

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة أبي بكر بلقايد – تلمسان

Université Aboubakr Belkaïd – Tlemcen –

Faculté de TECHNOLOGIE



MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du **diplôme** de **MASTER**

En : Automatique

Spécialité : Automatique et informatique industrielle

Par : Belhocine Bilal
Et Mammad Boumediene

Sujet

Automatisation d'un système anti-incendie

Soutenu publiquement, le 24 / 06 / 2025, devant le jury composé de :

Mme.Choukchou Braham Amal	Professeur	Université de Tlemcen	Président
Mr.Melliani Sidi Mohammed	Professeur	Université de Tlemcen	Examinateur
Mr.Mkedder Mohammed el Amin	Ingénieur Principale en Recherche et Développement.	Université de Tlemcen	Examinateur
Mr. Hadj Abdelkader Med Amine	Professeur	Université de Tlemcen	Encadreur

Dédicaces

*Nous dédions ce travail de fin d'études à :
À nos parents bien-aimés.*

*À nos frères, qui ont partagé avec nous chaque moment de doute comme chaque réussite
durant la réalisation de ce projet.*

*À nos proches et amis fidèles, pour leur présence, leur amour, leur patience et leurs
encouragements constants.*

*À nos professeurs, qui ont su nous encadrer, nous guider et nous transmettre leur savoir
avec passion et bienveillance.*

*À tous nos collègues de promotion, avec qui nous avons partagé des moments
inoubliables, d'effort comme de joie.*

*Et enfin, à toutes les personnes qui nous portent dans leur cœur...
Merci.*

REMERCIEMENTS

Avant tout, Louange à Dieu pour nous avoir accordé la santé, le courage et la volonté nécessaires pour mener à bien ce travail.

Au terme de ce projet de fin d'études, nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à notre directeur de mémoire, Monsieur Hadj-Abdelkader Mohamed Amine, Professeur en Automatique et Directeur du Laboratoire de Recherches en Automatique à l'Université de Tlemcen. Sa disponibilité, son orientation, ses conseils et son encadrement précieux ont été essentiels à la réalisation de ce mémoire.

Nous remercions également les membres du jury, pour l'honneur qu'ils nous ont fait d'évaluer notre travail :

Mme. Choukchou Braham Amal, Professeure

M. Melliani Sidi Mohammed, Professeur

M. Mkedder Mohammed El Amin, Ingénieur Principal en Recherche & Développement

Leur lecture attentive, leurs remarques pertinentes et leurs critiques constructives ont grandement enrichi la qualité de ce travail.

Nous exprimons aussi nos sincères remerciements à Mr.Fodhil, ingénieur à la Direction des Eaux (ADE), pour son aide précieuse et ses conseils techniques tout au long de notre projet.

Nos remerciements vont également à Mr.Mellak Oussama, ingénieur, pour sa collaboration et son soutien technique.

Enfin, nous adressons notre reconnaissance à toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à la réussite de ce projet, par leur aide, leurs encouragements et leur confiance.

Table des matières

Introduction générale	7
1 Introduction aux systèmes anti-incendies	9
1.1 Introduction	9
1.2 La norme NFPA20	9
1.2.1 Objectifs et Champ d'Application	10
1.3 Le système de sécurité incendie (SSI)	11
1.3.1 Types de systèmes	11
1.3.2 Système de détection incendie (SDI)	11
1.3.3 Types de détecteurs	12
1.3.4 Système de mise en sécurité incendie (SMSI)	17
1.3.5 Systèmes d'extinction automatiques	18
1.3.6 Systèmes automatisés de sécurité pour rideau d'eau	21
1.4 Les pompes utilisées dans les systèmes anti-incendie	22
1.4.1 Les pompes centrifuges dans les systèmes anti-incendie	22
1.4.2 Les pompes volumétriques pour usages spécifiques	22
1.4.3 Les paramètres de performance des pompes	23
1.5 Les avantages et les inconvénients	25
1.5.1 Systèmes d'extinction fixes à eau utilisant des sprinkleurs	25
1.5.2 Systèmes d'extinction à gaz	26
1.5.3 Systèmes d'extinction à mousse	27
1.5.4 Systèmes d'extinction à poudre	27
1.6 Objectif	28
1.7 Conclusion	28
2 Programmation API	30
2.1 Introduction	30

2.2	Cahier de charges	30
2.2.1	Fonctionnement normal	30
2.2.2	Fonctionnement en arrêt d'urgence	31
2.2.3	Remise en marche après arrêt d'urgence	31
2.3	Spécification technologiques	31
2.3.1	Les préactionneur	31
2.3.2	Les actionneurs	33
2.3.3	Les détecteurs	35
2.3.4	Appareil d'analyse électrique	36
2.3.5	Transformateur	37
2.4	Le Circuit hydraulique d'un système anti-incendie :	37
2.4.1	Les Principaux éléments du circuit hydraulique	38
2.5	Schémas de commande et de puissance	40
2.6	Schéma de câblage API	43
2.7	Programme API	47
2.7.1	Logiciel TIA Portal	47
2.7.2	La configuration matérielle	47
2.7.3	Schéma Ladder	48
2.7.4	Blocs de programme	57
2.8	Conclusion	58
3	Supervision par IHM	59
3.1	Introduction	59
3.2	Conception de l'IHM	59
3.3	Structure d'un système de surveillance	60
3.4	Technologies et outils	61
3.4.1	Méthodologie de développement de l'IHM	62
3.4.2	La table de variables IHM	63
3.5	Programmation	64
3.5.1	Programme en Ladder de l'horloge	64
3.5.2	Programme de Comptage des démarrages de pompe jokey	65
3.5.3	Traitement des signaux analogiques	65
3.6	Analyse par simulation de l'IHM conçue	66
3.7	Conclusion	73

Conclusion générale	74
Bibliographie	75

Table des figures

Figure 1.1	Protection contre l'incendie selon la norme NFPA 20 [1]	10
Figure 1.2	Détecteur Optique Ponctuel [2]	12
Figure 1.3	Détecteur Optique Linéairel [3]	13
Figure 1.4	Détecteur de fumée par aspiration [4]	15
Figure 1.5	Détecteur thermostatique [5]	15
Figure 1.6	Câble avec capteurs thermiquesl [6]	16
Figure 1.7	Détecteur de flamme ultraviolet [7]	17
Figure 1.8	Systèmes d'extinction de type sprinkleurs [8]	18
Figure 1.9	installation d'extinction à gaz [9]	19
Figure 1.10	Système d'extinction à mousse [10]	20
Figure 1.11	Installation d'extinction à poudre [11]	21
Figure 1.12	Pompes centrifuges [12]	23
Figure 1.13	La pompes volumétriques [13]	23
Figure 2.1	Armoire de la pompe principale	31
Figure 2.2	Démarrreur progresssif [14]	32
Figure 2.3	Relais de phase [15]	33
Figure 2.4	Disjoncteur moteur[16]	33
Figure 2.5	Les pompes principales	34
Figure 2.6	La pompe jokey	34
Figure 2.7	Le moteur diesel	35
Figure 2.8	Détecteurs de préssion	35
Figure 2.9	Le thermostat	36
Figure 2.10	La centrale de mesure [17]	36
Figure 2.11	Transformateur [18]	37
Figure 2.12	Réservoir de stockage d'eau [19]	38
Figure 2.13	Le collecteur [20]	38

Figure 2.14 Clapets anti-retour [21]	39
Figure 2.15 Le manomètre	39
Figure 2.16 Clapets anti vibration [22]	39
Figure 2.17 Le ballon de maintien	40
Figure 2.18 Circuit de puissance d'arrivée et centrale de mesure pour la pompe 1	40
Figure 2.19 Schéma électrique de système anti-incendie pour la pompe 1	41
Figure 2.20 Circuit de puissance d'arrivée et centrale de mesure pour la pompe 2	41
Figure 2.21 Schéma électrique de système anti-incendie pour la pompe2	42
Figure 2.22 Circuit de puissance d'arrivée et centrale de mesure pour la pompe jokey	42
Figure 2.23 Schéma électrique de système anti-incendie pour la pompe jokey . .	43
Figure 2.24 Circuit de distribution 24 VDC	43
Figure 2.25 Assignation des entrées et sorties digitales	44
Figure 2.26 Assignation des entrées et sorties digitales	45
Figure 2.27 Schéma électrique de l'armoire de la Pompe 1	45
Figure 2.28 Schéma électrique de l'armoire de la Pompe 2	46
Figure 2.29 Schéma électrique de l'armoire de la Pompe jokey	46
Figure 2.30 Schéma électrique de l'armoire de le moteur diesel	47
Figure 2.31 Sélection de la gamme S7-300 et du modèle CPU 314C-2 PN/DP . .	48
Figure 2.32 La configuration matérielle	49
Figure 2.33 La table de variables de la pompe n°1	50
Figure 2.34 Simulation – La pompe n°1 en service en mode auto	50
Figure 2.35 Affichage des témoins de fonctionnement et défauts de la pompe 1	51
Figure 2.36 La table de variable pompe n°2	51
Figure 2.37 Simulation – La pompe n°2 en service dnas le mode auto	52
Figure 2.38 Affichage des témoins de fonctionnement et défauts de la pompe n°2	52
Figure 2.39 La table de variable pompe jokey	53
Figure 2.40 Simulation – La pompe jokey en service en mode auto	53
Figure 2.41 Affichage des témoins de fonctionnement et défauts de la pompe jokey	54
Figure 2.42 La table de variable moteur diesel	55
Figure 2.43 Simulation – L'ordre de démarrage du moteur diésel	55
Figure 2.44 L'Ouverture de l'electrovnne carburant	56
Figure 2.45 Affichage des témoins de fonctionnement et défauts de moteure diésel	56
Figure 2.46 La table de variable du gyrophare	57

Figure 2.47 La mise en marche du gyrophare	57
Figure 2.48 Le blocs de programme	58
Figure 3.1 Architecture fonctionnelle d'un système de diagnostic des défaillances [23]	61
Figure 3.2 Sélection du système de supervision WinCC RT Advanced	62
Figure 3.3 Sélection du module de communication	63
Figure 3.4 La communication réseau entre l'unité CPU PLC et la station PC .	63
Figure 3.5 La table de variables IHM	64
Figure 3.6 Horloge Cyclique	64
Figure 3.7 Compteur de démarrages de pompe jokey	65
Figure 3.8 la conversion des signaux de niveau d'eau	65
Figure 3.9 la conversion des signaux de pression	66
Figure 3.10 La connexion entre le PC et la station via PLCSim	66
Figure 3.11 Vues de menu	67
Figure 3.12 Vue général	68
Figure 3.13 Vue de pompe 1	69
Figure 3.14 Vue de pompe 2	70
Figure 3.15 Vue de la pompe jokey	71
Figure 3.16 Vue de moteur diesel	72
Figure 3.17 Vue de commande	72
Figure 3.18 Vue alarme	73

Introduction générale

La sécurité des personnes et des biens constitue une préoccupation majeure dans les environnements industriels modernes. Parmi les risques les plus redoutés figure l'incendie, dont les conséquences peuvent être dramatiques tant sur le plan humain que matériel. Dans ce contexte, la mise en œuvre de systèmes de protection efficaces, capables de détecter rapidement un départ de feu et d'enclencher une réponse adaptée, est devenue indispensable.

L'évolution des technologies d'automatisation et de supervision permet aujourd'hui de concevoir des dispositifs intelligents, capables d'assurer une surveillance continue et une intervention rapide. L'objectif de ce mémoire s'inscrit dans cette dynamique : il s'agit de concevoir, programmer et superviser un système anti-incendie automatisé, en exploitant les outils de l'automatique et de l'informatique industrielle. Le recours à un automate programmable industriel (API), associé à une interface homme-machine (IHM), permet de remplacer les solutions classiques à logique câblée, tout en améliorant la flexibilité, la fiabilité et la réactivité du système.

Ce travail s'appuie sur une démarche structurée : après une étude approfondie des normes et des composants d'un système de sécurité incendie, la conception de l'architecture automatisée a été réalisée, suivie de sa mise en œuvre via des logiciels dédiés à la programmation et à la supervision.

Ce mémoire vise ainsi à démontrer l'intérêt de l'automatisation dans le domaine de la sécurité incendie, en apportant une solution technique adaptée aux exigences industrielles actuelles.

Dans le cadre de ce mémoire, nous nous sommes intéressés à la conception et à l'automatisation d'un système anti-incendie. Le travail est structuré en trois chapitres, chacun apportant une contribution spécifique à la compréhension et à la réalisation du projet.

— **Le premier chapitre** est consacré à l'étude des systèmes de protection anti- l'in-

cendie. Il présente les différentes technologies utilisées pour la détection, l’alarme et l’extinction des incendies, en s’appuyant sur des normes reconnues comme la NFPA 20. Ce chapitre traite également des équipements essentiels tels que les détecteurs (fumée, chaleur, flamme), les sprinklers, ainsi que les types de pompes employées. L’objectif est de poser les bases théoriques nécessaires pour comprendre les exigences techniques d’un système anti-incendie efficace.

- **Le deuxième chapitre** aborde la programmation de l’automate programmable industriel (API) qui pilote le système anti-incendie. Ce volet comprend la définition du cahier des charges, la sélection du matériel, les schémas de commande et de puissance, ainsi que la programmation en langage Ladder via le logiciel TIA Portal. L’accent est mis sur l’automatisation du démarrage et de l’arrêt des pompes, la gestion des alarmes et l’intégration des capteurs et actionneurs nécessaires au fonctionnement fiable du dispositif.
- **Enfin, le troisième chapitre** est consacré à la supervision via une IHM. Il explique comment concevoir une interface intuitive permettant de surveiller en temps réel les différents paramètres du système, comme la pression, la température, ou l’état des pompes. Ce chapitre présente également les tests de simulation permettant de valider l’efficacité de l’IHM dans un environnement industriel. L’objectif est d’optimiser la réactivité et la maintenance du système.

Chapitre 1

Introduction aux systèmes anti-incendies

1.1 Introduction

Les systèmes de protection incendie sont essentiels pour protéger les vies, les biens et l'environnement contre les risques d'incendie. Ces systèmes sont conçus pour détecter, signaler et gérer les incendies, ce qui en fait un aspect fondamental des protocoles de sécurité dans diverses structures, notamment les maisons résidentielles, les bureaux commerciaux, les installations industrielles et les espaces publics. Leur efficacité repose sur une synergie de technologies de pointe et de dispositifs mécaniques, notamment des détecteurs de fumée, des alarmes, des extincteurs automatiques et des systèmes d'extinction. L'objectif principal est de minimiser les temps de réponse, d'atténuer les dommages et surtout de garantir la sécurité des personnes à l'intérieur. En règle générale, le déploiement de ces systèmes est régi par des réglementations strictes et des normes internationales pour garantir leur efficacité et le respect des critères de sécurité.

1.2 La norme NFPA20

La norme NFPA 20, publiée par la National Fire Protection Association (NFPA), régit l'installation et l'utilisation de pompes fixes pour la protection contre l'incendie. Elle est essentielle pour garantir que les systèmes de lutte contre l'incendie fonctionnent efficacement et en toute sécurité .

1.2.1 Objectifs et Champ d'Application

1.2.1.1 Objectifs :

Protection contre l'incendie : La norme vise à garantir une réponse fiable des systèmes de lutte contre l'incendie en assurant que les pompes fournissent un débit et une pression adéquats pour éteindre les incendies [1] [24] .

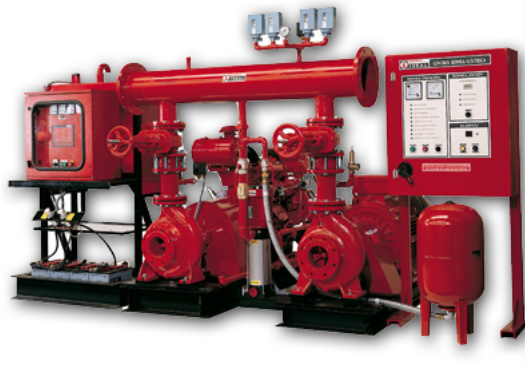


FIGURE 1.1 – Protection contre l'incendie selon la norme NFPA 20 [1]

Standardisation : Elle établit des exigences basées sur des principes d'ingénierie, des données d'essai et des expériences de terrain, afin de standardiser les pratiques relatives aux pompes anti-incendie [25].

Sécurité et fiabilité : La norme vise à assurer la sécurité des personnes et des biens en garantissant que les équipements fonctionnent correctement lors d'une urgence [1] [26].

1.2.1.2 Champ d'Application

La norme NFPA 20 couvre plusieurs aspects importants :

Pompes Fixes : Elle s'applique aux pompes centrifuges et volumétriques utilisées dans les systèmes de sprinklers ¹ et autres applications de lutte contre l'incendie [27][28].

Alimentations en Liquide : Inclut les exigences concernant l'aspiration, le refoulement, ainsi que les équipements auxiliaires nécessaires au fonctionnement des pompes [26] [29].

¹Les sprinklers sont des dispositifs utilisés principalement dans les systèmes de sécurité incendie, Ils fonctionnent de manière automatique et permettent de projeter de l'eau sur une zone spécifique lorsqu'un départ de feu est détecté.

Systèmes Électriques : Spécifie les alimentations électriques, ainsi que les commandes et entraînements électriques ou à turbine à vapeur associés aux pompes [25] [29].

Essais et Maintenance : Établit des procédures pour les essais de réception et de fonctionnement, garantissant ainsi que les systèmes sont opérationnels en cas d'urgence [24][30].

En résumé, la norme NFPA 20 est cruciale pour garantir que les systèmes de pompage pour la protection incendie sont conçus, installés et maintenus selon des standards rigoureux, assurant ainsi leur efficacité lors d'incidents.

1.3 Le système de sécurité incendie (SSI)

De plus en plus d'entreprises adoptent des systèmes de sécurité incendie (SSI) pour prévenir les risques majeurs liés aux incendies. Dès la phase de conception d'un bâtiment ou d'un local, ces dispositifs sont intégrés pour assurer une protection optimale. Un SSI regroupe deux composants essentiels : le système de détection incendie (SDI), chargé d'identifier rapidement un départ de feu, et le système de mise en sécurité incendie (SMSI), qui inclut notamment les dispositifs d'extinction automatique. Ces éléments travaillent en synergie pour minimiser les dangers et sécuriser les biens et les personnes [31]

1.3.1 Types de systèmes

Il existe plusieurs types de systèmes d'extinction, tels que [31] :

1. Systèmes d'aspersion par eau type « sprinkler ».
2. Systèmes d'extinction par mousse (surtout pour les stockages de produits pétroliers).
3. Systèmes d'extinction par poudre (chaufferies...).
4. Systèmes d'extinction par gaz (gaz inertes, hydrocarbures halogénés .

1.3.2 Système de détection incendie (SDI)

Le choix des détecteurs doit être adapté au bâtiment, aux personnes présentes et aux biens à protéger. Leur installation et leur utilisation doivent être suffisantes en nombre et en efficacité.

L'emplacement des détecteurs est déterminé par [31] :

- La hauteur du local .
- La localisation et de la configuration du plafond .
- Du sens des courants d'air .
- L'emplacement des entrées d'air et des gaines de ventilation .
- l'accessibilité pour permettre les opérations de maintenance (nettoyage et essais)

1.3.3 Types de détecteurs

La détection précoce des départs de feu est assurée par les détecteurs d'incendie, qui jouent un rôle essentiel dans la sécurité incendie. On peut les classer en plusieurs catégories, chacune ayant un principe de fonctionnement particulier. Voici un aperçu des différents types de dispositifs de détection d'incendie et de leurs mécanismes.

1. **Détecteurs optiques de fumée** Ils repèrent les particules de fumée produites par la combustion.

Le détecteur optique ponctuel

- Le détecteur de fumée de type ponctuel (Figure.1.2) se compose d'une source de lumière, d'un capteur optique et d'une enceinte obscurcie [32].

Lorsque de la fumée entre dans cette enceinte, les particules qu'elle contient traversent le rayon lumineux, ce qui provoque une diffusion de la lumière vers le capteur optique. Le système de traitement du détecteur évalue alors la quantité de lumière reçue et déclenche une alarme si cette quantité excède un seuil prédéfini [32].



FIGURE 1.2 – Détecteur Optique Ponctuel [2]

Avantages

- Facile à installer

Inconvénients

- L’environnement peut avoir un impact significatif sur le fonctionnement de ces détecteurs. Voici quelques facteurs à prendre en compte [32] :
 - La poussière dont les particules peuvent ressembler à de la fumée.
 - L’humidité, qui peut interférer avec les mécanismes de détection.
 - L’accumulation de poussière sur le faisceau lumineux, réduisant la quantité de lumière reçue. Cela entraîne une diminution de la sensibilité du détecteur, nécessitant une concentration plus élevée de fumée pour déclencher l’alarme, ce qui retarde la détection.
 - La lumière ambiante, susceptible de provoquer des déclenchements intempestifs.
 - Les courants d’air, qui dispersent les particules de fumée, rendant la détection plus complexe, voire impossible dans certains cas.

Le détecteur optique linéaire Le principe de fonctionnement de ces détecteurs (Figure.1.3) repose sur le phénomène d’absorption de la lumière. Ils se déclinent en deux configurations principales :



FIGURE 1.3 – Détecteur Optique Linéairel [3]

Détecteur avec émetteur et récepteur séparés : Un émetteur envoie un faisceau lumineux vers un récepteur situé à une certaine distance.

Détecteur avec émetteur/récepteur et réflecteur : Un seul dispositif combine l’émission et la réception, tandis qu’un réflecteur renvoie le faisceau lumineux vers le récepteur.

Dans les deux cas, l'émetteur génère un rayon lumineux d'une puissance spécifique. Lorsque de la fumée traverse ce faisceau, elle absorbe une partie de la lumière, réduisant ainsi la puissance reçue par le récepteur. Si cette puissance descend en dessous d'un seuil prédéfini, le récepteur déclenche une alarme. Ce mécanisme reste identique, que le système utilise un récepteur distinct ou un réflecteur [32].

Avantages

- Portée extrêmement longue :150m

Inconvénients L'installation de ces détecteurs nécessite une précision accrue en raison de l'alignement requis entre l'émetteur et le récepteur. De plus, leur performance peut être affectée par plusieurs facteurs environnementaux [32] :

- Dépôt de poussière sur les composants (émetteur, récepteur ou réflecteur) .
- Poussière en suspension traversant le faisceau lumineux .
- Humidité présente dans l'air.
- Courants d'air chaud, susceptibles de provoquer une réfraction du faisceau et ainsi perturber la détection.

Le détecteur de fumée par aspiration

- Le dispositif de détection de fumée par aspiration (Figure.1.4) est constitué d'un capteur optique, d'un système d'aspiration et d'un réseau aéraulique avec des tuyaux perforés. Chaque trou est un repère pour capter l'ambiance à surveiller.
- L'analyse de l'air ambiant est effectuée en aspirant de manière continue l'air à travers le réseau aéraulique. Si l'air est en train de changer, le système déclenchera une alerte [32].

Avantages

- Il est possible de l'installer dans des endroits difficiles d'accès comme les faux plafonds et les faux planchers [32].

Inconvénients

- Coût très élevé lors de l'installation et de la maintenance.

Détecteurs de chaleur



FIGURE 1.4 – Détecteur de fumée par aspiration [4]

Le détecteur thermostatique

- Ce détecteur (Figure.1.5) fonctionne grâce à l'analyse électronique. Le capteur est constitué d'une thermistance qui est un capteur de température. La thermistance transmet la valeur mesurée à un comparateur de tension. Lorsque la tension envoyée dépasse le seuil de tension, cela déclenche un signal d'alarme [32].



FIGURE 1.5 – Détecteur thermostatique [5]

Avantages

Réagir rapidement.

Inconvénients

Ne convient pas à tous les environnements.

Le câble avec capteurs thermiques

C'est un câble de détection linéaire, qui fonctionne par convection. Il est sensible à la chaleur et est équipé, à des distances régulières, de capteurs de détection électronique. Chaque capteur est interrogé sur la température mesurée par une unité centrale. Les capteurs sont programmés individuellement pour adapter les seuils en fonction de l'environnement [32].



FIGURE 1.6 – Câble avec capteurs thermiquesl [6]

Avantages

Parmi les avantages du le câble avec capteurs thermiques est [32] :

- Non sensible à l'environnement .
- Insensible aux influences électromagnétiques .
- Facile à installer et ne nécessite aucun entretien particulier.
- La distance est très longue, plusieurs centaines de mètres .
- Très précis : la source du feu peut être localisée au mètre près.

Inconvénients

- Nécessite une excellente résistance au feu.
- Coût élevé.

2. Détecteurs de flamme

Le détecteur de flamme ultraviolet

Ce dispositif analyse les rayonnements ultraviolets émis au moment de l'inflammation. Dès qu'une flamme apparaît, le système la repère et déclenche une alarme.

Avantages

Réaction rapide.

Inconvénients Inapproprié dans certains cas par exemple :

- Dans un atelier de soudure.
- Quand le détecteur UV est installé à l'extérieur, surtout dans un endroit très ensoleillé.
- Dans certains environnements contiennent beaucoup de vapeur ou de graisse dans l'air.



FIGURE 1.7 – Détecteur de flamme ultraviolet [7]

1.3.4 Système de mise en sécurité incendie (SMSI)

Le SMSI a pour objectif principal de détecter rapidement un départ de feu, d'alerter les occupants et de mettre en œuvre des mesures pour limiter la propagation des flammes et de la fumée. Il est également conçu pour guider les personnes vers les issues de secours et assurer une intervention efficace des services de secours.

