

Dédicace

*Je dédie ce modeste mémoire qui est le fruit d'un travail dur spécialement
à ma chère famille et mes amis.*

A mes chers parents

A ma très chère mère Nadia :

*Tu es la source absolue de tendresse, affection et sacrifice ;
Tes prières et ta bénédiction éclairent toujours mon chemin et sèment la lueur
d'espoir , dans ma vie.*

*A mon cher père Samir :
Mon héros, tu es le meilleur père du monde , merci pour ton amour éternel.*

A mes sœurs, Malek, Alaa et Mariem ;

Vous êtes les étoiles brillantes dans ma vie : je vous adore .

A mes grandes familles :

Source de bonheur , joie et motivation ; un grand merci

A mes amis : merci énormément pour votre amour profond et votre soutien précieux

*A mes professeurs, que dieu vous protège et vous prête une vie pleine de santé, de succès et le
bonheur.*

Que Dieu le tout puissant vous en récompense



ABDALLAH

Remerciements

En guise de reconnaissance , je tiens à témoigner mes sincères remerciements à toutes les personnes qui ont contribués de près ou de loin au bon déroulement de mon stage de fin d'étude et à l'élaboration de ce modeste travail.

*J'exprime mes sincères gratitudes à la Direction Générale de GCT et en particulier, Mr **Kamel MAHBOUBA**.*

*J'adresse mes sincères remerciements à tout le personnel du Groupe Chimique spécialement Mr **Marzougi Ahmed** et Mr **Chbichib Walid** pour l'accueil, l'assistance et le bon déroulement de mon projet de fin d'étude. Qu'ils trouvent ici l'expression de ma haute considération.*

Je les remercie à la voie de rigueur scientifique qu'ils ont tracée et que m'essayons de suivre.

*Mes remerciements s'adressent aussi aux enseignants de l'Institut Supérieure des Etudes Technologiques de Gabes et en particulier à mon encadreur Mr **BELAID Salem** qui m'a bien aidé à mettre en valeur toutes les informations nécessaires à l'élaboration de ce projet. Je tiens également, à exprimer mes vifs respects et mes forts remerciements aux membres jury qui nous font le grand honneur d'évaluer ce modeste travail.*

Table des matières

Introduction Générale.....	1
Chapitre 1 : présentation de la société.....	4
I.Introduction.....	4
II.Cadre Général	4
1.Présentation Générale du GCT	4
2.Présentation de l'usine DAP	5
a.Les unités de production.....	6
b.Description de l'unité DAP A.....	7
c.Description des étapes de production de DAP	7
Chapitre 2 : Présentation du système eau incendie.....	10
I.Principe de fonctionnement de station de pompage d'eau incendie.....	10
1.Description de station de pompage d'eau incendie.....	10
2.Description matérielle	11
a.Réservoir de stockage d'eau	11
b.Pompes principales.....	12
c.Pompes secondaires	12
d.Pressostat analogique.....	14
e.Radar de niveau	14
II.Problématique et solution proposée.....	14
1.Problème de la partie commande.....	14
2.Solution proposée	16
III.Conclusion	16
Chapitre 3 : Conception de la nouvelle armoire de commande	18
I.Introduction.....	18
II.Comparaison entre la logique câblée et la logique programmée	18
III.Etude de la nouvelle armoire de commande	19
1.Présentation de l'API Allen Bradley 5000 adopté	19
a.Généralité sur les API	19
b.Objectifs de l'automatisation	20
c.Critère de choix.....	20
d.Structure d'un système automatisé	20
2.Description de système de pompage d'eau incendie.....	21
3.Fonctionnement	24
a.Mode manuel.....	24
b.Mode automatique	24
4.Description GEMMA	26

5.GRAFCET	27
a.GRAFCET de sécurité	27
b.GRAFCET marche de préparation	27
c.GRAFCET de conduite	28
d.GRAFCET de production normale	28
e.GRAFCET de commande manuelle.....	29
6.Sélection des modules d'entrée et sortie	30
7.Présentation de l'API adopté et ses modules	30
8.Choix des matériels	35
IV.Conclusion	38
Chapitre 4 : Programmation et supervision	40
I.Introduction.....	40
II.Programmation de l'API Allen Bradley.....	40
1.Configuration Matérielle	41
2.Configuration Logicielle	42
3.Extraits du Code Développé	44
III.Communication entre l'automate et le superviseur	44
1.Définition de logiciel RSLinx.....	44
2.Communication série via RS-232	45
3.Communication Réseau Ethernet TCP/IP	45
IV.Environnement de travail avec RSView32	46
1.Définition de logiciel RSView32	47
2.Création du projet	47
3.Configuration du canal de communication.....	49
4.Configuration et création d'une base de données des entrée/sortie	50
5.Visualisation de la bibliothèque	50
V.Conception et description de la supervision de station de pompage d'eau incendie	51
1.Conception de la supervision.....	51
2.Description des vues	51
VI.Conclusion	55
Chapitre 5 : Réalisation Pratique	57
I.Introduction.....	57
II.Etape de réalisation pratique	57
1.Planification de façade de l'armoire	57
2.Perçage de la porte	58
3.Mise en place de composants et câblage de la porte.....	58
4.câblage de l'armoire	59

5.Implantation de programme	60
6.Résultat finale	60
III.Conclusion	60
CONCLUSION GENERALE.....	61

Liste des figures

Figure 1: Organigramme de la société GCT	5
Figure 2: Relation entre les unités	6
Figure 3 : Système d'eau incendie	10
Figure 4: Réservoir de stockage d'eau	11
Figure 5: Motopompe 31205 et motopompe 31206	12
Figure 6: Motopompe diesel 31204	13
Figure 7: Motopompe 31203	13
Figure 8: Pressostat analogique	14
Figure 9: Commandes de trois motopompes 31206/31205/31203	15
Figure 10: Armoire et automate de la motopompe 31204	15
Figure 11: Structure d'un système automatisé	21
Figure 12: GEMMA	26
Figure 13: GRAFCET de sécurité	27
Figure 14: GRAFCET marche de préparation	27
Figure 15: GRAFCET de conduite	28
Figure 16: GRAFCET de production normale	29
Figure 17: GRAFCET commande manuel	29
Figure 18: Architecture matérielle d'une automate Allen Bradley 1756 ControlLogix5000 ...	30
Figure 19: Alimentation d'une automate Allen Bradley	31
Figure 20: Processeur Allen Bradley 1756-L62 B	32
Figure 21: Rack 7 module	32
Figure 22: Module d'entrée TOR 1756 IH16I A	33
Figure 23: Module d'entrée analogique 1756 IF8/ A	34
Figure 24: Module de sortie TOR 1756-OW16I A	35
Figure 25: Disjoncteur bipolaire	37
Figure 26: Relais d'interface	38
Figure 27: Configuration du Processeur et de châssis	41
Figure 28: Configuration des cartes d'entrée sortie	42
Figure 29: Extrait de programme de fonctionnement de la motopompe MP31206	44
Figure 30: Configuration sur RS232	45
Figure 31: Communication via Ethernet/IP	46
Figure 32: Fenêtre d'accueil du RSView 32	48
Figure 33: Configuration du Canal	49
Figure 34: Configuration du Canal	49
Figure 35: Fenêtre de base de données	50
Figure 36: Bibliothèque RSView	51
Figure 37: Synoptique de la vue générale	52
Figure 38: Synoptique de la station de pompage d'eau incendie	52
Figure 39: Synoptique d'interface de commande	53
Figure 40: Synoptique d'interface de contrôle	53
Figure 41: Synoptique des Alarmes	54
Figure 42: Façade de l'armoire	57
Figure 43: Perçage	58
Figure 44: Mise en place de composants	58
Figure 45: Câblage de la porte	59
Figure 46: Câblage de l'armoire	59
Figure 47: Connexion entre le PC et l'automate	60
Figure 48: Résultat finale	60

Liste des tableaux

Tableau 1: Caractéristique de sècheur rotatif	8
Tableau 2: Caractéristique des MP31205 et MP206	12
Tableau 3: Caractéristique des MP31205 et MP206	13
Tableau 4: Comparaison entre la logique câblée et la logique programmée	19
Tableau 5: Liste des entrées analogiques	22
Tableau 6: Liste des entrées logiques	22
Tableau 7: Liste des sorties logiques.....	23
Tableau 8: Les entrées et les sorties totale	30
Tableau 9: caractéristiques du module d'entre logique	33
Tableau 10: Caractéristiques du module d'entrée analogique.....	34
Tableau 11: Caractéristiques du module de sortie logique	35
Tableau 12: Type et dimensions d'armoire	35
Tableau 13: Les composants de l'armoire.....	36
Tableau 14 : Disjoncteurs utilisés	37
Tableau 15: Caractéristiques de relais d'interface	37
Tableau 16: Symboles de Programmation Ladder	43
Tableau 17: Description de l'outils de fenêtre principale	48

Introduction Générale

Nos jours-là, dans un monde dit moderne et perpétuellement en cours d'évolution , la technologie prend de plus en plus d'ampleur tout en marquant une expansion grandissante .

Effectivement , à l'échelle industrielle nous vivons dans un environnement en pleine mutation où les entreprises industrielles sont en train d'innover leurs chaînes de production pour garantir leurs invulnérabilités, leurs poids sur le marché, et leurs durabilités.

En effet, toutes les organisations industrielles, quelles que soient leurs activités, souhaitent programmer à l'avance leurs actions et leurs opérations à mener. Les entreprises optent également pour une planification structurée, programmée et spécifique à leurs besoins et aux types de production ainsi qu'aux produits

En fait , on a eu recours à la technologie qui illustre bel et bien l'ensemble des études théoriques appliquées à l'industrie qui a fait recours à l'électronique, l'automatique et l'informatique pour maîtriser les issues de l'utilisation humaine de cette technologie.

Ainsi, les méthodes de contrôle classique sont d'un usage limité et ne font pas appel aux besoins de l'utilisateur ce qui a conduit au développement de techniques d'automatisation sans recours à l'intervention humaine.

En ce qui nous concerne ,l'évolution technologique elle est l'un des outils qui permettent à l'entreprise d'atteindre un degré de performance important. En effet, l'automatisation des unités de production présente un énorme progrès. Elle permet évidemment un gain de temps considérable, une amélioration de la productivité et de la qualité du produit. En outre , elle réduit le coût de produits et assure le développement économique.

Dans cette optique, Le groupe chimique tunisien GCT s'oriente vers une automatisation presque totale de son système de production. Suivant cette tendance, et dans le cadre d'une collaboration entre le GCT et l'Institut Supérieur des Etudes Technologique de Gabès (ISETG), une procédure de contrôle automatique d'un système de pompage d'eau incendie est demandé. Effectivement , la commande actuelle s'effectue à l'aide d'un système des chemins câblés présentant des inconvénients multiples, à savoir : la rapidité de connaître l'origine d'un défaut, la difficulté de contrôler et de superviser les grandeurs physiques, les défauts et les pannes.

Alors l'objectif du projet est de renouveler le système de commande afin de minimiser le temps de détection et de localisation de défauts.

Pour mettre en exergue le projet on va suivre la démarche suivante.

En premier lieu, on va commencer par la présentation de DAP de Groupe Chimique Tunisien de Gabès o j'ai effectué mon stage de fin d'études.

En deuxième lieu , on abordera la description matérielle et fonctionnelle de système de pompage eau incendie bien détaillée . Ensuite au troisième chapitre on s'intéressera à la conception de la nouvelle commande . De surcroit ; on va viser la programmation et la supervision en traduisant les modes de fonctionnement du système étudié, à la commande et à la supervision. Cette dernière est effectuée à l'aide d'une interface graphique. Des tests en temps réel sont pris en compte pour vérifier l'efficacité du travail réalisé

En dernier lieu , on passera à la réalisation pratique pour aller de la conception à la concrétisation.

Chapitre 1: Présentation de la société

Chapitre 1 : présentation de la société

I. Introduction

Au cours de ce premier chapitre, on va tout d'abord commencer par présenter le Groupe Chimique Tunisien (GCT) en mettant l'accent sur les différents ateliers de l'usine DAP où j'ai réalisé mon stage de projet de fin d'études. On va détailler par la suite le fonctionnement de la station de pompage d'eau incendie située au sein de l'usine DAP. Et je termine ce chapitre par une présentation du problème et quelques pistes d'amélioration de la solution proposée.

II. Cadre Général

Mon stage de la fin d'étude est effectué au sein de la société DI- ammonium phosphate (DAP) du Groupe Chimique Tunisien (GCT).

1. Présentation Générale du GCT

Le groupe chimique tunisien (GCT) est une entreprise publique tunisienne dont l'objet est de produire et de transformer le phosphate extrait en Tunisie en produits chimiques tels que l'acide phosphorique ou les engrais.

Cette société tunisienne anonyme qui répartie sur les régions suivantes GABES, SFAX, GAFSA et TUNIS où s'installe la direction générale, présente un très grand pôle industriel jouant une fonction assez importante dans l'économie tunisienne.

Le GCT de Gabès est composé de trois usines localisées dans la zone industrielle de GHANNOUCH (Voir Figure1). Le Groupe Chimique Tunisien en Gabès comporte 3 usines:

- Usines d'acide phosphorique
- Usine de DAP
- Usine d'ammoniac

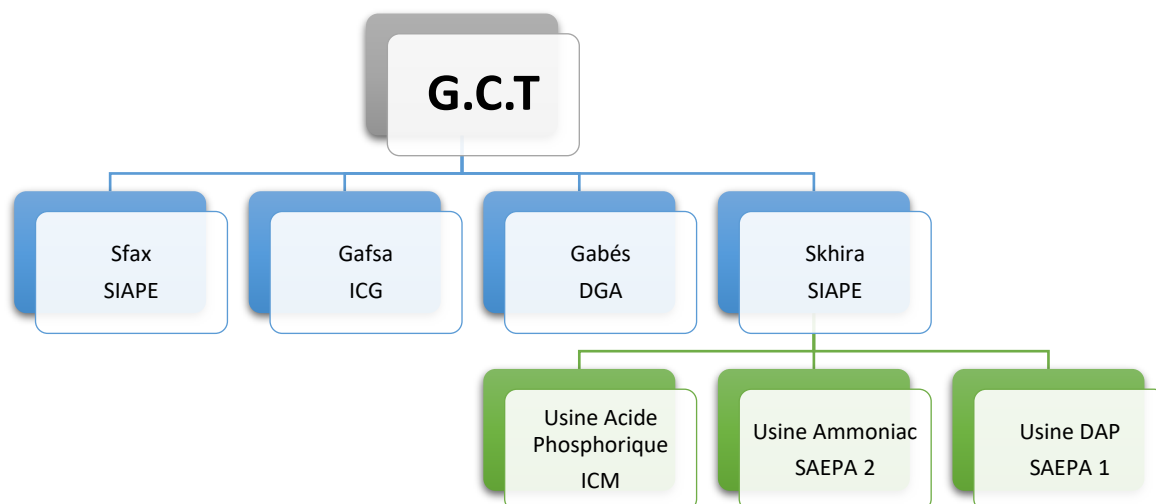


Figure1 : Organigramme de la société GCT

2. Présentation de l'usine DAP

L'usine de diphosphate d'ammonium de Gabès a été installée dans le port de Ghannouch en 1979 à la suite d'un partenariat avec les Emirats arabes unis pour produire des engrais sous le nom de S.A.E.P.A. Elle a été nationalisée en 1993 pour s'intégrer au G.C.T. Elle assure la production de :

- Acide phosphorique
- Phosphate di ammoniacque
- Acide sulfurique
- Les engrais DAP entièrement exportés se caractérisent par une solubilité élevée dans l'eau, l'homogénéité et la taille des particules

L'usine consommera la majeure partie de l'acide phosphorique pour produire du phosphate d'ammonique et une autre partie sera exportée. Le DAP est utilisé pour l'exportation et la consommation locale. Elle dispose de quatre ateliers qui produisent des biens différents :

- Atelier acide sulfurique
- Atelier acide phosphorique
- Ateliers utilitaires
- Atelier DAP

