

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA-BOUMERDES



Faculté des Sciences de l'Ingénieur

Mémoire de Master

Présenté par :

Mr. BINE CHAB Aissa

Mr. KEBIR Youcef

En vue de l'obtention du diplôme de **Master** en

Génie Electrique

Option : Automatique

Thème :

**Automatisation d'un poste de relèvement
d'assainissement des eaux usées de la
Station de REGHAIA**

Président	Dr. KHALFI	M.C. B	UMBB
Rapporteurs	Dr. BOUMDINE Mohamed said	M.C. B	UMBB
Examineurs	Mme. DIAF	M.A. A	UMBB
	Mme. KHAOULAUTE	M.A. A	UMBB

- Promotion Juin 2017-

ملخص :

في الجزائر، كما هو الحال في جميع البلدان النامية تعتبر تصفية ومعالجة مياه الصرف الصحي واحدة من أكبر المشاكل البيئية. و الهدف من هذا المشروع هو إنشاء وثيقة لتحليل وظيفي من محطة ضخ، وتنفيذ برنامج لتشغيل محطة ضخ مياه الصرف الصحي آليا باستخدام جهاز التحكم الذاتي القابل للبرمجة S7-1200 المضبوط مع البرنامج TIA Portal V13. وتنقسم محطة رفع الصرف الصحي إلى قسمين: جزء آلة الفحص وجزء الضخ. آلة الفحص هو الجهاز الذي يمنع مرور الأجسام الصلبة من مياه الصرف الصحي قبل أن يدخل حوض الاسترجاع. الجزء الثاني هو جوهر الدراسة. وهو مضمون من قبل أربع مضخات م1، م2، م3، م4 التي يتم تزويدها من الحوض. ويتزود هذا الحوض مباشرة من شبكة الصرف الصحي. أخيرا، وبعد اختبار البرنامج الذي اقترحنه وجدناه مناسباً لتطلعاتنا ومنسجماً مع النتائج المتوقعة منه.

الكلمات المفتاحية: شبكة الصرف الصحي، محطة رفع مياه الصرف الصحي، محطة الضخ، جهاز منع مرور المواد الصلبة، المضخات، جهاز التحكم الذاتي القابل للبرمجة S7-1200، TIA Portal V13.

Abstract:

In Algeria, as in all developing countries, sanitation and wastewater treatment are certainly one of the biggest environmental problems.

The objective of this project was to produce a document allowing a functional analysis of a recovery station and to implement a program to automate this wastewater collection station using an PLC S7-1200 programmed with TIA software Portal V13.

The description of our sanitation lift station is divided into two parts: the filtration part and the pumping part. The filtration device allows the upstream filtration of the waste water before it enters the recovery basin. The second part is the core of the study. It is provided by four pumps P1, P2, P3, P4 which are supplied from a basin. This basin is supplied directly from the sewage system. Finally, after testing our program, we approved its well-functioning.

Key words: Sanitation and wastewater treatment, Recovery Station, Pumping Station, Screen, Pumps, PLC S7-1200, TIA Software V13.

Résume :

En Algérie, comme dans tous les pays en développement, l'assainissement et le traitement des eaux usées constituent certainement l'un des plus grands problèmes environnementaux.

L'objectif de ce projet était de réaliser un document permettant une analyse fonctionnelle d'un poste de relèvement, et de mettre en œuvre un programme pour automatiser ce poste de relèvement des eaux usées en utilisant un API S7-1200 programmé avec le logiciel TIA Portal V13.

La description de notre station de relèvement d'assainissement est divisée en deux parties : partie dégrilleur et la partie de pompage. Le dégrilleur est un dispositif qui permet la filtration amont de l'eau usée avant son entrée dans le bassin de récupération. La deuxième partie est le noyau de l'étude. Elle est assurée par quatre pompes P1, P2, P3, P4 qui sont alimentées à partir d'un bassin. Ce bassin est alimenté directement du réseau des eaux usées.

Enfin, après avoir testé notre programme, nous avons approuvé son bon fonctionnement.

Mots clés : Réseau d'assainissement, station de relevage, poste de pompage, Dégrilleur, les pompes, Automate Programmable Industriel API S7-1200, Totally Integrated Automation TIA Portal V 13.

REMERCIEMENT

Avant de commencer ce mémoire, nous tenons à remercier et glorifier ALLAH le tout puissant et miséricordieux, de nous avoir donné le courage et la volonté de mener à terme ce présent travail.

Nos remerciements s'adressent également à notre promoteur Dr : M. BOUMEDINE, professeur à l'UMBB et tuteur de notre PFE, pour avoir rempli parfaitement ce rôle et pour les orientations précieuses dont il nous a fait part.

Nous tenons à exprimer nos vifs remerciements et notre profonde gratitude à Mr B. AFIANE, de nous avoir encadré dans notre mémoire de fin d'étude.

Nous remercions aussi Mr A. HAFFAF et tout le personnel de la société SEAAL et les ingénieurs qui nous ont apporté leurs conseils et leurs contributions.

Nous remercions également tous les personnes de la faculté des sciences de l'ingénieur de l'Université M'Hamed Bougara de Boumerdès qui nous ont aidé dans notre travail.

Enfin, nous adressons nos plus sincères remerciements à tous nos proches et amis, qui nous ont toujours encouragée au cours de la réalisation de ce mémoire.

Merci à tous et à toutes.

DEDICACE

Je dédie ce travail à :

Ma mère, qui a œuvré pour ma réussite, de par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils.

Mon père, qui peut être fier et trouver ici le résultat de longues années de sacrifices et de privations pour m'aider à avancer dans la vie.

Mes frères et sœurs, qui n'ont cessé d'être pour moi des exemples de persévérance, de courage et de générosité.

A toute ma famille,

A mon binôme Aïssa,

A mes amis Nabil, Rafik, Sidali, Younes et Houssam,

A tous les membres du club scientifique ELECTRO,

A tous mes amis,

A tous mes professeurs qui m'ont enseigné.

Youcef

DEDICACE

J'ai le grand honneur de dédier ce modeste travail

A ceux qui m'ont fait de moi un homme

"A Ma mère "et "Mon père "qui m'ont aidé et m'ont encouragé

Beaucoup durant tous mes études.

A mes frères mes sœurs.

A tous mes camarades.

A toute ma famille.

A mon binôme Youcef.

A mes amis Nabil et Rafik.

A tous mes amis et mes proches.

A tous mes professeurs qui m'ont enseigné.

AISSA

Table des Matières

Introduction Générale	1
-----------------------------	---

CHAPITRE I

Présentation de la Société SEAAL.

Préambule.....	3
I.1. Description des principaux systèmes	3
I.1.1. Production.....	3
I.1.2. Distribution	4
I.1.3. Assainissement.....	4
I.1.3.1. Epuration des eaux.....	4
I.1.3.2.les stations des épurations.....	5
I.2. Focus à action spécifiques	6
I.2.1. Diagnostic du réseau d'eaux usées	6
I.2.2. Création du Système d'Information Géographique (SIG).....	6
I.2.3. Projet Eco-citoyen sur la station d'épuration de Réghaia.....	7
I.4. Développement durable	8
Conclusion.....	8

CHAPITRE II

Analyse Fonctionnelle d'un Poste de Relèvement d'Assainissement.

II.1. Introduction	9
II.2. Réseau d'assainissement	9
II.3. Station de relevage	10
II.4. Description de la station	10
II.4.1. Dégrilleur.....	10
II.4.2. Principe de fonctionnement et de système de conduite.....	11
II.4.3. Mode de fonctionnement.....	12
II.4.3.1. Mode manuel	12
II.4.3.2. Mode automatique	12
II.5. Poste de pompage	12
II.5.1. Les pompes	12
II.5.2. Les pompes utilisées à l'assainissement.....	13
II.5.2.1. Pompes à cale sèche	13

II.5.2.2. Pompes volumétriques.....	13
II.5.2.3. Les pompes centrifuges	13
II.5.2.4. Électropompes immergées.....	14
II.5.3. Principe de fonctionnement d'un système de pompage	15
II.5.4. Mode de fonctionnement	15
II.5.4.1 Mode de commande manuelle	15
II.5.4.2. Mode de commande automatique.....	15
II.5.5. Description du fonctionnement du système de commande et entraînement des actionneurs	16
II.5.5.1 Fonctionnement en mode manuel.....	16
II.5.5.2 Fonctionnement en mode automatique.....	16
II.5.6. Mode conduite automatique	16
II.5.6.1 Démarrage des pompes.....	17
II.5.6.2. Priorité des pompes à l'arrêt.....	17
II.5.6.3. Arrêt des pompes	17
II.5.7. Gestion des priorités de démarrage des pompes.....	17
Conclusion.....	18

CHAPITRE III

Capteurs et Actionneurs.

III.1. Introduction	19
III.2. Les équipements.....	19
III.2.1. Les actionneurs.....	19
III.2.1.1. Moteur asynchrone triphasé	19
III.2.1.2. Démarreur progressif	20
III.2.1.3. Pompes submersibles	21
III.2.1.4. Vannes manuelles.....	22
III.3. Les instruments	22
III.3.1. Les capteurs de position	23
III.3.2. Capteur de niveau.....	23
III.3.3. Capteur de niveau de type radar	23
III.3.4. Débitmètres Mainstream IV	25
III.3.4.1 Sonde de hauteur piézométrique	26
III.3.4.2. Capteur de vitesse doppler	26
III.3.4.3 Le traitement des données Winfluid	27
III.4. Les équipements de protection.....	27
III.4.1. Les disjoncteurs.....	27

III.4.2. Les contacteurs.....	28
III.4.3. Les Relais thermiques	28
III.4.4. Les sectionneurs	29
III.4.5. Les fusibles.....	29
III.5. Les auxiliaires de commande	30
III.5.1. Les commutateurs à cames.....	30
III.5.2. Les Boutons poussoirs.....	30
III.5.3. Les armoires de commande.....	30
Conclusion.....	31

CHAPITRE IV

Description D'Automate S7-1200 et Logiciel TIA Portal V.13

IV.1. Introduction.....	32
IV.2. Totally Integrated Automation Portal (TIA Portal)	32
IV.3. Outils de programmation	32
IV.4. Création d'un projet	33
IV.5. Choix de l'automate	33
IV.6. Configuration du réseau et des appareils	34
IV.7. Automate S7-1200	34
IV.8. Les modules d'extension.....	36
IV.8.1. Module SM 1231 AI8	36
IV.8.2. Module SM 1221 DI16 x DC24V	37
IV.9. Les langages de programmation	38
IV.9.1. Langage de programmation graphique (LOG-CONT)	38
IV.10. Table des mnémoniques.....	39
IV.11. L'organigramme de dégrilleur et des pompes.....	39
Conclusion.....	42

CHAPITRE V

Programmation et Simulation.

V.1. Introduction	43
V.2. Tables des variables.....	43
V.3. Les blocs de programmation	43
V.3.1. Bloc d'organisation (OB1)	43
V.3.2. Création des blocs fonctionnels (FB)	44
V.3.2.1. Introduction	44
V.3.2.2. Instances de blocs fonctionnels	44
V.3.2.3. Domaine d'application et fonctionnalité des FB	44

V.4. Fonctionnalités des FB et fonction spéciales FC.....	44
V4.1. Intérêt des FC	44
V4.1.1. Mise à l'échelle	44
V4.1.2. Normaliser	45
V.4.1.3. Application	45
V.4.2. Les blocs fonctionnels	46
V.4.2.1. Création des blocs fonctionnels.....	46
V.4.2.2. Les blocs (DB).....	46
V.4.2.2.1. Blocs de données globaux dans le programme utilisateur	46
V.4.2.2.2. Types d'accès.....	46
V.5. Programmation et Simulation.....	46
V.5.1. Bloc discordance	47
V.5.2. Bloc de disponibilité.....	48
V.5.3. Les Conditions de démarrage	49
V.5.4. La permutation entre les pompes.....	49
V.5.5. Condition d'arrêt	50
V.5.6. Bloc Temps de fonctionnement « maintenance des pompes ».....	50
V.5.7. Bloc Débitmètre	51
V.5.8. Bloc de Communication.....	52
V.5.9. Bloc de Télégestion	52
V.5.10. Bloc d'organisation OB.....	53
V.5.10. Table de visualisation et forçage permanent	53
Conclusion.....	54
Conclusion Générale.....	54

BIBLIOGRAPHIE

Annexe I: Table mnémonique.

Annexe II : Programme.

Liste des Figures

Figure1.1 : Traitement des eaux. [1]	03
Figure 1.2 : Déversoirs d'orage [1]	04
Figure 1.3 : Station d'épuration de règhaia [1]	07
Figure 2.1: Schéma d'un système d'assainissement collectif (collecte, transport, épuration) [2] ...	09
Figure 2.2: Illustration d'un Dégrilleur automatique vertical amont aval [4]	11
Figure 2.3 : Photo des pompes [6]	13
Figure 2.4 : Illustration d'une pompe à cale sèche [7]	13
Figure 2.5 : Illustration d'une pompe volumétrique [7]	13
Figure 2.6 : Illustration pompe centrifuge [7]	14
Figure 2.7 : groupe électropompe immergée [7]	14
Figure 2.8 : Transformation d'énergie	15
Figure 3.1: Illustration d'un moteur asynchrone [8]	19
Figure 3. 2 : Constitution d'un démarreur progressif électromagnétique [8]	20
Figure 3.3 : Photo d'un démarreur progressif SIRIUS [9]	21
Figure 3.4 : Photo des pompes submersibles [10]	22
Figure 3.5 : Illustration d'une vanne manuelle	22
Figure 3.6 : Illustration d'un interrupteur fin de course [11]	23
Figure 3.7 : Capteur de niveau radar VEGAPULS WL 61[12]	23
Figure 3.8: Données sur la grandeur d'entrée pour Le VEGAPULSWL61[12]	24
Figure 3.9 : Illustration d'un Mainstream IV fixe [13]	25
Figure 3. 10 : Principe de mesure de Mainstream IV [13]	26
Figure 3.11: Illustration d'une sonde de hauteur piézométrique [13]	26
Figure 3.12 : capteur vitesse doppler avec support [13]	26
Figure 3.13: Illustration d'un disjoncteur moteur GV2ME [14]	27
Figure 3.14 : Photo des contacteurs [14]	28
Figure 3.15: Photo d'un relais thermique [14]	28
Figure 3.16 : Photo des sectionneurs porte fusible [14]	29
Figure 3.17 : Illustration de fusibles [14]	29
Figure 3.18 : Différent type de commutateur	30
Figure 3.19 : Différents types de boutons poussoirs [14]	30

Figure 3.20 : Photo d'une armoire de commande [14]	30
Figure 4.1 : Logo de TIA PORTAL [15]	32
Figure 4.2: Vue du portail orientée tâche de TIA Portal [15]	33
Figure 4.3 : La vue portail de TIA PORTAL	33
Figure 4.4: les modules utilisés dans la programmation	34
Figure 4.5 : Automate s7-1200 [15]	35
Figure 4.6 : Dimensions de l'API SIEMENS S7-1200 [15]	35
Figure 4.7 : Module SM 1231 AI8 [16]	36
Figure 4.8 : Module SM 1221 DI16 x DC24V [16]	37
Figure 4.9 : Table de mnémonique	39
Figure 4.10 : L'organigramme général de dégrilleur	40
Figure 4.11 : L'organigramme général des pompes	41
Figure 5.1 : Table de variable de la pompe N°1.....	43
Figure 5.2: Mise à l'échelle et Normalisation 'une mesure analogique « niveau »	45
Figure 5.3 : Les différents accès aux blocs des données	46
Figure 5.4 : Les différents blocs existés dans le processus	47
Figure 5.5 : Le bloc de discordance	48
Figure 5.6 : Défaut discordance pompe N°1	48
Figure 5.7 : Bloc de disponibilité	49
Figure 5.8 : Condition de démarrage	49
Figure 5.9 : Permutation entre les pompes	50
Figure 5.10 : Condition d'arrêt	50
Figure 5.11 : Temps de fonctionnement du pompe 1	51
Figure 5.12 : Bloc de télégestion	51
Figure 5.13 : Bloc de Communication	52
Figure 5.14 : Bloc de télégestion	52
Figure 5.15 : Bloc d'organisation	53
Figure 5.16 : Table de visualisation et forçage permanent	53

Liste des Tableaux

Tableau 2.1 : Caractéristique de dégrilleur [4]	11
Tableau 3.1 : caractéristique de capteur de niveau [12]	24
Tableau 3.2 : caractéristique de Mainstream IV fixe [13]	25
Tableau 3.3 : caractéristiques d'une Sonde de hauteur piézométrique [13]	26
Tableau 3.4 : caractéristiques d'un capteur de vitesse doppler [13]	27
Tableau 3.5 : Caractéristique d'une armoire de commande [14]	30
Tableau 4.1 : les caractéristiques d'un CPU 1214C DC/DC/Relay [15]	35
Tableau 4. 2 : Caractéristiques d'un module SM 1221 DI16 x DC24V [16]	37
Tableau 4.3 : Caractéristiques d'un Module SM 1221 DI16 x DC24V [16]	37

Liste des Abréviations

SEAAL	Société des Eaux et de l'Assainissement d'Alger.
ADE	Algérienne des Eaux.
ONA	Office National de l'Assainissement.
Eq.Hab	Equivalent par Habitant.
STEP	STation d'EPuration.
SIG	Système d'Information Géographique.
RSE	Responsabilité Sociétale d'Entreprise.
TIA PORTAL	Totally Integrated Automation Portal.
API	Automate Programmable Industriel.
CPU	Central Processing Unit.
GPRS	General Packet Radio Service.
E/S	Entrées/ Sorties.
LED	Light-Emitting Diode.
ATS/DP	Démarrreur Progressif.

Introduction Générale

Aujourd'hui, à l'apogée de l'avancée des technologies dans le domaine des processus de conduite automatique, on ressent la souplesse d'une part la productivité des machines qui ne cesse pas d'augmenter et d'autre part l'indépendance de la marche manuelle des opérateurs humains. En l'occurrence, l'Automate Programmable Industrielle API a rendu possible le suivi et la commande à distance des stations d'épuration et pareillement comme c'est le cas aussi des postes de relèvements d'assainissement des eaux usées. Une station de relèvement permet d'acheminer les eaux usées dans la station d'épuration lorsque cette dernière arrive à un niveau plus bas que le réseau. Cette opération de relèvement des eaux s'effectue grâce à des pompes ou à des vis d'Archimède.

Problématique

Habituellement, depuis l'installation de la société SEAAL en Algérie, ces postes de traitement des Eaux sont commandés soit en mode de commande manuelle par des opérateurs humains et ou soit par les anciennes technologies classiques (logique câblée).

Solution projetée

L'automatisation que nous projetons dans le cadre de ce travail, consiste dans l'automatisation et de la supervision des postes de relèvements en utilisant l'automate programmable industrielle Siemens S7-1200.

Avantages et Perspective

Ceci dit, cette automatisation intégrée par un API de type siemens est dans l'option de suppléer à la conduite manuelle trop brusque, de même pour pallier aux problèmes de la conduite classique, remédier aux problèmes récurrents des arrêts des machines de pomperies. Cette automation réalisée à l'aide de l'API industriel permettra d'établir un diagnostic pertinent sur les défaillances des diverses pompes et câblages. Dans le côté avantage, on est tenté d'apporter une nouvelle solution basée sur les nouvelles techniques d'automatisation et d'apprendre l'emploi du TIA portal.

Pour cela notre travail sera réparti dans le développement de ces cinq chapitres :

- ✓ **Chapitre I :** Il a pour but de faire la présentation de la société SEAAL et de ressortir ses tâches principales, et les fonctionnalités de ces services.
- ✓ **Chapitre II : Analyse fonctionnelle d'un poste de relèvement d'assainissement**

Il contient la description des deux parties de la station de relèvement d'assainissement (partie dégrilleur et la partie de pompage). La deuxième partie est le noyau de l'étude de l'automatisation de ce processus.

- ✓ **Chapitre III : Capteurs et Actionneurs**

Il est consacré à la définition des caractéristiques distinctes, le rôle et l'emploi de chaque élément de la chaîne d'asservissement de la station d'épuration. Il est décrit également les équipements et les composants électriques introduisent dans le poste de relevage.

✓ **Chapitre IV : Description d'automate S7-1200 et logiciel TIA Portal V.13**

Ce présent chapitre donne un aperçu général sur l'automate industriel SIEMENS S7-1200 et sur le logiciel TIA portal V.13, Il est développé le choix de cet automate et les étapes de la programmation.

✓ **Chapitre V : Programmation et simulation**

Ce dernier chapitre sert à l'automatisation du poste de relèvement d'assainissement via le logiciel TIA portal V.13. Il donne les détails et la démarche à suivre pour la finalisation de notre but final. Finalement ; on a intégré un module de simulation afin de concrétiser la bonne marche de la programmation des motopompes de ce poste de relèvement des eaux usées de Réghaia.

CHAPITRE I

Présentation de la Société SEAAL.

Préambule

La Société des Eaux et de l'Assainissement d'Alger (SEAAL), est une Société Publique par actions, détenue à 70% par l'Algérienne des Eaux (ADE) et à 30% par l'Office National de l'Assainissement (ONA).

La principale mission de SEAAL est de produire et de desservir en Eau potable les wilayas d'Alger et de Tipasa, et de collecter et traiter les Eaux usées au niveau de ces deux périmètres. Elle desserve ainsi 3.8 millions d'habitants soit environ 10% de la population Nationale

SEAAL assure le service auprès de 699.400 clients (ménages, administrations, commerces, industriels et sites touristiques) et le nombre de ses salariés s'élève à 6.245.

SEAAL est née en 2006 de la volonté politique des Autorités Algériennes en vue d'améliorer rapidement la qualité et le cadre de vie des citoyens, en particulier dans la Capitale.

SEAAL gère également la Station de Traitement d'eau potable de Taksebt (la plus importante station de traitement algérienne) qui approvisionne en eau potable les Wilayas de Tizi Ouzou, Boumerdès et Alger.

Au total, elle fournit donc, directement ou indirectement, de l'eau potable à une population d'environ 5 millions d'habitants.

I.1. Description des principaux systèmes

I.1.1. Production

La première mission, est de capter l'eau dans son milieu naturel, la traiter et la stockée en veillant en continu à sa qualité. Le challenge est de préserver les ressources en eau et d'assurer leur disponibilité pour les générations actuelles et futures. Pour ce faire, l'Etat et SEAAL œuvrent au quotidien à la sécurisation des capacités de production et de transfert et à la gestion à long terme des ressources [1]. Ci-dessous, on présente une vue de la station du traitement des eaux usées. (Figure 1.1)



Figure1.1 : Traitement des eaux [1].

I.1.2. Distribution

La distribution assure les fonctions d'exploitation, entretien et de modernisation d'un réseau de distribution distant de 6 455 km jusqu'aux robinets des consommateurs, également apporter une écoute à chaque instant aux doléances de ces derniers et assure un service d'une qualité irréprochable [1].

I.1.3. Assainissement

Assainissement Collecte puis dépollue les eaux usées, mais aussi tient à améliorer sans cesse la qualité des eaux de baignade et préserver la biodiversité [1].

I.1.3.1. Epuration des eaux

Une goutte d'eau usée produite par le consommateur transite par plusieurs étapes avant d'être rejetée dans le milieu naturel. Ce cycle épuratoire débute par la collecte des eaux usées.

SEAAL, gère sur les périmètres d'Alger et de Tipasa plus de 4 500 km de réseau d'eaux usées qui permettent d'acheminer les eaux vers sept stations d'épuration (STEP).

Il existe cinquante-deux postes de relevage sur Alger et huit sur Tipasa (avec 15 postes de relevage supplémentaires en cours de raccordement sur Tipasa), dont le rôle principal est de pomper progressivement les eaux au fil des variations topographiques du terrain vers les sites de traitement, qui sont exploités 24h/24. Une goutte d'eau usée peut ainsi transiter par plusieurs postes de relevage successifs avant de rejoindre une STEP. (Figure 1.2)



Figure 1.2 : Déversoirs d'orage [1].

Le réseau est équipé par endroit d'exutoires nommés « déversoirs d'orage » permettant de sécuriser le réseau contre des surcharges, notamment en temps de pluie de forte intensité.

Ces déversoirs d'orages sont progressivement instrumentés afin de garantir leur fonctionnement optimal.

Une fois arrivées sur une Station d'Épuration, les eaux usées subissent différentes étapes de traitement pour devenir une eau épurée apte à être accueillie par le milieu naturel sans impact environnemental.

Les premières étapes de traitement mettent en jeu des dispositifs physique faisant intervenir des grilles, tamis ou filtres pour retenir les particules de grosse taille. Les éléments plus fins (sables) sont ensuite piégés par décantation [1].

La pollution résiduelle, après prétraitement, se caractérise principalement par :

- La pollution carbonée ;
- La pollution azotée ;
- La pollution phosphorée.

Ces composantes de la pollution servent de nutriments à des bactéries épuratrices qui sont « cultivées » dans les STEP. La consommation de la pollution par les bactéries va engendrer une épuration des eaux mais également un accroissement de la quantité de bactéries. La quantité excédentaire de bactéries épuratrices également nommée « biomasse », doit être extraite, sous forme de boue liquide.

Les eaux et la biomasse passent par un ouvrage de séparation en fin de traitement. Les eaux ainsi assainies sont ensuite rejetées en milieu naturel ou réutilisées pour l'irrigation des terres agricoles dans le cadre de la réglementation en vigueur.

Des procédés de concentration et de déshydratation des boues liquides vont conduire à la production d'une boue pâteuse contenant des éléments fertilisants.

La production actuelle des sept stations d'Alger et de Tipasa est de l'ordre de 36.000 tonnes de boue brute, contenant 75% d'eau, soit environ 9.000 tonnes de boues sèches par an.

Le rôle de **SEAAL** est ainsi clairement défini en matière d'assainissement. Cependant, la contribution de tous les citoyens est indispensable afin, d'une part, de s'assurer que leurs rejets sont intégralement collectés par le réseau public et, d'autre part, qu'ils ne perturbent pas le bon fonctionnement des dispositifs de collecte et de traitement des eaux usées [1].

Il est du devoir de chacun de :

- S'assurer que son activité (personnelle ou professionnelle) ne génère pas de rejets directs dans le milieu naturel ;
- Dissocier les systèmes de collecte des déchets solides des systèmes de collecte des eaux usées. Nous constatons malheureusement que de nombreux déchets ménagers et gravas sont encore régulièrement extraits des réseaux et des STEP ;
- Prendre conscience que le cycle de l'eau est global : La protection de la ressource en eau passe obligatoirement par une collecte et un traitement efficient des eaux usées domestiques et industrielles. Chacun doit donc adapter son comportement dans une perspective court, moyen et longs termes, dans une logique de Développement Durable.

I.1.3.2.les stations des épurations

SEAAL gère sur les périmètres des wilayas d'Alger et de Tipasa, sept stations d'épuration.

Sur Alger :

- Station de traitement des eaux usées de Baraki ;

- Station de traitement des eaux usées de Beni Messous ;
- Station de traitement des eaux usées de Réghaia ;
- Station de traitement des eaux usées de Staouéli ;

Sur Tipaza :

- Station de traitement des eaux usées de Hadjout ;
- Station de traitement des eaux usées de Chanoua ;
- Station de traitement des eaux usées de Koléa.

Station de traitement des eaux usées

La STEP actuelle de Reghaia a une capacité épuratoire de 400 000 Eq.Hab(équivalent par habitant), pour un débit moyen théorique de 80.000 m³/j. La station a été construite en 2 étapes.

La première tranche, consistant en un traitement primaire des effluents, a été mise en service en 1997. La seconde tranche, mise en service en 2008, a complété le traitement par une filière biologique et un traitement tertiaire.

Une extension est prévue pour porter la capacité de traitement de la STEP à 900.000 Eq.Hab. Il est important de noter que la station reçoit actuellement un effluent qui est 67% du temps au-delà des valeurs de dimensionnements de la station.

Cette station a reçu en moyenne 62.300 m³/jour en 2013 et produit 10.400 tonnes de boues à 33.2 % de siccité. Les performances de traitement permettent de garantir une conformité du rejet supérieur à 92% sur 2013 et un rendement d'élimination de la pollution supérieur à 92%. Ces chiffres révèlent une très bonne performance de la station en considérant le fait que l'effluent d'entrée dépasse la capacité nominale de la STEP en termes de pollution à traiter [1].