Les différents composants du SMSI

- Les détecteurs automatiques (fumée, chaleur, flammes) qui identifient un incendie à son stade initial.
- Les alarmes sonores et visuelles pour avertir les occupants et déclencher l'évacuation.
- Les dispositifs de désenfumage qui évacuent la fumée et les gaz chauds, améliorant ainsi la visibilité et la respirabilité des voies d'évacuation.
- Les portes coupe-feu et les clapets anti-fumée qui limitent la propagation du feu et de la fumée entre les différentes zones du bâtiment.
- Les éclairages de sécurité et les balisages qui guident les occupants vers les sorties en cas de panne d'électricité ou de faible visibilité.

1.3.5 Systèmes d'extinction automatiques

1.3.5.1 Systèmes d'extinction fixes à eau utilisant des sprinkleurs

Les systèmes d'extinction fixes à eau équipés de sprinkleurs (Figure.1.8) sont des installations conçues pour lutter efficacement contre les incendies. Ils se composent d'un réseau de canalisations reliées à des têtes d'extinction, appelées sprinkleurs, qui distribuent de l'eau sous pression sur la zone touchée par les flammes. Ces systèmes sont particulièrement efficaces pour contenir et éteindre un incendie rapidement, tout en minimisant les dommages matériels.

Chaque sprinkleur fonctionne de manière autonome et ne s'active qu'en réponse à une élévation significative de la température, généralement autour de 68°C pour les environnements standards comme les bureaux. Cette activation localisée permet de cibler uniquement la zone en feu, évitant ainsi une utilisation excessive d'eau et réduisant les risques de dégâts collatéraux. Il existe deux principaux types de systèmes :

- **Le système « déluge »** qui active simultanément tous les sprinkleurs d'une zone prédéfinie, souvent déclenché par un système de détection automatique.
- **Le système « sous eau »** où seules les têtes exposées à une chaleur intense s'activent, grâce à des buses équipées d'ampoules thermosensibles.

Ces installations sont adaptées à une grande variété d'environnements, des bâtiments commerciaux aux sites industriels. Cependant, dans les zones non chauffées ou exposées au gel, les canalisations sont remplies d'air comprimé pour éviter tout risque de gel.



FIGURE 1.8 – Systèmes d'extinction de type sprinkleurs [8]

1.3.5.2 Systèmes d'extinction à gaz

Une Installation d'Extinction Automatique à Gaz (IEAG) est un système fixe conçu pour détecter un départ de feu et l'éteindre rapidement en diffusant des gaz neutres (comme le CO₂ ou des mélanges d'argon/azote) ou des agents inhibiteurs. Ces systèmes sont constitués d'un réservoir contenant l'agent extincteur (souvent maintenu sous pression), d'un réseau de tuyauteries pour le distribuer et d'un mécanisme de déclenchement, qui peut être activé automatiquement ou manuellement [31].

Rôle d'une installation d'extinction à gaz Les installations d'extinction automatiques à gaz (Figure.1.9) sont particulièrement adaptées pour protéger des espaces spécifiques, notamment ceux abritant des équipements de grande valeur ou dans lesquels l'utilisation d'eau est inappropriée. C'est le cas, par exemple, des salles de serveurs informatiques, où l'eau pourrait causer des dommages irréversibles aux systèmes [9].



FIGURE 1.9 – installation d'extinction à gaz [9]

Différents types d'extincteurs à gaz et critères de sélection Les agents extincteurs gazeux se divisent en deux catégories principales : les gaz inertes (tels que le CO₂, l'azote ou l'argon) et les gaz inhibiteurs (comme le FM200 ² ou le NOVEC 1230 ³). Les gaz inertes agissent en réduisant la concentration d'oxygène dans le local protégé à un niveau compris entre 12 % et 14 %. ce qui étouffe le feu. En revanche, les gaz inhibiteurs, utilisés à faible concentration, interrompent les réactions chimiques de la combustion sans modifier le taux d'oxygène ambiant. Le choix de l'agent extincteur repose sur une analyse de risques

²Utilisé pour protéger les dispositifs sensibles à l'eau, éteint le feu par absorption de chaleur et interaction chimique avec la flamme.

³Fonctionne principalement pour absorber la chaleur afin de réduire la température du feu

prenant en compte plusieurs critères, tels que la nature du risque, la sécurité des personnes, les conditions d'exploitation du site, les caractéristiques structurelles du local (étanchéité, résistance au feu, présence de zones fermées), ainsi que l'impact environnemental [9].

1.3.5.3 Systèmes d'extinction à mousse

Les systèmes d'extinction automatique à mousse (Figure.1.10) sont particulièrement adaptés aux entrepôts de grande capacité ou destinés au stockage de liquides inflammables. En cas de détection d'un incendie, un mélange d'eau et d'agent émulseur est acheminé vers un générateur de mousse. La mousse produite se répand alors dans l'espace de stockage, créant une barrière qui isole le combustible de l'oxygène atmosphérique et empêche l'évaporation des substances inflammables [33].

Un système d'extinction automatique à mousse à haut foisonnement est conçu pour maîtriser, voire éteindre, les incendies dans des espaces confinés ou encombrés, comme les caves, les cales de navires ou les galeries de câbles. Il est particulièrement recommandé dans les situations où le risque de déclenchement d'un incendie est important ou lorsque celui-ci est susceptible de se propager rapidement [34].



FIGURE 1.10 – Système d'extinction à mousse [10]

1.3.5.4 Systèmes d'extinction à poudre

Les agents extincteurs en poudre (Figure.1.11) destinés aux feux de classe B (impliquant des liquides inflammables) et de classe C (impliquant des gaz) sont généralement formulés à partir de bicarbonate de sodium ou de potassium. Ces composants chimiques sont choisis pour leur efficacité à éteindre ce type d'incendies en interrompant la réaction de combustion [11].

Les poudres extinctrices sont principalement constituées de sels inorganiques non toxiques. Elles sont combinées à des agents hydrofuges et antiagglomérants, qui préviennent l'absorption d'humidité et la formation de masses compactes dans l'extincteur. En outre, divers additifs, tels que des stéarates, des silicones, de l'amidon ou des minéraux inertes, sont incorporés pour optimiser leur fluidité et assurer une dispersion efficace [11].

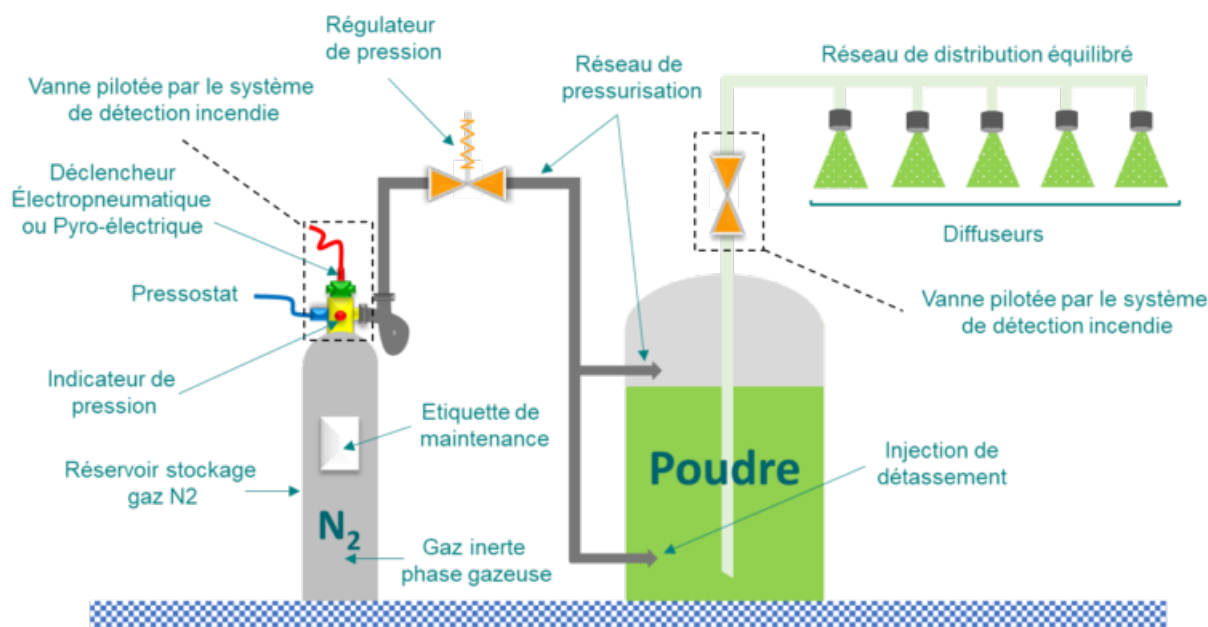


FIGURE 1.11 – Installation d'extinction à poudre [11]

1.3.6 Systèmes automatisés de sécurité pour rideau d'eau

Un rideau d'eau est un dispositif conçu pour renforcer la résistance au feu d'une paroi en la recouvrant d'un écran d'eau. Il est composé d'une ou plusieurs antennes équipées de sprinklers ou de pulvérisateurs dont les orifices restent constamment ouverts. Le déclenchement d'un rideau d'eau peut se faire manuellement ou automatiquement. Dans le cas d'un déclenchement automatique, celui-ci est généralement activé par un réseau de sprinklers pilotes ou par un système de détection d'incendie [31].

Le rideau d'eau n'est pas utilisé pour éteindre un incendie, mais plutôt pour empêcher la

propagation des flammes. En effet, il réduit les effets du rayonnement thermique et renforce la résistance au feu des éléments de construction tels que les portes, les murs ou les cloisons. Il est souvent installé pour protéger une paroi d'un bâtiment équipé de sprinkleurs contre des sources de feu extérieures. Par exemple, il peut être utilisé pour isoler un bâtiment situé à proximité de silos contenant des produits inflammables (huiles végétales, carburants, etc.), qui, en cas d'incendie, pourraient transmettre le feu par rayonnement ou conduction thermique à la structure adjacente [31].

1.4 Les pompes utilisées dans les systèmes anti-incendie

L'un des éléments les plus essentiels d'un système de sécurité incendie est la pompe dédiée à cette fonction. Son rôle consiste à garantir un débit et une pression d'eau suffisants pour alimenter les gicleurs et les réseaux hydrauliques en cas d'incendie. Si cette pompe ne fonctionne pas correctement, l'efficacité du dispositif de lutte contre les incendies peut être compromise, risquant ainsi de ne pas maîtriser les flammes ou de limiter leur propagation [35]. On distingue principalement deux grands types de pompes : les pompes centrifuges et les pompes volumétriques et. Ces deux technologies possèdent des principes de fonctionnement distincts, chacune étant mieux adaptée selon les besoins opérationnels et les conditions d'utilisation spécifiques.

1.4.1 Les pompes centrifuges dans les systèmes anti-incendie

Dans les installations destinées à la lutte contre les incendies, les pompes centrifuges (Figure 1.12) occupent une place essentielle. Elles sont généralement entraînées par des moteurs électriques ou diesel et fonctionnent à vitesse constante. Toutefois, certaines normes autorisent également l'usage de modèles à vitesse variable. Il s'agit dans ce cas de pompes similaires, mais équipées de dispositifs électroniques permettant d'ajuster leur fonctionnement selon les besoins. Ce type de système facilite une gestion plus souple du débit et de la pression, tout en offrant un contrôle automatisé ou manuel du moteur et de la pompe [36].

1.4.2 Les pompes volumétriques pour usages spécifiques

Les pompes volumétriques sont présentées dans la figure 1.13, reconnues pour leur capacité à traiter des liquides plus denses, comme ceux utilisés dans les systèmes de

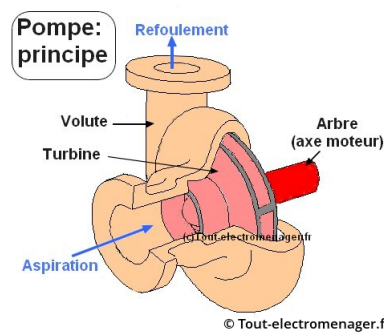


FIGURE 1.12 – Pompes centrifuges [12]

mousse extinctrice. Elles sont adaptées aux installations nécessitant un débit relativement faible mais une pression élevée. Ces équipements sont souvent utilisés dans des contextes techniques spécifiques, où leur conception permet de répondre à des contraintes précises liées à la nature du fluide à pomper. Elles complètent ainsi les pompes centrifuges dans des scénarios où ces dernières ne seraient pas aussi efficaces [36].

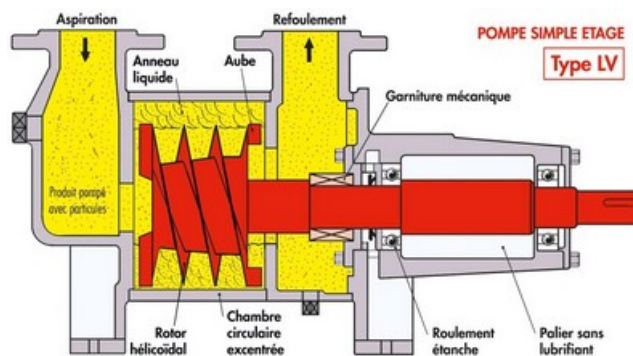


FIGURE 1.13 – La pompe volumétriques [13]

1.4.3 Les paramètres de performance des pompes

L'efficacité d'une pompe, notamment dans les systèmes de lutte contre l'incendie, repose sur plusieurs catégories de paramètres. Ces paramètres permettent d'évaluer son bon fonctionnement, d'optimiser son utilisation, et d'assurer une intervention fiable en situation d'urgence.

On distingue principalement trois grandes familles de critères de performance [37] :

1. Les paramètres hydrauliques
2. Les paramètres électriques
3. Les propriétés du fluide pompé

Nous nous intéressons ici uniquement aux caractéristiques hydrauliques, qui regroupent les éléments suivants : le débit, la pression et la hauteur manométrique.

1. **Le débit** : Le débit d'une pompe correspond à la quantité de fluide déplacée pendant une période donnée. Il peut être exprimé de deux façons différentes [37] :

Débit volumique Q : Le débit volumique est le volume de liquide que la pompe transporte par unité de temps. Il est généralement exprimé en m^3/h ou L/s .

Formule :

$$Q = \frac{V}{t}$$

où :

- Q : débit volumique (m^3/s)
- V : volume de liquide déplacé (m^3)
- t : durée d'écoulement (s)

Ce paramètre est particulièrement crucial dans les systèmes de lutte contre l'incendie, où il est indispensable de garantir un débit d'eau suffisant pour alimenter efficacement les sprinklers, les colonnes sèches ou les bouches d'incendie. La capacité de la pompe à fournir un volume continu et contrôlé d'eau influence directement la rapidité d'intervention et la couverture hydraulique du réseau incendie.

Débit massique Q_m : Le débit massique indique la masse de liquide transférée par unité de temps. Il est exprimé en kg/s .

Formule :

$$Q_m = \rho \cdot Q$$

où :

- Q_m : débit massique (kg/s)
- ρ : densité du liquide (kg/m^3)
- Q : débit volumique (m^3/s)

Ce paramètre est aussi très important dans certains systèmes anti-incendie particuliers, notamment ceux qui utilisent des agents extincteurs autres que l'eau, comme les mousses, les émulsions ou les additifs. Dans ces cas-là, c'est la masse du fluide qui détermine l'efficacité de la propagation de l'agent extincteur. Comme la densité du fluide change avec la température, il est donc crucial de calculer précisément le débit massique afin de garantir une diffusion optimale et contrôlée du produit extincteur.

2. **La pression** : La pression est la force exercée par le fluide sur une surface. Elle se mesure souvent en bar ou en pascal (Pa). Dans les systèmes de pompage, elle représente la capacité de la pompe à vaincre les pertes de charge et à fournir de l'eau

à une certaine hauteur ou à une certaine distance.

Formule :

$$P = \rho \cdot g \cdot H$$

où :

- P : pression (Pa)
- ρ : densité du fluide (kg/m³)
- g : accélération de la gravité (9,81 m/s²)
- H : hauteur de refoulement (m)

La pression générée par la pompe est un paramètre fondamental dans un système incendie, car elle permet de vaincre les pertes de charge dans les canalisations et de garantir que l'eau atteigne les points les plus éloignés ou en hauteur du réseau. Une pression insuffisante pourrait compromettre l'efficacité des dispositifs comme les sprinklers ou les lances d'intervention.

3. **La hauteur manométrique totale (HMT)** : représente l'énergie que la pompe doit fournir pour transporter l'eau jusqu'au point d'utilisation, en tenant compte de la hauteur verticale à franchir et des pertes de charge dues aux frottements. Dans un réseau incendie, elle permet d'assurer que chaque étage d'un bâtiment ou zone éloignée reçoit l'eau avec la pression nécessaire à une extinction rapide.

Formule simplifiée :

$$H_{mt} = H_g + H_f + H_p$$

où :

- H_{mt} : hauteur manométrique totale (m)
- H_g : hauteur géométrique (différence de niveau)
- H_f : pertes de charge dues aux frottements (tuyauteries, coudes, vannes...)
- H_p : différence de pression entre aspiration et refoulement

1.5 Les avantages et les inconvénients

1.5.1 Systèmes d'extinction fixes à eau utilisant des sprinklers

Avantages

Parmi les avantages de ce système est [\[31\]](#) :

- **La rapidité et la localisation** : Les sprinkleurs se déclenchent de manière automatique lorsqu'une élévation de température est détectée, offrant une intervention rapide et précise sur le foyer d'incendie tout en épargnant les zones non concernées .
- **Alarme** : L'ouverture d'un sprinkler occasionne une baisse de pression dans l'installation. Ce phénomène est utilisé pour déclencher l'alarme par un moyen sonore .
- **Adaptable à divers environnements** : Les sprinkleurs existent en plusieurs variantes (déluge, sous eau, brouillard d'eau) et sont conçus pour s'activer à des températures spécifiques, ce qui les rend parfaitement adaptés à des environnements variés tels que les bureaux, les sites industriels, les tunnels, et bien d'autres.
- **Efficacité** : Dans les environnements complexes comme les tunnels ou les métros, les systèmes à brouillard d'eau vaporisent l'eau en fines gouttelettes, augmentant la surface de couverture et améliorant l'extinction en absorbant la chaleur et en réduisant l'oxygène disponible pour le feu .

Inconvénients

Même si les systèmes traditionnels d'extinction par sprinkleurs sont largement utilisés, ils présentent certaines contraintes qui peuvent poser problème dans certaines installations. Parmi les inconvénients les plus notables, on peut citer [38] :

- **Gaspillage d'eau** : ces systèmes nécessitent une grande quantité d'eau, ce qui peut entraîner certains dommages à la zone et aux équipements.
- **Suffisamment d'espace** : Les systèmes d'extinction automatiques traditionnels de type sprinkleur basse pression nécessitant beaucoup d'eau, les systèmes encombrants peuvent occuper une grande partie de l'espace dont on pourrait avoir besoin. Les réservoirs d'eau et les tuyaux de grande taille nécessitent également des fondations solides et une maintenance régulière .
- **Activation multiple** : Les systèmes classiques peuvent entraîner l'activation d'un nombre plus élevé de têtes de sprinkleurs, car les gouttes d'eau de grande taille ne parviennent pas à refroidir efficacement les gaz de combustion ni à atténuer la chaleur rayonnante .

1.5.2 Systèmes d'extinction à gaz

Avantages

Certains systèmes d'extinction modernes présentent des avantages non négligeables, en

particulier lorsqu'il s'agit de protéger des environnements sensibles où l'usage de l'eau n'est pas adapté. Parmi ces avantages, on peut citer [39] :

- **Propreté** : aucun résidu, ne sont pas conducteurs d'électricité et n'endommagent pas les objets précieux ou les documents .
- **Efficacité dans certains environnements** : idéal pour les environnements où l'utilisation de l'eau peut causer des dommages significatifs (centres de données, salles serveurs, musées, bibliothèques. . .) .

Inconvénients

- **Inefficaces contre les incendies profonds** : les dispositifs d'extinction automatique d'incendie à gaz ne sont pas adaptés à la lutte contre les incendies profonds.

1.5.3 Systèmes d'extinction à mousse

Avantages

Parmi ces avantages, on peut citer [39] :

- **Performance sur les liquides inflammables** : efficaces pour les feux de classe B (liquides inflammables), ils offrent une couverture rapide et étendue .
- **Suffocation** : suppression d'une flamme en recouvrant la surface d'un liquide inflammable d'une couche de mousse, coupant ainsi l'apport d'oxygène et empêchant la fuite de fumée inflammable .

Inconvénients

- **Utilisation spécifique** : Principalement utilisés dans les environnements industriels où des liquides inflammables sont présents, tels que les raffineries de pétrole, les usines chimiques et les hangars d'aviation [39].
- Le dispositif de mousse nécessite une grande abondance et une plus grande contribution à l'air pour créer des bulles et permettre aux grandes tailles d'être pompées rapidement [40].

1.5.4 Systèmes d'extinction à poudre

Avantages

Les systèmes d'extinction à base de poudre se distinguent par leur efficacité et leur capacité

à intervenir rapidement sur différents types d'incendies. Parmi leurs principaux atouts, on retrouve [41] :

- **Polyvalence** : peut être utilisé dans différentes classes de feux.
- **Efficacité et vitesse** : la poudre interrompt la réaction chimique et l'apport d'oxygène du feu .
- **Largeur de la portée** : Ils peuvent rapidement atteindre une grande zone de feu .

Inconvénients :

elles représentent des risques [40] :

- D'encrassement des mécanismes délicats (installations électriques et électroniques, micromécaniques) .
- Dégagement d'un nuage important (absence de visibilité dans la zone protégée).

1.6 Objectif

Notre objectif est de mettre en pratique nos compétences en automatique et informatique industrielle pour développer et optimiser des solutions de sécurité innovantes, en particulier dans le domaine de la lutte contre les incendies. Dans le cadre de notre mémoire, nous avons travaillé sur l'automatisation d'un système anti-incendie, en intégrant un Automate Programmable Industriel au lieu de la logique câblée, ainsi qu'une conception d'interfaces homme-machine (IHM) et une supervision.

1.7 Conclusion

Les dispositifs de sécurité incendie sont indispensables pour assurer la protection des individus, des biens matériels et de l'environnement face aux risques d'incendie. Ils utilisent des technologies de pointe et des équipements mécaniques conformes à des standards reconnus, comme la norme NFPA 20. Ces installations combinent plusieurs éléments interconnectés, tels que des systèmes de détection, des mesures de sécurité et des techniques d'extinction variées, permettant une intervention rapide et efficace en cas de feu, ce qui minimise les dégâts et les dangers pour les personnes présentes. Grâce aux avancées constantes dans le domaine de la lutte contre les incendies, ces dispositifs sont continuellement optimisés pour s'adapter à des contextes spécifiques. Enfin, une

maintenance rigoureuse et le respect des réglementations en vigueur sont cruciaux pour assurer leur performance et leur fiabilité lors d'une situation critique.

Chapitre 2

Programmation API

2.1 Introduction

Les systèmes anti-incendie automatisés assurent la détection et la réaction rapide en cas d’incendie dans les installations industrielles. Programmés via un automate programmable industriel (API), ils utilisent des capteurs pour surveiller l’environnement, et des actionneurs pour intervenir automatiquement.

L’API permet de centraliser la gestion des alertes, d’activer les mesures de sécurité (extinction, évacuation), et de garantir un fonctionnement rapide et fiable, essentiel pour la protection des personnes et des équipements. La programmation suit des logiques simples mais sécurisées, généralement en langage ladder ou en blocs fonctionnels.

2.2 Cahier de charges

2.2.1 Fonctionnement normal

- **Démarrage automatique** : la mise en marche de la pompe s’effectue de façon automatique lorsque le capteur de pression détecte une baisse de pression en dessous d’un seuil prédéfini, signalant un besoin en eau pour la lutte contre l’incendie, comme dans le cas de l’ouverture du réseau.
- **Démarrage manuel** : Il est également possible de déclencher manuellement le démarrage de la pompe à l’aide d’un bouton-poussoir, sans tenir compte de la pression actuelle du système.

2.2.2 Fonctionnement en arrêt d'urgence

Un bouton d'arrêt d'urgence permet d'interrompre immédiatement le fonctionnement de la pompe en cas de situation critique ou lors de travaux de maintenance. Tant que ce bouton est maintenu enfoncé, il empêche tout redémarrage automatique de la pompe.

2.2.3 Remise en marche après arrêt d'urgence

Lorsqu'un arrêt d'urgence manuel est déclenché, la remise en marche de la pompe ne s'effectue pas automatiquement. Il est nécessaire de désactiver l'arrêt prioritaire via une réinitialisation, puis de redémarrer manuellement ou bien d'attendre qu'une nouvelle condition automatique, comme une chute de pression, déclenche le redémarrage.

2.3 Spécification technologiques

2.3.1 Les préactionneur

L'armoire électrique (Figure.2.1) contient plusieurs préactionneurs qui assurent à la fois le pilotage et la sécurisation des équipements. Ce sont notamment les contacteurs visibles qui remplissent ce rôle, en agissant selon les signaux de commande .