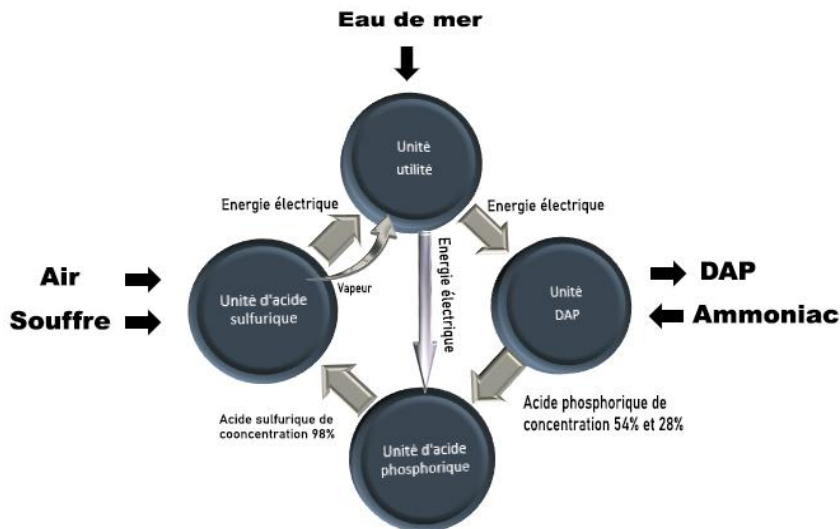


Figure 2:Relation entre les unités

a. Les unités de production

- **Unité de production DAP :** Cette unité a pour but principal la production de DAP de titre 18 et 46 d'azote. Le cycle de production commence par la réaction entre l'ammoniac et l'acide phosphorique, pour aboutir enfin au Di-ammoniac phosphate.
- **Unité de production des utilités :** Cette unité produit de l'acide sulfurique à partir de la combustion du soufre. Cet atelier permet aussi la récupération de chaleur due à la réaction exothermique qui se déroule lors de la production.
- **Unité de production d'acide phosphorique :** Elle comporte deux types d'acides : acide 28 dilué et acide 54 concentré. De plus, l'usine de DAP renferme un ensemble des services :
 - SEI : Service Entretien Instrumentation
 - SEM : Service Entretien Mécanique
 - BM : Bureau des Méthode
 - DCQ : laboratoire suivie Quantité et Qualité
 - SER : Service d'Expédition a pour rôle la réception de la matière première (soufre, phosphate) et l'expédition des produits finis (DAP, acide phosphorique)
 - Service Sécurité : s'occupe de la sécurité générale du personnel ;
 - Service Informatique

L'usine DAP est subdivisée en deux compartiment unité DAP A et unité DAP B. J'ai effectué mon PFE dans l'unité DAP A, sur le système de pompage d'eau incendie

b. Description de l'unité DAP A

Le phosphate d'ammonium, le phosphate mono ammoniac de formule $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, le phosphate di ammoniac de formule $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, sont des sels obtenus suite aux réactions de l'acide phosphorique avec l'ammoniac.

Les matières primaires utilisées sont :

- Le phosphate
- L'ammoniac : c'est un gaz incolore d'odeur piquant. Quand il se dissous dans l'eau, il donne de l'ammoniac NH_4OH qui est un corps actif et peut attaquer plusieurs métaux Il est imposé puis stocké dans des réservoirs à l'état liquide sous une pression atmosphérique et à la température de (-33) degré.
- Le gaz naturel : c'est un combustible fossile. Il est incolore, inflammable et inodore. Il est chargé de propane, butane, gazoline naturelle et hydrogène sulfuré. La combustion du gaz naturel produit la chaleur ne génère ni poussière ni fumée et il dégage le CO_2 , H_2O , NOX , SO_2 .
- La vapeur : pour produire l'énergie électrique et assurer la fusion de soufre.
- L'eau de mer : pour le refroidissement de l'échangeur.
- L'air instrument : pour assurer les appareils de régulation.
- Le sable : pour stabiliser et régler le titre de produit fini.
- Le fuel : il est utilisé dans l'opération d'enrobage.

c. Description des étapes de production de DAP

La production du DAP passe par les étapes suivantes :

▪ Granulation

C'est l'obtention des grains de DAP de différentes tailles. Cette action se passe dans le granulateur qui est sous forme d'un cylindre de 9m de hauteur et de 4m de diamètre en rotation.

▪ Séchage

Le produit qui sort de granulateur a une humidité libre qui varie entre 1.5 et 3 qu'il conviendra de réduire en vue d'atteindre les spécifications désirées pour le produit fini : qui est de 1.5 ce séchage a lieu à l'intérieur du tambour sécheur, dans lequel le produit entre par gravité provenant du granulateur, par l'intermédiaire d'une trémie vibrante d'alimentation. On regroupe dans le tableau 1 suivant les caractéristiques du sécheur :

Sécheur rotatif	Caractéristiques
Diamètre	4.6m
Longueur	27 m
Vitesse de rotation	2.5 tr/min
Inclinaison	2.2
Température	350C

Tableau 1: Caractéristique de sécheur rotatif

▪ Tamisage

C'est l'action de séparation entre les grains de différentes tailles. Ceux qui sont de grandes tailles passent au broyeur puis au recyclage. Ceux qui sont de petites tailles ou sous forme de poussière passent directement au recyclage. Et ceux qui sont moyens c'est-à-dire leurs diamètres sont compris entre 2mm et 4mm forment le produit marchand. Selon les critères de la demande du marché, d'autres modifications sont portées sur les grains du DAP comme la coloration, l'enrobage. L'expédition du DAP sera soit en vrac soit en sac.

▪ Enrobage

L'enrobage est l'étape finale de production du DAP. Le produit commercial est enrobé à l'aide du fuel pour empêcher le développement de la prise en masse et pour conserver leurs caractéristiques physiques.

Chapitre 2 : Présentation du système eau incendie

Chapitre 2 : Présentation du système eau incendie

I. Principe de fonctionnement de station de pompage d'eau incendie

1. Description de station de pompage d'eau incendie

Le système à étudier est une station de pompage d'eau incendie utilisée pour isoler le combustible de la flamme. Ce dernier se compose principalement par quatre pompes électriques: 31203 / 31204 (diesel) / 31205 / 31206. L'eau est l'un des principaux éléments de lutte contre l'incendie. Il peut être utilisé sous différentes formes pour isoler les combustibles des flammes, empêchant ainsi la propagation du feu. La structure de la station de pompage d'eau incendie est donnée par la figure 3 suivant :

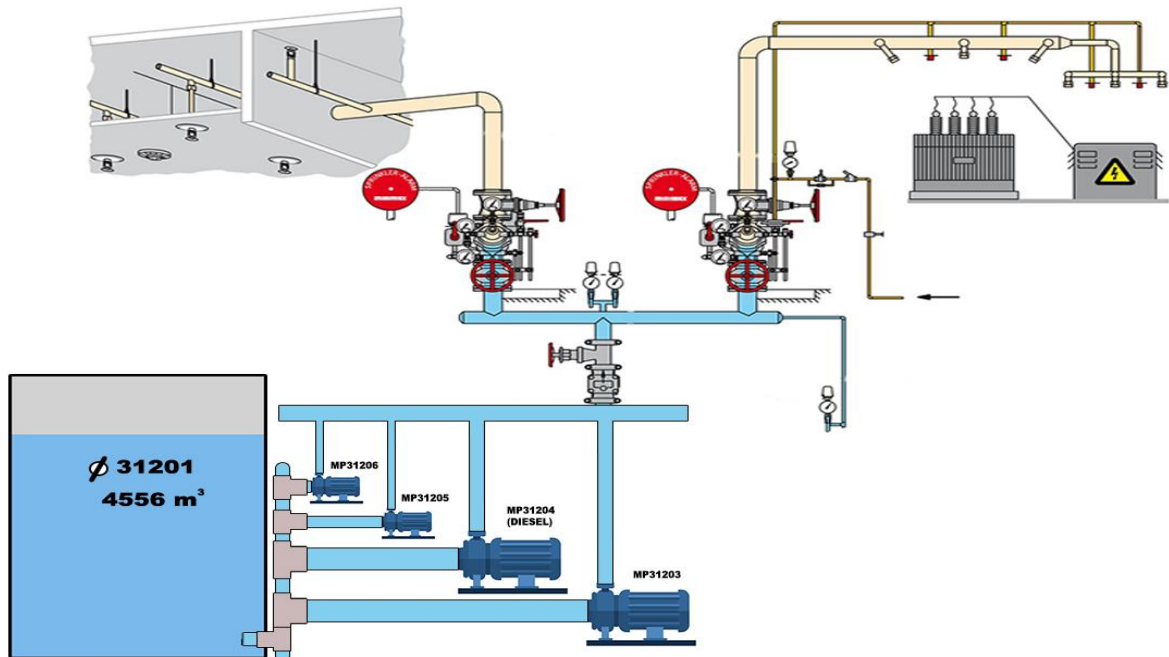


Figure 3 : Système d'eau incendie

2. Description matérielle

a. Réservoir de stockage d'eau

Le réservoir existant est circulaire de diamètre 31201 millimètres et d'une capacité de 4556 mètres cubes. Ce type de réservoir est semi enterré, il présente de nombreux avantages tels que :

- La capacité est plus importante
- Optimisation des couts de construction
- L'étanchéité est plus facile à réaliser
- Les études architecturales sont très simples et rarement critiquées
- Maintien à température constante de l'eau stockée

Aussi, la forme cylindrique du réservoir est préférable à une forme rectangulaire ou carrée pour plusieurs raisons, à savoir :

- Réduction du risque de flambage des murs, réduisant le risque de fuites et de défaillances
- Les réservoirs rectangulaires ou carrée sont plus chers (périmètre plus grand) en construction, béton, acier, étanchéité et coffrage .



Figure 4: Réservoir de stockage d'eau

b. Pompes principales

Dans la station de pompage d'eau incendie, on trouve deux motopompes principales :



Figure 5: Motopompe 31205 et motopompe 31206

- deux motopompes à basse tension **MP31205** et **MP31206** dont les caractéristiques sont résumées dans le tableau suivant :

Puissance (kW)	Tension (V)	Courant (A)	Cos ϕ	Vitesse (tr/min)
15	380/660	28.4	0.89	2840

Tableau 2: Caractéristique des MP31205 et MP206

c. Pompes secondaires

- MP31204 (Diesel) entraînées par un moteur diesel :

Le moteur diesel est similaire au moteur à essence utilisé dans la plupart des voitures. Les deux moteurs sont des moteurs à combustion, ce qui signifie qu'ils brûlent le mélange carburant-oxygène à l'intérieur des cylindres. Ce sont tous les deux des moteurs alternatifs, entraînés par les pistons en mouvement latéral dans deux directions. La majorité de leurs pièces détachées sont similaires.



Figure 6: Motopompe diesel 31204

- Motopompe MP31203 dont les caractéristiques sont résumées dans le tableau 1.4 suivant :



Figure 7: Motopompe 31203

Puissance (kW)	Tension (kV)	Courant (A)	Cos φ	Vitesse (tr/min)
200	5.5	30A	0.8	3000

Tableau 3: Caractéristique des MP31205 et MP206

d. Pressostat analogique

Un pressostat analogique est un dispositif de mesure de pression d'eau qui fonctionne en utilisant un système mécanique de ressorts et de contacteurs électrique. Il est principalement utilisé pour contrôler la pression de l'eau dans la station de pompage d'eau incendie. Il est fiable et économique, mais nécessite une calibration régulière pour assurer la précision de la mesure de pression.



Figure 8: Pressostat analogique

e. . Radar de niveau

Le transmetteur de niveau radar émet un signal micro-ondes qui traverse l'air au-dessus du l'eau dans le réservoir et se réfléchit sur la surface. Le temps qu'il faille pour que le signal parcoure la distance jusqu'à la surface et revienne est utilisé pour déterminer la distance jusqu'à la surface, qui est ensuite convertie en une mesure de niveau et sortie sous forme de signal 4-20 mA. Le signal 4 mA représente le niveau minimum, tandis que le signal 20 mA représente le niveau maximum.

II. Problématique et solution proposée

1. Problème de la partie commande

Dans l'unité utilitaire, il y a quatre pompes à incendie pour isoler le combustible de la flamme. Les commandes marche / arrêt de trois pompes 31205/31206/31203 sont effectuées avec des pupitres de commande manuelle locales comme indique la figure

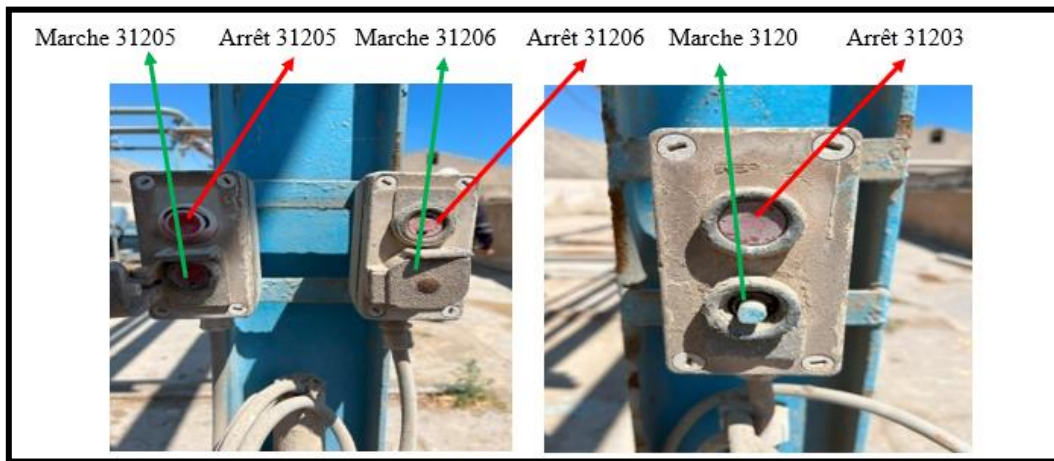


Figure 9: – Commandes de trois motopompes 31206/31205/31203

- Concernant la motopompe diesel, la commande de son moteur est assurée par une armoire équipée d'un micro-automate comme indique la figure



Figure 10: Armoire et automate de la motopompe 31204

Les opérateurs doivent régulièrement surveiller la pression de l'eau et ajuster manuellement les pompes pour maintenir une pression constante dans le système d'extinction d'incendie. Ils doivent également surveiller les alertes du système de surveillance de la station pour détecter les pannes ou les fuites éventuelles et réagir rapidement pour minimiser les dommages.

Ceci pose en relief un grand problème, puisqu'il est important que les opérateurs soient correctement formés pour utiliser le système de commande manuel des pompes et qu'ils

comprennent les principes de base de la régulation de la pression de l'eau dans le système d'extinction d'incendie. Une surveillance et une maintenance régulières de la station de pompage sont également essentielles pour garantir la sécurité des personnes et des biens en cas d'incendie.

2. Solution proposée

Dans ce contexte, la solution proposée a été de renouveler l'ancien système de commande traditionnel par un autre basé sur des technologies plus avancées et plus intelligentes. On propose aussi d'utiliser un automate programmable industriel comme nouvelle technologie avancée. Alors on va faire la conception et la réalisation d'une nouvelle armoire basée sur l'API adopté. En plus, j'ai développé l'interface graphique de supervision pour mieux contrôler à distance la station pompage d'eau incendie, Aussi j'ai commandé la motopompe à moteur diesel par la nouvelle armoire pour faciliter généralement la commande de quatre pompes d'après la salle de contrôle

III. Conclusion

Dans ce chapitre, une présentation du système étudié en posant le problème et proposant une solution a été élaborée. Dans ce cadre, une nouvelle solution de commande a été basée sur l'API adopté. Le chapitre suivant sera consacré à la conception de la nouvelle solution : la réalisation de la nouvelle armoire de commande. Par la suite, une interface de commande et supervision sera proposée.

Chapitre 3 :
Conception de la
nouvelle armoire de
commande

Chapitre 3 : Conception de la nouvelle armoire de commande

I. Introduction

Dans ce chapitre, on va commencer tout d'abord par une description de l'automate programmable qui présente l'élément clé de la solution proposée. Ensuite on va s'intéresser à la conception et la réalisation de la nouvelle armoire électrique basée sur un automate programmable industriel destiné à la commande du système de pompage d'eau incendie.

II. Comparaison entre la logique câblée et la logique programmée

La logique câblée est réalisée pour effectuer une action précise et répétitive. La modification des systèmes avec la logique câblée est difficile. Alors que la logique programmée utilise un système comportant un microprocesseur, qui permet une constante modification des éléments en cours sans devoir toute fois réaliser des modifications physiques sur le montage concerne.