I.2. Focus à action spécifiques

I.2.1. Diagnostic du réseau d'eaux usées

Le suivi et contrôle des 4 164 km de réseaux non visitables d'Alger ont été diagnostiqués depuis 2006 (100% du réseau), notamment à l'aide d'une méthodologie en utilisant les inspections endoscopiques en complément des inspections vidéo télévisuelles plus classiques [1].

I.2.2. Création du Système d'Information Géographique (SIG)

Aujourd'hui, l'ensemble des collecteurs est intégré dans le SIG. Les données d'exploitation sont saisies en temps réel sur des fonds de plans, permettant ainsi d'optimiser les opérations de curage préventif et les investissements à réaliser. La gestion par SIG a permis de rendre les interventions plus efficaces, en améliorant le pourcentage d'interventions ponctuelles, passé de 98 % en 2006 à 15 % en 2011. 85% de nos interventions sont désormais préventives, ce qui traduit l'évolution globale de la stratégie portée par **SEAAL** vers une gestion anticipée des défaillances potentielles. Les interventions de maintenance préventives permettent, d'une part, d'augmenter la durée de vie des équipements et installations et, d'autre part, de diminuer les risques d'obstruction ou de pannes [1].

I.2.3. Projet Eco-citoyen sur la station d'épuration de Réghaia

Une politique de développement durable ne peut être menée à bien sans le développement chez le citoyen d'une conscience environnementale. C'est dans ce sens que SEAAL aménage un espace éco-citoyen, pédagogique et ludique sur la station d'épuration de Réghaia dans la wilaya d'Alger. La vocation première de cet espace est de faire découvrir aux citoyens une zone humide et de les sensibiliser à la protection de la ressource en eau et, plus généralement, de la nature. Par ailleurs, et fidèle à son positionnement comme acteur de proximité, SEAAL crée, à travers ce projet, une plate-forme d'interaction et de rapprochement avec la population dont prioritairement les jeunes [1]. (Figure 1.3)



Figure 1.3 : Station d'épuration de réghaia [1].

I.3. L'assainissement au quotidien

Afin d'améliorer le bien-être des citoyens d'Alger et de Tipasa, SEAAL procède quotidiennement à de multiples opérations, qui consistent :

- Curage à préventifs des réseaux ;
- À l'entretien et l'exploitation des postes de relevage ;
- Aux travaux de renouvellement du réseau ou des postes de relevage ;
- À la mise à niveau des regards sur chaussées pour permettre l'accès au réseau ;
- Aux interventions d'urgence suite aux appels arrivant au CATO ;
- Diagnostics de l'état des réseaux au moyen d'inspections télévisuelles pour anticiper les casses de canalisation et les affaissements de chaussée.

SEAAL a en charge le réseau public d'assainissement. Cependant, il existe d'autres réseaux sous la responsabilité d'entités publiques ou privées comme les réseaux internes aux entreprises ou bien les réseaux d'évacuation d'eaux pluviales.

La pollution contenue dans les eaux collectées doit être traitée sur des stations d'épuration. Les dispositifs d'épuration mettent en œuvre des procédés physiques et biologiques. De ce fait, les

unités doivent être fonctionnelles 24h/24 afin de traiter les effluents en fonction des variations de l'activité humaine produisant des eaux usées.

Un programme de contrôle des effluents en entrée et sortie des stations d'épuration est mis en œuvre afin de garantir la conformité des eaux rejetées dans le milieu naturel [1].

I.4. Développement durable

La Responsabilité Sociétale d'Entreprise (RSE) est le concept qui désigne la responsabilité d'une entreprise relativement aux conséquences sociales, sanitaires et environnementales de ses activités, notamment vis-à-vis de ses parties prenantes. C'est une démarche de progrès qui a fait l'objet d'une norme internationale, adoptée par le vote en 2010 de 86 pays, la norme ISO 26000, pour laquelle **SEAAL** aspire à être reconnue officiellement, à l'horizon 2016. Le respect des exigences de cette norme inscrit notamment SEAAL dans une démarche de Développement Durable.

Consciente des enjeux du millénaire, l'Algérie a adhéré, en 2000, à la Déclaration « Objectifs du Millénaire », cela se traduit, dans le domaine de l'Eau, par l'amélioration à l'accès aux services de l'Eau et de l'Assainissement pour le bien-être de la population et répondre ainsi, à un enjeu de développement socio-économique du Pays.

En matière de préservation de l'Environnement, l'Algérie a aussi ratifié « la convention pour la protection de la mer Méditerranée contre la pollution », adoptée à Barcelone le 16 février 1976. Dans le même sillage, La Convention sur les zones humides d'importance internationale, appelée « Convention de Ramsar », est un traité intergouvernemental qui sert de cadre à l'action Nationale et à la coopération internationale pour la conservation et l'utilisation rationnelle des zones humides et de leurs ressources. Le Lac de Réghaia est classé comme un site Stratégiques protégé depuis 2003. Il est mitoyen à la STEP de Reghaia où un projet éco citoyen sera réalisé.

La démarche de Responsabilité sociétale et de Développement durable consiste pour SEAAL à prendre en compte les impacts Sociaux et Environnementaux de son activité pour adopter les meilleures pratiques possibles et contribuer ainsi à l'amélioration de l'accès à l'eau et la préservation de l'environnement.

Toutes les actions entreprises par **SEAAL** et menées conjointement avec les autorités traduisent cet engagement [1].

Conclusion

Dans ce chapitre on a présenté la société SEAAL, sa mission principale, la description des principaux systèmes et diagnostic des réseaux d'assainissement qui nous intéresse dans notre projet, la création des systèmes d'informations géographiques (SIG), ainsi que le Développement durable Mise en service.

Dans le chapitre suivant on va aborder l'analyse fonctionnelle d'une station de relevage d'assainissement.

CHAPITRE II

Analyse Fonctionnelle d'un Poste de Relèvement d'Assainissement.

II.1. Introduction

Dans ce chapitre nous allons présenter l'étude fonctionnelle de la station de relevage dans le réseau d'assainissement pour la bonne maîtrise du fonctionnement de ce dernier et de tous les périphériques qui sont essentiellement entrés dans l'exploitation de ce processus.

II.2. Réseau d'assainissement

Le réseau d'assainissement assure la collecte et le transport des eaux usées jusqu'à la station d'épuration, soit directement par gravité, soit au moyen de stations de pompage. Il est de type séparatif. C'est-à-dire qu'il est uniquement affecté à l'évacuation des eaux usées. Les eaux pluviales sont, quant à elles, récupérées par des dispositifs variables (réseau, puits d'infiltration, caniveau, ...) [2]. (Figure 2.1)

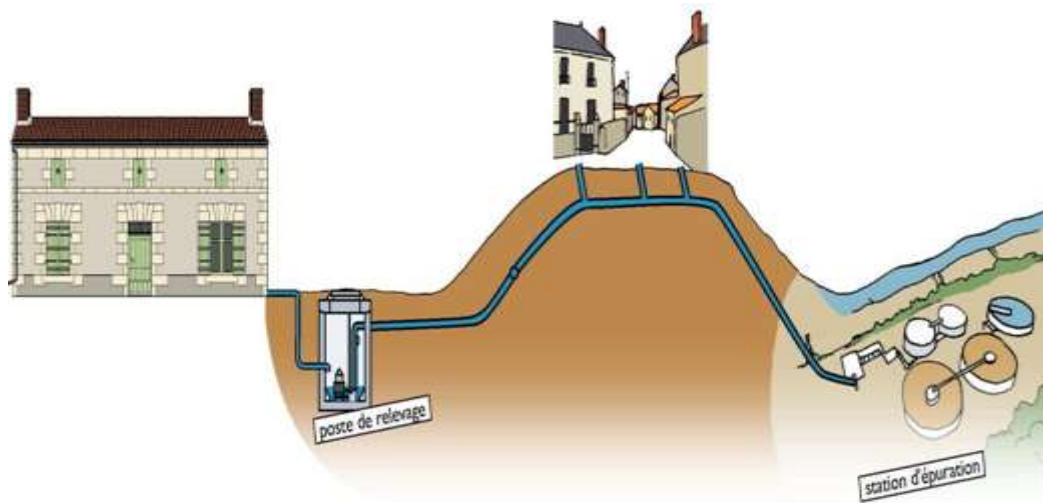


Figure 2.1 : Schéma d'un système d'assainissement collectif (collecte, transport, épuration) [2].

Le réseau est composé :

D'une partie publique qui comprend :

- Des canalisations principales positionnées en général dans l'axe des voiries ;
- Des canalisations de branchement ;
- Des boîtes de branchement situées en limite de propriété ;
- Des regards de visite positionnés sur le collecteur principal ;
- Des stations de pompage.

D'une partie privée qui comprend :

- Des canalisations entre la boîte de branchement et les installations sanitaires ;
- Un ou des regards de visite intermédiaires ;
- Une ou des colonnes de ventilation ;
- Éventuellement une station de relevage pour les maisons situées en contrebas.

II.3. Station de relevage

Un poste de relevage est installé chaque fois que le niveau d'évacuation des eaux usées est situé en, Contrebas du réseau de collecte (habitat individuel, collectif, collectivités) ou chaque fois que le niveau du réseau collectif arrive en contrebas du niveau de la station d'épuration.

Le poste de relevage va alors pomper les eaux usées pour les acheminer à une cote d'altitude Supérieure [3].

II.4. Description de la station

La station est divisée en deux parties :

II.4.1. Dégrilleur

C'est un dispositif qui permet la filtration amont de l'eau usée avant son entrée dans le bassin de récupération. En effet il permet de retirer et d'évacuer les déchets véhiculés par l'eau en la faisant passer à travers des grilles fines où les corps volumineux sont retenus. Les mouvements de montée et descente du dégrilleur, sont assurés par un actionneur à entraînement électrique, qui permettent de remonter les déchets retenus. Une fois en haut, une action par vérin permet de décharger le dégrilleur des déchets

La gamme de dégrilleurs DCV-T est un design robuste qui permet de retirer les matières en suspension des eaux usées [4]. (Figure 2.2)

Ce type de dégrilleur peut être utilisé pour plusieurs applications :

- Station de pompage et de relevage (irrigation, contrôle des fluides, réseau d'eau fluviales) ;
- Prise d'eau (eau de refroidissement pour centrales thermiques, raffineries...) ;
- Centrale hydroélectrique ;
- Station d'épuration des eaux usées municipales ;
- Usine d'eau potable ;
- Eau de procès industriel.

Parmi les différentes technologies de dégrillage sur le marché, les différences significatives à prendre en compte sont

- La capacité de relevage et la taille des refus des déchets, que le dégrilleur est capable de relever.
- La technologie du dégrilleur à câble offre de nombreux avantages par rapport aux autres technologies :
- Pas de pièces mécaniques critiques sous le niveau de l'eau ;
- Le râteau s'ouvre devant la grille pour permettre d'attraper de plus gros déchets ;
- La capacité de relevage par cycle est très importante (jusqu'à une tonne) ;
- Le râteau peut s'ouvrir et se refermer en tous points pendant le mouvement descendant et qui est un énorme avantage en cas d'orage, inondations...).



Figure 2.2 : Illustration d'un Dégrilleur automatique vertical amont aval [4].

Caractéristiques : les caractéristiques d'un dégrilleur sont récapitulées dans le Tableau 2.1.

Descriptif	Position	Dimensions (mm)
Hauteur hors-tout de dégrilleur		2600 minimum
Hauteur de décharge du fond du canal	Hd	1600 minimum
Largeur du canal	Lc	1500 - 6000
Hauteur de la grille	Ld	500 minimum
Profondeur du canal	Hc	1000 minimum à 25000
Hauteur de décharge du niveau d'opération		600 minimum
Entrefer		10 -100 mm

Tableau 2.1 : Caractéristique de dégrilleur [4].

II.4.2. Principe de fonctionnement et de système de conduite

Le dégrilleur DCV-T est équipé de 3 câbles : un de chaque côté pour le mouvement de montée et descente du râteau, et un central pour l'ouverture et la fermeture du râteau.

Les câbles s'enroulent et se déroulent sur des tambours multi gorges pour garantir une durée de vie supérieure des câbles. Dans la position repos, le râteau s'ouvre et démarre sa descente dans des rails de guidage. Quand le capteur de détection de relâchement de câble est actionné, le râteau se referme en pied de grille pour pénétrer entre les barreaux. Les déchets sont emprisonnés et relevés dans le godet ainsi formé par le râteau et la tôle de fonds (ou le mur en béton). Lorsqu'il arrive en position haute, les déchets sont évacués du godet par un éjecteur actionné par deux vérins, directement dans un container ou un système de convoyage.

Pour garantir une efficacité de fonctionnement mécanique et de dégrillage la vitesse de l'eau dans la grille ne doit pas excéder 1m/s [4].

II.4.3. Mode de fonctionnement

On distingue deux modes de fonctionnement :

II.4.3.1. Mode manuel

Pour travailler en ce mode il faut que l'opérateur positionne le commutateur AUTO-MANU sur la position « manu ». En ce mode l'opérateur peut commander le dégrilleur par les boutons existants sur le pupitre

Les opérations qui peuvent être exécutées en ce mode sont :

- **Montée dégrilleur** : Cette opération peut être exécutée soit par le bouton montée sur la boîte de commande du dégrilleur ;
- **Descente dégrilleur** : Cette opération peut être exécutée soit par le bouton descente sur la boîte de commande du dégrilleur ;
- **Cycle dégrilleur** : Un cycle de nettoyage réalisé en appuyant sur le bouton cycle sur la boîte de commande du dégrilleur ;

En principe la position « Manu » n'est choisie que pour des opérations de maintenance, de réglage ou de test, ou bien lorsque problème surgit lors de l'exécution des séquences choisies par l'opérateur.

II.4.3.2. Mode automatique

Pour travailler en ce mode il faut que l'opérateur positionne le commutateur Auto-Manu sur la position « auto » et appuie sur le bouton « auto » de la boîte de commande du dégrilleur. Dans ce mode la procédure de nettoyage se fait d'une manière automatique, c'est à dire tous les actionneurs sont commandés par l'automate.

Le principe de fonctionnement automatique est basé sur l'évaluation de la différence du niveau d'eau coté amont et aval du dégrilleur.

Le niveau amont ainsi que le niveau aval sont contrôlés à l'aide de deux sondes analogiques ultrason. La procédure s'effectuera dès que le niveau amont soit supérieur au niveau aval, ou bien pour chaque temps (durée) bien définie par l'automate.

II.5. Poste de pompage

La station de relevage d'assainissement assurée par quatre pompes P1, P2, P3, P4, Ces quatre pompes sont alimentées à partir d'un bassin.

Le bassin est alimenté soit à partir du puits ou bien directement du réseau eau usées. Le rôle de cette station est de relever l'eau usée vers les réseaux d'assainissement

II.5.1. Les pompes

Les pompes sont des éléments essentiels dans la vie et le confort des êtres humains. Les pompes déplacent les fluides qu'ils soient chauds ou froids, propres ou sales. Elles effectuent cette opération de manière extrêmement efficace et préservent l'environnement [5]. (Figure 2.3)



Figure 2.3 : Photo des pompes [5].

II.5.2. Les pompes utilisées à l'assainissement

II.5.2.1. Pompes à cale sèche

Elles sont en général adoptées pour les débits et les hauteurs de relèvement importants (figure 2.4)

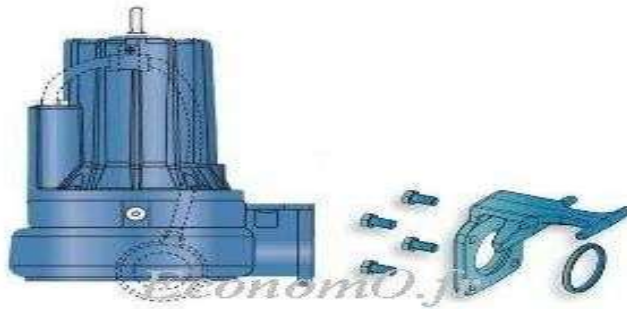


Figure 2.4 : Illustration d'une pompe à cale sèche [6].

II.5.2.2. Pompes volumétriques

Elles sont caractérisées par le prélèvement, en un temps donné, d'un volume de liquide incompressible à l'aspiration, et de l'envoyer au refoulement. Certaines pompes volumétriques sont dites rotatives (cylindrées et vitesse de rotation fixant le débit pompé). (Figure 2.5)

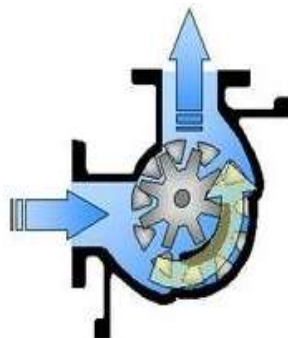


Figure 2.5 : Illustration d'une pompe volumétrique [6].

II.5.2.3. Les pompes centrifuges

Ce sont les pompes les plus utilisées dans le domaine industriel à cause de la large gamme d'utilisation qu'elles peuvent couvrir, de leur simplicité et de leur faible coût. (Figure 2.6)



Figure 2.6 : Illustration pompe centrifuge [6].

Une pompe centrifuge est constituée de :

- Une roue à aubes tournant autour de son axe ;
- Un distributeur dans l'axe de la roue ;
- Un collecteur de section croissante, en forme de spirale appelée volute.

Le liquide arrive dans l'axe de l'appareil par le distributeur et la force centrifuge le projette vers l'extérieur de la turbine. Il acquiert une grande énergie cinétique qui se transforme en énergie de pression dans le collecteur où la section est croissante. L'utilisation

D'un diffuseur (roue à aubes fixe) à la périphérie de la roue mobile permet une diminution de la perte d'énergie.

II.5.2.4. Électropompes immergées

Elles sont de plus en plus utilisées sur les réseaux des eaux usées grâce à leur fiabilité. Elles intéressent préférentiellement les faibles débits et les hauteurs manométriques peu élevées. (Figure 2.7)

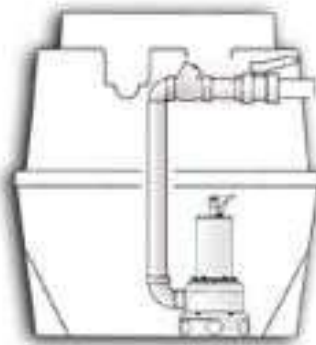


Figure 2.7 : groupe électropompe immergée [6].

On distingue deux types de pompes :

a. Pompes de relevage (400VAC, 16kW) : elles sont quatre pompes, dont deux travaillent en même temps (selon le besoin) et deux en réserve, elles ont les caractéristiques communes suivantes :

- Mode de fonctionnement : Automatique, Manuel ou Maintenance ;
- Démarrage : par ATS ;

- Gestion des sécurités par automate.

b. Pompes vide cave (400VAC, 7.5kW) : elles sont deux pompes qui travaillent en même temps (selon le besoin), elles ont les caractéristiques communes suivantes :

- Mode de fonctionnement manuel : Manuel (démarrage/arrêt) ;
- Démarrage : direct ;
- Défaut disjoncteur.

II.5.3. Principe de fonctionnement d'un système de pompage

L'eau est relevée de la nappe phréatique grâce à un groupe électropompe immergé qui transforme l'énergie électrique en énergie hydraulique. (Figure 2.8)

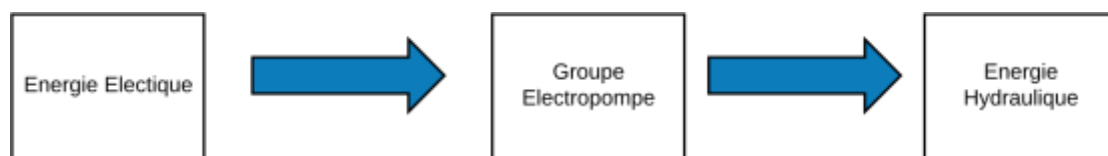


Figure 2.8 : Transformation d'énergie.

- L'électropompe équipée d'un moteur asynchrone triphasé est piloté par un convertisseur de fréquence qui permet de faire varier la vitesse de rotation du moteur et, donc de la pompe ;
- Cette vitesse de rotation est mesurable grâce à la dynamo tachymétrie accouplée à l'arbre moteur ;
- Par-ailleurs un couple mètre permet de mesurer la valeur du couple d'entraînement de la pompe ;
- Au niveau du circuit hydraulique on trouve une vanne manuelle qui permet de faire varier le débit. Ce débit peut se mesurer grâce à un débitmètre analogique ;
- Par-ailleurs un pressostat permet de mesurer la pression dans la canalisation d'eau.

II.5.4. Mode de fonctionnement

Pour travailler en ce mode il faut que l'opérateur positionne le commutateur Auto/Manu/Maintenance en position « Manu ».

II.5.4.1 Mode de commande manuelle

Lorsque le mode « Manu » est choisi les actionneurs (pompes...) seront commandés par les boutons poussoirs existants sur l'armoire de commande.

II.5.4.2. Mode de commande automatique

Pour travailler dans ce mode de commande, il faut que l'opérateur positionne le commutateur Auto/Manu/Maintenance en position « Auto ».

Lorsque le mode « Auto » est choisi les actionneurs (pompes...) seront commandés par l'automate seul. Toutes les séquences de fonctionnement sont exécutées automatiquement.

Remarque : La position « Maintenance » n'est choisie que pour des opérations de maintenance, de réglage ou de test, ainsi qu'en cas de présence d'une défaillance sur l'automate.

II.5.5. Description du fonctionnement du système de commande et entraînement des actionneurs

On a deux modes de fonctionnement distincts :

II.5.5.1 Fonctionnement en mode manuel

Pour travailler dans ce mode on doit positionner le commutateur (Manu/Auto) situé sur l'armoire en position « Manu ». L'opérateur peut commander les actionneurs par les boutons (Marche / Arrêt) existants sur la face avant de l'armoire tandis que l'automate enregistre tous les événements, affiche les alarmes et anime la supervision.

Conditions de démarrages des pompes : Marche séquentielle

- La pompe est disponible ;
- ET pas de défaut disjoncteur de ligne ;
- ET pas de défaut température ;
- ET pas de défaut ATS ;
- ET pas de retour d'arrêt d'urgence ;
- ET action sur le bouton « marche » sur l'armoire ;
- ET retour marche de la pompe en question.

Conditions d'arrêt des pompes :

- La pompe est indisponible dans le cas :
- OU il y a un défaut arrêt d'urgence ;
- OU action sur le bouton « Arrêt » sur l'armoire.

II.5.5.2 Fonctionnement en mode automatique

Dans ce mode, les actionneurs sont concernés seulement les pompes 16Kw. Pour travailler dans ce mode on positionne le commutateur (Auto/Manu) sur l'armoire de commande en position « Auto », ainsi l'automate prend complètement en charge le fonctionnement des pompes.

II.5.6. Mode conduite automatique

Ce mode de fonctionnement est totalement automatisé par des API, dont les priorités de marche des pompes ainsi que l'ordre de démarrage et d'arrêt de ces dernières sont gérées par ces derniers. Dans le mode de la séquence de Priorité des pompes au démarrage. Chaque demande de pompage l'automate choisi parmi les deux pompes c'est-à-dire celle qui est prioritaire selon les conditions suivantes :

- La pompe en question est disponible ;
- La pompe n'a pas atteint le seuil du nombre de démarrages par heure (paramétrable) ;
- La pompe n'est pas sélectionnée en maintenance ;
- Pas de blocage de redémarrage de la pompe après avoir atteint le seuil du nombre d'heure de fonctionnement (paramétrable) ;

- Le coefficient de démarrage de la pompe est le plus petit (voir section gestion de priorité de démarrage/arrêt des pompes).

II.5.6.1 Démarrage des pompes

a. Démarrage de la pompe prioritaire 1

- Le premier niveau de démarrage des pompes est atteint ;
- ET la pompe en question est prioritaire au démarrage ;
- ET il n'y a pas un défaut bloquant ;

b. Démarrage de la pompe prioritaire 2

- Le deuxième niveau de démarrage des pompes est atteint ;
- ET la pompe en question est prioritaire au démarrage ;
- ET il n'y a pas un défaut bloquant.

II.5.6.2. Priorité des pompes à l'arrêt

Dans ce mode, pour chaque demande d'arrêt d'une pompe, l'automate choisi parmi les pompes en marche celle qui est prioritaire selon :

- Le coefficient d'arrêt des pompes qui est le plus grand (voir section gestion de priorité de démarrage/arrêt des pompes).

II.5.6.3. Arrêt des pompes

Arrêt de la première pompe :

- La pompe en question n'est plus disponible ;
- OU Il y a un défaut bloquant ;
- OU La pompe en question a atteint le seuil du nombre d'heure de fonctionnement ;
- OU Le niveau de démarrage de la première pompe n'est plus atteint ;
- ET La pompe en question est prioritaire pour s'arrêter.

Arrêt de la deuxième pompe :

- La pompe en question n'est plus disponible ;
- OU Il y a un défaut bloquant ;
- OU la pompe en question a atteint le seuil du nombre d'heure de fonctionnement ;
- Le niveau de démarrage de la deuxième pompe n'est plus atteint ;
- ET La pompe en question est prioritaire pour s'arrêter.

II.5.7. Gestion des priorités de démarrage des pompes

On définit les paramètres suivants pour le calcul des coefficients de démarrage et d'arrêt des pompes :

NHF : Nombre d'heures de fonctionnement total de la pompe ;

NHM : Nombre d'heures de fonctionnement depuis la dernière maintenance de la pompe ;

ND : Nombre de démarrage de la pompe ;

NHD : Nombre d'heures de fonctionnement depuis le démarrage de la pompe ;

NHA : Nombre d'heures depuis l'arrêt de la pompe ;

COD : Coefficient de priorité au démarrage ;

On représente par l'indice "m" la moyenne algébrique associée à chaque paramètre.

On représente par l'indice "i" la pompe concernée par le calcul des paramètres et coefficients.

On représente par l'indice "n" le nombre total des pompes incluses dans le calcul.

Le calcul des moyennes des paramètres définis précédemment associés à la pompe numéro "i" se fait

Comme suit :

$$NHF_{im} = \frac{NHF_i}{(NHF_1 + NHF_i + \dots + NHF_n)}$$

$$NHM_{im} = \frac{NHM_i}{(NHM_1 + NHM_i + \dots + NHM_n)}$$

$$NHA_{im} = \frac{NHA_i}{(NHA_1 + NHA_i + \dots + NHA_n)}$$

$$NHD_{im} = \frac{NHD_i}{(NHD_1 + NHD_i + \dots + NHD_n)}$$

$$ND_{im} = \frac{ND_i}{(ND_1 + ND_2 + \dots + ND_n)}$$

Le calcul du coefficient au démarrage se fait par la relation algébrique suivante :

$$COD_i = NHF_{im} + NHM_{im} + ND_{im} + NHA_{im}$$

Note:

Le passage du mode manuel vers le mode automatique ou vice versa se fait avec les pompes en marche du fait que l'automate, L'API gère et suit l'évolution du processus en mode auto. Le système de câblage est conçu d'une manière à suivre le fonctionnement automatique. L'API permettent de garder les pompes en marche et permettent le moment de basculement du commutateur vers l'autre mode.

Conclusion

Ce chapitre a été consacré à l'analyse fonctionnelle de la station de relèvement d'assainissement. Il a été rappelé que cette station est divisée en deux parties essentielles : partie dégrilleur et partie poste de pompage. Cette étude a permis de présenter les actionneurs dont leurs instrumentations et systèmes de commandes seront développés dans le prochain chapitre.

CHAPITRE III

Capteurs et Actionneurs.

III.1. Introduction

Dans ce chapitre nous allons faire une description simple et précise de chaque élément qui constitue cette station de relevage. Les caractéristiques, le principe du fonctionnement des actionneurs et les instruments de poste de relèvement d'assainissement sont décrits succinctement.

III.2. Les équipements

III.2.1. Les actionneurs

Dans un système automatisé, un actionneur est un organe de la partie opérative qui a un ordre de la partie commande via le pré-actionneur, convertit l'énergie qui lui est fournie sous une forme utile pour les tâches de programme dans un système automatisé.