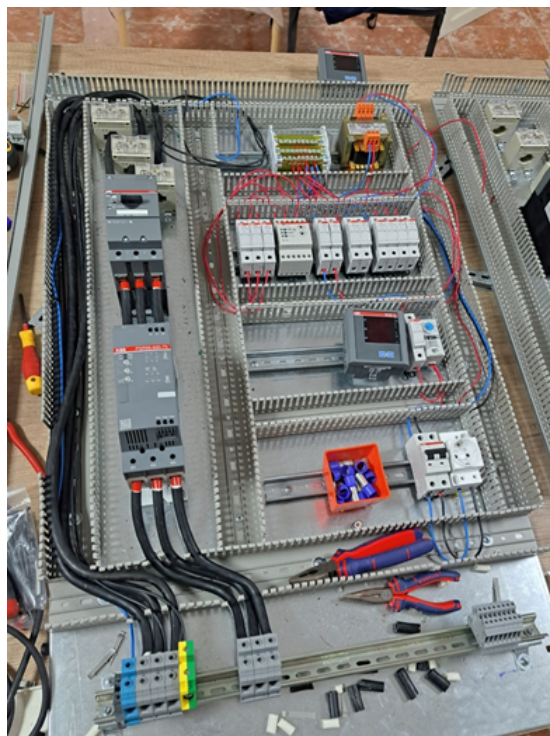


FIGURE 2.1 – Armoire de la pompe principale

1. **Démarrateur progressif** : Dans l'industrie, on utilise souvent les démarrateurs progressifs (Figure.2.2) pour faire fonctionner les moteurs de différents équipements comme les pompes ou les ventilateurs. Ils permettent de démarrer et d'arrêter les machines en douceur, ce qui limite les chocs mécaniques .



FIGURE 2.2 – Démarrateur progressif [14]

Démarrateur PSR30-600-70 : Le modèle PSR30-600-70 utilisé dans notre système est un démarrateur progressif capable de supporter jusqu'à 30 A. Il fonctionne sous une tension allant de 208 à 600 V en courant alternatif, avec une tension de commande située entre 100 et 240 V à une fréquence de 50 ou 60Hz [14].

2. Relais de phase :

Un relais de phase (Figure.2.3), aussi désigné comme relais de contrôle de phase ou dispositif de détection de perte de phase, est utilisé pour surveiller l'état des phases dans un système électrique [42].

Le relais de phase est un dispositif de protection utilisé dans les équipements électriques triphasés. L'état triphasé de l'alimentation électrique peut être surveillé en continu pour garantir un fonctionnement stable et sûr de l'équipement. Sa fonction principale est de détecter les anomalies du réseau, telles que : une ou plusieurs phases sont perdues, changement de phase, déséquilibre de tension de phase. En cas de défaut, le relais de phase déclenche une alarme ou coupe l'alimentation, évitant ainsi d'éventuels dommages aux moteurs et autres équipements sensibles. Il contribue donc grandement à prévenir les pannes, à assurer la continuité du service et à protéger les équipements contre les pannes causées par l'instabilité du réseau triphasé.



FIGURE 2.3 – Relais de phase [15]

Disjoncteur moteur Un disjoncteur moteur (Figure.2.4) est un dispositif de protection électromécanique ou électronique utilisé pour protéger les moteurs électriques. Il empêche [43] :

Surcharge : Une augmentation anormale du courant, dépassant la valeur nominale, peut provoquer une surchauffe et un incendie.

Court-circuit : Contact direct entre les fils de phase ou entre le fil de phase et le fil neutre, entraînant un courant instantané important.

Contrairement à un fusible, il peut être réinitialisé après avoir été déclenché. Il peut surveiller plusieurs paramètres électriques pour mieux maintenir et assurer la sécurité de l'installation .



FIGURE 2.4 – Disjoncteur moteur[16]

2.3.2 Les actionneurs

Les pompes principales :

Dans le cadre des installations de lutte contre l'incendie, la pompe principale joue un

rôle central. Conformément aux exigences de la norme NFPA 20, cette pompe doit garantir un débit et une pression suffisants pour alimenter l'ensemble du réseau de sprinklers ou de postes d'incendie en toutes circonstances. Elle est alimentée en énergie de manière fiable, souvent via une source électrique et doit fonctionner indépendamment des systèmes de distribution d'eau usuels. Son installation et ses performances sont rigoureusement contrôlées afin d'assurer une réponse immédiate en cas d'alerte incendie (Figure.2.5).



FIGURE 2.5 – Les pompes principales

La pompe jokey : Les pompes jockey (Figure.2.6) doivent être dimensionnées de manière à pouvoir rétablir la pression du système au niveau requis en moins de 10 minutes. En règle générale, leur débit correspond à environ 3 % du débit nominal , et elles doivent fournir une pression équivalente à 110 % de la pression nominale du système [44].



FIGURE 2.6 – La pompe jokey

Le moteur diesel : il est utilisée comme source de secours ou principale pour garantir l'alimentation en eau en cas de sinistre, notamment lorsque l'alimentation électrique est indisponible.



FIGURE 2.7 – Le moteur diesel

2.3.3 Les détecteurs

Les détecteurs sont des dispositifs conçus pour repérer des phénomènes physiques spécifiques, comme la fumée, la chaleur ou les flammes, et transmettre un signal d'alerte afin de déclencher une réponse appropriée dans un système de sécurité, notamment en cas d'incendie.

3. **Détecteurs de pression** : Un pressostat (Figure.2.8) est un dispositif électrique utilisé pour détecter et mesurer la pression au sein d'un circuit. Il capte la pression d'un fluide (air, eau ou huile hydraulique) et transmet les données relevées à une unité de contrôle. Le modèle détecteur de pression présente sur la figure 2.8 est conçu pour mesurer des pressions allant jusqu'à 10 bars et dispose de deux seuils réglables pour ajuster l'écart de déclenchement. Il intègre également un contact inverseur (ouvert/fermé) permettant d'activer un équipement externe, tel qu'une alarme, une sirène ou une vanne dans des systèmes de plomberie [45].



FIGURE 2.8 – Détecteurs de pression

2. **Détecteurs de température** : Le thermostat (Figure.2.9) est un dispositif mé-

canique conçu pour surveiller et réguler la température dans des environnements électriques et industriels. Il permet d'activer ou de désactiver automatiquement un appareil (comme un ventilateur ou un système de chauffage) lorsque la température atteint une valeur réglée entre 30°C et 60°C . Ce modèle est souvent utilisé dans les armoires électriques pour éviter la surchauffe des équipements sensibles. Il fonctionne principalement avec un contact normalement ouvert qui se ferme au seuil de température programmé [46].



FIGURE 2.9 – Le thermostat

2.3.4 Appareil d'analyse électrique

Centrale de mesure : La centrale de mesure ABB M2M Basic (Figure.2.10) joue un rôle fondamental dans le suivi et l'évaluation des paramètres électriques au sein des infrastructures industrielles et tertiaires. Elle est capable de fournir en temps réel une lecture précise de plus de 40 variables électriques, telles que :

La tension, le courant, la fréquence, le facteur de puissance, les puissances actives et réactives, l'énergies actives et réactives [47].



FIGURE 2.10 – La centrale de mesure [17]

2.3.5 Transformateur

Un transformateur est un appareil électrique qui sert à modifier la tension d'un courant alternatif, soit pour l'augmenter (élevateur), soit pour la diminuer (abaisseur). Il est utilisé dans de nombreux appareils et réseaux électriques. Le transformateur repose sur le principe de l'induction électromagnétique, découvert par Michael Faraday. Voici comment il fonctionne [48] :

1. **Enroulement primaire** : On applique une tension alternative à une première bobine appelée enroulement primaire. Le courant alternatif qui y circule crée un champ magnétique variable.
2. **Noyau magnétique** : Ce champ est concentré et guidé par un noyau en fer ou en acier. Le rôle du noyau est d'amplifier et de transmettre le champ magnétique vers l'autre bobine.
3. **Enroulement secondaire** : Le champ magnétique variable dans le noyau traverse la deuxième bobine appelée enroulement secondaire, ce qui induit une tension dans celle-ci.



FIGURE 2.11 – Transformateur [18]

2.4 Le Circuit hydraulique d'un système anti-incendie :

Le circuit hydraulique d'un système anti-incendie correspond à l'ensemble des tuyauteries, équipements de pompage, vannes et réservoirs, destiné à transporter efficacement l'eau ou d'autres agents d'extinction vers les dispositifs d'intervention (sprinklers, rideaux d'eau, etc.). Il a pour mission d'assurer une distribution rapide et sous pression en situation d'urgence, en combinant réactivité et fiabilité opérationnelle.

2.4.1 Les Principaux éléments du circuit hydraulique

1. **Réservoir d'eau** : un réservoir d'eau (Figure.2.12) spécifique est prévu pour assurer une réserve suffisante, permettant d'alimenter efficacement le système anti-incendie lors d'un sinistre.



FIGURE 2.12 – Réservoir de stockage d'eau [19]

2. **Le collecteur** : Le collecteur a pour rôle d'assembler et d'acheminer le débit d'eau provenant des différentes pompes vers l'ensemble du réseau d'extinction (sprinklers, bouches d'incendie, etc.). Il intègre également des dispositifs tels que des vannes d'isolement, des clapets anti-retour et des instruments de mesure (manomètres, débitmètres) pour simplifier les opérations de maintenance et de contrôle [49].



FIGURE 2.13 – Le collecteur [20]

3. **Clapets anti-retour** : Ces dispositifs permettent aux fluides (comme l'eau) de circuler dans un seul sens, empêchant ainsi tout reflux. Ils protègent l'appareil contre les surtensions ou les reflux (figure 2.14).



FIGURE 2.14 – Clapets anti-retour [21]

4. **Manomètres** : Ces dispositifs servent à surveiller la pression des fluides, qu'il s'agisse de liquides ou de gaz, au sein d'un système. Ils permettent de s'assurer que la pression reste conforme aux seuils recommandés pour un bon fonctionnement.



FIGURE 2.15 – Le manomètre

5. **Clapets anti vibration** : Ces vannes sont utilisées pour réduire ou éliminer les vibrations dans les canalisations, protégeant ainsi l'équipement contre l'usure prématurée ou les dommages causés par les vibrations.



FIGURE 2.16 – Clapets anti vibration [22]

6. **Le ballon de maintien** : C'est un réservoir sous pression qui maintient une pression constante dans un circuit hydraulique ou thermique. Il empêche les changements brusques de pression, améliorant ainsi la stabilité du système.



FIGURE 2.17 – Le ballon de maintien

2.5 Schémas de commande et de puissance

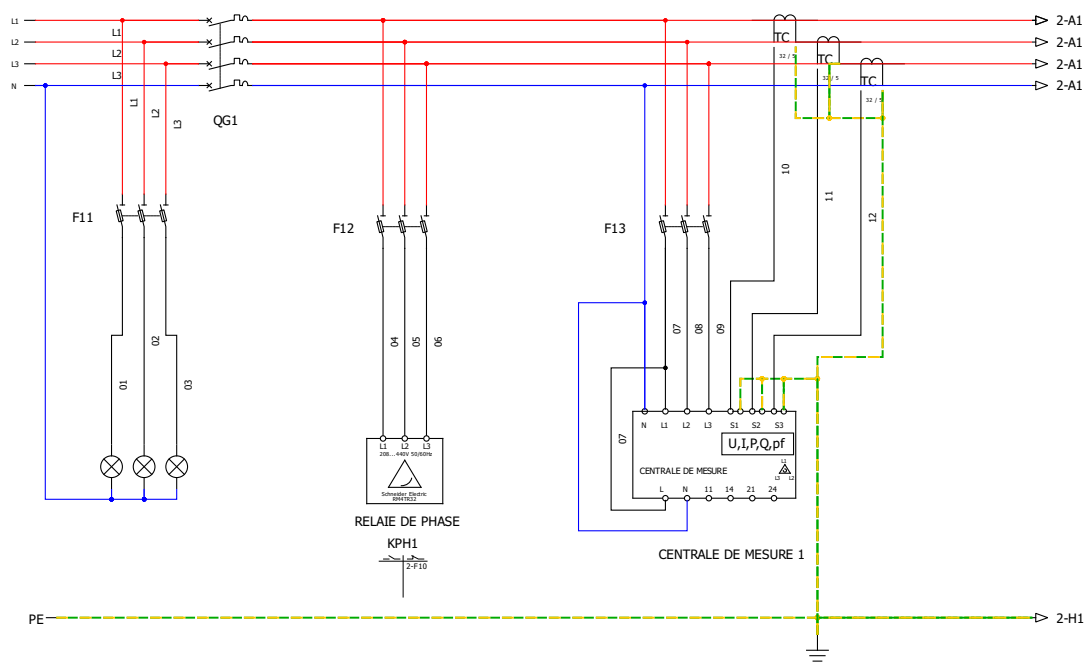


FIGURE 2.18 – Circuit de puissance d'arrivée et centrale de mesure pour la pompe 1

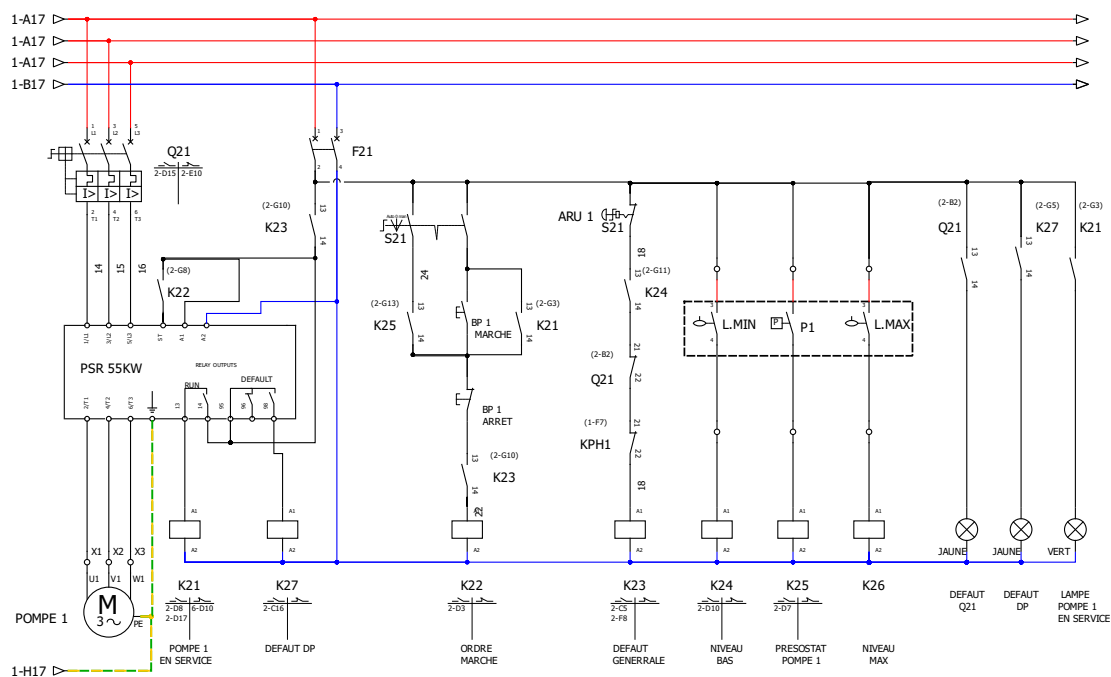


FIGURE 2.19 – Schéma électrique de système anti-incendie pour la pompe 1

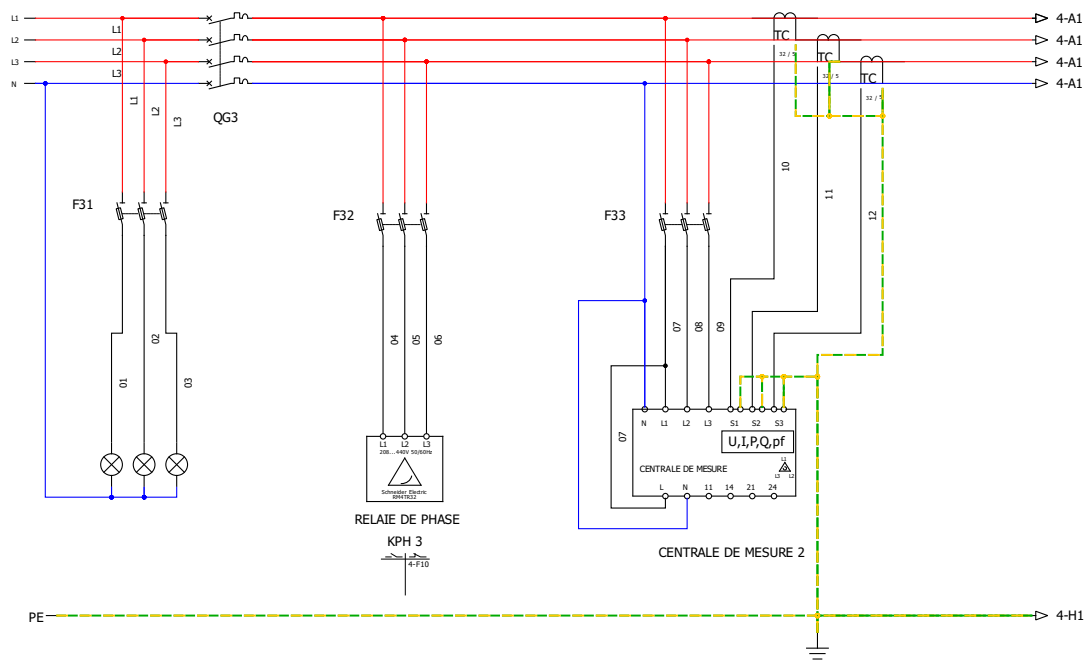


FIGURE 2.20 – Circuit de puissance d'arrivée et centrale de mesure pour la pompe 2

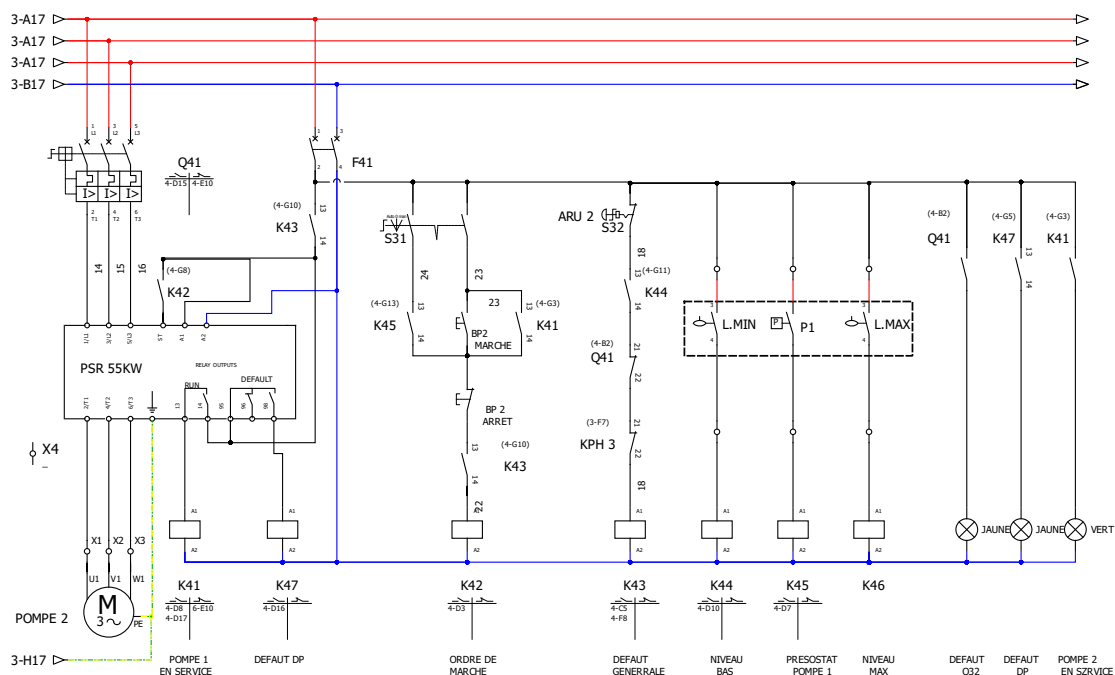


FIGURE 2.21 – Schéma électrique de système anti-incendie pour la pompe2

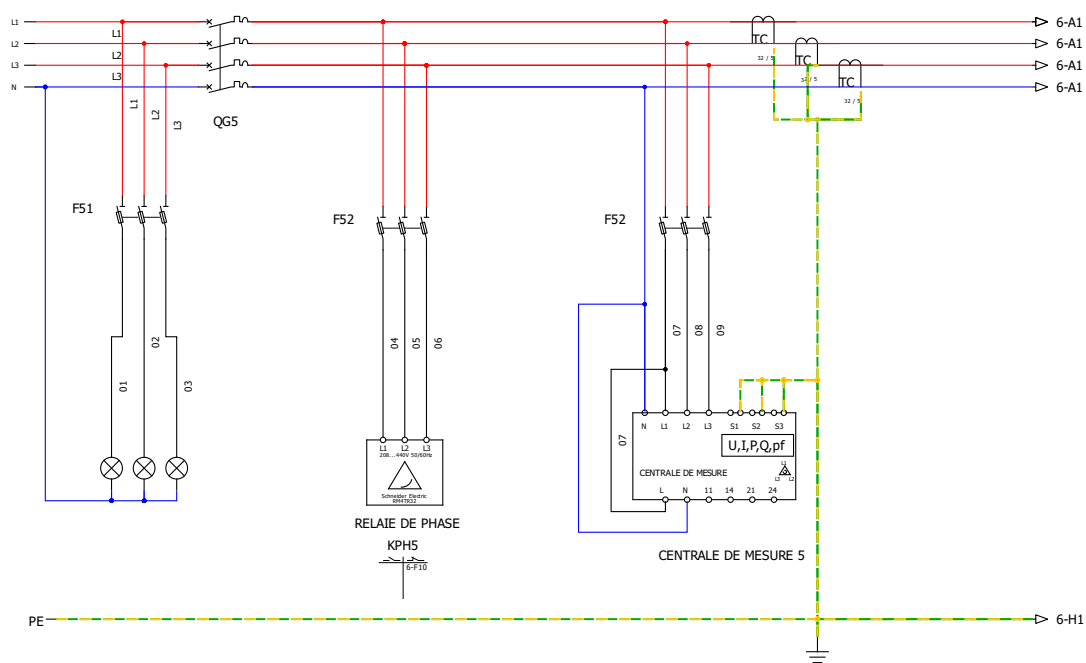


FIGURE 2.22 – Circuit de puissance d'arrivée et centrale de mesure pour la pompe jokey