La logique programmée permet, donc, à l'inverse de la logique câblée, de décomposer une fonction complexe en suite de fonctions élémentaires simplifiées pour être plus clair. La principale différence entre ces deux types de logique est la simplicité et la flexibilité comme montre le tableau suivant :

	Avantages	Inconvénients
Logique câblée	- Rapidité : fonctionnement simultané des opérateurs.	- Volume du contrôleur proportionnel à la complexité - Des modifications de la commande impliquent des modifications de câblage
Logique programmée	- Uniformisation du matériel : Même matériel quel que soit la fonction logique à réaliser. - Facilité de modification de la loi de contrôle : Il suffit de modifier le programme. - Faible liaison entre le volume matériel et la complexité du problème. - Facilité de diagnostic et de dépannage	- Vitesse inversement proportionnelle à la complexité du problème - Ceci peut être une limitation pour des processus électromécaniques rapides.

Tableau 4: Comparaison entre la logique câblée et la logique programmée

III. Etude de la nouvelle armoire de commande

1. Présentation de l'API Allen Bradley 5000 adopté

a. Généralité sur les API

Une automate programmable industriel, ou API (en anglais programmable logic Controller, PLC), est un dispositif électronique programmable destiné à la commande de processus industriels par un traitement séquentiel. Il envoie des ordres vers les pré-actionneurs (partie opérative ou PO côté actionneur) à partir de données d'entrées (capteurs) (partie commande ou PC côté capteur), de consignes et d'un programme informatique.

Il a une mémoire programmable permet le stockage des fonctions d'automatisme comme

- Régulation, Réglage, asservissement
- Comptage, décomptage, Temporisation
- Calcul arithmétique
- Logique combinatoire et séquentielle

b. Objectifs de l'automatisation

L'automatisation permet d'apporter des éléments supplémentaires à la valeur ajoutée par le système. Ces éléments sont exprimables en termes d'objectifs par les points suivants :

- Éliminer les tâches répétitives.
- Simplifier le travail de l'humain.
- Augmenter la sécurité (responsabilité).
- Accroître la productivité.
- Économiser les matières premières et l'énergie.
- Améliorer la qualité.
- Permettre d'obtenir de façon reproductible la valeur ajoutée.
- Adaptation à des contextes particuliers tel que les environnements hostiles pour l'homme (milieu toxique, dangereux. Nucléaire...), adaptation à des tâches physiques.

c. Critère de choix

Pour choisir l'API adéquat pour piloter un automatisme, plusieurs facteurs doivent être pris en considération comme les nombres et les types d'entrées/sorties, le langage de programmation, la capacité, le prix, etc. Ainsi, selon l'étude du système en question, on a choisi le ControlLogix 1756 L62 Allen Bradley.

Ce type d'automate a des avantages tels que :

- Programmation simple
- Nombre d'E/S important
- Langage de programmation simple et facile
- Sécurité de haut niveau
- Multiplicité des réseaux de communication : Ethernet / IP, ControlNet, devicedNet.

d. Structure d'un système automatisé

Tout système automatisé est composé de deux parties principales : partie opérative et la partie commande. Ces deux parties s'échangent les informations entre elles à l'aide des capteurs et des prés-actionneurs. La partie opérative procède au traitement des matières d'œuvre afin d'élaborer le produit final. La partie commande coordonne la succession des actions sur la partie opérative dans le but d'obtenir le produit final.

La communication entre la partie opérative et la partie commande se fait par l'intermédiaire d'une interface, cette dernière est constituée par l'ensemble de capteurs et prés- actionneurs.

La figure suivante montre la structure d'un système automatisé :

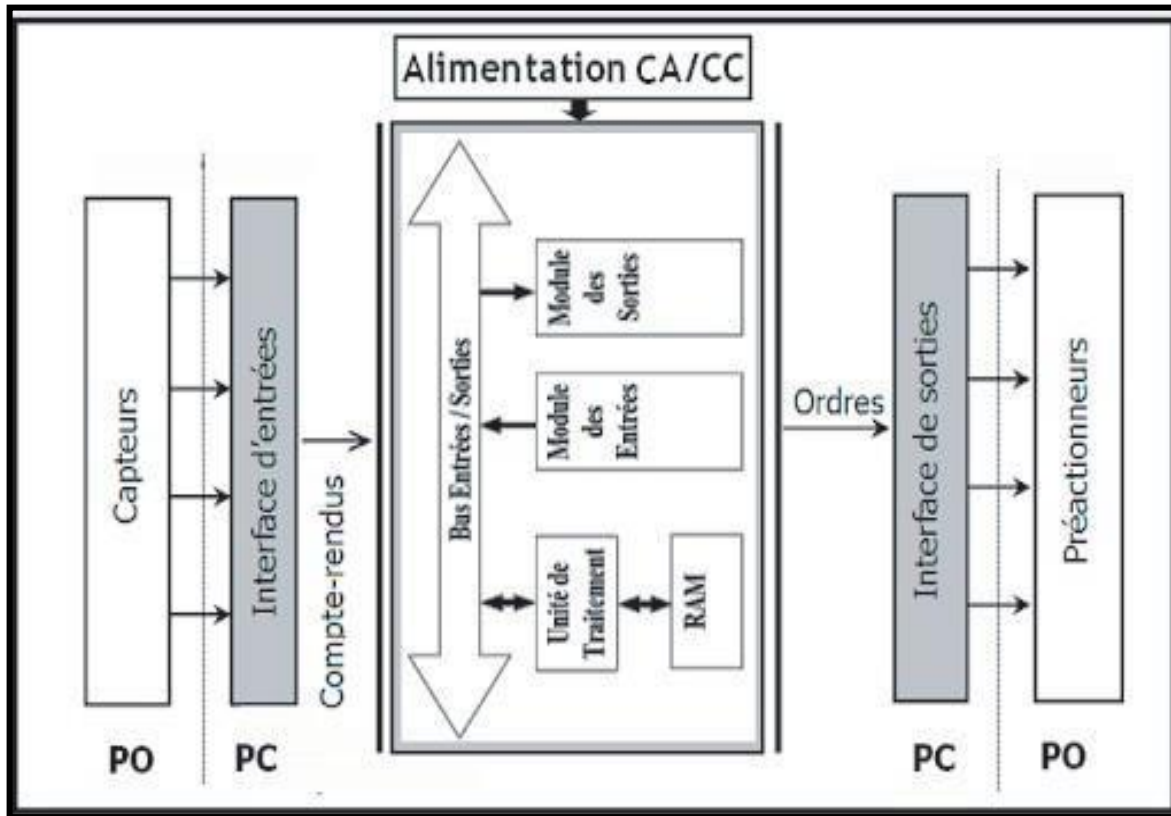


Figure 11: Structure d'un système automatisé

2. Description de système de pompage d'eau incendie

Pour assurer la sécurité d'usine contre la propagation des incendies et leur gros risque sur les employés et les matérielles, l'eau est la solution parfaite et efficace grâce à son grand impact sur les incendies. Le silo de stockage d'eau est rempli par la société nationale d'exploitation et de distribution des eaux (SONEDE). La 1ère motopompe MP31206 ou MP31205 fonctionne quand la pression est supérieure ou égale à 6 bars. Les trois autres motopompes fonctionnent selon des conditions disponibles dans deux modes de fonctionnement.

Les différentes entrées sorties utilisées sont décrites dans les Tableaux suivant :

Liste des entrées analogiques		
Nom	Type	Description
PT_HH	Analogique	Pression à 6 bars
PT_H	Analogique	Pression à 4,5 bars
PT_L	Analogique	Pression à 3.5 bars
PT_LL	Analogique	Pression 3 bars
TK_L	Analogique	Niveau d'eau insuffisant

Tableau 5: - Liste des entrées analogiques

Liste des entrées logiques		
Nom	Type	Description
BM 206	TOR	Bouton marche du moteurMP31205
BM 205	TOR	Bouton marche du moteurMP31204
BM 203	TOR	Bouton marche du moteurMP31203
BA 206	TOR	Bouton arrêt du moteurMP31205
BA 205	TOR	Bouton arrêt du moteurMP31204
BA 203	TOR	Bouton arrêt du moteurMP31203
AUTO 206_205	TOR	Commutateur1 : MP31205 et MP31206 automatique
MANU 206_205	TOR	Commutateur1 : MP31205 et MP31206 manuelle
NOR205	TOR	Commutateur2 : MP31205 normale et MP31206 secours
NOR206	TOR	Commutateur2 : MP31206 normale et MP31205 secours
MANU 203	TOR	Commutateur3 : MP203 manuel
AUTO_203	TOR	Commutateur3 :MP203 automatique
Test lampes	TOR	Test lampes
AU	TOR	Arrêt d'urgence

Tableau 6: Liste des entrées logiques

Liste des sorties logiques		
Nom	Type	Description
SIG_MARCHE_206	TOR	Signal Activation de pompe MP31206
SIG_MARCHE_205	TOR	Signal Activation de pompe MP31205
SIG_MARCHE_204	TOR	Signal Activation de pompe MP31204
SIG_MARCHE_203	TOR	Signal Activation de pompe MP31203
SIG_ARRET_206	TOR	Signal Désactivation de pompe MP31206
SIG_ARRET_205	TOR	Signal Désactivation de pompe MP31205
SIG_ARRET_204	TOR	Signal Désactivation de pompe MP31204
SIG_ARRET_203	TOR	Signal Désactivation de pompe MP31203
DF_204	TOR	Signal défaillance de pompe MP31204
SIG_PT_HH	TOR	Signal pression très haut
SIG_PT_LL	TOR	Signal pression très bas
SIG_EAU_INSUF	TOR	Signal d'eau insuffisant
SIG_NOR_206	TOR	Signal pompe MP31206 principale
SIG_NOR_205	TOR	Signal pompe MP31205 principale
MP_203	TOR	Relais pompe MP31203
MP_204	TOR	Relais pompe MP31204
MP_205	TOR	Relais pompe MP31205
MP_206	TOR	Relais pompe MP31206

Tableau 7: Liste des sorties logiques

3. Fonctionnement

Les deux modes de fonctionnement Manuel et Automatique sont décrits dans ce qui suit :

a. Mode manuel

Lorsque le commutateur AUTO-MANU de MP205 et MP206 en mode manuel « MANU205 206 », la marche de motopompe MP31205 s'effectue par le bouton poussoir de marche BM_205, la relais MP_205 se ferme et le voyant SIG_MARCHE_205 s'allume en rouge et l'arrêt s'effectue par le bouton poussoir d'arrêt BA_205 et la relais MP_205 s'ouvre le voyant de signalisation SIG_ARRET_205 s'allume en vert.

La marche de motopompe MP31206 s'effectue par le bouton poussoir de marche BM_206, la relais MP_206 se ferme et le voyant SIG_MARCHE_206 s'allume en rouge et l'arrêt s'effectue par le bouton poussoir d'arrêt BA_206, la relais MP_206 s'ouvre et le voyant SIG_ARRET_206 s'allume en vert. Lorsque le commutateur NOR de MP31205 et MP31206 " NOR_205_206 " est placé sur "NOR 205 " alors la motopompe MP205 est la motopompe principale et MP31206 est celle de secours.

Cependant, Lorsque le commutateur est désigné sur " NOR206 " alors la motopompe MP31206 est la principale et la motopompe secours est la MP31205. Lorsque le commutateur AUTO-MANU de MP31203 en mode manuel " MANU_203", la mise en marche de la motopompe MP31203 s'effectue par le bouton poussoir de marche BM_203, le relais MP_203 se ferme et le voyant SIG_MARCHE_203 s'allume en rouge et l'arrêt s'effectue par le bouton poussoir d'arrêt BA_203, la relais MP_203 s'ouvre et le voyant SIG_ARRET_203 s'allume en vert.

b. Mode automatique

Au début, l'opérateur choisit avec le commutateur AUTO-MANU de MP205 et MP206. Ensuite, il choisit avec le commutateur NOR205 206 la motopompe principale pour assurer le maintien de réseau aux pressions de 6 bars. Lorsque le commutateur NOR205_206 dans la voix " NOR 206 » et commutateur AUTO-MANU de MP205 et MP206 en mode auto, la motopompe MP31206 fonctionne automatiquement et la relais MP_206 se ferme et le voyant SIG_MARCHE_206 s'allume en rouge.

Si la pression inférieure à 4.5 bars, la motopompe de secours MP31205 s'actionne automatiquement et le relais MP_205 se ferme et le voyant SIG_MARCHE_205 s'allume en rouge jusqu'à remettre la pression à la valeur normale.

La motopompe de secours MP31205 s'arrête, le voyant SIG_ARRET_205 s'allume en vert et le voyant SIG_MARCHE_205 s'éteint. - Sinon, Si le commutateur AUTO-MANU de MP203 en mode automatique " AUTO 203 " et la pression inférieure à 3.5 bars, la motopompe MP31203 s'enclenche automatiquement et le voyant SIG_MARCHE_203 s'allume en rouge jusqu'à remettre la pression à sa valeur désirée.

Les motopompes MP31205 et MP31203 s'arrêtent, les voyants de signalisation SIG_MARCHE_205, SIG_MARCHE_203 s'éteignent et SIG_ARRET_205, SIG_ARRET_203 s'allument en vert. - Sinon, si la pression après 1minute, reste inférieur à 3.2 bars, la motopompe MP31204 fonctionne automatiquement.

Ce dernier donne un ordre de mise en marche pour cette pompe Diesel. Ainsi, le voyant SIG_MARCHE_204 s'allume en rouge jusqu'à remettre la pression à sa valeur normale, les motopompes MP31205, MP31203 et MP31204 s'arrêtent et leurs voyants de signalisation s'éteignent. Et SIG_ARRET_205, SIG_ARRET_203, SIG_ARRET_204 s'allument en vert. Lorsque le commutateur NOR_205_206 dans la voix " NOR 205 " et commutateur AUTO-MANU 205_206 en mode auto, la motopompe MP31205 fonctionne automatiquement et le voyant SIG_MARCHE_205 s'allume en rouge.

Si la pression inférieure à 4.5 bars, la motopompe de secours MP31206 s'actionne automatiquement et le voyant SIG_MARCHE_206 s'allume en rouge jusqu'à remettre la pression à sa valeur normale. Cette motopompe de secours s'arrête, les voyants SIG_ARRET_206 s'allume et SIG_MARCHE_206 s'éteint.

Sinon, Si le commutateur AUTO-MANU de MP203 en mode " AUTO_203 » et la pression inférieure à 3.5 bars, la motopompe MP31203 s'actionne automatiquement et le voyant SIG_MARCHE_203 s'allume en rouge jusqu'à remettre la pression à sa normale, les motopompes MP31206 et MP31203 s'arrêtent et les voyants SIG_MARCHE_206, SIG_MARCHE_203 s'éteignent et SIG_ARRET_206, SIG_ARRET_203 s'allument en vert.

Sinon, si la pression après 1 minute reste inférieure à 3.2 bars, la motopompe Diesel MP31204 s'actionne automatiquement et le voyant SIG_MARCHE_204 s'allume en rouge jusqu'à

remettre la pression à sa normale, les motopompes MP31206, MP31203 et MP31204 s'arrêtent et les voyants SIG_MARCHE_206, SIG_MARCHE_203, SIG_MARCHE_204 s'éteignent et SIG_ARRET_206, SIG_ARRET_203, SIG_ARRET_206 s'allument en vert. Sinon les quatre motopompes restent en action jusqu'à remettre la pression à sa normale.

4. Description GEMMA

Le **GEMMA** (Guide d'Etude des Modes de Marche et d'Arrêt) est un guide graphique qui constitue une méthode d'approche des Modes de Marches et d'Arrêts des systèmes, c'est un outil d'aide complémentaire au **GRAFCET** qui permet d'exprimer de façon claire et complète les besoins en modes de marche et d'arrêt d'un système automatisé.