III.2.1.1. Moteur asynchrone triphasé

C'est un moteur qui se caractérise par le fait qu'il est constitué d'un stator (inducteur) alimenté en courant alternatif et d'un rotor (induit) soit en court-circuit, soit bobiné aboutissant à des bagues dans lesquelles le courant est créé par induction. Ces moteurs ont la particularité de fonctionner grâce à un champ tournant [7]. (Figure 3.1)

On distingue 2 catégories de moteur asynchrones en fonction du type de rotor :

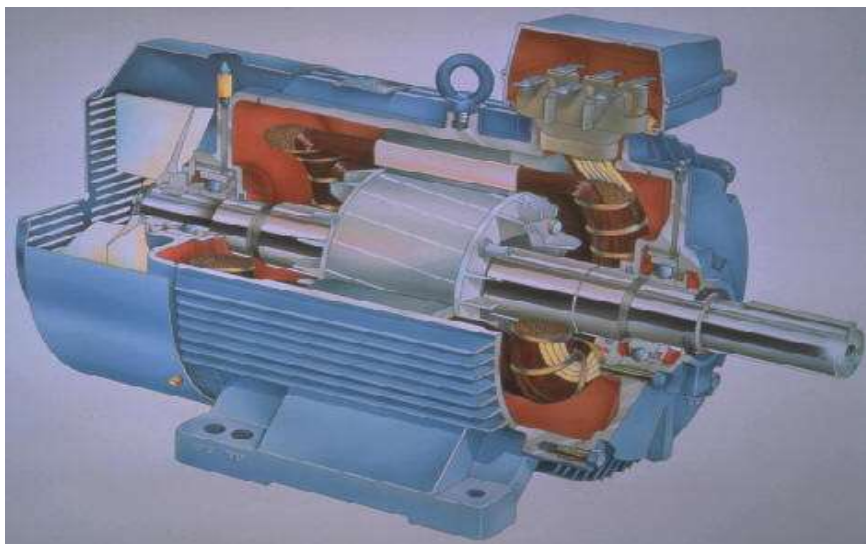


Figure 3.1: Illustration d'un moteur asynchrone [7].

- Les moteurs asynchrones à rotor en court-circuit, de faible puissance.
- Les moteurs asynchrones à rotor bobiné à bagues dans lesquelles l'enroulement du rotor aboutit à des bagues par l'intermédiaire desquelles on peut insérer des résistances. Ils sont de grande puissance.
- Les moteurs asynchrones peuvent démarrer par leurs propres moyens s'ils sont polyphasés.
- Le couple de démarrage des moteurs asynchrones est faible.

C'est un moteur dont la vitesse est proportionnelle à la fréquence du courant :

$$N = F / P$$

N = fréquence de rotation ;

F = fréquence du courant ;

P = nombre de pair de pôles.

Il existe plusieurs types de démarrage pour les moteurs asynchrones. Dans notre cas on utilise un démarreur progressif électromagnétique.

Les démarreurs sont constitués d'un gradateur triphasé à angle de phase [17]. (Figure 3.2)

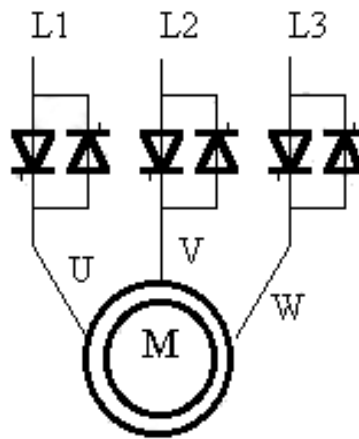


Figure 3. 2 : Constitution d'un démarreur progressif électromagnétique.

Principe de fonctionnement :

- La tension du réseau d'alimentation est appliquée progressivement au stator du moteur ;
- La variation de la tension statorique est obtenue par la variation continue de l'angle de retard à l'amorçage des thyristors du gradateur ;
- La consigne de démarrage permet de régler la pente d'un signal en forme de « rampe ». Cette consigne est étalonnée en secondes ;
- A la fin du démarrage, le stator du moteur est sous tension nominale, les thyristors sont alors en pleine conduction ;
- Le phénomène inverse se produit lors d'un arrêt progressif contrôlé. La consigne de décélération permet de faire évoluer l'angle α des thyristors de 0° à 180° donc U_{moteur} d' U_n à 0 ;
- Pour une charge donnée, le réglage de la pente permet de faire varier la durée de démarrage, donc le temps de mise en vitesse progressive de l'association moteur+charge.

III.2.1.2. Démarreur progressif

Le moteur triphasé est devenu aujourd'hui synonyme d'entraînement. Pourtant, le démarrage direct ou même le démarrage étoile-triangle ne représentent pas toujours la solution idéale. Ils entraînent en effet des phénomènes gênants, comme des à-coups mécaniques dangereux pour la machine ou des chutes de tension dans le réseau d'alimentation. Le démarrage progressif des moteurs triphasés permet de réaliser de manière simple et économique des concepts de machines optimaux et tournés vers l'avenir.

Les démarreurs progressifs SIRIUS permettent d'optimiser l'accélération des pompes de réfrigération dans les centrales électriques ou encore d'éviter les coups de bélier grâce à une fonction d'arrêt spéciale.

Les démarreurs progressifs limitent le courant et le couple de démarrage, ce qui évite les contraintes mécaniques excessives et les chutes de tension en ligne. La tension du moteur est dans ce cas réduite par hachage de phase, puis élevée progressivement, selon une rampe définie, d'une valeur de démarrage réglable à la valeur de la tension réseau. Le moteur est adapté à la charge de la machine par une commande linéaire de la tension d'alimentation. Les équipements mécaniques subissent ainsi moins de contraintes mécaniques lors de l'accélération, leur comportement s'améliore et leur durée de vie augmente. En un mot : le démarrage et l'arrêt progressifs épargnent les équipements raccordés et assurent un déroulement sans problème des processus de production [8]. (Figure 3.3)



Figure 3.3 : Photo d'un démarreur progressif SIRIUS [8].

III.2.1.3. Pompes submersibles

Les pompes submersibles Flygt fonctionnent directement dans le liquide pompé, elles ne requièrent ni châssis ni infrastructure pour les supporter, réduisant ainsi considérablement les coûts de construction.

Elles sont plus compactes que des pompes de surface équivalentes et comme leur moteur et leur hydraulique sont intégrés dans une seule unité, elles constituent des stations de pompage de taille plus réduite et moins complexes à construire et installer. Les pompes submersibles libèrent donc plus de place tout en éliminant quasiment tous les problèmes de bruit et de refroidissement. Un large choix d'hydrauliques, c'est-à-dire de roues et de volutes, est proposé pour différents types de liquides. Les débits peuvent atteindre jusqu'à environ 2 700 l/s (9 720 m³/h) [9]. (Figure 3.4)



Figure 3.4 : Photo des pompes submersibles [9].

III.2.1.4. Vannes manuelles

Les vannes manuelles équipées à la sortie de chaque bac servent à isoler manuellement les stations de relevage de l'eau usées. Elles sont équipées de fins de course permettant de donner l'état de la vanne manuelle à tout moment [10]. (Figure 3.5)



Figure 3.5 : Illustration d'une vanne manuelle [10].

III.3. Les Capteurs

C'est un élément qui transforme une grandeur physique en information exploitable par la partie commande. Les capteurs peuvent être des capteurs TOR, Analogiques ou Numériques. Dans la chaîne de production SEAAAL, Ils sont entre autres les capteurs de positions, de niveau ou de vitesse ...etc.

Les capteurs sont constituants principaux de l'acquisition des données.

Ils représentent la plus grande partie de l'automatisation utilisés essentiellement dans ce système sont :

- Les capteurs de niveau ;
- Le capteur fin de course ;
- Les détecteurs de débitmètre.

III.3.1. Les capteurs de position

Les capteurs de position sont des capteurs de contact. Ils peuvent être équipé d'un galet, d'une tige souple, d'une bille. L'information donnée par ce type de capteur est de type tout ou rien et peut être électrique ou pneumatique de position [11]. (Figure 3.6)



Figure 3.6 : Illustration d'un interrupteur fin de course [11].

Le capteur de position est utilisé pour vérifier l'atteinte de position haute ou basse dans le dégrilleur.

III.3.2. Capteur de niveau

Les détecteurs de niveau sont utilisés lorsqu'il n'est pas nécessaire de suivre graduellement la variation d'un niveau. Dans ce cas, lorsque le niveau de produit atteint le seuil de remplissage, le détecteur convertit la variation physique d'état en un ordre de commutation. Cela permet d'activer ou de désactiver des dispositifs de remplissage tels que des convoyeurs ou des pompes ou de transmettre le signal vers un automate.

Selon le choix du détecteur il est possible de détecter un seuil de remplissage de liquides, solides, produits visqueux, poudres ou produits en vrac.

III.3.3. Capteur de niveau de type radar

Le capteur radar VEGAPULS WL 61 couvre les multiples domaines d'application de l'industrie de l'eau : de la mesure de niveau des fosses de relevage à la mesure de débit dans les canaux ouverts, en passant par la mesure du niveau d'eau dans les rivières et les lacs, ce capteur radar spécialisé dans la mesure des eaux propres et usées s'acquitte de toutes les missions [12]. (Figure 3.7)

Il est également utilisé pour la mesure de niveau et de déversement dans les bassins d'orage.



Figure 3.7 : Capteur de niveau radar VEGAPULS WL 61[12].

a. Principe de fonctionnement

Le capteur envoie des signaux radar et ces derniers sont émis sous forme de courtes impulsions d'une durée de 1 ns par l'antenne du capteur. Après avoir été réfléchies par la surface du produit, ces impulsions sont réceptionnées à nouveau par l'antenne sous forme d'échos. Le temps de Propagation des Impulsions radar est directement proportionnel à la distance entre capteur et produit et donc à la hauteur de remplissage. La hauteur de remplissage ainsi déterminée est convertie en un signal de sortie adéquat puis convertie en valeur de mesure. (Figure 3.8)

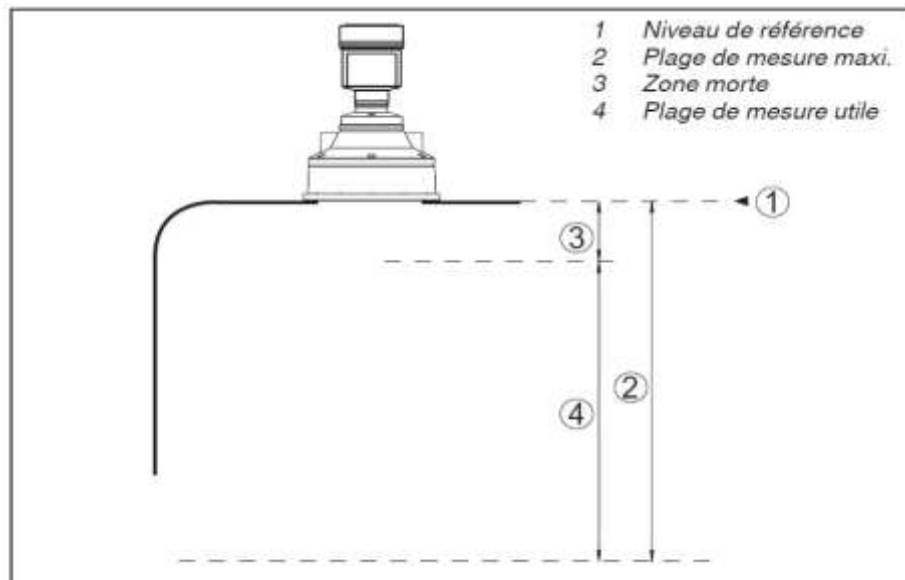


Figure 3.8: Données sur la grandeur d'entrée pour Le VEGAPULSWL61.

b. Caractéristique : ces caractéristiques sont récapitulées dans le Tableau 3.1.

Applications	Capteur idéal pour toutes les applications dans le secteur des eaux et eaux usées.
Plage de mesure maxi	15 m (49,21 ft)
Pression de mesure	+/-2 mm
Raccords procès	Bride flottante à partir de DN 80, ANSI 3", Filetage à G1½ A, étrier de montage
Pression procès	-1 ... +2 bar (-100 ... +200 kPa)
Température procès	-40 ... +80 °C (-40 ... +176 °F)
Tension d'alimentation	9,6 ... 36 V DC
Matériaux	Haute résistance chimique grâce au revêtement PP des antennes et au câble de raccordement isolé PUR.
Sortie signal	4 ... 20 mA/HART
Affichage	PLICSCON PACT ware VEGADIS 81 Bluetooth-USB

Tableau 3.1 : caractéristique de capteur de niveau [12].

III.3.4. Débitmètres Mainstream IV

Le débitmètre hauteur-vitesse Mainstream IV est destiné à la mesure de débit sur des canaux ouverts, dans des conditions d'écoulement à surface libre.

L'alimentation se fait en 12 ou 24 v, permettant ainsi tous les choix (secteur, batterie, panneaux solaires...etc.)

Le Mainstream IV est particulièrement adapté au suivi réglementaire des réseaux d'assainissement (déversoirs d'orage, points caractéristiques). (Figure 3.9)



Figure 3.9 : Illustration d'un Mainstream IV fixe [13].

Caractéristiques : les caractéristiques d'un Mainstream IV fixe sont récapitulées dans le Tableau 3.2.

Affichage	Ecran LCD retro éclairé. Touche de mise en marche.
Poids	1,5 Kg.
Etanchéité	IP 66.
Matériau	Boîtier alliage d'aluminium.
Données enregistrées	
Débit	Instantané/ Totaux
Enregistrements	Intervalles poste fixe : 5 secondes à 1 heure.
Capacité mémoire 250 000 mesures.	Mémoire tournante.
Température de fonctionnement	-40°C à +90°C
Alimentation	24V CC à $\pm 2\%$ + batterie de secours 12V CC
Entre	2 capteurs de hauteur et d'un capteur de vitesse.
Programmation	Interfacé WINFLUID.
Dimensions	260 x 160 x 90 mm

Tableau 3.2 : caractéristique de Mainstream IV fixe [13].

- **Principe de mesure**

Hauteur : par mesure de pression. Utilisation d'une sonde de niveau piézorésistive

Vitesse : par effet Doppler. Utilisation d'un capteur de vitesse à effet Doppler. Un faisceau d'ultrasons est émis par une sonde immergée, suivant l'axe de la canalisation. Ces ondes sont réfléchies par toutes les particules en suspension dans l'eau. Elles sont analysées pour déterminer la vitesse moyenne de l'eau. (Figure 3. 10)

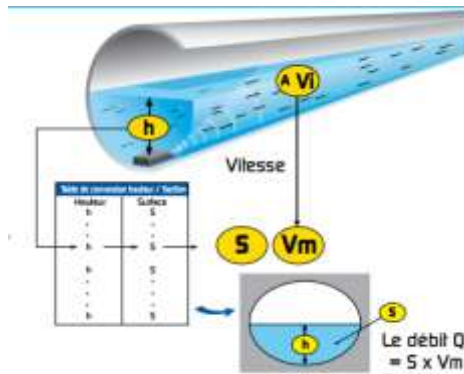


Figure 3. 10 : Principe de mesure de Mainstream IV [13].

III.3.4.1 Sonde de hauteur piézométrique

La sonde piézométrique PTX/PDCR 1830 permet la mesure directe de pression ou la mesure de hauteur d'eau par dérivation à $\pm 0.08\%$ de la pleine échelle. Entièrement en TITANE, avec un diamètre de 17.5 mm, il se décline dans une gamme de 75 mBars à 60 Bars.

Le signal de sortie peut être de type tension (mV pour la série PDCR) ou courant (4-20 mA pour la série PTX). (Figure 3.11)



Figure 3.11: Illustration d'une sonde de hauteur piézométrique [13].

Caractéristiques : les caractéristiques d'une Sonde de hauteur piézométrique récapitulées dans le Tableau 3.3.

Matériau	Titane ou Inox 316 L.
Capteur	Sonde de hauteur piézorésistive, immergée 4-20 mA (12-24V) passif.
Plage de mesure	Au choix.

Tableau 3.3 : caractéristiques d'une Sonde de hauteur piézométrique [13].

III.3.4.2. Capteur de vitesse doppler

Le capteur de vitesse doppler DVP de Hydreka trouve l'essentiel de ses applications en réseaux d'assainissement et usines de traitement des eaux usées, en canaux d'irrigation, en rivières ainsi que pour toutes les applications en canal ouvert sur des eaux claires, chargées et parasites. (Figure 3.12)



Figure 3.12 : capteur vitesse doppler avec support [13].

Caractéristiques : les caractéristiques d'un capteur de vitesse doppler récapitulées dans le Tableau 3.4.

Matériau	PVC usiné.
Méthode	Double faisceau acoustique de mesure de vitesse.
Plage de mesure	1 cm/s à 5 m/s dans les deux sens.
Données	Vitesse moyenne.
Résolution	1 mm/s.
Hauteur d'eau mini	Mesure de vitesse à Partir de 15 à 20 mm au-dessus du capteur.
Température	-10°C à 85°C

Tableau 3.4 : caractéristiques d'un capteur de vitesse doppler [13].

III.3.4.3 Le traitement des données Winfluid

Le MAINSTREAM est exploitable sous WINFLUID, de la programmation au traitement des fichiers. Histogramme des vitesses : un histogramme affiche la distribution des vitesses (positives et négatives) sur toute la hauteur d'eau. Le débit est calculé à partir de toutes ces valeurs et tient compte des effets avals.

III.4. Les équipements de protection

III.4.1. Les disjoncteurs

a. Définition

Un disjoncteur est un interrupteur très perfectionné maintenu fermé par un verrouillage, mais capable de s'ouvrir automatiquement en cas de défaut et de couper les courants de court-circuit, il constitue l'appareil de protection par excellence, permet la protection des machines et des réseaux contre tous les défauts [14]. (Figure 3.13)



Figure 3.13: Illustration d'un disjoncteur moteur GV2ME [14].

b. Fonction : Les disjoncteurs ont pour fonction de protéger les circuits contre les courts circuits. Notamment, on définit d'une manière implicite les disjoncteurs suivants :

- Disjoncteur magnétique : assure la protection contre les courts circuits ;
- Disjoncteur thermique : assure la protection contre les surcharges ;
- Disjoncteur magnétothermique : assure la protection contre les courts circuits ainsi que les surcharges ;
- Disjoncteur magnétothermique différentiel : assure la protection contre les courts circuits, les surcharges et la protection des personnes contre les contacts indirects.

III.4.2. Les contacteurs

a. Définition

L'intérêt du contacteur est de pouvoir être commandé à distance au moyen de contacts, peu encombrants et sensibles, actionnés manuellement ou automatiquement. (Figure 3.9)

Le contacteur est un appareil mécanique de connexion ayant une seule position repos, commandé autrement qu'à la main, capable d'établir, y compris les conditions de surcharge en service.

Un contacteur dans les contacts principaux sont fermés dans la position de repos est appelé rupteur.

b. Le fonctionnement

Lorsque la bobine de l'électro-aimant est alimentée, le contacteur se ferme établissant l'intermédiaire des contacts entre le circuit d'alimentation et la récepteur de la partie mobile de l'électro-aimant qui entraîne les contacts des pôles et des contacts auxiliaires, dans certains cas le dispositif de ces derniers se déplacent soit par rotation en pivotant sur un axe ou par translation en glissant parallèlement aux parties fixes, on dit que le contacteur est fermé dès que la bobine est privée de tension [14]. (Figure 3.14)



Figure 3.14 : Photo des contacteurs.

III.4.3. Les Relais thermiques

Les relais thermiques comprennent un bilame qui s'échauffe sous l'effet du courant qui va le parcourir, son rôle est de protéger le circuit de puissance de toute surcharge en coupant l'alimentation au niveau du contacteur pour éviter la charge ne soit soumise à un échauffement inadmissible.

Les relais thermiques sont toujours équipés d'un contact d'ouverture et d'un contact de fermeture, l'actionnement de ces contacts est effectué par l'intermédiaire d'un mécanisme de que les éléments de commande de la bobine de contacteur, donc de déclencher celui-ci et le contact de fermeture est utilisé pour la commande d'éléments de signalisation [14]. (Figure 3.15)



Figure 3.15: Photo d'un relais thermique [14].

III.4.4. Les sectionneurs

Le sectionneur est un appareil mécanique de connexion capable d'ouvrir et de fermer un circuit lorsque le courant n'est nul ou pratiquement nul afin d'isoler la partie de l'installation en aval du sectionneur. (Figure 3.16)

- Le sectionneur n'a pas de pouvoir de coupure ou de fermeture ;
- La coupure doit être visible soit directement par observation de la séparation des contacts ; soit par un indicateur de position si les contacts ne sont pas visibles ;
- Le sectionneur peut être verrouillage par un cadenas en position ouvert. C'est une sécurité sur un circuit des personnes qui travaillent en aval du sectionneur.

Le sectionneur est un appareil de connexion qui permet d'isoler (c'est sa fonction) un circuit pour effectuer des opérations de maintenance, de dépannage ou de modification sur les circuits électroniques qui se trouvent en aval. Il peut être considéré comme un appareil de connexion et/ou de raccordement mais jamais comme un appareil de protection. Cette remarque peut paraître stupide mais nombre d'entre vous confondent « le sectionneur » et « le sectionneur porte les fusibles ». Ce dernier assure les fonctions d'isolement par le sectionneurs portes fusibles dans l'éducation nationale mais un sectionneur classique peut se rencontrer dans l'industrie [14].

Le sectionneur porte fusible permet de réaliser deux fonctions :

- Il supporte les cartouches fusibles destinés à protéger l'installation ;
- Contre la surcharge pour les circuits ne présentant pas des points de courant important.



Figure 3.16 : Photo des sectionneurs porte fusible [14].

III.4.5. Les fusibles

Un fusible est un appareil de connexion dont la fonction est d'ouvrir par fusion d'un ou de plusieurs de ses éléments conçus et calibrés à cet effet le circuit dans lequel il est inséré et d'interrompre le courant lorsque celui-ci dépasse, pendant un temps suffisant, une valeur précisée [14]. (Figure 3.17)



Figure 3.17 : Illustration de fusibles [14].

III.5. Les auxiliaires de commande

III.5.1. Les commutateurs à cames

Ces commutateurs comprennent une série de contacts fixes et autant de contacts mobiles Actionnés par la rotation manuelle d'un arbre à cames. On les utilise pour la commande Manuelle des moteurs de grues, calandres, pompes, etc. [14]. (Figure 3.18)



Figure 3.18 : Différent type de commutateur.

III.5.2. Les Boutons poussoirs

Les boutons poussoirs sont des commutateurs actionnés par une pression du doigt et qui ouvrent ou ferment deux ou plusieurs contacts. Habituellement, ils ouvrent ou ferment Momentanément un circuit [14]. (Figure 3.19)



Figure 3.19 : Différents types de boutons poussoirs [14].

III.5.3. Les armoires de commande

Cet équipement est destiné à la commande et contrôle des pompes. Il constitue la méthode la plus efficace de réduction du courant et du couple pendant le démarrage des moteurs (effet bélier), en augmentant progressivement la tension aux bornes du moteur, procurant ainsi un démarrage progressif, et une accélération douce, en même temps qu'il limite le courant à une valeur juste suffisante pour assurer le démarrage [14]. (Figure 3.20)



Figure 3.20 : Photo d'une armoire de commande [14].

La protection des moteurs et démarreurs progressifs contre :

- Les courts-circuits ;
- La surcharge ;
- La sous –charge ;
- Une baisse de tension ;
- Une surtension ;
- Une absence de phase ;
- Une sous / sur fréquence $40\text{Hz} < F < 60\text{Hz}$;
- La marche en monophasé ;
- L'ordre des phases ;
- Le court – circuit des thyristors.

Les démarrages trop fréquents, à savoir : le nombre de démarrages maximum admis : 1-10, la période de démarrage, pendant laquelle le nombre de démarrage compté réglage : 1-60mn, et le temps de démarrage long, le démarreur est mis à l'arrêt sur défaut si le moteur n'atteint pas sa pleine charge.

Caractéristiques : les caractéristiques sont récapitulées dans le Tableau 3.5

Désignation	Armoire démarrage Progressif
Circuit principal :	400
Tension assignée d'emploi (V)	660
Tension assignée d'isolement U_i (V)	105
Intensité nominale de jeu de barre (A)	
Tension des circuits auxiliaires :	230
Commande (V.CA)	230
Signalisation (V.CA))	
Degré de protection de l'enveloppe	IP 54
Température d'utilisation	45 °C
Condition de démarrage	$I_d / I_n < 3$.

Tableau 3.5 : Caractéristique d'une armoire de commande [14].

Conclusion

Afin de clore ce présent chapitre nous pouvons dire que nous sommes prêts pour mettre une programmation compatible avec ce système à l'aide d'automate programmable industriel S7-1200. Mais avant d'entamer l'automatisation de processus il faut présenter et discuter le choix de cet automate, donc cela est le sujet du prochain chapitre.

CHAPITRE IV

Description D'Automate S7-1200 et Logiciel TIA Portal V.13

IV.1. Introduction

Ce quatrième chapitre est consacré à la description de l'automate SIEMENS S7-1200, ses caractéristiques (mémoire, les entrées/sorties), discuter les raisons qui nous ont poussé à choisir cet automate ainsi que le logiciel TIA portal V.13. Il est dédié à l'évolution de chaque étape à suivre dans ce logiciel pour créer un projet. On fera ressortir les langages de programmation qui nous avons utilisés dans ce logiciel, et l'algorithme des deux parties (dégrilleur, pompage).

IV.2. Totally Integrated Automation Portal (TIA Portal)

Le nouvel environnement d'ingénierie TIA Portal réunit tous les systèmes d'ingénierie pour l'automatisation dans un environnement de développement unique. C'est un logiciel d'automatisation de l'industrie qui se satisfait d'un seul environnement, le TIA Portal représente un jalon dans le développement logiciel. Un seul projet logiciel pour toutes les tâches d'automatisation. Intuitif, efficace, pérenne [15].

IV.3. Outils de programmation

La plateforme **Totally Integrated Automation Portal** est le nouvel environnement de travail SIEMENS qui permet de mettre en œuvre des solutions d'automatisation avec un système d'ingénierie intégré comprenant les logiciels SIMATIC STEP 7 V13, PLC SIM V13 et SIMATIC WinCC V13 [15]. (Figure 4.1)



Figure 4.1 : Logo de TIA PORTAL [15].

TIA Portal est un environnement d'automatisation unique permettant de configurer jusqu'aux processus de production les plus complexes de manière tout à fait simple, depuis un écran d'ordinateur unique. Il permet la réalisation optimale de processus de planification et de production.

Grâce à sa présentation intuitive et à la navigation simple, la compréhension et la familiarisation des fonctions de programmation est très rapides. Divisé en « vue portail » pour guider intuitivement l'utilisateur à travers les différentes étapes de l'ingénierie et une « vue projet » qui procure un accès rapide aux outils pertinents TIA Portal aide ainsi les nouveaux. (Figure 4.2)



Figure 4.2: Vue du portail orientée tâche de TIA Portal [15].

Dans le domaine des systèmes d'automatisation, les tâches d'ingénierie peuvent être simples ou extrêmement complexes. La programmation d'algorithmes performants nécessite une aisance dans la connaissance d'une part de l'exploitation rationnel de l'API, c'est-à-dire dans son aspect matériel, configuration et d'autre part dans la connaissance de processus industriel [1].

IV.4. Création d'un projet

On commence la programmation par la création d'un nouveau projet. Lorsque l'on lance TIA Portal, l'environnement de travail se décompose en deux types de vues : La vue du portail est axée sur les tâches à exécuter et sa prise en main est très rapide. (Figure 4.3)

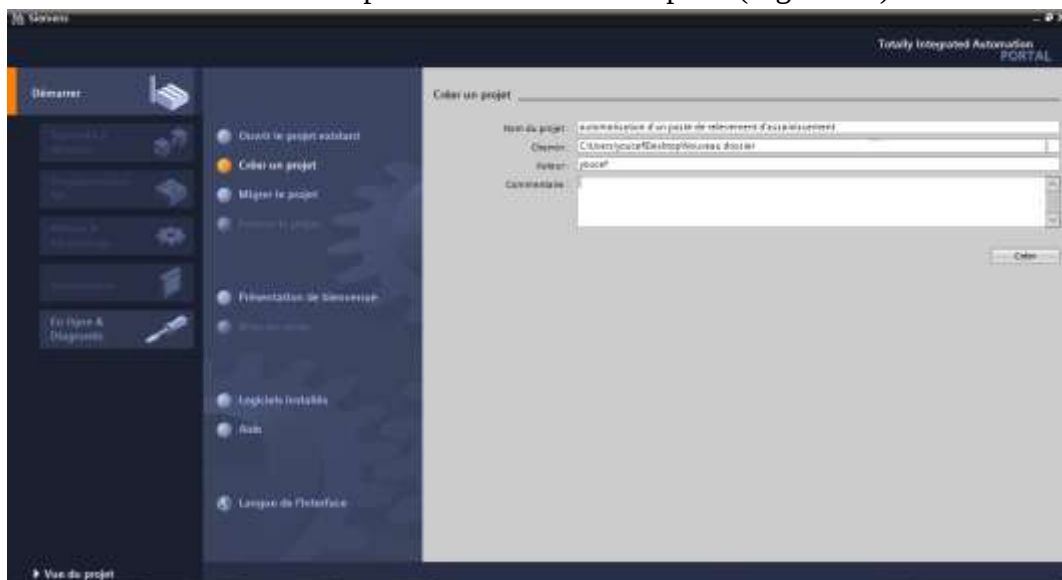


Figure 4.3 : La vue portail de TIA PORTAL.