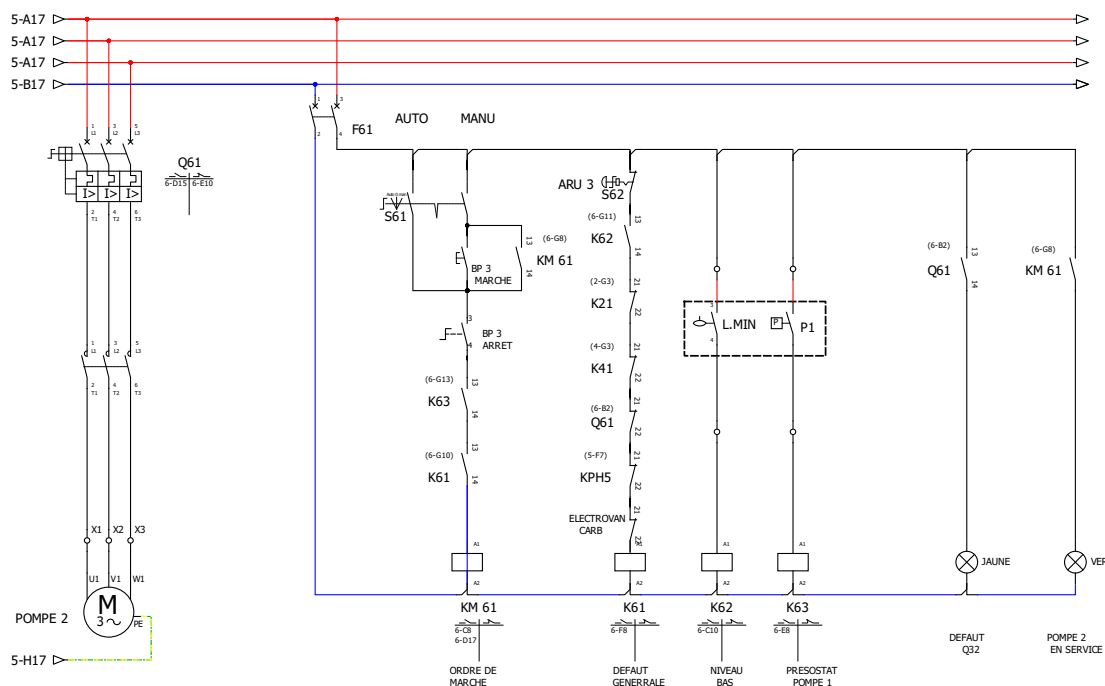


FIGURE 2.23 – Schéma électrique de système anti-incendie pour la pompe jokey

2.6 Schéma de câblage API

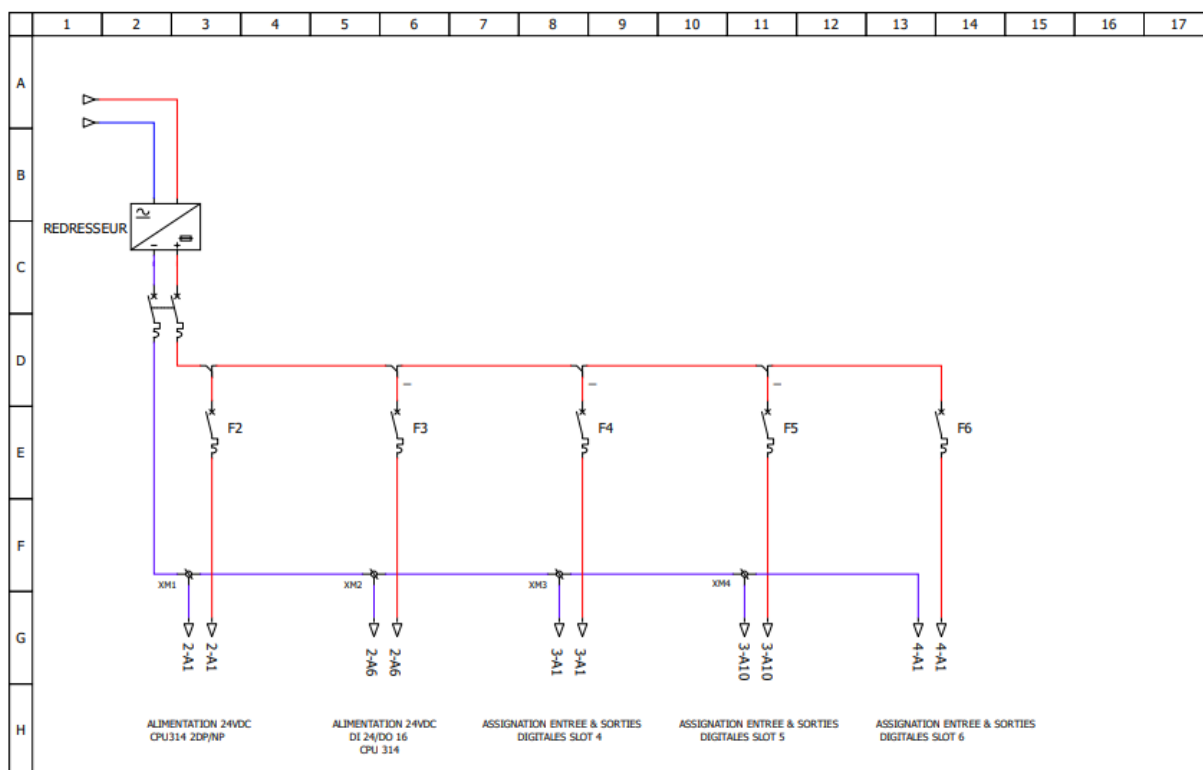


FIGURE 2.24 – Circuit de distribution 24 VDC

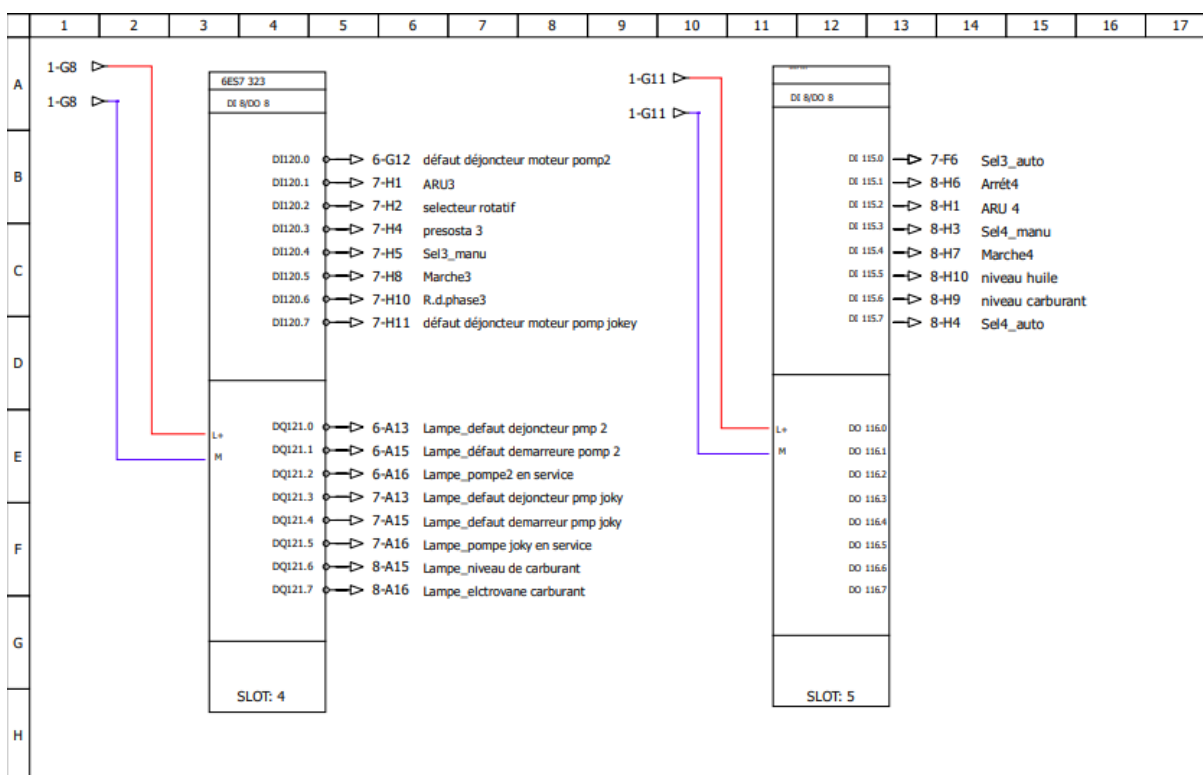
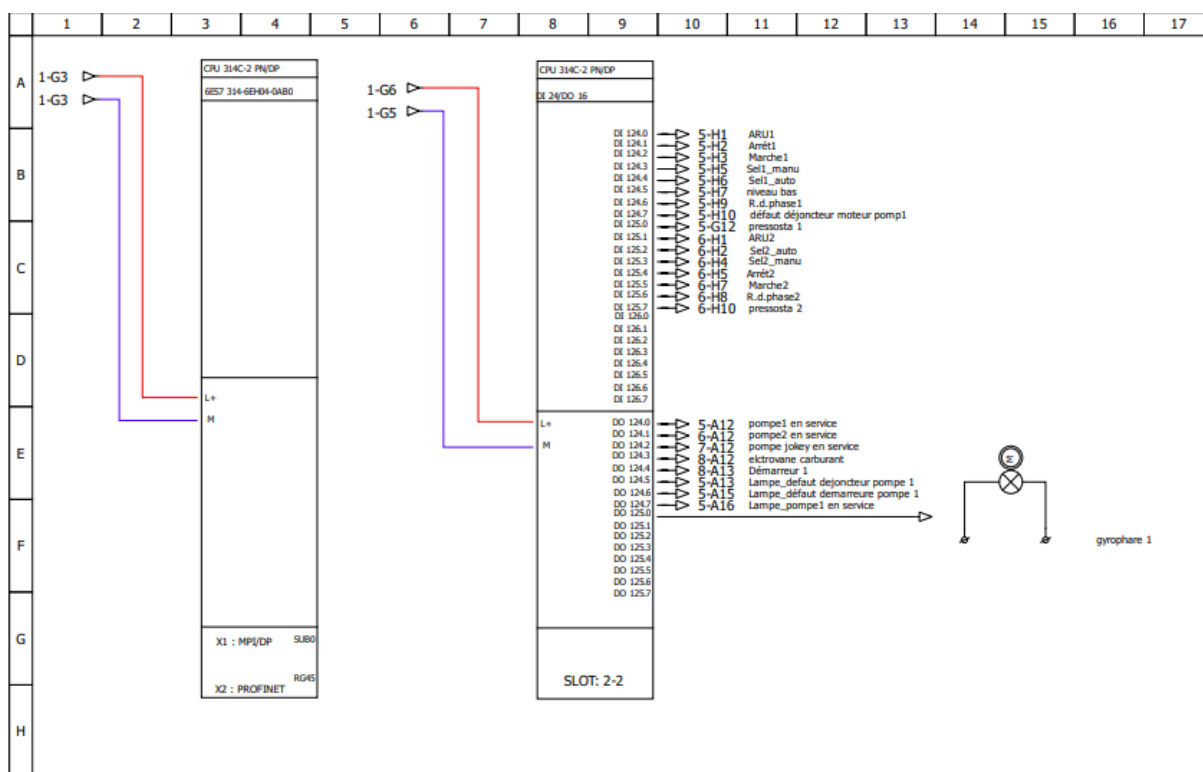


FIGURE 2.25 – Assignment des entrées et sorties digitales

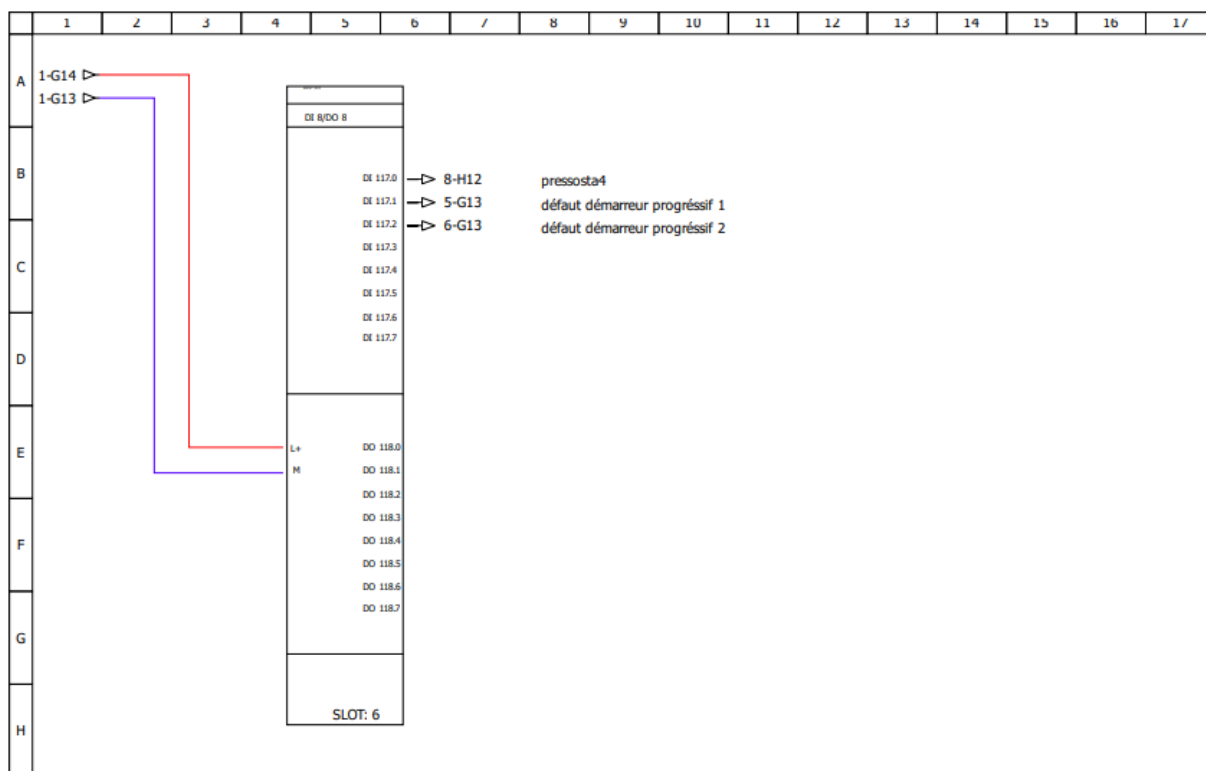


FIGURE 2.26 – Assignment des entrées et sorties digitales

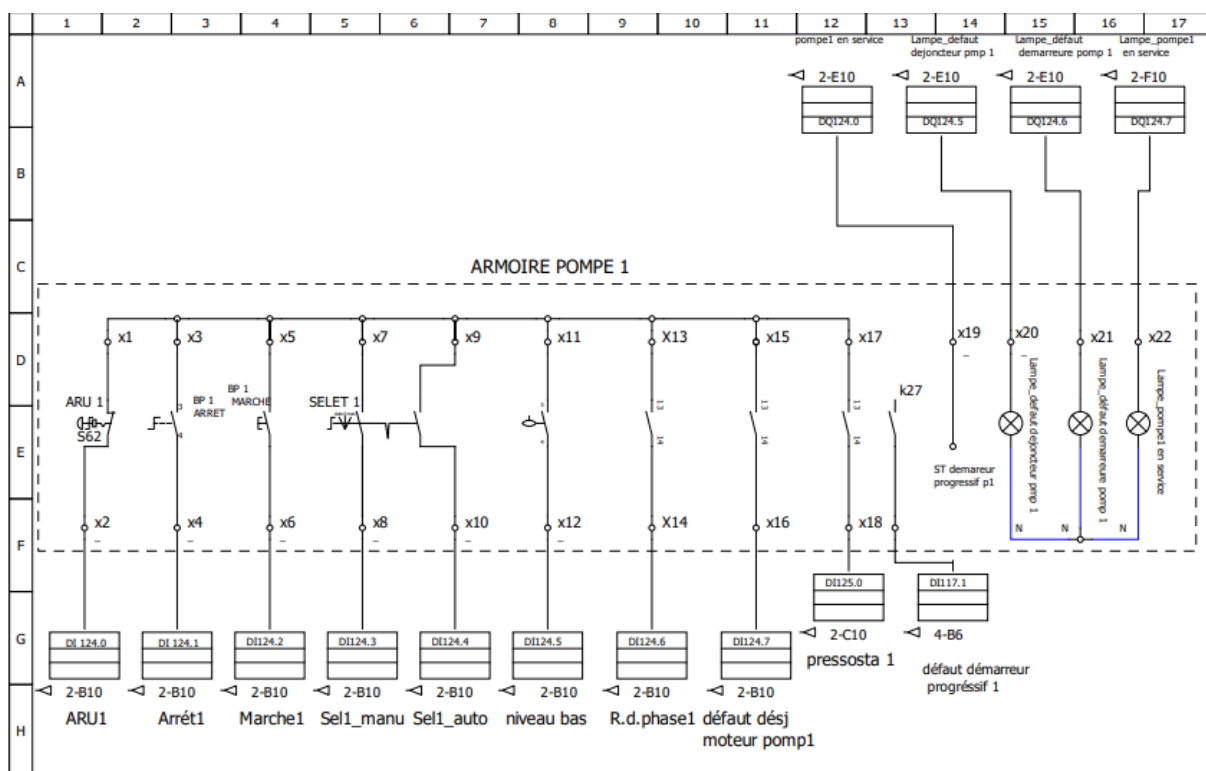


FIGURE 2.27 – Schéma électrique de l'armoire de la Pompe 1

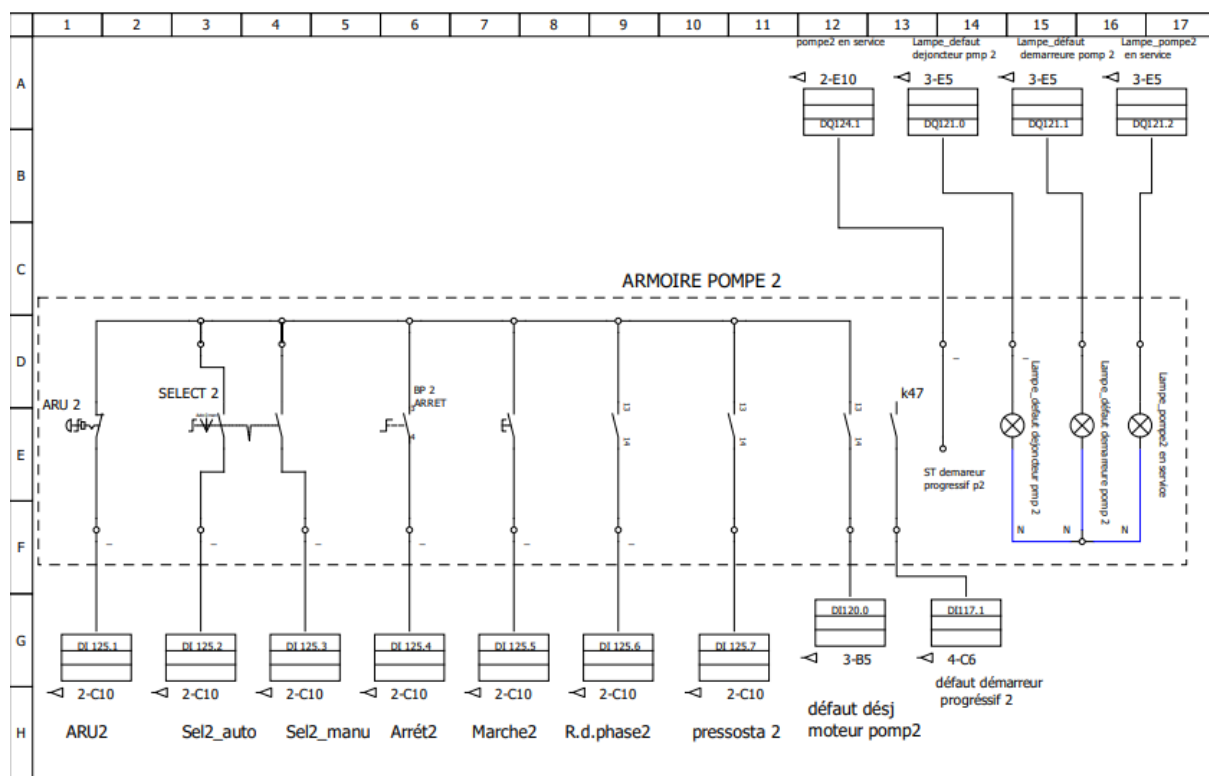


FIGURE 2.28 – Schéma électrique de l'armoire de la Pompe 2

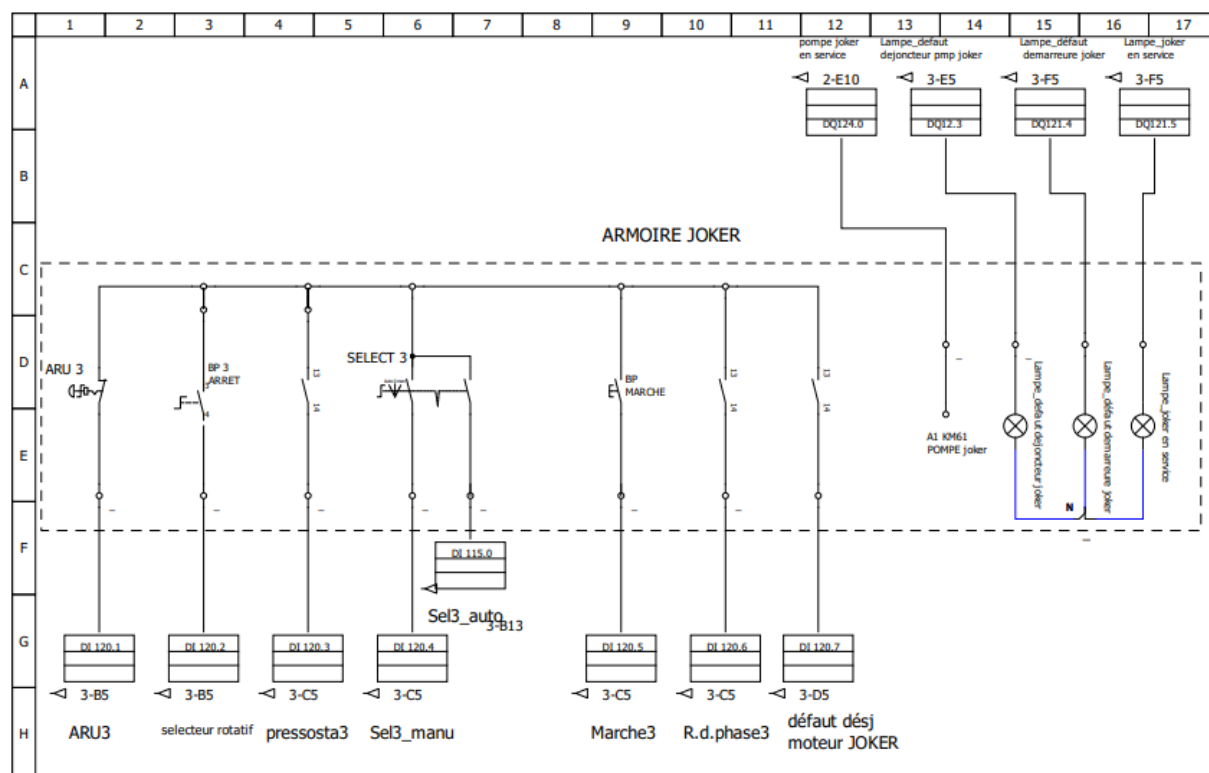


FIGURE 2.29 – Schéma électrique de l'armoire de la Pompe jockey

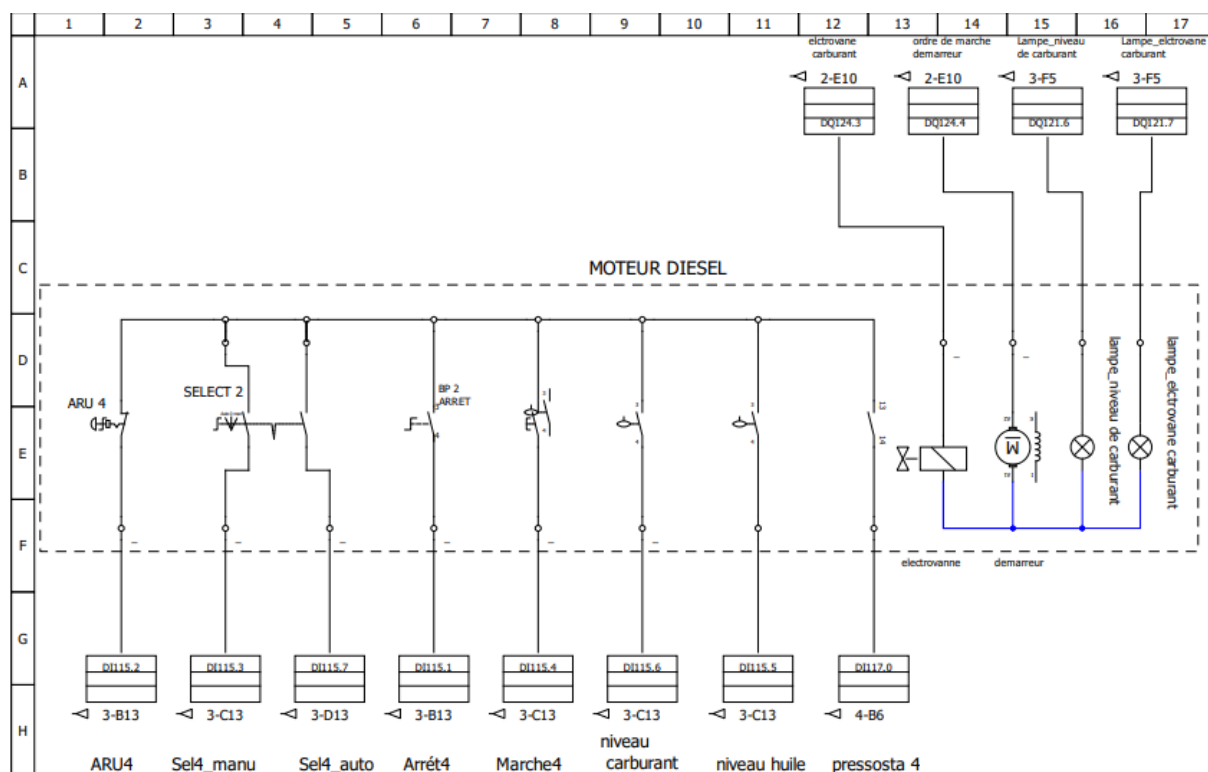


FIGURE 2.30 – Schéma électrique de l'armoire de le moteur diesel

2.7 Programme API

2.7.1 Logiciel TIA Portal

Le TIA Portal (Totally Integrated Automation Portal) est une plateforme développée par Siemens qui centralise les outils nécessaires à la mise en place de systèmes d'automatisation. Il regroupe dans un seul environnement les logiciels SIMATIC STEP 7 pour la programmation des automates et SIMATIC WinCC pour la supervision (HMI). Grâce à son approche intégrée, cette solution permet de couvrir l'ensemble du cycle d'automatisation, depuis la planification numérique jusqu'à l'exploitation opérationnelle. Faisant partie de la suite Digital Enterprise de Siemens, le TIA Portal offre une interface unifiée destinée à simplifier l'ingénierie des systèmes automatisés industriels [50].

2.7.2 La configuration matérielle

1. Choix de la gamme

Pour débiter la configuration matérielle, il est essentiel de définir d'abord la gamme d'automate utilisée. Dans ce projet, nous avons utilisé la gamme S7-300 de Siemens, réputée pour sa robustesse et sa flexibilité dans les applications industrielles .