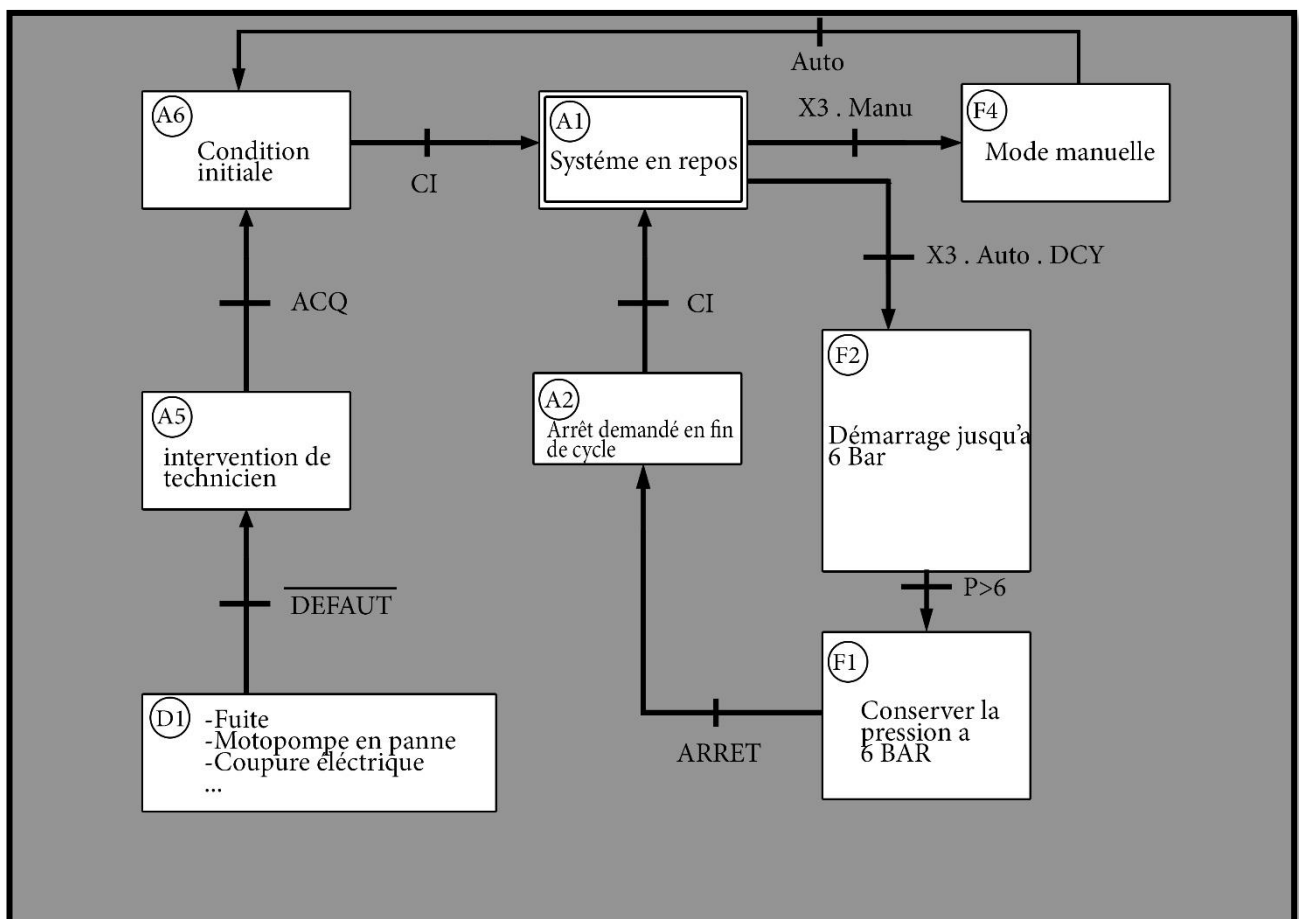


Figure 12: GEMMA

5. GRAFCET

a. GRAFCET de sécurité

Ce GRAFCET décrit l'ensemble des procédures de sécurité du système, c'est le GRAFCET hiérarchiquement le plus important. L'arrêt d'urgence et les procédures de mise en route sont décrits dans ce GRAFCET.

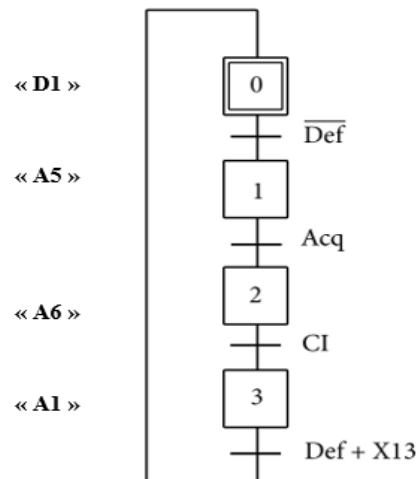


Figure 13: GRAFCET de sécurité

b. GRAFCET marche de préparation

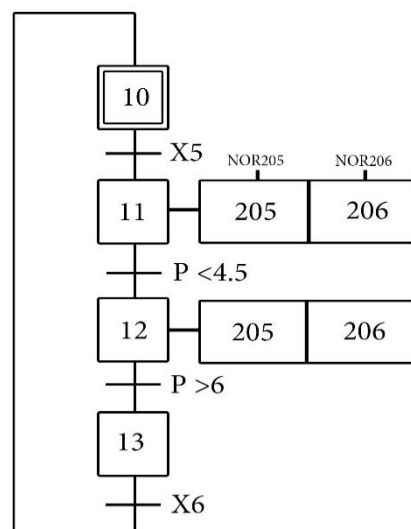


Figure 14: GRAFCET marche de préparation

c. GRAFCET de conduite

GRAFCET de conduite : (ou GRAFCET des Modes de Marches) ce GRAFCET décrit l'ensemble des procédures de Marches (Cycle AUTO ou cycle MANU) et les arrêts normaux.

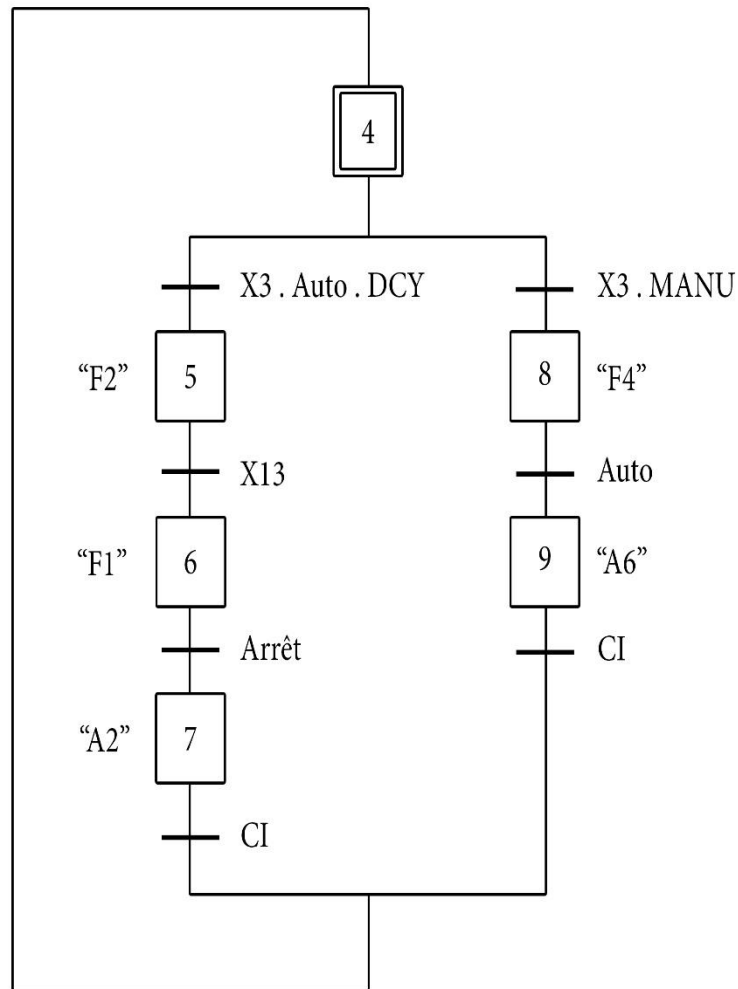


Figure 15: GRAFCET de conduite

d. GRAFCET de production normale

C'est le mode automatique, c'est à dire le mode de fonctionnement principal du système. Le détail de ce mode est défini par un grafcet ne prenant en compte dans la description ni la façon de démarrer ni celle de s'arrêter, c'est la version appelée "GRAFCET de base".

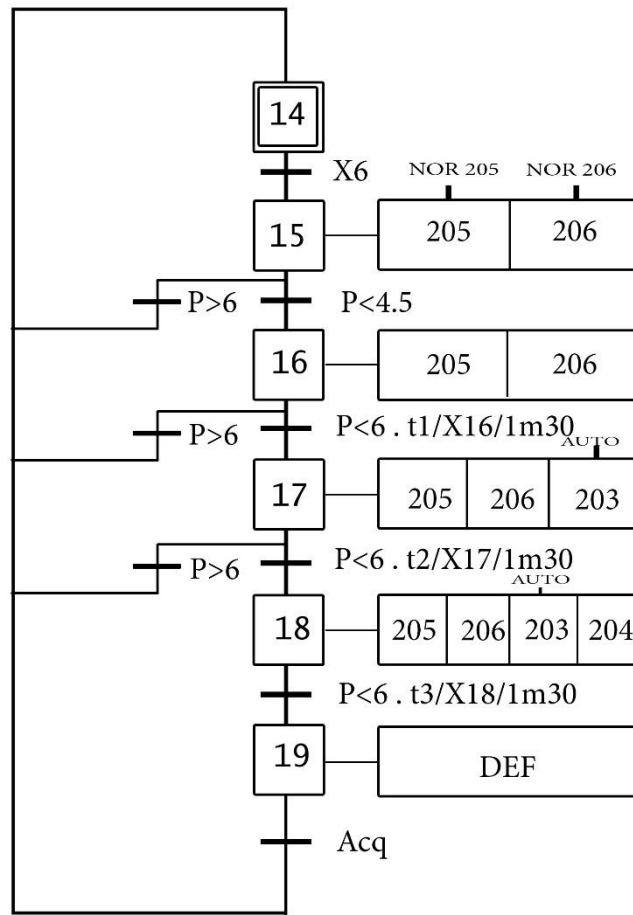


Figure 16: GRAFCET de production normale

e. GRAFCET de commande manuelle

C'est le mode manuel dont l'opérateur peut manipuler les actionneurs avec des boutons ou des commutateurs

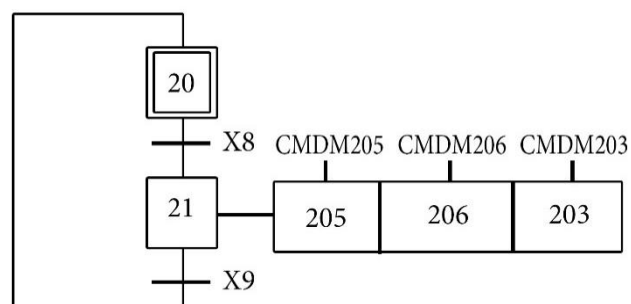


Figure 17: GRAFCET commande manuel

6. Sélection des modules d'entrée et sortie

Les automates programmables industriels (API) offrent une grande variété des modules d'E/S adaptés au milieu industriel et qui peuvent accepter, suivant les cartes, des informations en courant ou en tension (alternatifs ou continus). Le nombre des entrées sorties globale selon leurs natures est résumé dans le tableau suivant :

Les entrées et les sorties totale			
Entrées	Nombre	Sorties	Nombre
Les entrées logiques	14	Les sorties logique	18
Les entrées analogiques	2	Les sorties analogique	0
Totale des entrées	16	Totale des sorties	18

Tableau 8: Les entrées et les sorties totale

7. Présentation de l'API adopté et ses modules

Le système Control Logix5000 d'Allen-Bradley regroupe les versions modulaires des automates programmables à châssis compact et des E/S basées sur rack. Cette famille de processeurs, de dispositifs d'E/S et de périphérique assure la puissance et l'adaptabilité, en offrant une large gamme de fonctions, de configurations, des communications et d'options de mémoire. Cette architecture flexible permet de combiner plusieurs automates, réseaux et E/S sur un même châssis.

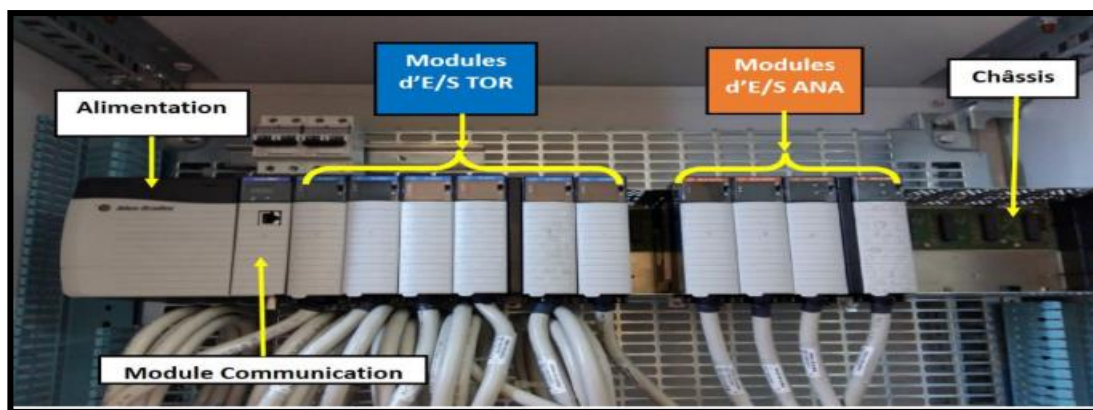


Figure 18: Architecture matérielle d'une automate Allen Bradley 1756 ControlLogix5000

Un API **Allen Bradley** est composé par :

- **Module d'alimentation :**

Ce module permet de transformer la tension d'alimentation 220Volts (AC) à 24Volts (DC) exigées par les composants électriques de différents modules. Pour notre application, on a utilisé le module d'alimentation Allen Bradley 1756-PA72/C (Voir figure 19).



Figure 19: Alimentation d'une automate Allen Bradley

- **Le microprocesseur CPU :**

Le microprocesseur CPU est composé par une unité arithmétique et logique (UAL), une unité logique (UL), un registre d'instruction (IR) et un compteur qui permet de traiter les fonctions de comptage, de temporisation, de calcul, les opérations logiques (E'T, OU) ... Il permet d'organiser les différentes relations entre les interfaces d'E/S et la mémoire.

- ✓ **Le processeur Allen Bradley 1756-L62 B**

Ce module adopté est de capacité égale à 4 Méga octet mots de données supplémentaires et de temps d'instruction égale à 0.34US



Figure 20: Processeur Allen Bradley 1756-L62 B

▪ Rack :

Dans notre travail, on a utilisé 6 modules (processeur, module d'entrée logique , module d'entrée analogique , deux modules de sortie logique , Ethernet), donc nous devons choisir un rack de 7 emplacements



Figure 21: Rack 7 module

▪ Modules d'entrées

Les modules d'entrées capables de réserver en toute sécurité pour l'automate les signaux des capteurs et les ordres de l'opérateur, ils peuvent être logique (TOR) ou analogique (ANA) ou numériques.