IV.5. Choix de l'automate

Les exigences pratiques et économiques de ce système nous poussent à choisir un automate compact SIEMENS S7-1200 de plus le fait d'avoir déjà étudié les automates de la marque SIEMENS pendant notre cursus universitaire et le fait qu'elle soit la marque la plus répandue nous conforte dans ce choix.

IV.6. Configuration du réseau et des appareils

Un éditeur graphique unique permet de configurer une installation entière en toute simplicité. L'éditeur propose trois vues afin de bien marquer la différence entre la mise en réseau et la configuration des appareils :

- Les liaisons entre appareils peuvent être créées graphiquement dans la vue du réseau ;
- Le paramétrage et la configuration des différents appareils se font dans la vue des appareils ;
- La vue topologique représente l'interconnexion réelle des appareils PROFINET ;

Ainsi, les systèmes complexes sont faciles à gérer et la structure des gros projets reste claire. En mode en ligne, les informations de diagnostic sont représentées graphiquement de manière claire. (Figure 4.4)

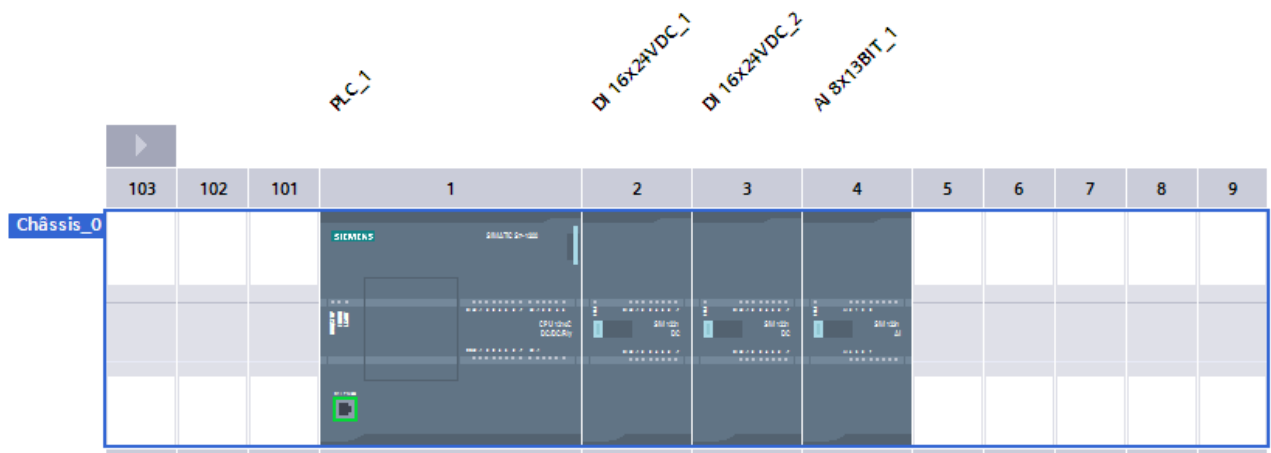


Figure 4.4: les modules utilisés dans la programmation.

IV.7. Automate S7-1200

Le contrôleur S7-1200 offre la souplesse et la puissance nécessaires pour commander une large gamme d'appareils afin de répondre à nos besoins en matière d'automatisation. Sa forme compacte, sa configuration souple et son important jeu d'instructions en font une solution idéale pour la commande d'applications très variées.

La CPU combine un microprocesseur, une alimentation intégrée, des circuits d'entrée et de sortie, un PROFINET intégré, des E/S rapides de commande de mouvement, ainsi que des entrées analogiques intégrées dans un boîtier compact en vue de créer un contrôleur puissant. Une fois que nous avons chargé notre programme, la CPU contient la logique nécessaire au contrôle et à la commande des appareils dans notre application. La CPU surveille les entrées et modifie les sorties conformément à la logique de notre programme utilisateur, qui peut contenir des instructions booléennes, des instructions de comptage, des instructions de temporisation, des instructions mathématiques complexes ainsi que des commandes pour communiquer avec d'autres appareils intelligents. La CPU fournit un port PROFINET permettant de communiquer par le biais d'un réseau PROFINET. Des modules supplémentaires sont disponibles pour communiquer via les réseaux PROFIBUS, GPRS, RS485 ou RS232 [15]. (Figure 4.5)

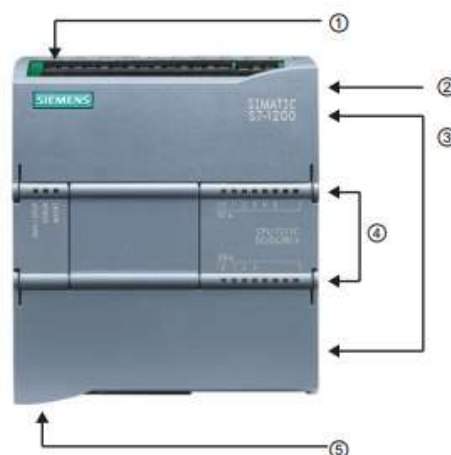


Figure 4.5 : Automate s7-1200 [15].

- 1.Prise d'alimentation.
- 2.Logement pour carte mémoire sous le volet supérieur.
- 3.Connecteurs amovibles pour le câblage utilisateur (derrière les volets).
- 4.LED d'état pour les E/S intégrées.
- 5.Connecteur PROFINET (sur la face inférieure de la CPU).

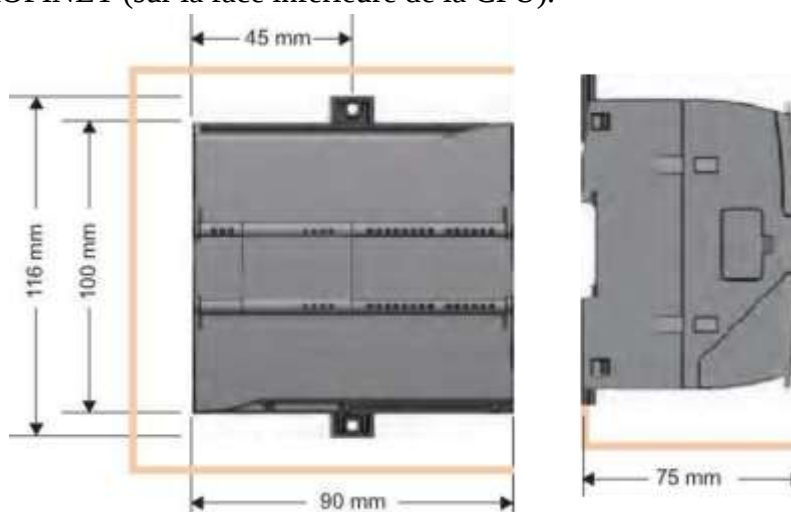


Figure 4.6 : Dimensions de l'API SIEMENS S7-1200 [15].

Caractéristiques : les caractéristiques d'un CPU 1214C DC/DC/Relay sont récapitulées dans le Tableau 4.1.

Informations générales	
Désignation du type de produit	CPU 1214C DC/DC/Relay
Version du firmware	V4.2
Tension d'alimentation	
Valeur nominale (CC)	24V CC
Courant d'entrée	
Consommation (valeur nominale)	500 mA ; uniquement CPU
Courant de sortie	
Pour bus interne (5 V CC), max.	1 600 mA ; max. 5 V CC pour SM et CM

Mémoire	
Mémoire de travail	100 Kbyte
Mémoire de chargement	4 Mbyte
Puissance dissipé	12KW
Configuration matérielle	
Entrées Analogiques	02
Entrées TOR	14 ; intègre
Sorties TOR	10 ; relais
Sorties analogiques	0
Programmation	
Langage de programmation	CONT, LIST, LOG
Dimensions	
Largeur	110 mm
Hauteur	100 mm
Profondeur	75 mm
Poids	435 g

Tableau 4.1 : les caractéristiques d'un CPU 1214C DC/DC/Relay [15].

IV.8. Les modules d'extension

Dans notre projet on va additionner un module d'extension SM 1231 AI8 et deux modules SM 1221 DI16 x DC24V. Les caractéristiques de ces modules sont :

IV.8.1. Module SM 1231 AI8

Module d'entrées analogiques AI8 x 13Bit ; borniers enfichables ; entrées : 2,5V, 5V, 10V et 0.20mA ; réjection de fréquences perturbatrices paramétrable ; lissage paramétrable ; diagnostic paramétrable [16]. (Figure 4.7)



Figure 4.7 : Module SM 1231 AI8 [16].

Caractéristiques : les caractéristiques d'un Module SM 1231 AI8 sont récapitulées dans le Tableau 4.2.

Tension d'alimentation	
Valeur nominale (CC)	24 V CC
Courant d'entrée	
Consommation, type	45 ma
Sur bus interne 5 V CC, type	90MA
Puissance dissipée	1.5W
Entrée analogique	
Nombre d'entrées analogiques	8 ; Entrées différentielles courant ou tension
Tension	± 10 V, ± 5 V, $\pm 2,5$ V
Courant	4 à 20 mA, 0 à 20 mA
Dimensions	
Largeur	45 mm
Hauteur	100 mm
Profondeur	75 mm
Poids	180 g

Tableau 4. 2 : Caractéristiques d'un module SM 1221 DI16 x DC24V [16].

IV.8.2. Module SM 1221 DI16 x DC24V

Module d'entrées TOR DI16 x DC24V SINK/SOURCE ; retard à l'entrée paramétrable ; borniers enfichables [16]. (Figure 4.8)



Figure 4.8 : Module SM 1221 DI16 x DC24V [16].

Caractéristiques : les caractéristiques d'un Module SM 1221 DI16 x DC24V sont récapitulées dans le Tableau 4.3.

Tension d'alimentation	
Valeur nominale	24V cc
Courant d'entrée	
Sur bus interne 5 V CC, maxi	130ma

Entrée TOR	4ma, par voie
Puissance dissipée	2.5 W
Entrées TOR	
Nombre d'entrée TOR	16
Dimensions	
Largeur	45 mm
Hauteur	100 mm
Profondeur	75 mm
Poids	210 g

Tableau 4.3 : Caractéristiques d'un Module SM 1221 DI16 x DC24V [16].

IV.9. Les langages de programmation

SIMATIC STEP 7 V13 propose des éditeurs de programmation performants pour la programmation des automates SIMATIC S7 :

Le langage structuré (SCL), le schéma à contacts (CONT) et le logigramme (LOG) sont disponibles pour tous les automates ;

La liste d'instructions (LIST) et la programmation en graphes séquentiels (GRAPH, SFC) existent en outre pour les gammes d'automates S7-1500, S7-300, S7-400 et WinAC ;

L'utilisateur dispose d'outils intuitifs pour toutes les tâches grâce aux fonctionnalités telles que glisser-déposer, liste de références croisées au niveau du projet, IntelliSense, etc. Des fonctions technologiques exigeantes, par exemple régulations, positionnement ou tracing, sont réalisées graphiquement avec rapidité dans le logiciel d'ingénierie. Des éditeurs de programmation adaptés aux tâches et au déroulement des opérations ainsi que des techniques modernes de fenêtrage participent au concept d'utilisation intuitif de STEP 7 V13.

L'incorporation des différents éditeurs dans un environnement de travail commun fait en sorte que toutes les données soient mises à disposition de l'utilisateur de manière cohérente et qu'une vue d'ensemble des données de projet soit toujours garantie.

Les blocs de programme peuvent être enregistrés à tout moment. La recherche d'erreurs est facilitée et accélérée grâce à plusieurs outils : une fenêtre de syntaxe énumère toutes les erreurs dans le bloc en cours. Elle permet de naviguer facilement entre les erreurs et dispose d'un indicateur pour les réseaux contenant des erreurs.

IV.9.1. Langage de programmation graphique (LOG-CONT)

Grâce à des outils puissants et à la fonctionnalité intégrée telle que la programmation indirecte, la vitesse de création de programme devient pour la première fois équivalente à celle des langages littéraux et la dépasse même. Les éditeurs CONT et LOG conviviaux et entièrement graphiques offrent une excellente vue d'ensemble et permettent une navigation rapide par

- L'adressage indirect pour S7-1200 et S7-1500 ;
- L'ouverture et la fermeture de réseaux entiers ;
- Le zoom direct et l'enregistrement de mises en page ;
- Une multitude de raccourcis clavier ;

- La fonction lasso, le copier-coller d'instructions et de structures d'instructions ;
- Des commentaires ;
- Une nouvelle boîte permet l'accès à l'entrée directe de formules pour le S7-1200 et le S7-1500, affichage et le masquage des mnémoniques et des adresses.

IV.10. Table des mnémoniques

L'utilisateur peut naturellement créer les mnémoniques comme d'habitude dans la table des mnémoniques. STEP 7 V13 propose en outre de nouvelles méthodes efficaces pour créer les mnémoniques. L'utilisateur peut définir l'association entre matériel et mnémoniques par simple glisser-déposer entre le programme utilisateur et la vue des appareils. Les mnémoniques sont alors automatiquement créés dans la table des mnémoniques. Une recherche fastidieuse des erreurs de saisie ayant pu se produire pendant la création de la table des mnémoniques est ainsi supprimée. La cohérence automatique des données assure que le mnémonique sera immédiatement actualisé à tous les endroits où il est utilisé quel que soit l'éditeur dans lequel l'utilisateur effectue la modification.

Cette saisie unique des données ainsi que la cohérence automatique des données apportent un gain de temps important à l'utilisateur. (Figure 4.9)

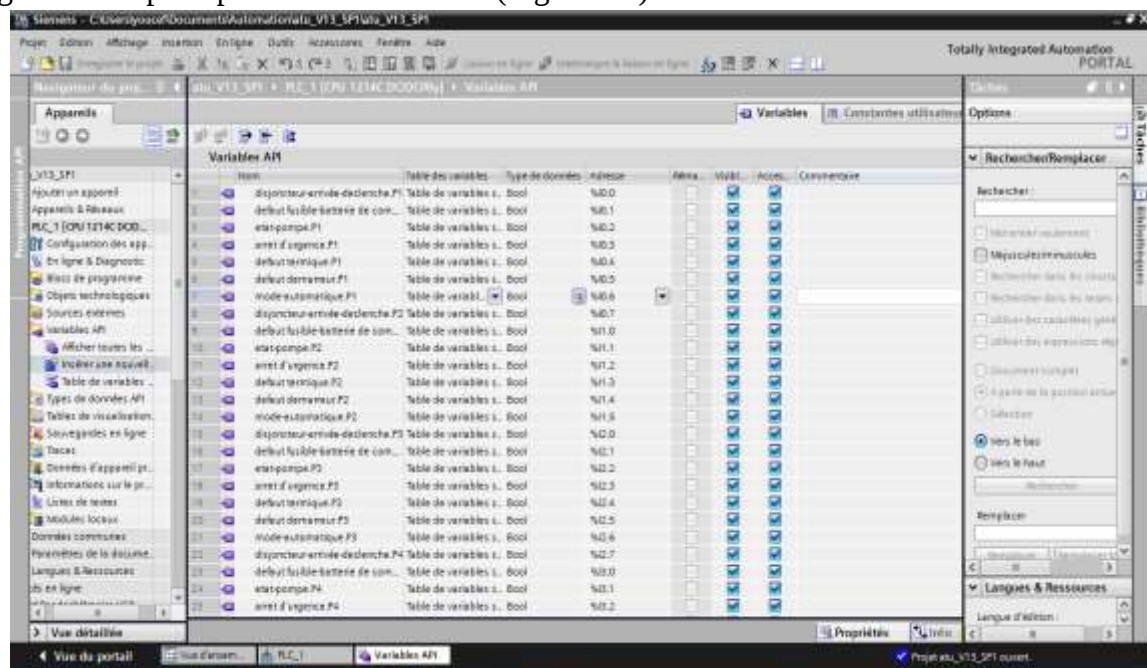


Figure 4.9 : Table de mnémonique.

IV.11. L'organigramme de dégrilleur et des pompes

Un organigramme de programmation (parfois appelé algorithme, logigramme ou plus rarement ordinogramme) est une représentation graphique normalisée de l'enchaînement des opérations et des décisions effectuées par un programme d'ordinateur.

La figure 4.10 représente le fonctionnement de dégrilleur.

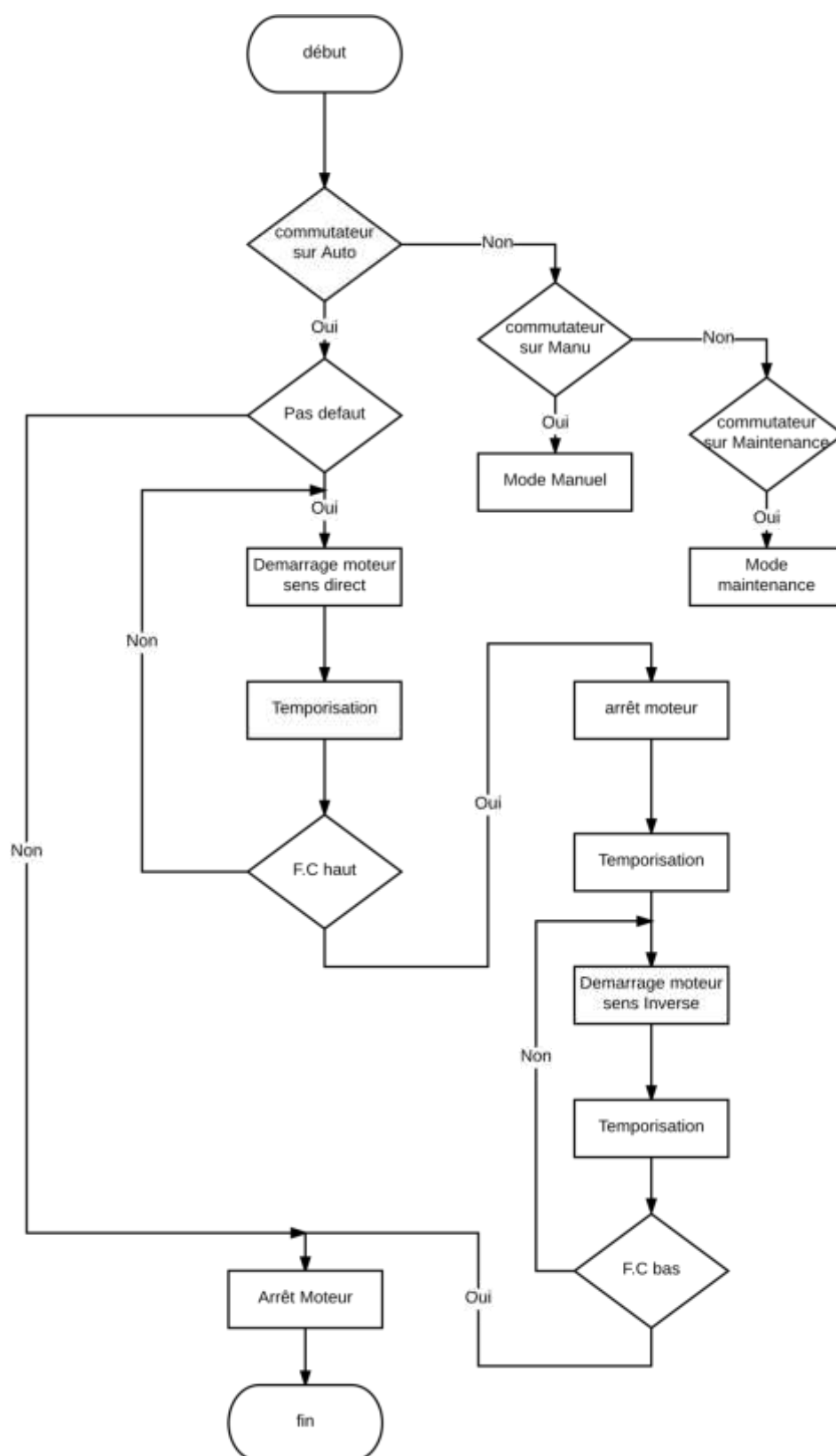


Figure 4.10 : L'organigramme général de dégrilleur.

F.C bas : Fin de course bas

F.C haut : Fin de course haut

La figure 4.11 représente l'organigramme général des pompes

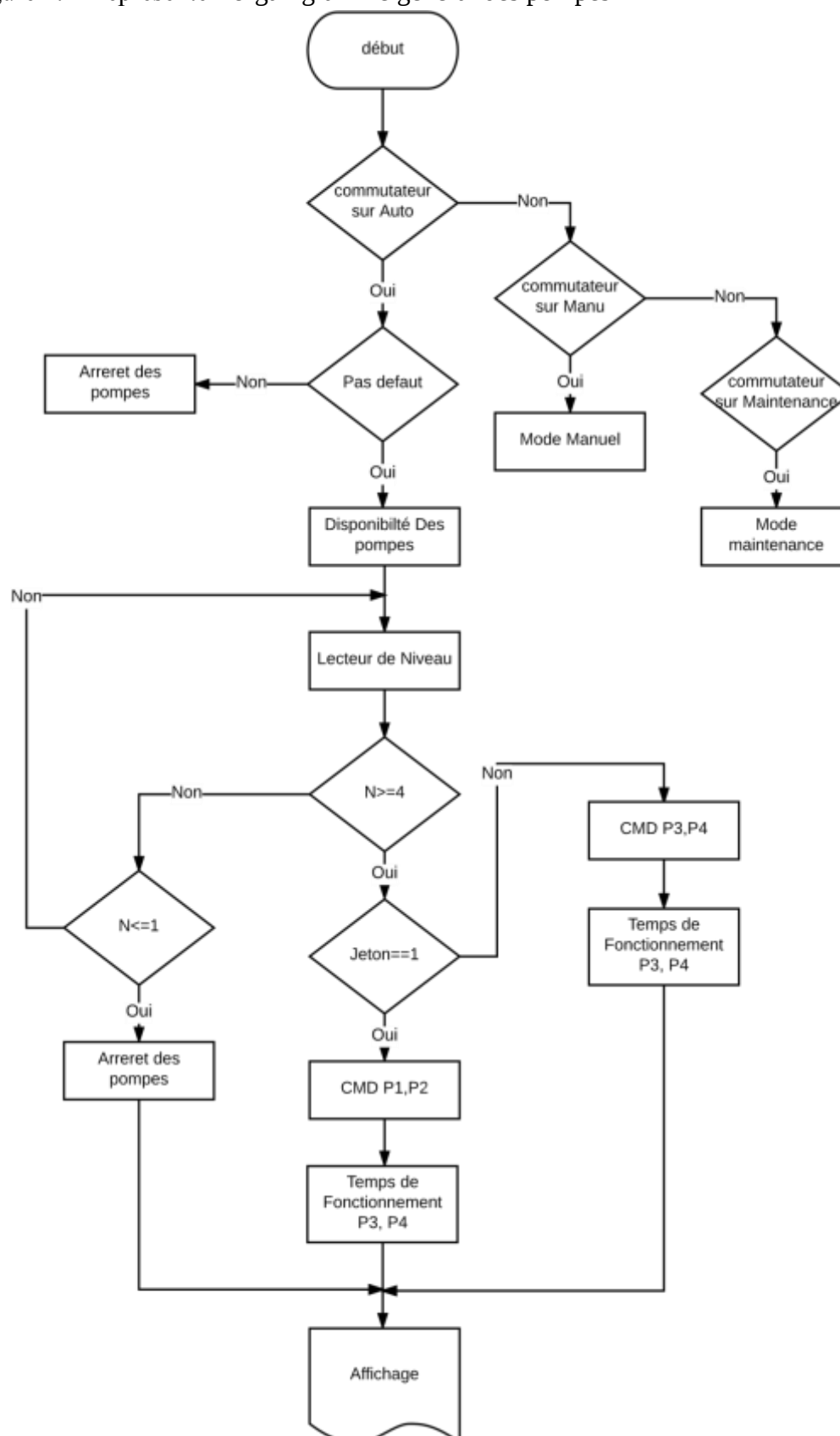


Figure 4.11 : L'organigramme général des pompes.

N : Niveau de l'eau

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté une vue d'ensemble de l'automate programmable industriel S7-1200 et logiciel TIA PORTAL V.13, création d'un projet, Les langages de programmation disponible dans l'automate S7-1200 et l'insertion de table du mnémonique, ainsi que les organigrammes de dégrilleur et des pompes.

Dans le dernier chapitre on va simule notre programme de l'automatisation du poste de relèvement d'assainissement.

CHAPITRE V

Programmation et Simulation.

V.1. Introduction

Ce dernier chapitre a trait à la programmation et à la simulation du processus relatif à la commande des motopompes qui sont situées au poste de relèvement d'assainissement des eaux usées du complexe SEAAL. Au sein de ce chapitre, il sera développé toutes les étapes concernant les commandes combinatoires et séquentielles de la marche des équipements de la station de relevage des eaux usées, notamment du dégrilleur et des motopompes.

La programmation englobe un bloc d'organisation (OB1) sur lequel gravitent les blocs de fonctions spéciales de chacune des motopompes auxquelles sont reliés les blocs fonctionnels relatifs à la commande ces dernières. De prime à bord, un tableau des mnémoniques du processus des états de l'instrumentation et des équipements est défini dans la table des variables processus relatives à chacun des cas précités ci-dessous.

V.2. Tables des variables

Il contient toutes les variables d'entrées/sorties (TOR, analogiques et mémoires), ainsi que les variables intermédiaires qui vont nous permettre de à gérer notre processus technique.

La Figure 5.1 représente la table de variable d'une seule pompe

	Nom	Type de données	Adresse	Réma...	Visibl...	Acces...
1	disjoncteur-arrivée-declanche.P1	Bool	%I0.0		☒	☒
2	defaut fusible-batterie de com...	Bool	%I0.1	☐	☒	☒
3	etat-pompe.P1	Bool	%I0.2	☐	☒	☒
4	arret d'urgence.P1	Bool	%I0.3	☐	☒	☒
5	defaut termique.P1	Bool	%I0.4	☐	☒	☒
6	defaut démarreur.P1	Bool	%I0.5	☐	☒	☒
7	mode-automatique.P1	Bool	%I0.6	☐	☒	☒
8	CMD.P1	Bool	%Q0.0	☐	☒	☒
9	defaut discordance.P1	Bool	%M0.0	☐	☒	☒
10	disponible.P1	Bool	%M0.6	☐	☒	☒
11	temps de marche.P1	Int	%MW5	☐	☒	☒
12	reset tm p1	Bool	%M4000.0	☐	☒	☒
13	<Ajouter>			☐	☒	☒

Figure 5.1 : Table de variable de la pompe N°1.

N.B. L'exemple de cette table et de simulation est reproduit pour les quatre motopompes. Pour le programme complet (voir l'annexe).

V.3. Les blocs de programmation

V.3.1. Bloc d'organisation (OB1)

Le bloc d'organisation (OB1) constitue l'interface entre le système d'exploitation et le programme dédié à la commande de traitement des eaux usées de la société SEAAL. Il est appelé par le système d'exploitation et commande les opérations suivantes :

- Comportement de démarrage du système d'automatisation des motopompes ;

- Traitement cyclique du programme optimisation de la marche des pompes ;
- Traitement déclenché des alarmes(disponibilité) ;
- Traitement des erreurs (télégestion).

