 Simulation de Quelques scénario :

1.un défaut capteur :

Dans le plcsim on donne 2 différentes valeurs pour le transmetteur de température de bac 1(TT1 ZONE I) et le transmetteur témoin de de même bac (TT2 ZONE I) :

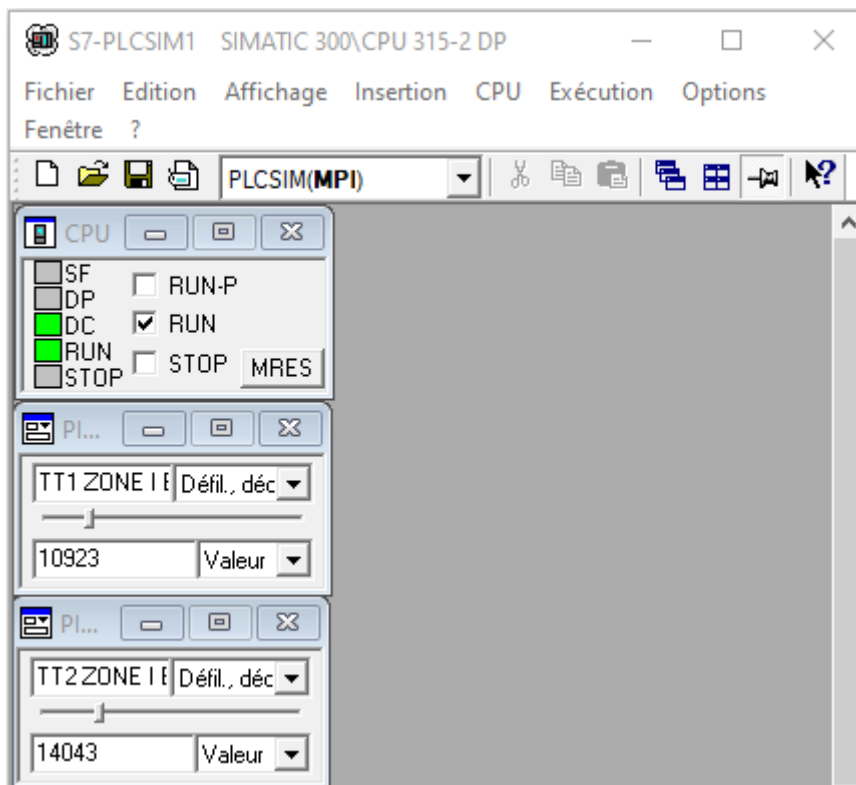


Figure IV. 22 :les entrées analogique dans le plcsim

Le traitement de données avec les fonctions SCALE nos donne une température de 19°C pour TT1 ZONE I et de 50.8°C

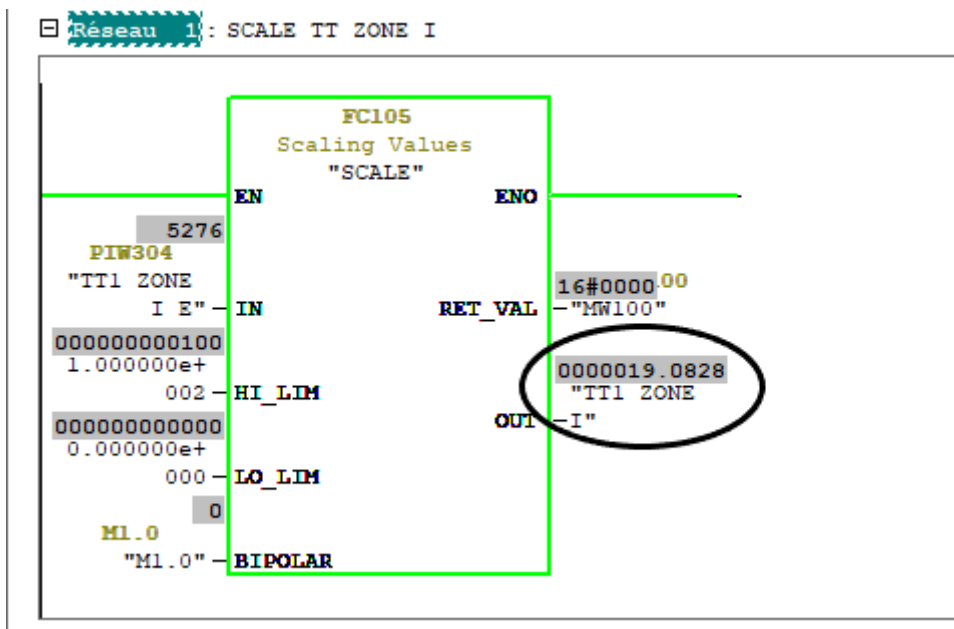


Figure IV. 23 : valeur de température pour TT1 ZONE I

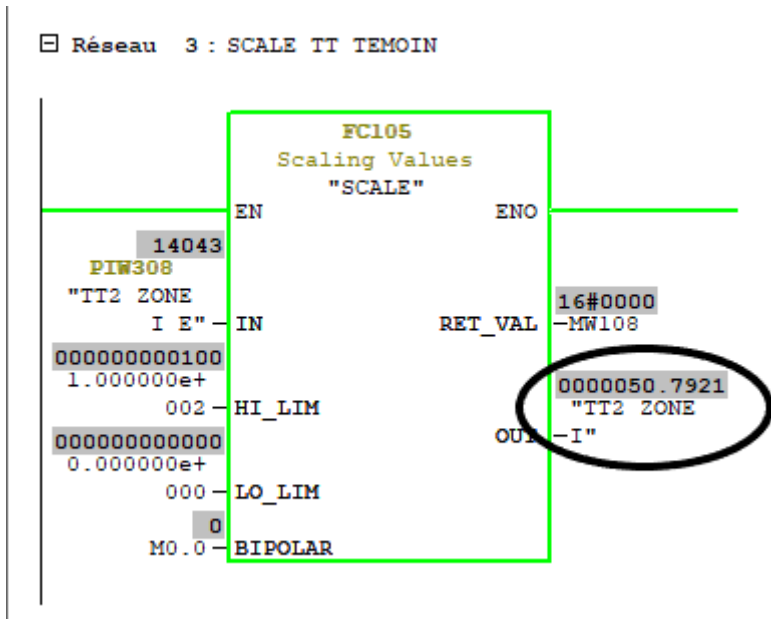


Figure IV. 24 : valeur de température pour TT2_ZONE I

La simulation de programme dans le step 7 :

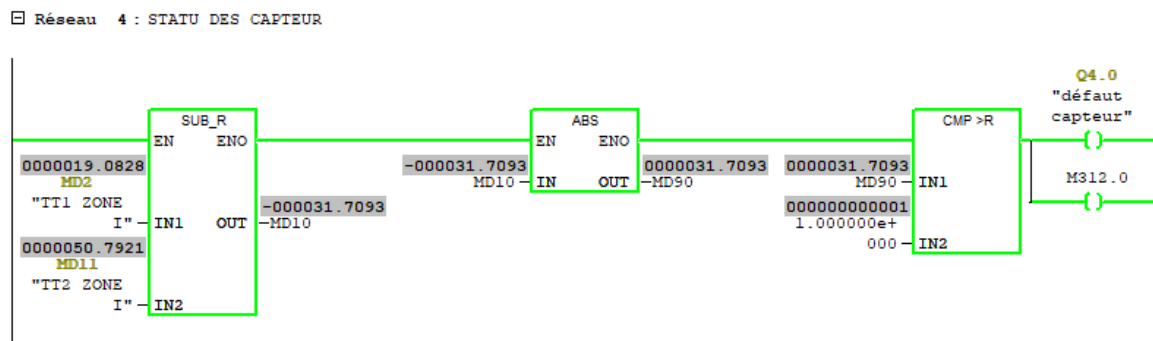


Figure IV. 25 : résultat de simulateur step7

Un signe d'alarme apparaît dans l'interface HMI :