✓ Module d'entrées logique

Selon l'étude du système, on a identifié 14 entrées logiques. Alors nous avons utilisées un module Allen Bradley de 16 entées de type TOR et de référence 1756

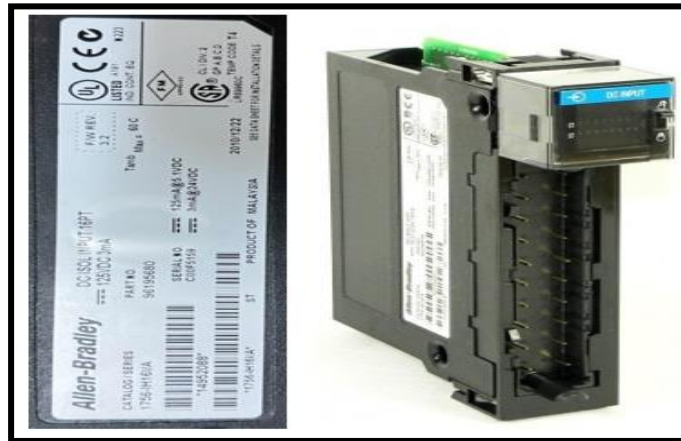


Figure 22: Module d'entrée TOR 1756 IH16I A

Les caractéristiques du module d'entée logique adoptée sont résumées dans le tableau suivant:

Nombre d'entrées	16
Alimentation	125mA à 5.1 V DC 3mA à 110 V DC
Puissance maximale dissipé	4.5W à 60°C
Voltage nominal d'entrées	110V DC
Environnement : Température de fonctionnement Température de stockage Humidité	0 à 60°C -40 à 85°C 5 à 95%

Tableau 9: caractéristiques du module d'entre logique

✓ Module d'entrée analogique

Le pressostat utilisé pour mesurer les pressions de l'eau et le radar pour mesurer le niveau d'eau

dans la TK nécessitent la mise en place d'un module d'entrées analogique. On a choisit le module Allen Bradley de 6 entrées de type ANA de référence 1756 IF6CIS A



Figure 23: Module d'entrée analogique 1756 IF8/ A

Le tableau ci-dessous récapitule les caractéristiques du module d'entrée analogique adopté :

Nombre d'entrées	6
Compatibilité	Châssis Control Logix 1756
Alimentation	1250mA à 501V DC 275 mA à 110V DC
Environnement : Température de fonctionnement Humidité	0 à 60°C 5 à 95%

Tableau 10: Caractéristiques du module d'entrée analogique

▪ Module de sortie

Les modules des sorties capables de commander en toute sécurité des différents pré actionneurs, ils peuvent être logique (TOR) ou analogique (ANA) ou numériques. Dans notre travail, on a 18 sorties logiques donc on a besoin deux module Allen Bradley de 16 sorties de type TOR (référence 1756-OW16I A).

▪ **Les composants utilisés dans l'armoire**

Nom	Nombre
Voyant (marche, arrêt, défaut)	14
Bouton (marche, arrêt, test lampe)	8
Commutateur	3
Disjoncteur	4
Relais	4

Tableau 13: Les composants de l'armoire

➤ **Voyants**

Les voyants de signalisation de notre application sont choisis comme suit :

- Voyant rouge : signalisation de marche.
- Voyant vert : signalisation d'arrêt.
- Voyant jaune : signalisation de défaut

➤ **Boutons**

Les couleurs de bouton sont choisies telles que :

- Bouton (NO) vert : commande de marche.
- Bouton (NC) rouge : commande d'arrêt.
- Bouton d'arrêt d'urgence.

➤ **Disjoncteurs**

Les disjoncteurs permettent d'ouvrir et fermer le circuit électrique pour assurer la circulation de courant électrique. Ils sont des organes de protection de circuit électrique contre surcharge, court-circuit et fuite à terre. On a placé 4 disjoncteurs dans notre armoire. Le disjoncteur est choisi selon les courants de bloc d'alimentation d'automate et des E/S.

Disjoncteur	Calibre	Nombre de pôles	Constructeur
Alimentation automate	6A	2	Schneider
Général E/S	6A	2	Schneider
Alimentation des entrées	2A	2	MERLIN GERIN
Alimentation des sorties	6A	2	Schneider

Tableau 14 : Disjoncteurs utilisés



Figure 25: Disjoncteur bipolaire

➤ Le relais d'interface

Le relais d'interface permet de contrôler la mise en marche et l'arrêt de la pompe en utilisant des signaux de commande provenant du panneau de commande. Le relais est alimenté par le circuit de commande et il permet de commuter la puissance de la pompe à partir d'une source d'alimentation externe et il permet d'isoler électriquement le circuit de commande du circuit de puissance de la pompe.

Désignations	Relais d'interface
Nombre	4
Tension d'isolement	250 V
Tension de commande	110 V CC
Reference	RHN412F
Constructeur	Schneider

Tableau 15: Caractéristiques de relais d'interface



Figure 26: Relais d'interface

IV. Conclusion

Ce chapitre a été dédié à présenter les détails techniques nécessaires pour pouvoir réaliser la solution envisagée. Une première partie a été consacrée pour présenter les caractéristiques techniques des différents éléments du système, à savoir les entrées/sorties et leurs natures ainsi que le cycle de fonctionnement complet. La deuxième partie est réservée à présenter l'élément clé de la solution proposée qui est l'API Allen-Bradley avec une description technique des différents modules. La troisième et dernière partie a traité le dimensionnement de l'armoire électrique de protection et de signalisation. Le chapitre suivant présentera en détails les étapes de programmation, supervision et des tests pratiques.

Chapitre 4 : Programmation et supervision

Chapitre 4 : Programmation et supervision

I. Introduction

L'automatisation des procédés industriels reste toujours limitée, puisque certaines tâches nécessitent l'intervention de l'être humain. L'opérateur peut alors intervenir et prendre une décision instantanée sur le système automatisé. Il est nécessaire de disposer d'une liaison entre les opérateurs et les machines qui assurent le contrôle et la supervision des procédés. Ce qui présente le cadre de ce troisième chapitre.

Dans la première partie de ce chapitre, la programmation de l'API Allen Bradley avec ControlLogix5000 adopté sera détaillée. Dans la deuxième partie, on va présenter les étapes de développement d'une interface graphique de supervision, dans le but de commander et de surveiller à distance la station de pompage d'eau incendie. La dernière partie sera consacré à montrer les résultats des tests pratiques de la solution conçue.

II. Programmation de l'API Allen Bradley

Dans cette partie, on s'intéresse au développement de programme à base des schémas à contact relatifs aux : Station de pompage d'eau incendie à base de l'automate programmable industriel Allen Bradley de type Control Logix 5000.

En effet, Control Logix 5000 est un API de la série Control Logix fabriqué par Rockwell Automation. Il est utilisé dans de nombreux domaines industriels pour automatiser et contrôler des processus de production, de fabrication et de distribution. Il est équipé d'un processeur puissant qui permet de gérer des tâches complexes, ainsi que d'une grande variété d'entrées et de sorties (E/S) pour interagir avec les équipements industriels. Il est capable de prendre en charge différents protocoles de communication tels qu'Ethernet/IP, DeviceNet, ControlNet, etc. Il peut également être intégré à des systèmes de supervision et de contrôle de niveau supérieur pour permettre une surveillance et un contrôle à distance des processus.

Pour ce type d'API, RSLogix 5000 est le logiciel de programmation de cette série Control Logix. Il permet de programmer les automates en utilisant le langage Ladder Logic, le langage Structured Text, le langage Fonction Block Diagram, ou le langage Sequential Function Chart.

1. Configuration Matérielle

▪ Configuration de processeurs et de châssis :

Lors de la mise en service d'un automate programmable Allen-Bradley de la série Control Logix on a besoin de configurer les processeurs et les châssis de notre système dans RSLogix 5000 (Figure 27). On commence par l'ouverture d'un nouveau projet et on donne un nom au projet puis on Ajoute notre processeur et son emplacement dans le réseau de communication en suite on ajoute les caractéristiques physiques du châssis, comme le nombre de slots pour modules, la tension d'alimentation et le type de refroidissement.

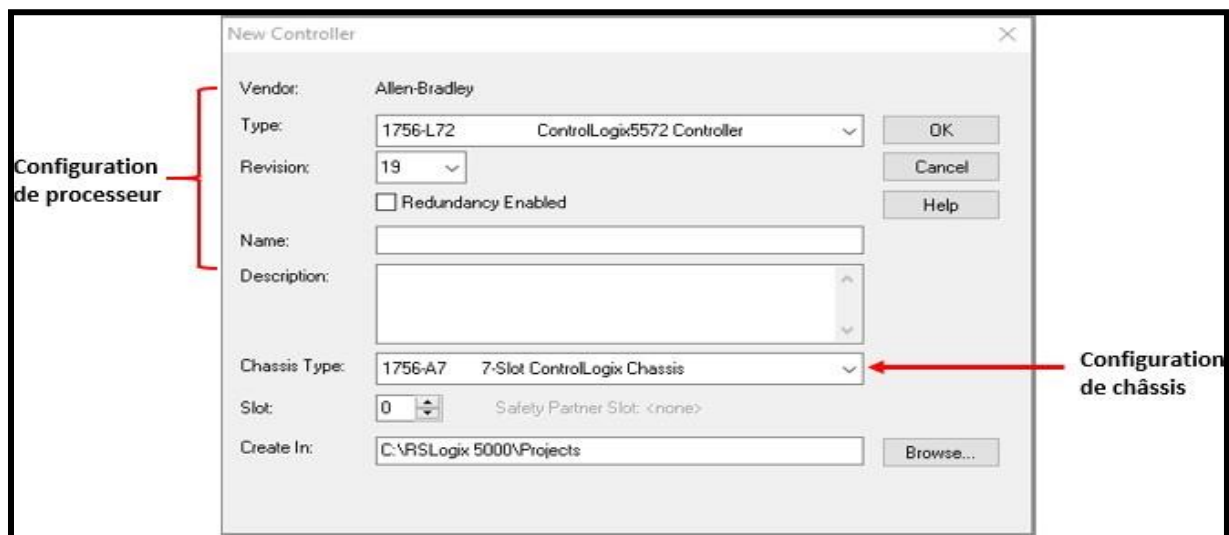


Figure 27: Configuration du Processeur et de châssis.

▪ Configuration des cartes d'entrée sortie :

Initialement, on va choisir un nouveau module. Après l'insertion d'un nouveau module, on passe à la configuration des cartes d'entrées/sorties dont on va choisir leurs types soient logique ou analogique, leurs références, leurs noms et leurs emplacements dans le châssis. L'étape de la configuration est illustrée dans la figure 28 suivante :

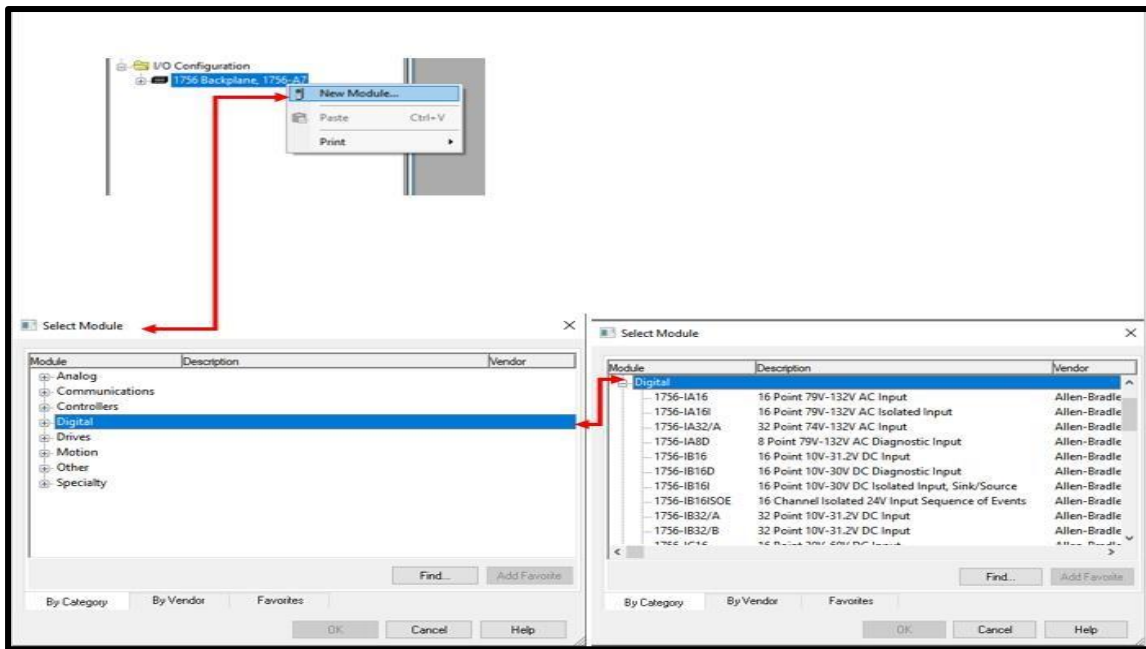


Figure 28: Configuration des cartes d'entrée sortie

Remarque :

- Pour les modules d'entrées analogiques, il faut configurer plusieurs paramètres tels que : le nombre d'entrées analogiques, la plage de mesure, la résolution et la fréquence d'échantillonnage. Puis on choisit les paramètres spécifiques de chaque entrée analogique, tels que la plage de mesure, l'unité et la résolution.
- Les capteurs de pression et de niveau d'eau sont des convertisseurs analogiques numérique qui convertie un seuil de courant ou tension ou résistance. Il faut tester la pression et le niveau de notre système par des générateurs de courant (4- 20mA) selon une échelle.
- La carte analogique permet de convertie le courant de 4mA à 0 Bar et de 20mA à 7Bars pour la pression et de 4mA à 0 mètre et de 20mA à 10 mètres pour le niveau d'eau.

2. Configuration Logicielle

Dans notre projet, on a choisi le Ladder comme langage de programmation. Ce langage est particulièrement adapté aux applications de contrôle de processus industriels, car il permet de représenter de manière intuitive les circuits de commande. Les symboles logiques utilisés dans la programmation Ladder, tels que les contacts et les bobines, sont directement liés aux composants physiques de l'automate programmable, ce qui facilite la compréhension et la maintenance du programme. Les symboles utilisés dans notre programme sont résumés dans le Tableau 16 suivant :

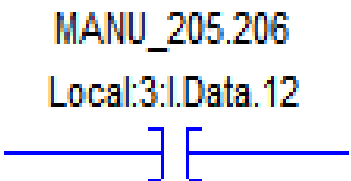
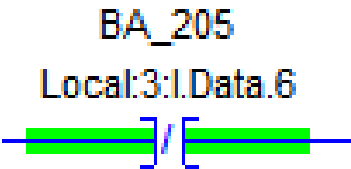
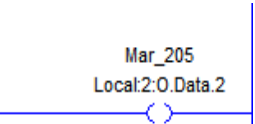
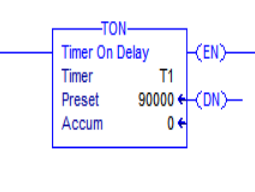
Symboles	Description
Examine On (Examiner si contact fermé) 	<p>"Examine On" est une abréviation courante en programmation Ladder pour "Examine If Closed". Il s'agit d'une instruction logique utilisée pour vérifier si un contact est fermé ou non. Si le contact est fermé, l'instruction "Examine On" retourne une valeur logique "vrai" (1), sinon elle retourne une valeur logique "faux" (0)</p>
Examine Off (Examiner si contact ouvert) 	<p>L'instruction XIO est représentée par un symbole de contact normalement ouvert. Lorsque l'instruction XIO est exécutée, elle examine une condition d'entrée spécifique. Si la condition d'entrée est "ouverte" ou éteinte, le contact XIO est "fermé" ou activé, permettant ainsi au courant de circuler à travers le reste des barreaux du réseau. Si la condition d'entrée est "fermée" ou activée, le contact XIO reste ouvert, empêchant le courant de circuler à travers le reste des barreaux</p>
Output Energie (Activation de sortie) 	<p>Output Energy" (énergie de sortie) est une expression utilisée en automatisation industrielle pour décrire l'activation d'une sortie dans un programme de logique de réseau. Lorsqu'une instruction de sortie est exécutée et que la condition d'entrée associée est remplie, l'énergie de sortie est envoyée à la sortie correspondante, ce qui active le relais ou le contacteur et permet au courant de circuler à travers le circuit de sortie.</p>
Timer On Delay 	<p>L'instruction TOD est couramment utilisée dans des applications d'automatisation où il est nécessaire d'introduire un délai avant d'activer une sortie. Lorsqu'une instruction de temporisation TOD est exécutée, elle commence à compter à partir de zéro en millisecondes jusqu'à ce qu'elle atteigne une valeur de temps prédéfinie, qui est définie par le programmeur. Une fois que la temporisation a atteint la valeur de temps prédéfinie, elle déclenche l'activation de la sortie. Le bit TT est le bit de temporisation ; Le bit EN devient actif lorsque l'instruction de temporisation est activée.</p>

Tableau 16: Symboles de Programmation Ladder

3. Extraits du Code Développé

Dans la figure 21, on présente l'un extrait de programmation Ladder de station de pompage d'eau incendie. Cet extrait décrit le fonctionnement de la motopompe MP31206.

Dans cet extrait on trouve les deux choix de fonctionnement de la motopompe MP31206, la première consiste au fonctionnement physique de système avec les boutons et les commutateurs réelles (AU, BA_205, MANU_205_206...) et la deuxième consiste au fonctionnement par supervision avec les boutons et les commutateurs virtuelles de l'interface du supervision (SUP_AU, SUP_BA_206, SUP_MANU_205_206...).