V.3.2. Création des blocs fonctionnels (FB)

V.3.2.1. Introduction

Les blocs fonctionnels sont des blocs de code qui mémorisent durablement les paramètres d'entrées, de sorties et d'entrée/sortie dans des blocs de données d'instance afin qu'il soit possible d'y accéder même après le traitement de blocs. C'est pourquoi ils sont également appelés "Blocs avec mémoire". Les blocs fonctionnels peuvent aussi travailler avec des variables temporaires. Cependant, les variables temporaires ne sont pas enregistrées dans la DB d'instance mais disponibles uniquement tout le temps d'un cycle.

V.3.2.2. Instances de blocs fonctionnels

Un appel d'un bloc fonctionnel est désigné par le terme "instance". Pour chaque instance d'un bloc fonctionnel, il faut un bloc de données d'instance dans lequel sont mémorisées des valeurs spécifiques à l'instance pour les paramètres formels déclarés dans le FB.

Le bloc fonctionnel peut mémoriser ses données spécifiques aux instances dans un bloc de données d'instance dédié ou dans un bloc de données d'instance du bloc appelant.

V.3.2.3. Domaine d'application et fonctionnalité des FB

Les blocs fonctionnels développés dans le cadre de cette étude contiennent des sous-programmes qui sont exécutés lorsqu'un bloc fonctionnel est appelé par un autre bloc de code. En outre ces blocs fonctionnels peuvent être appelés plusieurs fois à différents endroits du programme que nous avons développé.

V.4. Fonctionnalités des FB et fonction spéciales FC

V.4.1. Intérêt des FC

Les fonctions (FC) sont des blocs de code sans mémoire. Elles n'ont pas de mémoire de données dans laquelle il est possible d'enregistrer les valeurs de paramètres de bloc. C'est pourquoi des paramètres effectifs doivent être fournis à tous les paramètres formels lors de l'appel d'une fonction. Pour enregistrer les données durablement, les fonctions disposent de blocs de données globaux. Ces blocs « FC » sont dédiés à de multiples emplois, entre autres dans notre programme.

À la mise à l'échelle, discordance, disponibilité, condition démarrage, temps de fonctionnement, débitmètre, communication, bloc-télégestion, dégrilleur.

Il ressort que quelques opérateurs spéciaux (outils) sont utilisées dans la réalisation de ces fonctions dites spéciales ; entre autres ;

V.4.1.1. Mise à l'échelle

L'instruction "Mise à l'échelle" permet de mettre à l'échelle la valeur à l'entrée VALUE en la reproduisant sur une plage de valeurs spécifiée. Lors de l'exécution de l'instruction "Mise à l'échelle", le nombre à virgule flottante à l'entrée VALUE est mis à l'échelle à la plage de valeurs

qui a été définie par les paramètres MIN et MAX. Le résultat de la mise à l'échelle est un nombre entier qui est stocké à la sortie OUT.

V4.1.2. Normaliser

L'instruction "Normaliser" nous permet de normaliser la valeur de la variable à l'entrée VALUE en la reproduisant sur une échelle linéaire. Nous définissons, avec les paramètres MIN et MAX, les limites d'une plage de valeurs qui est reflétée sur l'échelle. Le résultat est calculé en fonction de la position de la valeur à normaliser dans cette plage et il est stocké sous forme de nombre à virgule flottante à la sortie OUT. Quand la valeur à normaliser est égale à la valeur à l'entrée MIN, la sortie OUT fournit la valeur "0.0". Quand la valeur à normaliser est égale à la valeur à l'entrée MAX, la sortie OUT fournit la valeur "1.0". (Figure 5.2)

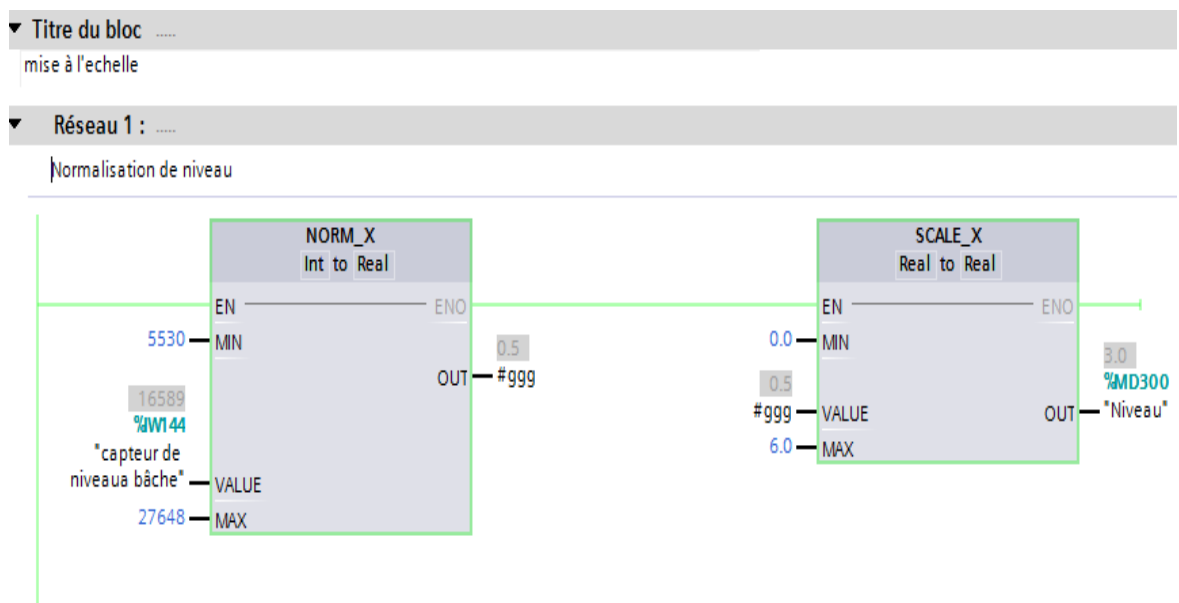


Figure 5.2: Mise à l'échelle et Normalisation une mesure analogique « niveau ».

V4.1.3. Application

Une fonction contient un programme qui est exécuté lorsque la fonction est appelée par un autre bloc de code. Les fonctions peuvent par exemple servir dans les cas suivants :

- Retourner des valeurs de fonction au bloc appelant, par ex. pour les fonctions mathématiques ;
- Exécuter des fonctions technologiques, par ex. commandes uniques avec combinaisons binaires.

Une fonction peut être appelée plusieurs fois à différents endroits d'un programme. Ainsi vous simplifiez la programmation de fonctions utilisées fréquemment.

V.4.2. Les blocs fonctionnels

V.4.2.1. Création des blocs fonctionnels

Les blocs fonctionnels sont appelés par les fonctions spéciales FC. Il en ressort la structuration suivante :

- FB1 : Bloc défaut discordance ;
- FB2 : Bloc de disponibilité ;
- FB3 : Bloc de temps de fonctionnements.

N.B. A Chacun de ces blocs fonctionnels on lui dédié bloc de données « DB »

V.4.2.2. Les blocs (DB)

Les blocs de données servent à mémoriser les données de programme. Les blocs de données contiennent donc des données variables qui sont utilisées dans le programme que nous avons dédié à cet effet. Les blocs de données globaux enregistrent des données qui peuvent être utilisées par tous les autres blocs. En générale, la taille maximale des blocs de données varie selon la CPU.

V.4.2.2.1. Blocs de données globaux dans le programme utilisateur

Chaque bloc fonctionnel, chaque fonction et chaque bloc d'organisation peuvent lire les données d'un bloc de données global et écrire des données dans un bloc de données global. Ces données sont conservées dans le bloc de données, même à la fermeture du bloc de données. Un bloc de données global et un bloc de données d'instance peuvent être ouverts simultanément.

La Figure 5.3 montre les différents accès aux blocs de données :

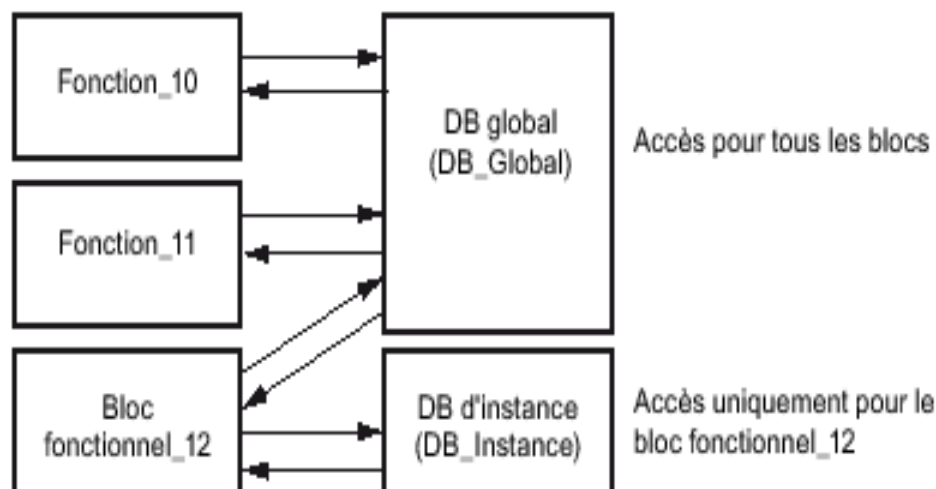


Figure 5.3 : Les différents accès aux blocs des données.

V.4.2.2.2. Types d'accès

S7-1200 et S7-1500 offrent deux possibilités d'accès différentes pour les blocs de données globaux.

V.5. Programmation et Simulation

Ces blocs sont créés et structurés selon la figure ci-dessus (Figure 5.3). Pour entamer la programmation on a créé plusieurs blocs. (Figure5.4)

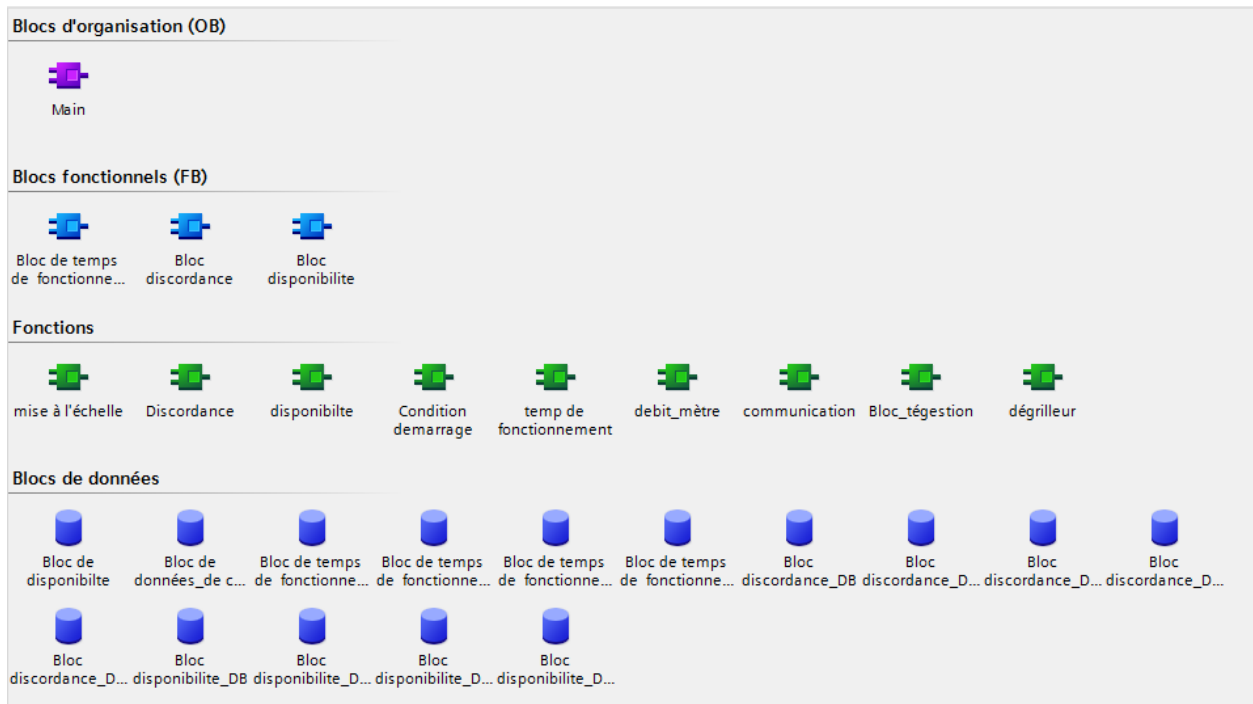


Figure 5.4 : Les différents blocs existés dans le processus.

Le processus du traitement des eaux usées a quatre pompes identiques. Ceci dit pour une meilleure approche et souplesse de la flexibilité de la commande des entraînements des actionneurs de cette dite installation, il suffit tout juste de programmer un exemple d'une seule pompe de l'installation et de la reproduire pour les autres pompes restantes, afin de faciliter le côté programmation et simulation.

V.5.1. Bloc discordance

Ce bloc est construit à l'aide des instructions implicites suivantes :

- **L'instruction TON**

L'instruction "Retard à la montée" nous permet de retarder la mise à 1 de la sortie Q pendant la durée programmée PT. L'instruction est démarrée lorsque le résultat logique (RLG) à l'entrée IN passe de "0" à "1" (front montant). La durée PT programmée débute au démarrage de l'instruction. Une fois la durée PT écoulée, la sortie Q fournit l'état logique "1". La sortie Q reste à 1 tant que l'entrée de démarrage fournit "1". Lorsque l'état logique à l'entrée de démarrage passe de "1" à "0", la sortie Q est remise à 0. La fonction de temporisation est redémarrée lorsqu'un nouveau front montant est détecté à l'entrée de démarrage.

- **Mise a 1 sortie : « S »**

L'instruction "Mise à 1 sortie" permet de mettre à "1" l'état logique d'un opérande spécifié.

- **Mise a 0 sortie : « R »**

L'instruction "Mise à 0 sortie" permet de remettre à "0" l'état logique d'un opérande spécifié.

Dans le bloc (FB) on a programmé premièrement le bloc de discordance comme suit : (Figure 5.5)

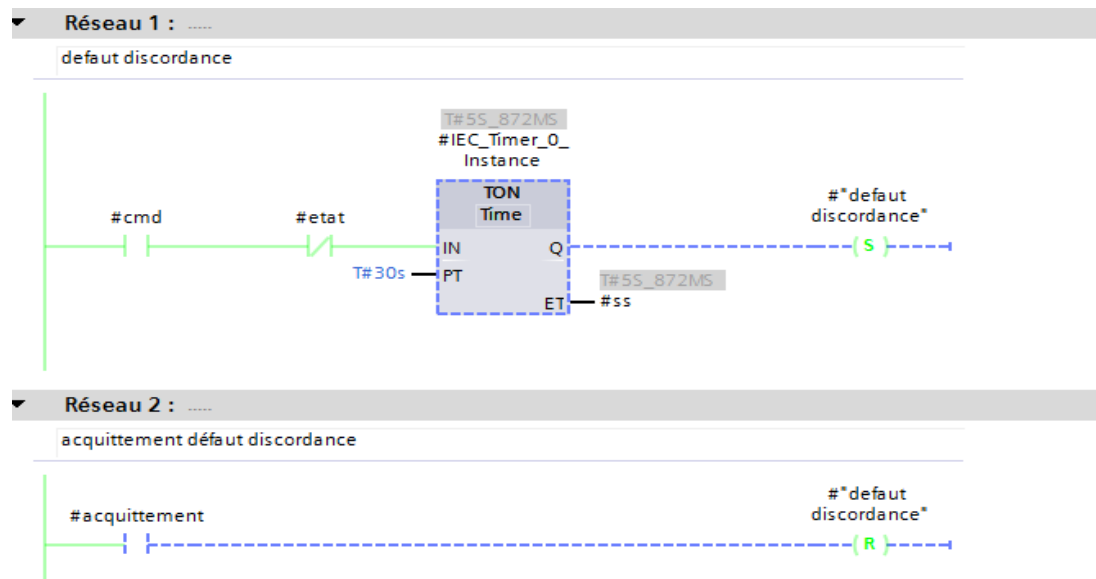


Figure 5.5 : Le bloc de discordance.

Après cette première étape on a créé dans la fonction (FC) des blocs de discordance pour chacune des motopompes restantes et ainsi que celle du dégrilleur afin de faciliter l'appel et l'exploitation de ces blocs dans le bloc d'organisation(OB1). (Figure 5.6)

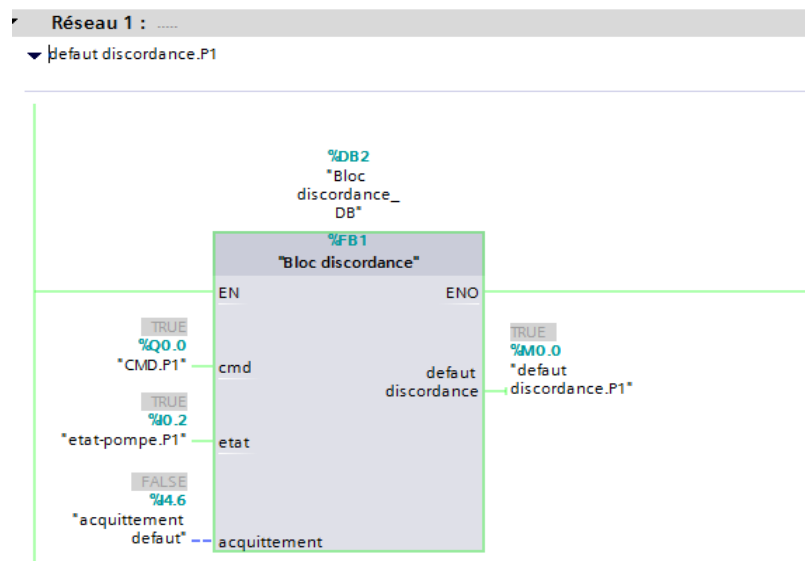


Figure 5.6 : Défaut discordance pompe N°1.

V.5.2. Bloc de disponibilité

Ce bloc (FB) sert à vérifier la condition des équipements de ce système s'ils sont prêts à fonctionner ou sont hors service.

Après cette première étape on a créé dans la fonction (FC) les blocs de disponibilité pour chaque pompe ainsi que celle du dégrilleur afin de faciliter l'appel et l'exploitation de ces blocs dans le bloc d'organisation(OB1). (Figure 5.7)

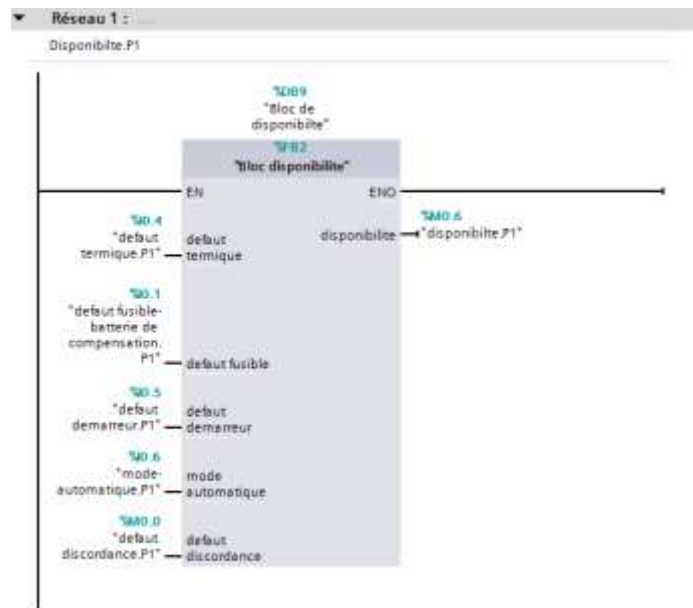


Figure 5.7 : Bloc de disponibilité.

V.5.3. Les Conditions de démarrage

Si les conditions d'exploitation des motopompes requises pour leurs lancements par le biais de la disponibilité soient de la première et de la deuxième (marche jointe des deux pompes au minimum) et le niveau des eaux usées est supérieur ou égale à quatre mètres les pompes une et deux démarrent progressivement à l'aide d'un moteur asynchrone triphasé. (Figure 5.8)

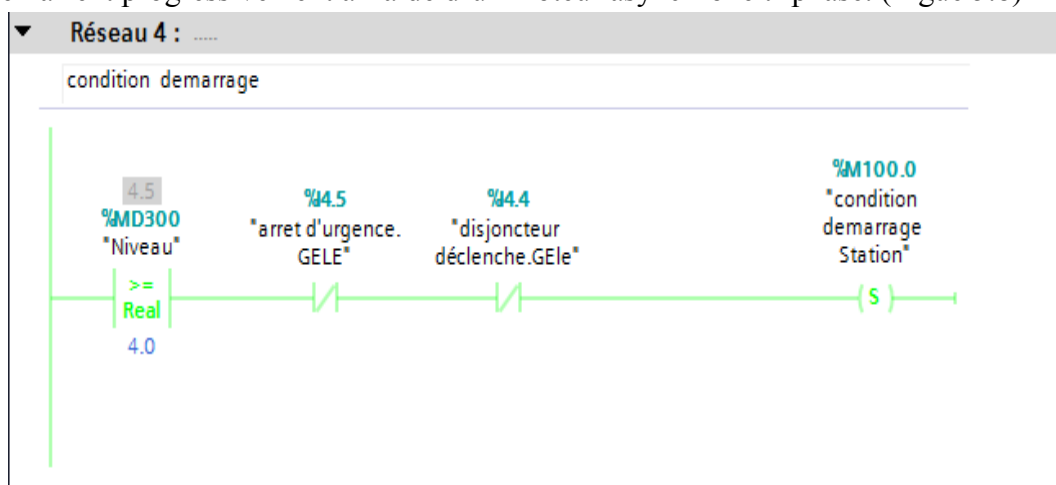


Figure 5.8 : Condition de démarrage.

V.5.4. La permutation entre les pompes

Si le temps de fonctionnement des pompes une et deux s'écoulent et dans le cas où il y a un défaut sur les pompes en fonctionnement, les autres pompes trois et quatre vont pallier à cette défaillance par l'adjonction de l'une d'entre elles.

Ce bloc de permutation des pompes est construit à l'aide des instructions implicites suivantes :

✓ Instruction « MOVE »

L'instruction "Copier valeur" nous permet de transférer le contenu de l'opérande à l'entrée IN dans l'opérande à la sortie OUT1. Le transfert s'effectue toujours dans le sens croissant des adresses.

La sortie de validation ENO fournit l'état logique "0" quand l'une des conditions suivantes est vraie :

- L'entrée de validation EN fournit l'état logique "0" ;
- Le type de données du paramètre IN ne peut pas être converti en type de données indiqué au paramètre OUT1. (Figure 5.9)

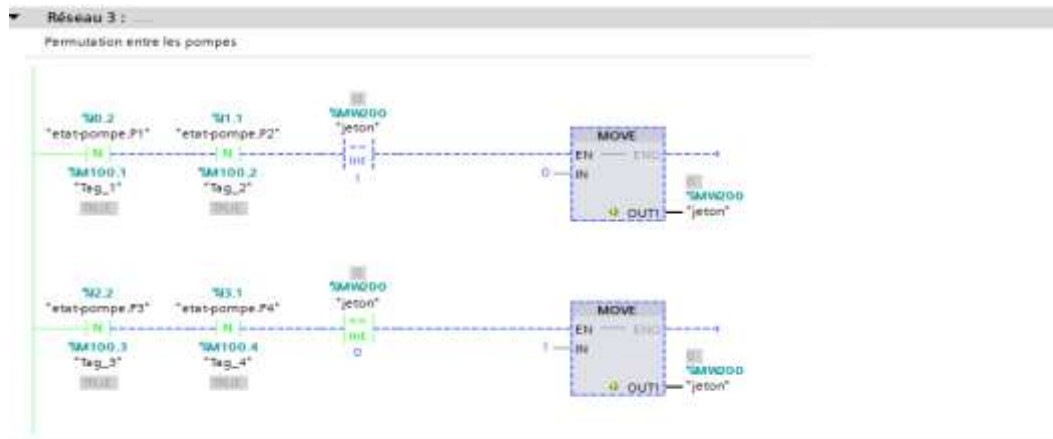


Figure 5.9 : Permutation entre les pompes.

V.5.5. Condition d'arrêt

Si le niveau de bache est inférieur ou égal à niveau prescrit bas à savoir « 1 mètre », la condition d'arrêt est déclenchée soit par l'API, par le bouton d'arrêt d'urgence général, et ou soit par le disjoncteur général sont déclenchés les pompes sera en état d'arrêt. (Figure 5.10)



Figure 5.10 : Condition d'arrêt.

V.5.6. Bloc Temps de fonctionnement « maintenance des pompes »

Ce bloc de Temps de fonctionnement est construit à l'aide des instructions implicites suivantes :

- **Mémento de cadence**

Un mémento de cadence est un mémento qui modifie périodiquement son état binaire dans un rapport impulsion/intervalle de 1:1.

Nous déterminons quels sont les octets de memento de la CPU qui deviennent des octets de memento de cadence lors du paramétrage du memento de cadence.

- **Instruction de comptage CTU**

Avec l'instruction "Comptage", nous incrémentons la valeur à la sortie CV. Quand l'état logique passe de "0" à "1" (front montant) à l'entrée CU, l'instruction est exécutée et la valeur de comptage actuelle à la sortie CV est augmentée d'un. La valeur de comptage est incrémentée à chaque détection d'un front montant jusqu'à ce qu'elle atteigne la valeur limite supérieure du type de données spécifié à la sortie CV. Une fois la valeur limite supérieure atteinte, l'état logique à l'entrée CU n'a plus d'influence sur l'instruction. (Figure 5.11)

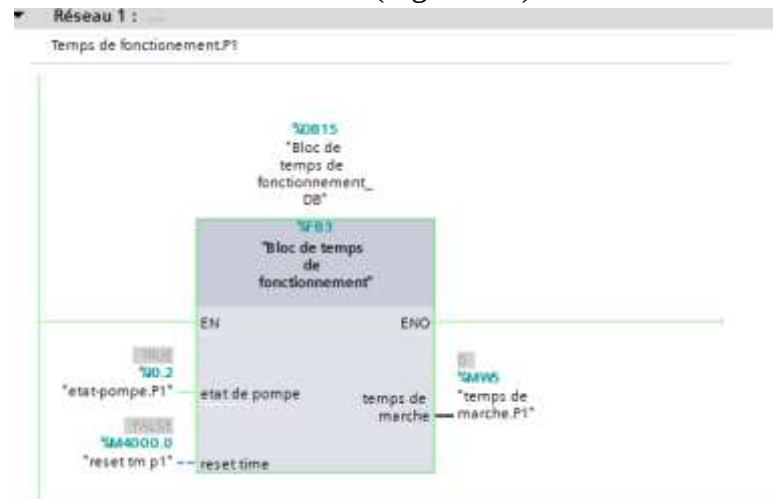


Figure 5.11 : Temps de fonctionnement du pompe 1.

V.5.7. Bloc Débitmètre

Dans ce bloc on a un totalisateur qui sert à calculer le débit de refoulement, le débit moyen et débit journalier du processus du traitement de la quantité des eaux usées traitées. (Figure 5.12)

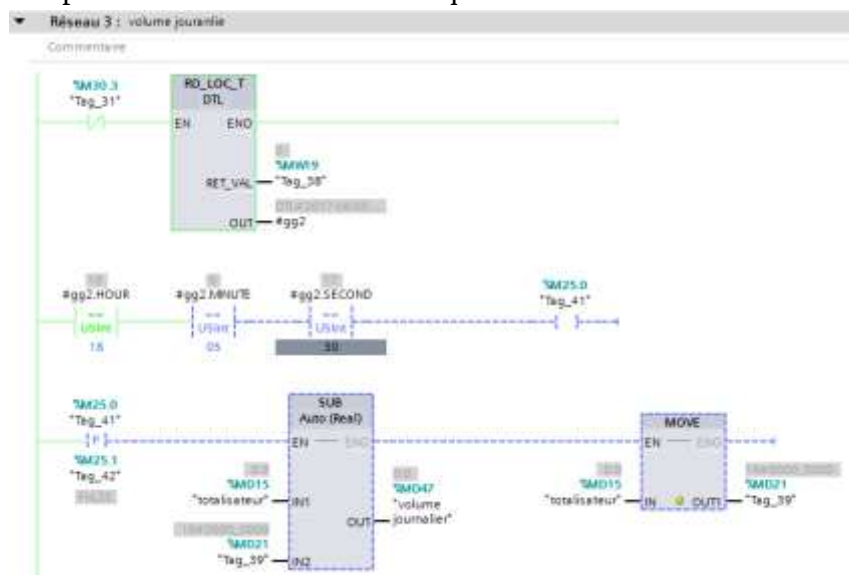


Figure 5.12 : Bloc de débitmètre.

