

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne démocratique et populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

جامعة سعد دحلب البليدة  
Université SAAD DAHLAB de BLIDA

كلية التكنولوجيا  
Faculté de Technologie

قسم الإلكترونيك  
Département d'Électronique



## Mémoire de Master

Filière Électronique  
Spécialité Automatique et Informatique Industrielle

présenté par

BENSALEM EIMouatassim Billeh

&

MEGHRAOUI Mohamed Hamza

---

# Automatisation d'une station de pompage d'eau traitée

---

Proposé par : GUESSOUM Abderrezak & SLIMANI Abdelhafidh

Année Universitaire 2018-2019

## Remerciements

---

Avant tout nous remercions le bon dieu tout puissant, pour tout ce qu'il nous a donné, surtout : la foi et la persévérance qui nous ont permis d'accomplir ce modeste travail et de nous avoir éclairé tout au long du chemin de la réussite.

Nous tenons aussi à adresser nos vifs remerciements les plus sincères à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à élaborer le présent travail en leurs témoignant notre gratitude :

Notre promoteur Monsieur Guessoum et Co-prompteur Monsieur Slimani pour leur compréhension, leur confiance, leur présence, leur soutien et leur précieux conseils.

Nous remercions aussi tous nos enseignants qui ont contribué à notre formation durant notre cursus universitaire.

Nous tenons, également, à exprimer notre reconnaissance aux membres du jury pour l'honneur qu'ils nous font en acceptant de juger ce modeste travail.

Enfin, nous tenons à remercier l'ensemble des personnes qui nous ont encouragé et ont participé de près ou de loin à la réalisation de notre projet

---

### ملخص:

مشروعنا النهائي هو تحقيق مفهوم الأوتوماتيكية والإشراف على محطة ضخ المياه الواقعة في ولاية معسكر.

---

---

يهدف في المقام الأول الى الحد من التدخل البشري في الموقع من اجل الحصول على تشغيل أمثل، لهذا قمنا بإنشاء برنامج يسمح بالتحكم في المعدات المختلفة الموجودة على مستوى المحطة وذلك عن طريق وحدات التحكم القابلة للبرمجة والأجهزة الطرفية للشركة المصنعة سيمنس وكذلك الاشراف عليها عبر واجهة الجهاز البشري.

**كلمات المفاتيح:** محطة الضخ؛ مضخة المحرك؛ تيا بورتال؛ HMI . الخزان؛ الشفط؛ الضخ.

---

**Résumé :** Notre projet de fin d'étude consiste à réaliser un concept d'automatisation et de supervision d'une station de pompage d'eau traité située à Mascara. Il vise principalement à diminuer l'intervention humaine sur site et cela dans le but d'avoir un fonctionnement optimal.

Pour cela on a établi un programme qui permet le contrôle des différents équipements de la station de pompage à travers des automates programmables et des périphériques décentralisés du constructeur Siemens afin d'assure une supervision à travers des interfaces homme/machine.

**Mots clés :** station de pompage ; groupe motopompe; coffret; pupitre ; TIA PORTAL ; API ; IHM ; réservoir ; refoulement ; aspiration.

---

**Abstract :** Our final project is to realize a concept of automation and supervision of a pumped water pumping station located in Mascara. It aims primarily to reduce human intervention on site and that in order to have optimal operation.

For this we have established a program that allows the control of the various equipment of the pumping station through programmable controllers and decentralized peripherals of the Siemens manufacturer to provide supervision through man / machine interfaces.

**Keywords :** pumping station ; motor pump group; box ; TIA PORTAL; API; HMI; tank ; repression; aspiration.

---

## Listes des acronymes et abréviations

AR : Arrêt.

AUT : Automatique.

BT : Basse Tension.

CEI 61158 : norme de bus de terrain.

CEI 61784-1 : 2010 Ed3 CP 3/1 : définit un ensemble de protocoles de communication permettant le contrôle distribué d'applications automatisées.

CPU : Central Processing Unit.

DGPT2 : Détection Gaz Pression Température 2 seuils.

DIS : distance.

DOL : Direct On Line.

DP : Deported Peripheral.

DYN11 : Delta triangle neutre dégradé.

EM : Extension Module.

FM : Function Module.

HT : Haute Tension.

HVAC : Haut Ventilation Air-Conditionné.

IT : le point neutre du transformateur en amont de l'installation est complètement isolé de la terre.

LCD : Liquid Crystal Display, soit « affichage à cristaux liquides ».

LOC : local.

MAN : Manuel.

MT : Moyenne Tension.

PLC : Programmable Logic Controller.

PLM : Product Lifecycle Management.

PM : Power Module.

REMP : Remplissage.

SM : Signal Module.

TN : Le neutre du transformateur est relié à la terre, et les masses des équipements des utilisateurs disposent de leur propre raccordement à la terre.

TT : Le neutre du transformateur est relié à la terre, et les masses des équipements des utilisateurs disposent de leur propre raccordement à la terre.

UL : norme des câbles.

UPS : Uninterrupted Power Supply.

## Table des matières

Introduction générale.....	1
Chapitre 1 Identification de l'organisme d'accueil .....	2
1.1 Introduction .....	2
1.2 Identification de l'organisme d'accueil.....	2
1.2.1 Siemens en Algérie .....	2
1.2.2 Services et produits .....	3
1.2.3 Technologie des bâtiment .....	3
1.2.4 Gestion de l'énergie .....	3
1.2.5 Soins de santé (activité gérée de façon distincte).....	3
1.2.6 Industries de transformation et lecteur .....	4
1.2.7 Service de production de l'énergie.....	4
1.2.8 Mobilité .....	4
1.2.9 Service financière .....	4
1.2.10 Gaz et énergie.....	4
1.2.11 Energie éolienne (activité gérée de façon distincte).....	4
1.2.12 Usine numérique .....	5
1.2.13 SIEMENS et les projets de transfert d'eau .....	5
1.3 Généralité sur le transfert d'eau .....	5
1.3.1 Description .....	5
1.3.2 Station pour eau potable.....	5
1.3.3 Station de pompage .....	7
1.3.4 Réservoir de refoulement.....	8
1.3.5 Outillage de transfert d'eau .....	9
Chapitre 2 Identification de la plateforme de développement .....	12
2.1 Introduction .....	12
2.2 Définition d'un système automatisé .....	12
2.2.1 Structure d'un système automatisé .....	13

2.3	Les automates programmables industriels .....	14
2.3.1	Qu'est-ce qu'un API ? .....	14
2.3.2	Architecture des automates .....	14
2.3.3	Présentation de l'automate S7-300 .....	15
2.3.4	Les caractéristiques du S7-300 : .....	16
2.3.5	CPU S7-317-2PN/DP .....	16
2.4	Que sont les systèmes de périphérie décentralisée ? .....	18
2.4.1	Système de périphérie décentralisée ET 200pro .....	18
2.5	Le logiciel de programmation TIA PORTAL .....	20
2.5.1	Description .....	20
2.5.2	Présentation : .....	20
2.5.3	Types de bloc de programme : .....	21
2.6	La supervision .....	22
2.6.1	Définition .....	22
2.6.2	La commande .....	22
2.6.3	La surveillance .....	23
2.6.4	L'interface homme/machine (IHM).....	24
2.6.5	La gamme des panels SIMATIC HMI Comfort.....	24
2.6.6	Présentation du logiciel Win CC .....	26
2.7	La communication entre les dispositifs de la plateforme .....	27
2.7.1	Description : .....	27
2.7.2	Les protocoles de communication industrielle : .....	27
2.8	Les outils de communication qui concerne la station : .....	27
2.8.1	PROFINET.....	27
2.8.2	PROFIBUS.....	28
2.8.3	MODBUS.....	29
Chapitre 3	Etude fonctionnelle de la chaine de pompage automatisé .....	30

3.1	INTRODUCTION.....	30
3.2	Equipements nécessaires servant au bon fonctionnement de la station .....	30
3.2.1	Répartition des équipements électriques .....	30
3.2.2	Répartition des armoires électriques .....	34
3.2.3	Répartition des coffrets électriques .....	35
3.2.4	Identification des équipements hydraulique .....	37
3.2.5	Outils de mesures et de contrôles hydrauliques.....	39
3.2.6	Equipements liés à la sécurité de la station .....	41
3.3	Principe de fonctionnement de la station .....	48
Chapitre 4	Conception du système automatisé.....	62
4.1	Introduction .....	62
4.2	Configuration logiciel .....	62
4.2.1	Création du projet .....	62
4.2.2	Configuration matérielle .....	63
4.2.3	Blocs de programme.....	63
4.3	Supervision.....	69
4.3.1	Répartition des vues et fonctionnalité .....	70
4.4	Communication.....	78



## Liste des figures

Figure 1.1. Logo Siemens .....	3
Figure 1.2. Station de pompage.....	8
Figure 1.3. Réservoir de refoulement.....	9
Figure 1.4. Une vanne .....	9
Figure 1.5. Une pompe.....	10
Figure 1.6. Réservoir anti-bélier .....	10
Figure 1.7. Clapet.....	10
Figure 1.8. Vanne de vidange .....	11
Figure 1.9. Vanne d'isolement.....	11
Figure 2.1. Structure d'un système automatisé .....	13
Figure 2.2. Architecture interne d'un API .....	15
Figure 2.3. API S7-300.....	16
Figure 2.4. Configuration avec la CPU 317-2 PN/DP .....	18
Figure 2.5. Un ET200PRO .....	19
Figure 2.6. Vue de démarrage du logiciel TIA PORTAL .....	20

Figure 2.7. Salle de surveillance .....	23
Figure 2.8. interface TP1900 confort .....	25
Figure 2.9. Écran KTP400 confort .....	26
Figure 3.1. Transformateur de puissance .....	31
Figure 3.2. Cellule SM6.....	33
Figure 3.3. Cellule NXAIR .....	33
Figure 3.4. Vanne AUMA .....	38
Figure 3.5. Pompe multicellulaire .....	38
Figure 3.6. Pompe puisard .....	39
Figure 3.7. Débitmètre .....	40
Figure 3.8. Sonde de niveau .....	40
Figure 3.9. Poire de niveau .....	40
Figure 3.10. Capteur de pression analogique.....	41
Figure 3.11. SIPROTEC .....	42
Figure 3.12. SENTRON PAC 3200.....	43
Figure 3.13. DGPT2.....	43
Figure 3.14. PT100.....	43
Figure 3.15. Transformateur de mesure.....	44
Figure 3.16. Disjoncteur.....	45
Figure 3.17. Sectionneur.....	45
Figure 3.18. Jeu de barre.....	46
Figure 3.19. Fusible.....	46
Figure 3.20. Ventilateur .....	46

Figure 3.21. Bouton poussoir à accrochage .....	47
Figure 3.22. Groupe électrogène .....	47
Figure 3.23. Parafoudre.....	48
Figure 3.24. Batterie de compensation .....	48
Figure 3.25. Schéma de principe d'une ligne de pompe .....	51
Figure 4.1. Vue du projet .....	62
Figure 4.2. Configuration matérielle d'un ET200 PRO .....	63
Figure 4.3. Bloc de données .....	69
Figure 4.4. Vue IHM TP1900 confort .....	70
Figure 4.5. Synoptique de la station .....	71
Figure 4.6. Vue groupe motopompe .....	71
Figure 4.7. Vue des courbes de température d'une pompe .....	72
Figure 4.8. Vue alarmes .....	72
Figure 4.9. Vue d'anti-bélier .....	73
Figure 4.10. Vue tableau 6KV .....	73
Figure 4.11. « Pop-up » d'une pompe .....	74
Figure 4.12. « Pop-up » du compresseur anti-bélier .....	75
Figure 4.13. « Pop-up » d'un ventilateur .....	76
Figure 4.14. « Pop-up » d'un DGPT2.....	76
Figure 4.15. « Pop-up » du groupe électrogène .....	77
Figure 4.16. « Pop-up » d'un SIPROTEC .....	77
Figure 4.17. Vue du réseau .....	78

# Introduction générale

---

Dans le monde industriel, où la concurrence est un facteur essentiel dans la survie de l'entreprise, l'automatisation est une nécessité. Les progrès réalisés dans l'électronique et la baisse des coûts des composants électronique ont amené les responsables des entreprises à recourir à l'automatisation. Pour la résolution de nombreux problèmes de commande et de surveillance, le choix s'oriente beaucoup plus sur les automates programmables industriels (API).

Ce projet portant sur la réalisation des travaux d'alimentation d'eau potable de la Wilaya de Mascara. L'objectif de notre travail est la conception d'un programme pour l'automatisation et la supervision d'une station de pompage d'eau traitée au sein de la société SIEMENS. La tâche ne peut être accomplie qu'après avoir étudié le système actuel et l'ensemble des équipements à concevoir afin de proposer un programme qui va gérer le fonctionnement automatique de notre station et enfin la réalisation des interfaces homme machine qui seront prêtes à être chargées dans un pupitre opérateur afin de commander les pompes et les vannes qui sont reliées à des automates programmables qui doivent gérer principalement les éléments constituant la station. Notre travail est réparti en 4 chapitres

- Le premier chapitre est réservé à la présentation de la société Siemens et les généralités concernant le transfert d'eau.
- Le deuxième chapitre consiste à identifier la plateforme de développement et les dispositifs nécessaires pour la réalisation du projet.
- Le troisième chapitre consiste à présenter les équipements utilisés dans la station de pompage d'eau ainsi que leur principe de fonctionnement.
- Enfin le quatrième chapitre illustre la conception de notre système automatisé

# Chapitre 1 Identification de l'organisme d'accueil

---

## 1.1 Introduction

Dans ce chapitre on va présenter l'organisme qui nous a accueilli et aider pour la réalisation de notre projet ainsi qu'on va présenter des généralités sur les transferts d'eau qui sont relatives à notre PFE

## 1.2 Identification de l'organisme d'accueil

Siemens est un groupe international d'origine allemande spécialisé dans les secteurs de l'énergie, de la santé, de l'industrie et du bâtiment. Il a été fondé en 1847 par Werner Von Siemens. Le groupe, dont le siège est à Munich, est le premier employeur privé d'Allemagne, et la plus grande société d'ingénierie (en termes d'effectifs) en Europe [1].

### 1.2.1 Siemens en Algérie

L'histoire de Siemens en Algérie remonte à 1857 quand Werner Von Siemens participe à l'installation du premier câble télégraphique transocéanique entre l'Europe et l'Afrique (plus précisément entre Cagliari, la capitale de la Sardaigne, et Annaba en Algérie)

C'est en 1962, l'année de l'indépendance du pays, que Siemens ouvre son premier bureau de représentation en Algérie. Aujourd'hui, la société emploie plus de 300 personnes et joue un rôle actif dans les secteurs de l'énergie, des transports, de l'eau, de l'industrie et de la santé du pays.



*Figure 1.1.* Logo Siemens

## **1.2.2 Services et produits**

Après restructuration, SIEMENS regroupe à ce jour plus de 10 divisions :

### **1.2.3 Technologie des bâtiment**

Solutions intelligentes du bâtiment comportant: la sécurité incendie, la sûreté (Control d'accès, vidéo surveillance), les performances énergétiques, l'automatisation du bâtiment (Gestion d'énergie et confort), HVAC (chauffage, ventilation, air-conditionné)

### **1.2.4 Gestion de l'énergie**

Produits, systèmes, solutions et services pour le transport et la distribution d'électricité (basse, moyenne et haute tension, réseaux intelligents).

### **1.2.5 Soins de santé (activité gérée de façon distincte)**

- Imagerie médicale, radiothérapie (scanner IRM, échographie, radiologie, radiologie digitale, médecine nucléaire, distribution d'images (PACS), coronarographies, radiologie interventionnelle).
- Diagnostics du laboratoire (Automates d'analyses médicales et réactifs pour analyses de Biologie médicale).
- Prothèses auditives (Audioprothèse).

### **1.2.6 Industries de transformation et lecteur**

Solutions d'automatisation et d'entraînement (moteurs industriels).

### **1.2.7 Service de production de l'énergie**

- Equipements électriques rotatifs pour les industries de l'électricité, du pétrole et du gaz, et de la transformation industrielle.
- Fabrication des moteurs, turbines, servomoteurs.
- Création de générateurs (Industriels, éoliens).
- Composants d'engrenage, de couplage.

### **1.2.8 Mobilité**

- Solutions d'automatisation et électrification des transports ferroviaires.
- Solutions de voitures connectées, gestion du trafic routier, voitures électriques, automatisation de tunnels et parkings.

### **1.2.9 Service financière**

Financement et investissement dans des projets d'automatisation, de numérisation et d'électrification.

### **1.2.10 Gaz et énergie**

Turbines, générateurs compresseurs.

### **1.2.11 Energie éolienne (activité gérée de façon distincte)**

Turbines de grande puissance sur les marchés de l'éolien.

### **1.2.12 Usine numérique**

Automatisation de pointe et de solutions logicielles PLM.

### **1.2.13 SIEMENS et les projets de transfert d'eau**

SIEMENS comprend des produits et des solutions couvrant toute la partie électrique et contrôle-commande des projets de stations de pompage : variateurs de vitesse et moteurs, démarreurs électroniques, tableaux moyenne et basse tension et ses composants, transformateurs, instrumentation, équipements de commande et automates programmables industriels (PLC).

SIEMENS combine ses propres technologies avec son savoir-faire afin de développer une solution complète et intégrée. En répondant aux services des clients, des entreprises générales et des fabricants de pompes, afin de délivrer des stations de pompage clés en main, des systèmes de supervision intégrés, des produits de l'énergie et de l'automatisation. SIEMENS prend la responsabilité de fournir des solutions complètes, incluant stations de pompage, sous-stations électriques, systèmes de contrôle des conduites et réseaux de communication et devient le partenaire idéal pour les grands projets de transfert d'eau [2].

## **1.3 Généralité sur le transfert d'eau**

### **1.3.1 Description**

Presque vingt pour cent (20%) de l'énergie mondiale est consacré au pompage dont une majorité utilisée pour le pompage de l'eau. Un procédé clé dans le cycle de vie de l'eau. Les stations de pompage sont utilisées pour un transfert et une distribution d'eau potable fiable et efficace afin de garantir la disponibilité de cette ressource précieuse à la consommation propre de l'homme ainsi qu'à la production industrielle et agricole sans oublier au déversement des eaux usées ou au captage de l'eau de mer dans les usines de dessalement.

### **1.3.2 Station pour eau potable**



Le schéma classique de ces installations se compose essentiellement de trois sous-ensembles.

### ***a La prise d'eau***

Elle peut se présenter sous différents aspects :

#### ***a.1. Prise d'eau en rivière***

Soit sous forme de tubes plongeant directement dans le lit de la rivière et contenant des pompes immergées.

Soit sous la forme d'une dérivation de la rivière aboutissant à travers des grilles et filtres (dérailleurs, filtres rotatifs, ...) dans un bassin ou une cave d'aspiration où sont installées des pompes submersibles (moteur et pompe dans l'eau).

Soit sous la forme d'une dérivation de la rivière aboutissant à travers des grilles et filtres (dérailleurs, filtres rotatifs, ...) dans un bassin ou une cave d'aspiration où seuls les corps de pompes sont immergés et où les moteurs se trouvent dans l'air au niveau supérieur (soit dans une salle ou à l'extérieur).

#### ***a.2. Prise d'eau en barrage***

Soit sous forme d'une conduite forcée connectée au pied du barrage et amenant l'eau à la station de pompage qui se trouve de ce fait « charge » par rapport au niveau supérieur du lac de retenue.

Soit sous forme d'une barge flottante posée sur la surface du lac de retenue et accompagnant les fluctuations de niveau de celui-ci.

#### ***a.3. Prise d'eau en « puits de captage »***

Ce type de captage d'eau est constitué d'un ou plusieurs puits plongeant dans une nappe phréatique et dans lesquels sont placées des pompes immergées.

L'ensemble de ces pompes refoule dans une bache ou un bassin de répartition servant d'aspiration à une station de reprise.

#### ***a.4. Prise d'eau en « bache »***

Le terme « bête » désigne de manière générale le « réservoir » d'aspiration.

Elle peut être reliée à la station de pompage par un collecteur d'aspiration ou bien chaque aspiration individuelle des pompes est raccordée directement à la bête

La « bête » peut être :

- Le réservoir d'une station située en amont (dans le cas d'une chaîne d'adduction)
- Un bassin de répartition ou un dessableur
- Un bassin « brise charge » dans le cas d'une station de pompage alimentée par un écoulement gravitaire.

### **1.3.3 Station de pompage**

Une station de pompage est une station servant à pomper l'eau. Elle peut être utilisée pour plusieurs applications telles que l'approvisionnement en eau des canaux, le drainage des terres basses, et l'élimination des eaux usées vers le site de transformation. Elle peut se présenter sous différents aspects qui se distinguent par la nature ou la configuration de l'aspiration ou du refoulement :

#### ***a Deux types d'aspiration***

Soit sous forme d'un piquage d'aspiration individuel par pompe raccordé directement dans la bête d'aspiration.