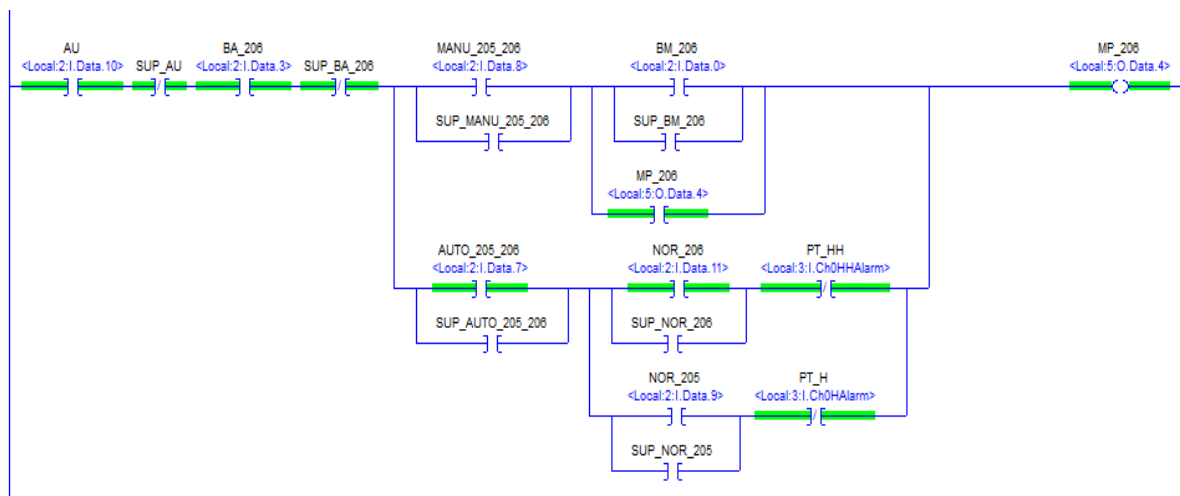


Figure 29: Extrait de programme de fonctionnement de la motopompe MP31206

Dans le dossier technique, on trouve tout le schéma Ladder du fonctionnement du système étudié.

III. Communication entre l'automate et le superviseur

Pour adapter la communication entre l'automate ControlLogix5000 et la poste de supervision, on a adopté une connexion de serveur OPC à travers le logiciel RSLinx.

1. Définition de logiciel RSLinx

Le logiciel RSLinx est un outil de communication entre les réseaux, les périphériques Rockwell Automation et les systèmes d'exploitation (exemple : Microsoft Windows 10, 64 bits), Vista Professionnel (32 bits)). Il peut supporter simultanément plusieurs applications par l'intermédiaire d'une interface de communication telles que RSLogix 500 et RSLogix 5000.

RSWho est une interface graphique permettant de naviguer à travers tous les réseaux par le biais d'un réseau Ethernet et d'afficher tous les pilotes configurés du réseau à partir d'un seul écran. La fenêtre multi-volet permet de naviguer dans la hiérarchie du réseau dans le volet gauche tandis que l'affichage des icônes de périphériques ainsi que leur statut dans le volet droit.

2. Communication série via RS-232

La communication série RS-232 est un moyen courant de connecter un automate programmable industriel (API) à un PC. La communication série RS-232 entre un API et un PC permet le transfert de données de manière fiable et économique. La communication série RS-232 est largement utilisée dans les équipements électroniques industriels consiste à envoyer des données binaires séquentiellement, bit par bit, sur un canal de communication. Les données sont transmises séquentiellement, ce qui signifie que chaque bit est envoyé l'un après l'autre, sur la ligne de transmission. Cette communication n'est évidente qu'après une configuration d'un driver RS-232 comme montré dans la figure 30 suivante :

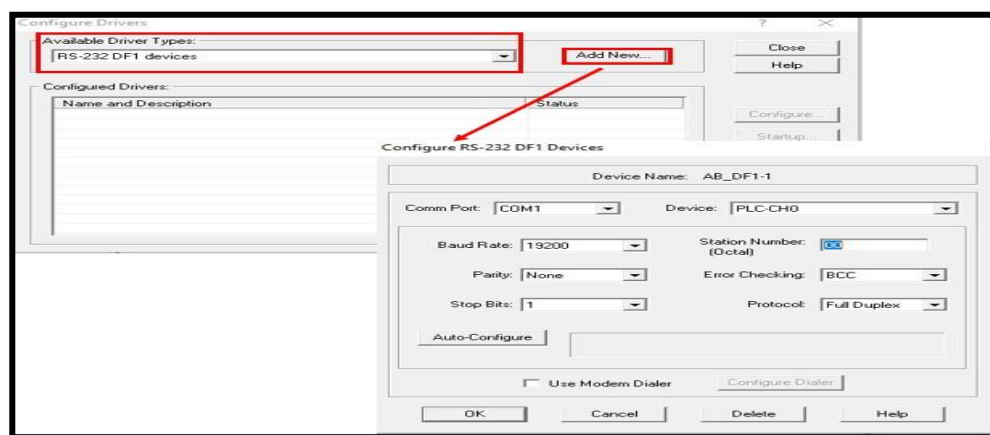


Figure 30: Configuration sur RS232

3. Communication Réseau Ethernet TCP/IP

La communication entre un automate et un ordinateur de supervision via Ethernet/IP est une méthode courante utilisée dans les systèmes de commande industriel. Ethernet/IP est un protocole de communication industriel qui utilise Ethernet comme support physique et TCP/IP comme protocole de transport.

Pour établir cette communication on a besoin d'assurer que les deux équipements sont connectés au même réseau Ethernet [4]. Ensuite, il faut configurer les paramètres de communication qui sont l'adresse IP, le masque de sous-réseau et la passerelle par défaut sur

l'automate et l'ordinateur de supervision pour qu'ils correspondent. Une fois que les paramètres de communication sont configurés, les équipements peuvent se connecter et échanger des données.

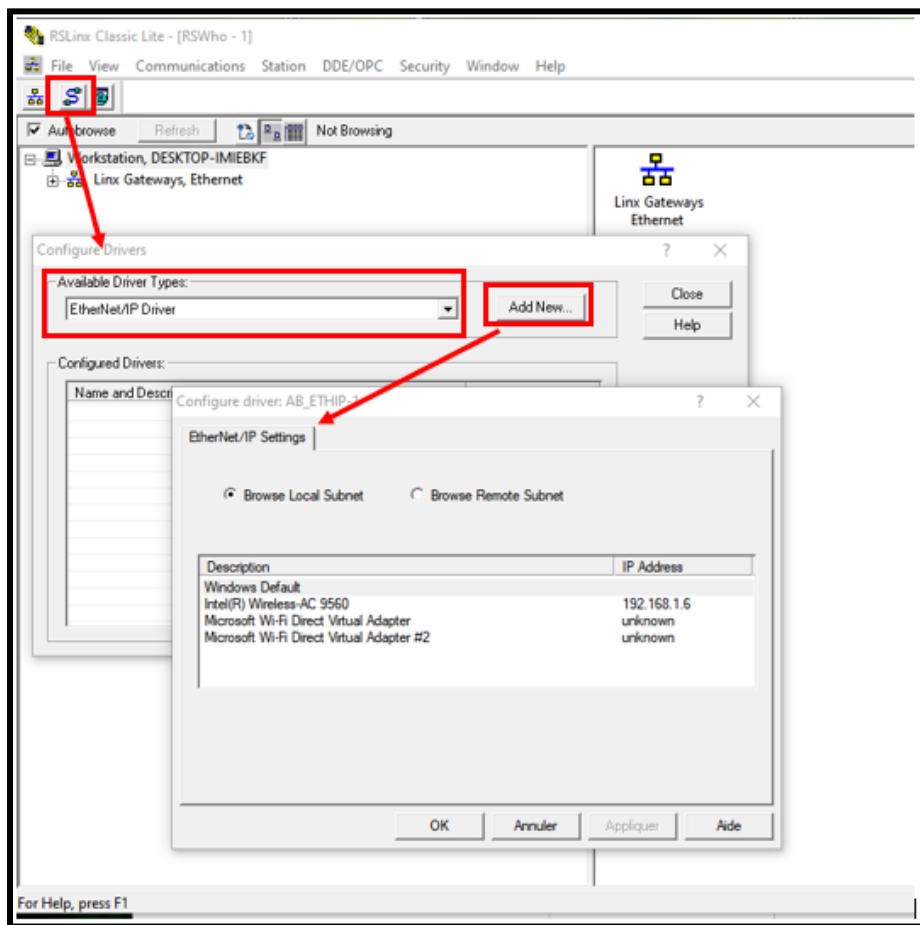


Figure 31: Communication via Ethernet/IP

IV. Environnement de travail avec RSView32

La supervision est un processus qui consiste à surveiller et à contrôler des systèmes ou des processus à distance. Dans le domaine industriel La supervision est souvent réalisée à l'aide d'un système de supervision, également appelé SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition).

Il permet de collecter des données en temps réel auprès des équipements et des processus, de les stocker dans une base de données et de les afficher sur des écrans de supervision. Les opérateurs peuvent ainsi surveiller l'état des équipements et des processus, ainsi que les alarmes et les événements, et prendre des décisions pour optimiser le processus.

1. Définition de logiciel RSView32

RSView32 est un logiciel de supervision industriel développé par Rockwell Automation, qui permet de concevoir, de développer et de déployer des interfaces de supervision pour les automates programmables industriels (API) de la marque Allen-Bradley. De plus, il permet d'éditer en ligne avec d'autres vues en cours d'exécution. Lors de ce travail, le rôle de RSView est restreint d'exécuter les tâches suivantes :

- La communication avec les automates ;
- L'affichage des vues à l'écran et des événements d'alarme ;
- La commande du processus et exécution des applications ;

Le RSView et le RSLinx offrent une puissante combinaison d'options de connexion des réseaux tel que : Ethernet, Controlnet, DF1 [5].

RSView32 offre plusieurs fonctionnalités utiles pour la supervision industrielle, notamment :

- Conception d'interfaces graphiques
- Intégration de données
- Surveillance et contrôle
- Gestion des utilisateurs
- Gestion des alarmes

2. Création du projet

Afin de terminer la partie programmation à l'aide de logiciel RSLogix5000, on va utiliser RSView32, pour la supervision de la station de pompage d'eau incendie. Pour créer un projet, on clique sur le bouton nouveau de la barre d'outils ou sur le bouton nouveau de menu fichier. Une fois qu'on a créé un projet dans RSView32, la fenêtre principale du logiciel s'affiche. Cette fenêtre principale est appelée le "Workspace". Elle est composée de plusieurs parties comme il est indiqué dans la figure 32 suivante :

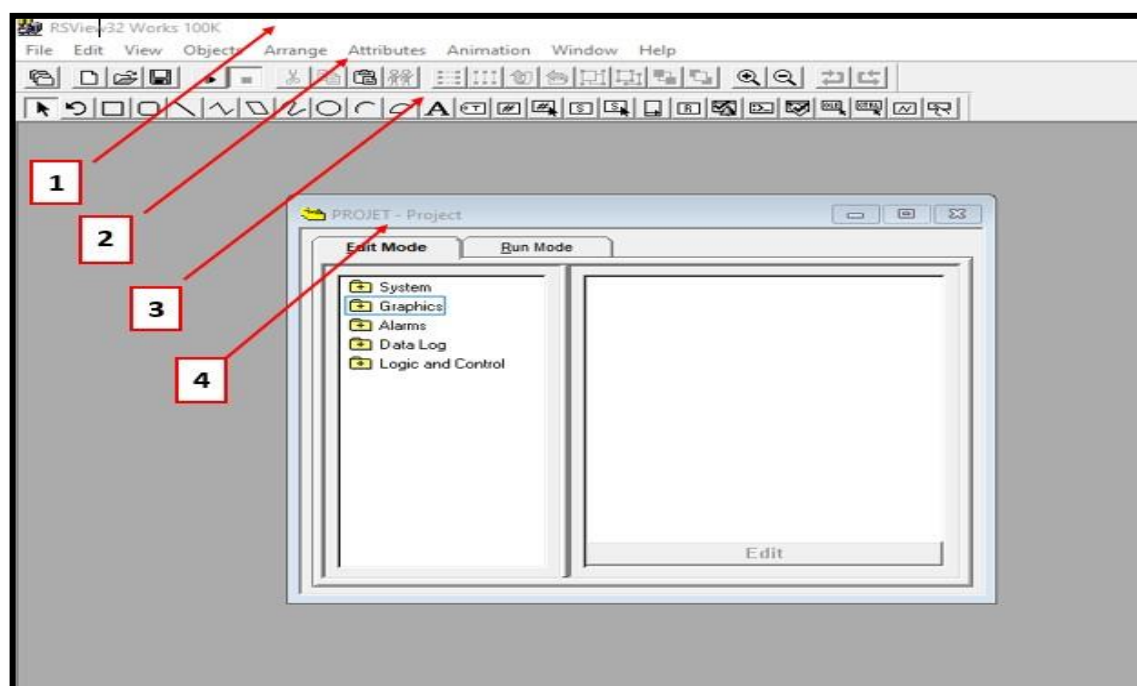


Figure 32: Fenêtre d'accueil du RSVIEW 32

Les icônes de la fenêtre d'outils (repérées par les numéros 1 à 4 sur l'illustration ci-dessus).

Identifiant	Description
1/ La barre de menus	Elle contient des menus déroulants qui nous donnent accès aux différentes fonctionnalités du logiciel.
2/ La barre d'outils	Elle contient des boutons qui nous permettent d'accéder rapidement aux fonctions courantes.
3/ Le panneau de contrôle	Il contient les objets que nous pouvons l'ajouter à notre interface graphique (boutons, graphiques, alarmes, etc.).
4/ La fenêtre de conception	C'est ici que nous allons concevoir notre interface graphique en utilisant les objets du panneau de contrôle.

Tableau 17: Description de l'outils de fenêtre principale

3. Configuration du canal de communication

Pour assurer la communication entre l'automate et l'ordinateur, on doit choisir un protocole de communication TCP/IP de réseau Ethernet et un type de port comme la montre la figure suivante :

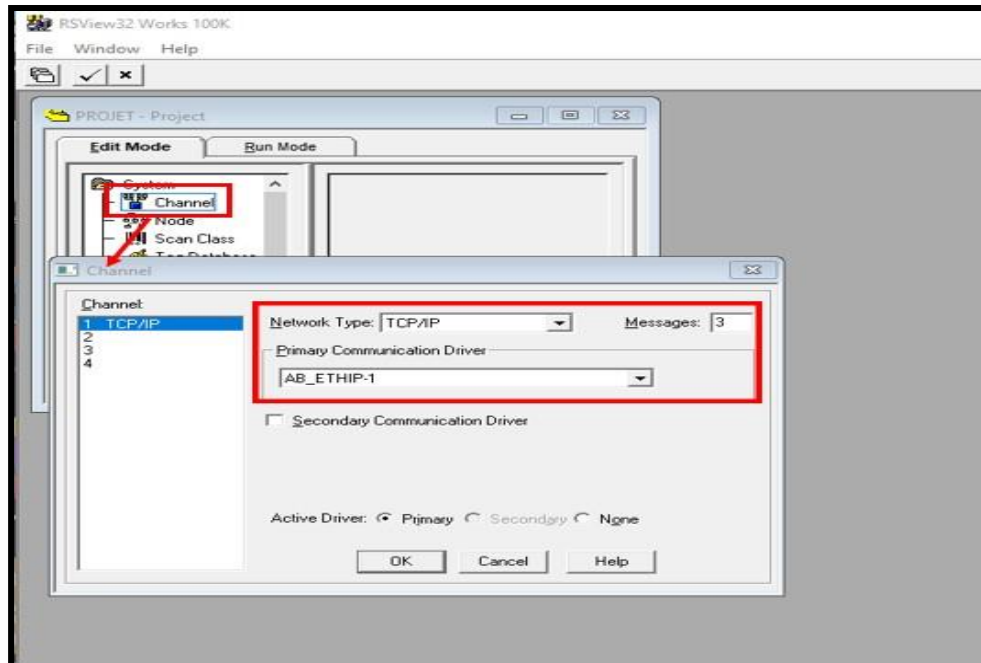


Figure 33: Configuration du Canal

On configure tout d'abord un nœud de communication entre le processeur et le projet RSView32 comme la montre la Figure 34 suivante :

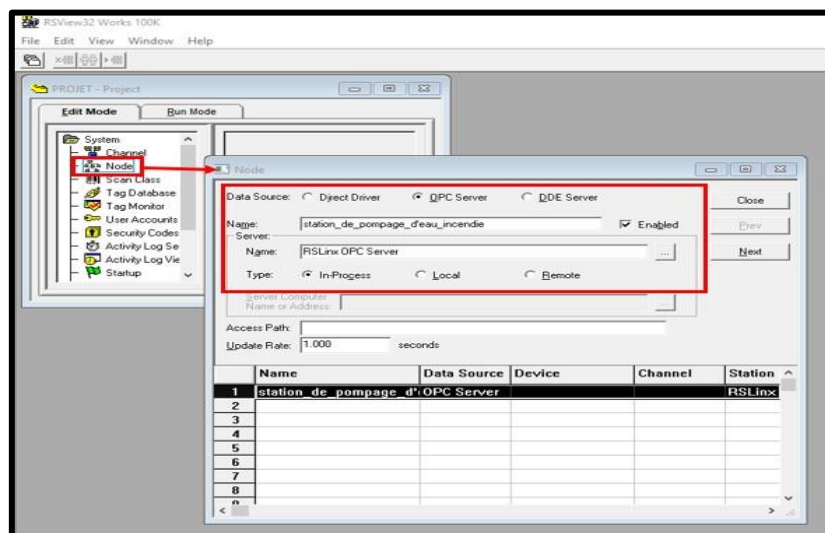


Figure 34: Configuration du Canal

4. Configuration et création d'une base de données des entrée/sortie

La configuration et la création d'une base de données des entrées/sorties dans RSView 32 impliquent la création d'une structure de base de données qui stocke les informations sur les entrées et sorties de l'usine, ainsi que la mise en place de tags qui sont liés à cette base de données. Les tags sont des objets numériques qui représentent des éléments de l'usine, tels que des équipements ou des processus de production. Les tags sont liés à des entrées ou des sorties dans la base de données, ce qui permet à RSView 32 de suivre et de contrôler les entrées et sorties en temps réel.