V.5.8. Bloc de Communication

Dans ce bloc on a utilisé l'instruction MB_SERVER.

- **L'instruction MB-SERVER**

L'instruction "MB_SERVER" communique en tant que serveur Modbus TCP via la connexion PROFINET de la CPU S7-1200. Pour utiliser l'instruction, nous n'avons pas besoin de module matériel supplémentaire. L'instruction "MB_SERVER" traite les demandes de connexion d'un client Modbus TCP, reçoit les requêtes des fonctions Modbus et envoie les messages de réponse. (Figure 5.13)

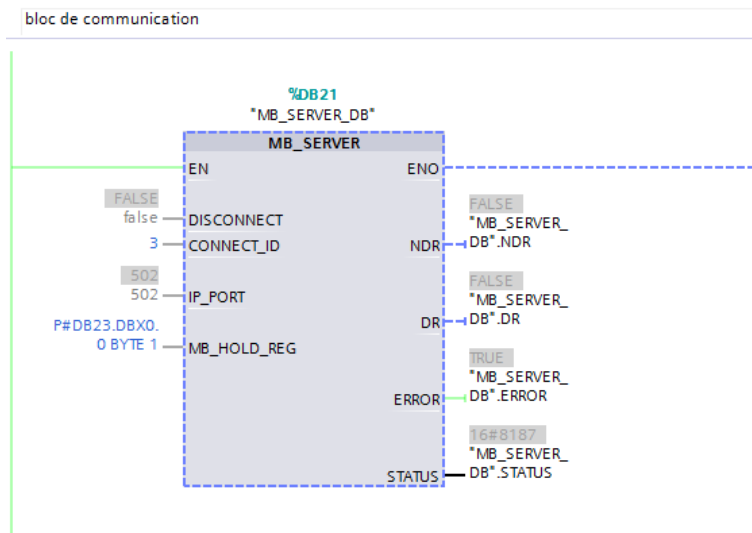


Figure 5.13 : Bloc de Communication.

V.5.9. Bloc de Télégestion

Dans ce bloc nous avons inséré juste les variables qui nous intéressent afin de mettre le bloc de communication en marche pour suivre l'évolution de l'exploitation rationnelle de la station du traitement des eaux. (Figure 5.14)

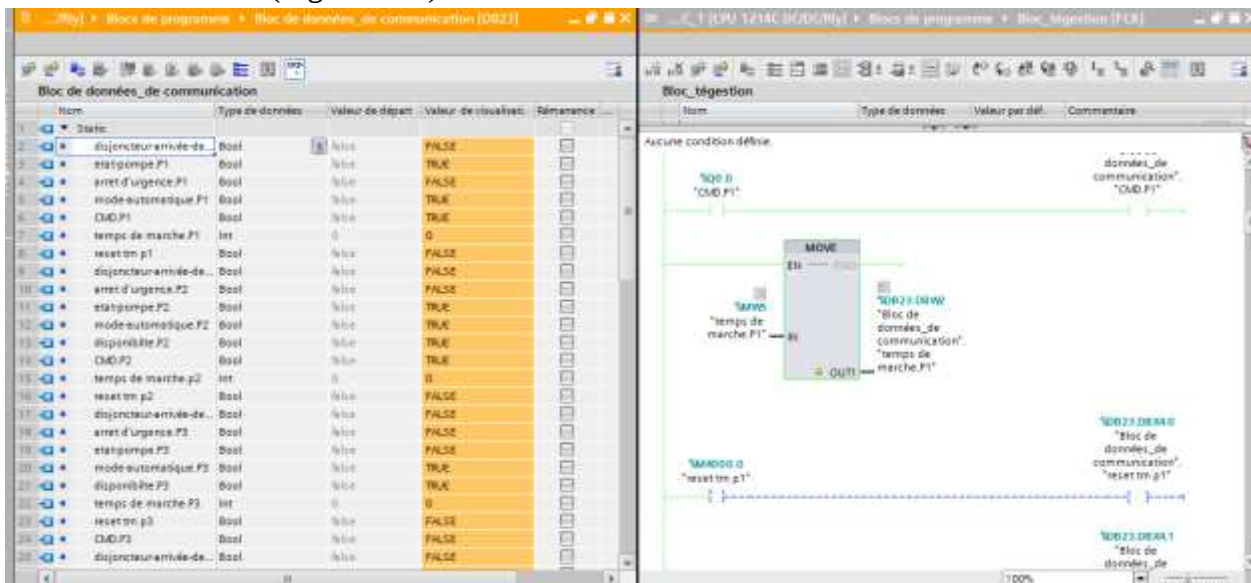


Figure 5.14 : Bloc de télégestion.

V.5.10. Bloc d'organisation OB

Ce bloc englobe tous les blocs dédiés à la commande de la station de traitement des eaux usées , notamment aux motopompes et dégrilleur . la figure 5.15 donne un aperç synoptique de cette réalisation.

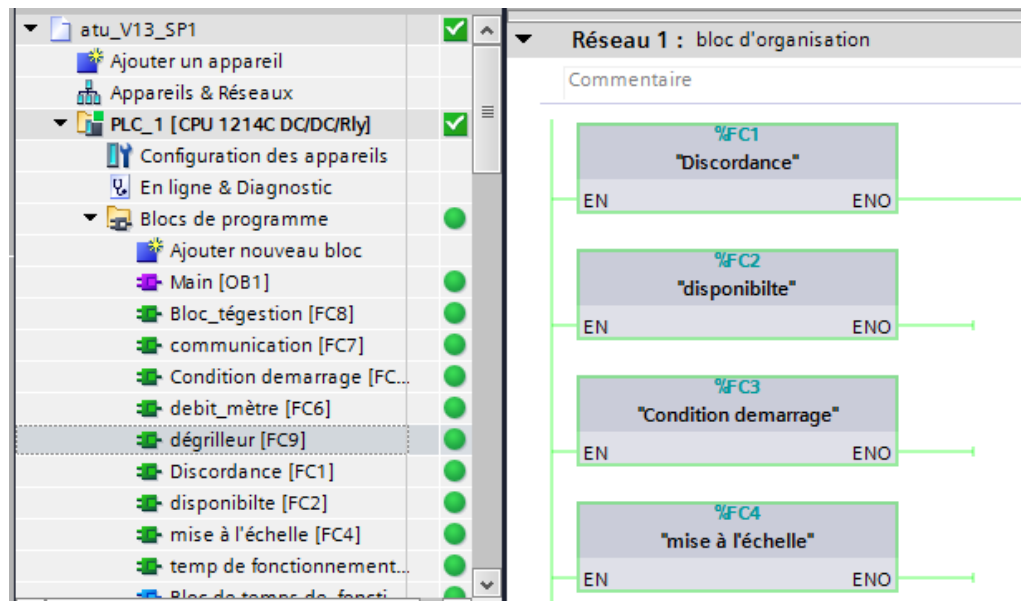


Figure 5.15 : Bloc d'organisation.

V.5.10. Table de visualisation et forçage permanent

A l'aide de la table de visualisation on peut visualiser et forcer les variables dans le programme utilisateur. Après avoir créé les variables dans une table de visualisation, on peut enregistrer, dupliquer, imprimer et être réutiliser pour le forçage de variables à la demande des opérateurs de conduites. (Figure 5.16)

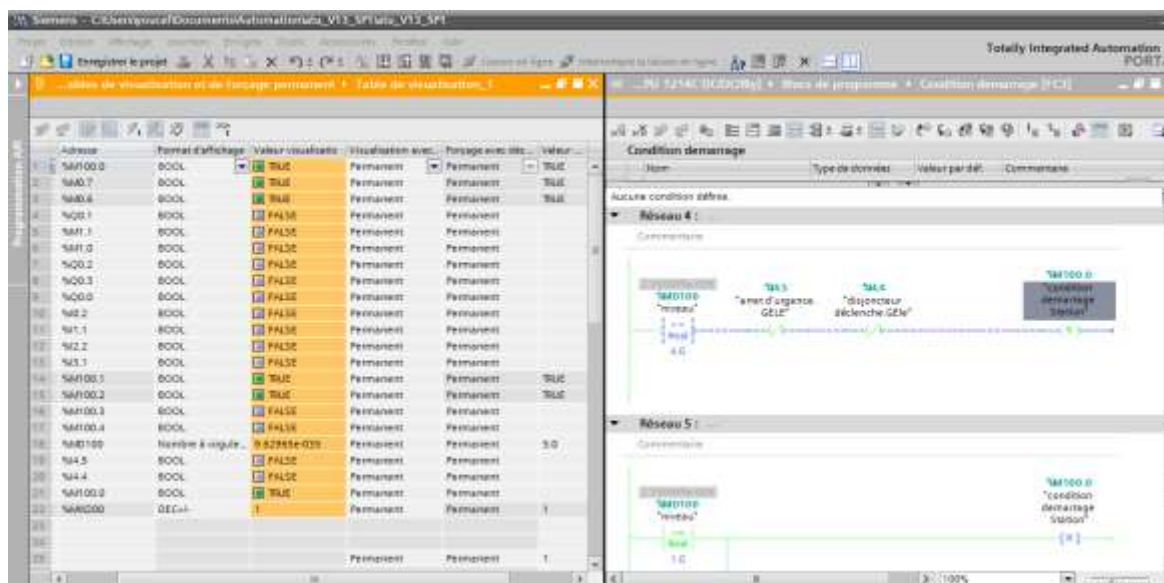


Figure 5.16 : Table de visualisation et forçage permanent.

Conclusion

Ce dernier chapitre a été consacré à la programmation et la simulation du processus d'automation d'un poste de relèvement et d'assainissement à l'aide d'automate programmable industriel S7-1200. Par suite de la simulation du software de la conduite de cette station ; Il ressort que les résultats sont convenables et la logique répond à la commande combinatoire et séquentielle de cette installation.

Conclusion Générale

Le stage que nous avons effectué au sein de la société SEAAL a été bénéfique, notamment cela a permis de renforcer nos connaissances théoriques et a parfait nos tares techniques et pratiques.

Ce travail nous a permis aussi de comprendre l'ampleur extraordinaire prise toutes les filières de l'industrie par la commande des processus par les API en raison de leurs précisions dans le traitement et le fonctionnement qui permet de générer des commandes adéquates à toutes les situations et dans toutes les conditions.

Le but essentiel de notre projet de fin d'étude est l'automatisation d'une station de relèvement d'assainissement.

Notre travail a aussi pour but de développer une plateforme de supervision afin de contrôler le bon fonctionnement du système de relevage. Celle-ci jumelé au système d'aide à la décision, nous a permis de cibler facilement la nature et l'origine de la panne, ainsi l'opérateur pourra établir des diagnostics concrets et aura une meilleure maîtrise de l'observation de la maintenance.

En tous états de cause, nous avons développé les raisons et les motifs qui ont motivé le choix de cette étude. Pour rappel les contraintes liées à la conduite existante sont pertinentes, notamment elles se résument dans cette liste non exhaustive par :

- Complexité de l'installation existante ;
- Diagnostic des pannes très éloquentes (câblage, pannes dues aux auxiliaires de commande) ;
- Entretien harassant (poussières sur les auxiliaires de commande) ;
- Problèmes d'inflexibilité (installation en commande figée) ;
- Efficacité réduite (taux de productivité réduite, coûts d'exploitation élevés. etc.).

Le besoin est pressé pour palier à ces problèmes précités cités ci-dessus et relatés dans les détails des chapitres I et II. Notre apport réside dans le changement du système de commande automatique classique à relais et contacteur par un système automatisé par API plus fiable. Ceci dit, la partie configuration matérielle dit hardware est développée dans le chapitre IV et en outre la partie software de la station de traitement des eaux usées est traitée dans le chapitre V.

Nous avons testé le programme de conduite de cette station de traitement des eaux usées que nous avons développé et les résultats de simulations sont concluants.

Ce remplacement par un API apportera les avantages suivants :

- Augmentation des performances techniques, notamment dans le traitement des informations reçues du processus ;
- Traitement et signalisations des défauts ;
- Offre une vue sur le diagnostic du déroulement du processus ;
- Capacité mémoire suffisante ;

- Possibilité d'extension du nombre élevé des entrées (qu'on peut étendre selon la norme NS 60 510) et des sorties (numériques , TOR, analogiques) exigé selon le cas par le process ;
- Possibilités d'intégrer des modules spéciaux (régulation de débit, de pression du au surélévation du traitement des eaux) ;
- Etc.

Enfin nous espérons que ce travail puisse apporter un plus et constituer un support supplémentaire aux promotions à venir et aux automaticiens de la société SEAAL.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Société des Eaux et d'Assainissement d'Alger, Matières. (2017) Production, Distribution et Assainissement. [En ligne]. Disponible : www.seaal.dz.
- [2] Catalogue de la Société Bio Techno, "Guide technique de réalisation du branchement particulier, " 2015. [En ligne]. Disponible : https://www.biotechno.fr/IMG/scenari/AnnalesHE/res/LE_POSTE_DE_RELEVAGE.pdf
- [3] Catalogue de la Société Pays de Flers, "Techniques de maintenance des réseaux de collecte, de stockage et d'évacuation des eaux et des déchets, " 2015. [En ligne]. Disponible : <http://www.flers-agglo.fr/wp-content/uploads/2015/02/Guide-technique-assainissement-V2.pdf>
- [4] Catalogue de la Société Emo, " Dégrilleur vertical tri-câbles-DVC-T, " [En ligne]. Disponible: http://www.emo-france.com/wp-content/uploads/2013/10/DP_21-D%C3%A9grilleur-DCV-T-a_fr.pdf
- [5] M. Kellou et N. Abdelhak, " Conception d'un système de comptage automatisé à l'usine FCI : Partie automatisation par API S7-1200," Mémoire maîtrise, Dép. d'électronique et des télécommunications, Université de Ouargla. [En ligne]. Disponible : <https://dspace.univ-ouargla.dz/jspui/bitstream/123456789/11759/1/ABDELHAK-KELLOU.pdf>
- [6] Esstt, "Conception et réalisation d'une armoire électrique pour la commande d'une station de pompage des eaux usées équipée par deux électropompes de puissance unitaire de 2.2 KW, " l'ONAS, Rapport de stage de fin d'étude. [En ligne]. Disponible : http://www.academiepro.com/uploads/projets/2015_07_11_Rapport_2.pdf
- [7] P. Berger, Les moteurs électriques à courant alternatif. (2017) Moteur Asynchrone. [En ligne]. Disponible : <http://philippe.berger2.free.fr/automatique/cours/moteurs/moteurs.htm>.
- [8] Catalogue de la Société Siemens, " Demarreur_SIRIUS_FR_2008, " 2008. [En ligne]. Disponible : https://w5.siemens.com/france/web/fr/ad/support/documentations/Documents/Brochure_Demarreur_SIRIUS_FR_2008.pdf
- [9] Catalogue de la Société Flygt, " Pompes submersibles pour eaux brutes et eaux usées (Pompes C 3068 – 3800 Flygt), " 2011. [En ligne]. Disponible : <http://www.xylenwatersolutions.com/scs/france/fr-fr/About-us/T%C3%A9l%C3%A9chargement/Brochures%20Produits/Documents/Pompes%20submersibles%20C3068-3800%20Flygt.pdf>

- [10] M. Kellou et N. Abdelhak, " Conception d'un système de comptage automatisé à l'usine FCI : Partie automatisation par API S7-1200, " Mémoire maîtrise, Dép. d'électronique et des télécommunications, Université de Ouargla. [En ligne]. Disponible : <https://dspace.univ-ouargla.dz/jspui/bitstream/123456789/11759/1/ABDELHAK-KELLOU.pdf>
- [11] G. Asch, Les Capteurs en instrumentation industrielle. Paris : Dunod. 1991.
- [12] Catalogue de la Société Vega, "FR-Capteur-de-niveau-radar-pour-l'industrie-de-l'eau," [Enligne]. Disponible : <https://www.vega.com/fr-FR/Produits/Catalogue-produits/Mesure-de-niveau/Radar/VEGAPULS-WL-61>
- [13] Hydreka, Débitmètre à effet doppler Mainstream IV. (2017) [En ligne]. Disponible : www.hydreka.com
- [14] A. Raisemche, " Conception et programmation d'une armoire de commande assistée par ordinateur ", Mémoire maîtrise, dép. électrotechnique, Université de Sétif. [En ligne]. Disponible : <http://www.univsetif.dz/MMAGISTER/images/facultes/TEC/2011/Raisemche%20Aziz.PDF>
- [15] Siemens AG, " manuel système du S7-1200, " 2012. [En ligne]. Disponible : https://cache.industry.siemens.com/dl/files/465/36932465/att_106120/v1/s71200_System_Manual_fr-FR_fr-FR.pdf
- [16] Système d'informations du SIEMENS. (2017). [En ligne]. Disponible : <https://support.industry.siemens.com/cs/start?lc=fr-FR>

ANNEXE

Annexe I : Tables mnémoniques.

Name	Path	Data Type	Logical Addr
disjoncteur-arrivée-declenche.P1	Pompe1	Bool	%I0.0
defaut fusible-batterie de compensation.P1	Pompe1	Bool	%I0.1
etat-pompe.P1	Pompe1	Bool	%I0.2
arret d'urgence.P1	Pompe1	Bool	%I0.3
defaut termique.P1	Pompe1	Bool	%I0.4
defaut demarreur.P1	Pompe1	Bool	%I0.5
mode-automatique.P1	Pompe1	Bool	%I0.6
disjoncteur-arrivée-declenche.P2	pompe2	Bool	%I0.7
defaut fusible-batterie de compensation.P2	pompe2	Bool	%I1.0
etat-pompe.P2	pompe2	Bool	%I1.1
arret d'urgence.P2	pompe2	Bool	%I1.2
defaut termique.P2	pompe2	Bool	%I1.3
defaut demarreur.P2	pompe2	Bool	%I1.4
mode-automatique.P2	pompe2	Bool	%I1.5
disjoncteur-arrivée-declenche.P3	Pompe3	Bool	%I2.0
defaut fusible-batterie de compensation.P3	Pompe3	Bool	%I2.1
etat-pompe.P3	Pompe3	Bool	%I2.2
arret d'urgence.P3	Pompe3	Bool	%I2.3
defaut termique.P3	Pompe3	Bool	%I2.4
defaut demarreur.P3	Pompe3	Bool	%I2.5
mode-automatique.P3	Pompe3	Bool	%I2.6
disjoncteur-arrivée-declenche.P4	Pompe4	Bool	%I2.7
defaut fusible-batterie de compensation.P4	Pompe4	Bool	%I3.0
etat-pompe.P4	Pompe4	Bool	%I3.1
arret d'urgence.P4	Pompe4	Bool	%I3.2
defaut termique.P4	Pompe4	Bool	%I3.3
defaut demarreur.P4	Pompe4	Bool	%I3.4
mode-automatique.P4	Pompe4	Bool	%I3.5
arret-d'urgence degrileur	dégrileur	Bool	%I3.6
disjoncteur degrileur declenche	dégrileur	Bool	%I3.7
retour contacteur degrileur montee	dégrileur	Bool	%I4.0
retour contacteur degrileur descente	dégrileur	Bool	%I4.1
capteur fin de course position haute	dégrileur	Bool	%I4.2
capteur fin de course position basse	dégrileur	Bool	%I4.3
disjoncteur déclenche.GEle	Générale	Bool	%I4.4
arret d'urgence.GELE	Générale	Bool	%I4.5

ANNEXE

capteur de niveaua bache	niveau	Int	%IW144
acquittement défaut	Générale	Bool	%I4.6
défaut fusible-batterie de compensation.degrille	dégrilleur	Bool	%I4.7
défaut thermique.degrilleur	dégrilleur	Bool	%I5.0
défaut démarreur.degrilleur	dégrilleur	Bool	%I5.1
mode-automatique.degrilleur	dégrilleur	Bool	%I5.2
impulsion débit refoulement	débimetre	Bool	%I5.3
CMD.P1	Pompe1	Bool	%Q0.0
CMD.P2	pompe2	Bool	%Q0.1
CMD.P3	Pompe3	Bool	%Q0.2

CMD.P4	Pompe4	Bool	%Q0.3
CMD.degrilleur-montée	dégrilleur	Bool	%Q0.4
CMD.degrilleur-descente	dégrilleur	Bool	%Q0.5
défaut discordance.P1	Pompe1	Bool	%M0.0
défaut discordance.P2	pompe2	Bool	%M0.1
défaut discordance.P3	Pompe3	Bool	%M0.2
défaut discordance.P4	Pompe4	Bool	%M0.3
défaut discordance.degrilleur-montée	dégrilleur	Bool	%M0.4
défaut discordance.degrilleur-déscente	dégrilleur	Bool	%M0.5
disponibilte.P1	Pompe1	Bool	%M0.6
disponibilte.P2	pompe2	Bool	%M0.7
disponibilte.P3	Pompe3	Bool	%M1.0
disponibilte.P4	Pompe4	Bool	%M1.1
disponibilte.degrilleur	dégrilleur	Bool	%M1.2
condition démarrage Station	Générale	Bool	%M100.0
jeton	soft	Int	%MW200
Tag_1	soft	Bool	%M100.1
Tag_2	soft	Bool	%M100.2
Tag_3	soft	Bool	%M100.3
Tag_4	soft	Bool	%M100.4
Tag_5	soft	Real	%MD200
Tag_6	soft	Int	%MW100
Niveau	niveau	Real	%MD300
time	soft	Time	%MD304
Tag_7	soft	Bool	%M1000.0
System_Byte	soft	Byte	%MB5000
AlwaysFALSE	soft	Bool	%M2000.3
Clock_Byte	soft	Byte	%MB2000
Tag_8	soft	Bool	%M2000.2

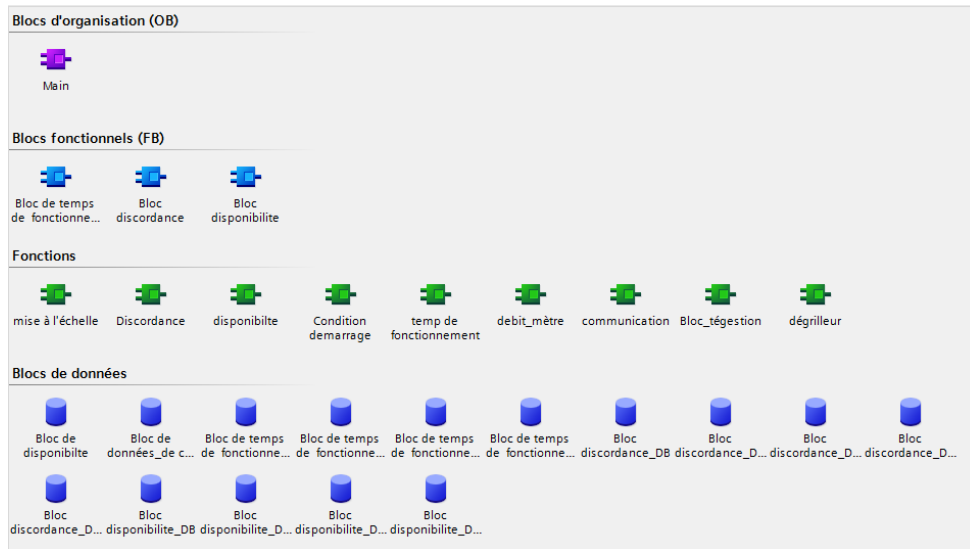
ANNEXE

Tag_9	soft	Bool	%M1000.1
Tag_10	soft	Bool	%M1000.2
Tag_11	soft	Bool	%M1000.3
Tag_12	soft	Int	%MW0
Tag_13	soft	Int	%MW1
temps de marche.p4	Pompe4	Int	%MW2
Tag_15	soft	Int	%MW3
Tag_16	soft	Bool	%M1000.4
Tag_17	soft	Bool	%M3000.0
Tag_18	soft	Bool	%M2000.0
Tag_19	soft	Bool	%M4000.1
reset tm p2	pompe2	Bool	%M4000.2
temps de marche.P1	Pompe1	Int	%MW5
temps de marche.p2	pompe2	Int	%MW7
Tag_23	soft	Int	%MW6
temps de marche.P3	Pompe3	Int	%MW9
Tag_25	soft	Bool	%M1.3
DiagStatusUpdate	soft	Bool	%M2000.1
Tag_26	soft	Bool	%M2000.5

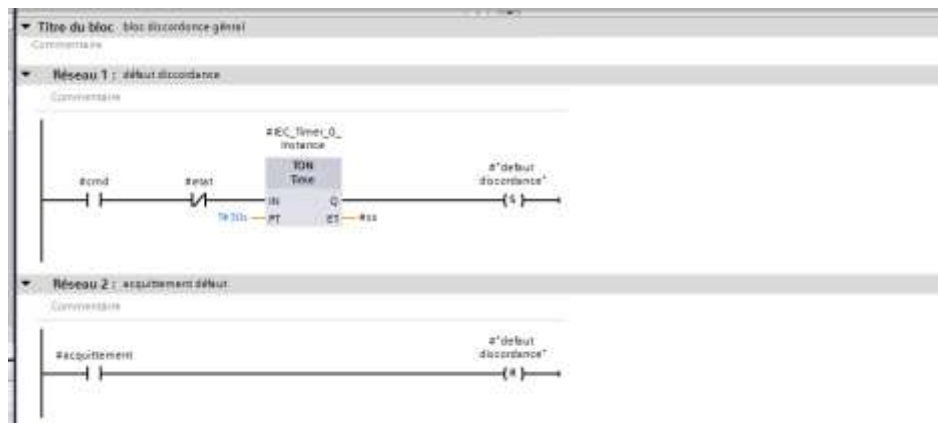
reset tm p1	Pompe1	Bool	%M4000.0
Tag_28	soft	Bool	%M4000.5
capteur débitmètre refoulement	débitmètre	Int	%MW146
Valeur de débit de refoulement	débitmètre	Real	%MD11
totalisateur	débitmètre	Real	%MD15
reset tm p3	Pompe3	Bool	%M4000.6
reset tm p4	Pompe4	Bool	%M4001.0
Tag_14	soft	Real	%MD31
Tag_20	soft	Bool	%M19.0
Tag_21	soft	Bool	%M30.0
Tag_22	soft	Bool	%M30.1
Tag_24	soft	Bool	%M30.2
Tag_27	soft	Real	%MD35
debit-moy	débitmètre	Real	%MD39
Tag_30	soft	DWord	%MD43
volume journalier	débitmètre	Real	%MD47
Tag_31	soft	Bool	%M30.3
Tag_32	soft	Bool	%M30.4
Tag_33	soft	DWord	%MD60
Tag_34	soft	Bool	%M60.0

Annexe II : Programme.