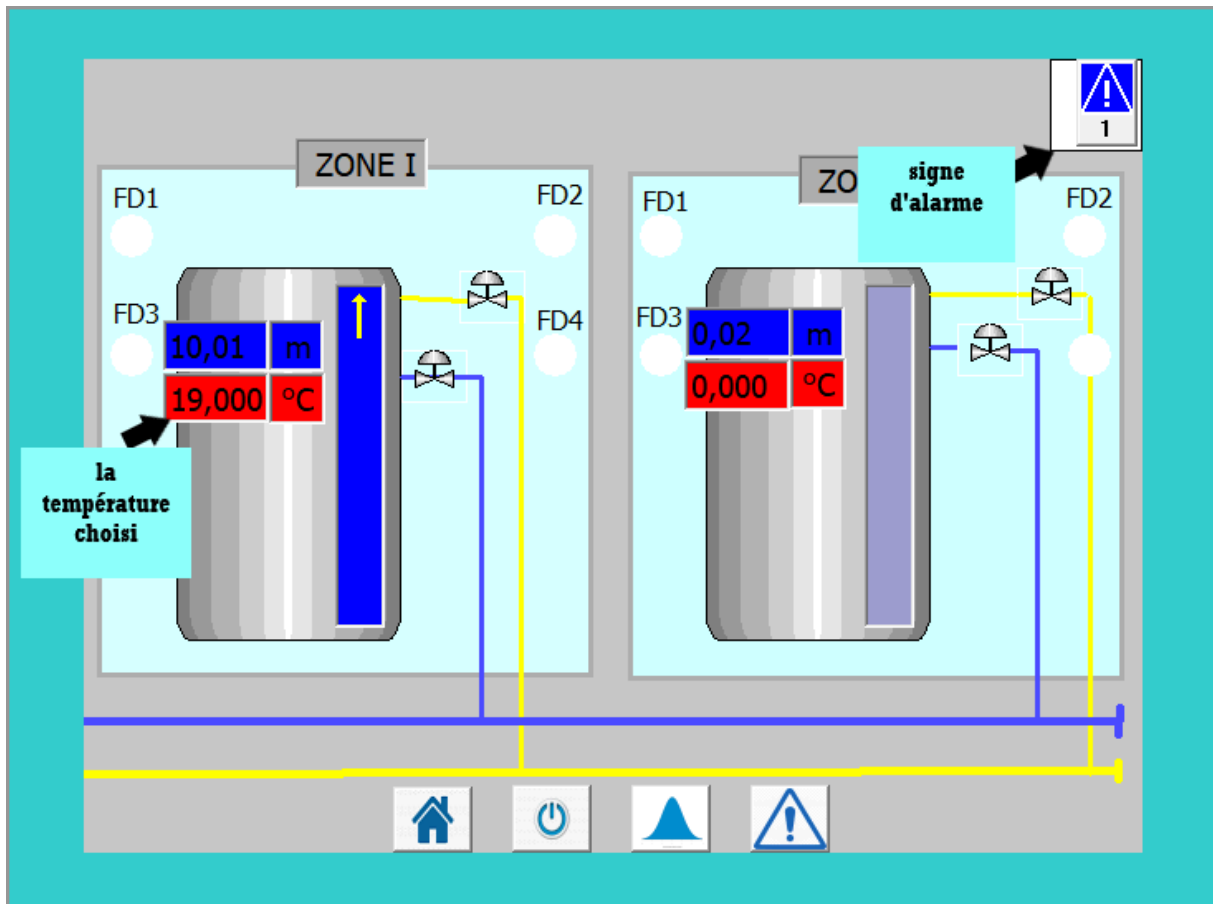


Figure IV. 26 : le changement dans la vue processus

La présentation de valeurs de température dans la vue courbe :

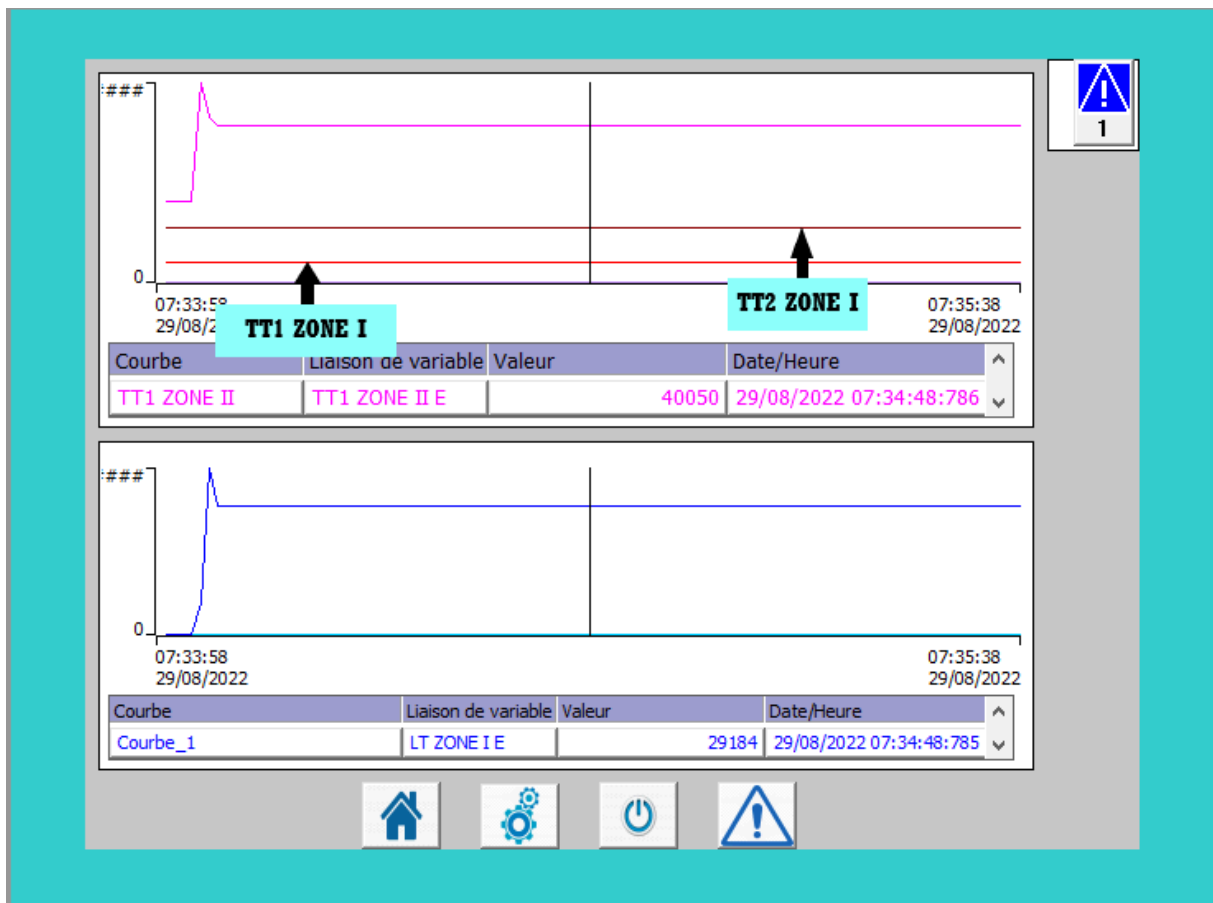


Figure IV. 27 : le changement dans la vue courbe

Le message d'alarme :

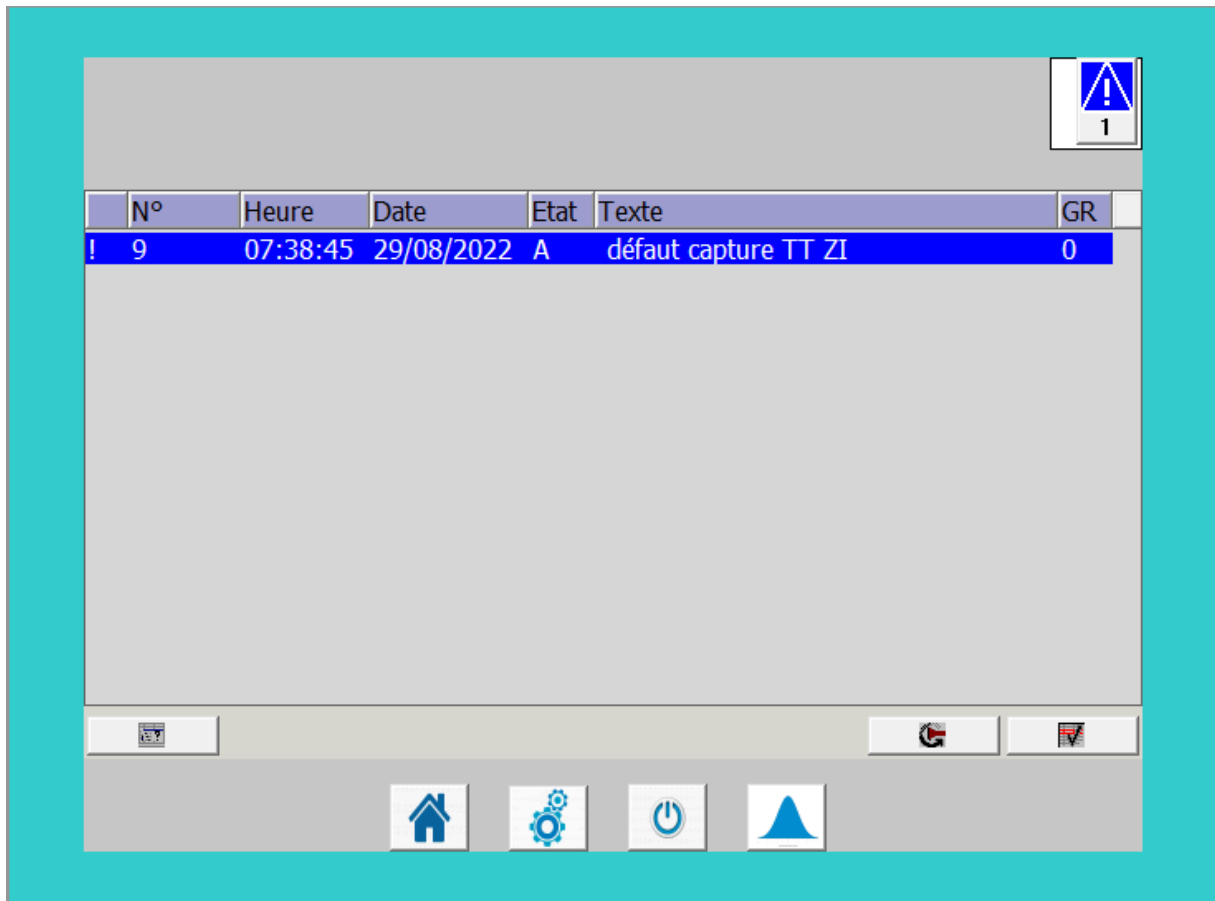


Figure IV. 28 : le changement pour la vue alarme

La vue après acquittement :