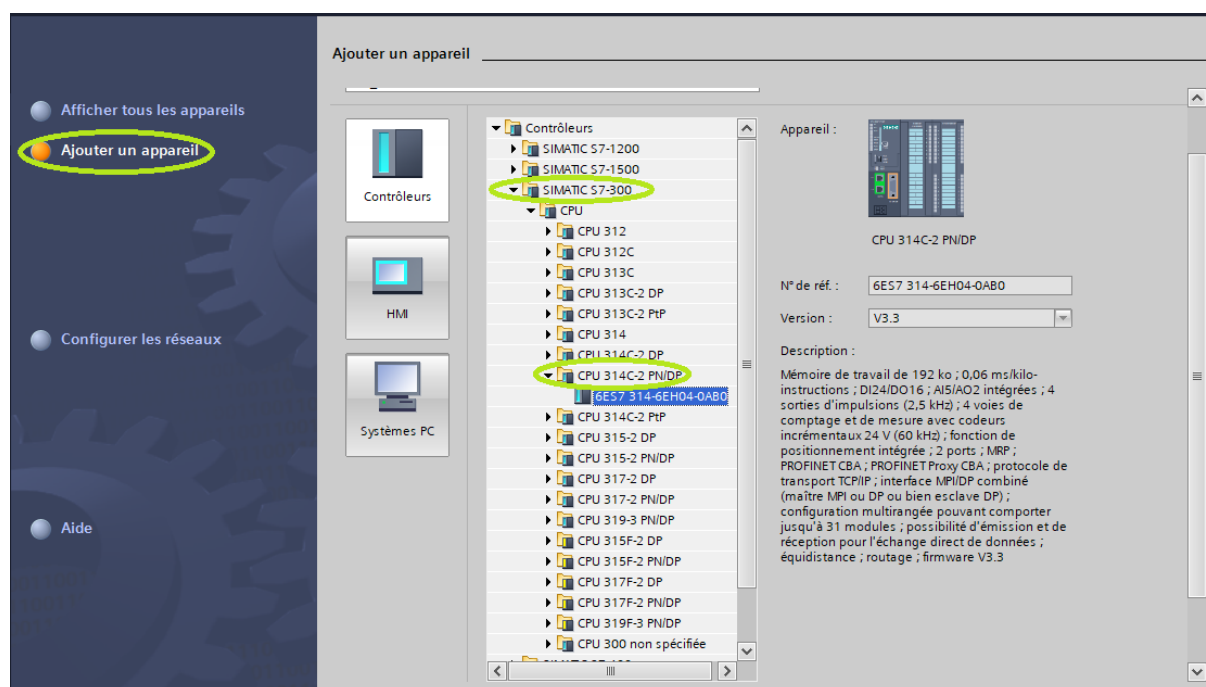


FIGURE 2.31 – Sélection de la gamme S7-300 et du modèle CPU 314C-2 PN/DP

2. Alimentation et CPU

PS 307 5A (Réf. : 6ES7 307-1EA01-0AA0), située en châssis 0, emplacement 1, fournit une alimentation 24 V / 5 A à l'ensemble du système.

CPU 314C-2 PN/DP (Réf. : 6ES7 314-6EH04-0AB0), en 0/2, est un processeur performant avec interfaces MPI/DP et PROFINET intégrées. Il est adapté aux applications moyennes à complexes.

3. Modules fonctionnels

DI 24/DO 16 (0/5) – Adresses : 124–125. Module mixte avec 24 entrées numériques et 16 sorties numériques.

AI 5/AO 2 (0/6) – Adresses : 128–131. Module analogique permettant 5 entrées et 2 sorties pour des capteurs/actionneurs analogiques.

Comptage (0/7) – Adresses : 816–831. Utilisé pour la gestion des entrées rapides.

4. Modules numériques supplémentaires

Trois modules DI 8/DO 8 x 24VDC / 0.5A (réf. : 6ES7 323-1BH01-0AA0) sont utilisés pour les E/S numériques.

2.7.3 Schéma Ladder

1. Le principe de fonctionnement de la pompe n°1

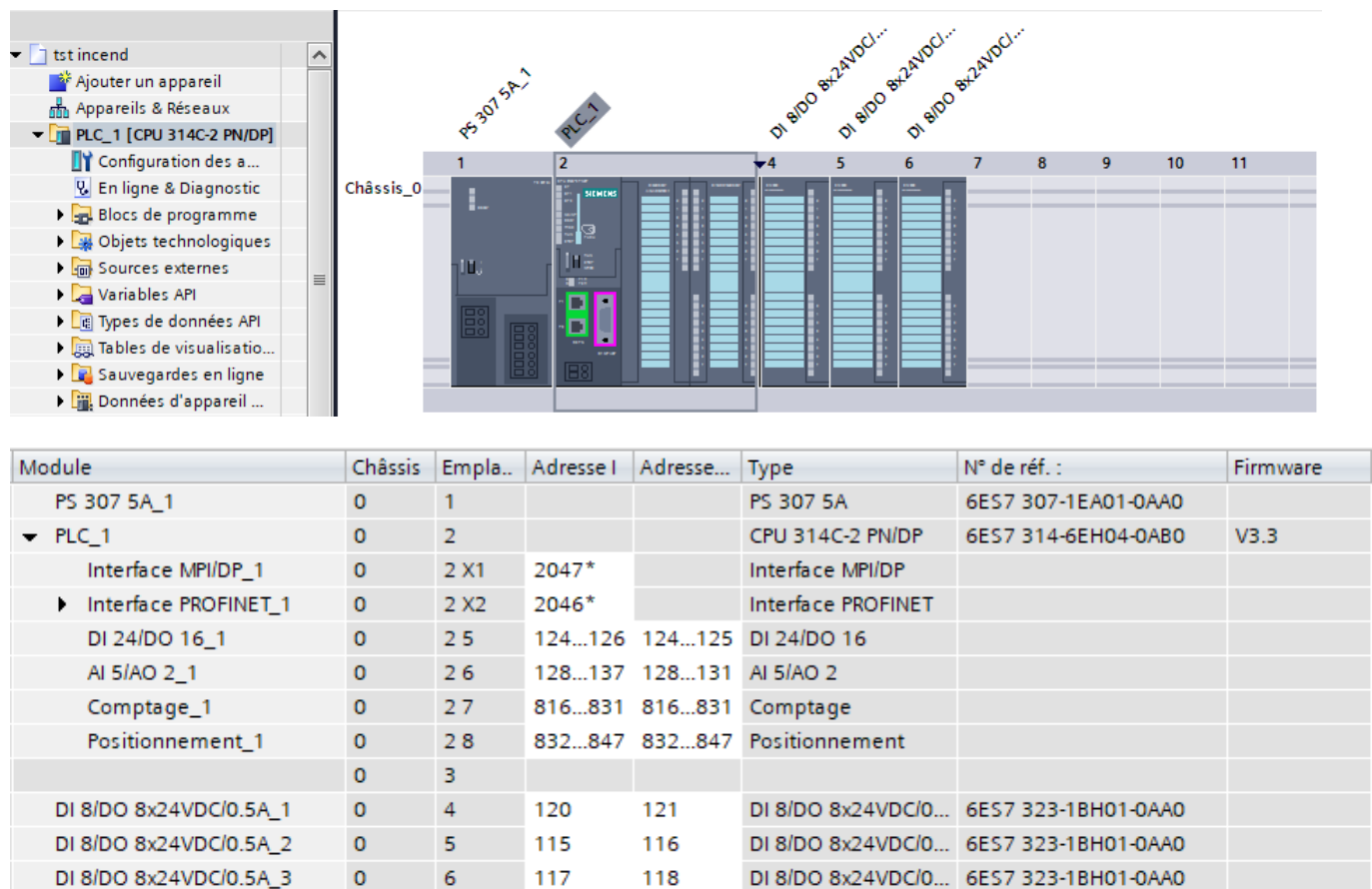


FIGURE 2.32 – La configuration matérielle

Le fonctionnement de la pompe n°1 dépend de plusieurs conditions : la présence de tension, un niveau d'eau suffisant dans le réservoir, et l'absence de défaut au disjoncteur moteur.

En mode manuel : la pompe n°1 peut être démarrée manuellement en appuyant sur le bouton *Marche*, à condition que le sélecteur soit positionné sur *sel1_manu* et que le niveau d'eau dans le réservoir soit suffisant. Une fois ces conditions remplies, la pompe démarre immédiatement. Pour arrêter la pompe, il suffit d'appuyer sur le bouton *Arrêt*, ce qui entraîne l'arrêt immédiat du moteur.

En mode automatique : lorsque le sélecteur est placé sur *sel1_auto*, l'ouverture d'un robinet incendie (robinet anti-incendie) provoque une chute de pression dans le réseau. Lorsque cette pression atteint 4.5 bars, le *pressostat* ferme son contact, ce qui entraîne le démarrage automatique de la pompe.

La table de variables

les variables entrées/sorties concernant la pompe n°1 sont présentées dans la figure 2.33.

Programmation sous Tia Portal (Ladder)

Table de variables_ pompe(1)							
	Nom	Type de données	Adresse	Réma...	Visibl...	Acces...	
1	ARU1(1)	Bool	%I124.0		☒	☒	
2	Arrêt1(1)	Bool	%I124.1		☒	☒	
3	Marche1(1)	Bool	%I124.2		☒	☒	
4	Sel1_manu(1)	Bool	%I124.3		☒	☒	
5	Sel1_auto(1)	Bool	%I124.4		☒	☒	
6	niveau bas(1)	Bool	%I124.5		☒	☒	
7	R.d.phase1(1)	Bool	%I124.6		☒	☒	
8	défaut déjoncteur moteur pomp1(1)	Bool	%I124.7		☒	☒	
9	pressosta 1(1)	Bool	%I125.0		☒	☒	
10	défaut démarreur progressif 1(1)	Bool	%I117.1		☒	☒	
11	Lampe_défaut dejoncteur pmp 1(1)	Bool	%Q124.5		☒	☒	
12	Lampe_défaut demarreure pomp 1(1)	Bool	%Q124.6		☒	☒	
13	Lampe_pompe1 en service(1)	Bool	%Q124.7		☒	☒	
14	pompe1 en service(1)	Bool	%Q124.0		☒	☒	
15	<Ajouter>				☒	☒	

FIGURE 2.33 – La table de variables de la pompe n°1

La pompe n°1 en service (figure.2.34)

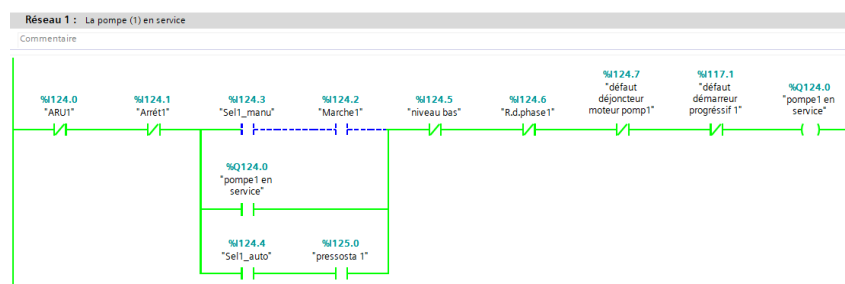


FIGURE 2.34 – Simulation – La pompe n°1 en service en mode auto

2. Le principe de fonctionnement de la pompe n°2

La pompe n°2 est conçue pour démarrer uniquement en cas de défaut de la pompe n°1. Ce défaut peut être provoqué par un déclenchement du disjoncteur moteur de la pompe n°1 ou par une perte de phase dans l'armoire électrique de cette dernière et la pression descend en dessous de 4.5 bars, valeur mesurée par le pressostat n°2.

En mode manuel : la pompe n°2 peut être démarrée manuellement en appuyant sur le bouton *Marche 2*, à condition que le sélecteur soit positionné sur *sel2_manu* et que le niveau d'eau dans le réservoir soit suffisant. Une fois ces conditions remplies, la pompe démarre immédiatement. Pour arrêter la pompe, il suffit d'appuyer sur le bouton *Arrêt 2*, ce qui entraîne l'arrêt immédiat du moteur.

En mode automatique : lorsque le sélecteur est placé sur *sel2_auto*, l'ouverture d'un robinet incendie (robinet anti-incendie) provoque une chute de pression dans le réseau. Lorsque cette pression atteint 4.5 bars, le pressostat 2 ferme son contact, ce

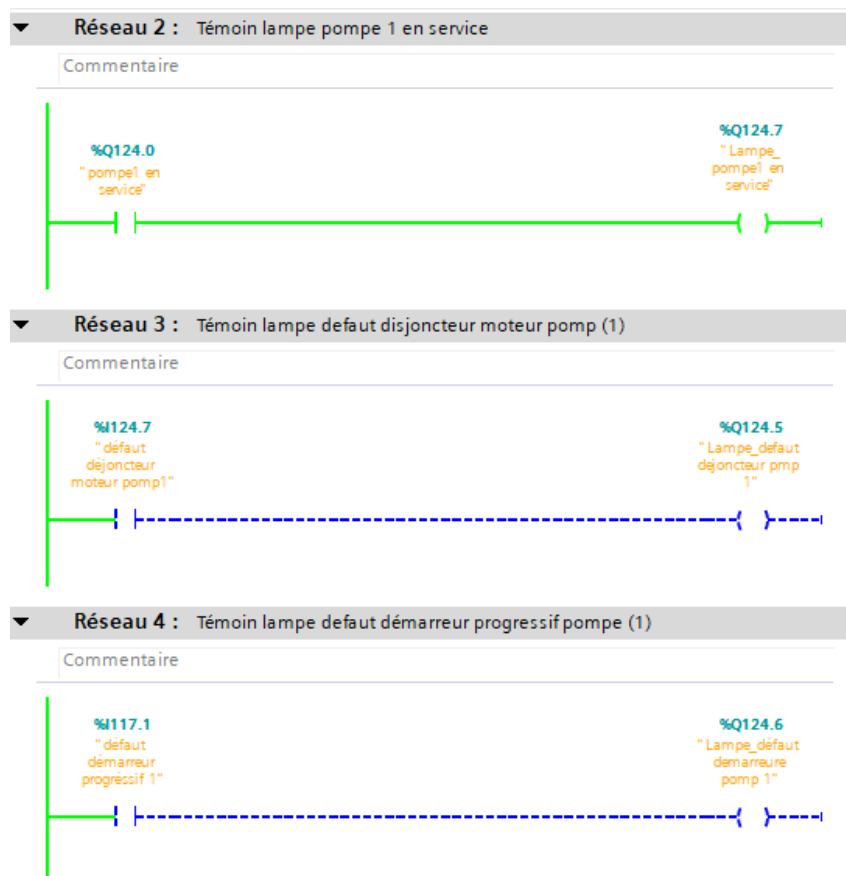


FIGURE 2.35 – Affichage des témoins de fonctionnement et défauts de la pompe 1

qui entraîne le démarrage automatique de la pompe.

La table de variable

Les variables entrées/sorties concernant la pompe n°2 (figure. 2.36)

	Nom	Type de données	Adresse	Réma...	Visibl...	Acces...
1	ARU2(1)	Bool	%I125.1		☒	☒
2	Sel2_auto(1)	Bool	%I125.2		☒	☒
3	Sel2_manu(1)	Bool	%I125.3		☒	☒
4	Arrêt2(1)	Bool	%I125.4		☒	☒
5	Marche2(1)	Bool	%I125.5		☒	☒
6	R.d.phase2(1)	Bool	%I125.6		☒	☒
7	pressosta 2(1)	Bool	%I125.7		☒	☒
8	défaut déjoncteur moteur pomp2(...	Bool	%I120.0		☒	☒
9	défaut démarreur progressif 2(1)	Bool	%I117.2		☒	☒
10	Lampe_défaut démarreur pomp ...	Bool	%Q121.1		☒	☒
11	Lampe_défaut dejoncteur pmp 2(1)	Bool	%Q121.0		☒	☒
12	Lampe_pompe2 en service(1)	Bool	%Q121.2		☒	☒
13	pompe2 en service(1)	Bool	%Q124.1		☒	☒
14	<Ajouter>				☒	☒

FIGURE 2.36 – La table de variable pompe n°2

Programmation sous Tia Portal (Ladder)

La pompe n°2 en service (figure. 2.37).

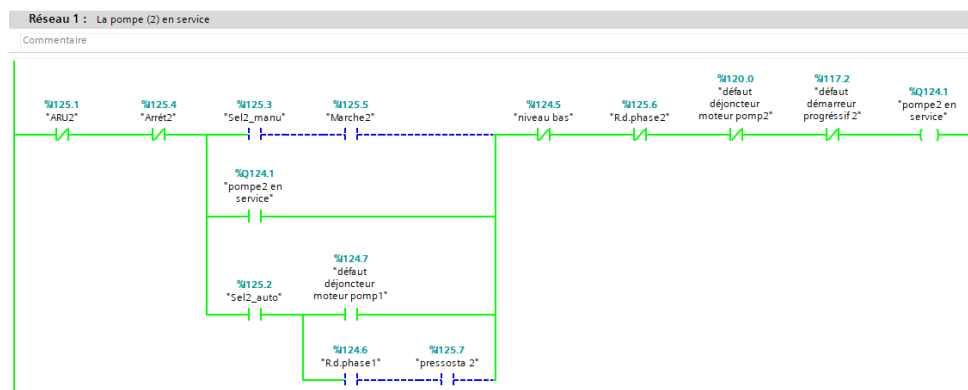


FIGURE 2.37 – Simulation – La pompe n°2 en service dans le mode auto

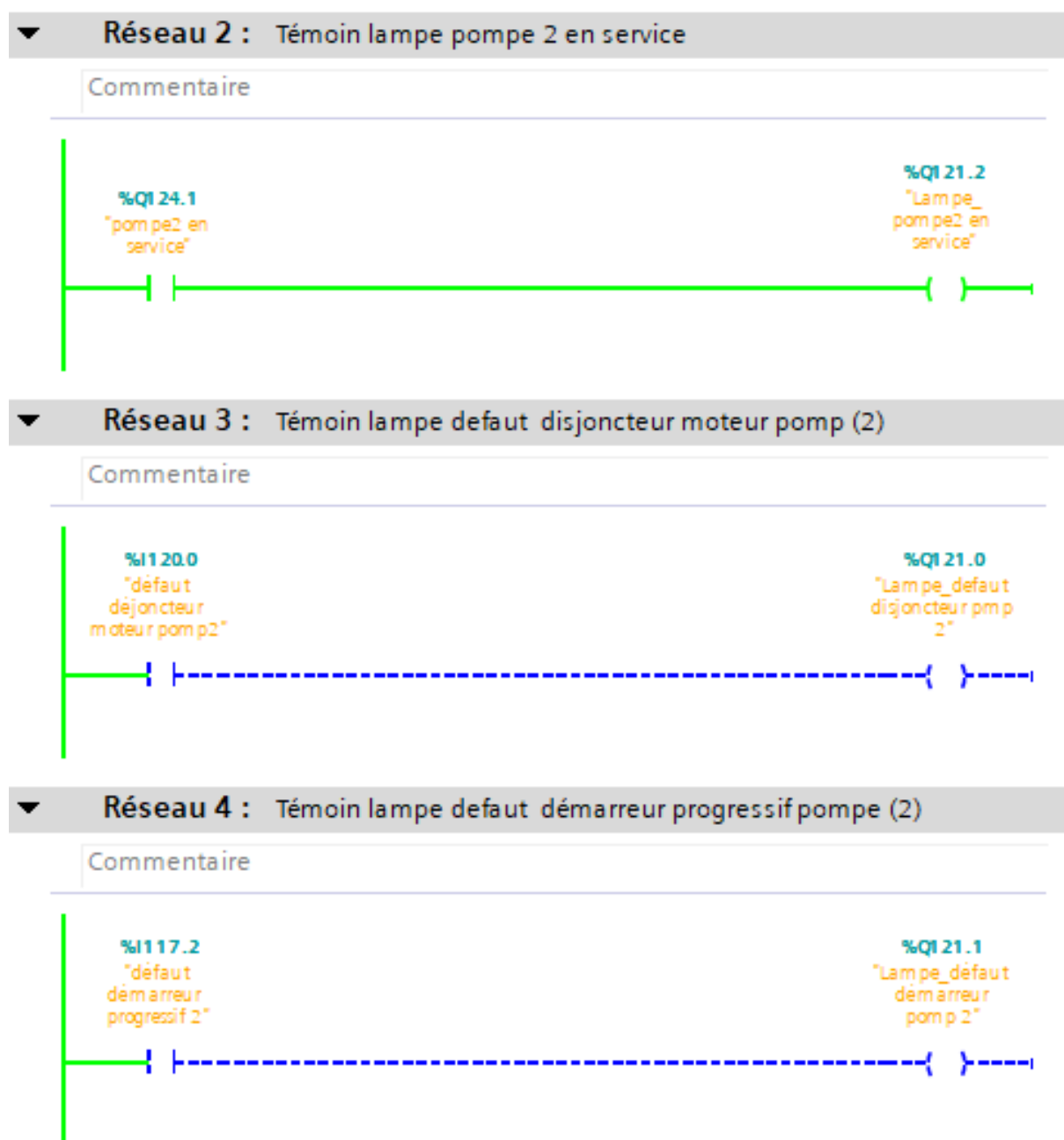


FIGURE 2.38 – Affichage des témoins de fonctionnement et défauts de la pompe n°2

3. Le principe de fonctionnement de la pompe jokey :

En mode automatique : la pompe jockey maintient une pression de 6 bars. Elle se met en marche lorsque la pression chute à 5.7 bars, valeur détectée par le pressostat3, dédié à la pompe jockey, qui ferme son contact et envoie un signal de démarrage. Une fois la pression remontée à 6 bars, la pompe s'arrête automatiquement. Toutefois, la pompe jockey ne fonctionne pas si l'une des pompes principales (pompe n°1, pompe n°2 ou le moteur diesel) est déjà en marche.

En mode manuel : La pompe jockey peut être démarrée manuellement en appuyant sur le bouton *Marche3*, à condition que le sélecteur soit positionné sur *sel3_auto*.

La table de variable

Les variables entrées/sorties concernant la pompe jockey sont présentées dans le figure 2.39.

	Nom	Type de données	Adresse	Réma...	Visibl...	Acces...
1	ARU3(1)	Bool	%I120.1		☒	☒
2	presosta 3(1)	Bool	%I120.3		☒	☒
3	Sel3_auto(1)	Bool	%I115.0		☒	☒
4	R.d.phase3(1)	Bool	%I120.6		☒	☒
5	défaul déjoncteur moteur pomp j...	Bool	%I120.7		☒	☒
6	Marche3(1)	Bool	%I120.5		☒	☒
7	Sel3_manu(1)	Bool	%I120.4		☒	☒
8	selecteur rotatif(1)	Bool	%I120.2		☒	☒
9	pompe1 en service(2)	Bool	%Q124.0		☒	☒
10	pompe2 en service(2)	Bool	%Q124.1		☒	☒
11	elctrovane carburant(1)	Bool	%Q124.3		☒	☒
12	pompe jockey en service(1)	Bool	%Q124.2		☒	☒
13	Lampe_défaul dejoncteur pmp jok...	Bool	%Q121.3		☒	☒
14	Lampe_pompe joky en service(1)	Bool	%Q121.5		☒	☒

FIGURE 2.39 – La table de variable pompe jockey

Programmation sous Tia Portal (Ladder)

La pompe jockey en service (figure. 2.40).

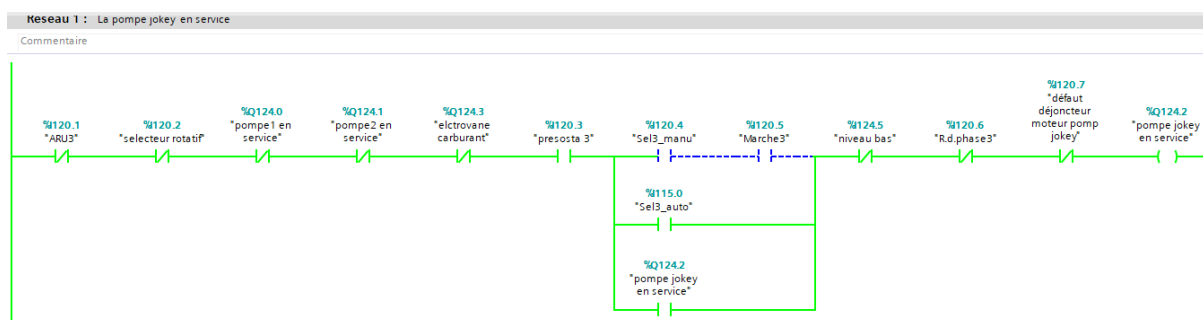


FIGURE 2.40 – Simulation – La pompe jockey en service en mode auto

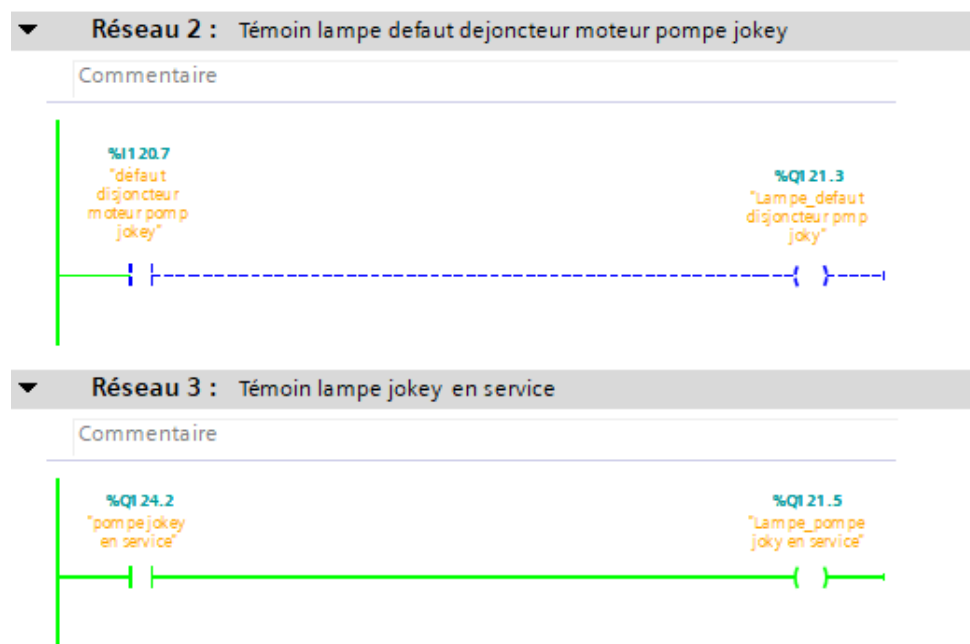


FIGURE 2.41 – Affichage des témoins de fonctionnement et défauts de la pompe jokey

4. Le principe de fonctionnement de moteur diesel

En mode automatique : Le moteur diesel est conçu pour démarrer uniquement en cas de défaillance simultanée des pompes n°1 et n°2. Cette défaillance peut résulter du déclenchement des disjoncteurs moteurs des deux pompes, d'un défaut au niveau des démarreurs progressifs, ou encore d'une perte de phase dans l'armoire électrique. En plus de ces conditions, le démarrage du moteur diesel est déclenché uniquement si la pression dans le réseau chute en dessous de 4.5 bars, valeur détectée par le pressostat n°4.