Soit sous forme d'un collecteur d'aspiration auquel sont raccordés les piquages d'aspiration individuels des pompes.

#### ***b Deux types de refoulement***

- Collecteur de refoulement unique
- Collecteur de refoulements multiples

Dans le cas de collecteurs de refoulements multiples, les groupes de pompes correspondant à chaque refoulement sont généralement traités comme des stations de pompage indépendantes, à l'exception parfois de quelques interverrouillages.

Les différentes configurations d'aspiration et de refoulement peuvent se combiner indépendamment les unes des autres selon la nature du processus des stations de pompage.



*Figure 1.2.* Station de pompage.

### **1.3.4 Réservoir de refoulement**

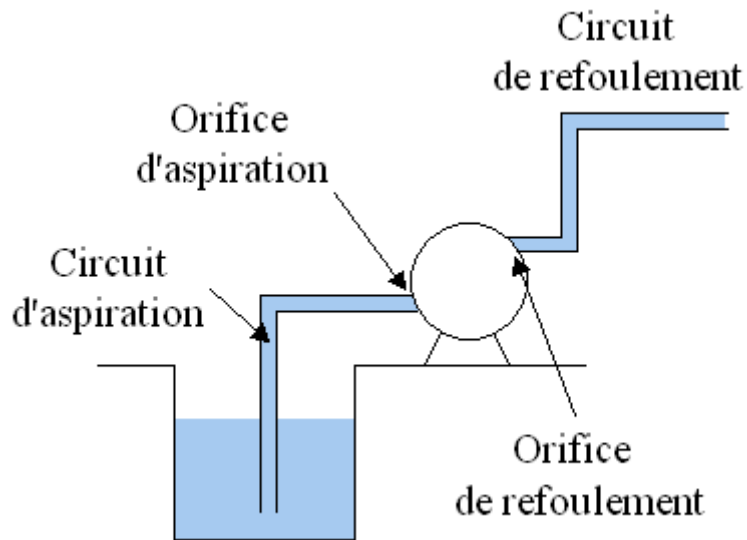
Le réservoir de refoulement est un ouvrage hydraulique très important dans un réseau d'alimentation en eau potable, destiné à stocker de l'eau pompée par les groupes électropompes en amont.

Ce dernier contribue à améliorer les conditions de distribution de l'eau et à en sécuriser l'alimentation. Ils permettent de lisser les points de la demande en eau au cours de la journée. C'est aussi une réserve qui garantit l'autonomie en cas d'incident sur le réseau d'eau potable. Les réservoirs font l'objet d'une surveillance continue et de désinfection régulière. Sur tour ou enterrés, les réservoirs sont surveillés dans un centre de télégestion où des manœuvres de vannes peuvent être commandées à distance en cas d'urgence.

Il peut y avoir deux types de réservoir de refoulement :

- réservoir de refoulement unique,

- réservoir de refoulement multiple (généralement doubles).



**FIGURE1.3.** Réservoir de refoulement.

### 1.3.5 Outillage de transfert d'eau

Les différents outils par lesquels passe l'eau sont :

- les vannes : permettent le passage ou non de l'eau selon les cas ouverture/fermeture,



**FIGURE1.4.** Une vanne

- les pompes : pompage de l'eau qui dépasse le dégrilleur pour l'emmener à la conduite de refoulement,



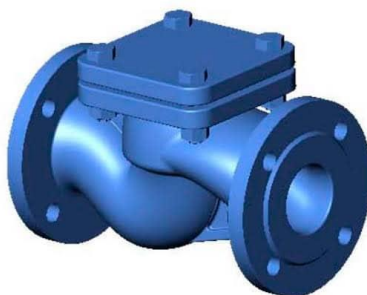
**FIGURE1.5.** Une pompe.

- l'anti béliier : envoi de l'air pour créer une pression supplémentaire qui aide l'eau dans sa montée et pour éviter le grand choc lors du retour de l'eau,



**Figure 1.6.** Réservoir anti-béliier.

- le clapet : joue le même rôle que l'anti béliier à savoir la sécurité contre le choc de l'eau, il arrête le refoulement de l'eau au sens contraire,



**Figure 1.7.** Clapet.

- la vanne de vidange : permet de vider la conduite de refoulement de l'eau,



**Figure 1.8.** Vanne de vidange.

- vanne d'isolement : isole la partie de la conduite de refoulement de l'eau de l'autre partie du tuyau,



**Figure 1.9.** Vanne d'isolement.

# Chapitre 2 Identification de la plateforme de développement

---

## 2.1 Introduction

Dans ce chapitre nous allons résumer les méthodes utilisées ainsi que les dispositifs nécessaires pour la réalisation du projet. D'abord, nous parlerons de l'automatisation et ses outil, ensuite de la supervision et ses outils, enfin la communication entre les différents équipements.

## 2.2 Définition d'un système automatisé

Un système est dit automatisé s'il exécute toujours le même cycle de travail sans intervention humaine, l'opérateur se contente de donner l'ordre de départ et si besoin l'ordre d'arrêt. Il consiste à « rendre automatique » les opérations qui exigeaient auparavant l'intervention humaine. Ce système est un sous-ensemble d'une machine, destinée à remplacer l'action de l'être humain dans des taches, en général, simples et répétitives, réclamant précision et rigueur. On passe d'un système dit manuel à un système mécanisé, puis au système automatisé dont l'objectif est de :

- éliminer des tâches répétitives,
- simplifier le travail humain,
- augmenter la sécurité,
- accroître la production,
- économiser les matières premières et l'énergie,
- s'adapter à des contextes particuliers,

- maintenir la qualité.

### 2.2.1 Structure d'un système automatisé

Un système automatisé est composé de trois parties :

#### *a la partie commande (P.C)*

La partie commande est le système qui permet à l'opérateur d'établir un programme qui va traiter les informations liées à l'automatisme. La partie commande reçoit les consignes de l'opérateur et adresse des ordres à la partie opérative, Elle joue le rôle d'un « cerveau » du système.

#### *b la partie opérative (P.O)*

Il s'agit de la partie du système automatisé qui est destinée à la réception des ordres d'opérations envoyées depuis la partie commande, et exécute ces ordres grâce aux actionneurs (moteurs, vérins...), elle possède aussi des capteurs qui permettent de recueillir des informations.

#### *c la partie relative (P.R)*

C'est l'interface qui fait le lien entre deux éléments du système (Homme/Machine et PC/PO).

La figure ci-dessous présente la structure d'un système automatisé :

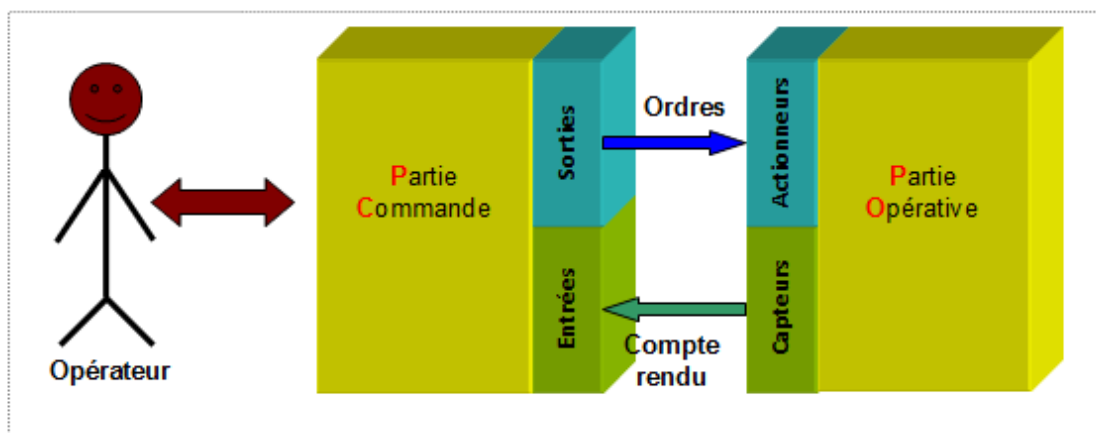


Figure 2.1. Structure d'un système automatisé.



## 2.3 Les automates programmables industriels

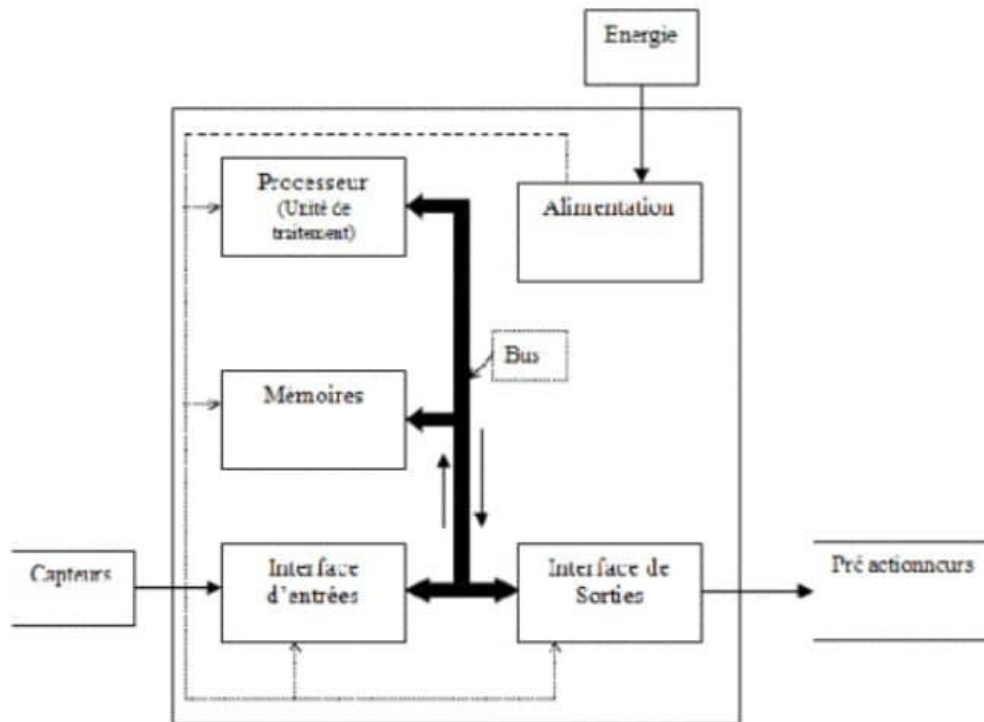
### 2.3.1 Qu'est-ce qu'un API ?

Un automate programmable est un appareil dédié au contrôle d'une machine ou d'un processus industriel, constitué de composants électroniques, comportant une mémoire programmable par un utilisateur non informaticien, à l'aide d'un langage adapté. En d'autres termes, un automate programmable est un calculateur logique, ou ordinateur, au jeu d'instructions volontairement réduit, destiné à la conduite et la surveillance en temps réel de processus industriels.

### 2.3.2 Architecture des automates

La structure interne d'un automate programmable est constituée de (voir la figure) :

- **une alimentation** : La plupart des automates utilise un bloc d'alimentation délivrant 24 VDC.
- **une CPU** : qui est à base de micro-processeur, elle réalise toutes les fonctions logiques, arithmétiques et de traitement numérique (transfert, comptage, temporisation ...) à partir d'un programme contenu dans sa mémoire.
- **une mémoire** : qui est l'élément fonctionnel qui peut recevoir, conserver et restituer des données.
- **des modules entrée/sortie** : L'interface d'entrée comporte des adresses d'entrée. Chaque capteur est relié à une de ces adresses. L'interface de sortie comporte de la même façon des adresses de sortie. Chaque pré-actionneur est relié à une de ces adresses. Le nombre de ces entrées et sorties varie suivant le type d'automate.



**Figure2.2.** Architecture interne d'un API.

### 2.3.3 Présentation de l'automate S7-300

Le S7-300 est un automate modulaire destiné à des tâches d'automatisation moyenne et haute gamme. Il désigne un produit de la société SIEMENS est synonyme de la nouvelle gamme des automates programmable.

La famille des systèmes d'automatisation SIMATIC S7 est une brique dans le concept de l'automatisation totale pour la fabrication et la conduite des processus.[2]

Le SIEMENS S7-300 offrant la gamme des modules suivants :

- unité centrale,
- module d'alimentation PM 2A.5A ou 10A,
- module d'extension EM,
- module des signaux SM,
- module de fonction FM.



**Figure 2.3.** API S7-300.

### **2.3.4 Les caractéristiques du S7-300 :**

L'automate possède les caractéristiques suivantes :

- gamme diversifiée de CPU.
- programmation libre.
- logiciel exploitable en temps réel.
- possibilité d'extension jusqu'à 32 modules.
- raccordement central de la console de programmation avec accès à tous les modules.
- liberté de montage aux différents emplacements.
- possibilité de mise en réseau.

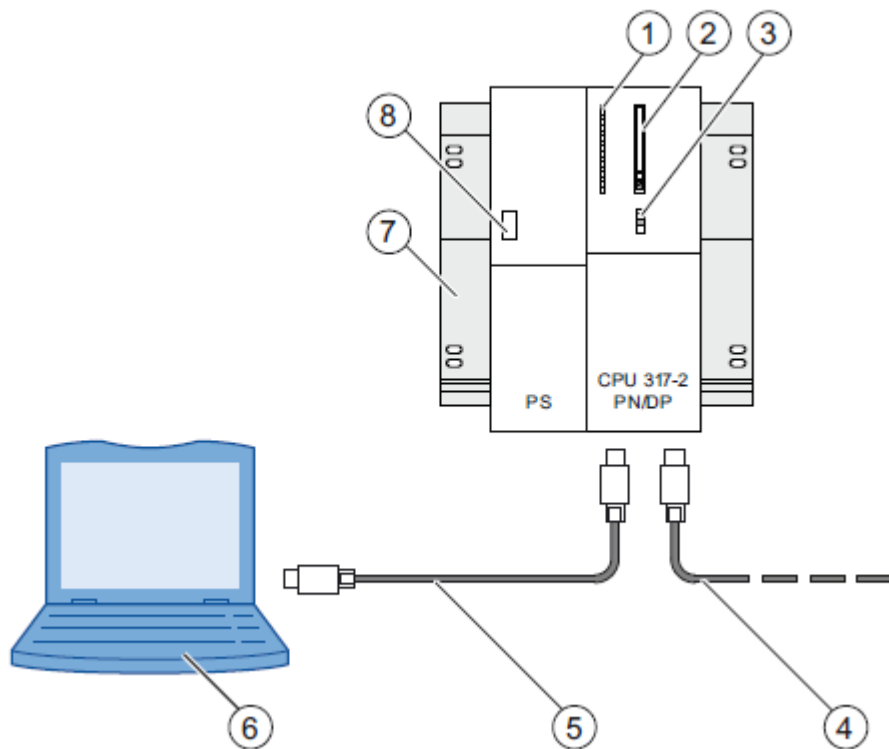
### **2.3.5 CPU S7-317-2PN/DP**

La CPU avec une mémoire de programme étendue et une grande capacité fonctionnelle pour les applications complexes.

#### ***a Caractéristiques techniques :***

- tension d'alimentation 24VDC (plage admissible 20.4V-28.8V),
- courant d'entrée 4A,
- puissance dissipée 4.64W,

- mémoire de travail 1Mo (taille de la mémoire rémanente pour blocs des données rémanents 256Kbits,
- temps de traitement CPU :
  - pour opération sur bits 0.025μs,
  - pour opération sur mots 0.03μs,
  - pour opération à virgule fixe 0.04μs,
  - pour opération à virgule flottante 0.16μs.
- le nombre des blocs est de 2048,
- il contient 512 compteurs, 512 temporisateurs et 4096 bits de memento,
- interfaces :
  - Interface industrielle Ethernet (deux ports RJ45),
  - Interface PROFINET (deux ports RJ45),
  - Interface RS485 MPI/PROFIBUS DP.
- vitesse de transmission :
  - MPI 12Mb/s,
  - POFINET 100Mb/s.



① Indicateurs d'états et d'erreurs

- ② Logement pour la microcarte mémoire SIMATIC
- ③ Commutateur de mode de fonctionnement
- ④ Câble Industrial Ethernet à paire torsadée pour connexion à d'autres appareils PROFINET
- ⑤ Câble Industrial Ethernet à paire torsadée pour connexion à l'interface PN X2
- ⑥ Console de programmation (PG) avec logiciel STEP 7
- ⑦ Profilé support
- ⑧ Alimentation MARCHE/ARRET

**Figure2.4.** Configuration avec la CPU 317-2 PN/DP.

## 2.4 Que sont les systèmes de périphérie décentralisée ?

Un système de périphérie décentralisée lors de la configuration d'une installation, les entrées et sorties situées entre le processus et l'automate programmable sont souvent centralisées dans ce dernier. Lorsque les distances s'allongent entre les entrées/sorties et l'automate programmable, le câblage peut devenir très compliqué, et les perturbations électromagnétiques ambiantes peuvent affecter la fiabilité de l'ensemble. Pour ce type d'installation, nous utilisons des systèmes de périphérie décentralisée :

- la CPU de l'automate se trouve au point central,
- les systèmes périphériques (entrées et sorties, prétraitement intelligent avec des esclaves) fonctionnent de manière décentralisée sur le site,
- grâce à des vitesses de transmission élevées, le puissant PROFINET assure une communication parfaite entre la CPU de l'automate et les systèmes périphériques décentralisés [3].

### 2.4.1 Système de périphérie décentralisée ET 200pro

L'ET 200pro est un système modulaire de périphérie décentralisée avec l'indice de protection IP65, IP66 et IP67.



**Figure2.5.** Un ET200PRO.

### **a** *Domaine d'utilisation*

De par sa construction robuste et son indice de protection IP65, IP66 ou IP67, le système de périphérie décentralisée ET 200pro convient surtout pour l'utilisation dans un environnement industriel rude. IP65, IP66 et IP67 signifient que l'ET 200pro est protégé contre la pénétration de corps étrangers et d'eau. Il n'est pas nécessaire d'ajouter une enveloppe supplémentaire sur l'ET 200pro. L'ET 200pro peut communiquer avec :

- tous les maîtres DP se comportant suivant la norme CEI 61784-1 : 2010 Ed3 CP 3/1,
- tous les contrôleurs IO se comportant suivant la norme CEI 61158.

### **b** *Montage*

L'ET 200pro se monte sur un porte-module et comprend les éléments suivants :

- un module d'interface transmettant les données au maître DP,
- jusqu'à 16 modules électroniques d'une largeur maximale de 1 m (sans porte-module),
- des embases dans différentes versions pour : – PROFIBUS DP – PROFINET IO – tensions d'alimentation – entrées et sorties,
- des modules d'interface pneumatiques pour le couplage d'îlots de vannes FESTO.

La simplicité d'utilisation de l'ET 200pro garantit une mise en service rapide et une maintenance simple.

## 2.5 Le logiciel de programmation TIA PORTAL

### 2.5.1 Description

Le logiciel TIA PORTAL apporte une réponse optimale à toutes les exigences et offre un concept ouvert vis à vis des normes internationales et de systèmes tiers. Avec ses six principaux caractéristiques systèmes (ingénierie, communication, diagnostic, sécurité des données, sécurité des personnes et des machines), TIA PORTAL accompagne l'ensemble du cycle de vie d'une machine ou d'une installation. L'architecture système complète offre des solutions complètes pour chaque segment d'automatisation sur la base d'une gamme de produits complète.