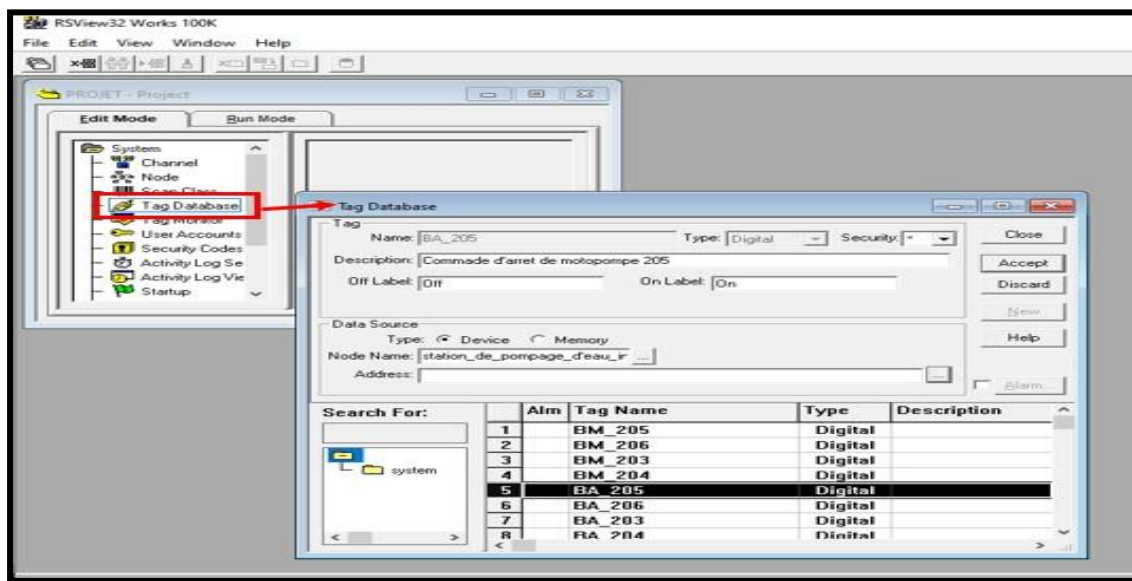


Figure 35: Fenêtre de base de données

5. Visualisation de la bibliothèque

La bibliothèque dans RSView32 permet aux utilisateurs de parcourir et de sélectionner rapidement des objets graphiques à utiliser dans leurs applications, plutôt que de devoir créer des objets personnalisés à partir de zéro. Les bibliothèques d'objets préconçus peuvent être personnalisées pour répondre aux besoins spécifiques de l'application, en modifiant les propriétés et les comportements des objets comme montré dans la figure 36 :

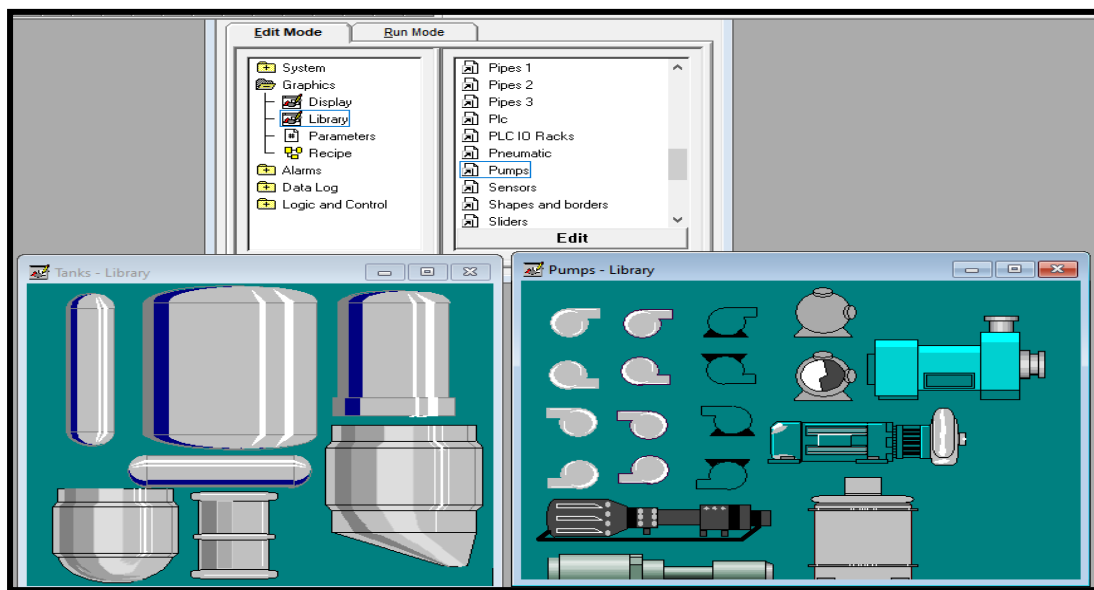


Figure 36: Bibliothèque RSVIEW

V. Conception et description de la supervision de station de pompage d'eau incendie

1. Conception de la supervision

La supervision de la station de pompage d'eau incendie permet de contrôler et de commander plusieurs paramètres importants tel que la pression de l'eau dans le réseau d'incendie, le niveau d'eau dans les réservoirs de la station, le démarrage et l'arrêt des pompes et d'autre part, elle permet de connaître les états du système et peut modifier ses paramètres en temps réel.

Elle permet aussi d'enregistrer les données de fonctionnement de la station pour une analyse ultérieure et pour une maintenance préventive efficace et de visualiser l'ampérage de différents moteurs, les défauts et les alarmes en cas d'anomalie.

2. Description des vues

Dans ce projet, on a créé quatre synoptiques de supervision tels que :

- **Synoptique de vue générale :**

Elle permet de sécuriser l'accès aux autres interfaces du système. Les membres enregistrés dans les groupes utilisateurs ont l'autorisation d'y accéder par un mot de passe comme montre la Figure 37.

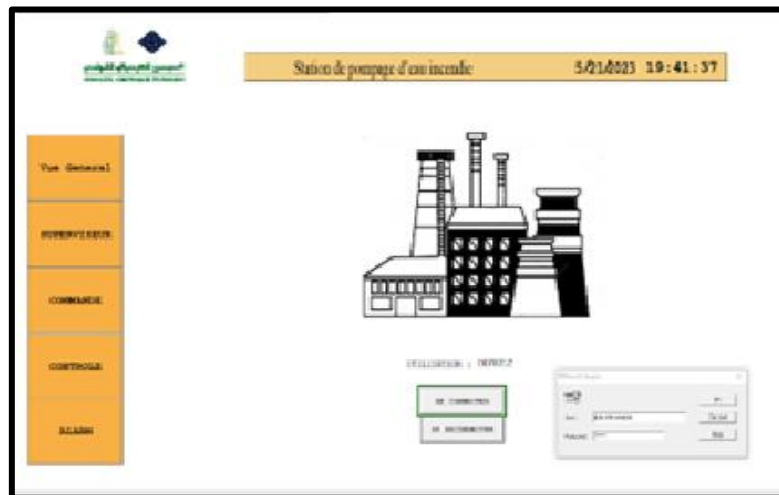


Figure 37: Synoptique de la vue générale

- **Synoptique de la station de pompage d'eau incendie :**

Le synoptique de la station de pompage d'eau incendie (Figure 38) montre à l'utilisateur le processus de fonctionnement de système tel que le fonctionnement de pompe, le niveau d'eau et le niveau de pression.

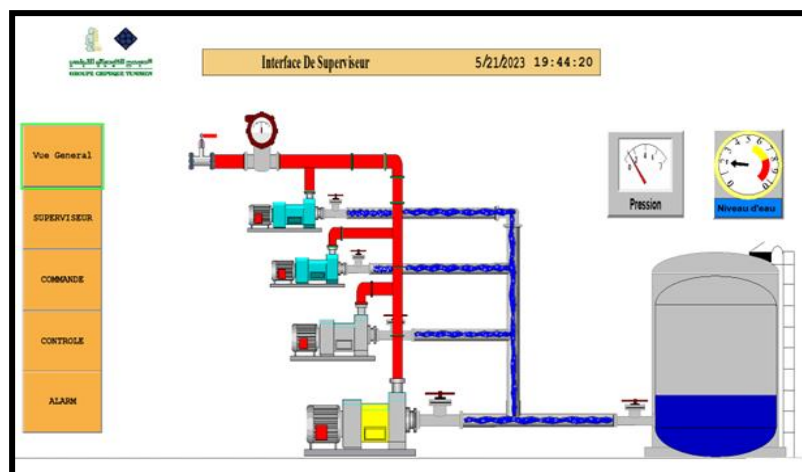


Figure 38: Synoptique de la station de pompage d'eau incendie

- **Synoptique d'interface de commande de système d'eau incendie :**

L'interface de commande d'un système d'eau incendie (Figure 39) permet de commander les différents équipements de la station de pompage et de contrôler les différents paramètres du réseau d'incendie. Elle contient tous les boutons de commande, ces boutons permettent à l'opérateur de commander les différents équipements de la station de pompage.

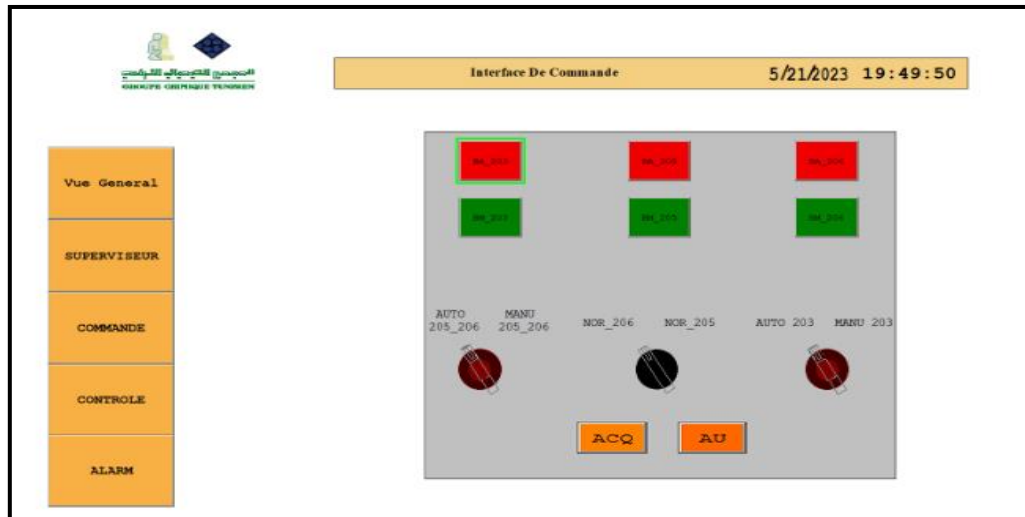


Figure 39: Synoptique d'interface de commande

- **Synoptique d'interface de contrôle de système d'eau incendie :**

L'interface de contrôle de système d'eau incendie permet de fournir des informations visuelles rapides sur l'état du système (Figure 40), ce qui peut aider les opérateurs à surveiller le fonctionnement du système et à détecter les problèmes éventuels. Elle permet Faciliter la détection des problèmes et améliorer la sécurité.

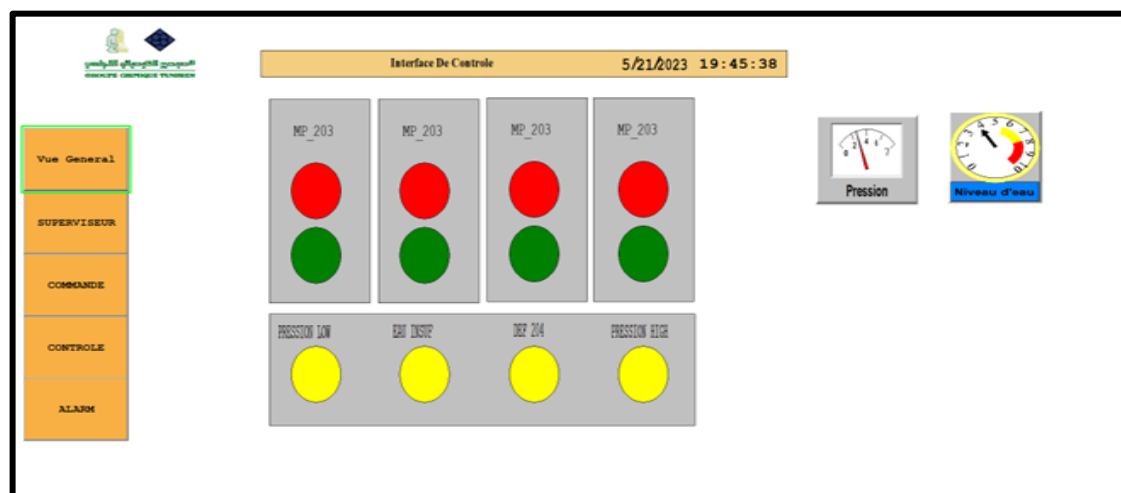


Figure 40: Synoptique d'interface de contrôle

▪ *Synoptique des Alarmes :*

L'affichage des alarmes est très important, car il joue le rôle d'une plate-forme d'avertissement en cas de problème : lorsque les défauts surviennent dans les équipements, les alarmes sont immédiatement clignotées. Chacune d'elles est formée d'un texte d'alarme qui donne la description de l'alarme et son temps de déclenchement (date et heure), comme il est indiqué dans la figure 41. Donc, la synoptique des alarmes permet de visualiser les défauts et les alarmes en cas d'anomalie bien que tout un archivage d'historique.