En mode manuel : Le moteur diesel peut également être démarré manuellement en appuyant sur le bouton *Marche 4*, à condition que le sélecteur soit positionné sur *sel4_manu* et que les niveaux de carburant et d'huile soient suffisants. Une fois ces conditions réunies, le démarreur est activé pendant 7 secondes, temps nécessaire au démarrage du moteur, puis il s'arrête automatiquement. Parallèlement, l'électrovanne s'ouvre durant toute la phase de fonctionnement du moteur diesel. Pour arrêter le moteur, il suffit d'appuyer sur le bouton Arrêt 4, ce qui provoque son arrêt immédiat.

La table de variable

Les variables entrées/sorties concernant le moteur diesel sont présentées dans la figure 2.42 .

Table de variables_ moteur diésel						
	Nom	Type de données	Adresse	Réma...	Visibl...	Acces...
1	ARU 4(1)	Bool	%I115.2			
2	Arrêt4(1)	Bool	%I115.1			
3	Sel4_manu(1)	Bool	%I115.3			
4	Marche4(1)	Bool	%I115.4			
5	niveau carburant(1)	Bool	%I115.6			
6	niveau huile(1)	Bool	%I115.5			
7	Sel4_auto(1)	Bool	%I115.7			
8	R.d.phase1(2)	Bool	%I124.6			
9	R.d.phase2(2)	Bool	%I125.6			
10	pressosta4(1)	Bool	%I117.0			
11	défaut déjoncteur moteur pomp1(...)	Bool	%I124.7			
12	défaut déjoncteur moteur pomp2(...)	Bool	%I120.0			
13	défaut démarreur progressif 2(2)	Bool	%I117.2			
14	Démarreur(1)	Bool	%Q124.4			
15	Lampe_elctrovane carburant(1)	Bool	%Q121.7			
16	Lampe_niveau de carburant(1)	Bool	%Q121.6			

FIGURE 2.42 – La table de variable moteur diesel

Programmation sous Tia Portal (Ladder)

Le moteur diesel en service (figure. 2.43 et figure. 2.44)

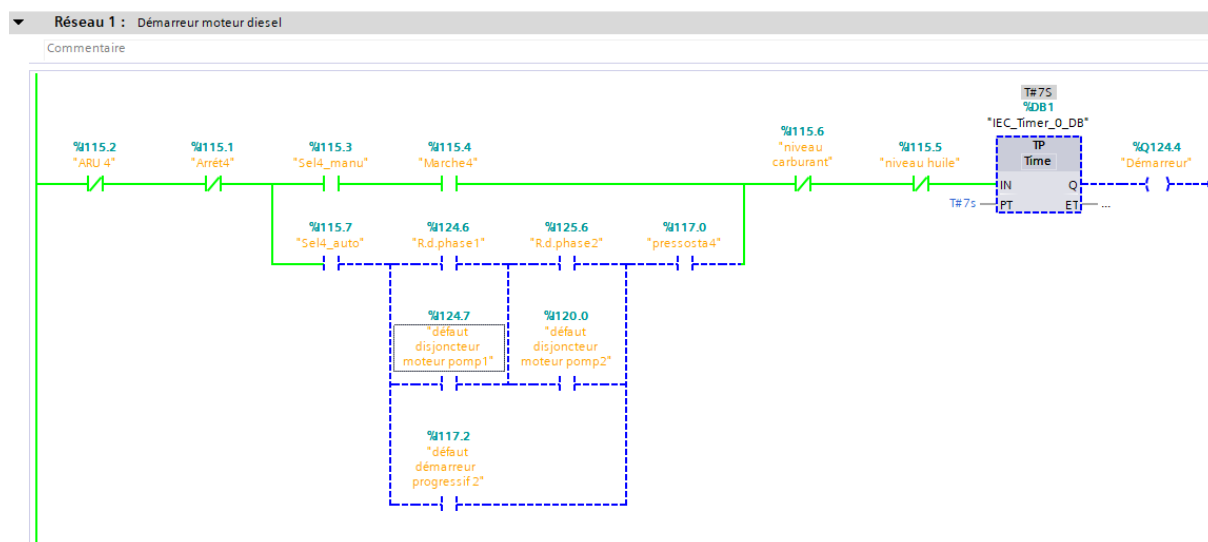


FIGURE 2.43 – Simulation – L'ordre de démarrage du moteur diésel

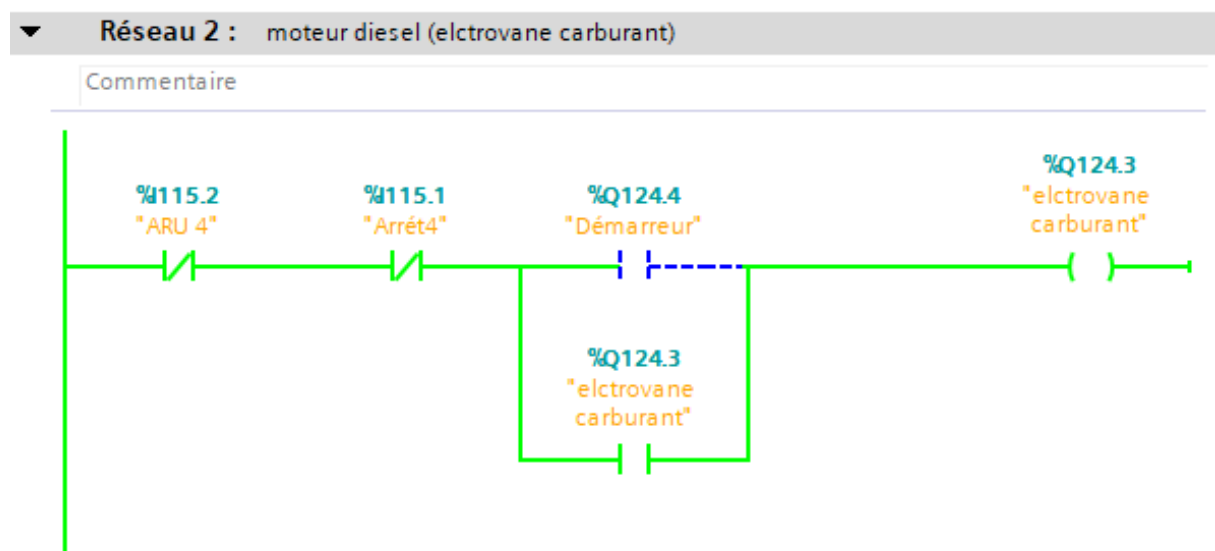


FIGURE 2.44 – L'Ouverture de l'electrovne carburant

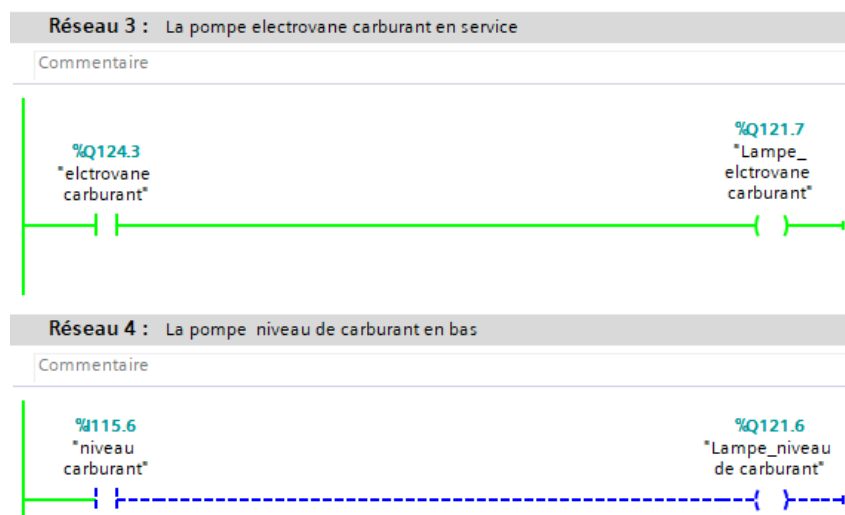


FIGURE 2.45 – Affichage des témoins de fonctionnement et défauts de moteure diesel

Remarque : Le démarrage des pompes principales et la pompe jokey et du moteur diesel peut s'effectuer automatiquement en fonction des conditions de pression et des éventuelles défaillances détectées. En revanche, l'arrêt de ces équipements reste entièrement manuel, et doit être réalisé par l'opérateur via les boutons d'arrêt correspondants.

5. Le principe de fonctionnement du gyrophare

Le gyrophare s'allume dès qu'un des équipements suivants est en fonctionnement : la pompe 1, la pompe 2 ou le moteur diesel. Il sert d'indicateur visuel pour signaler qu'un élément du système de lutte contre l'incendie est en cours de fonctionnement.

La table de variable

		Table de variables_gyrophare					
		Nom	Type de données	Adresse	Réma...	Visibl...	Acces...
1		pompe1 en service(3)	Bool	%Q124.0		☒	☒
2		pompe2 en service(3)	Bool	%Q124.1		☒	☒
3		electrovane carburant(3)	Bool	%Q124.3		☒	☒
4		gyrophare(1)	Bool	%Q125.0		☒	☒
5		<Ajouter>				☒	☒

FIGURE 2.46 – La table de variable du gyrophare

Programmation sous Tia Portal (Ladder)

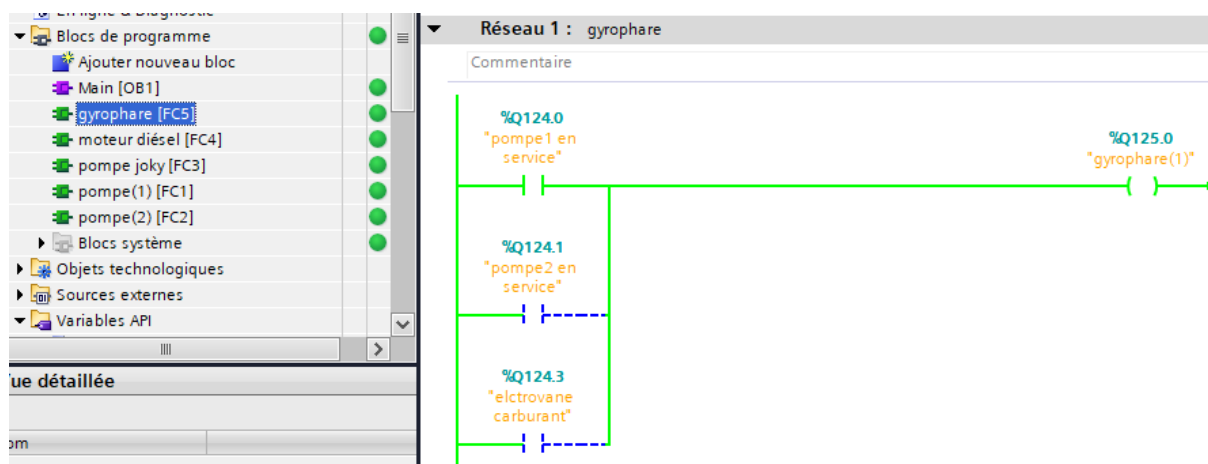
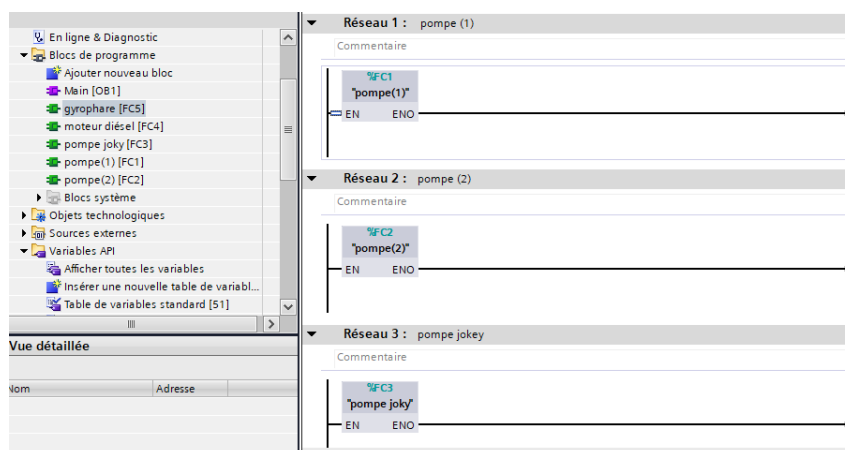


FIGURE 2.47 – La mise en marche du gyrophare

2.7.4 Blocs de programme



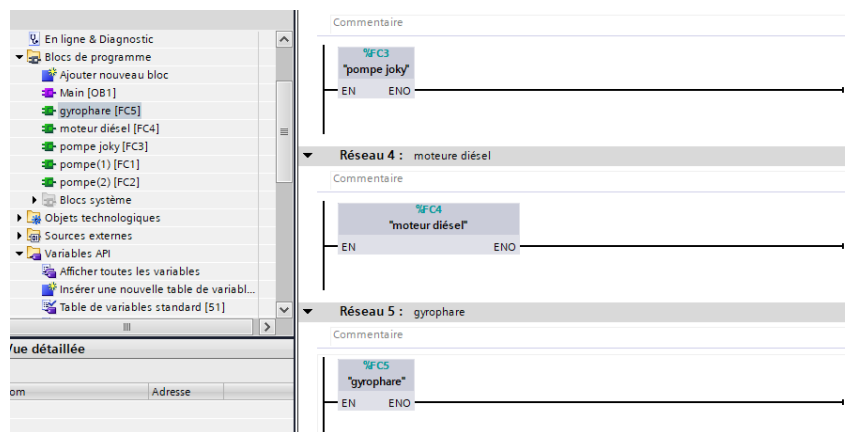


FIGURE 2.48 – Le blocs de programme

2.8 Conclusion

Ce chapitre a permis d'examiner en détail l'architecture automatisée d'un système de sécurité incendie, en s'appuyant sur la programmation d'un automate programmable industriel (API). À travers l'analyse du cahier des charges, des composants électrotechniques et de la logique de commande, nous avons mis en évidence l'importance d'une conception rigoureuse et sécurisée pour garantir une réponse rapide et fiable face aux situations d'urgence. L'utilisation du logiciel TIA Portal a également illustré la pertinence d'un environnement intégré pour la supervision et le contrôle des équipements.

Cette base technique et fonctionnelle ouvre naturellement la voie à la phase pratique, présentée dans le chapitre suivant, qui met en œuvre l'ensemble du système à travers une IHM. Cette étape permettra de valider concrètement les choix effectués, d'observer les résultats obtenus, et d'évaluer l'efficacité de l'interaction entre l'opérateur et le système automatisé.

Chapitre 3

Supervision par IHM

3.1 Introduction

Après avoir défini l'architecture automatisée du système de sécurité incendie et programmé la logique de commande dans le chapitre précédent, ce chapitre se consacre à la supervision du système via une interface homme-machine (IHM). La supervision joue un rôle crucial dans l'exploitation efficace et sécurisée des installations, en permettant à l'opérateur de surveiller en temps réel l'état du système, de détecter rapidement les anomalies, et de piloter les équipements en toute fiabilité.

Ce chapitre aborde la conception et l'intégration de l'IHM, en mettant l'accent sur l'ergonomie, la clarté des informations affichées et la réactivité de l'interface. L'environnement TIA Portal, déjà utilisé pour la programmation de l'API, est également mobilisé pour développer cette interface, assurant ainsi une cohérence globale du projet.

L'objectif est de traduire les fonctions techniques du système en éléments visuels intuitifs et interactifs, facilitant l'intervention humaine tout en respectant les exigences de la norme NFPA 20. Cette étape constitue un lien essentiel entre la logique automatisée et l'utilisateur final, garantissant une exploitation optimale du système de lutte contre l'incendie.

3.2 Conception de l'IHM

L'interface homme-machine (IHM) joue un rôle essentiel dans la supervision du système de sécurité incendie. Elle a pour mission de faciliter l'interaction entre l'opérateur et le système automatisé, en traduisant les données techniques issues de l'automate en

informations visuelles compréhensibles et en commandes accessibles.

Les principaux objectifs visés par la mise en place de cette IHM sont les suivants :

- **Surveillance en temps réel** : permettre à l'utilisateur de suivre l'état de fonctionnement des équipements (pompes principales, pompe jockey, moteur diesel) ainsi que l'état global du système.
- **Détection et signalisation rapide des anomalies** : afficher immédiatement toute alarme ou dysfonctionnement afin d'assurer une réaction rapide de l'opérateur.
- **Commande des équipements** : offrir la possibilité d'agir sur certaines fonctions du système (activation manuelle, arrêt en mode maintenance, acquittement des alarmes), tout en respectant les niveaux d'autorisation définis.
- **Amélioration de l'ergonomie** : rendre l'interface intuitive, claire et facile à utiliser, même en situation d'urgence, en minimisant les risques d'erreurs humaines.
- **Archivage des événements** : enregistrer les événements et les changements d'état du système pour permettre un suivi historique et une analyse a posteriori en cas d'incident.
- **Conformité aux exigences normatives** : s'assurer que l'interface répond aux critères de sécurité et de lisibilité imposés par des normes telles que la NFPA 20.

3.3 Structure d'un système de surveillance

La fonction de surveillance repose sur un mécanisme d'observation continue et d'analyse, dont le rôle principal est d'évaluer l'état du système en temps réel. Elle fournit des indicateurs pertinents permettant d'identifier toute anomalie. Cette surveillance vise à détecter et classifier les défaillances potentielles en suivant l'évolution du comportement du système. Une fois une anomalie repérée, le processus inclut une phase de diagnostic, durant laquelle les éléments défectueux sont localisés et les causes profondes du dysfonctionnement sont déterminées.

Composantes de la surveillance industrielle [23] :

- **La Détection** : Elle a pour but d'identifier les éventuelles défaillances du système en analysant son comportement. Il est essentiel de pouvoir distinguer les situations normales de celles présentant une anomalie, afin de réagir de manière appropriée.
- **Le Diagnostic** : La fonction de diagnostic vise à déterminer les causes d'un comportement anormal du système et à localiser les composants impliqués. Elle se

divise en deux opérations principales : la localisation des éléments défaillants et l'identification des origines du dysfonctionnement.

- **Localisation** : La localisation consiste à identifier le sous-système ou la partie fonctionnelle du système qui est à l'origine de la défaillance.
- **Identification de la cause** : L'identification a pour objectif de déterminer les origines d'une situation anormale. Ces causes peuvent être internes, c'est-à-dire liées à des composants défectueux du système lui-même, ou externes, provenant de facteurs extérieurs à l'équipement.

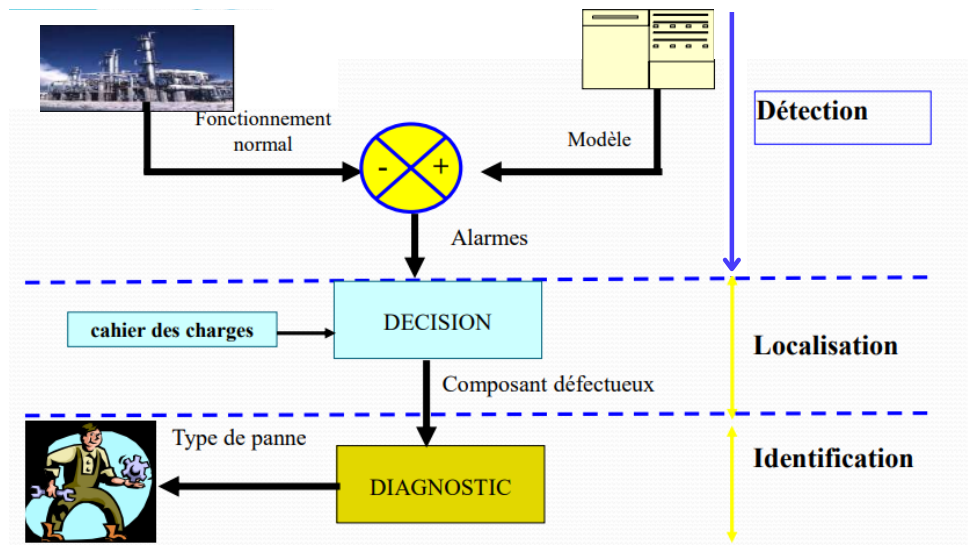


FIGURE 3.1 – Architecture fonctionnelle d'un système de diagnostic des défaillances [23]

3.4 Technologies et outils

WinCC Advanced Runtime dans TIA Portal : La création d'une IHM à l'aide de WinCC Advanced Runtime dans l'environnement TIA Portal s'appuie sur une plateforme intégrée développée par Siemens. Celle-ci offre les outils nécessaires pour concevoir, paramétrer et mettre en œuvre des solutions de supervision industrielle performantes [51].

WinCC Runtime Professional : est un système SCADA permettant de structurer une configuration allant des systèmes monopostes aux systèmes multipostes, y compris les clients standard ou les clients Web. WinCC Runtime Professional peut être acheté avec des licences pour 128, 512, 2k, 4k, 8k, 64k, 100k, 150k et 256k PowerTags (tags avec interface de processus) [52] .

3.4.1 Méthodologie de développement de l'IHM

- **Ajout d'un appareil dans le projet TIA Portal :** Dans cette étape, un appareil de type « PC Station » est intégré au sein du projet TIA Portal afin d'y déployer l'environnement de supervision. Pour cela, le module WinCC Runtime Advanced est sélectionné. Il s'agit d'un outil puissant conçu pour le développement d'interfaces homme-machine destinées à être exécutées sur des postes informatiques industriels. Cette plateforme permet non seulement la création d'IHM locales, mais aussi la visualisation en temps réel des données de processus, le contrôle des équipements, et la communication fluide avec l'automate programmable via les protocoles standards pris en charge par Siemens.

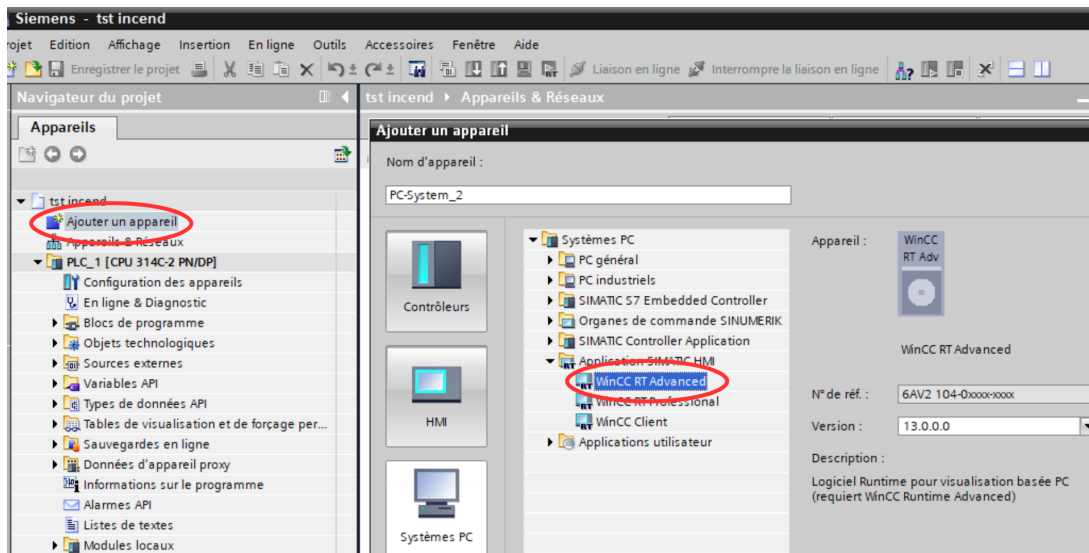


FIGURE 3.2 – Sélection du système de supervision WinCC RT Advanced

- **Ajout d'un module de communication :** Afin de garantir une communication stable entre un automate programmable (PLC) et une station de supervision fonctionnant sous WinCC Runtime Advanced, il est possible d'intégrer le module Profibus CP 5711 (réf. 6GK1571-1AA00) (Figure.3.3). Ce composant permet à la station IHM de s'interfacer avec le réseau Profibus pour échanger des données avec le PLC de manière rapide et sécurisée. La configuration du module s'effectue dans TIA Portal, où l'on définit les adresses de communication et associe les variables automates aux objets visuels de l'interface. Cette mise en place assure à l'opérateur un accès en temps réel aux données du système, facilitant ainsi la surveillance et le pilotage du procédé industriel via une interface claire et conviviale.