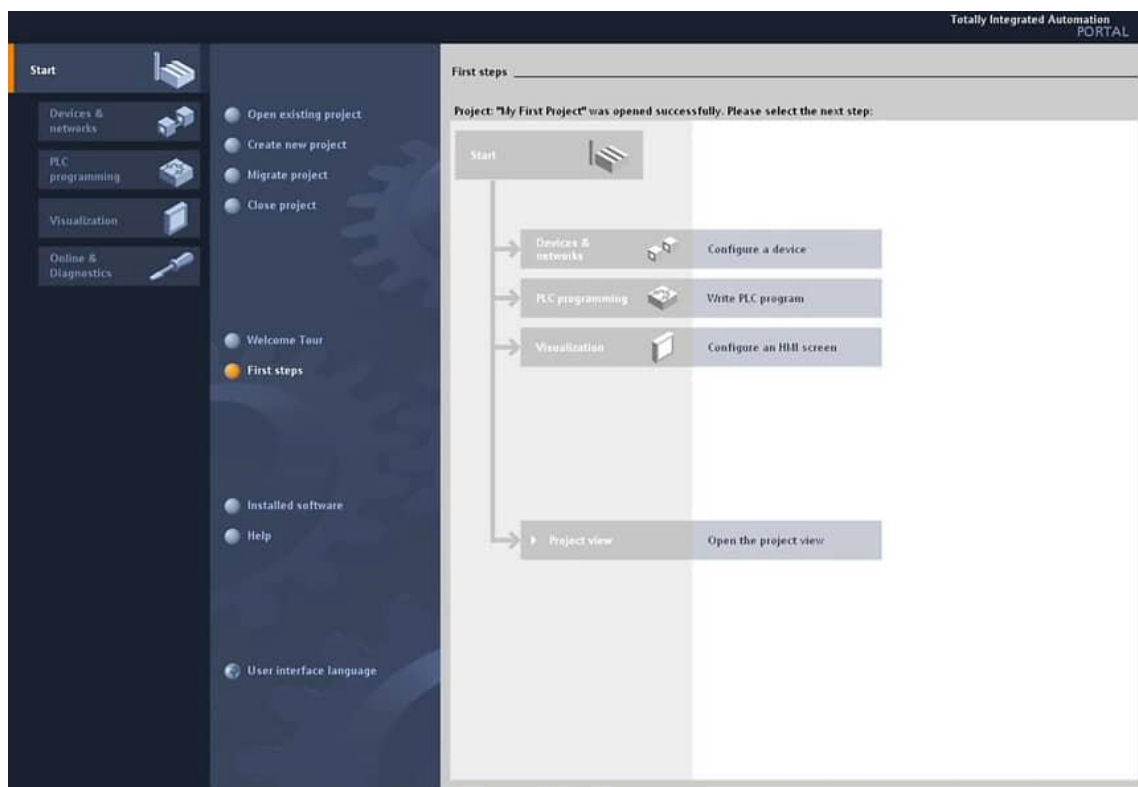


Figure 2.6. Vue de démarrage du logiciel TIA PORTAL.

### 2.5.2 Présentation :

Le logiciel STEP 7 Professional V15 (TIA Portal V15) est l'outil de programmation des automates :

- SIMATIC S7-1500,
- SIMATIC S7-1200,
- SIMATIC S7-300,
- SIMATIC S7-400,
- SIMATIC WinCC.

Avec STEP 7 Professional V15, les fonctions suivantes peuvent être utilisées pour automatiser une installation :

- configuration et paramétrage du matériel,
- paramétrage de la communication,
- programmation,
- test, mise en service et dépannage avec les fonctions d'exploitation et de diagnostic,
- documentation,
- génération d'écrans de visualisation pour les Basic Panels SIMATIC avec WinCC Basic intégré[4].

### **2.5.3 Types de bloc de programme :**

L'automate met à disposition différents types de blocs qui contiennent le programme et les données correspondantes. Selon les exigences et la complexité du processus, il est possible de structurer le programme en différents blocs : OB, FB, FC et DB.

#### ***a OB (Bloc Organisation)***

Un OB est appelé cycliquement par le système d'exploitation et réalise ainsi l'interface entre le programme utilisateur et le système d'exploitation. Le dispositif de commande est informé dans cet OB par des commandes d'appel de blocs, de quels blocs de programme il doit traiter.

#### ***b FB (Bloc de fonction)***



Le FB est à disposition via un espace mémoire correspondant. Si un FB est appelé, il lui est attribué un bloc de données (DB). On peut accéder aux données de cette instance DB par des appels depuis le FB. Un FB peut être attribué à différents DB. D'autres FB et d'autres FC peuvent être appelés dans un bloc de fonction par des commandes d'appel de blocs.

### ***c FC (Fonction)***

Une FC ne possède pas un espace mémoire attribué. Les données locales d'une fonction sont perdues après le traitement de la fonction. D'autres FB et FC peuvent être appelés dans une fonction par des commandes d'appel de blocs.

### ***d DB (Bloc de données)***

Les DB sont employés afin de tenir à disposition de l'espace mémoire pour les variables de données. Il y a deux catégories de blocs de données. Les DB globaux où tous les OB, FB et FC peuvent lire des données enregistrées et écrire eux-mêmes des données dans le DB. Les instances DB sont attribuées à un FB défini.

## **2.6 La supervision**

### **2.6.1 Définition**

La supervision industrielle permet de suivre en temps réel une installation ou une machine industrielle. Elle permet d'avoir un affichage dynamique du processus avec les différentes alarmes, défauts et événements survenant pendant l'exploitation de la machine. Les procédés de supervision actuelle se basent sur les architectures de systèmes distribués permettant la surveillance ou le monitoring à distance.

### **2.6.2 La commande**

Le rôle de la commande est de faire exécuter un ensemble d'opérations (élémentaires ou non suivant le niveau d'abstraction auquel on se place) au procédé en fixant des consignes de fonctionnement en réponse à des ordres d'exécution. Il s'agit de réaliser généralement une séquence d'opérations constituant une gamme de fabrication dans le but de fabriquer un produit en réponse à une demande d'un client. La commande

regroupe toutes les fonctions qui agissent directement sur les actionneurs du procédé qui permettent d'assurer :

- le fonctionnement en l'absence de défaillance,
- la reprise ou gestion des modes,
- les traitements d'urgence,
- une partie de la maintenance corrective.

### 2.6.3 La surveillance

La partie surveillance d'un superviseur a pour objectifs :

- recueillir en permanence tous les signaux en provenance du procédé et de la commande,
- reconstituer l'état réel du système commandé,
- faire toutes les inférences nécessaires pour produire les données utilisées pour dresser des historiques de fonctionnement,
- mettre en œuvre un processus de traitement de défaillance des cas échéants,
- détecter un fonctionnement ne correspondant plus à ce qui est attendu.



**Figure 2.7.** Salle de surveillance.

## **2.6.4 L'interface homme/machine (IHM)**

Une IHM (Interface Homme-Machine) est un système pouvant être connecté à une base de données SCADA qui affiche des données pour l'utilisateur. L'IHM est installé généralement à proximité de la machine. L'IHM permet à l'opérateur d'examiner les données de diagnostic et les graphiques de tendance.

## **2.6.5 La gamme des panels SIMATIC HMI Comfort**

La gamme des panels SIMATIC HMI Comfort est entièrement neuve, elle offre des pupitres à commande tactile (Touch Panels) et à clavier (Key Panels). Cette ligne de produits comprend les modèles suivants :

- Cinq Key Panels (commande par clavier) avec les tailles d'écran 4", 7", 9", 12" et 15",
- Six Touch Panels (commande par écran tactile) avec les tailles d'écran 7", 9", 12", 15", 19" et 22",
- Un Key&Touch Panel (commande par clavier et écran tactile) avec la taille d'écran 4" Tous les appareils disposent des mêmes fonctions convaincantes et se configurent exclusivement avec le logiciel novateur IHM WinCC. Ce logiciel est intégré dans la structure d'ingénierie "Totally Integrated Automation Portal".

### ***a IHM TP 1900 Comfort***

SIMATIC HMI TP1900 Comfort, Comfort Panel, commande tactile, écran large TFT 19", 16 millions de couleurs, interface PROFINET, interface MPI/PROFIBUS-DP, mémoire de configuration 24 Mo, Windows CE 6.0, configurable à partir de WinCC Comfort.



**Figure2.8.** interface TP1900 confort.

**Caractéristiques techniques :**

- la technologie de l'écran TFT avec 16 millions de couleurs,
- la diagonale de l'écran est de 18.5 In,
- la résolution d'image est de 1366x768 Pixel,
- la tension d'alimentation 24VDC,
- le courant d'entrée 1.3A,
- la puissance active absorbée 32W.

**b IHM KTP 400 Comfort**



*Figure2.9. écran KTP400 confort.*

**Caractéristiques techniques :**

- la technologie de l'écran TFT avec 16 millions de couleurs,
- la diagonale de l'écran est de 4.5 In,
- la résolution d'image est de 480x272 Pixel,
- la tension d'alimentation 24VDC,
- le courant d'entrée 0.3A,
- la puissance active absorbée 3.1W [5].

**2.6.6 Présentation du logiciel Win CC**

SIMATIC WinCC est un système de supervision de processus modulable qui offre des fonctions performantes de surveillance d'automatismes. WinCC offre des fonctionnalités SCADA complètes sous Windows pour tous les secteurs depuis la configuration monoposte jusqu'aux configurations multipostes distribuées avec serveurs redondants et solutions multi sites avec clients Web.

## **2.7 La communication entre les dispositifs de la plateforme**

### **2.7.1 Description :**

La communication industrielle est indispensable pour la supervision et la commande des machines industrielles

La communication industrielle apporte une grande souplesse aux systèmes de contrôle / commande, ils diminuent les coûts de câblage, ils offrent des possibilités nouvelles pour le contrôle et la supervision des installations, tant pour les équipes d'exploitation que de maintenance, de production ou de gestion.

### **2.7.2 Les protocoles de communication industrielle :**

Dans le monde industriel on rencontre de nombreux protocoles de communication permettant à divers équipements industriels de communiquer. Lorsque deux ou plusieurs équipements industriels communiquent, les protocoles spécifient quels types de données peuvent être envoyés, comment chaque type de message sera identifié quelles actions peuvent ou doivent être entreprises par les participants à la conversation etc...

Ainsi, pour que deux équipements puissent communiquer ensemble, ils doivent tous les deux être compatibles avec le protocole utilisé pour réaliser les échanges. Par exemple pour qu'un automate et un afficheur puissent communiquer via le protocole Modbus, ils doivent tous les deux être compatibles avec le protocole Modbus [6].

## **2.8 Les outils de communication qui concerne la station :**

### **2.8.1 PROFINET**

PROFINET est conçu comme un standard complet pour toutes les tâches d'automatisation. Les réponses à des exigences spéciales pour une utilisation dans des installations du génie des procédés et pour l'interconnexion d'appareils d'instrumentation de process et d'analyse sont actuellement en cours d'élaboration dans le cadre de la standardisation. Et dans le secteur des processus secondaires,

PROFINET compte déjà de nombreuses réalisations pratiques à son actif. PROFINET comprend les ensembles fonctionnels suivants :

***a Communication en temps réel***

PROFINET satisfait à toutes les exigences de temps réel de l'automatisation, même aux exigences d'isochronisme. PROFINET convient donc aussi pour les applications particulièrement exigeantes – par exemple dans le domaine du contrôle de mouvement (Motion Control).

***b Appareils de terrain décentralisés***

PROFINET permet de raccorder directement à INDUSTRIAL ETHERNET des appareils de terrain décentralisés, instaurant ainsi un échange de données rapide entre la périphérie et le contrôleur, avec en corollaire une amélioration notable des possibilités de diagnostic.

***c Motion Control***

Avec PROFINET, on réalise de façon extrêmement simple des régulations d'entraînement isochrones très rapides pour des applications Motion Control hautes performances sans restreindre pour autant la communication standard TCP/IP.

## **2.8.2 PROFIBUS**

Le bus de terrain PROFIBUS (PROcess Field BUS) fait la liaison entre le système d'automatisation, les modules de périphérie et les appareils de terrain. Une liaison correspond à une affectation logique entre des partenaires de communication afin de réaliser une communication. La figure ci-dessous donne une idée concrète d'un réseau de terrain de la marque Siemens AG.

PROFIBUS est un système de communication ouvert acceptant les appareils de divers constructeurs. C'est le réseau idéal à l'échelle de la cellule et du terrain et permet la transmission rapide de moyennes quantités de données (environ 200 octets).

### 2.8.3 MODBUS

Le protocole Modbus (marque déposée par MODICON) est un protocole de dialogue basé sur une structure hiérarchisée entre un maître et plusieurs esclaves.

Il a une liaison multipoints (RS-485) relie maître et esclaves.

Quelques données :

- vitesse de transmission : 9600 ou 19200 bits/seconde,
- trame : 8 bits sans parité,
- parité : sans parité,
- 1 stop,
- mode de communication : Half-Duplex.

Le maître parle à un esclave et attend sa réponse.

Le maître parle à l'ensemble des esclaves, sans attente de réponse (diffusion générale).

Il ne peut y avoir sur la ligne qu'un seul équipement en train d'émettre. Aucun esclave ne peut envoyer un message sans une demande préalable du maître. Le dialogue entre les esclaves est impossible.



# Chapitre 3 Etude fonctionnelle de la chaine de pompage automatisé

---

## 3.1 INTRODUCTION

La première partie de ce chapitre consiste à présenter les équipements utilisés dans la station de pompage d'eau et la deuxième partie consiste à expliquer le principe de fonctionnement de la station.

## 3.2 Equipements nécessaires servant au bon fonctionnement de la station

### 3.2.1 Répartition des équipements électriques

#### *a Poste d'alimentation 30KV*

Le poste d'alimentation haute tension est représenté sous forme de tableaux électriques HT avec un comptage en haute tension. Les tableaux électriques HT sont destinés à mesurer et transformer l'énergie fournie par la SONELGAZ.

Le poste d'alimentation haute tension alimente deux transformateurs de puissance qui convertissent les 30KV fournis par la SONELGAZ en moyenne tension de 6KV. La SONELGAZ fournit au poste d'alimentation une puissance de 30MVA, cette puissance répond au besoin des différents équipements de l'installation.

Le tableau électrique HT Comporte de différents types d'appareillages (interrupteurs, disjoncteur, sectionneurs, etc.) associés à un ou plusieurs circuits électriques de départ alimentés par un ou plusieurs circuits électriques d'arrivée, ainsi que des bornes pour les conducteurs neutres et de protection.

## ***b Les transformateurs***

### ***b.1.Description***

Un transformateur électrique est une machine électrique permettant de modifier les valeurs de tension et d'intensité du courant délivrées par une source d'énergie électrique alternative d'une tension primaire en un système de tension secondaire en assurant un excellent rendement lors de cette transformation.



**Figure 3.1.** Transformateur de puissance.

### ***b.2.Les types de transformateurs***

Les transformateurs utilisés dans la station sont du type hermétique à remplissage intégral et à couplage DYN11 (primaire en triangle, secondaire en étoile avec neutre sortie).

### ***b.3.Les transformateurs de puissance***

Ce sont des transformateurs de type HT/MT qui fournissent une tension de 6 KV, Ils sont destinés à alimenter les moteurs des pompes et assurer l'alimentation des transformateurs auxiliaires.

### ***b.4.Les transformateurs auxiliaires***

Ils sont destinés à fournir l'énergie aux équipements auxiliaires (éclairage, prises, ventilateurs, chauffages, etc...).

### ***b.5.Sécurités***

Les sécurités de transformateurs sont essentiellement trois paramètres :

- La température,
- Le niveau d'huile,
- La pression d'huile.

Ces paramètres sont surveillés par un seul et même appareil appelé DGPT2, monté directement sur le transformateur, qui réagit au moyen de contacts.

### ***c Tension de commandes des tableaux électriques***

Les tableaux électriques sont alimentés par deux types de tension de commande assurés par des coffrets de distribution :

- Le 230 VAC destiné à la motorisation des disjoncteurs (disjoncteur général et disjoncteurs des départs des transformateurs de puissance) ainsi qu'à l'alimentation des résistances de chauffage des compartiments HT des cellules.
- Le 24 VDC destiné aux relais de protection, aux interfaces de commande et à la signalisation dans les cellules autres que les arrivées.

En effet, en cas de coupure du réseau SONELGAZ de plus de 100 secondes, Les batteries sont mises hors circuit pour éviter leur décharge complète et garantir le ré-enclenchement du poste au retour de la tension sur le réseau SONELGAZ.

### ***d Les cellules***

L'appareillage électrique à haute tension et à moyenne tension est installé dans des cellules (armoires métalliques modulaires qu'assemble et relie entre elles), de type SM6 pour les tableaux à haute tension et NXAIR pour les tableaux à moyenne tension.



**Figure 3.2.** Cellule SM6.



**Figure3.3.** Cellule NXAIR.

Une cellule comprend les différents organes nécessaires au fonctionnement du poste :

- le disjoncteur débrochable,
- le chariot,
- le jeu de barres,
- le sectionneur de terre,
- le transformateur de courant,
- le transformateur de tension (ou de potentiel),
- le parafoudre,
- le dispositif de protection SIPROTEC,
- le périphérique décentralisé ET 200pro,
- le multimètre de mesure SENTRON PAC3200,

Les cellules de la station sont distribuées d'une manière organisée selon les fonctions suivantes :

- les cellules arrivées tension 30KV,
- Les cellules arrivées tension 6KV,
- la cellule de mesure de tension 6KV,
- Les cellules départs tension 6kv transformateurs auxiliaires,

- les cellules départs tension 6kV moteurs pompes.

### **3.2.2 Répartition des armoires électriques**

#### ***a Armoire auxiliaire***

C'est l'armoire de distribution de tension 400/230VAC de la station de pompage, elle est alimentée en 400VAC TN directement à partir des transformateurs auxiliaires ou à partir du groupe électrogène moyenne tension.

L'armoire auxiliaire alimente tous les équipements de la station qui nécessitent une basse tension, on peut citer quelques fonctionnalités de cette armoire :

- les alimentations des circuits de prises de courant 400V et 230V,
- les alimentations des circuits d'éclairage,
- la fabrication et la distribution de la tension de commande 230V (transformateur mono 400V/230V),
- la distribution de la tension de commande 24VDC venant de l'armoire UPS,
- l'alimentation de tous les coffrets de la station (GMP, anti bélier, réservoir),
- l'alimentation des servomoteurs des vannes,
- alimentation des ventilateurs et chauffages de la station.

#### ***b Armoire UPS***

L'armoire UPS est alimentée en 400 VAC depuis l'armoire auxiliaire, le rôle de cette armoire est d'assurer la continuité de la distribution du 24 VDC et ceci même en cas de perte d'alimentation réseaux public.

Elle est équipée de :

- l'alimentation SITOP,
- l'IHM KTP400,
- l'automate programmable industriel,
- des relayages et des modules automates programmables.

Cette armoire alimente :

- les poires de niveaux,
- les afficheurs tactiles,
- le convertisseur OPTIQUE/ETHERNET,
- les capteurs de pressions,
- les thermostats,
- les sondes de niveaux.

### ***c Armoire pupitre***

Le pupitre, installé dans la salle de commande de la station de pompage, permet la gestion générale de celle-ci.

Pour cela l'armoire de contrôle est pourvue d'un automate du type S7-300 et d'un écran IHM. Des boutons poussoirs lumineux sont prévus pour commander les pompes en mode manu, ainsi que des boutons poussoir lumineux pour changer le mode de fonctionnement de la station. Les lampes intégrées dans les boutons signalent l'état de chaque groupe de pompage ou le mode de fonctionnement sélectionné pour la station.

### ***d Armoire de sécurité générale***

Le rôle de l'armoire de sécurité générale est d'assurer un contrôle total de la station, cette armoire est la base de la station, destinée à la coordination de fonctionnement de tous les équipements de la station de pompage on assurant leurs sécurités.

On cite ci-dessous les trois organes essentiels sélectionnés :

- un PLC ET200PRO pour la gestion des arrêts d'urgence,
- un PLC S7-300 pour la coordination,
- un HMI TP 1900 pour la visualisation.

## **3.2.3 Répartition des coffrets électriques**

Les coffrets électriques reçoivent la tension de commande depuis l'armoire auxiliaire et l'armoire UPS pour commander les différents équipements auxiliaires liés à la station de pompage d'eau traitée.

On peut citer les différents coffrets de la station de pompage et quelques équipements auxiliaires.

**a Coffret 30KV**

- Ventilateur
- Contacteur de commande
- Les relais de protection et de mesure
- Eclairage

**b Coffret 6KV**

- Ventilateur
- Contacteur de commande
- Les relais de protection et de mesure
- Eclairage
- Les périphériques décentralisés de type ET200PRO

**c Coffret GMP**

La supervision des modes de fonctionnement individuel des pompes se fait à partir d'un coffret local situé près de chaque ligne de pompes, pour la gestion des périphériques de : vanne d'aspiration, groupe motopompe, vanne de refoulement.

Il y a donc autant de coffrets locaux que de pompes.

Le coffret pompe est pourvu de :

- un automate
- un afficheur type TP qui reprend les signaux et permet la visualisation de chaque ligne de pompe
- boutons pour démarrer et arrêter la pompe
- lampes pour signaler l'état de la pompe (enclenché, déclenché, défaut).
- un sélecteur « Local » / « Distance » pour sélectionner le mode de commande du groupe motopompe

**d Coffret anti-bélier**

- Interface homme/machine

- Automate programmable ET200PRO
- Compresseur

#### ***e Coffret d'acquisition***

- Automate programmable ET200PRO
- Les sondes de niveau
- Poire de niveau
- Capteur de pression
- Débit mètre
- Transmetteur de PH et de chlore
- Vanne motorisé

### **3.2.4 Identification des équipements hydraulique**

#### ***a Vannes AUMA***

Ce type de vannes est muni d'un servomoteur pour faciliter le contrôle de la vanne et la collecte de données pour la communication avec l'automate programmable, ce qui rend la vanne très intelligente grâce à cette unité de contrôle interne.