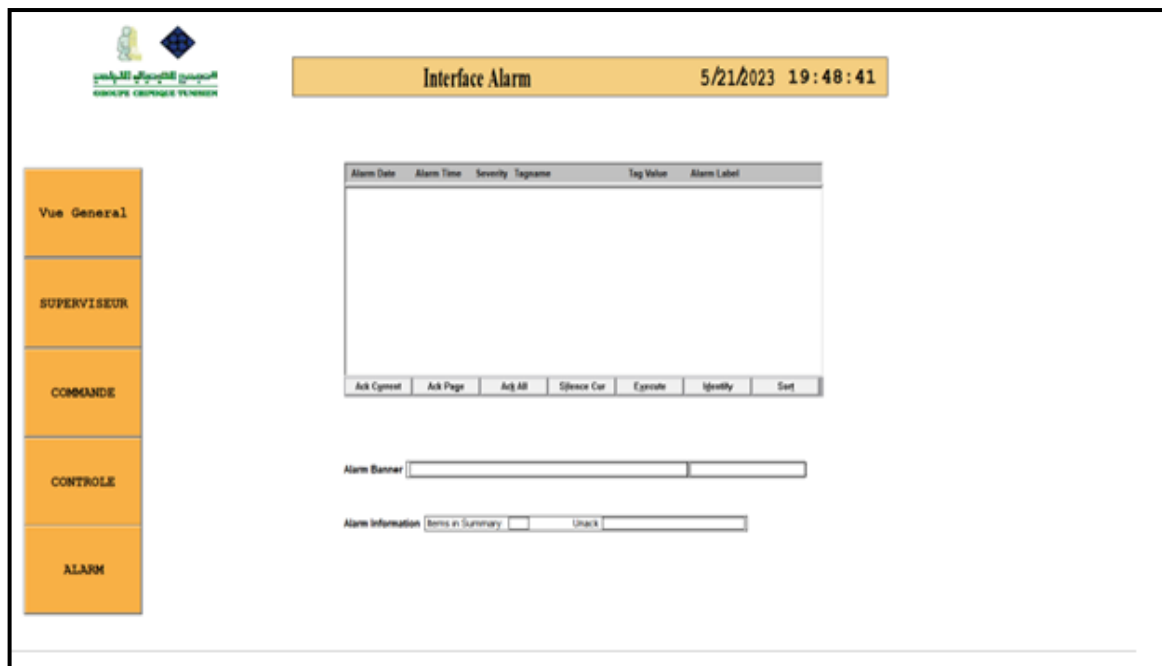


Figure 41: Synoptique des Alarmes

VI. Conclusion

Dans ce chapitre, on a défini l'environnement de l'automatisation, de la supervision et plus précisément les logiciels utilisés tels que :

- RSLogix5000 : logiciel de programmation de l'automate Allen Bradley,
- RSLinx : logiciel de communication et de configuration des automates de type Allen Bradley ;
- RSView : logiciel de création des interfaces graphiques et de supervision des systèmes industriels.

On a simulé, le programme établi avec le logiciel de RSLogix5000. Puis, on a l'implémenté sur le système. On a aussi réalisé une interface graphique interconnectée avec l'automate, dans le but de commander et de superviser la station de pompage.

Les résultats des Tests ont montré que ma solution proposée est adéquate à la problématique posée et garantie des très bonnes performances de sécurité ainsi que surveillance.

Chapitre 5 : *Réalisation Pratique*

Chapitre 5 : Réalisation Pratique

I. Introduction

Ce chapitre se concentre sur la réalisation pratique de mon armoire électrique. Je vais mettre en action mes connaissances théoriques pour créer une armoire fonctionnelle. C'est une étape clé de mon projet de fin d'études, où je vais passer de la conception à la concrétisation. Je vais mettre en place les composants et effectuer le câblage nécessaire pour assurer le bon fonctionnement de l'armoire électrique.

II. Etape de réalisation pratique

Après l'identification des entrées et des sorties de système étudiée et après choisir les matériels nécessaires on passe par :

1. Planification de façade de l'armoire

J'ai utilisé un logiciel de dessin Photoshop) pour avoir cette façade .

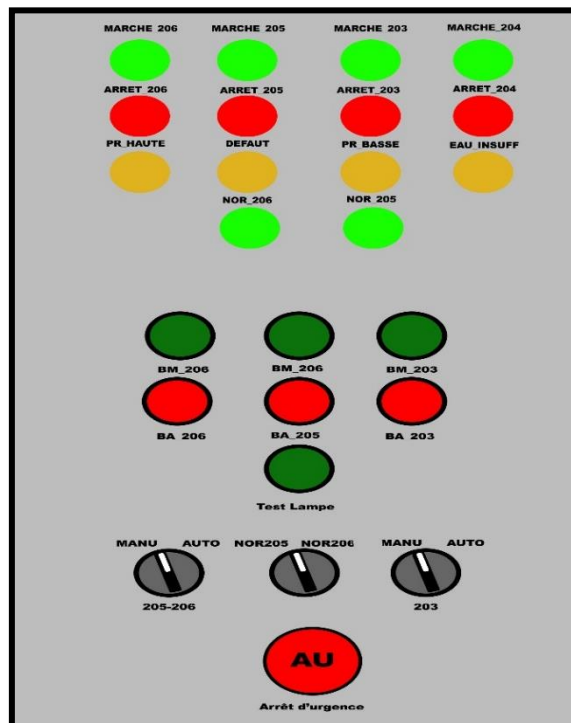


Figure 42: Façade de l'armoire

2. Perçage de la porte

Après le traçage de l'emplacement de voyants ,commutateurs et boutons on perce les trous en utilisant une perceuse et scie cloche de 10mm.

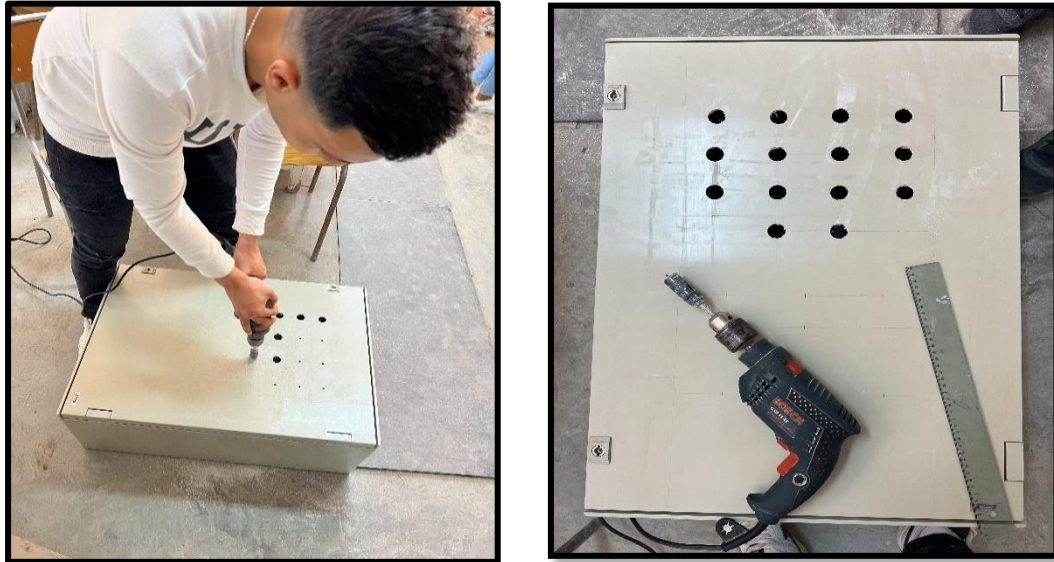


Figure 43: Perçage

3. Mise en place de composants et câblage de la porte

On place les voyants, les commutateurs et les boutons dans les trous selon la façade dessiné .

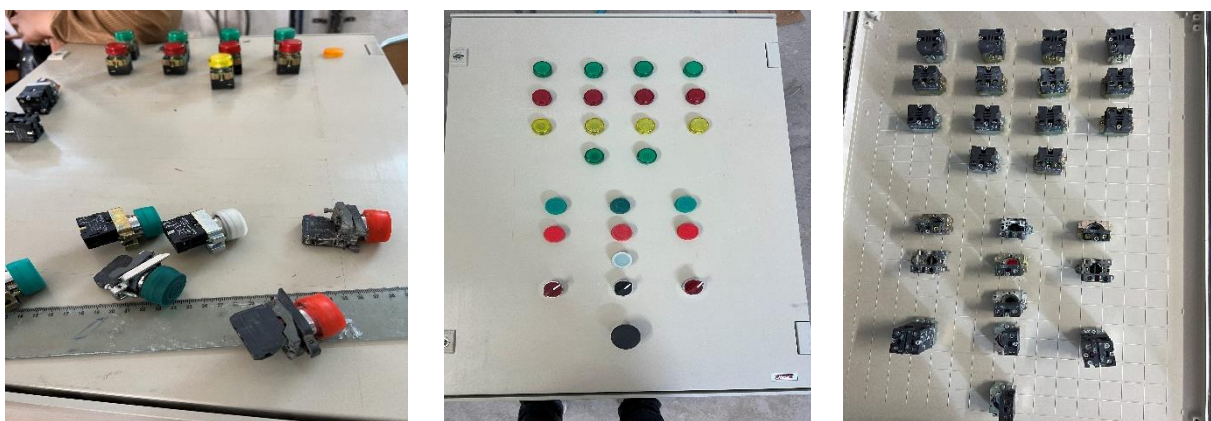


Figure 44: Mise en place de composants

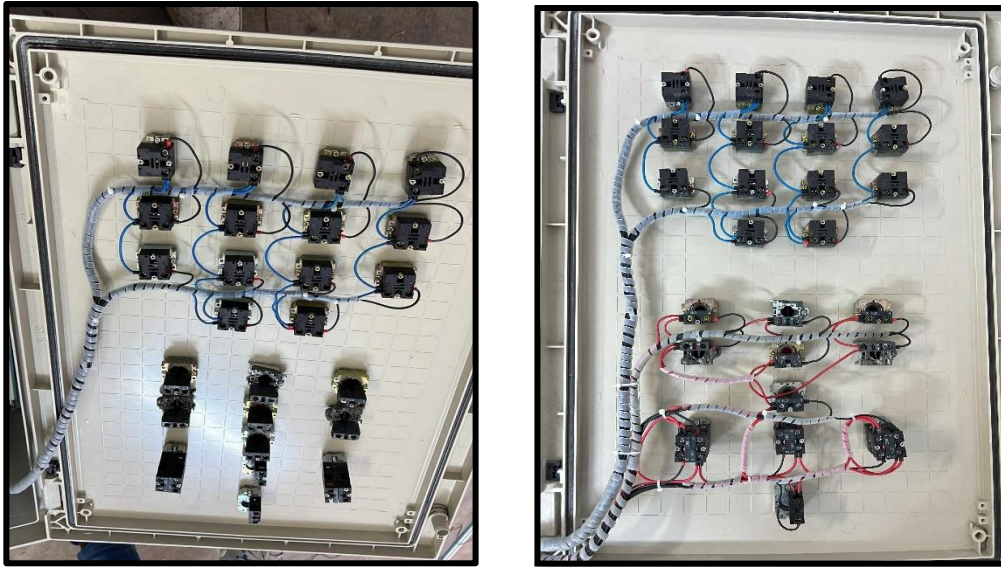


Figure 45: câblage de la porte

4. câblage de l'armoire

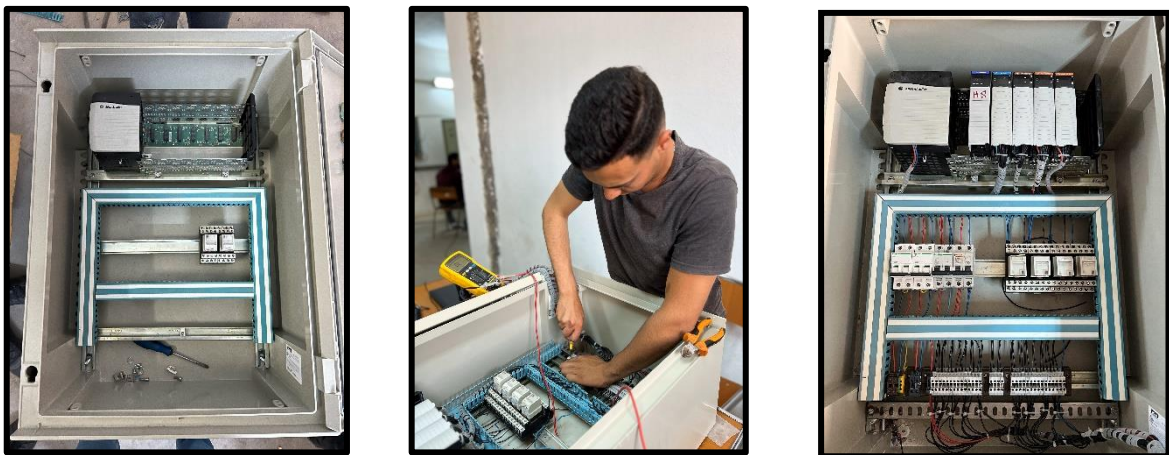


Figure 46: câblage de l'armoire

5. Implantation de programme

Après le câblage on implante le programme Lader dans l'automate .

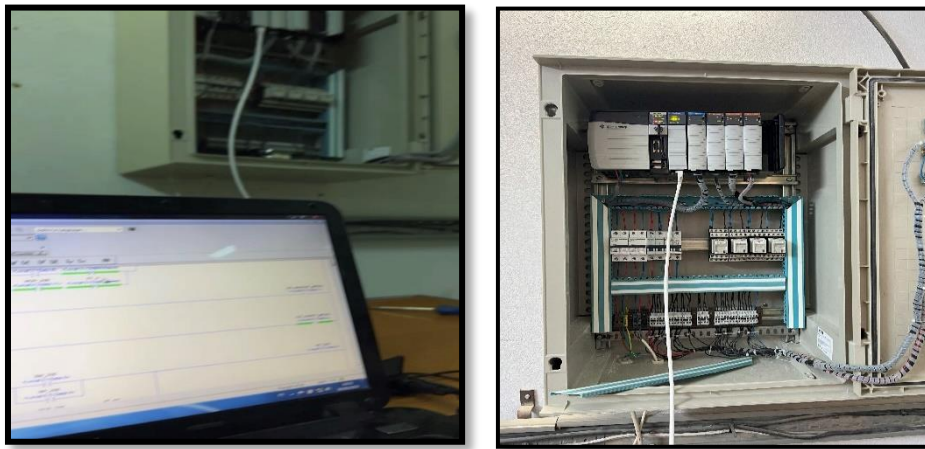


Figure 47: Connexion entre le PC et l'automate

6. Résultat finale



Figure 48: Résultat finale

III. Conclusion

En conclusion, ce chapitre me permettra de concrétiser mon armoire électrique en mettant en œuvre mes connaissances et mes compétences. C'est une étape cruciale dans mon projet de fin d'études pour prouver mon expertise dans le domaine de l'électrotechnique.

CONCLUSION GENERALE

Dans ce travail, je m'intéresse à implanter un automate programmable pour contrôler et commander des procédés industriels. En effet, l'utilisation des automates garantit une bonne production à des cadences soutenues ce qui aide l'industrie à atteindre ses objectifs. Une deuxième tâche liée à la commande est celle de Supervision. En effet, la supervision à base d'automate permet d'alléger la charge de travail physique de l'opérateur humain d'où l'opérateur n'est plus obligé de se déplacer pour contrôler ou commander le procédé, il lui suffit seulement de se placer devant son poste de supervision.

Dans le cadre de ce stage de Fin d'Etudes, j'ai réalisé la conception et la réalisation d'une armoire de commande du système eau d'incendie au sein du Groupe Chimique Tunisien à Gabes et en particulier dans l'usine DAP service électrique et régulation. Dans ce sens, un cahier des charges m'a été confié, qui consiste à proposer une solution d'automatisation du système eau incendie en réalisant la partie informatique relative à la partie programmation par le langage LADDER, à l'aide de l'automate ALLEN BRADLEY ControlLogix5000 disponible. Afin d'assurer de l'atteinte des spécifications, je simule le programme avec l'outil RSLogix. Une interface de supervision comportant les différentes données à surveiller a été réalisé à l'aide du logiciel RSView. J'ai réalisé l'armoire de la commande à base d'automate Allen Bradley ControlLogix5000.

Ce travail a été une très bonne occasion qui m'a permis de trouver un champ d'application de mes connaissances théoriques et pratiques dans le domaine de l'électricité industrielle .

L'implantation de cette armoire de commande dans le process réel « Système eau incendie » ainsi que la vérification de fonctionnement sera la perspective de ce travail .

Références bibliographiques

- <https://www.technologuepro.com/cours-automate-programmable-industriel>
- www.gct.com.tn.
- <http://www.sab-worldwide.com>.
- <http://www.RockwellAutomation.com>