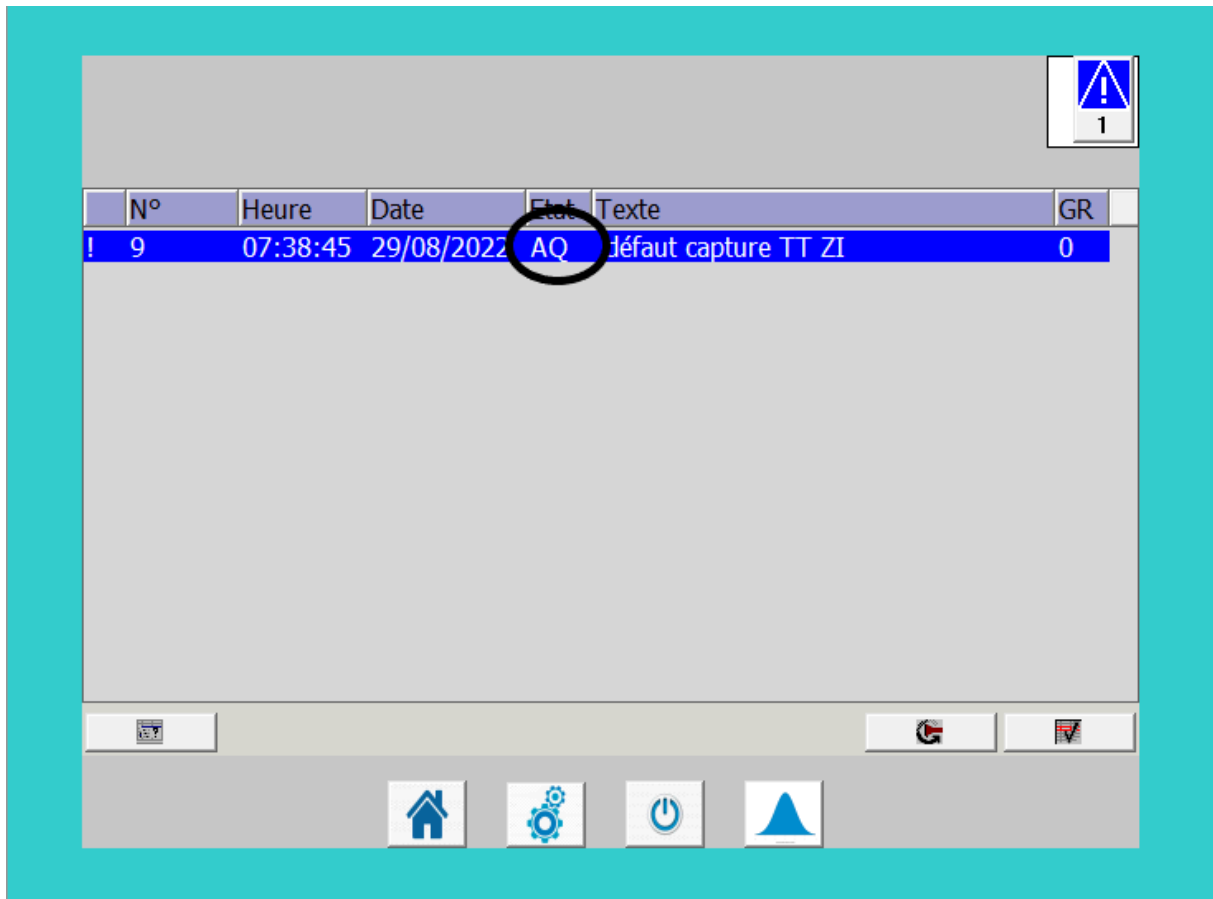
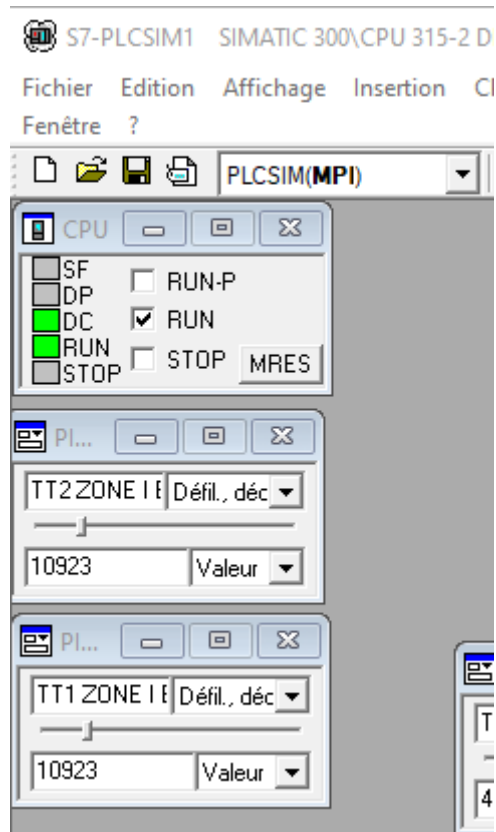


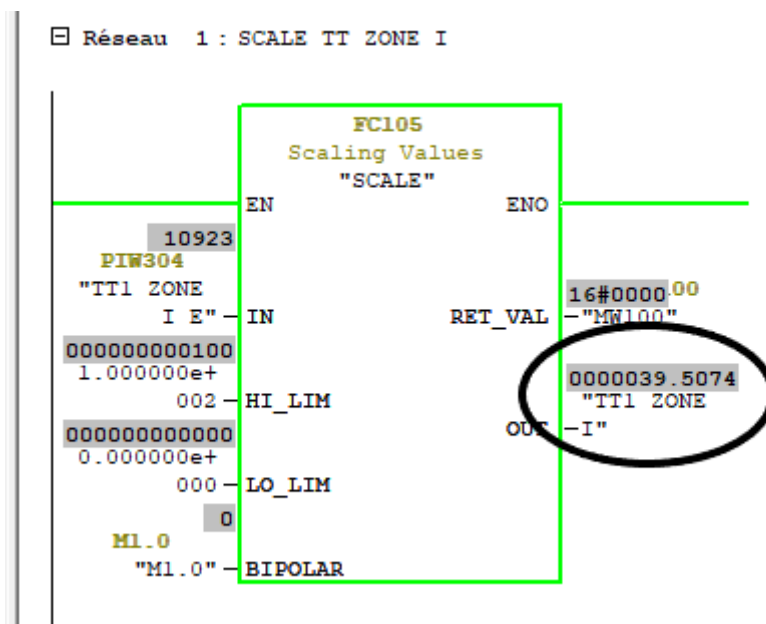
Figure IV. 29 : la vue alarme après acquittement

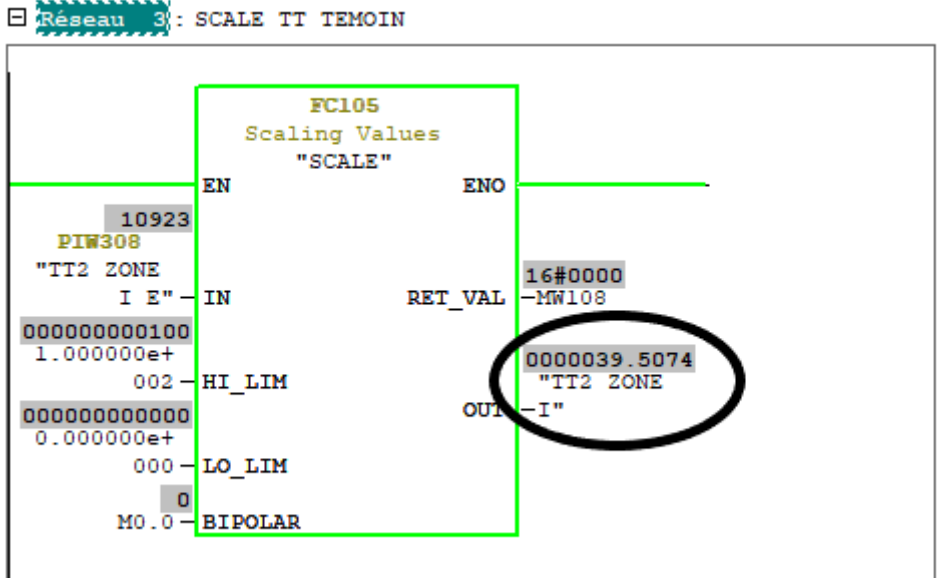
2. hausse température dans la 1 ère zone :