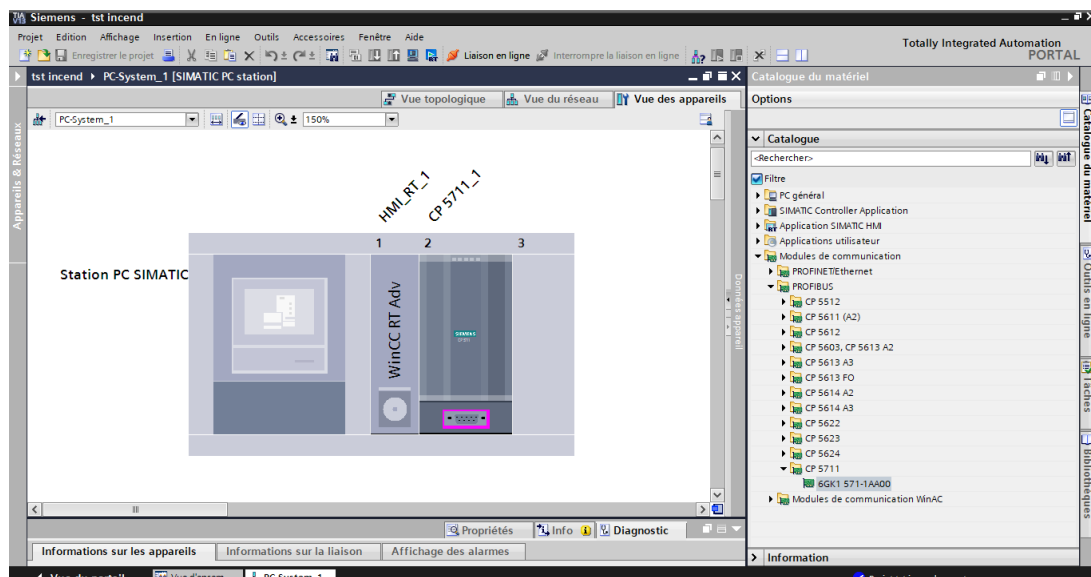


FIGURE 3.3 – Sélection du module de communication

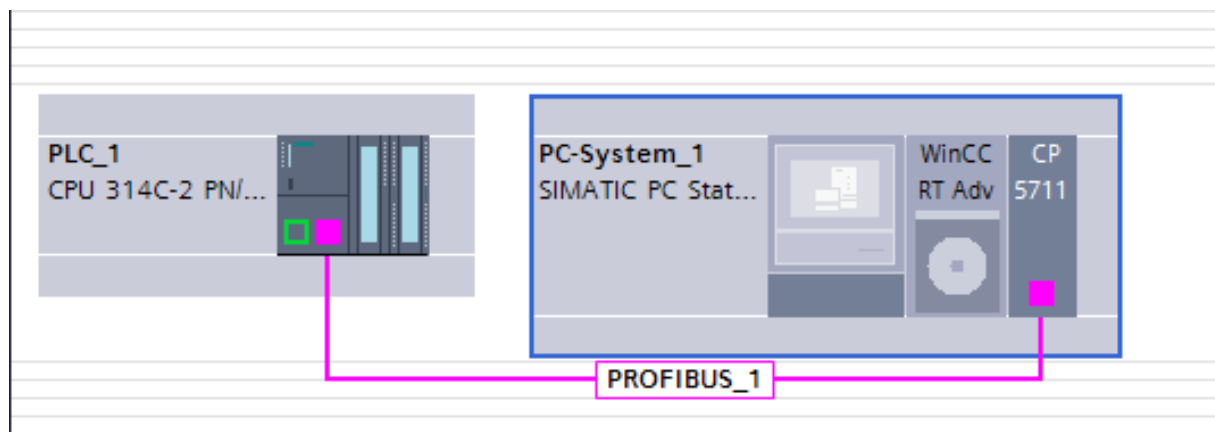


FIGURE 3.4 – La communication réseau entre l'unité CPU PLC et la station PC

3.4.2 La table de variables IHM

Dans le cadre de la conception d'une IHM efficace, il est essentiel d'identifier et de définir les différentes variables qui interviennent dans l'interaction entre l'utilisateur et le système. Ces variables permettent de structurer les éléments de l'interface en fonction des besoins fonctionnels, ergonomiques et esthétiques. Le tableau suivant regroupe l'ensemble des variables utilisées dans le développement de notre IHM (Figure.3.5).

Variables IHM							
Nom	Table des variables	Type de données	Connexion	Nom API	Variable API	Adresse	Mode d'accès
Arrêt1	Table de variables standard	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	Arrêt1	%I124.1	-accès absolu-
arret2_m	Table de variables standard	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	arret2_m	%M90.2	-accès absolu-
arret3_m	Table de variables standard	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	arret3_m	%M90.4	-accès absolu-
arret4_m	Table de variables standard	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	arret4_m	%M90.7	-accès absolu-
cap_ana_p	Table de variables standard	Int	HMI_Liaison_1	PLC_1	cap_ana_p	%I130	-accès absolu-
défaul déjoncteur moteur pom...	Table de variables standard	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	*défaul déjoncteur mote...	%I120.7	-accès absolu-
défaul déjoncteur moteur pom...	Table de variables standard	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	*défaul déjoncteur mote...	%I124.7	-accès absolu-
défaul déjoncteur moteur pom...	Table de variables standard	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	*défaul déjoncteur mote...	%I120.0	-accès absolu-
défaul démarreur progressif 1(1)	Table de variables standard	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	*défaul démarreur progr...	%I117.1	-accès absolu-
défaul démarreur progressif 2(1)	Table de variables standard	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	*défaul démarreur progr...	%I117.2	-accès absolu-
electrovane carburant(2)	Table de variables standard	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	*electrovane carburant(2)	%Q124.3	-accès absolu-
heur_d_cmtptg	Table de variables standard	Int	HMI_Liaison_1	PLC_1	heur_d_cmtptg	%MW111	-accès absolu-
marche2_m	Table de variables standard	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	marche2_m	%M90.3	-accès absolu-
marche3_m	Table de variables standard	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	marche3_m	%M90.5	-accès absolu-
marche4_m	Table de variables standard	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	marche4_m	%M91.1	-accès absolu-
niveau carburant(1)	Table de variables standard	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	*niveau carburant(1)*	%I115.6	-accès absolu-
niveau huile(1)	Table de variables standard	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	*niveau huile(1)*	%I115.5	-accès absolu-
niveau_bache_eau	Table de variables standard	Real	HMI_Liaison_1	PLC_1	niveau_bache_eau	%MD11	-accès absolu-
niveau_pression_a	Table de variables standard	Real	HMI_Liaison_1	PLC_1	ni_a	%MD94	-accès absolu-
niveau_pression_a(1)	Table de variables standard	Real	HMI_Liaison_1	PLC_1	niveau_pression_a	%MD26	-accès absolu-
nombr_d_démarrage	Table de variables standard	Int	HMI_Liaison_1	PLC_1	nombr_d_démarrage	%MW113	-accès absolu-
pompe jockey en service(1)	Table de variables standard	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	*pompe jockey en service(	%Q124.2	-accès absolu-
pompe1 en service	Table de variables standard	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	*pompe1 en service"	%Q124.0	-accès absolu-
pompe1 en service(1)	Table de variables standard	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	*pompe1 en service(1)"	%Q124.0	-accès absolu-
pompe2 en service(1)	Table de variables standard	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	*pompe2 en service(1)"	%Q124.1	-accès absolu-
pressosta 3(1)	Table de variables standard	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	*pressosta 3(1)"	%I120.3	-accès absolu-
pression tres bas	Table de variables standard	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	*pression tres bas"	%M91.3	-accès absolu-
pressosta 1(1)	Table de variables standard	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	*pressosta 1(1)"	%I125.0	-accès absolu-
pressosta 2(1)	Table de variables standard	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	*pressosta 2(1)"	%I125.7	-accès absolu-
pressosta4(1)	Table de variables standard	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	pressosta4(1)	%I117.0	-accès absolu-
Rd.phase1(1)	Table de variables standard	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	*Rd.phase1(1)"	%I124.6	-accès absolu-

Variables IHM							
Nom	Table des variables	Type de données	Connexion	Nom API	Variable API	Adresse	Mode d'accès
Rd.phase2(1)	Table de variables standard	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	*Rd.phase2(1)"	%I125.6	-accès absolu-
Rd.phase3(1)	Table de variables standard	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	*Rd.phase3(1)"	%I120.6	-accès absolu-
Sel1_auto(1)	Table de variables standard	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	Sel1_auto(1)	%I124.4	-accès absolu-
Sel1_manu(1)	Table de variables standard	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	Sel1_manu(1)	%I124.3	-accès absolu-
Sel2_auto(1)	Table de variables standard	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	Sel2_auto(1)	%I125.2	-accès absolu-
Sel2_manu(1)	Table de variables standard	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	Sel2_manu(1)	%I125.3	-accès absolu-
Sel3_auto(1)	Table de variables standard	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	Sel3_auto(1)	%I115.0	-accès absolu-
Sel3_manu(1)	Table de variables standard	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	Sel3_manu(1)	%I120.4	-accès absolu-
Sel4_auto(1)	Table de variables standard	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	Sel4_auto(1)	%I115.7	-accès absolu-
Sel4_manu(1)	Table de variables standard	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	Sel4_manu(1)	%I115.3	-accès absolu-
Star_m	Table de variables standard	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	Star_m	%M91.6	-accès absolu-
stop	Table de variables standard	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	stop	%M91.4	-accès absolu-
Tag_1	Table de variables standard	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	Tag_1	%M90.0	-accès absolu-
Tag_2	Table de variables standard	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	Tag_2	%M90.1	-accès absolu-

FIGURE 3.5 – La table de variables IHM

3.5 Programmation

3.5.1 Programme en Ladder de l'horloge

Ce programme permet de simuler une journée complète en incrémentant les heures (Figure.3.6).

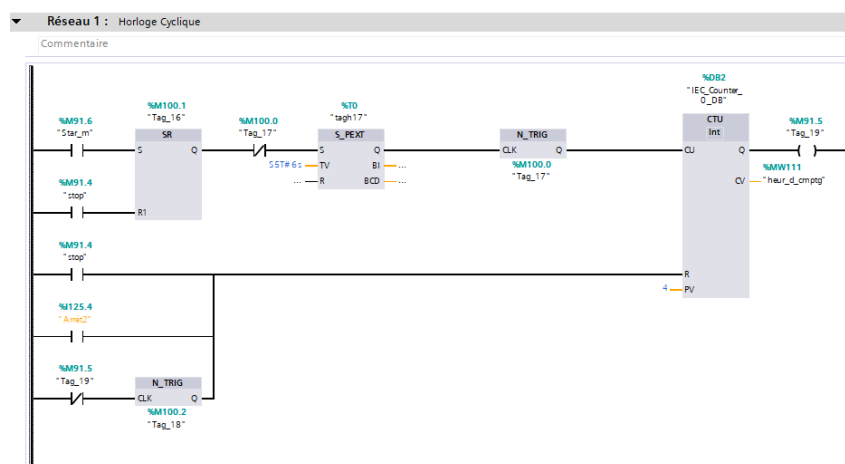


FIGURE 3.6 – Horloge Cyclique

3.5.2 Programme de Comptage des démarrages de pompe jokey

Ce programme (Figure.3.7), intitulé « Compteur de démarrages de pompe pendant 24h », permet d'enregistrer le nombre total d'activations de la pompe sur une période journalière. Il fonctionne en parallèle avec le bloc horloge 24h et se réinitialise à la fin de chaque cycle quotidien.

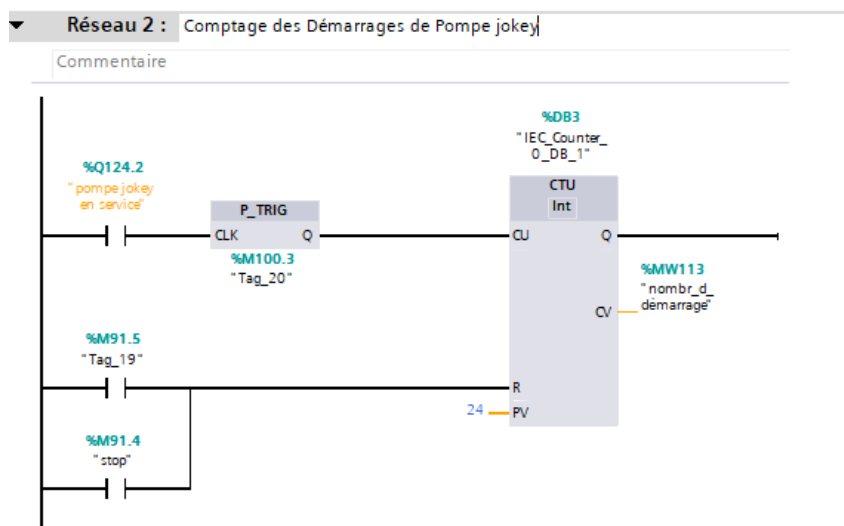


FIGURE 3.7 – Compteur de démarrages de pompe jokey

3.5.3 Traitement des signaux analogiques

Dans le cadre de la surveillance automatique d'un système, certaines grandeurs physiques telles que la pression et le niveau d'eau sont mesurées à l'aide de capteurs analogiques. Ces capteurs produisent des signaux électriques proportionnels aux valeurs mesurées. Afin de rendre ces données compréhensibles et utilisables par le programme de l'automate, une mise à l'échelle est nécessaire. Les blocs Scale (Figure.3.8 et Figure.3.9) jouent ce rôle en convertissant les signaux d'entrée analogiques en valeurs numériques exprimées dans des unités réelles, comme le bar ou le mètre. Cela permet une interprétation correcte des données pour un contrôle efficace du système.

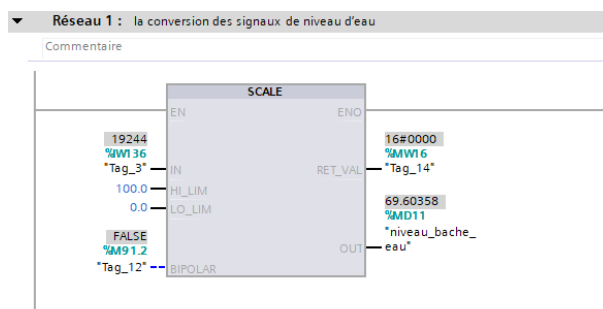


FIGURE 3.8 – la conversion des signaux de niveau d'eau

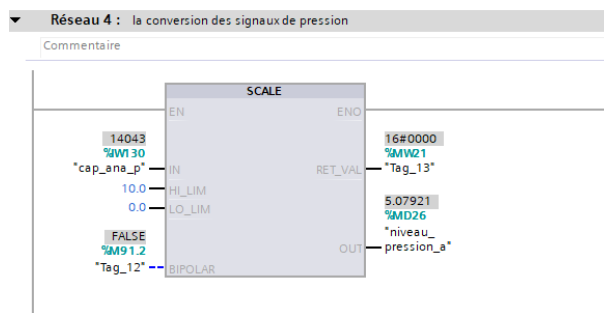


FIGURE 3.9 – la conversion des signaux de pression

3.6 Analyse par simulation de l'IHM conçue

Avant de lancer la simulation, il est nécessaire d'établir la connexion entre le PC et la station via PLCSim, afin d'assurer la communication entre le programme et le contrôleur, comme illustré dans la figure 3.10.

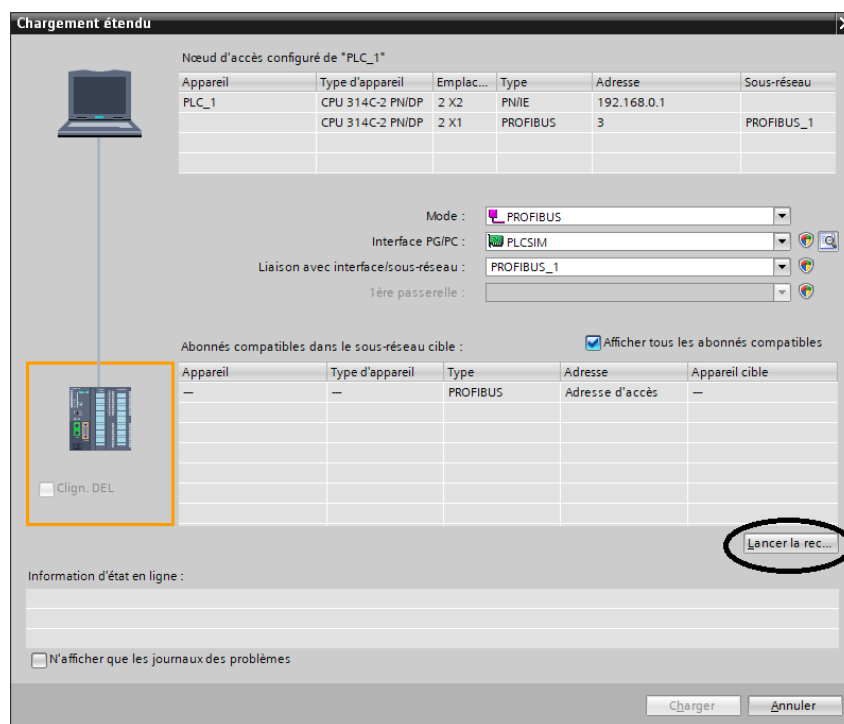


FIGURE 3.10 – La connexion entre le PC et la station via PLCSim

Présentation des vues de l'IHM

Vues de menu : Cette vue (Figure.3.11) joue le rôle d'un point central de navigation. À partir de cette interface principale, l'utilisateur peut accéder directement à l'ensemble des autres vues (pompes, moteur diesel, commandes, alarmes, etc.) grâce à des boutons de menu intuitifs et bien organisés.



FIGURE 3.11 – Vues de menu

vue générale : La Figure 3.12 présente une vue d'ensemble de toute l'installation de pompage, permettant une supervision centralisée de l'état des différentes pompes ainsi que du réseau hydraulique associé.

Cette interface regroupe les informations suivantes :

États des pompes : Les quatre pompes sont représentées, avec leurs modes de fonctionnement indiqués (Automatique ou Manuel).

Visualisation des équipements

- Les pompes principales (électriques) sont positionnées à gauche.
- La pompe jockey, au centre (en vert), est immergée et raccordée au réseau pour maintenir la pression constante.
- À droite, la pompe diesel de secours est représentée avec son moteur thermique.

Capteurs et mesures

- Un capteur de pression au centre du collecteur indique une pression actuelle de 5.83 bar, assurant un bon fonctionnement du système.
- Le niveau d'eau dans le réservoir est également mesuré à 79%, garantissant un approvisionnement suffisant pour les pompes.
- Des pressostats (PS1 à PS4) surveillent individuellement la pression sur différentes sections du circuit.

Réseau hydraulique

- Le réseau est représenté par des conduites bleues animées, illustrant la circulation de l'eau sous pression.

- Le collecteur en haut montre les sorties vers plusieurs points d'utilisation (ex. têtes de sprinklers), permettant une distribution homogène de la pression dans l'installation.

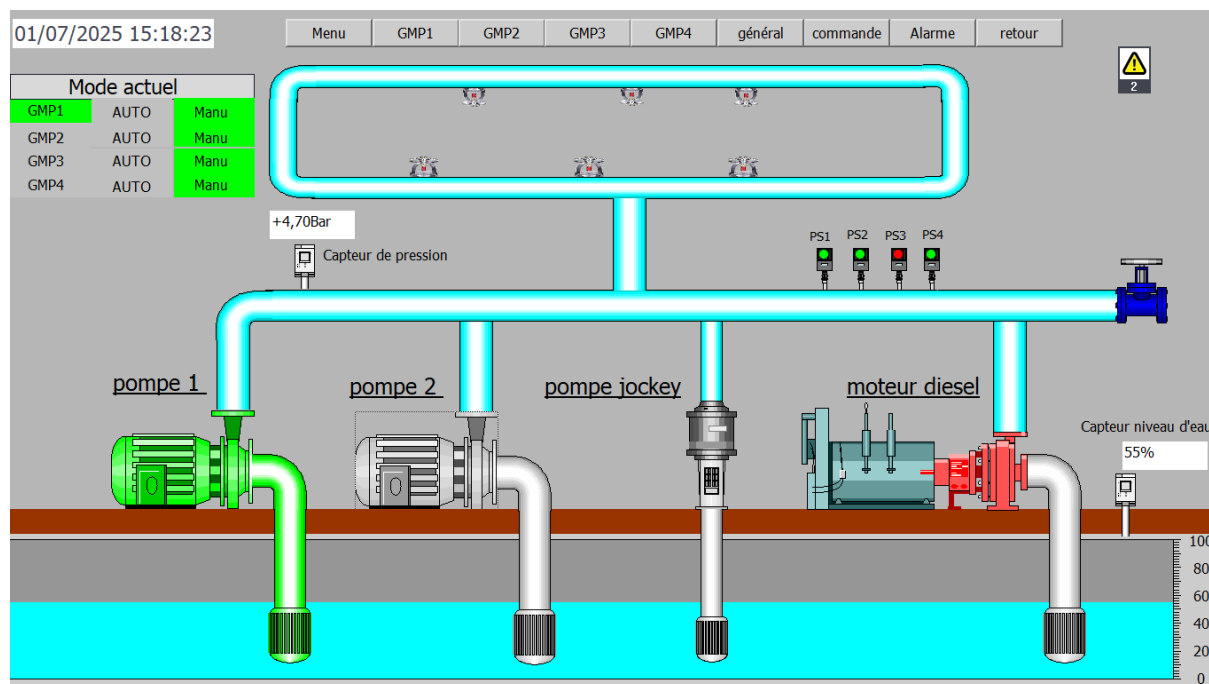


FIGURE 3.12 – Vue général

Vue de pompe 1 : Cette interface (Figure.3.13) est dédiée à la supervision de la première pompe du système. Elle permet à l'utilisateur de visualiser en temps réel plusieurs informations essentielles liées à la pompe 1, notamment :

- Le mode de fonctionnement (Auto / Manuel / Hors service), affiché clairement dans la partie supérieure de la vue.
- Les défauts détectés, comme le déclenchement du disjoncteur moteur ou un problème au niveau du démarreur progressif, sont listés dans une zone colorée, facilitant l'identification rapide des anomalies.
- Un pressostat est représenté pour indiquer la pression en sortie de pompe.
- Un capteur de niveau d'eau, situé dans le réservoir, affiche la valeur actuelle de la hauteur d'eau (exprimée de 0 à 100 %), permettant de vérifier si la pompe fonctionne avec un niveau adéquat.

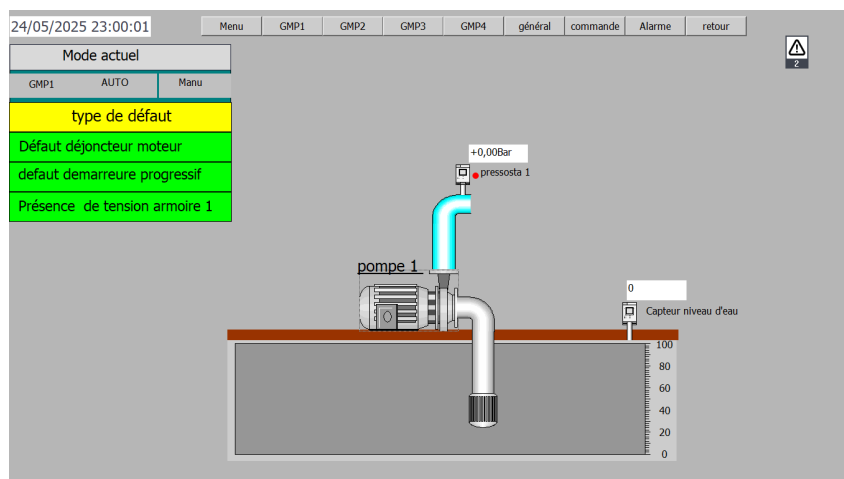


FIGURE 3.13 – Vue de pompe 1

Vue de pompe 2 : L'interface dédiée à la pompe 2 (Figure.3.14) reprend la même logique de supervision que celle de la pompe 1, tout en intégrant certains éléments spécifiques à son rôle dans le système. Elle permet de surveiller le bon fonctionnement de cette pompe de secours, qui est automatiquement sollicitée en cas de défaut ou d'arrêt de la pompe principale.

On y retrouve les informations suivantes :

- Le mode de fonctionnement est clairement indiqué (Automatique, Manuel, ou Hors service), offrant une visibilité immédiate sur l'état de la pompe.
- Une section colorée liste les défauts détectés, notamment le déclenchement du disjoncteur moteur ou une anomalie au niveau du démarreur progressif.
- Un pressostat dédié est représenté pour surveiller la pression en sortie de la pompe. Ce capteur joue un rôle important dans le déclenchement et l'arrêt automatique selon la pression du réseau.
- Le niveau d'eau dans le réservoir est également affiché à travers un capteur analogique, exprimé en pourcentage (ici à 79 %), garantissant que la pompe fonctionne dans des conditions hydrauliques optimales.