Les applications modernes industrielles fonctionnent principalement sur la base de l'automatisation de vannes. Cette automatisation est fondamentale pour la gestion des procédés les plus complexes. Les vannes AUMA sont équipées d'un servomoteur qui positionne la vanne conformément aux commandes de manœuvre émises par l'API. Lorsque le servomoteur atteint les positions finales ou intermédiaires, il signale son état au API.

Leur servomoteur électrique sont composés d'une combinaison de moteur électrique et réducteur, conçu spécifiquement pour l'automatisation des vannes, fournissant le couple requis pour opérer des robinets-vannes. La vanne peut être manœuvrée manuellement à l'aide du volant standard. Le servomoteur enregistre les données de course et de couple de la vanne. Une commande intégrée dans le servomoteur traite ces données et contrôle le démarrage ainsi que l'arrêt de ce dernier [7].





**Figure 3.4.** Vanne AUMA.

### ***b Les pompes multicellulaires***

Une pompe multicellulaire, compte plusieurs turbines (roues à aube) montées successivement l'une derrière l'autre. L'eau pompée par la première turbine est envoyée dans l'ouïe de la deuxième puis de la troisième, etc. Le passage de l'eau dans les roues à aube augmente sa vitesse, et donc le débit et la pression de l'eau. Ce mécanisme a pour principal avantage d'augmenter la pression et le débit des pompes à eau, ce qui se traduit concrètement par une meilleure hauteur de refoulement et de meilleures fonctions intrinsèques (meilleur rendement). Une pompe multicellulaire peut être auto-amorçant (nul besoin d'amorcer avant utilisation).



**Figure3.5.** Pompe multicellulaire.

### ***c Anti-Bélier***

#### ***c.1.Description***

Les réseaux hydrauliques sont sujets aux variations de pression en régime transitoire et ces variations peuvent être dans certains cas très importants. Le choix des canalisations en fonction des pressions transitoires peut augmenter sensiblement le coût du réseau.

Pour cela, il est parfois plus intéressant de doter le réseau de moyens de protection anti-bélier afin de limiter ces pressions transitoires.

### ***c.2. Les appareils de protection contre le phénomène de bélier***

Le rôle des appareils de protection consiste à absorber ou compenser en grande partie la variation de débit qui est elle-même à l'origine de régime transitoire, et ceci sous l'effet de faible variation de pression. Ainsi, les variations de débit et de pression ne sont-elles que faiblement ressenties dans le reste du réseau, les variations brusques sont alors transformées en variations graduelles lentes. Par exemple à la suite d'une fermeture de vanne, la surpression est diminuée si le débit coupé est absorbé à l'aide d'une cheminée ou d'un réservoir anti-bélier ou dévié à l'aide d'une soupape de décharge.

#### ***d Pompe puisard***

La pompe à puisard est l'une des pièces maîtresses d'un système de drainage, en effet le système de tuyauterie qui capte les eaux souterraines est aménagé pour drainer l'eau jusqu'à la pompe à puisard qui l'expulse loin des fondations de l'installation via un tuyau d'évacuation des eaux.



**Figure3.6.** Pompe puisard.

## **3.2.5 Outils de mesures et de contrôles hydrauliques**

### ***a Débitmètres***

Ce sont des instruments de mesure de débit de l'eau lors de son écoulement, il se place généralement après chaque vanne de refoulement principale.



**Figure3.7.** Débitmètre.

### ***b Sondes de niveau***

Chaque station de l'eau doit être équipée des sondes de niveau dont le but de fournir les informations à propos de niveau d'eau dans les réservoirs et les bâteaux, ces informations sont destinées aux opérateurs de la station et aux unités de traitement et de commande (APIS).



**Figure 3.8.** Sonde de niveau.

### ***c Poire de niveau***

Une poire de niveau (ou *interrupteur à flotteur*) est un dispositif suspendu au-dessus d'un plan d'eau au moyen d'un câble électrique souple constitué de deux fils isolés qui permet de détecter si le niveau de l'eau atteint ou non une certaine cote d'alerte.



**Figure3.9.** Poire de niveau.

#### ***d* Capteurs de pression analogique**

Le rôle de ce capteur est la mesure de pression sur chaque couloir de refoulement et le transfert de ces données en temps réel vers l'unité de traitement, la mise en place de cet appareil est généralement avant chaque vanne de refoulement principale.



**Figure3.10.** Capteur de pression analogique.

#### ***e* Transmetteur de PH**

Est un appareil électronique, permettant la mesure du pH d'une solution.

#### ***f* Transmetteur de chlore**

Est un appareil électronique, permettant la mesure du Cl d'une solution.

### **3.2.6 Equipements liés à la sécurité de la station**

#### ***a* Relais SIPROTEC**

Les relais SIPROTEC se sont des dispositifs de surveillance et de commande qui supportent l'ensemble des fonctions de commande et de surveillance nécessaires au fonctionnement des postes moyenne tension et haute tension. La validation des retours de position est effectuée par acquisition de la position des contacts auxiliaires des organes de manœuvre via les entrées binaires de l'appareil. Les positions OUVERT et FERME ainsi que les positions des défauts (des disjoncteurs intermédiaires, des contacts auxiliaires, etc.) peuvent être détectées et signalées [8]. L'organe de manœuvre ou le disjoncteur peut être commandé par :

- une IHM (Interface Homme Machine) intégrée,
- des entrées binaires,
- un système de contrôle-commande et de protection,

- DIGSI 4 (c'est l'interface utilisateur de toutes les versions d'équipements SIPROTEC).



**Figure 3.11.** SIPROTEC.

### **b Relais de mesure SENTRON PAC3200**

Le SENTRON PAC3200 est un multimètre qui affiche tous les paramètres d'un réseau de distribution à basse tension. Il peut effectuer des mesures en monophasé, biphasé et triphasé dans des réseaux TN, TT et IT à deux, trois ou quatre conducteurs.

Du fait de sa grande étendue de tension, le SENTRON PAC3200 avec bloc d'alimentation à large plage peut se raccorder directement à tout réseau basse tension de tension nominale jusqu'à 690 V (600 V max. pour UL).

Pour la variante avec bloc d'alimentation à très basse tension, un raccordement direct aux réseaux jusqu'à 500 V est autorisé.

Des tensions plus élevées se mesurent à l'aide d'un transformateur de tension. La mesure des courants peut s'effectuer avec des transformateurs de courant.

L'écran graphique LCD largement dimensionné permet aussi une lecture de loin. Pour une lisibilité optimale même dans de mauvaises conditions d'éclairage, le SENTRON PAC3200 possède un rétroéclairage réglable graduellement.



**Figure3.12.** SENTRON PAC 3200.

### **c DGPT2**

Un DGPT2 est un relais de protection de transformateur immergé.

Son nom signifie **D**étection **G**az **P**ression **T**empérature **2** seuils.

Il est équipé de divers détecteurs qui lui permettent de signaler un défaut de présence gaz, de pression ou de température anormale.

Le détecteur de température a deux seuils de détections.



**Figure 3.13.** DGPT2.

### **d PT100**

Le thermomètre à résistance de platine est un dispositif (un type de thermistance) permettant de mesurer la température. Il est basé sur le fait que la résistance électrique du platine varie selon la température.



**Figure3.14.**PT100.

### ***e Transformateurs de mesures***

En distribution électrique MT les valeurs élevées de courant et de tension ne permettent pas leur utilisation directe par les unités de mesure ou protection. Des transformateurs de mesure sont nécessaires pour fournir des valeurs utilisables par ces dispositifs qui peuvent être : des appareils analogiques, utilisant directement le signal fourni, des unités de traitements numériques à microprocesseur, après conversion analogique/digitale du signal en entrée (ex. : SENTRON).

Les transformateurs de mesure comportent les types suivants :

Transformateurs de courant branchés au primaire sur le réseau HT, ils délivrent au secondaire une valeur de courant réduite proportionnelle au courant du réseau sur lequel ils sont installés.

Transformateurs de tension branchés au primaire sur le réseau MT, ils délivrent au secondaire une valeur de tension réduite proportionnelle à la tension du réseau sur lequel ils sont installés.



**Figure 3.15.** Transformateur de mesure.

### ***f Disjoncteurs***

Les disjoncteurs électriques utilisés sont des disjoncteurs magnétothermiques triphasé pour une protection contre les courts-circuits (partie magnétique) et contre les surcharges (partie thermique) à commande rotative.



**Figure3.16.** Disjoncteur.

### ***g Sectionneur mise à la terre***

Le sectionneur est un appareil électromécanique permettant de séparer, de façon mécanique, un circuit électrique et son alimentation, tout en assurant physiquement une distance de sectionnement satisfaisante électriquement. L'objectif est d'assurer la sécurité des personnes travaillant sur la partie isolée du réseau électrique ou bien d'éliminer une partie du réseau en dysfonctionnement pour pouvoir en utiliser les autres parties.

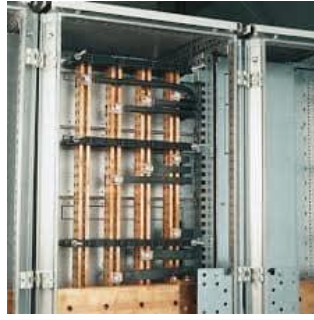


**Figure 3.17.** Sectionneur.

### ***h Jeu de barres***

Le terme officiel est barre omnibus, mais il n'est guère employé. Selon la définition donnée par la Commission électrotechnique internationale, il s'agit d'« un conducteur de faible impédance auquel peuvent être reliés plusieurs circuits électriques en des points séparés ».





**Figure 3.18.** Jeu de barre.

### ***i Les fusibles***

Les fusibles sont des organes de sécurité dont le rôle d'interrompre le courant électrique dans le circuit électrique en cas de défaut.



**Figure 3.19.** Fusible.

### ***j Ventilateurs***

Lorsqu'un un dépassement de seuil de température au niveau de l'armoire électrique, le thermostat actionne le contacteur pour le déclenchement de ventilateur jusqu'à ce que la température se baisse.



**Figure 3.20.** Ventilateur.

### ***k Boutons d'arrêts d'urgences***

Ce sont des organes nécessaires pour chaque installation électrique, la commande se fait en utilisant des boutons de type coup-de-poing à accrochage d'arrêts d'urgences dont le but d'interrompre le circuit lorsqu'il est actionné.



**Figure 3.21.** Bouton poussoir à accrochage.

### ***l Groupe électrogène***

Un groupe électrogène est un dispositif autonome capable de produire de l'électricité. La plupart des groupes sont constitués d'un moteur thermique qui actionne un alternateur. Leur taille et leur poids peuvent varier de quelques kilogrammes à plusieurs dizaines de tonnes. La puissance d'un groupe électrogène s'exprime en VA (voltampère), kVA (kilovoltampère) ou MVA (mégavoltampère) selon la puissance.



**Figure 3.22.** Groupe électrogène.

### ***m Le parafoudre***

Le parafoudre est un dispositif qui vise à protéger l'ensemble des installations électriques et électroniques d'un habitat contre les surtensions provoquées par la foudre. En effet, un excès de tension peut aisément détruire plusieurs appareils. Le parafoudre fonctionne à peu près comme un interrupteur qui, au-delà d'une certaine tension, va laisser échapper un courant électrique pour l'amener jusqu'à la terre afin

d'éviter qu'il aille au sein des appareils électriques et électroniques raccordés et les endommage.



**Figure 3.23.** Parafoudre.

### ***n* Batterie de compensation**

Les batteries de compensation sont destinées à la régulation du facteur de puissance des installations électriques, un régulateur électronique à microprocesseur connecte ces batteries en fonction de la puissance réactive demandée par la charge, dont le but d'une régulation automatique.



**Figure 3.24.** Batterie de compensation.

## **3.3 Principe de fonctionnement de la station**

### **3.3.1 Bâche d'aspiration**

La bâche d'aspiration de la station de pompage est équipée de :

- un transmetteur de niveau. Cette mesure est utilisée pour moduler le nombre de pompe en mode automatique et détecter le niveau haut (protection contre le débordement),

- un détecteur de niveau bas de type "poire". Cette détection est utilisée afin de protéger les pompes contre la marche à sec,
- la canalisation d'alimentation de la bêche est équipée, en amont de sa séparation en deux tronçons, d'un transmetteur de débit.

### **3.3.2 Conduites de transfert**

La station de pompage est composée de 3+1 lignes de pompes, chaque ligne étant composée d'un groupe motopompe avec ses vannes amont et aval. Les pompes aspirent directement l'eau de la bêche à travers le collecteur d'aspiration qui est équipé de :

- une vanne motorisée,
- un transmetteur de pression (Sur le collecteur) pour la détection d'un seuil très bas,
- un transmetteur de PH,
- un transmetteur de concentration de Chlore.

Ensuite l'eau est transférée vers la bêche de refoulement à travers le collecteur de refoulement qui est équipé de :

- une vanne motorisée,
- un transmetteur de pression (Sur le collecteur) pour la détection d'un seuil trop bas et d'un seuil trop haut.

La poire située dans la bêche ainsi que le transmetteur de pression (Sur le collecteur) avec un seuil bas sont des signaux redondants garantissant la présence d'eau dans le collecteur d'aspiration et assurant ainsi la protection contre la marche à sec.

La visualisation et le contrôle de ces équipements sont pris en charge par le PLC « coordinateur » de la station et les « sécurités générales ».

La visualisation et le contrôle des vannes motorisées dans les piquages individuels sont pris en charge par le PLC du coffret local.

### **3.3.3 Anti-bélier**

#### ***a Description***

Un dispositif anti-bélier est situé à l'extérieur de la station. Il est constitué d'un ballon en prise avec le collecteur de refoulement via une vanne manuelle équipée de 2 fins de course la canalisation de jonction est également équipée d'un indicateur de pression

(Manomètre). La partie basse du ballon est remplie d'eau tandis que la partie haute est constituée d'air comprimé dont l'appoint est effectué au moyen de d'un compresseur. Le ballon est équipé de détecteurs de niveau.

Le type de démarrage du compresseur est direct en ligne (DOL).

Le compresseur est équipé d'une électrovanne de décompression.

Un bouton poussoir à accrochage en face avant du coffret de commande provoque un arrêt d'urgence du compresseur.

#### ***b Sélection des modes***

Ce mode est sélectionné uniquement à partir du coffret superviseur anti-bélier situé à proximité des compresseurs.

En mode manuel l'opérateur arrête et démarre le compresseur à partir du superviseur anti-bélier.

En mode automatique le compresseur est démarré et arrêté automatiquement en fonction du niveau d'eau.

Lorsque le niveau atteint le seuil haut, le compresseur démarre afin d'effectuer un appoint d'air comprimé et s'arrête lorsque le niveau atteint le seuil bas.

#### ***c Influence du dispositif anti-bélier sur le pompage***

Lorsque la vanne n'est pas ouverte complètement ou lorsque le niveau atteint le seuil très haut et donc que le volume d'air comprimé est insuffisant pour assurer l'amortissement correct des ondes de chocs, les lignes de pompes ne peuvent plus être démarrées (excepté en mode local ligne de pompe sous la responsabilité de l'opérateur).

### **3.3.4 Réservoir de refoulement**

Le réservoir de refoulement est équipé de :

Un transmetteur qui mesure le niveau de la bache pour moduler le nombre de pompe de la station en mode automatique.

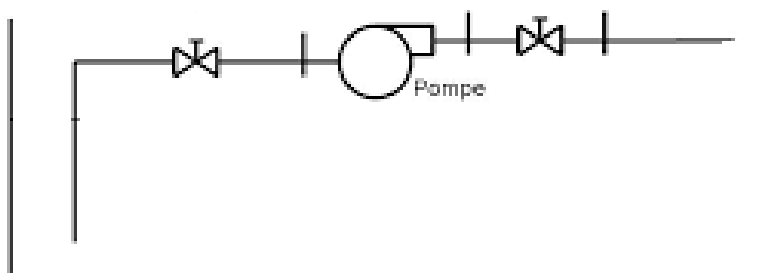
Un détecteur de niveau haut de type "poire" provoque l'arrêt d'urgence des pompes de la station de pompage.

### 3.3.5 Démarrage moteur

Pour chaque moteur, il y a un autotransformateur qui a pour objectif de limiter la pointe de courant lors du démarrage du moteur.

### 3.3.6 Séquence de démarrage et arrêt d'une pompe

#### *a Schéma de principe d'une ligne de pompe*



**Figure 3.25.** Schéma de principe d'une ligne de pompe.

#### *b Démarrage d'une ligne de pompe*

Les conditions préliminaires au démarrage d'une ligne de pompes sont :

- la vanne du dispositif anti-bélier ouverte,
- la pression d'aspiration suffisante (pas de risque marche à sec), c'est à dire le seuil minimum de pression pas atteint,
- la pression de refoulement suffisante (canalisation pleine), c'est-à-dire le seuil minimum de pression sur le collecteur de refoulement pas atteint,
- la vanne de refoulement individuel correspondant en position fermée pour un démarrage plus facile avec l'autotransformateur,
- la vanne à l'aspiration individuelle est en position ouverte et celle au refoulement individuel est en position fermées. Cette vanne de refoulement est intégrée dans la séquence de démarrage. L'ouverture de cette vanne est commandée par le PLC pompe une fois le moteur démarré,
- les pompes sont à l'arrêt et à disposition, (pas de blocage temporaire hydraulique ou électrique),
- l'anti-bélier a le bon niveau d'eau,

- le niveau dans la bêche suffisant (pas de détection niveau minimum par poire),
- pas d'alarme pression minimale au niveau du mesure du collecteur d'aspiration.

Le démarrage se fait en 3 étapes :

- ordre de démarrage pour la pompe,
- démarrage à tension réduite via l'autotransformateur pour limiter le pic de courant,
- by-pass de l'autotransformateur une fois le moteur lancé.

Si un défaut apparaît lors du démarrage de la pompe, la séquence de démarrage est arrêtée et la vanne de refoulement individuelle correspondante se referme.

#### ***c Arrêt d'une pompe***

L'arrêt des pompes en fonctionnement normal se fait en 2 étapes :

- fermeture de la vanne de refoulement individuelle correspondante pour limiter les coups de bélier,
- après retour de contact indiquant la fermeture de la vanne : ordre d'arrêt de la pompe.

Ce n'est que lors d'un arrêt d'urgence général que toutes les pompes sont mises à l'arrêt immédiatement.

### **3.3.7 Modes de fonctionnement de la station**

La supervision du fonctionnement de la station s'effectue à partir du panneau opérateur installé en face avant de l'armoire de commande.

#### ***a Mode LOCDIS***

LOCDIS contient deux modes de fonctionnement principaux, qui sont commandés à partir du clavier du panneau opérateur ou par des boutons.

##### ***a.1. Mode local***

La station de pompage fonctionne en local. De manière locale et elle ne peut pas être commandée via le système de commande centralisé situé dans la salle de contrôle principale de la station. Ce fonctionnement peut être soit automatique, soit manuel.

En mode local l'opérateur peut modifier le mode « REMP AR MAN AUT ».

### **a.2. Mode distance**

La station de reprise est commandée via le système de commande centralisé depuis la salle de contrôle principale de la station.

En mode distance les fonctions suivantes sont uniquement possibles : « Manuel », « Automatique » et « Arrêt ».

### **b Mode REMP AR MAN AUT**

Le mode REMP AR MAN AUT contient 4 modes de fonctionnement qui sont secondaires à la sélection LOCDIS.

En mode local, la sélection REMP AR MAN AUT peut se faire à partir des boutons. Cette sélection contient 4 modes de fonctionnement.

Les 4 modes de la sélection REMP AR MAN AUT sont :

#### **b.1. Mode remplissage tuyauterie**

Ce mode est utilisé lors d'un remplissage de tuyauterie de refoulement lors de la mise en service ou d'un redémarrage après vidange même partielle de la conduite de refoulement.

Particularités :

- inhibition de la détection PL (Pressure Low = seuil de pression minimum) sur le transmetteur de pression au collecteur de refoulement,
- limitation à une seule ligne de pompes en service au maximum,
- la position de la vanne de refoulement n'est pas prise en compte.

Il n'est possible de passer en mode remplissage qu'après avoir arrêté toutes les pompes.

#### **b.2. Mode arrêt**

Ce mode est utilisé pour arrêter la station. C'est-à-dire que les pompes s'arrêteront automatiquement une à une jusqu'à l'arrêt complet de la station. En cas de perte d'une sécurité générale, la station passe automatiquement en mode arrêt.

#### **b.3. Mode manuel**

Dans ce mode la station est sous le contrôle de l'opérateur. Les commandes individuelles des lignes de pompes sont libérées. L'opérateur peut commander les pompes à partir



des boutons poussoir « Marche » et « Arrêt » situés sur le clavier du pupitre opérateur de la station (en mode local).