Cette fois Dans le plcsim on donne 2 valeurs similaires et supérieures à 35°C pour le transmetteur de température de bac 1(TT1 ZONE 1) et le transmetteur témoigne de de même bac (TT2 ZONE 1) :

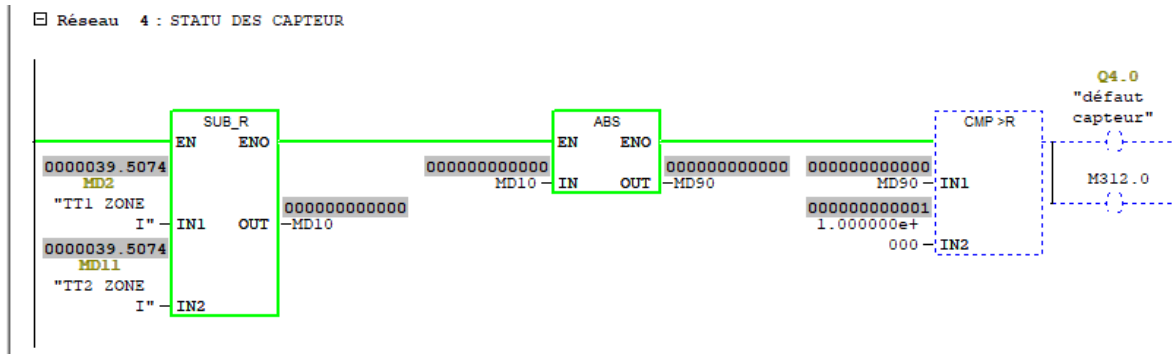


Et on a choisi la valeur 39.5°C :

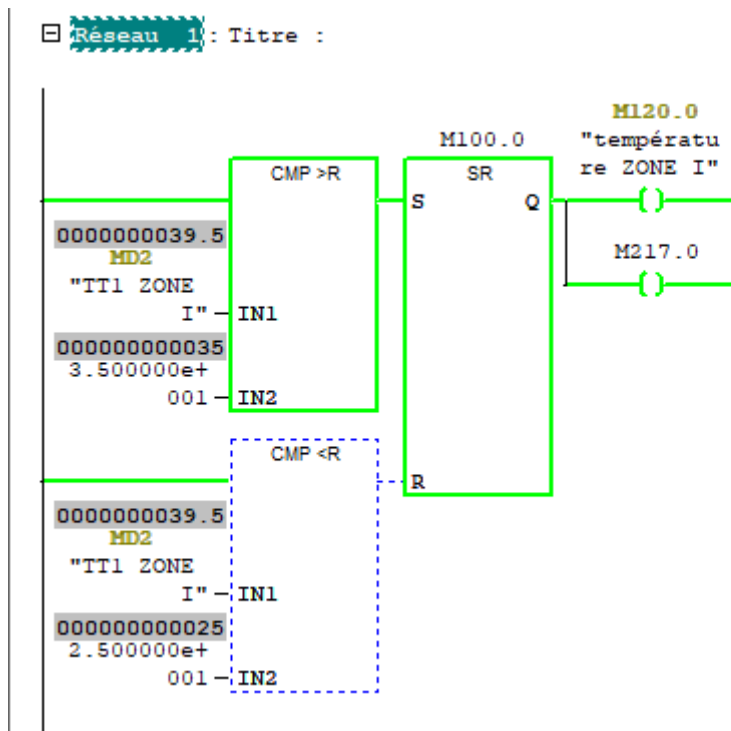


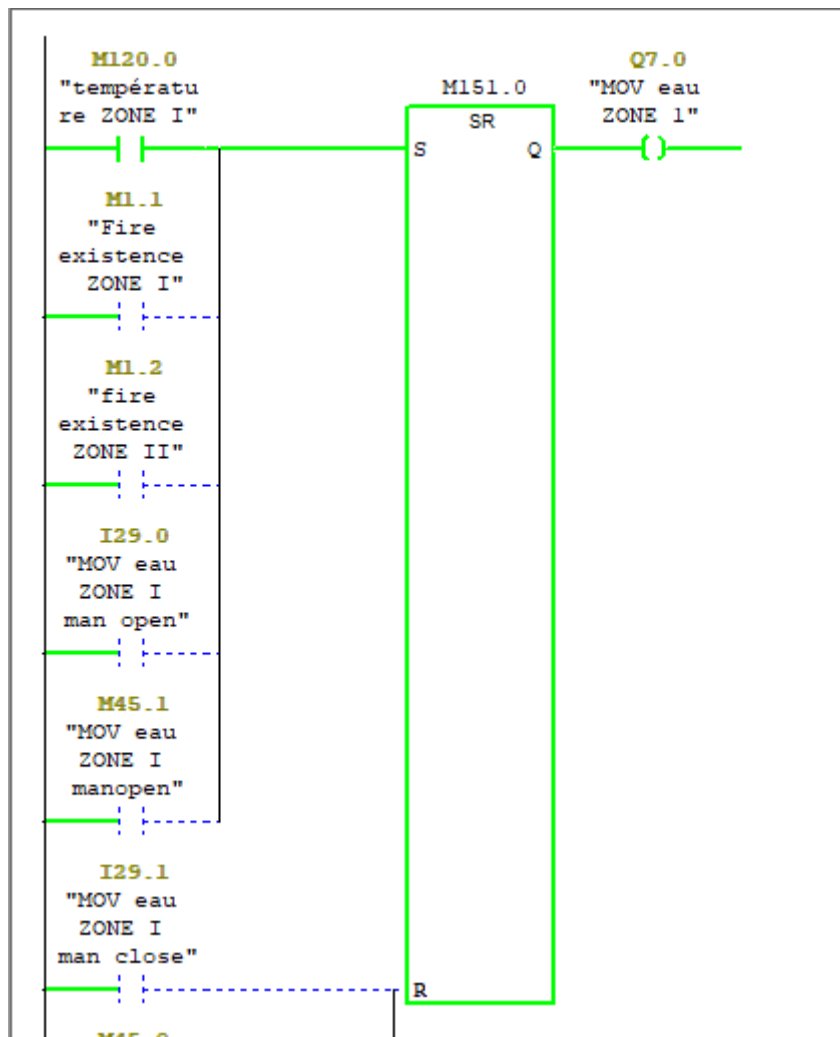


Dans ce cas la simulation de fonction de comparaison est :