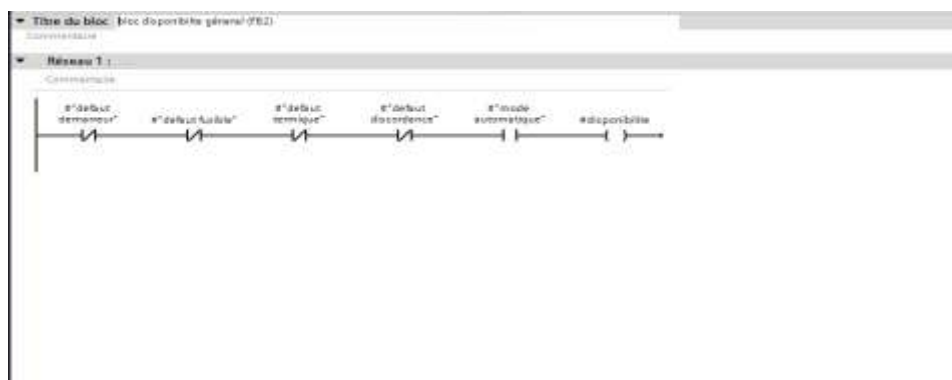
Vue générale



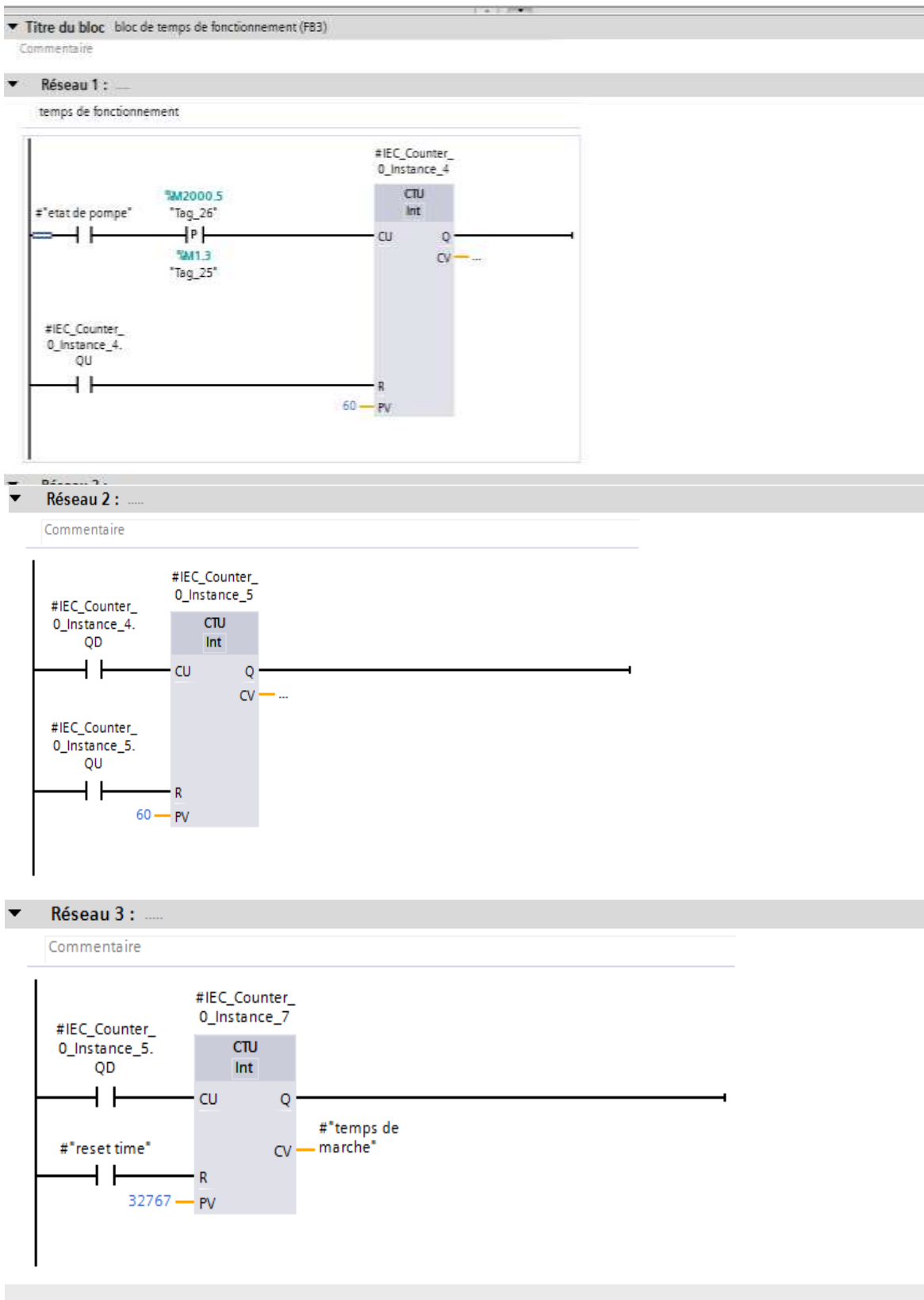
FB1 : Bloc discordance



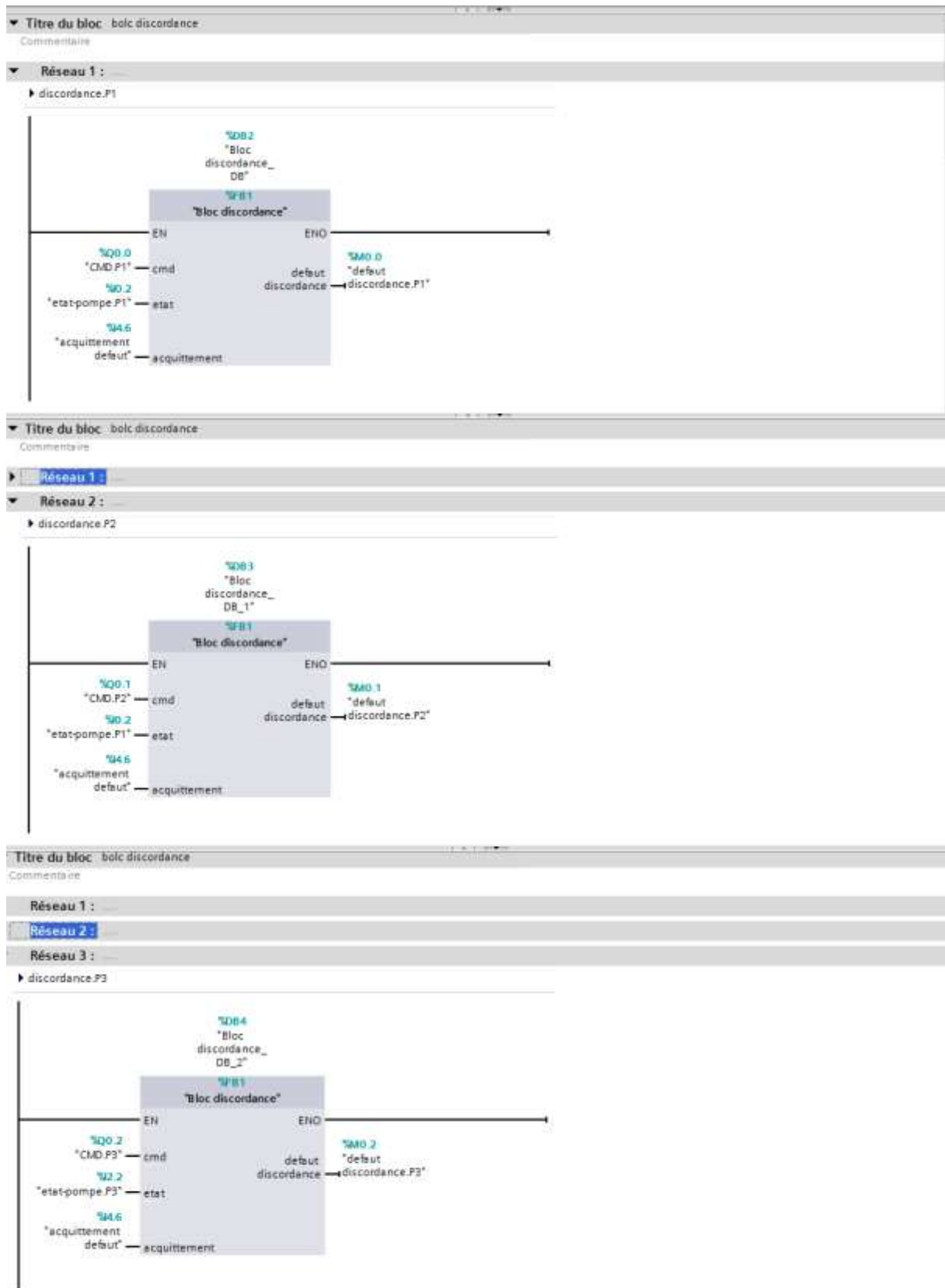
FB2 : Bloc disponibilité

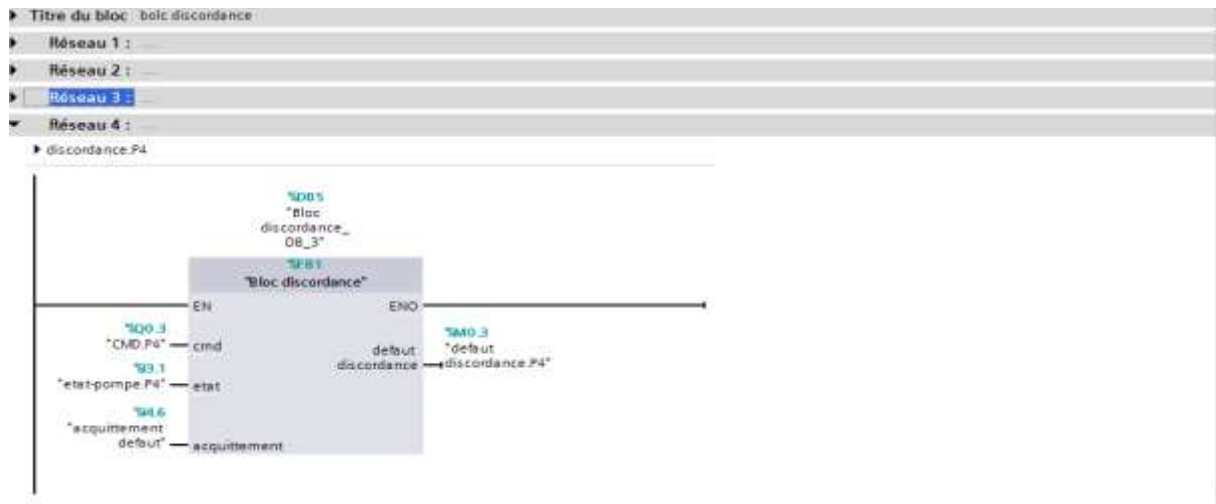


FB3 : Bloc de temps de fonctionnements

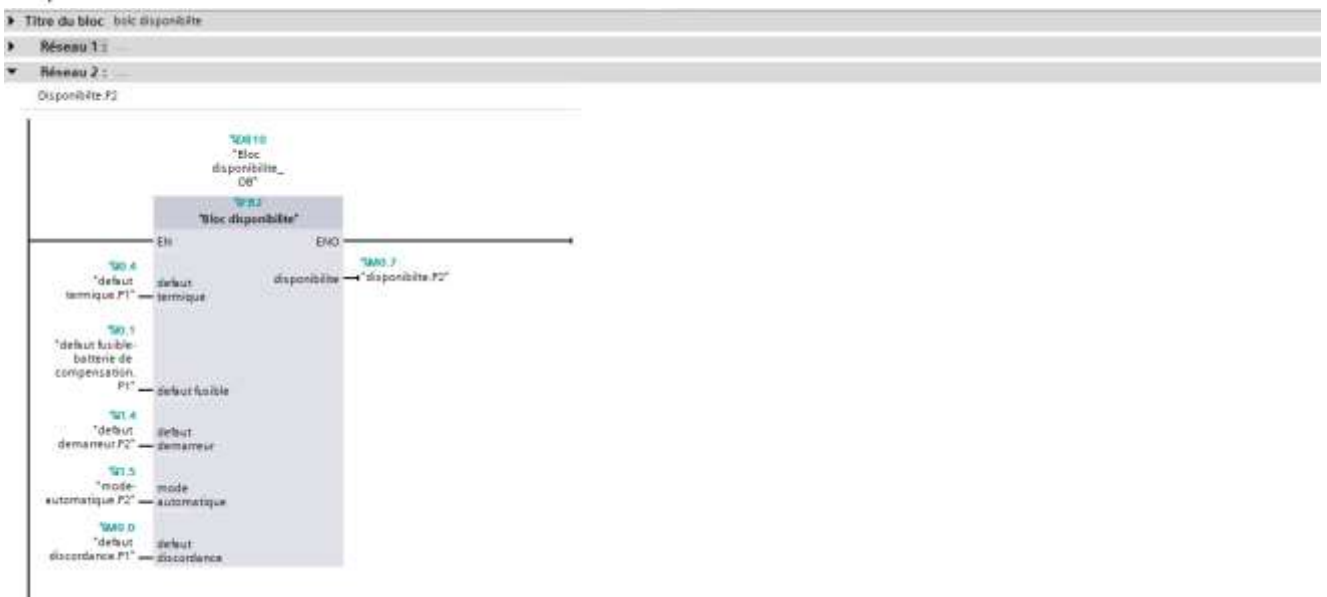


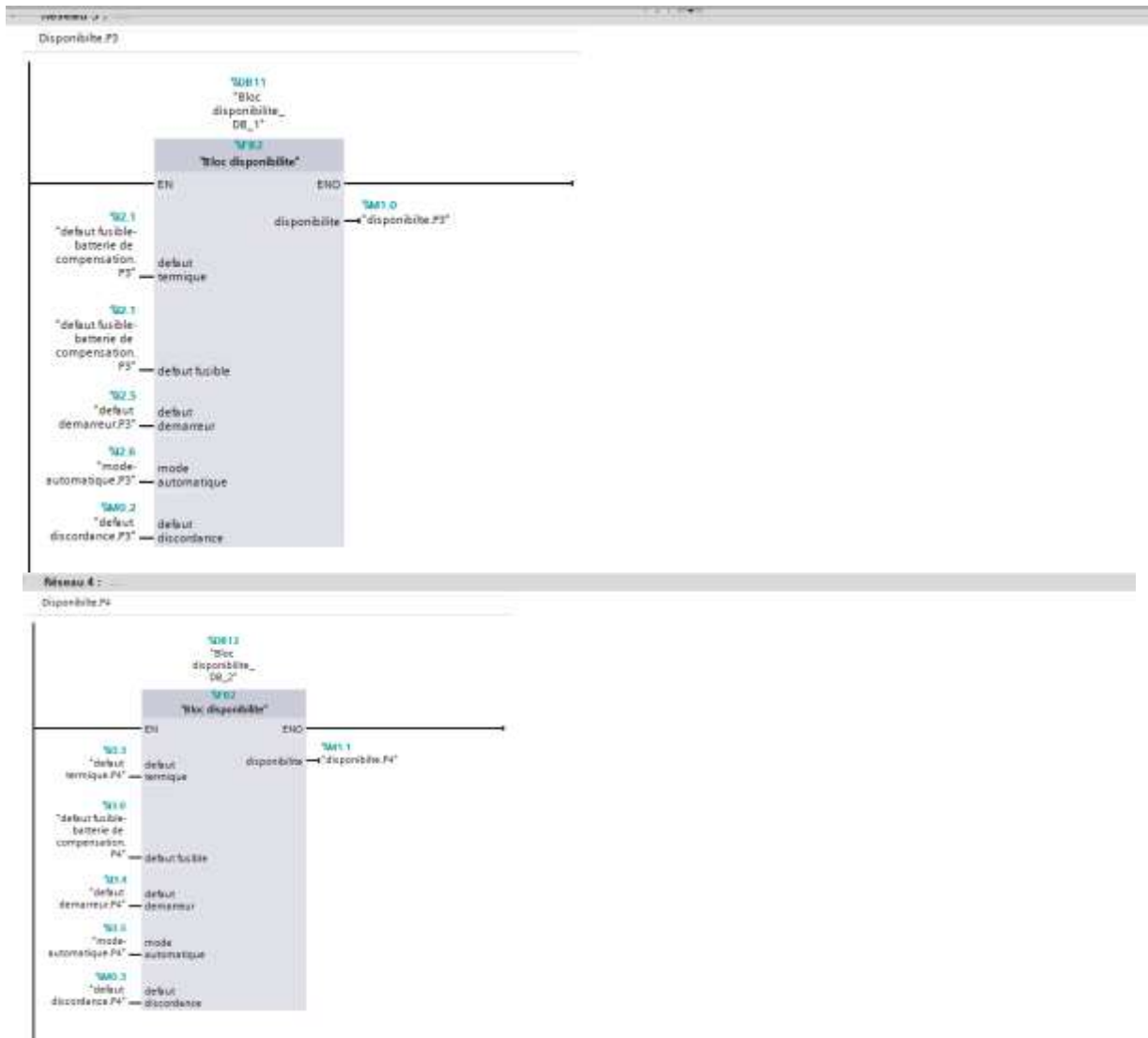
FC1 : bloc discordance



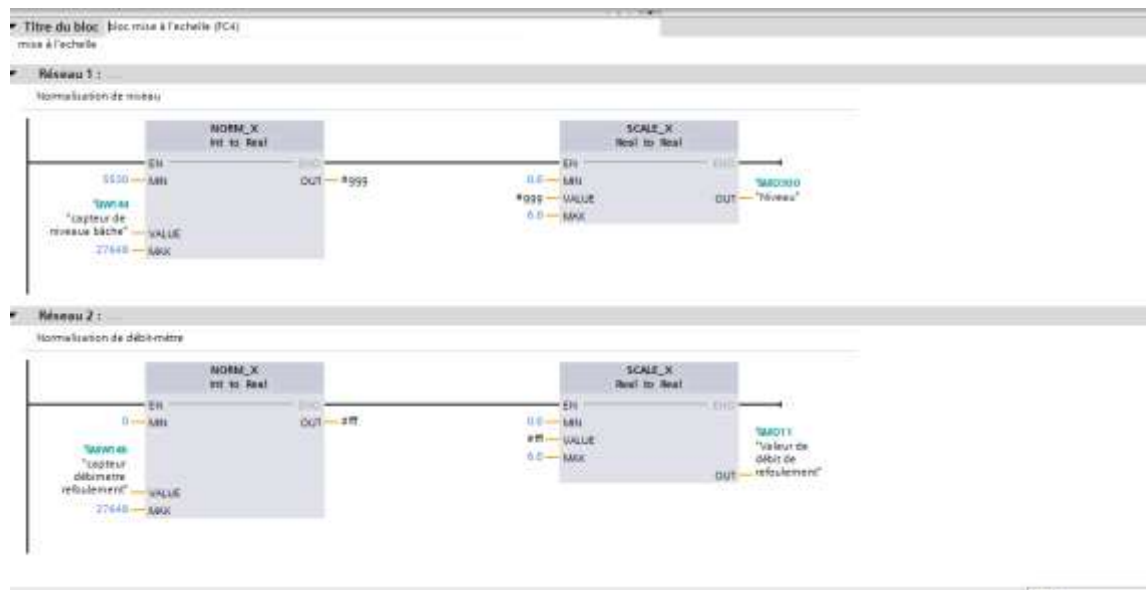


FC2 : bloc disponibilité





FC4 : Mise à l'échelle

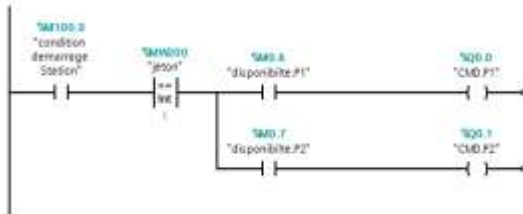


FC3 :Bloc de condition démarrage

Titre du bloc : bloc de conditions de démarrage (FC3)

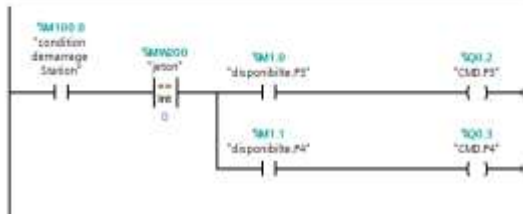
Réseau 1 :

Commentaire



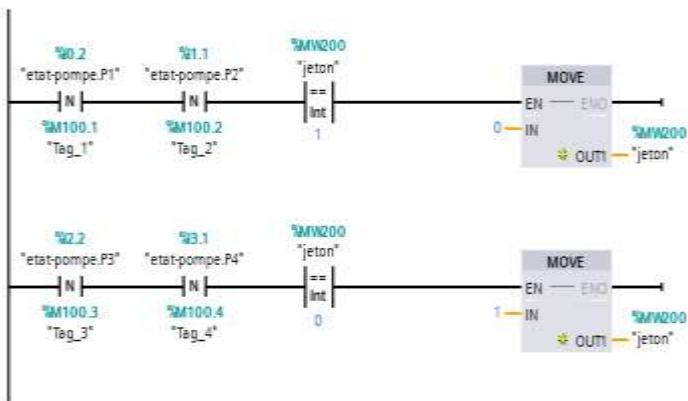
Réseau 2 :

Commentaire

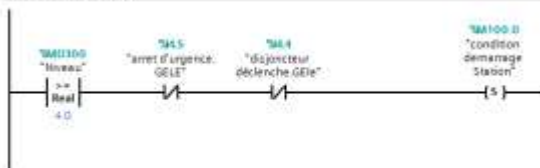


Réseau 3 :

Permutation entre les pompes

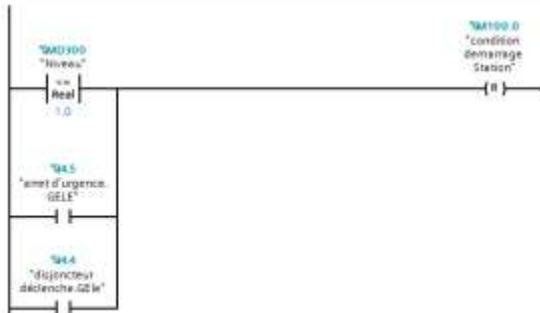


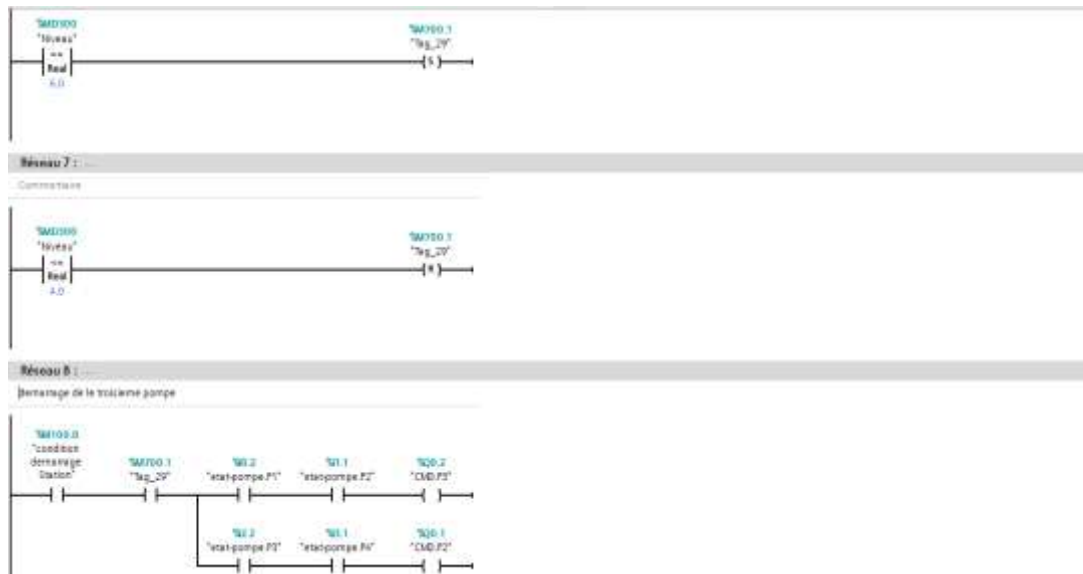
condition démarrage



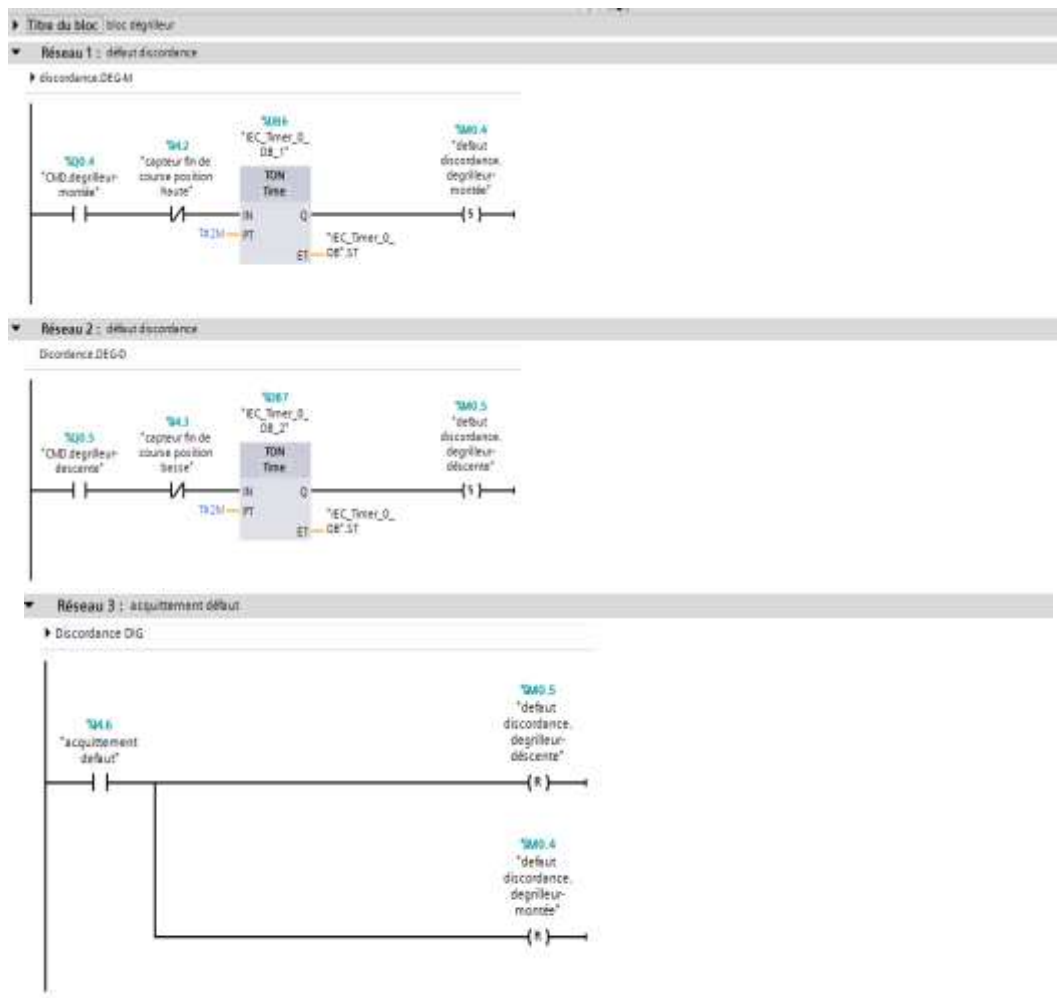
Réseau 5 :