#### ***b.4. Mode automatique***

La station est en fonctionnement automatique. Les pompes sont démarrées et arrêtées automatiquement en fonction des niveaux de la bêche du réservoir de refoulement. S'il y a une diminution du niveau d'eau dans la bêche d'aspiration, on commence à réduire le nombre de pompes en fonctionnement avant d'atteindre la marche à sec.

Sous condition de marche autorisée, la mise en marche effective ou l'arrêt des pompes est décidé en fonction du niveau d'eau dans le réservoir de refoulement. On arrête les pompes une à une avant d'atteindre le niveau trop haut.

Le nombre de pompes en fonctionnement est limité entre 0 et 3, la quatrième étant en réserve.

Lorsqu'une pompe s'arrête, elle est mémorisée et elle ne pourra en principe pas redémarrer si le système demande à nouveau le démarrage d'une pompe. Dans ce cas, c'est une autre pompe qui sera alors mise en marche.

Lorsqu'une pompe s'arrête, elle est indisponible pour un temps fixé appelé « blocage temporaire pompe ».

Ce blocage temporaire a deux origines :

- soit il est d'ordre hydraulique afin de s'assurer que les phénomènes transitoires de pression se soient stabilisés,
- soit il est d'ordre électrique afin de limiter l'échauffement de l'autotransformateur de démarrage et du moteur.

On démarre la pompe qui a le moins d'heures de fonctionnement, tandis qu'on arrête la pompe qui a le plus d'heures de fonctionnement.

### **3.3.8 Sélections des pompes.**

La sélection des pompes est faite d'après un algorithme basé sur :

- le compteur horaire de la pompe,
- le temps que la pompe soit à l'arrêt,
- le temps que la pompe marche,
- la température des enroulements moteurs,

- la permutation cyclique des pompes.

Le but de l'algorithme, en cas de démarrage, est de :

- démarrer la pompe qui a le moins d'heures de fonctionnement,
- favoriser une pompe qui est à l'arrêt depuis quelque temps,
- favoriser une permutation cyclique pour garantir que toutes les pompes démarrent de temps en temps,
- ne pas redémarrer une pompe qu'on vient d'arrêter.

Le but de l'algorithme, en cas d'arrêts, est de :

- arrêter la pompe qui a le plus d'heures de fonctionnement,
- arrêter la pompe qui marche depuis le plus longtemps,
- arrêter le moteur qui est le plus chaud, (Température enroulements),
- favoriser une permutation cyclique pour garantir que toutes les pompes démarrent de temps en temps.

### **3.3.9 Modes de fonctionnement individuel des pompes**

La visualisation locale des modes de fonctionnement individuels des pompes se fait à partir d'un coffret local situé près du groupe motopompe pour la gestion des périphériques des équipements suivants :

- la vanne d'aspiration individuelle,
- le groupe motopompe,
- la vanne de refoulement individuelle,

#### ***a Mode GMP***

Chaque ligne de pompe a deux modes de fonctionnement, contrôlé par un sélecteur sur la porte du coffret local :

- fonctionnement en mode distance :

En mode Distance, les demandes de marche et d'arrêt sont faites manuellement ou automatiquement suivant le mode REMP AR MAN AUT du coordinateur (pupitre station de reprise),

- fonctionnement en mode local :

La pompe est partiellement déconnectée du système de contrôle de la station de reprise. L'opérateur peut à sa guise la commander au moyen des boutons situés sur la

porte du coffret local. Les sécurités hardware (marche à sec, niveau max de refoulement, ...) restent actives à condition que le PLC station (Coordinateur) soit opérationnel.

### ***b Fonctionnement dégradé lié à l'alimentation électrique***

La station de pompage dispose de 2 transformateurs fonctionnant en 1+1 de réserve. Si un des transformateurs est mis hors service (volontairement ou accidentellement) le basculement sur l'autre se fait manuellement.

En cas de défaillance de l'alimentation électrique venant du réseau électrique la station de pompage dispose d'une possibilité de fonctionner en mode de secours :

### ***c Définition***

Le mode secours est un mode de fonctionnement dégradé lié à l'indisponibilité de l'alimentation électrique principale. Cette indisponibilité peut être dû à :

- coupure général du réseau Sonelgaz,
- indisponibilité du tableau 30kV,
- indisponibilité des 2 transformateurs de puissance 30kV/6kV.

En cas de l'indisponibilité de l'alimentation électrique principale, un UPS, un générateur diesel de secours basse tension et un générateur diesel de secours moyenne tension permettent de garantir le fonctionnement de station sous certaines conditions.

### ***d Cas où il n'y a pas de demande de pompage***

- disparition de l'alimentation électrique venant du réseau,
- ouverture automatique des disjoncteurs des arrivées transformateurs et des disjoncteurs de départ des transformateurs auxiliaires,
- les équipements auxiliaires ne seront plus alimentés, le temps que le générateur de secours basse tension démarre automatiquement,
- le générateur de secours moyenne tension ne démarre pas,
- l'alimentation des équipements secourus par l'UPS sera assurée en attendant le retour de la basse tension fournie par le générateur de secours basse tension, du moins pendant l'autonomie des batteries,

- une fois le générateur de secours basse tension en régime, le tableau basse tension bascule sur l'alimentation de secours et tous les équipements auxiliaires de la station, y compris les UPS, sont de nouveau alimentés.

***e Cas où il y a une demande de pompage***

Le générateur de secours moyenne tension permet deux modes de gestion de basculement sélectionnés sur son panneau opérateur :

***c.1. Mode manuel***

L'opérateur démarre manuellement le générateur de secours moyenne tension à partir du panneau opérateur.

***c.2. Mode automatique***

C'est l'automate coordinateur et l'automate du générateur de secours moyenne tension qui gère la séquence de basculement.

Lorsque la tension du réseau disparaît pendant un certain temps (paramétrable), le PLC coordinateur lance la séquence de démarrage du groupe de secours via son PLC.

***f Arrêt de pompage sur niveaux***

Lorsqu'il n'y a plus de demande de pompage, l'automatisme maintient le générateur de secours moyenne tension en marche pendant 15 minutes. Si endéans ce temps, aucune nouvelle demande de pompage n'est arrivée, l'ordre maintenu de démarrage est coupé.

### **3.4 Sécurités et verrouillages**

Ci-dessous sont décrites les sécurités prévues dans le système de contrôle de la station de pompage.

#### **3.4.1 Sécurités générales**

La dénomination « sécurités générales » regroupe les signaux et verrouillages assurant le fonctionnement correct de la station de reprise.

Il y a deux types de sécurité :

- sécurités hardware (HW) : avec des verrouillages électriques et mécaniques
- sécurités software (SW) : avec des verrouillages programmés dans l'automate.

Ces sécurités ont pour but d'assurer la protection des équipements hydromécaniques et électromécaniques contre tout fonctionnement risquant d'entraîner des détériorations plus ou moins graves, ainsi que la protection des personnes.

#### **a Sécurités HW - Arrêt d'urgence**

- Arrêt d'urgence individuel de chaque motopompe.
- Arrêt d'urgence général de la station de pompage.

Après décrochage de l'arrêt d'urgence, il est nécessaire d'acquiescer le défaut en appuyant sur la touche ACQUIT du panneau de contrôle.

#### **b Sécurités SW.**

##### **b.1. Blocage temporaire**

La possibilité de démarrer une pompe peut être inhibée momentanément afin d'assurer la protection de l'installation. Cette phase est appelée blocage temporaire.

Si aucun autre groupe motopompe n'est disponible et prêt à démarrer, il faudra attendre le temps nécessaire à la libération du blocage temporaire pour redémarrer le groupe motopompe si nécessaire.

Si le moteur a effectué le nombre maximum de démarrages autorisé dans un temps donné, son redémarrage est momentanément rendu impossible.

Le nombre de démarrage maximum par heure est de 3 à froid, dont 2 consécutifs.

Lorsqu'une pompe démarre ou s'arrête, elle bloque temporairement le démarrage des autres pompes, ceci afin de limiter les coups de bélier dans la canalisation de refoulement.

##### **b.2. Autres sécurités générales**

- Choix des modes de fonctionnement (Manuel, Automatique, ...).
- Protection par une poire de niveau minimum et par un seuil de niveau.
- Sécurité sur la pression min. sur le collecteur d'aspiration pour éviter la marche à sec des pompes (manque d'eau dans le collecteur d'aspiration). Ceci est géré par l'automate principale (protections redondante).
- Sécurité sur le niveau max. au réservoir de refoulement, pour éviter le débordement du réservoir.
- Surveillance Min. tension et champ tournant (6000 V, 400V et 30kV).

- Pression minimale et maximale au collecteur de refoulement : pression minimale correspond, par exemple, à une canalisation insuffisamment remplie ou à une rupture de canalisation ; pression maximale correspond, par exemple, à un fonctionnement des pompes contre une vanne fermée intempestivement.
- Déclenchement des pompes en cascade avant d'atteindre le niveau max refoulement. Le niveau maximum cascade est réglée à 90% du niveau max réel. Avant d'atteindre le niveau max on déclenche une pompe. Après un temps d'attente de 30sec on déclenche la pompe suivante si le niveau max Cascade est toujours là.

### ***b.3. Sécurités individuelles des pompes***

Ces sécurités ont pour but d'assurer la protection de la pompe et de son moteur et d'éviter de ce fait tout dommage.

On distingue :

- disjoncteur de départ assurant la protection contre les surcharges et les courts-circuits,
- les sécurités internes au groupe motopompe : contrôle de la température des bobinages du moteur par sondes PT-100 et des paliers pompe et moteurs par sondes PT-100,
- surveillance courant minimum : arrêt de la pompe (après temporisation) si le courant absorbé est trop faible (marche contre vanne fermée, ...),
- surveillance de la durée de la séquence de démarrage (si temps trop long alors arrêt du moteur) et mise en défaut (protection de l'autotransformateur et du moteur contre la surchauffe),
- limitation du nombre de démarrages consécutifs et par heure pour les mêmes raisons (Protection de l'autotransformateur et du moteur contre la surchauffe),
- si la vanne n'est pas 100% fermée, démarrage non autorisé.

Ces sécurités sont traitées indépendamment pour chaque moteur et font l'objet d'un report de défaut général au niveau du contrôle.

### **3.4.2 Sécurités relatives à la distribution : BT (400V) et MT (6KV)**

On distingue deux types de sécurités :

#### ***a* Sécurité électrique**

- Protection des tableaux de distribution contre les courts-circuits.
- Protection des câbles d'alimentation et des transformateurs contre les courts-circuits et surcharges par disjoncteur.
- Relais surveillant température, pression, niveau d'huile dans le transformateur et faisant déclencher le disjoncteur de la cellule départ transfo correspondante.

#### ***b* Sécurité des personnes**

- Protection des personnes contre le contact indirect.
- Protection des personnes contre le contact direct.
- Protection contre les fausses manœuvres.

### **3.4.3 Mesures & contrôles hydrauliques**

Tous les appareils de mesure analogique fonctionnent en 24VDC avec une sortie en 4-20mA.

#### ***a* Mesures de niveau**

##### ***a.1. La mesure de niveau de la bêche d'aspiration***

S'il y a une diminution du niveau d'eau dans la bêche, on commence à réduire le nombre de pompes en fonctionnement avant d'atteindre la marche à sec.

Le seuil maximum de niveau de de la bêche d'aspiration ferme les vannes d'entrée pour éviter un débordement voire même une vidange de la canalisation d'alimentation.

##### ***a.2. Mesure de niveau du réservoir de refoulement***

Elle sert à assurer l'asservissement des pompes en fonctionnement automatique. Elle est assurée par une sonde dont le signal est transmis par le système de télétransmission.

##### ***a.3. Le seuil maximum au réservoir de refoulement***

Le niveau max. arrête les pompes pour éviter un débordement en cas de fonctionnement automatique ou manuel.

## ***b Contrôles de niveau***

### ***b.1. Niveau minimum à l'aspiration (marche à sec)***

Dans la bêche d'aspiration se trouve une poire signalant un manque d'eau. Si la bêche est vide, il est nécessaire d'arrêter les pompes pour éviter tout dommage. Il est possible de pomper uniquement sous la condition que la bêche ne soit pas à son niveau minimum.

### ***b.2. Niveau maximum au réservoir de refoulement***

Dans le réservoir de refoulement se trouve une poire, l'activation de ce seuil provoque l'arrêt des groupes, ce défaut étant probablement dû à un incident sur la conduite de refoulement en aval de ce réservoir ou sur le réservoir aval.

## ***c Mesures de débit***

La station de pompage est équipée d'une mesure de débit sur la canalisation d'alimentation des bêches. Du débitmètre on reprend la valeur instantanée en 4-20mA pour donner un affichage en temps réel et on reprend les impulsions pour avoir le totalisateur.

Les impulsions du totalisateur sont là pour indication. Le totalisateur correct est celui du débitmètre.

## ***d Contrôle de pression***

Contrôle de pression au collecteur d'aspiration par capteur de pression avec affichage (seuil de pression minimum surveillé).

Contrôle de pression au collecteur de refoulement par capteur de pression à 2 seuils (minimum et maximum).

- La pression minimale correspond à une canalisation insuffisamment remplie ou à une rupture de canalisation.
- La pression maximale correspond à un fonctionnement des pompes contre une vanne fermée ou à une obstruction de la canalisation.



# Chapitre 4 Conception du système automatisé

## 4.1 Introduction

La conception du système automatisé se fait sur trois différentes étapes, d'abord la configuration du logiciel, ensuite la création des éléments de la supervision et enfin établir une communication entre les différents équipements.

## 4.2 Configuration logiciel

### 4.2.1 Création du projet

D'abord on lance le logiciel de programmation TIA PORTAL V15, ensuite on choisit un nom du projet, enfin on clique sur l'icône créer (Voir figure4.1).

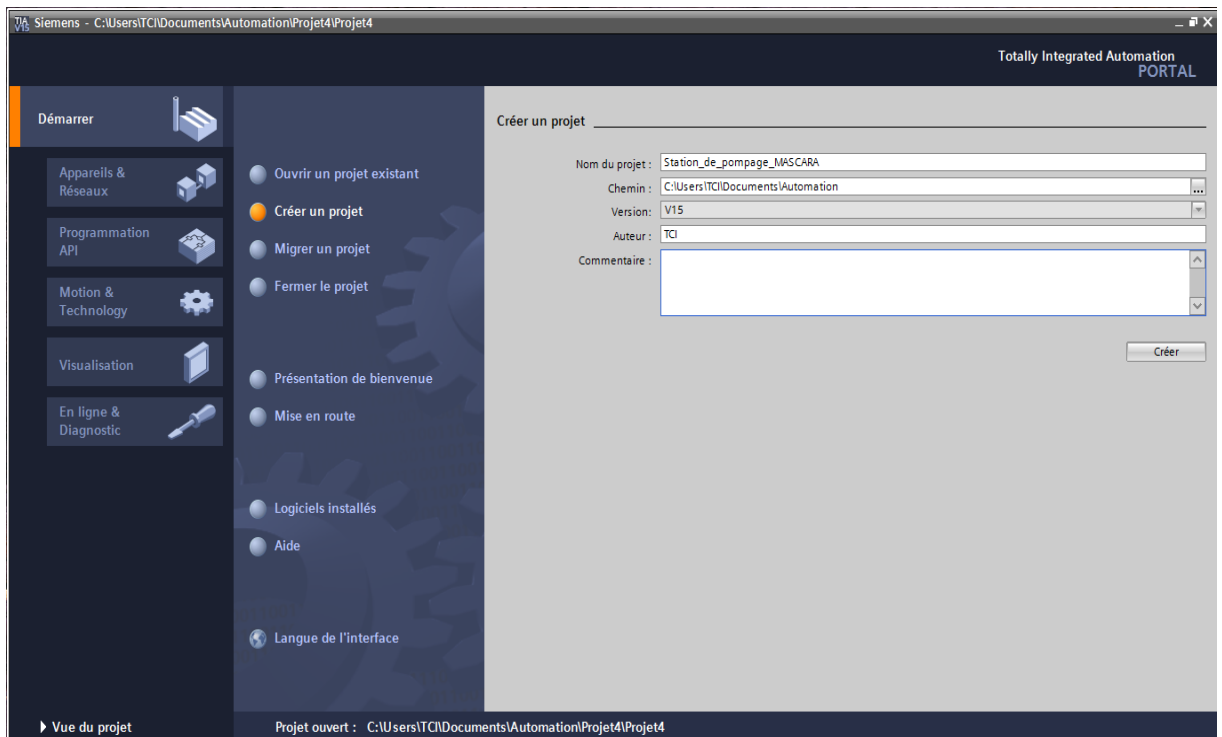


Figure4.1. Vue du projet.

## 4.2.2 Configuration matérielle

Elle sert à rassembler les différents types de modules locaux d'un PLC et les installer au niveau du châssis de chaque automate programmable de la station.

Ci-dessous un exemple d'une configuration matérielle de l'alimentation, CPU et les modules d'entrées/sorties d'un API ET200 PRO (Voir figure4.2).

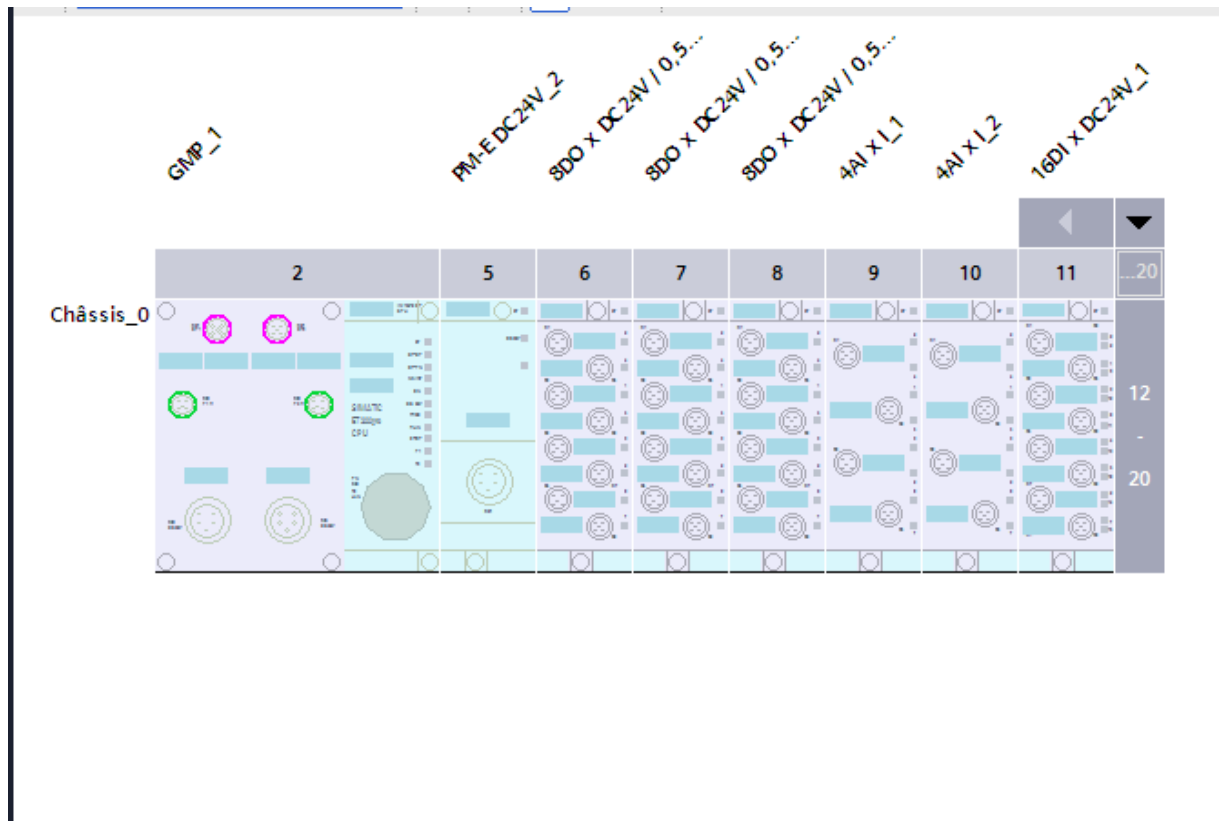


Figure 4.2. Configuration matérielle d'un ET200 PRO.