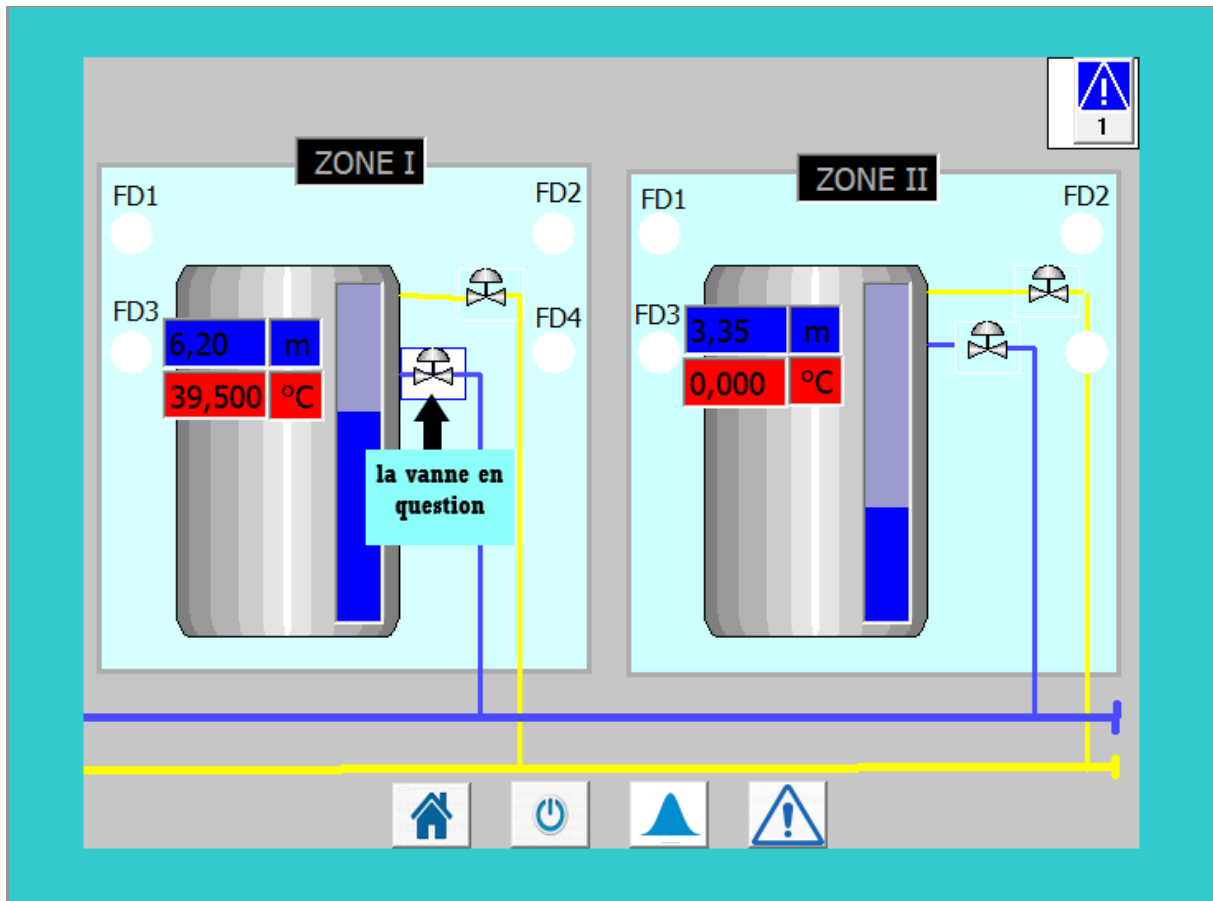


Le bloc fonction n°3 (refroidissement) mis la vanne d'eau de zone 1 en état marche :



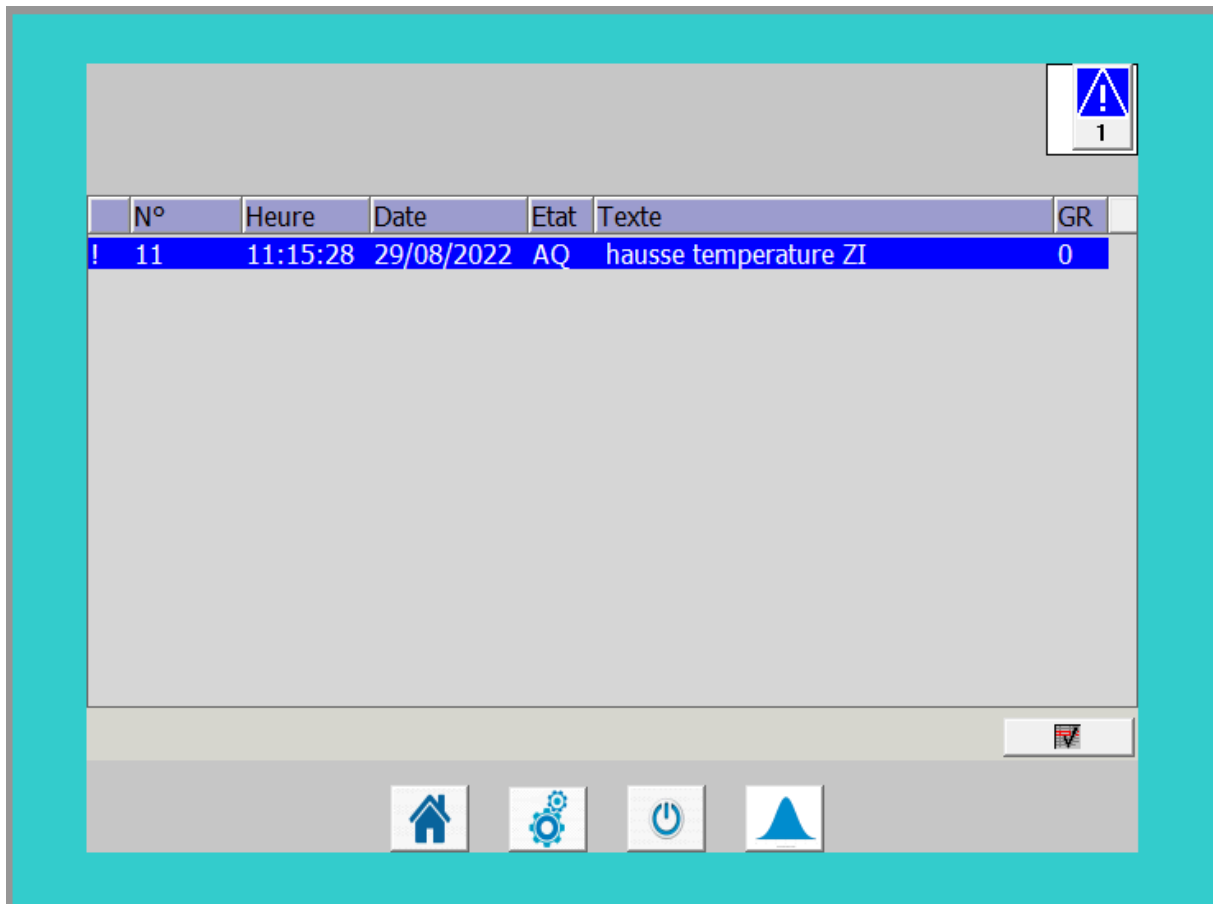


L'interface HMI allume une alarme et clignote la vanne d'eau comme suite :



N°	Heure	Date	Etat	Texte	GR
! 9	11:16:27	29/08/2022	AD	défaut capture TT ZI	0
! 11	11:15:28	29/08/2022	A	hausse temperature ZI	0

1



3. détection d'incendie dans la 2 -ème zone et hausse température dans les 2 zones :

Dans ce scénario on a choisi d'allumer 2 flammes gardes plus que la hausse température dans les 2 zones ; la simulation de ce cas dans le step7 permet à tous les blocs de fonctionner

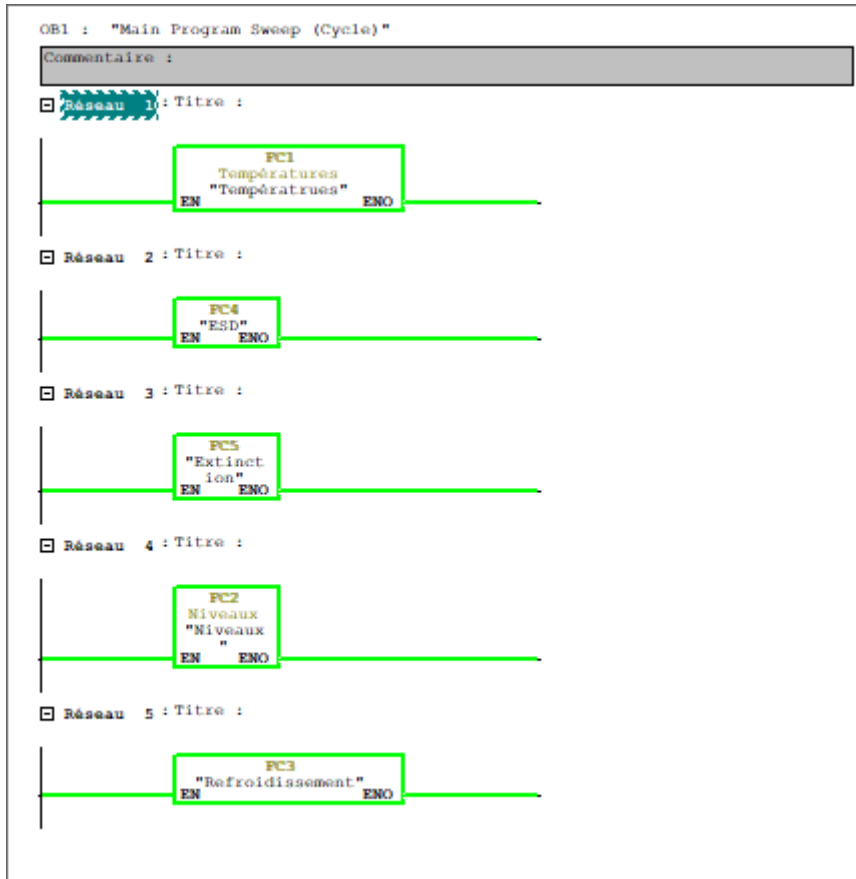
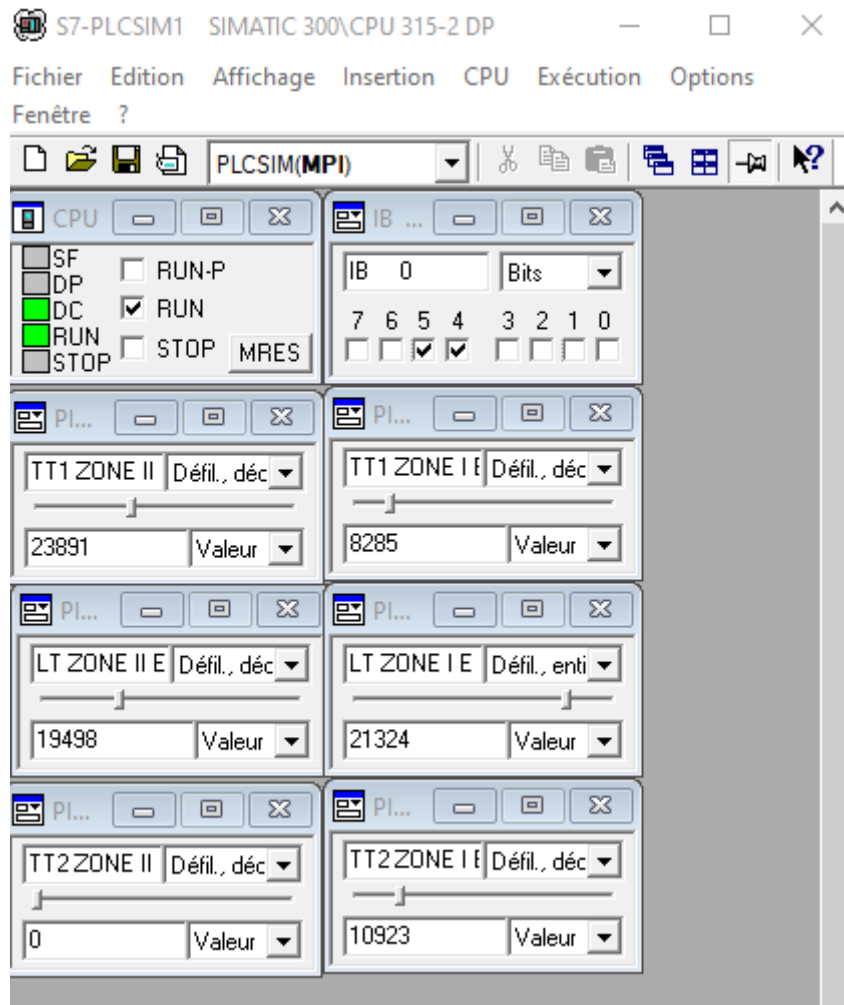