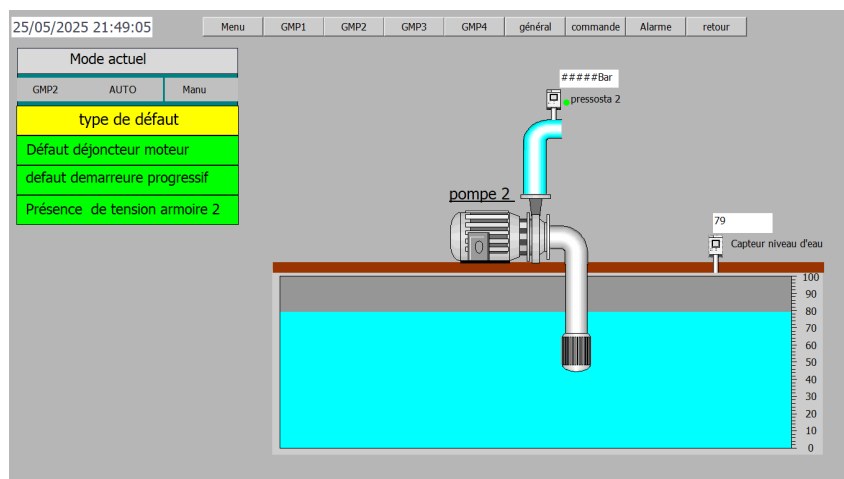


FIGURE 3.14 – Vue de pompe 2

Vue de pompe jockey : Cette interface (Figure.3.15) est dédiée à la supervision de la pompe jockey, un élément essentiel du système de protection incendie. Contrairement aux autres pompes principales, la pompe jockey est conçue pour maintenir la pression du réseau en permanence, et éviter le démarrage fréquent des pompes principales pour des variations de pression mineures.

Elle présente les informations suivantes :

- Le mode de fonctionnement est affiché (Automatique, Manuel ou Hors service), ce qui permet de vérifier rapidement l'état opérationnel de la pompe.
- Une zone de notification colorée indique les défauts en cours, comme le déclenchement du disjoncteur moteur, ainsi que la présence de tension dans l'armoire électrique correspondante.
- Un pressostat (pressostat 3) surveille en temps réel la pression du réseau, garantissant que la pompe jockey intervient dès que la pression chute sous un certain seuil prédéfini.
- Un tableau spécifique indique le nombre de fois où la pompe jockey a démarré au cours de la journée.
- Comme pour les autres pompes, un capteur de niveau d'eau affiche la hauteur actuelle du liquide dans le réservoir (ici à 79 %), assurant un fonctionnement correct du système hydraulique.

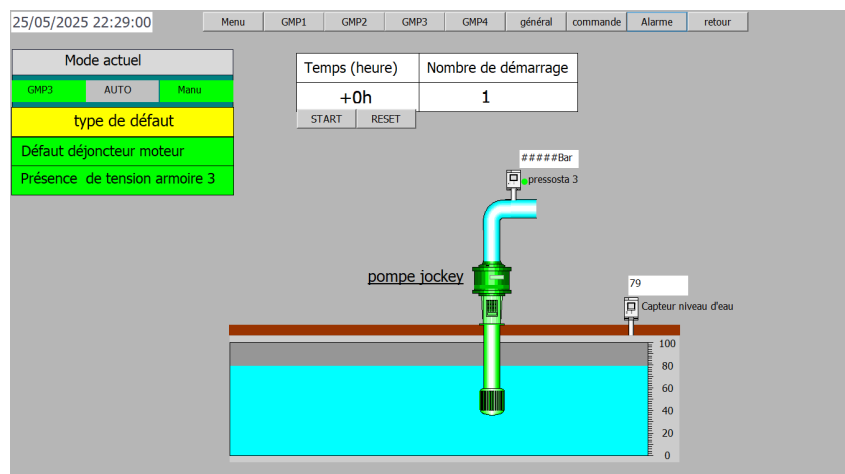


FIGURE 3.15 – Vue de la pompe jockey

Vue de moteur diesel : L'interface illustrée à la Figure 3.16 est dédiée à la surveillance de la pompe diesel de secours, conçue pour prendre le relais automatiquement en cas de perte de tension ou d'indisponibilité des pompes principales .

Elle permet de visualiser en temps réel les informations suivantes :

- **Mode de fonctionnement :** L'état de la pompe est affiché clairement dans la partie supérieure (Automatique, Manuel ou Hors service).
- **Détection de défauts :** Une zone de notification colorée permet d'identifier rapidement l'état du système. Ici :
 - Le type de défaut est mis en évidence (zone jaune),
 - Les indicateurs de niveau de carburant et de niveau d'huile sont affichés en vert (bons),
 - La présence de tension dans les armoires 1 et 2 est également surveillée (ici présentes, donc la pompe diesel est en attente).
- **Pression réseau :** Le pressostat 4 surveille la pression de sortie.
- **Niveau d'eau :** Un capteur analogique indique que le réservoir contient actuellement 79% d'eau, un niveau adéquat pour le bon fonctionnement du système hydraulique.

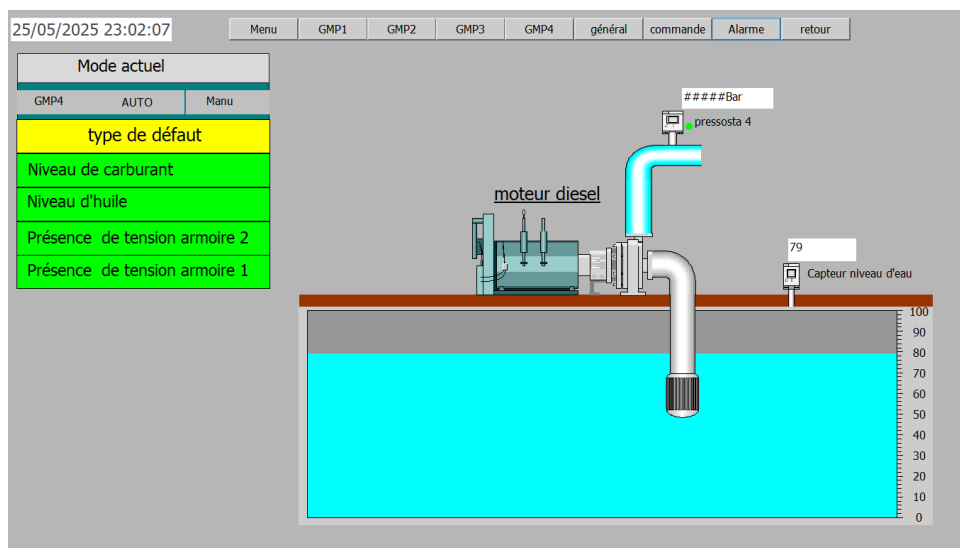


FIGURE 3.16 – Vue de moteur diesel

Vue commande : La Figure 3.17 illustre l'interface de commande permettant à l'opérateur de surveiller en temps réel l'état des pompes et d'agir rapidement si nécessaire, ainsi que de piloter les groupes motopompes en mode manuel, en activant ou arrêtant individuellement chaque pompe selon les besoins.

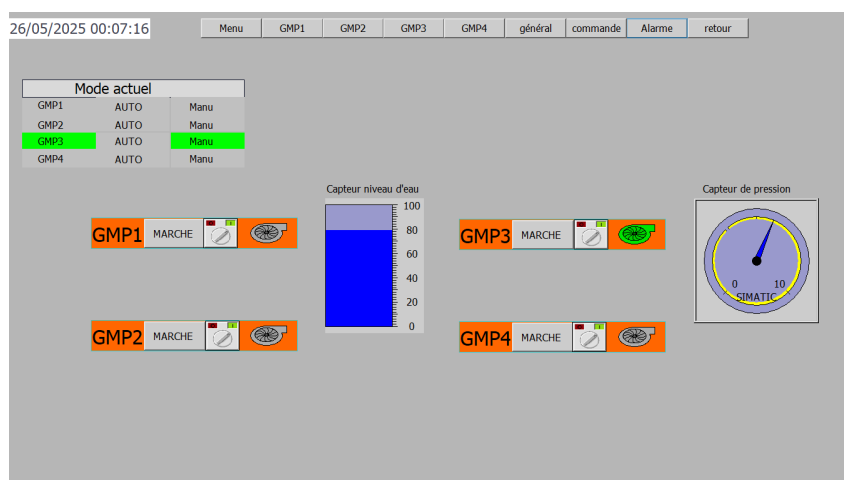


FIGURE 3.17 – Vue de commande

Vue alarme : La vue des alarmes (Figure.3.18) permet à l'opérateur de détecter rapidement toute anomalie susceptible d'impacter le bon fonctionnement du système, elle joue un rôle essentiel dans la sécurité et la réactivité de l'installation. Cette interface centralise et affiche en temps réel toutes les alertes critiques, notamment :

- Baisse de pression : Une alarme est générée si la pression dans le réseau chute en dessous d'un seuil prédéfini.
- Niveau d'eau insuffisant : Si le niveau du réservoir passe sous un seuil critique

(exemple : pression $< 30\%$), une alerte s'active. Cela permet d'éviter que les pompes ne tournent à vide, ce qui risquerait de les endommager.

- Défauts techniques : La vue affiche également les défauts détectés sur les équipements (disjoncteurs déclenchés, absence de tension, erreurs sur démarreurs progressifs, etc.).

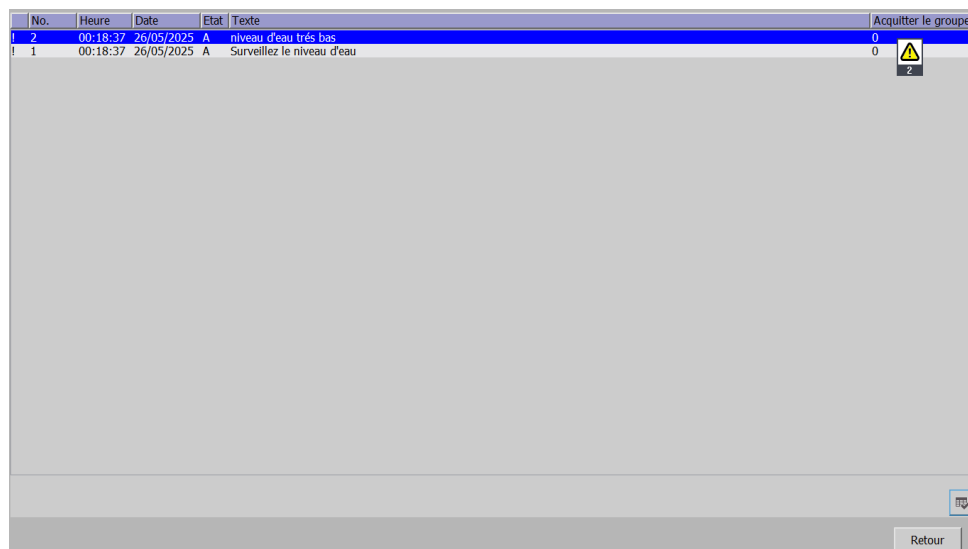


FIGURE 3.18 – Vue alarme

3.7 Conclusion

Ce chapitre a permis de concrétiser la dimension interactive et visuelle de notre système anti-incendie à travers la mise en place d'une supervision efficace par interface homme-machine (IHM). En s'appuyant sur une méthodologie structurée, nous avons développé des vues claires et fonctionnelles permettant un suivi en temps réel de l'état du système, tout en intégrant des fonctionnalités essentielles telles que le comptage des démarrages, et le traitement des signaux analogiques. Chaque élément de l'IHM a été pensé pour optimiser la lisibilité, faciliter l'intervention humaine et garantir une réactivité face aux situations critiques.

L'analyse par simulation a confirmé la cohérence entre le système physique automatisé et son interface de supervision, validant ainsi les choix techniques et ergonomiques effectués. Cette étape marque une avancée majeure dans notre projet, en apportant une vision globale et intégrée de l'environnement automatisé. Elle ouvre également la voie à la validation expérimentale et à l'optimisation des performances du système dans un contexte réel.

Conclusion générale

Ce mémoire nous a permis d'aborder de manière complète les différentes étapes de conception et de mise en œuvre d'un système anti-incendie automatisé. à travers une approche progressive, nous avons exploré les principes fondamentaux, les exigences techniques et les outils de supervision modernes nécessaires pour garantir la fiabilité d'une telle installation.

Dans un premier temps, nous avons étudié en détail les technologies de détection et d'extinction d'incendie, en nous appuyant sur les normes en vigueur, notamment la NFPA 20. Cette base théorique nous a permis de comprendre les contraintes et les choix techniques à respecter pour assurer la performance et la conformité d'un système anti-incendie.

Par la suite, nous avons développé la partie automatisation en utilisant un API. La programmation de cet automate a été pensée pour assurer une réponse rapide et fiable en cas de danger. Nous avons intégré les différents éléments du système (capteurs, actionneurs, alarmes) dans une logique de fonctionnement sécurisée, en tenant compte des scénarios de marche normale, d'arrêt d'urgence et de redémarrage.

Enfin, nous avons mis en place une supervision à travers une IHM permettant de visualiser et de contrôler l'état du système en temps réel. Cette interface facilite non seulement la maintenance, mais elle améliore également la réactivité du personnel face à un éventuel départ de feu, grâce à une interface claire, intuitive et connectée.

En conclusion, cette expérience nous a permis de mobiliser nos compétences en automatisation, en informatique industrielle pour concevoir une solution fonctionnelle, évolutive et conforme aux standards.

Bibliographie

- [1] Bombas Ideal. Lutte contre l'incendie nfpa 20, n.d. Consulté le 1 février 2025.
- [2] Novar Esser. Détecteur multi-capteurs o2t-iq8quad - détecteur d'incendie spécial. Consulté le 2025-02-15.
- [3] Sedical. Équipements spéciaux de détection d'incendie, 2025. Document en ligne consulté le 15 février 2025.
- [4] Minimax. Détecteurs de fumée par aspiration helios. Document en ligne consulté le 19 février 2025.
- [5] A2S Atex. Détecteur thermovelocimetrique adressable dtv a3000. Document en ligne consulté le 19 février 2025.
- [6] LISTEC GmbH. List system. Document en ligne consulté le 19 février 2025.
- [7] Ornicom. Détecteur de flamme uv FSL100-UV. Document en ligne consulté le 19 février 2025.
- [8] CLF Satrem. Solutions sprinkleur résidentiel. Document en ligne consulté le 13 février 2025.
- [9] Batisafe. Installation d'extinction automatique à gaz (ieag). <https://www.batisafe.fr/blog/installation-dextinction-automatique-a-gaz-ieag/>. Consulté le 11/02/2025.
- [10] Eksel Yangın ve Güvenlik Sistemleri. Systèmes d'extinction de mousse. Document en ligne consulté le 13 février 2025.
- [11] Fédération Française des Métiers de l'Incendie (FFMI). Installations fixes d'extinction par poudre, 2025. Document en ligne consulté le 13 février 2025.
- [12] Sébastien Ravrat. Pompe de cyclage. <https://www.tout-electromenager.fr/140/les-pieces-detachees/pompe-de-cyclage>, 2025. Consulté le 25 avril 2025.
- [13] AZ Procédé. Pompe volumétrique liquivac. https://www.azprocede.fr/Cours_GC/pompe_volumetrique_liquivac.html, 2025. Consulté le 25 avril 2025.
- [14] ABB. PSR30-600-70 Softstarter - 30 A - 208...600 V AC. <https://new.abb.com/products/1SFA896109R7000/psr30-600-70>, 2025. Consulté le 21 avril 2025.
- [15] ABB. Relais de contrôle de phase – série cm-pvs. <https://new.abb.com/products/1SVR730730R3300>, 2023. Image consultée en mai 2025.
- [16] ABB. Disjoncteur moteur ms116 – protection thermique et magnétique. <https://new.abb.com/products/detail/1SAM250000R1002>, 2023. Image consultée en mai 2025.
- [17] ABB. M2m basic : The measure of efficiency, 2017. Consulté le 25 avril 2025.
- [18] ABB. Contact auxiliaire pour disjoncteurs modulaires s200 – fiche technique produit, 2023. Consulté le 25 avril 2025.
- [19] Dreamstime. Réservoir rempli d'essence dans une raffinerie - nouveau parc de réservoirs de pétrole, 2025. Consulté le 25 avril 2025.

- [20] ELDEPCI. Conociendo los sistemas de protección contraincendios, 2025. Consulté le 2 mai 2025.
- [21] CPH Hydro. Clapet anti-retour à battant, 2025. Consulté le 2 mai 2025.
- [22] Génie Hydraulique. Manchon anti-vibration, 2025. Consulté le 2 mai 2025.
- [23] Leila Hayet Mouss. Chapitre 2 : Le système de supervision, 2020. Cours de Master 2 Génie Industriel, Spécialité Management Industriel, Université Batna 2.
- [24] Tornatech. Centre technique - liens industrie. Consulté le 1 février 2025.
- [25] National Fire Protection Association. *NFPA 20 : Installation de pompes fixes contre l'incendie*. Eyrolles, 2011. Consulté le 1 février 2025.
- [26] Cyrus Industrie. Réglementations nfpa. Consulté le 1 février 2025.
- [27] Motopompe Incendie. Groupe motopompe incendie. Consulté le 1 février 2025.
- [28] SPK. Nfpa 20 : Norme pour l'installation de pompes fixes contre l'incendie. Consulté le 1 février 2025.
- [29] Cybel. Livre norme nfpa 20 : Installation de pompes fixes contre l'incendie. Consulté le 1 février 2025.
- [30] Motopompe Incendie. Norme nfpa 20. Consulté le 1 février 2025.
- [31] Officiel Prévention. Le système de sécurité incendie (ssi). Consulté le 10 février 2025.
- [32] Securipro. Les différents types de détecteur incendie. <https://www.securipro.eu/blog/incendie/systeme-de-securite-incendie/les-differents-detecteurs-incendie/>. Consulté le 2025-02-15.
- [33] Nicolas Trevisan. *Étude expérimentale et numérique des interactions entre dispositifs d'évacuation naturelle de fumées et de chaleur et systèmes d'extinction automatique à eau*. PhD thesis, Université de Lorraine, 2018.
- [34] Centre national de prévention et de protection (CNPP). *R12 Extinction automatique à mousse à haut foisonnement : règle d'installation*. Number R12 in Référentiel APSAD. CNPP - Centre national de prévention et de protection, Saint-Marcel, France, février 2020 edition, 2020. Ce référentiel définit les exigences minimales pour la conception, l'installation, la mise en service et la maintenance des systèmes d'extinction automatique à mousse à haut foisonnement. Il est particulièrement adapté pour les espaces clos ou encombrés tels que les caves, les cales de navires ou les galeries de câbles.
- [35] Zhejiang Yonjou Technology Co., Ltd. Pourquoi une pompe à incendie est-elle essentielle dans le système de protection incendie d'un bâtiment ?, May 2023. Consulté le 20 avril 2025.
- [36] Jean-Pierre Bonneville. *L'hydraulique appliquée aux installations d'extinction : la protection des bâtiments contre l'incendie*. Presses internationales Polytechnique, Montréal, Canada, 2006.
- [37] Grundfos. *Manuel d'ingénierie – Guide technique des pompes*. Grundfos Holding A/S, Bjerringbro, Danemark, 2016.
- [38] Marioff. Comparaison entre les systèmes de protection contre l'incendie par brouillard d'eau et les systèmes d'extincteurs automatiques conventionnels. Consulté le 21 février 2025.
- [39] Securipro. Les 3 avantages de l'extinction automatique. Consulté le 21 février 2025.
- [40] Siemens. Brochure - extinction automatique des risques spéciaux. Consulté le 21 février 2025.

- [41] Eurofeu. Quand utiliser un extincteur à poudre ? Consulté le 22 février 2025.
- [42] Consulté le 23 avril 2025.
- [43] TOSUNlux. The complete guide to motor protection circuit breaker, 2023. Consulté le 23 avril 2025.
- [44] Motopompe Incendie. *Catalogue des motopompes d'incendie conforme NFPA 20*, May 2019. Catalogue technique en français, 32 pages.
- [45] Schneider Electric. Pressostat xmlb 10 bar écart réglable, 2025. Consulté le 25 avril 2025.
- [46] Stego. Petit thermostat kto 011 / kts 011. <https://docs.rs-online.com/c1d7/0900766b816d0baa.pdf>, 2018. Consulté le 25 avril 2025.
- [47] ABB. M2m : La mesure de l'efficacité. <https://asmamamaroc.com/asmama/uploads/2017/10/122.pdf>, 2017. Consulté le 25 avril 2025.
- [48] Mohammed Amine Zafrane. Électrotechnique fondamentale 1 (cours et applications), 2020. Consulté le 25 avril 2025.
- [49] Forede Security. Qu'est-ce qu'un collecteur d'incendie ?, 2025. Consulté le 25 avril 2025.
- [50] Siemens AG. *SIMATIC S7-1200 : Programmable Logic Controller (PLC) Training Manual*. SITRAIN – Digital Industry Academy, 2023. Consulté le 29 avril 2025.
- [51] Siemens AG. SIMATIC WinCC (TIA Portal) Runtime. <https://mall.industry.siemens.com/mall/fr/WW/Catalog/Products/10095298>, 2025. Consulté en mai 2025.
- [52] Abdelaziz Lemrabet and Sami Lebkhara. Supervision et contrôle via fluidlab de la station de système mps-pa de festo (station de filtration) du laboratoire productique melt. Mémoire de master, Université Abou Bekr Belkaïd – Tlemcen, Faculté de Technologie, Tlemcen, Algérie, juillet 2021. Spécialité : Ingénieur de production, option Génie Industriel.
- [53] Esser Systems. Détecteur linéaire de fumée avec réflecteur osi-re. Document en ligne consulté le 15 février 2025.
- [54] Lacroix Environment. *Gamme Sofrel S500 - Télégestion et Automatisation des Réseaux d'Eau*, avril 2018. Consulté le 23 février 2025.
- [55] Easy Live. Lacroix sofrel - automatisme et régulation, 2025. Consulté le 23 février 2025.
- [56] ABB. Interrupteur auxiliaire ABB 1sam201901r1001 - 1 NO (t) + 1 NF (r) - 1 pcs. Consulté le 2025-04-24.
- [57] Wikipédia contributors. Manomètre — wikipédia, 2025. Consulté le 2 mai 2025.
- [58] ABB. Démarreur progressif psr30-600-70. <https://new.abb.com/products/detail/PSR30-600-70>, 2023. Image consultée en mai 2025.

يتناول هذا البحث تصميم وبرمجة وإشراف نظام مكافحة حرائق آلي مخصص للبيئات الصناعية. يعتمد النظام على استخدام المتحكمات المنطقية القابلة للبرمجة (API) وواجهة التفاعل بين الإنسان والآلة (IHM)، بهدف استبدال الأنظمة التقليدية المعتمدة على الأسلاك بأخرى أكثر مرونة وفعالية. تمت دراسة المعايير الدولية مثل NFPA 20، بالإضافة إلى أنواع الكواشف والمضخات والمشغلات المستخدمة. تم تنفيذ النظام باستخدام برنامج TIA Portal، كما تم تطوير واجهة إشرافية لمراقبة النظام لحظياً. يبرهن هذا العمل على أهمية الأتمتة في تعزيز كفاءة واستجابة أنظمة السلامة من الحرائق في العصر الحديث.

الكلمات المفتاحية: الأتمتة، السلامة من الحرائق، المتحكم المنطقي المبرمج، الإشراف الصناعي، TIA Portal،

واجهة المستخدم، نظام الكشف، مضخة الحريق، معيار NFPA 20

Résumé

Ce mémoire explore la conception, la programmation et la supervision d'un système anti-incendie automatisé adapté aux environnements industriels. À travers l'utilisation d'un automate programmable industriel (API) et d'une IHM, l'objectif est de remplacer les logiques câblées classiques par une solution plus flexible, réactive et fiable. Après avoir étudié les normes telles que la NFPA 20 et les différents types de détecteurs, actionneurs et pompes utilisés dans la sécurité incendie, le système est mis en œuvre à l'aide du logiciel TIA Portal. Une interface de supervision a ensuite été développée pour permettre un suivi en temps réel. Ce travail démontre la pertinence de l'automatisation dans les dispositifs de sécurité incendie modernes.

Mots clés : Automatisation, Sécurité incendie, Automate programmable, Supervision, TIA Portal, IHM, Système de détection, Pompe incendie, NFPA 20.

Abstract

This thesis presents the design, programming, and monitoring of an automated fire protection system tailored for industrial applications. Using a programmable logic controller (PLC) and a human-machine interface (HMI), the work aims to replace traditional hard-wired logic with a more adaptable and reliable solution. After analyzing fire safety standards like NFPA 20 and detailing various detectors, actuators, and pumps, the system is implemented using TIA Portal. A supervisory interface is developed to ensure real-time monitoring. The project highlights the value of automation in enhancing the performance and responsiveness of modern fire safety systems.

Keywords: Automation, Fire safety, Programmable logic controller, Supervision, TIA Portal, HMI, Detection system, Fire pump, NFPA 20.