## 4.2.3 Blocs de programme

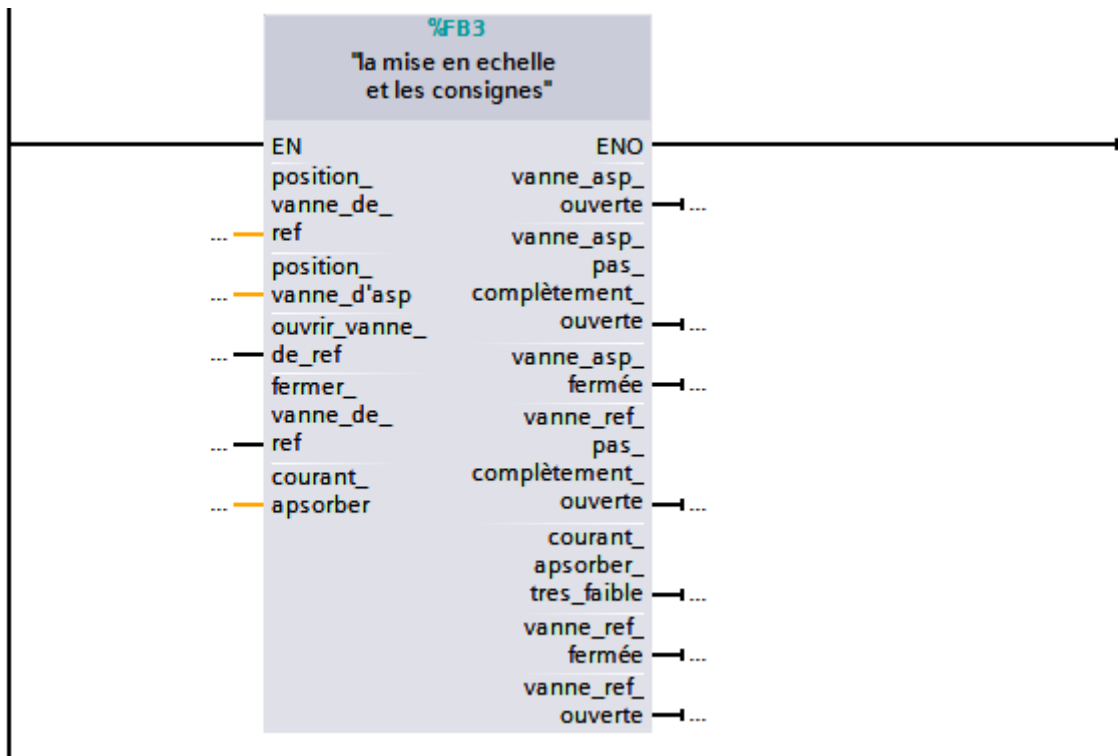
La manipulation du programme principal (OB1) de notre station de pompage d'eau traitée est subdivisée selon les deux types de gestion :

- le bloc de fonctions (FB)

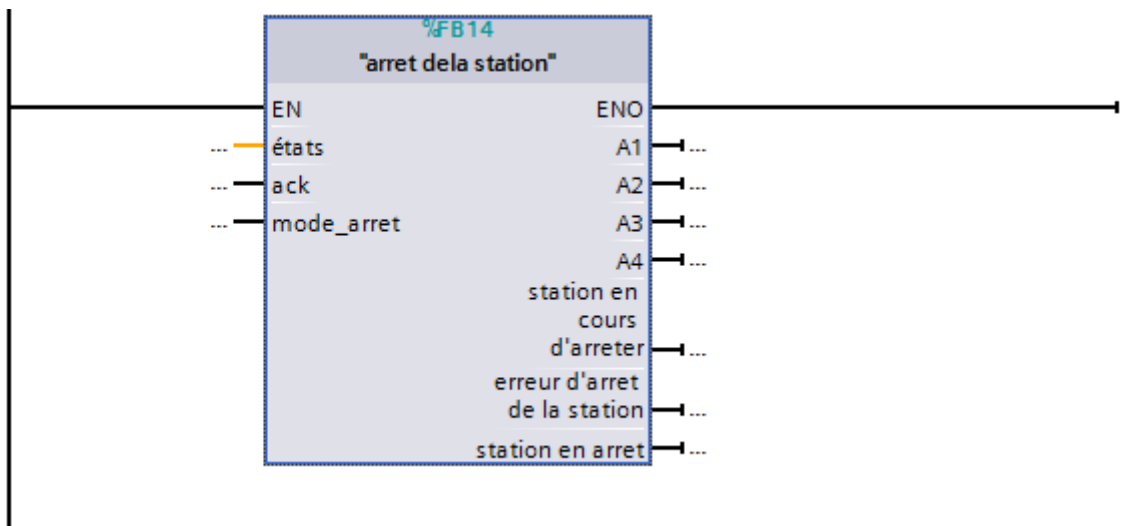
La programmation de chaque bloc de fonction est réalisée à l'aide de langage contact (LADDER).

On peut citer quelques fonctionnalités pour la coordination de la station de pompage d'eau traitée