Figure IV. 30: simulation de OB



La différence dans la simulation par rapport à le cas précédent est l'activation de réseau mousse et l'ESD plus la sirène :

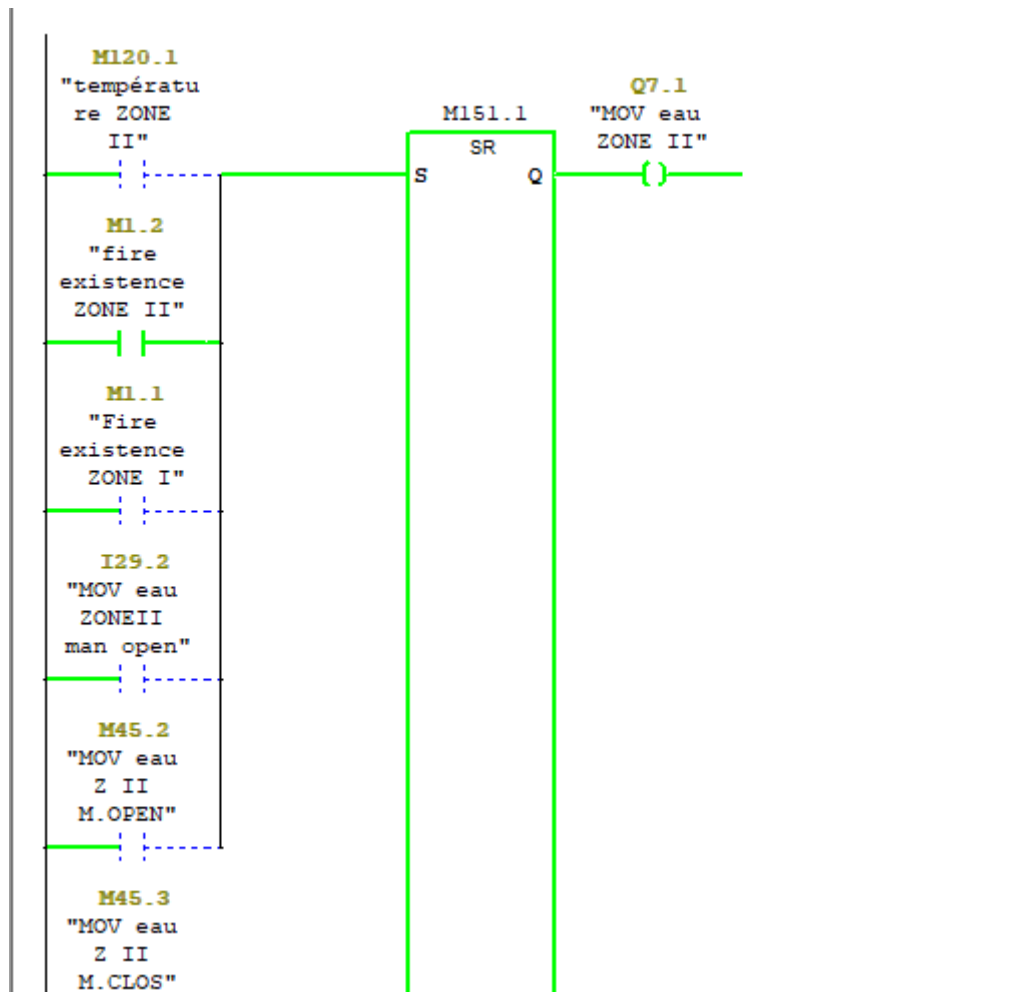


Figure IV. 31:activation automatique de MOV eau zone II

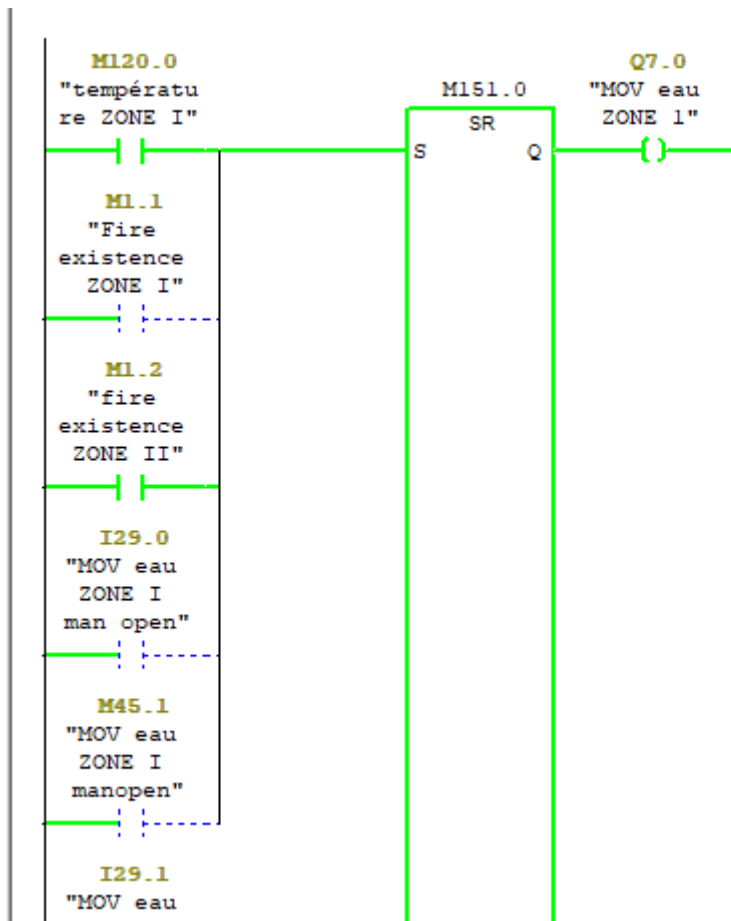


Figure IV. 32 : activation automatique MOV eau zone I

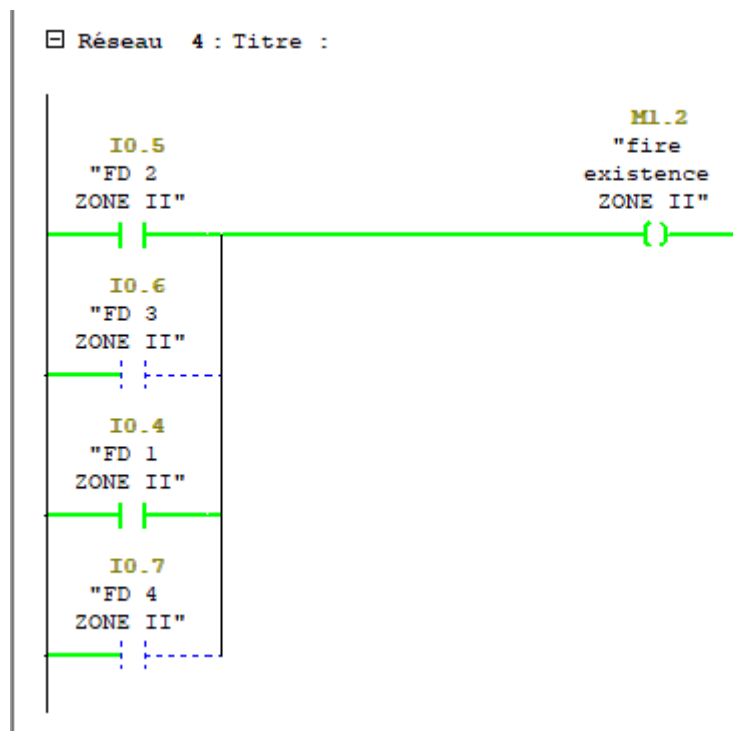