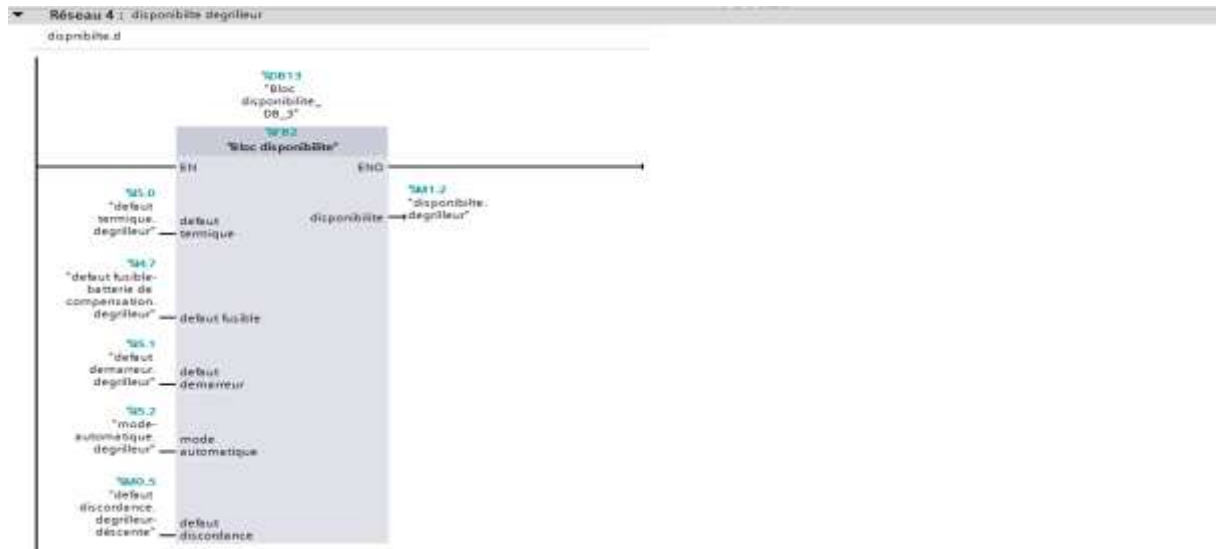
condition d'arrêt



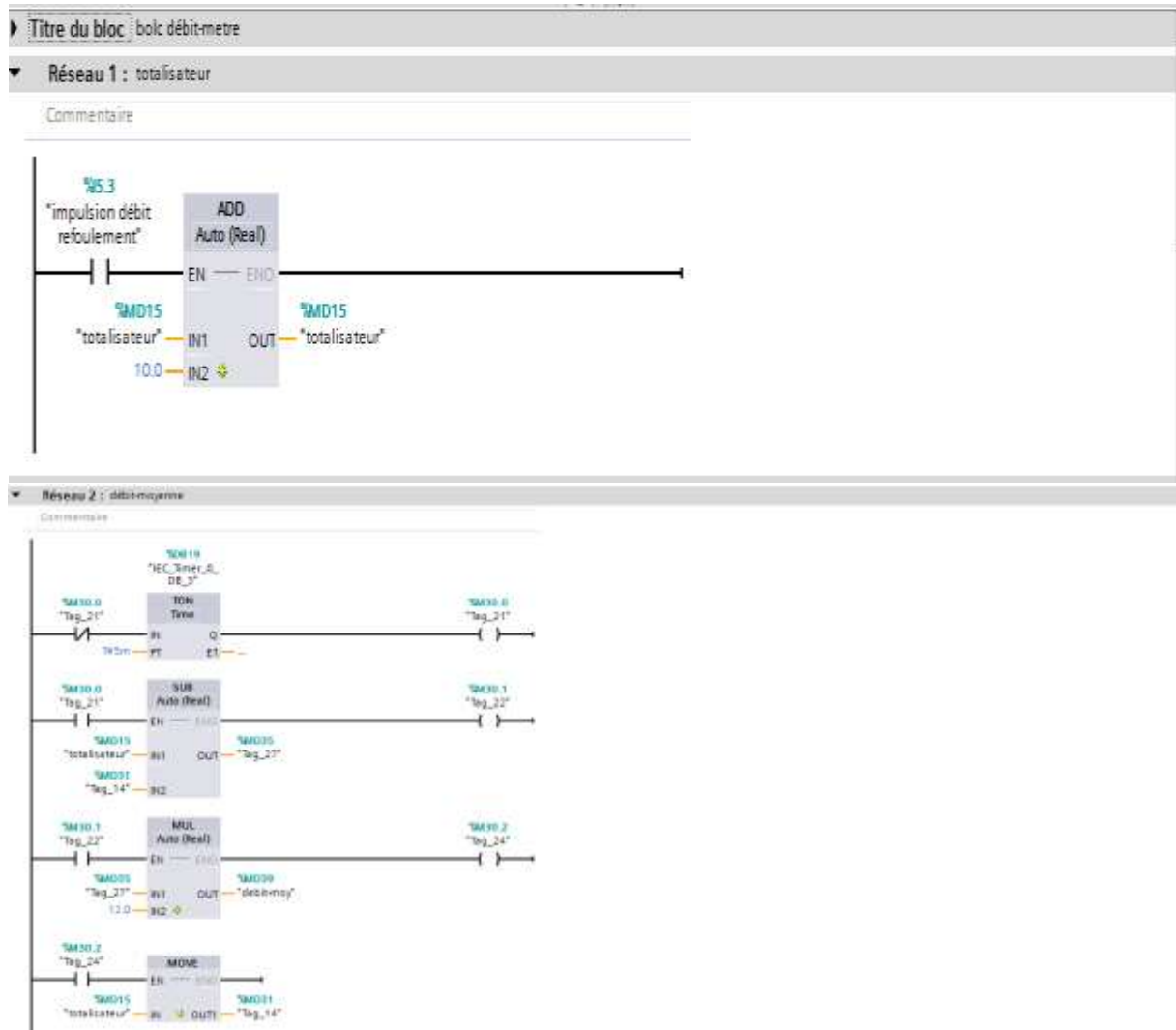


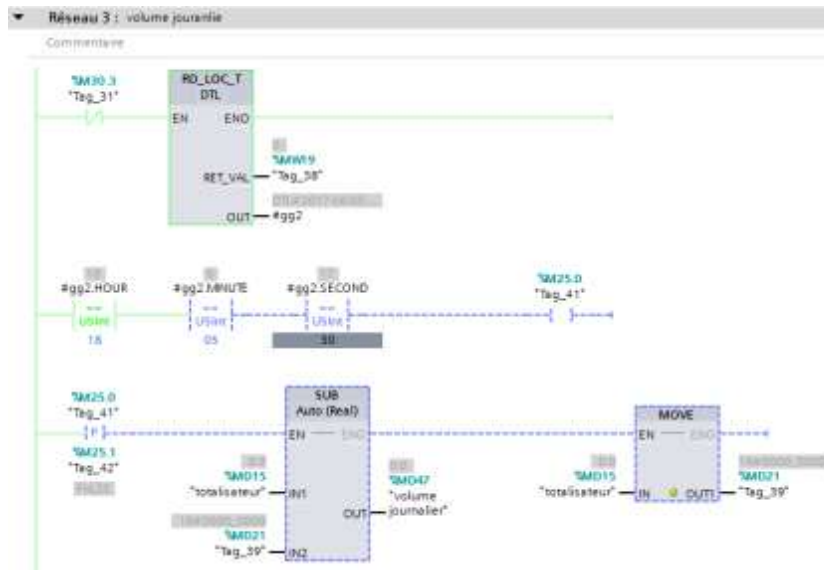
FC9 : Bloc dégrilleur



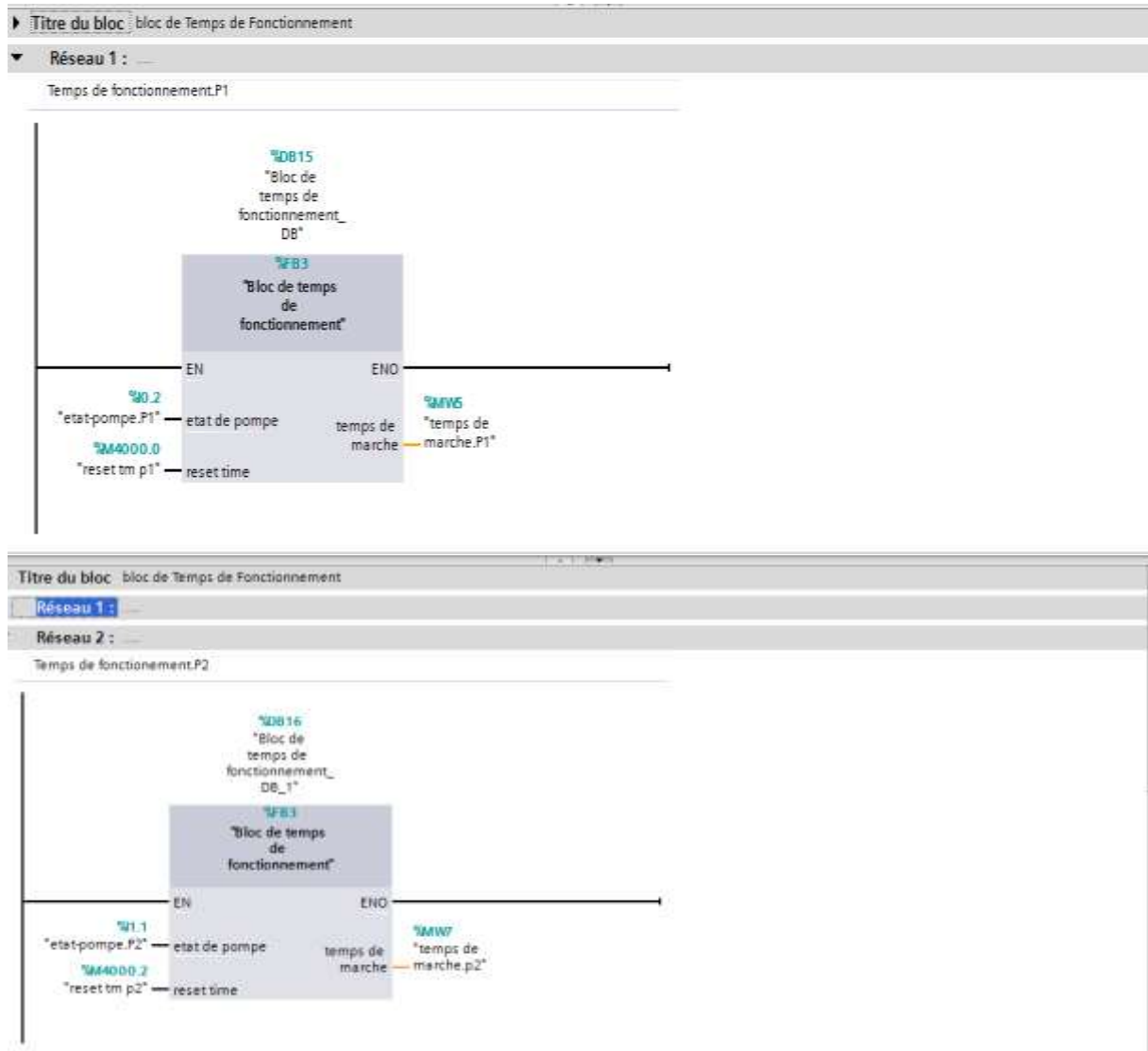


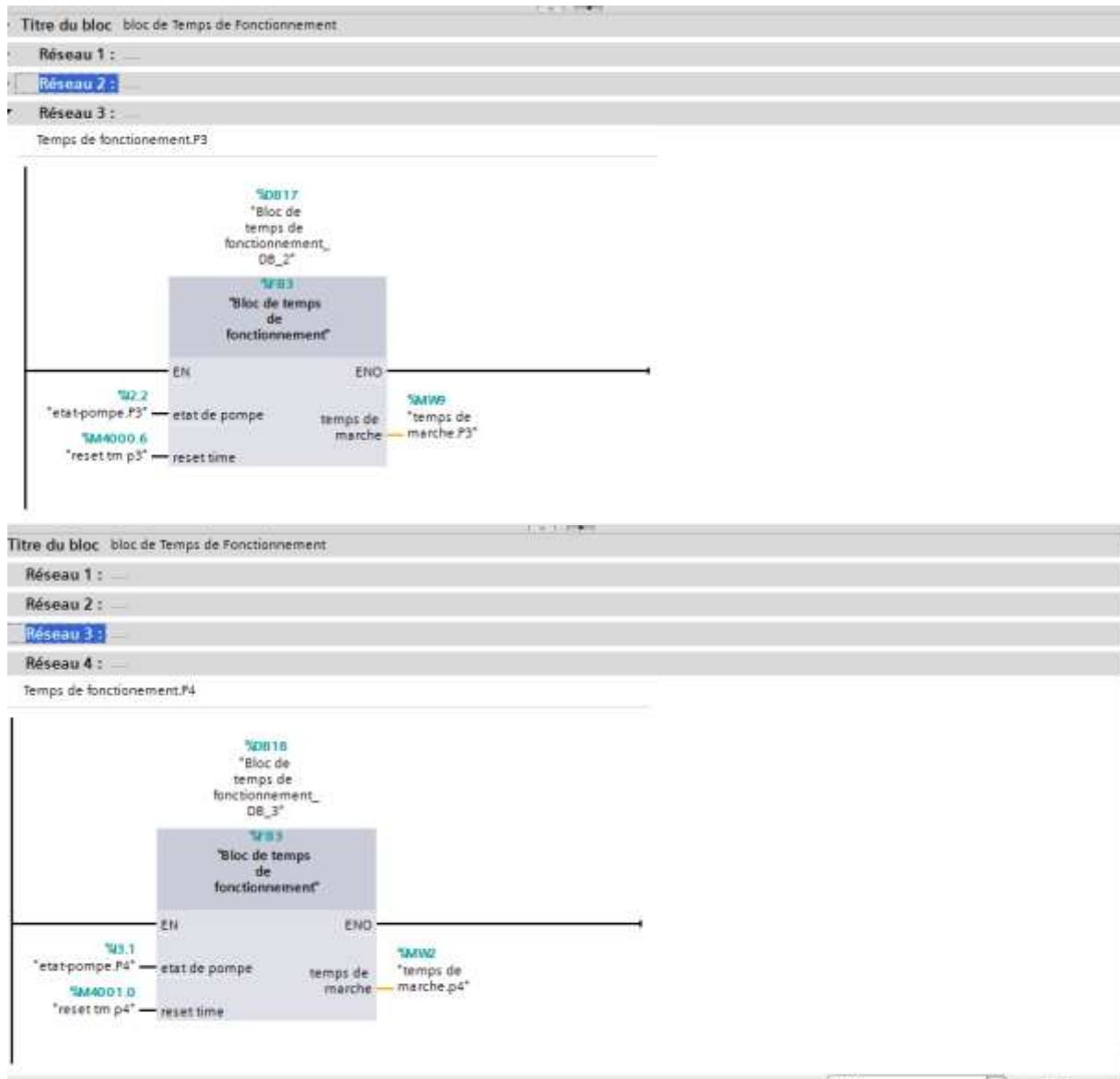
FC6 : Bloc de débitmètre



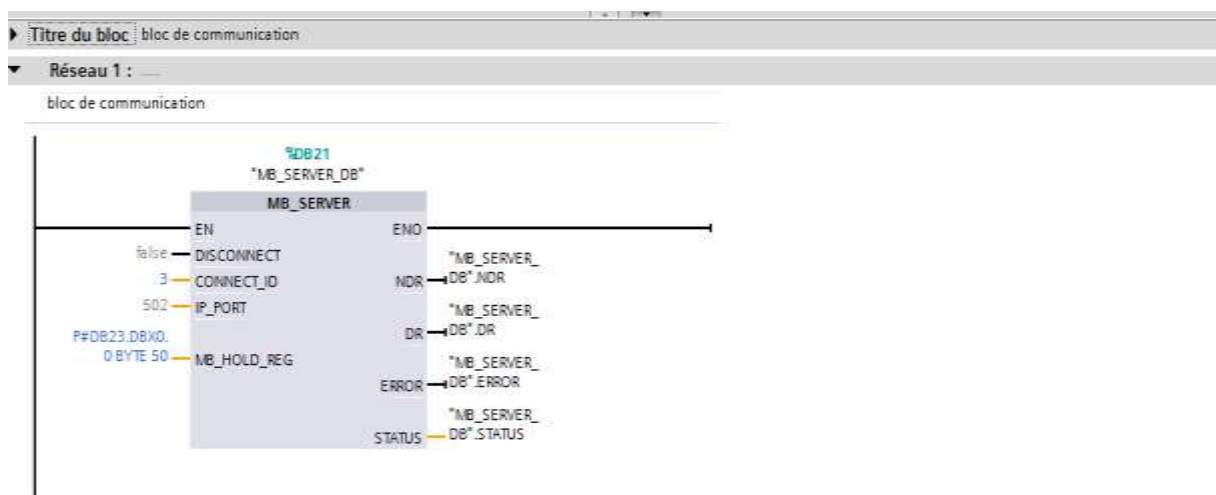


FC5 : Bloc de temps de fonctionnements

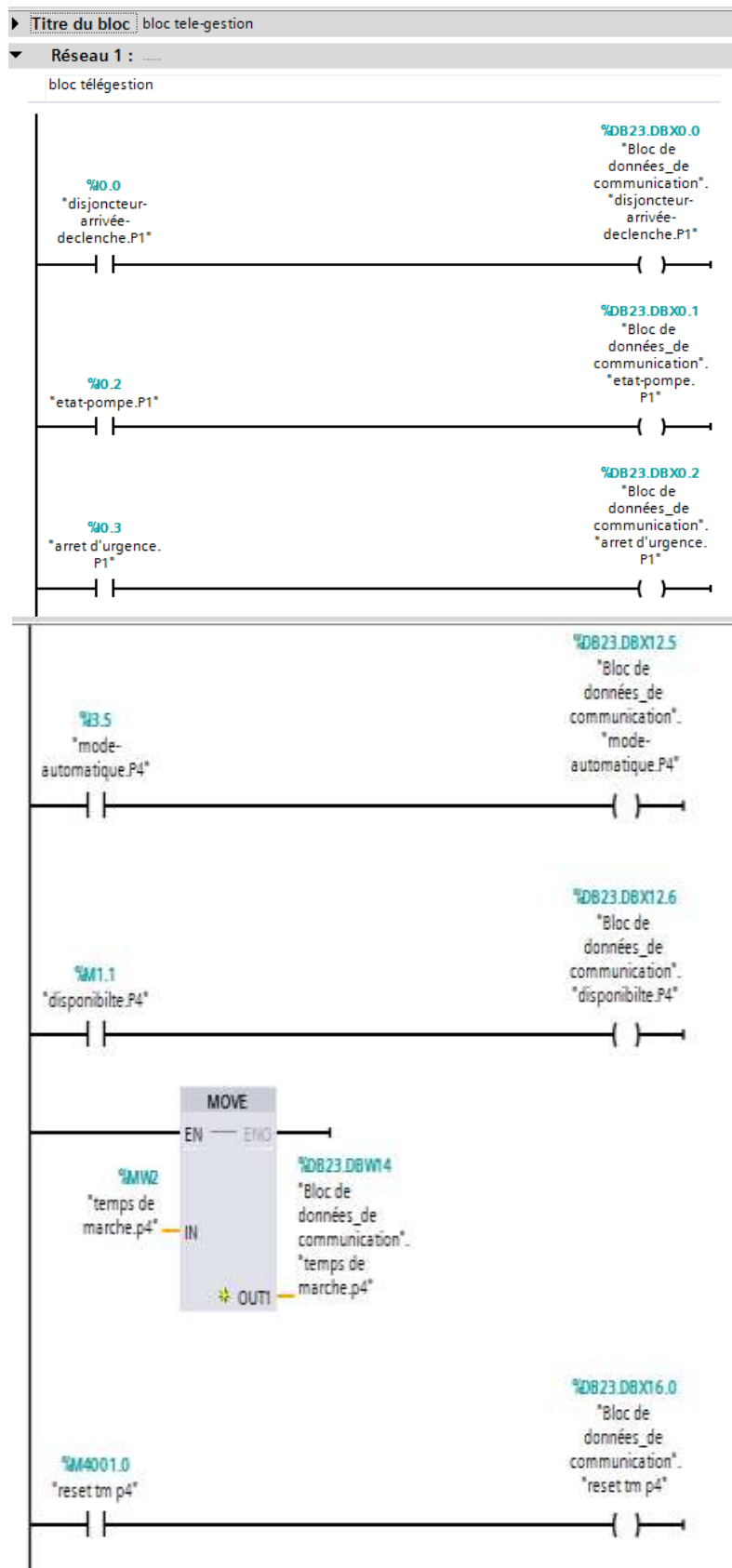


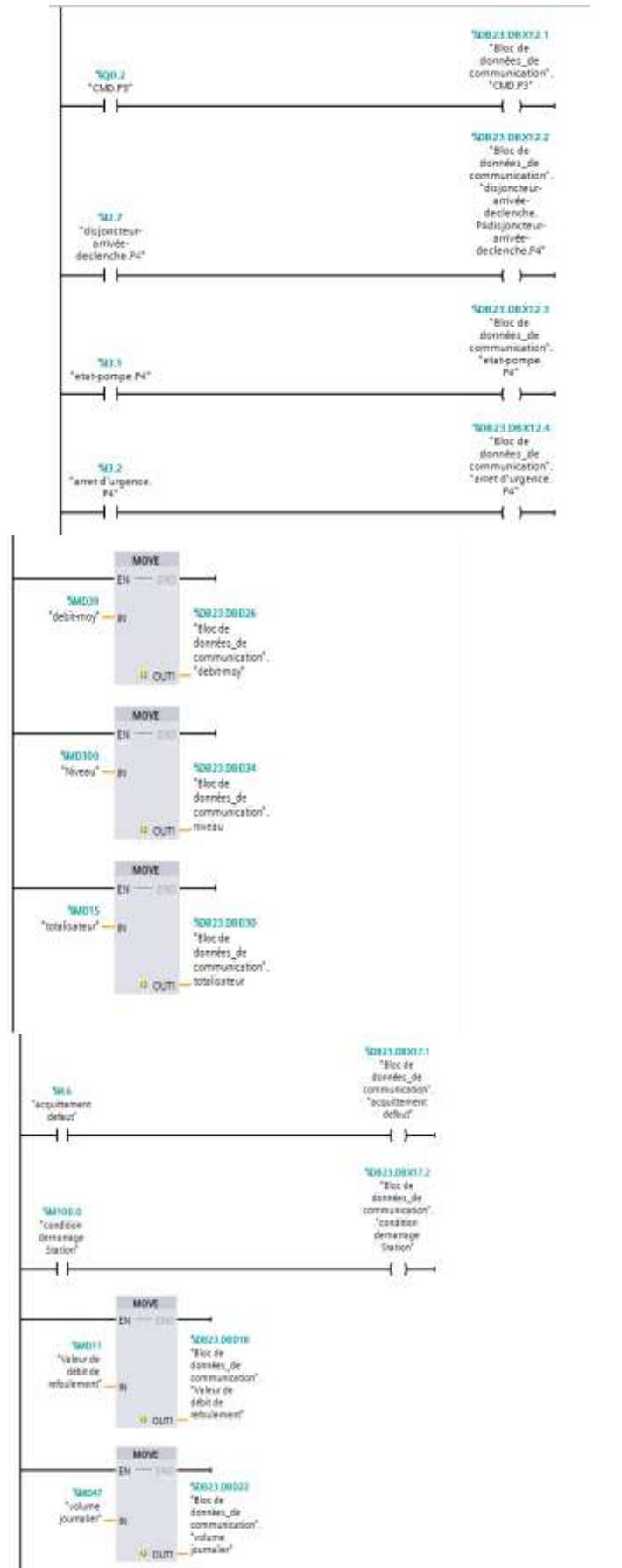


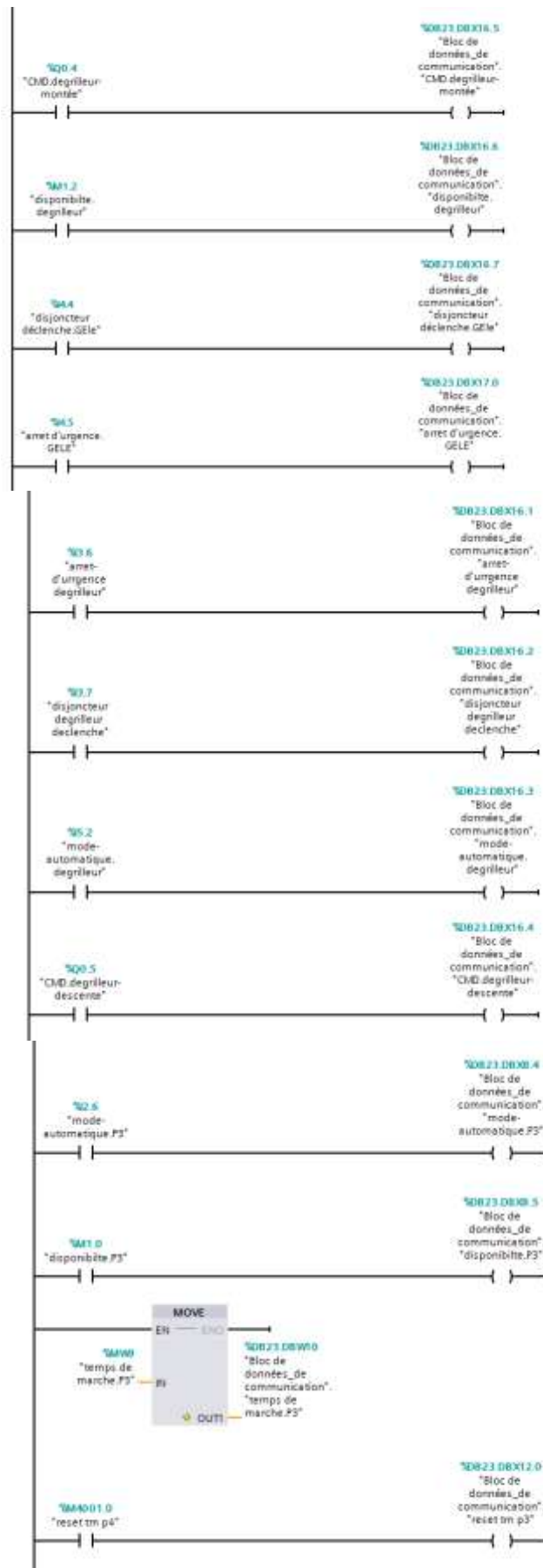
FC7 : bloc de communication

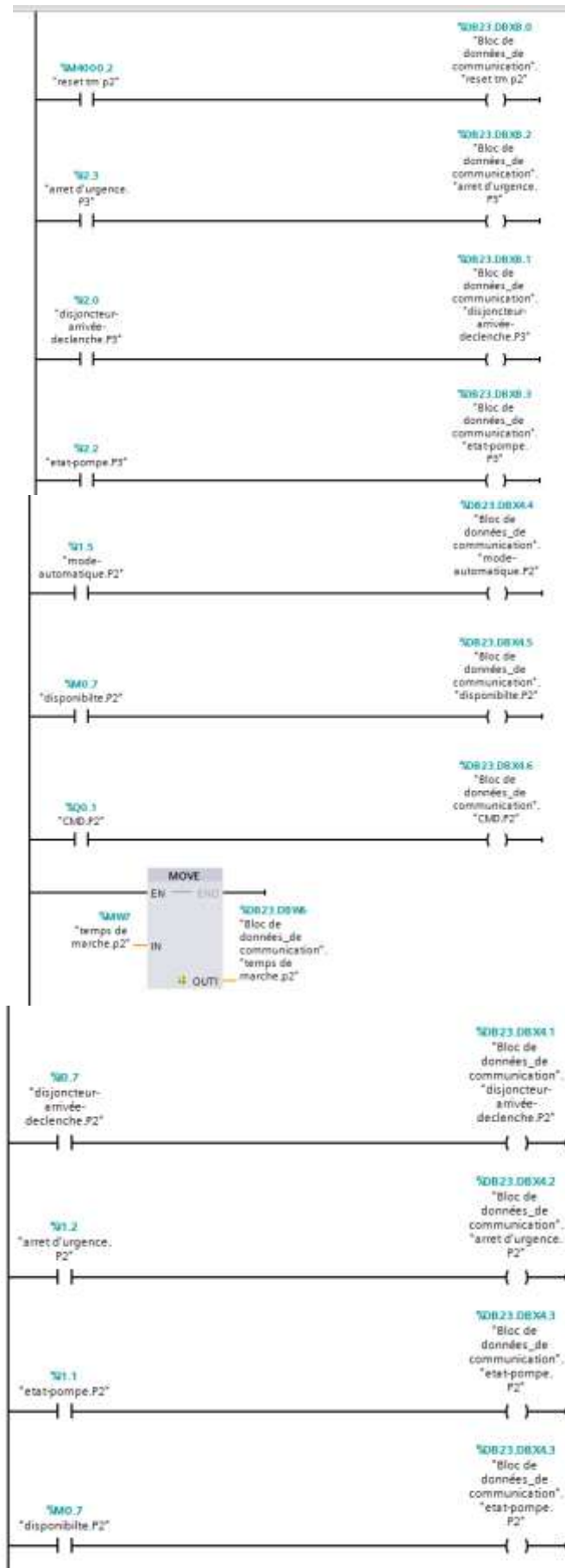


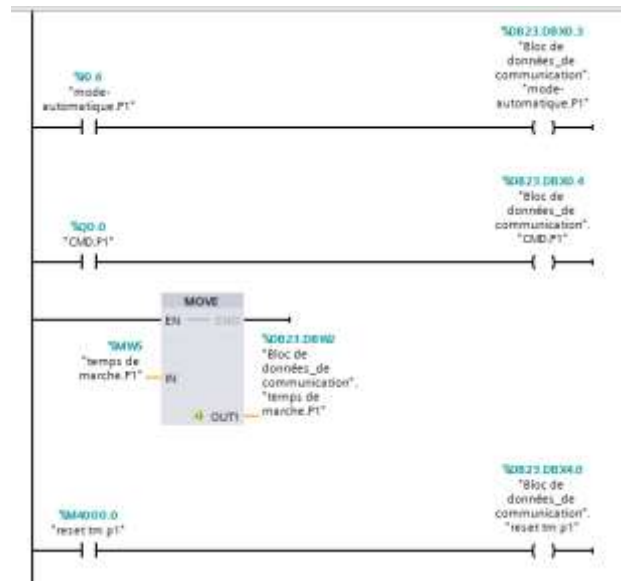
FC8 : Bloc télégestion











OB1 : Bloc de Organisation