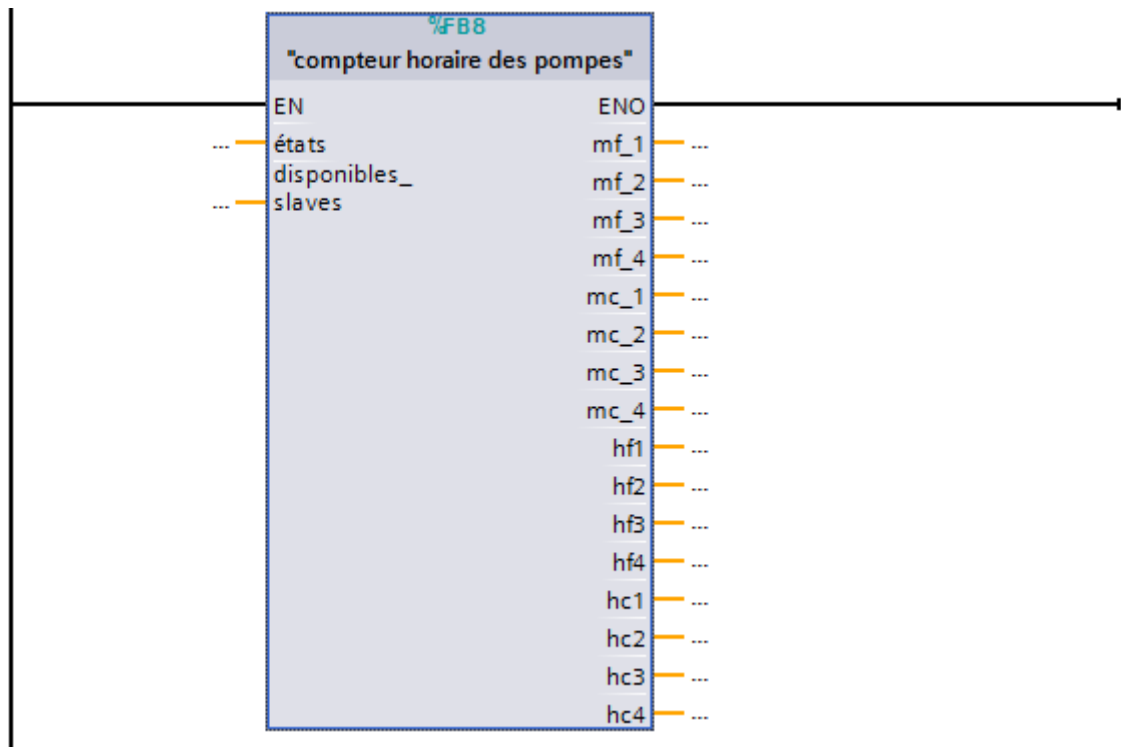
**a Mise à l'échelle**



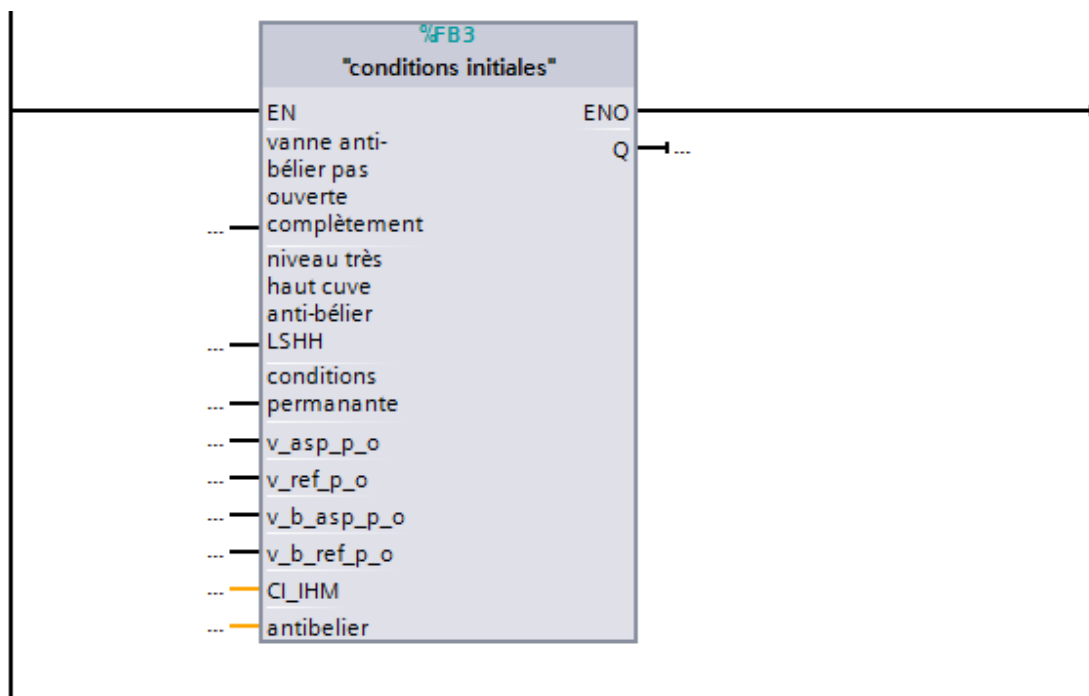
**b Arrêt de la station**



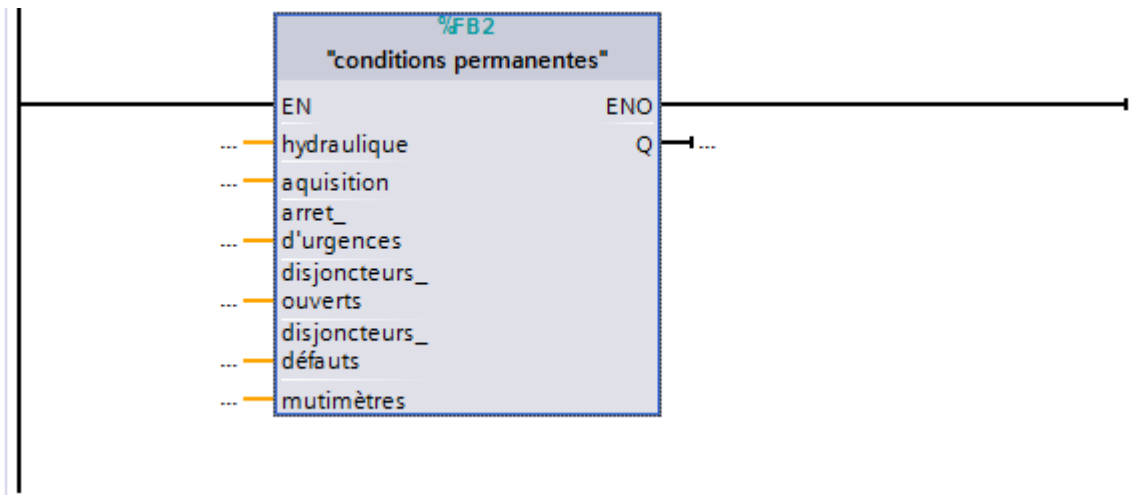
**c Compteur horaire des pompes**



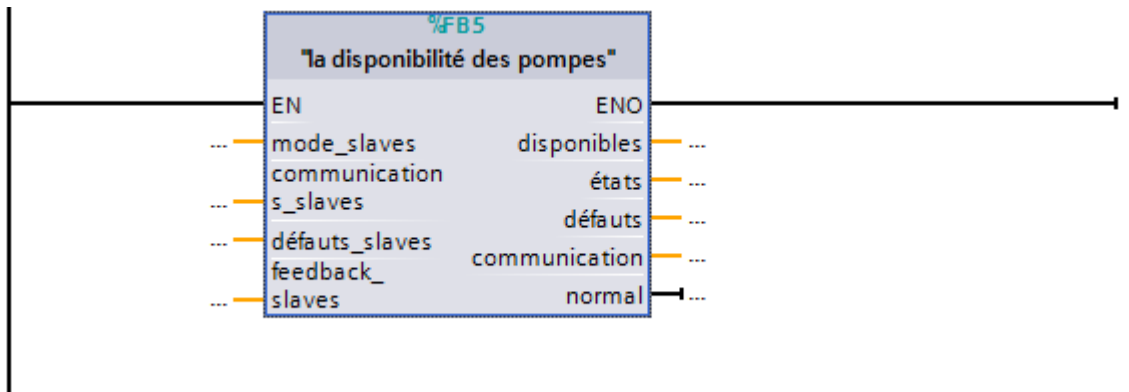
**d Conditions initiales**



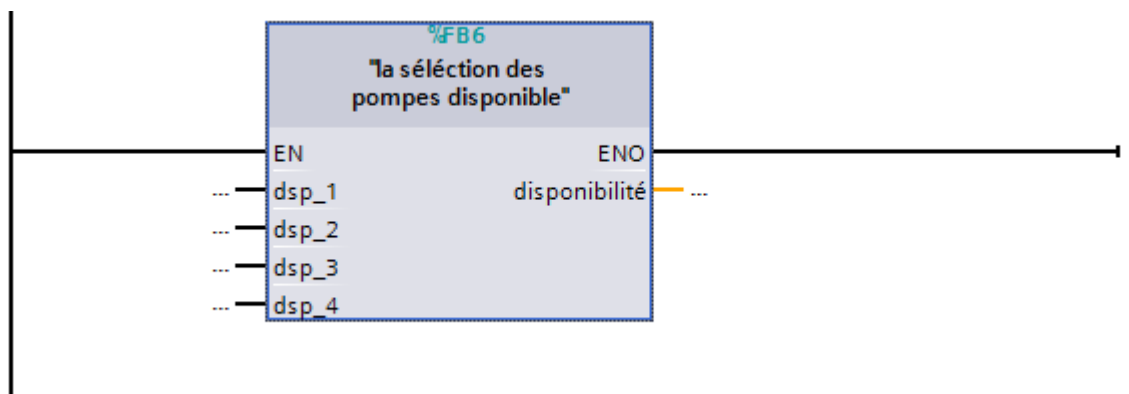
**e Condition permanentes**



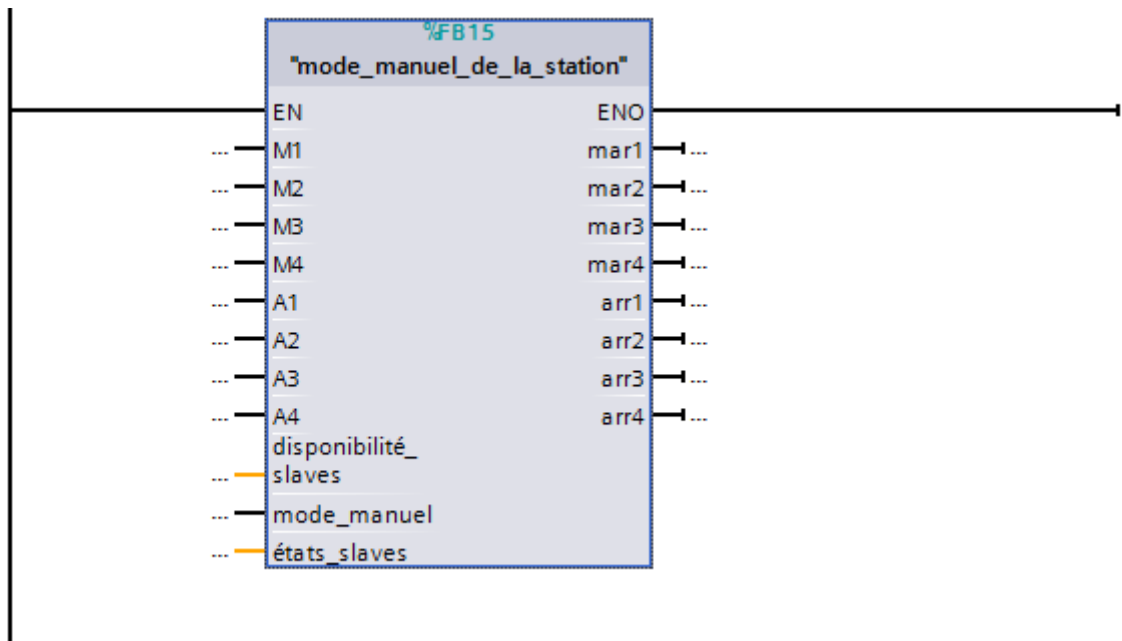
**f Disponibilité des pompes**



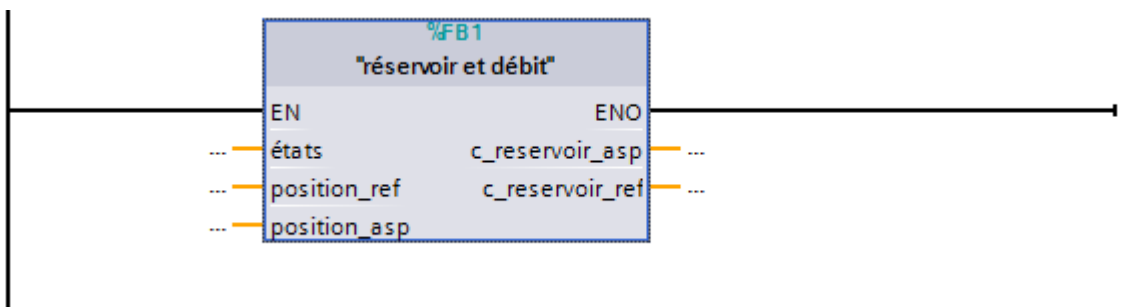
**g Sélection des pompes**



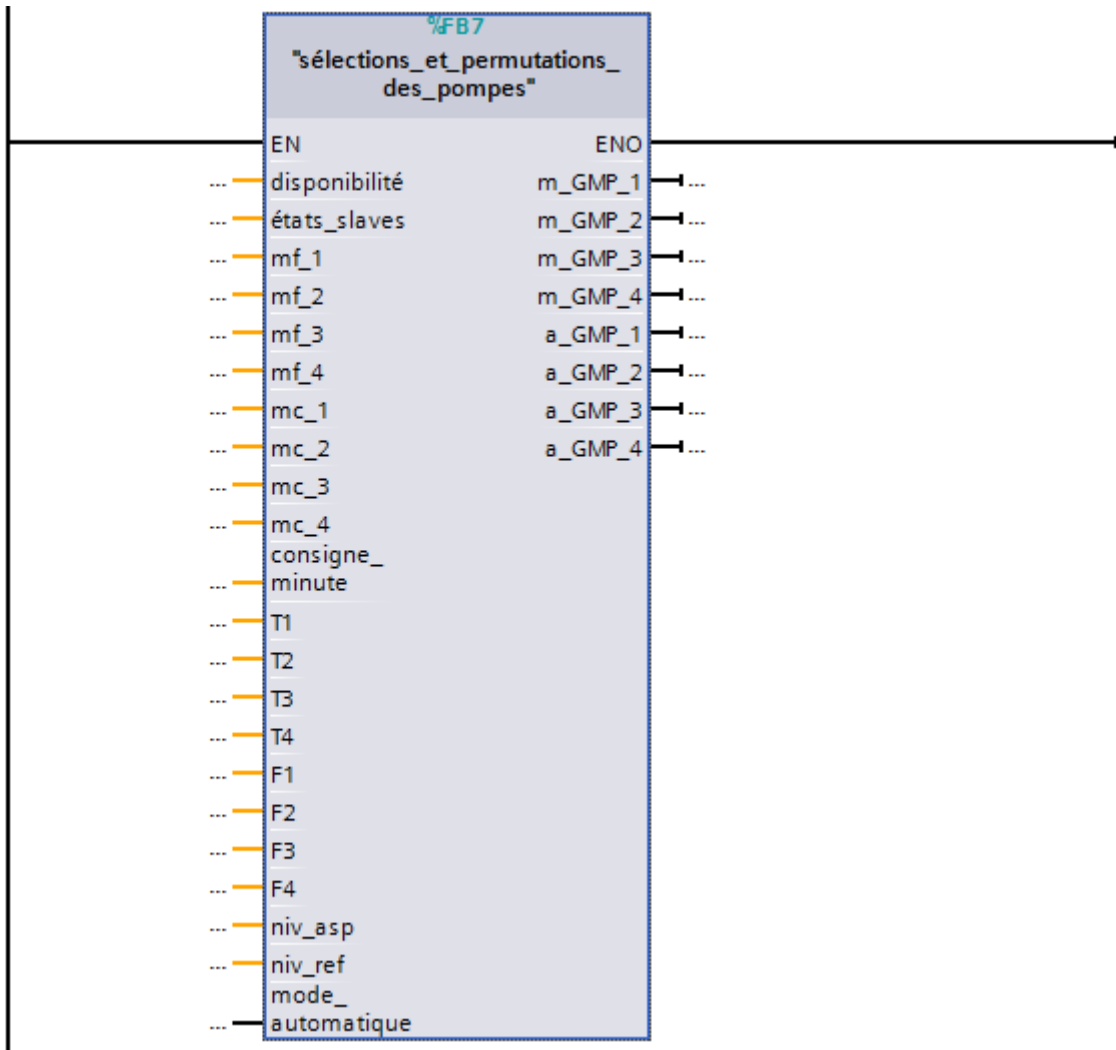
**h Mode manuel de la station**



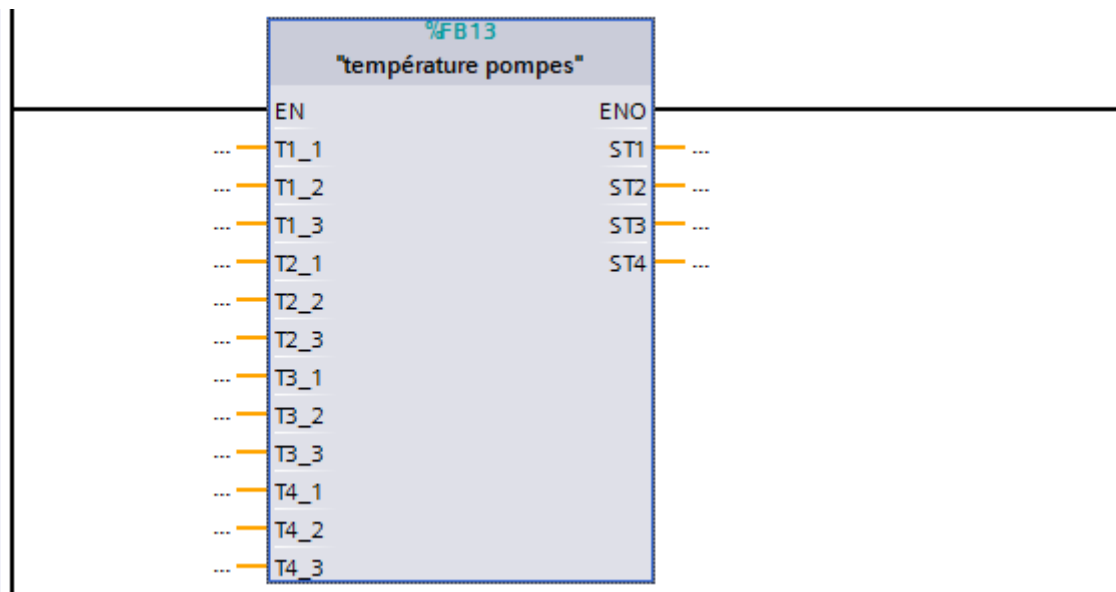
***i*** **Réservoir et débit**



***j*** **Permutation des pompes**



**k** *Temp%C3%A9rature des pompes*



- Les blocs de donn%C3%A9es DB

Le bloc de données est destiné à l'affectation des différents opérandes, ils sont employés afin de tenir à disposition l'espace mémoire pour les variables de données.

Voici ci-dessous un exemple de blocs de données

paramétrage_slaves							
Nom	Type de données	Décalage	Valeur de départ	Rémanence	Visible da...	Valeur de ...	Commentaire
1	Static						
2	commande_IHM	Struct	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3	états_antibelier	Struct	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4	aquisition	Struct	26.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5	para_gmp_1	Struct	66.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6	para_gmp_2	Struct	122.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7	para_gmp_3	Struct	178.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
8	para_gmp_4	Struct	234.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
9	modes	Struct	290.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10	cmd_manu	Struct	292.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
11	ack_erreur_arret	Bool	294.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	false
12	temps_de_sélect	Int	296.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0
13	para_elect_gmp_1	Struct	298.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
14	para_elect_gmp_2	Struct	322.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
15	para_elect_gmp_3	Struct	346.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
16	para_elect_gmp_4	Struct	370.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
17	retours_IHM	Struct	394.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
18	états_antibelier	Struct	394.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
19	IHM	Struct	400.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
20	para_gmp_1	Struct	422.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
21	para_gmp_2	Struct	446.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
22	para_gmp_3	Struct	470.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
23	para_gmp_4	Struct	494.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
24	station_en_cours_a	Bool	518.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	false
25	erreur_arret_de_st...	Bool	518.1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	false
26	commande_res_asp	Int	520.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0
27	commande_res_ref	Int	522.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0
28	commande_débit	Real	524.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.0
29	commande_comp...	Int	528.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0
30	commande_ventil...	Bool	530.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	false
31	commande_ventil...	Bool	530.1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	false

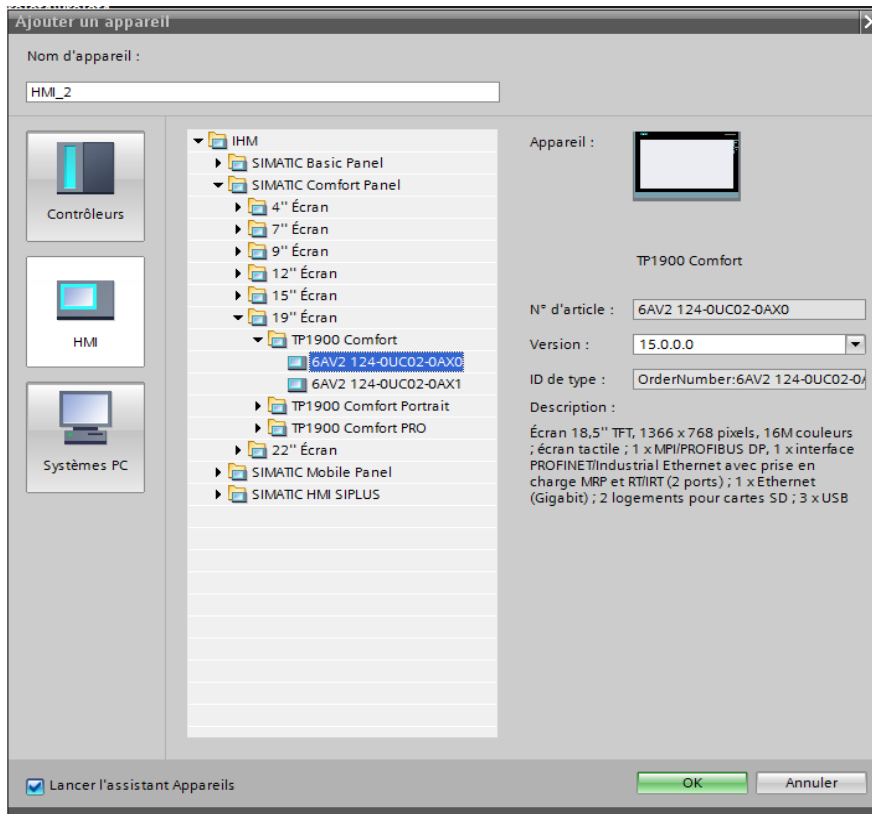
Figure 4.3. Bloc de données.

### 4.3 Supervision

La réalisation de la supervision est faite grâce au logiciel de supervision WinCC intégré dans TIA PORATL.

La gestion de la supervision est débutée par le choix des HMIs (figure4.4), ensuite une création d'un bloc de données pour affecter les différentes variables HMI servant au bon fonctionnement de la commande et surveillance, enfin la conception des différentes vues et blocs d'affichages des HMI répartis devant les équipements de la station dont le but est de visualiser leurs états et contrôler leurs fonctionnements.





**Figure 4.4.** Vue IHM TP1900 confort.

### 4.3.1 Répartition des vues et fonctionnalité

Pour réaliser un bon contrôle et une bonne visualisation de la station de pompage d'eau traitée l'opérateur a besoin de comprendre deux sous-ensembles fonctionnels.

#### *a Les vues*

##### **a.1.Synoptique**

Le synoptique est une présentation générale, qui permet de saisir d'un simple coup d'œil un ensemble d'informations liées à notre station de pompage (Figure4.5).

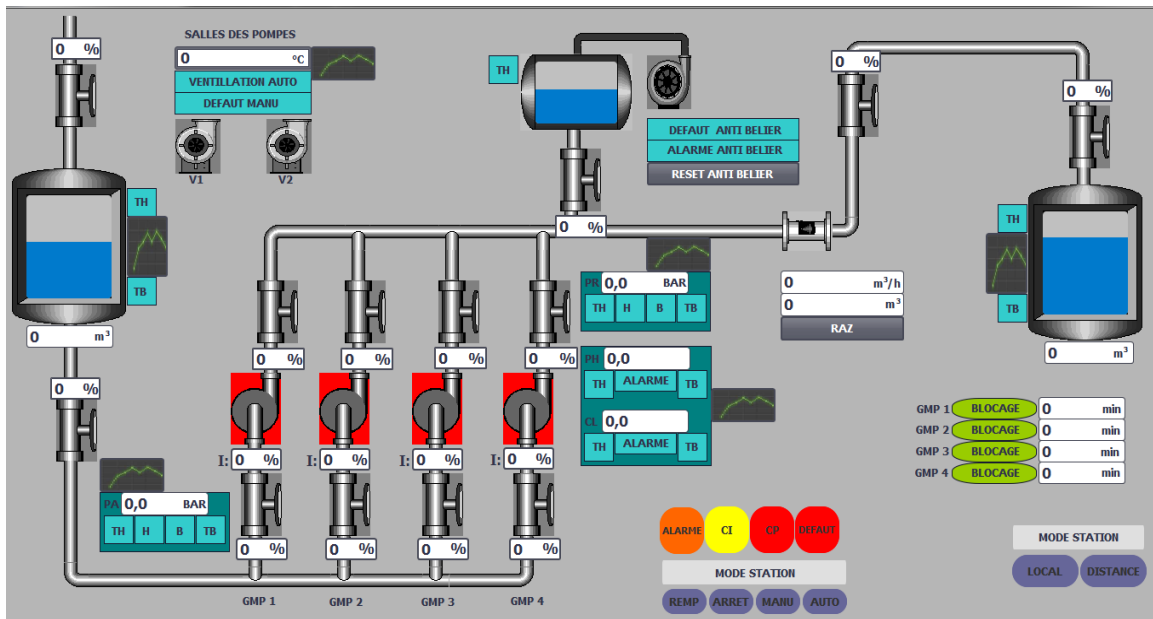


Figure 4.5. Synoptique de la station.

## a.2. Groupe motopompe

Un module de contrôle pour une pompe affiche différents états comme le mode d'opération du GMP (Distance GMP/Local GMP), l'état de la pompe (en marche, à l'arrêt, en cours de démarrage) et la présence de défauts (alarme générale, ...).

L'opérateur peut agir sur la pompe en commandant son démarrage, l'arrêt ou un reset.

Ci-dessous une figure qui illustre une vue d'un groupe motopompe.

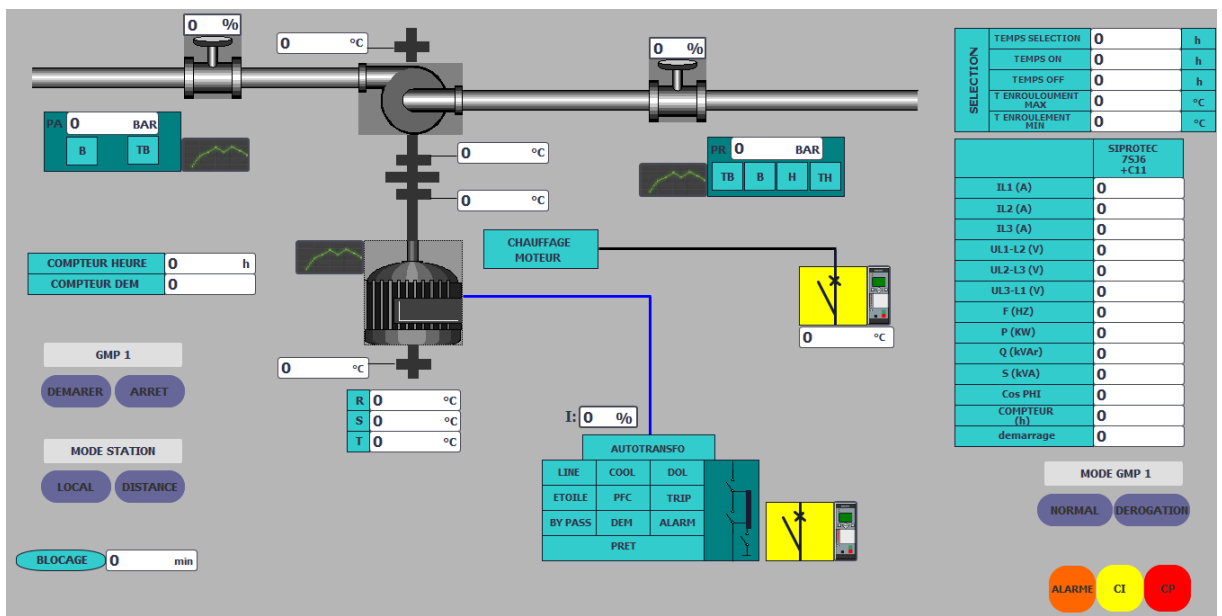
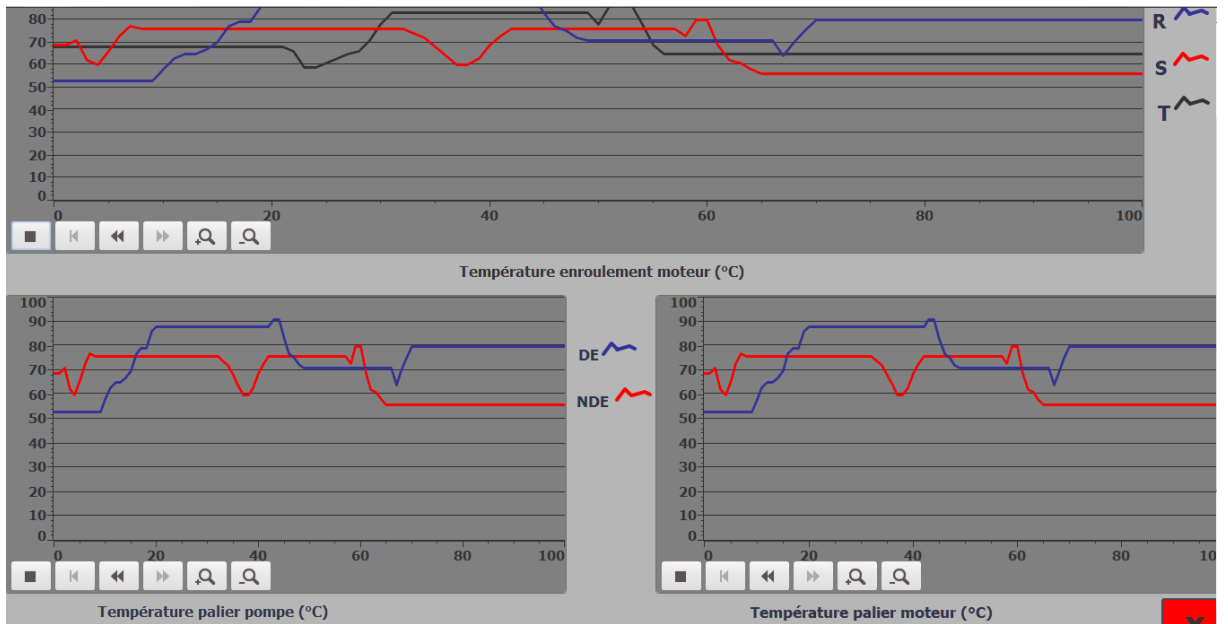


Figure 4.6. Vue groupe motopompe.

La figure ci-dessous donne un exemple des courbes de température.



**Figure4.7.** Vue des courbes de température d’une pompe.

La figure ci-dessous donne un exemple d’une vue des différents défauts.

No.	Heure	Date	Etat	Texte	Acquitter le groupe
CP 8	23:00:12	25/06/2019	A	Température Paliers Moteur Haut	0
E... 13	23:00:11	25/06/2019	A	Station En Mode Manuel	0
E... 14	23:00:11	25/06/2019	A	Station En Mode Local	0
CP 9	23:00:06	25/06/2019	A	Vanne Refoulement pas Ouvert (Après Démarrage)	0
CI 11	23:00:05	25/06/2019	A	Vanne Anti Belier Pas Ouverte	0
CP 3	23:00:04	25/06/2019	A	Réservoir de refoulement Niveau Trop Haut	0
CP 4	23:00:04	25/06/2019	A	Réservoir de refoulement Niveau Trop bas	0
CP 1	23:00:03	25/06/2019	A	Pression Refoulement Collecteur (Mesure) trop bas	0
CP 5	23:00:02	25/06/2019	A	Vanne Refoulement Pas en Distance	0
E... 13	23:00:00	25/06/2019	A	GMP 1 En Marche	0
7	23:00:12	25/06/2019	A	Température Enroulement Moteur Haut	0
2	23:00:03	25/06/2019	A	Pression Refoulement Collecteur (Mesure) bas	0

**Figure 4.8.** Vue alarmes.

### a.3.Anti-bélier

La figure ci-dessous permet de contrôler et visualiser les différentes parties de l’anti-bélier, et de suivre les conditions initiales qui obstrues le démarrage de la station.

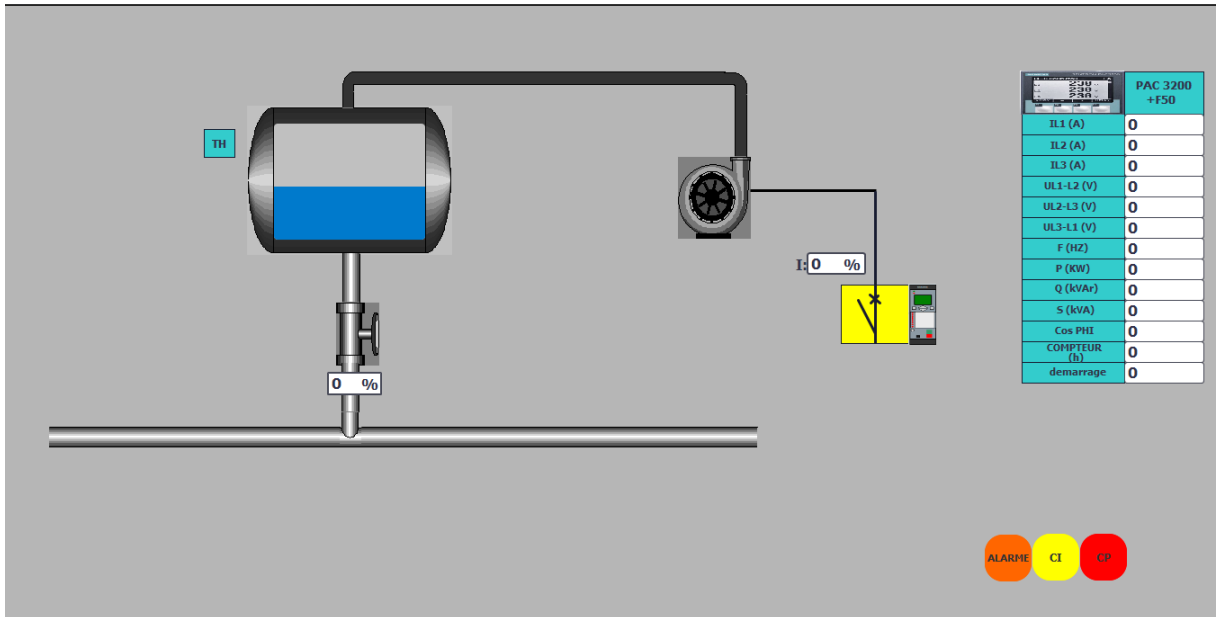


Figure 4.9. Vue d'anti-bélier.