Figure IV. 33 : détection de feu zone II

☐ Réseau 3 : Extinction ZONE II

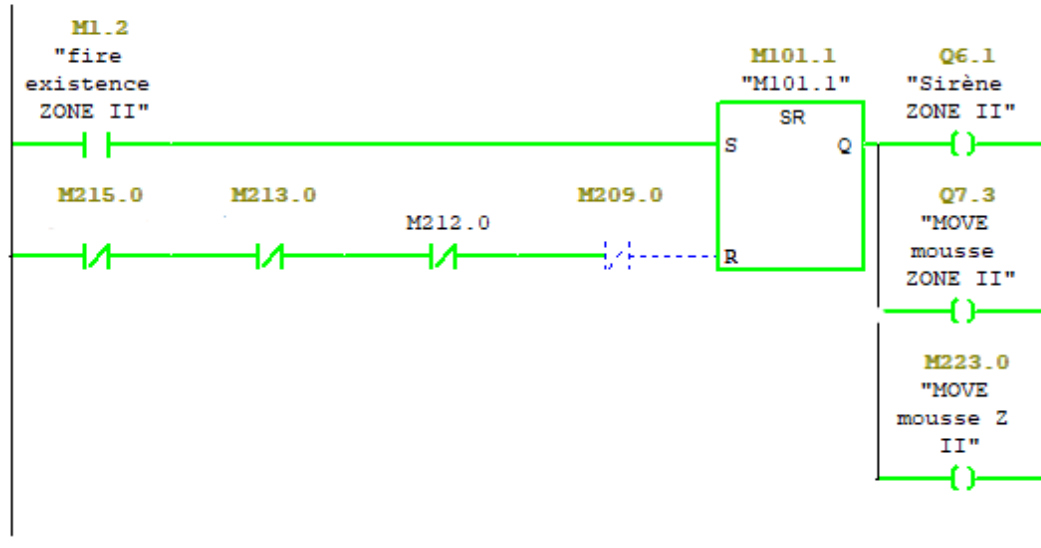


Figure IV. 34 : activation de sirène et MOV mousse zone II

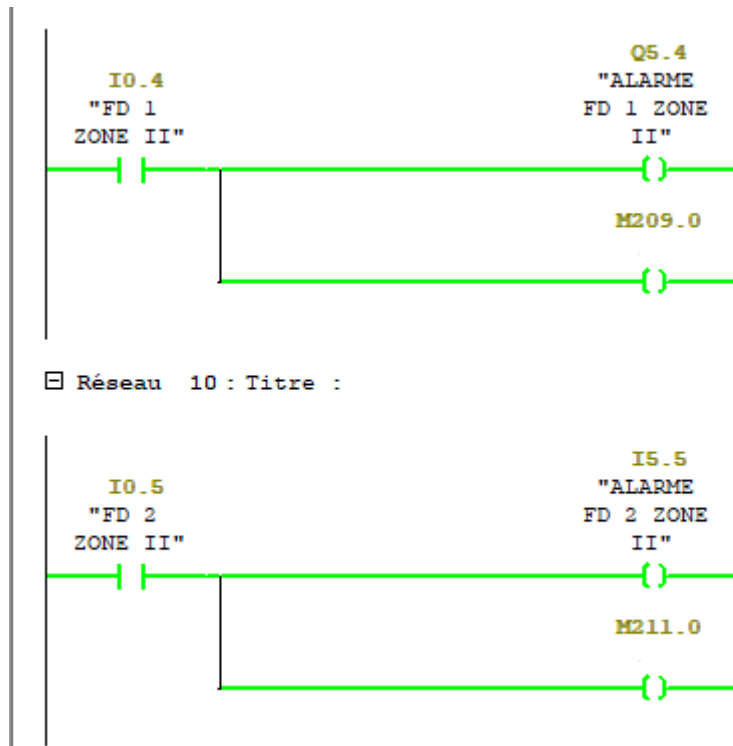


Figure IV. 35: l'alarme selon l'adresse de détecteur

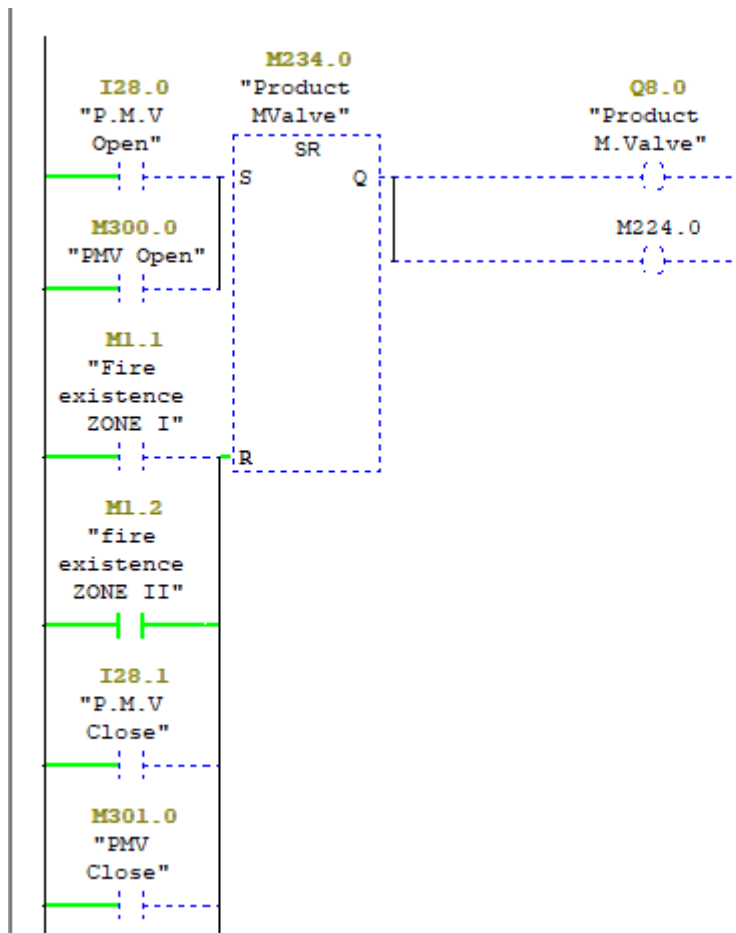


Figure IV. 36 : fermeture automatique de vanne principale a cause d'existence de feu