#### a.4. Tableau 6KV

La vue citer ci-dessous permet à l'opérateur de visualiser les différents états de manœuvres et mesures ainsi que les différentes signalisations liés au tableau 6kv

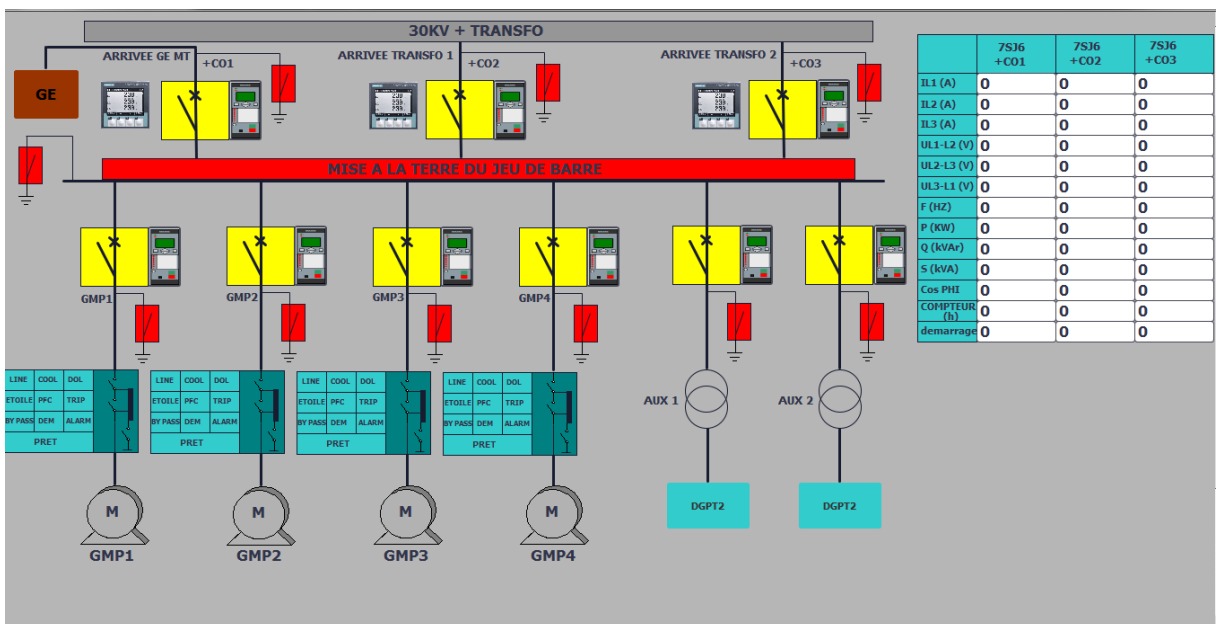


Figure 4.10. Vue tableau 6KV.

#### a.5. Tableau 400V

La vue citer ci-dessous permet à l'opérateur de visualiser les différents états de manœuvres et mesures ainsi que les différentes signalisations liés au tableau 400V

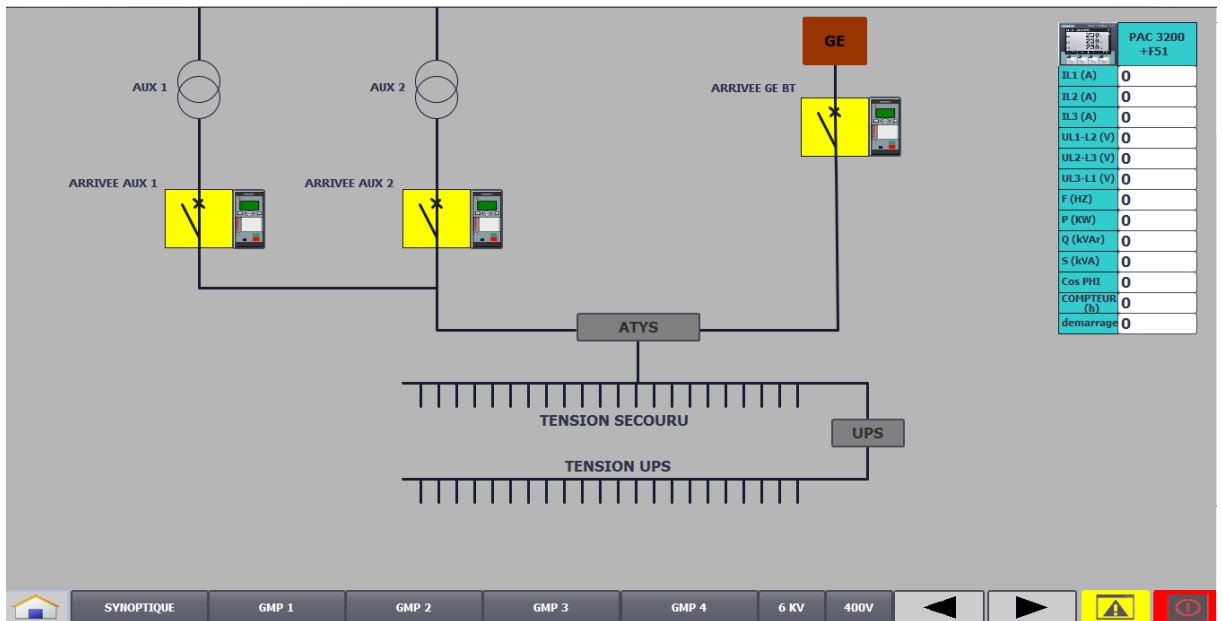


Figure 4.10. Vue du tableau 400V.

### b Blocs d'affichages

Chaque vue permet à l'opérateur d'accéder à un bloc d'affichage souhaité d'un équipement bien déterminé qui contient plus d'information sur l'objet sélectionné. Par un clic sur l'objet cible de chaque vue, on peut ouvrir un écran « pop-up » permettant de contrôler l'élément sélectionné.

Les figures ci-dessous donnent un exemple de certains « pop-up ».

- Pompe

Mode GMP :	Local
	Distance
	Arrêté
Etat d'opération :	Démarré
	Démarrage
	Compteurs
Etat d'objet :	Cond. Initiale
Erreur :	Défaut Général
	Alarme
	Blocage Temp.

Courant 0 %

Vitesse 0 tr/min

Démarrer Arrêter Reset X

Figure 4.11. « Pop-up » d'une pompe.

- Vanne

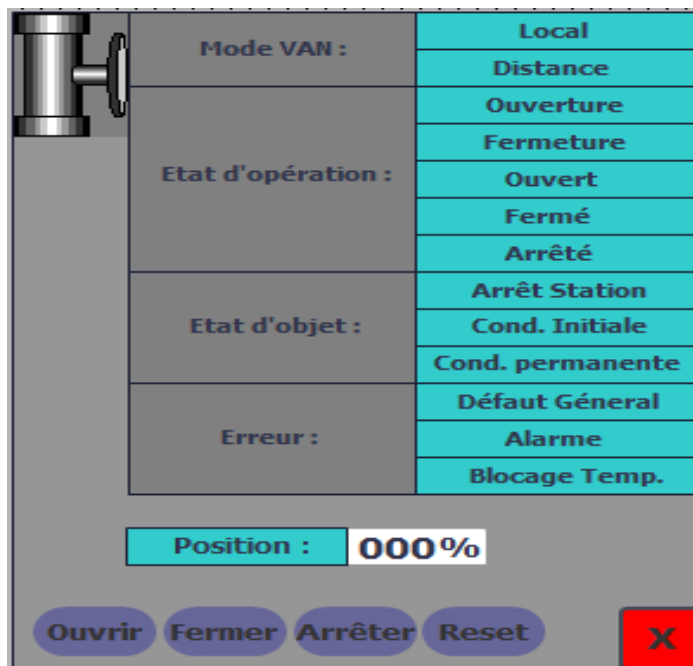


Figure 4.11. « Pop-up » d'une vanne.

- Compresseur

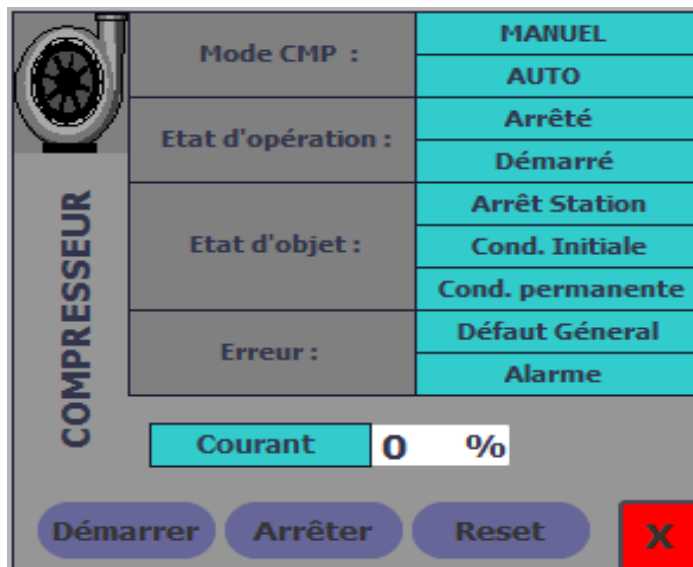


Figure 4.12. « Pop-up » du compresseur anti-bélier.

- Ventilateur

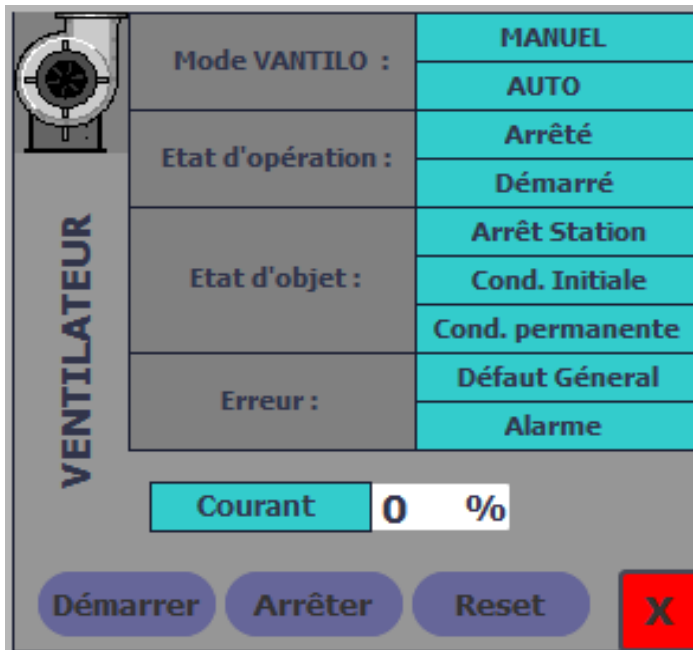


Figure 4.13. « Pop-up » d'un ventilateur.

- DGPT2

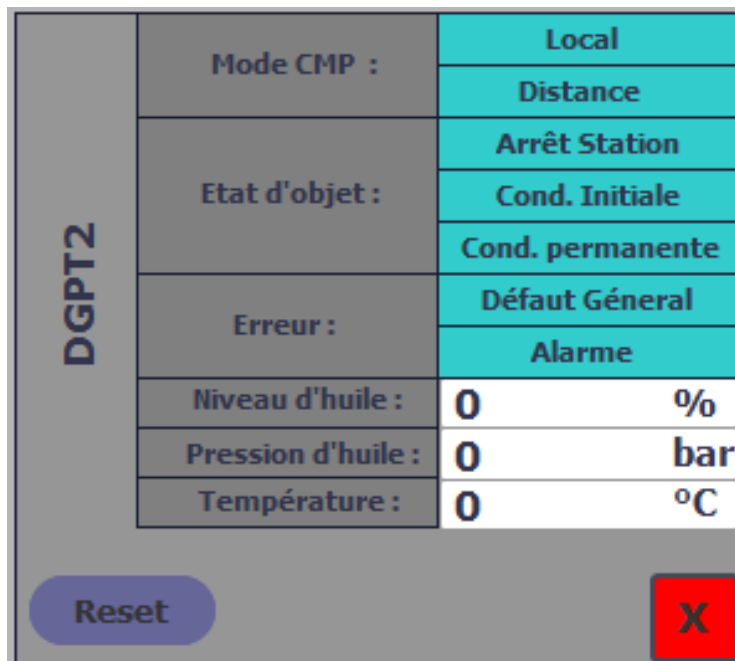


Figure 4.14. « Pop-up » d'un DGPT2.

- Groupe électrogène

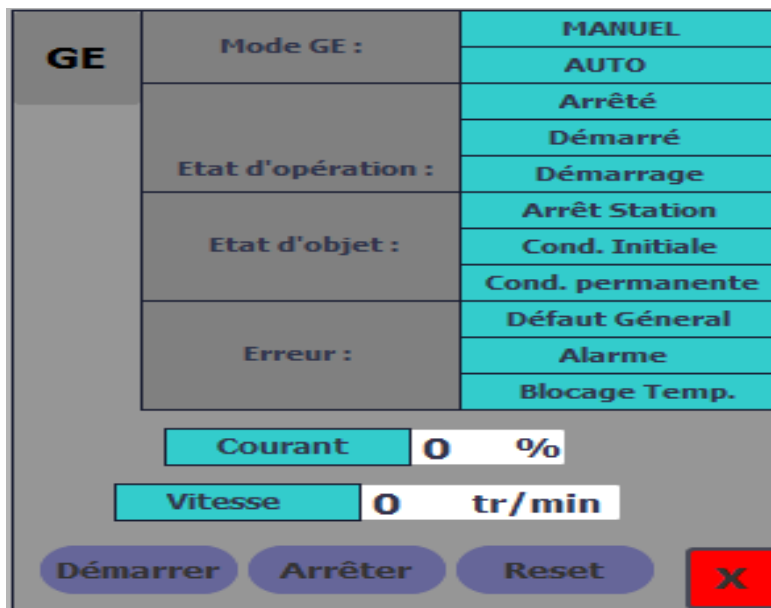


Figure 4.15. « Pop-up » du groupe électrogène.

- SIPROTEC

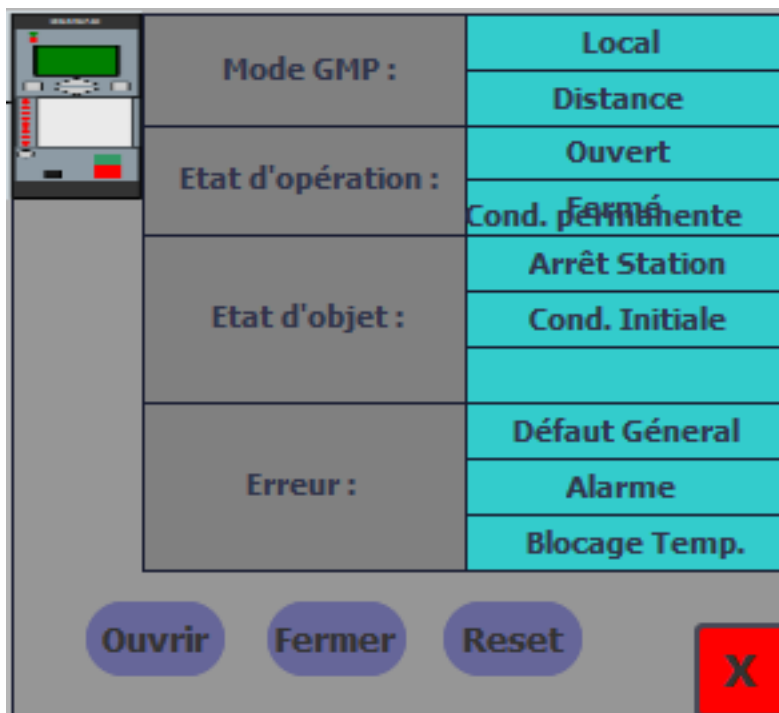


Figure 4.16. « Pop-up » d'un SIPROTEC.



## 4.4 Communication

La communication globale de la station de pompage d'eau traitée se définit comme une approche globale de l'ensemble des communications des différents équipements. Il s'agit d'assurer la cohérence et la compatibilité entre les différentes parties de la station en débutant par le coordinateur principal de la station et en finissant par les équipements de terrain.

La figure ci-dessous montre la communication globale de la station de pompage.

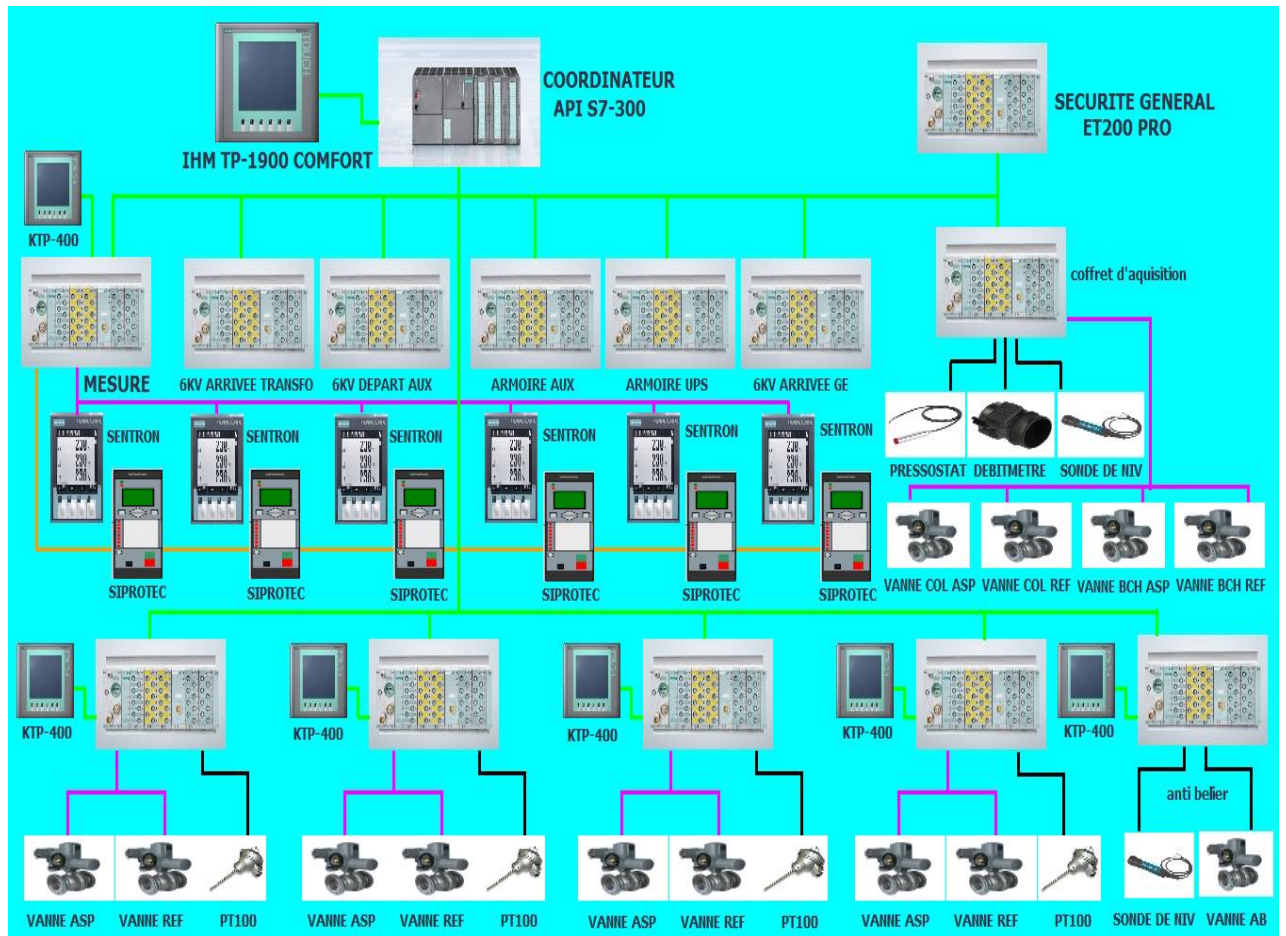


Figure 4.17. Vue du réseau.

## Conclusion générale

---

Dans notre travail on a réalisé la conception d'un programme pour l'automatisation et la supervision d'une station de pompage d'eau traitée au sein de la société SIEMENS.

L'objectif principal de notre travail était la réalisation d'un programme pour commander et contrôler par des automates programmables de types S7-300 et ET200PRO une station de pompage d'eau traitée, et enfin la supervision du processus à l'aide des différents écrans IHMs distribué pour chaque unité décentralisée.

En conclusion nous voudrions mentionner que ce travail nous a été très bénéfique. Le contact avec des spécialistes dans le domaine nous a permis d'enrichir nos connaissances théoriques acquises durant nos études et nous a été un grand apport dans la compréhension du processus global du fonctionnement de la station de pompage.

# Bibliographie

---

- [1] Site internet : <http://www.siemens.dz/fr/siemens-en-algerie/index.htm>.
- [2] Siemens : support industry.
- [3] Alain GONZAGA : Les automates programmables industriels.
- [4] MELLALI Sofiane, YOUSFI Lounis : Etude de l'automatisation et de la supervision d'un procédé de lavage de filtres Niagara à CEVITAL, 2017.
- [5] Siemens : A5E36770604-AC, 2018.
- [6] Siemens : Repense industrie.
- [7] AUMA : Servomoteurs électriques.
- [8] Site internet : [https://www.downloads.siemens.com/download-center/Download.aspx?pos=download&fct=getasset&id1=DLA11\\_690](https://www.downloads.siemens.com/download-center/Download.aspx?pos=download&fct=getasset&id1=DLA11_690).