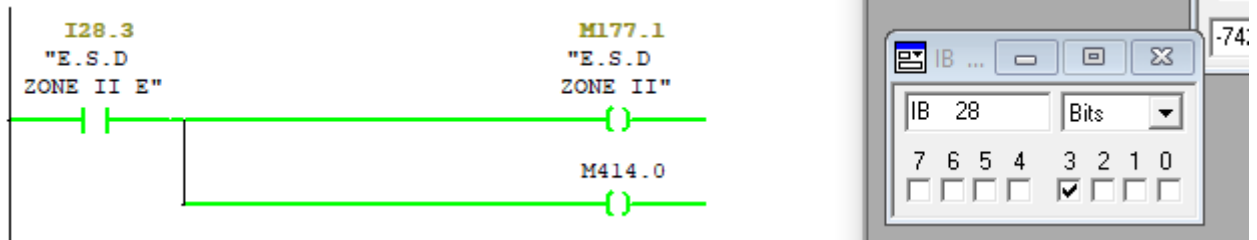
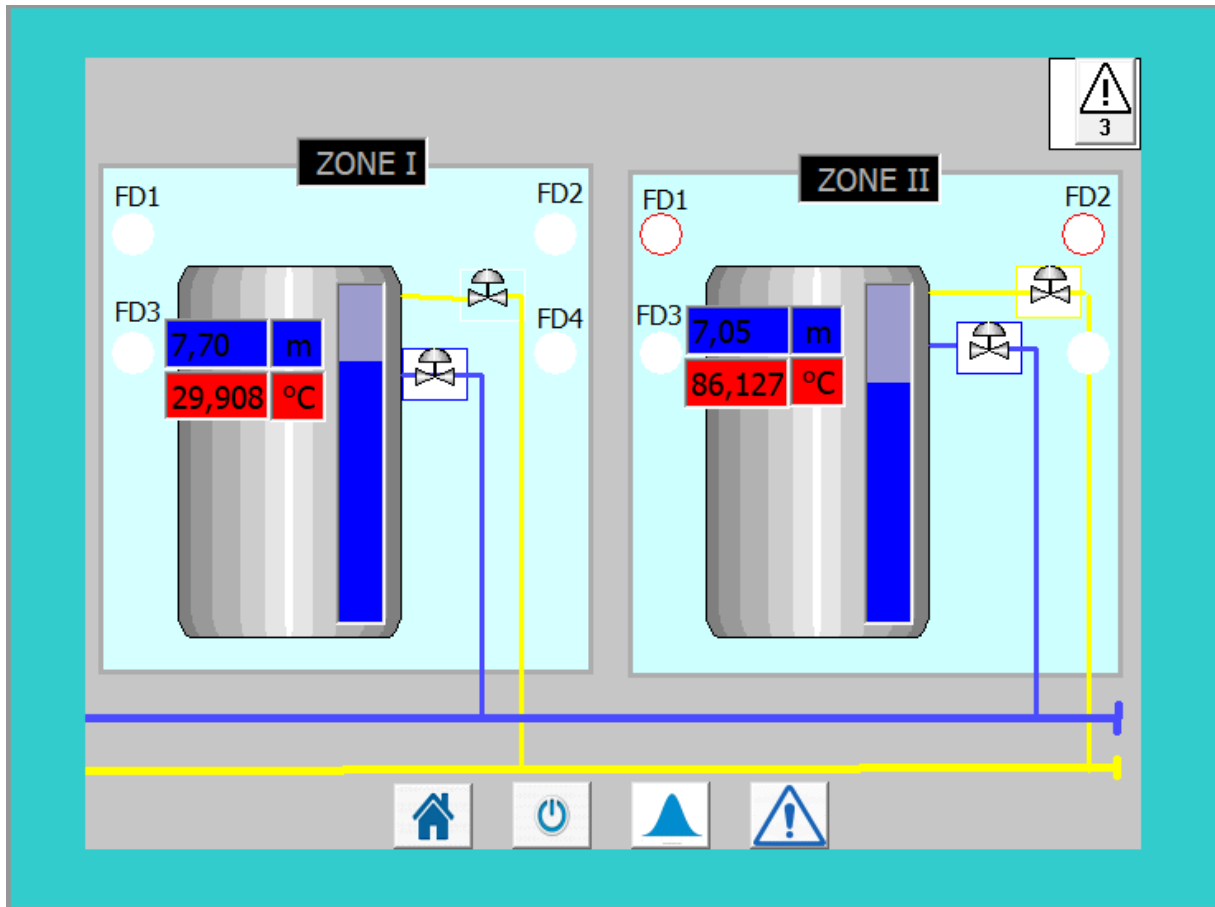


Figure IV. 37:activation manuel d'ESD



8 Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons développé un programme ladder complet sur le SIMATIC Manager S7 et un HMI à l'aide du logiciel WinCC flexible pour la supervision et la commande d'un système anti-incendie. Les résultats de simulation obtenus confirment que les programmes élaborés répondent parfaitement aux exigences.

Conclusion générale

Le thème de notre mémoire s'est porté sur la supervision du système anti incendie pour deux bacs de stockage. Pour cela, nous avons développé un programme STEP7, qui sera chargé au niveau de l'automate programmable de commande S7-300. Nous avons achevé notre modélisation, par l'introduction d'un système de supervision, pour garantir l'interface Homme/Machine et assurer le contrôle et la surveillance du procédé. La modélisation, la programmation du système anti incendie, ainsi que la plateforme de supervision, que nous avons créée, visent à faciliter la compréhension du fonctionnement de ce système. La sécurité des systèmes, est devenue un point essentiel lors de leur conception et de leur exploitation, tant pour des questions de sureté de fonctionnement, que des raisons de rentabilité. Un plan de sécurité mal adapté à un système peut, également, conduire à une situation critique et dangereuse, aussi bien, pour les personnes que pour les matériels et l'environnement. Les systèmes ne représentent pas de risques physiques en cas de dysfonctionnement. Les travaux présentés dans ce manuscrit de mémoire de master portent sur la commande d'une partie de zone de stockage, par API S7-300 et superviseur HMI. e. Les travaux présentés dans ce mémoire ouvrent un certain nombre de perspectives. Parmi ces dernières, nous pensons à réaliser l'automatisation avec la supervision

Référence

[1] Smith Charles. *Conception d'un Système Expert pour l'étude de la Sécurité Incendie de Bâtiments dans un Contexte Pluridisciplinaire*. Thèse Oct. 2003

[2] *Danger incendie CUSSTR : Commission Universitaire de Sécurité et Santé au Travail Romande*
(<http://cusstr.ch/repository/24.pdf>)

[3] Mr SHAIEK Kais et Mme TOUMI Asma, « étude d'un système de détection de flamme », *Mémoire de licence appliquée en Génie électrique, Institut supérieure des études technologiques des Bizerte*, 2017

[4] <https://pfi-securite-incendie.com/formation/les-classes-de-feu> consulté le 10_05_2022

[5] <https://securite.securitas.fr/decryptage/connaitre-les-causes-et-la-classification-des-incendies-pour-mieux-les-prevenir> consulté le 10_05_2022

[6] http://ressources.unit.eu/cours/cyberrisques/fil_rouge_incendie/co/Module_Fil_rouge_26.html consulté le 19_05_2022

[7] *Une approche d'un prototype de détection d'incendie An approach for a fire detection prototype*
Roméo MUSELEFU Mbula, François NTAMBWE Kadinda, Idriss KYONI Nkulu, Mays Melki BEYA
Lwango p.2_4

[8] *Liquid Hydrocarbon Storage Tank Fires: Prevention and Response*

[9] *Technique de l'Ingénieur*

[10] *Liquid Hydrocarbon Storage Tank Fires: Prevention and Response*

[11] *Operational Flammability Limits of Commercial Fuels – A Review*

[12] Battelle, (1998), "A Flammability limit for ethanol/diesel blends", *Final Report prepared by Battelle, Columbus, OH, USA*

[13] McCormick, R. L., Parish, R., (2001), "Advanced Petroleum Based Fuels Program and Renewable Diesel Program – Technical barriers to Use of Ethanol in Diesel Fuel ", *Final Report No.NREL/MP – 540 - 32674, National Renewable Energy Laboratory, U.S. Department of energy Laboratory*

[14] *Study of Boilover Fire : The Relationship between Fuel Layer Thickness and Time to Start Boilover*

[15] *Etude et proposition d'un dispositif de protection anti-incendie pour quelques salles et équipements électriques stratégiques de l'usine de la SCB-Lafarge DOULAYE BONKANO Boureima*

(https://biblionumeric.epac-uac.org:9443/jspui/bitstream/123456789/2923/1/Memoire%20DOULAYE%20BONKANO%20Boureima_compressed.pdf)

[16] <https://fire.nv.gov/uploadedfiles/firenv.gov/content/bureaus/FST/4-ifipp-PSsm.pdf>

[17] *All sécurité. Guide sur les Systèmes de Sécurité Incendie.* (2006). Charleroi. p. 45. Vol. I.

[18] https://www.m-habitat.fr/electricite/alarme/les-detecteurs-de-chaleur-1003_A

[19] *Computer vision system for fire detection* Pablo Chamoso, Alfonso Gonz'alez-Briones, Fernando De La Prieta and Juan M. Corchado BISITE Digital Innovation Hub, University of Salamanca. Calle Espejo 2, 37007. Salamanca, Spain.

[20] *Quand les harmoniques d'un rayonnement ultraviolet extrême se focalisent*

[21] *Étude et conception d'un système de télésurveillance et de détection de situations critiques par suivi actimétrique des personnes à risques en milieu indoor et outdoor*

[22] *Supervision and control by SCADA of an automated fire system*

[23] **html** http://www.machine-information-systems.com/PLC_History.html
http://www.plcs.net/chapters/history2.htm

[24] <http://www.controldesign.com/articles/2005/264/>

http://www.plcdev.com/plc_timeline, http://www.plcdev.com/the_birth_of_the_plc

[25] **GE-S2-M8.1-Automatismes logiques Industriels-CRS-El Hammoumi.pdf**

[26] <https://www.fj-pc.fr/formation-continue/exploiter-etou-programmer-un-automate-siemens-s7-300-avec-step-7> consulté le 18_06_2022